

ZEHİRLİ MADDELER VE CANLILAR

Dünyamız koskocaman diye düşünüp, bunca zehirli maddenin âkibetini pek merak etmeyebiliriz. Kalorifer ve fabrika bacalarının dumanlarıyla yüklü bulutlar nasıl olsa ucu bucağı olmayan atmosferde eriyip gidecek, endüstri artıklarını akar sular ya da deniz yıkayıp götürecektir, ödevlerini yapan böcek öldürücü ilaçlar toz olup gözden silinecek; hattâ nükleