



Organik Klorlu İnsektisit Ddt'nin Sucul Sistemlere Etkisi ve Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

Dr. Gül ÇELİK ÇAKIROĞULLARI¹
Prof. Dr. Selçuk SEÇER²

¹Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ankara İl Kontrol Laboratuvar
Müdürlüğü

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü

Pestisitlerin sulara bulaşması değişik yollarla gerçekleşmektedir. Bunlar tarımsal alanlardan yağmur suları, rüzgar veya sel gibi olaylarla taşınma, zararlılarla mücadele için gerçekleştirilen sprej yoluyla ilaçlama işlemleri, endüstri kuruluşlarının atıkları veya kuruluşlardan sızma yoluyla, kanalizasyon kanalları, sığırlara uygulanan sprej yoluyla ilaçlama işlemleri ve son olarak toz ve yağmurla taşınma gibi olaylardır. Sularda pestisitler ve pestisitlere ilişkin parçalanma veya dönüşüm ürünlerine ilişkin kalıntılar çözünmüş formda bulunabilecekleri gibi, sedimentlerde, bentik omurgasızlarda, sucul bitkilerde, planktonlarda, sucul omurgasızlarda, askıdaki detrituslarda ve balıklarda birikim yaparlar. Pestisitler sucul sistemlerden; buharlaşma, süzülme, pestisit içeren balıkların veya kabuklu su ürünlerinin insanlar, kuşlar ve hayvanlar tarafından tüketilmesi, parçalanma, sedimentte alt tabakalara doğru ilerleme veya dışarı başka sistemlere akış yoluyla uzaklaşabilir (Robinson et al. 1982a, b). Yüzey sularında DDT konsantrasyonu topraktaki ve yağmur sularındaki DDT konsantrasyonuna bağlıdır (Anonymous 1979).

Bütün dünyada en yaygın şekilde kullanılmış olan organik klorlu insektisit DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-ch-

lorophenyl)ethane)'dir. İlk defa 1874 yılında Zeidler tarafından sentezlenmiş olmasına rağmen, insektisit olarak özellikleri 1939 yılına kadar bir İsveç şirketi olan J.R. Geigy'de Paul Mueller tarafından keşfedilinceye kadar bilinmiyordu. DDT, 2. Dünya Savaşı esnasında askeri personelde ve sivil halkda sıtma ve tifo gibi hastalıkları kontrol altına almak için kullanılmıştır. Savaşın sonuna kadar tarım ve orman zararlıları için yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. DDT'nin ve metabolitlerinin çevreye, dolayısıyla insan sağlığına zararları keşfedilince kullanımına yönelik yasaklamalar 1960'lı yılların sonunda başlamıştır (Walker 2001). DDT'nin bütün izomerleri beyaz, kristal şeklinde, tatsız ve kokusuz katılardır. Kimyasal formülü $C_{14}H_9Cl_5$ olup molekül ağırlığı 354.5'dir. Sudaki çözünürlüğü çok düşüktür. p,p' -DDT, erime noktasından daha yüksek sıcaklıklarda özellikle bir katalizörün varlığında ve ışık altında p,p' -DDE'ye dehidroklorlanır. Organik çözücülerdeki çözeltiler alkali veya organik bazlarla dehidroklorinasyona uğrar. Diğer DDT formülasyonları çok stabildir. Bileşik aynı zamanda toprakta ve yüksek organizmalarda bulunan enzimler tarafından parçalanmaya karşı da direnç göstermektedir. DDE daha kalıcı özelliğe sahiptir. Simüle edilmiş atmosferik koşullar altında hem DDT hemde DDE karbondioksit ve hidroklorik asit oluşturmak üzere dekompoze olurlar. DDT'nin ticari isimleri Anofex, Cezarex, Dinocide, Gesarol, Gueaspon, Guesarol, Gyron, Ixodex, Neocid, Neocidol ve Zerdane'dir. p,p' -DDT ve metabolitlerinin kantitatif ve kalitatif tayininde en çok kullanılan ve en doğru sonuçları veren sistemler elektron yakalayıcı dedektör ad apte edilmiş gaz-likit kromatografi ve kütle seçici dedektör adapte edilmiş gaz-likit kromatografidir (Anonymous 1979). Teknik olarak kullanılan DDT'nin en önemli bileşeni p,p' -DDT'dir. Teknik DDT'nin kompozisyonu her parti ile değişmekle beraber genellikle p,p' -DDT toplamın %70'ini oluşturur. o,p' -DDT teknik DDT'nin ikinci önemli bileşeni olup toplamdaki payı %20'dir. o,p' -DDT, p,p' -DDT'e göre daha kolay parçalanabilir ve insektlere ve omurgalılara daha az toksiktir. Teknik DDT'de yer alan p,p' -DDD aynı zamanda piyasada Rhothane adıyla tek başına satılmıştır. p,p' -DDT 108°C erime noktasına sahip son derece stabil, beyaz kristal bir tozudur. Suda çözünürlüğü çok düşüktür ve lipofiliktir (log Kow=6.36). Li-

pofilik özelliğinden ötürü biyolojik konsantrasyon ve biyolojik birikim özelliği çok fazladır. Düşük buhar basıncına sahiptir, yüzeylere uygulandığında süblimleşme hızı oldukça yavaştır. p,p' -DDT kimyasal olarak reaktif değildir. En önemli kimyasal reaksiyon p,p' -DDE'yi oluşturmak için dehidroklorlanma reaksiyonudur. Bu reaksiyon KOH (potasyum hidroksit), NaOH (sodyum hidroksit) ve diğer alkali bileşiklerin varlığında gerçekleşir. p,p' -DDT'nin redüktif deklorinasyon olayı indirgenmiş demir porfirinleri ve yavaş gelişen fotokimyasal parçalanma ile gerçekleşir. p,p' -DDT kimyasal olarak ne kadar stabilse biyokimyasal olarak da o derecede stabildir. Yavaş gelişen biyolojik dönüşümüne bağlı olarak birçok türde ciddi anlamda kalıcılık gösterir. p,p' -DDT'nin metabolizması oldukça karışıktır ve halen daha açıklığa kavuşmamış noktalar vardır (Walker 2001).

Hayvanlarda biyolojik dönüşümün en önemli yolu; stabil, lipofilik ve yüksek derecede kalıcı bir metabolit olan p,p' -DDE'ye dehidroklorinasyondur. p,p' -DDE, p,p' -DDT'den daha stabildir. Dolayısıyla dehidroklorinasyon olayı, vücuttan atılımı hızlandırmaz ancak genellikle detoksikasyon ile sonuçlanır. Bunun nedeni oluşan metabolitin ana bileşik kadar toksik olmamasıdır. Bununla beraber p,p' -DDE'nin subletal etkileri vardır. Anaerobik koşullar altında p,p' -DDT redüktif deklorinasyon yoluyla p,p' -DDD'e dönüşür. Karaciğer kası gibi omurgalılara ait dokularda ölüm sonrasında dahi anaerobik mikroorganizmaların varlığında biyolojik dönüşümün gerçekleştiği Walker and Jefferies (1978) tarafından tespit edilmiştir. p,p' -DDT'nin biyolojik olarak dönüşümünün gerçekleşmediği durumlarda p,p' -DDT'nin omurgalılarda atılımı son derece yavaştır. Dişiler, süt yoluyla veya gelişmekte olan embriyoya plasenta ile aktarmak suretiyle (memelilerde) veya yumurtlama yoluyla (balıklar, kuşlar, sürüngenler, amfibiler) insektisitlerin bir kısmını vücutlarından atabilirler. Teknik DDT'nin çevreye verdiği zararda en büyük pay p,p' -DDT'de olmakla birlikte bu maddenin kullanımı ile doğaya o,p' -DDT ve p,p' -DDD'de bulaşmaktadır. o,p' -DDT akut toksik özellik göstermez ve kalıcılığı da çok uzun süreli değildir. o,p' -DDT'nin p,p' -DDT'e göre daha kolay parçalanmasının nedeni oksidatif saldırıya açık bir klorlanmamış para pozisyonunun mevcudiyetidir. Teknik DDT'nin bir diğer bileşeni ise p,p' -DDD'dir (Walker

2001). *p,p'*-DDD'nin suda direkt olarak fotolize maruz kaldığı durumda yarılanma ömrü > 150 yıldır. Benzer şekilde DDT'de sulu solusyonda direkt fotolize maruz kaldığında yarılanma ömrü > 150 yıldır (Anonymous 2006). *p,p'*-DDD tek başına da kullanıldığı gibi ayrıca *p,p'*-DDT'nin de bir metabolitidir. Bu nedenle dünyada en yaygın ve baskın bir şekilde bulunan DDT kalıntıları *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDD ve *p,p'*-DDE'dir. DDT yaygın bir şekilde kullanılmakta iken DDT'nin doğaya yayılması için birkaç temel yol vardı. Tarla ve bahçelerdeki ürünlerin ilaçlanması, insektlere bağlı hastalıkların yayılmasını önlemek ve korunmak için su yüzeylerinin ve karaların ilaçlanması en önemli yollardır. DDT'lerin kullanıldığı veya üretildiği fabrikalardan akan kanallarla su kanalları kontamine olmuştur. DDT taşıyan gemiler atıklarını denizlere boşaltmışlardır. Bu nedendir ki savaştan sonraki yıllarda DDT kalıntılarının bu denli yayılmış olması sürpriz değildir. Kalıcılığından ötürü dünyanın birçok yerine taşınmış olup Antartika'nın karında dahi çok düşük seviyeler tespit edilmiştir. Toprak kolloidlerine adsorbe olduklarında özellikle de organik madde yönünden zengin topraklarda yarılanma ömürleri çok uzun yıllar sürebilmektedir. Kalıcılık süresi toprağın özelliğine ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. En yüksek yarılanma ömrü organik madde yönünden zengin ılıman topraklarda elde edilmiştir. *p,p'*-DDE'nin organizmalardaki kalıcılığı diğer *p,p'*-DDT ve *p,p'*-DDD'den daha fazladır. Bu durum *p,p'*-DDT'nin yaygın bir şekilde kullanılmasından sonra neden halen daha *p,p'*-DDE'yi diğer DDT'lere göre daha sıklıkla ve yüksek konsantrasyonlarda bulduğumuzu açıklamaktadır. 1960 ve 1970'li yıllarda DDT'nin kullanımına getirilen yasaklardan sonra *p,p'*-DDT seviyeleri biyotada çok düşük seviyelere düşmüştür. Ancak *p,p'*-DDE karasal ve sucul gıda zincirlerinde halen daha yüksek miktarlarda tespit edilmektedir. *p,p'*-DDE'nin bu kalıcılığı ve yaygınlığı gıda zincirinde en üstte bulunan organizmalardaki birikimini gittikçe arttırmaktadır. Farne Adasında 1962-1964 yılları arasında deniz ekosisteminde gerçekleştirilen bir çalışmada *p,p'*-DDE konsantrasyonunun besin zincirinin en üstünde bulunan balıkla beslenen kuşda, zincirin en altında bulunan makrofitlere oranla 1000 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Sucul sistemlerde düşük trofik seviyelerde bulunan organizmalarda kalıntıların birikimi için

en önemli yol sudan veya sedimentten direkt olarak alımdır ki bazı durumlarda bu yollar gıda ile direkt alımdan daha önemli olabilir.

Genel olarak *p,p'*-DDE, *p,p'*-DDT'den daha az toksiktir. *p,p'*-DDT'nin redüktif deklorasyonu detoksikasyon ile sonuçlanmış olmasına rağmen metabolit ana bileşiğe göre daha fazla kalıcılık göstermiştir (Walker 2001). DDT bütün dokularda ve özellikle yağda yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Mars and Ballantyne 2004). Tekrarlanan alımlara bağlı olarak DDT'nin organlarda ve diğer dokularda depolanması dokuların nötral yağ içeriği ile orantılıdır. Bununla beraber DDT'nin yağ tarafından alımı yavaşdır, tek büyük bir dozdan sonra DDT diğer dokulara dağılırken, birbirini takip eden küçük dozlar sonrasında adipöz dokuda birikir. Birbirini takip eden dozlar sonrasında adipöz dokudaki depolanma ilk başta hızla artış gösterse de daha sonra sabit bir seviyeye gelinceye kadar yavaş yavaş artış gösterir. Her türde sabit seviye, dozla orantılı olmakla birlikte, yüksek dozlarda depolanma kısmen daha azdır. Bunun nedeni bu durumda boşaltımın yani vücuttan atılımın daha fazla olmasıdır (Anonymous 1979).

Türkiye'de DDT'nin çevreye olan etkisine ilişkin yapılan çalışmalar:

Baştürk et al. (1980), Türkiye'de Doğu Akdeniz sahilinden yakaladıkları balık (kas dokusu) ve kabuklu örneklerinde ve sedimentte DDT konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Total DDE ve total DDT konsantrasyonları Altınbaş Kefal (*Mugil auratus*)'de sırasıyla 5-173 ng/g (yaş ağırlık), 8-324 ng/g, Çizgili Kefal (*Mullus barbatus*)'de 2-122 ng/g, 9-257 ng/g, Tekir balığı (*Mullus surmuletus*)'nda 7-35 ng/g, 20-49 ng/g, Barbunya (*Upeneus mollucensis*)'da 31-69 ng/g, 49-94 ng/g, karides (*Parapaneus kerathurus*)'de 3-61 ng/g, 4-65 ng/g ve salyangoz (*Patella caerulea*)'da ise 1-4 ng/g, 2-7 ng/g olarak bulunmuştur. Sediment örneklerinin total DDE, total DDT konsantrasyonları sırasıyla 2-5 ng/g (kuru ağırlık) ve 3-21 ng/g olarak bulunmuştur.

Ayas et al. (1997), Göksu Deltası-Taşucu'ndan, 1991-1993 yılları arasında topladıkları su ve sediment örneklerinde, Mavi Yengeç (*Callinectes sapidus*), Has Kefal (*Mugil cephalus*) ve Sazan balıklarının (*Cyprinus carpio*) adipöz dokularında (deri altındaki ve gastro-

intestinal bölgedeki DDT konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Bölgede DDT konsantrasyonlarının metabolitlerinden daha yüksek seviyelerde tespit edilmiş

Analiz edilen diğer balık türlerinde (bütün balık) total DDT konsantrasyonları Avrupa Hamsi'sinde (*Engraulis encrasicolus*) 170 ng/g, Mezgıt balığında (*Merlangius*

Çizelge 1. Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi'nden toplanan su ve sediment örneklerinde DDT ve metabolitlerinin konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$) (Barlas 2002)

DDT bileşenleri		<i>o,p'</i> -DDT	<i>p,p'</i> -DDT	<i>o,p'</i> -DDD	<i>p,p'</i> -DDD	<i>p,p'</i> -DDE
Tuz Gölü	Su	tedb*	0.181 - 1.955 (0.831)	tedb-2.412 (1.236)	0.301-1.169 (0.682)	tedb-0.429 (0.283)
	Sediment	1.010 - 3.540 (2.244)	0.042 - 2.93 (1.307)	tedb-1.798 (0.527)	0.153-2.66 (0.969)	tedb-2.309 (1.421)
Hirfanlı Baraj Gölü	Su	tedb	tedb - 0.224 (0.098)	tedb-1.446 (0.793)	tedb-0.311 (0.132)	tedb-0.784 (0.212)
	Sediment	tedb	tedb - 0.375 (0.254)	0.088 - 3.99 (1.389)	tedb-0.567 (0.296)	tedb-1.443 (0.677)
Eşmekaya Gölü	Su	tedb - 0.415 (0.284)	0.148 - 1.184 (0.633)	0.213 - 0.47 (0.391)	tedb-0.311 (0.273)	0.128-1.115 (0.881)
	Sediment	tedb - 0.554 (0.251)	0.147 - 1.224 (0.55)	tedb	tedb-0.741 (0.47)	0.006-0.278 (0.11)
Tersakan Gölü	Su	tedb	tedb - 0.425 (0.226)	tedb-0.487 (0.193)	tedb-0.402 (0.29)	tedb-0.35 (0.265)
	Sediment	tedb	tedb-0.385 (0.37)	tedb	tedb-0.294 (0.152)	tedb
Bolluk Gölü	Su	tedb - 0.312 (0.026)	tedb-0.198 (0.08)	tedb	tedb	tedb
	Sediment	tedb	tedb - 0.616 (0.384)	tedb - 0.06 (0.007)	tedb-0.542 (0.36)	tedb
Kulu Gölü	Su	tedb	tedb - 0.415 (0.303)	tedb - 0.14 (0.08)	tedb	tedb
	Sediment	tedb	tedb - 1.748 (0.828)	tedb-0.494 (1.115)	tedb-0.293 (0.147)	tedb-0.397 (0.282)
Kozanlı Gölü	Su	tedb	tedb - 1.588 (1.039)	tedb-1.144 (0.75)	tedb	tedb
	Sediment	tedb	tedb - 0.339 (0.245)	tedb-0.475 (0.118)	tedb-0.305 (0.156)	tedb-1.492 (0.76)
Samsam Gölü	Su	tedb	tedb	tedb-0.297 (0.154)	tedb-0.153 (0.587)	tedb
	Sediment	tedb	tedb - 1.955 (1.152)	tedb	tedb-1.764 (0.967)	tedb
Çöl Gölü	Su	tedb	tedb - 0.458 (0.254)	tedb	tedb	tedb
	Sediment	tedb	tedb	tedb - 1.032 (0.826)	tedb-0.417 (0.311)	tedb
Uyuz Gölü	Su	tedb-0.5 (0.324)	tedb-0.79 (0.53)	tedb-0.408 (0.289)	tedb-0.439 (0.195)	tedb-2.858 (0.519)
	Sediment	tedb	tedb - 0.492 (0.482)	tedb - 0.35 (0.266)	tedb-0.718 (0.599)	0.043-0.2 (0.09)

*tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

olması bölgede halen daha DDT kullanımının söz konusu olabileceğine ve araştırılan bölgenin çevresel faktörlerine bağlanmıştır. Balıkların adipöz dokularında tespit ettikleri konsantrasyonların beklenen bir sonuç olduğunu ve bu durumun DDT'nin adipöz dokuda değişmeden kalmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Tanabe et al. (1997), Karadeniz'de 1993 yılında ölüm nedeni bilinmeksizin ağlara yakalanan Yunus balıklarında (*Phocoena phocoena*) ve değişik balık türlerinde DDT konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Yunus balıklarının Σ DDT konsantrasyonları 8.3-180 $\mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak bulunurken, DDT ve metabolitlerinin kompozisyonunun sırası *p,p*-DDE (%46), *p,p'*-DDD (%34), *p,p'*-DDT (%16) ve *o,p'*-DDT (%4) olduğu bulunmuştur.

merlangus euxinus) 280 ng/g, Tekir balığında (*Mullus surmuletus*) 250 ng/g, İstavrit balığında (*Trachurus mediterraneus*) 490 ng/g, Tirsi balıklarında ise 370 ng/g, Kaya balıklarında (*Gobius türünde*) 30 ng/g ve son olarak Kömürcü kaya balıklarında (*Gobius niger*) 17 ng/g olarak elde edilmiştir. *p,p'*-DDE/DDT oranının düşük olmasından ötürü bölgeye yeni DDT girdilerinin olduğu düşünülmektedir.

Tuncer et al. (1998), 1993 yılında Karadeniz sahili boyunca nehirler, akarsular, endüstriyel ve evsel deşarj noktalarını kapsayan 42 noktadan örnek almışlar ve bu su örneklerindeki DDT miktarını saptamışlardır. Her bir kaynaktan Karadeniz'e deşarj olan kirleticilerin yıllık yükünü bulmak üzere elde edilen konsantrasyonlar su deşarj verileri ile birleştirilmiş-

tır. Türkiye'deki kaynaklardan yıllık olarak 500 ton DDT'nin Karadeniz'e deşarj edildiği tespit edilmiş olup, araştırılan su kaynaklarının hepsinde DDT'nin tespit edilmiş olması bu bileşimin tarımda kanunsuz yollardan kullanıldığını göstermiştir. Sakarya, Kızılırmak ve Yeşilırmak Nehirleri en yüksek DDT konsantrasyonuna sahip nehirlerdir.

Uluocak (2000), İzmir ve Aliğa Körfezi'nde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde (Kefal, Barbun, Çipura, Dil) organik klorlu pestisit kalıntılarını araştırdığı çalışmasında, tüm örneklerde DDT'nin metaboliti olan DDE'nin bulunduğunu belirtmiştir.

Küçüksezgin et al. (2001), MED-POL II projesi kapsamında 1995 yılında Mayıs ve Eylül aylarında Ege Denizi'nden topladıkları Çizgili Kefal (*Mullus barbatus*) örneklerinde (kas dokusu) DDT konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Total DDD konsantrasyonları 0.86-4.5 µg/kg yaş ağırlık, total DDE konsantrasyonları ise 10-118 µg/kg yaş ağırlık olarak elde edilmiştir. Balıkların yağ içeriği ve boyları ile DDT konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişki olduğunu ancak balıkların besin veya buldukları ortam yoluyla maruz kaldıkları DDT miktarının da vücutlarında biriken miktar üzerine direkt olarak etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Barlas (2002), Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi'nde yedi ayrı gölden aldığı su ve sediment örneklerinde 1980 yılında ülkemiz tarafından yasaklandığı belirtilen organik klorlu bileşikleri ve degradasyon ürünlerini (*o,p'*-DDT, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE) tespit ettiğini belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Fillmann et al. (2002) Karadeniz'de 1995 yılında Türkiye, Romanya, Ukrayna ve Rusya Federasyonu sahillerinden toplanan yüzey sedimentlerinde DDT konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Total DDT konsan-

trasyonları 0.06-72 ng/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilirken, elde edilen konsantrasyonların dünyanın diğer bölgelerinden elde edilen konsantrasyonlara göre oldukça düşük olduğu belirtilmiştir. DDE/DDT oranı düşük olarak bulunmuş ve bu sonuç Karadeniz'e yeni girdiler olmasına ve DDT'nin bu bölgede halen daha kullanımda olmasına bağlanmıştır.

Çizelge 1. Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi'nden toplanan su ve sediment örneklerinde DDT ve metabolitlerinin konsantrasyonları (µg/g) (Barlas 2002)

Turgut (2003), 2000-2002 yılları arasında Türkiye'de Küçük Menderes Nehri'nden topladıkları yüzey sularında total DDT (DDT, DDD, DDE) konsantrasyonları tespit edilmiş ve elde edilen konsantrasyonların örneklerin alındığı mevsime göre değiştığı ve bu değişimin her pestisit için aynı yönde olmadığı belirtilmiştir. Kasım-2001 yılında *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, konsantrasyonlarına ilişkin elde edilen minimum-maksimum (ortanca) değerler sırasıyla, tespit edilemedi-71 (23) ng/L, tespit edilemedi-34 (21) ng/L, tespit edilemedi şeklinde bulunurken, Ocak-2002 yılında elde edilen değerler ise sırasıyla 38-62 (52) ng/L, 34-58 (50) ng/L, tespit edilemedi şeklinde bulunmuştur.

Bakan and Arıman (2004), Orta Karadeniz'in sahil bölgesinden ve Karadeniz'e dökülen ırmaklardan 1998-2000 yılları arasında topladıkları su ve yüzey sediment örneklerinde DDT konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Yüzeyden toplanan sediment örneklerine ilişkin olarak Karadeniz sahili boyunca ve ırmaklardan elde edilen değerler sırasıyla, *p,p'*-DDT için tespit edilemedi-31 ng/g (yaş ağırlık) ve tespit edilebilir düzeyde bulunamazken, *p,p'*-DDD için sahil boyunca, tespit edilemedi-24 ng/g ve ırmaklardan, tespit edilemedi-71 ng/g şeklinde, *p,p'*-DDE için ise sahilden toplanan örneklerde tespit edilebilir düzeyde bulunamazken, ırmaklardan toplanan örneklerde tespit edilemedi-7 ng/g şeklinde bulunmuştur. Analiz edilen su örnek-

Çizelge 2. Sir Baraj Gölü'nden yakalanan balıklardaki DDT konsantrasyonları (ng/g yaş ağırlık) (Erdogru et al. 2005)

DDT	Acanthobrama marmid		Cyprinus carpio		Chondrostoma regium		Siluris glanis	
	Ortanca	Min-Max	Ortanca	Min-Max	Ortanca	Min-Max	Ortanca	Min-Max
<i>p,p'</i> -DDE	73.5	22.1-273	13.3	4.0-156	32.3	7.7-233	50.2	20.2-901
<i>p,p'</i> -DDD	5.3	1.9-16.6	0.82	0.35-13.0	2.3	0.65-12.1	3.2	1.3-54.3
<i>p,p'</i> -DDT	0.13	tedb-0.55	0.08	tedb-1.23	0.09	tedb-0.74	0.62	0.02-4.5
ΣDDT	77.4	24.1-290	14.4	4.5-170	34.8	8.4-246	53.8	22.1-960

*tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

lerinin hiçbirisinde tespit edilebilir düzeyde DDT ve metabolitlerinin bulunmadığı belirtilmiştir.

Erdogru et al. (2005), Türkiye’de Kahramanmaraş bölgesinde Sir Baraj Gölü’nden topladıkları 4 ayrı balık türünde (kas dokusunda) DDT (*p,p'*-DDE, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDT) konsantrasyonlarını araştırmışlardır (Çizelge 2).

Koç vd. (2005), Türkiye’de yetiştirilen kültür balıklarında organik klorlu bileşiklerden’-DDT, *p,p'*-DDE maddelerinin kalıntı düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmada, Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde yetiştirilen Levrek ve Çipura türü balıklar toplanarak gaz kromatografi-kütle spektrometresi (GC/MS) ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda balıklarda Türk Gıda Kodeksinde belirlenen tolerans düzeylerinin üzerinde kalıntıya rastlanmamıştır. Ancak üç adet numunede (2 Levrek ve 1 Çipura) tolerans düzeyinin altında ve tespit limitinin üzerinde *p,p'*-DDE kalıntısına rastlanmıştır. Bu numunelerden 3’ünde sırasıyla 18, 25 ve 200 ppb düzeyinde *p,p'*-DDE kalıntısı olduğu belirlenmiştir. Kalıntı tespit edilen bu numuneler genellikle Ege ve Batı Akdeniz bölgelerindeki illerden toplanmıştır. Bu sonuçlar toplumun hala organik klorlu bileşiklerin kalıntılarına maruz durumda olduğunu gösterdiğinden, özellikle balık tüketimi yüksek olan kişilerin risk potansiyelinin daha yüksek olduğu sonucuna gidilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca kalıntı tespit edilen numunelerin Ege ve Batı Akdeniz gibi birbirine yakın bölgelerden olması da bu bölgelerde kirlenmelerin daha fazla olduğunun göstergesi olduğu belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

Anonymous. 1979. DDT and its Derivatives. Environmental Health Criteria 9. 193 p. United Nations Environment Programme and The World Health Organization, GENEVA.

Anonymous. 2006. <http://www.speclab.com/compound/c72548.htm>. Erişim Tarihi: 07.07.2006.

Ayas, Z., Barlas (Emir), N. and Kolankaya, D. 1997. Determination of organochlorine pesticide residues in various environments and organisms in Göksu Delta, Turkey. Aquatic Toxicology, 39; 171-181.

Bakan, G. and Arıman, S. 2004. Persistent organochlorine residues in sediments along the coast of mid-Black Sea region of Turkey. Marine Pollution Bulletin, 48; 1031-1039.

Barlas, N. E. 2002. Determination of organochlorine pesticide residues in water and sediment samples in Inner Anatolia in Turkey. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology, 69; 236-242.

Baştürk, Ö., Doğan, M., Salihoğlu, İ. and Balkas, T. I. 1980. DDT, DDE and PCB residues in fish, crustaceans and sediments from the Eastern Mediterranean Coast of Tur-

key. Marine Pollution Bulletin, 11; 191-195.

Erdogru, Ö., Covaci, A. and Schepens, P. 2005. Levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species from Kahramanmaraş, Turkey. Environment International, 31 (5); 703-711.

Fillmann, G., Readman, J. W., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J. P., Cattini, C. and Mee, L. D. 2002. Persistent organochlorine residues in sediments from the Black Sea. Marine Pollution Bulletin, 44; 122-133.

Koç, F., Gürel, Y., Yiğit, Y., Daş, Y. K. and Kısa, F. 2005. Türkiye’de yetiştirilen kültür balıklarında bazı organik klorlu pestisitler ve poliklorlu bifenillerin araştırılması. Birinci Ulusal Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Kongresi. Uluslararası katılımlı. Editör Doç. Dr. Ender Yarsan. Kongre kitabı. 22-24 Eylül 2005 Ankara. Medisan yayınevi. 332 s.

Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E. and Konaş, A. 2001. Trace metal and organochlorine residue levels in red mullet (*Mullus barbatus*) from the Eastern Aegean Turkey. Water Research, 35 (9); 2327-2332.

Mars, T. C. and Ballantyne, B. 2004. Pesticide Toxicology and International Regulation. John Wiley and Sons Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, 554 p., England.

Robinson, J. W., Chau, A. S. Y. and Afghan, B. K. 1982a. Analysis of pesticides in water. Volume I. Significance, Principles, Techniques and Chemistry of Pesticides. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 202 p., United States.

Robinson, J. W., Chau, A. S. Y. and Afghan, B. K. 1982b. Analysis of pesticides in water. Volume II. CRC Press Inc., 2000 N. W. 24th Street, Boca Raton, Florida, 33431, 238 p., United States.

Tanabe, S., Madhusree, B., Öztürk, A. A., Tatsukawa, R., Miyazaki, N., Özdamar, E., Aral, O., Samsun, O. and Öztürk, B. 1997. Persistent organochlorine residues in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea. Marine Pollution Bulletin, 34 (5); 338-347.

Tuncer, G., Karakas, T., Balkas, T. I., Gökçay, C. F., Aygün, S., Yurteri, C. and Tuncel, G. 1998. Land-based sources of pollution along the Black Sea Coast of Turkey: Concentrations and annual loads to the Black Sea. Marine Pollution Bulletin, 36 (6); 409-423.

Turgut, C. 2003. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000-2002. Environment International, 29; 29-32.

Uluocak, H. B. 2000. İzmir ve Aliağa Körfezi’nde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü / Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı. 78 s. Doktora tezi (Basılmamış).

Walker, C. H. 2001. Organic Pollutants. An Ecotoxicological Perspective. Taylor and Francis Inc., 282 p, London, Great Britain.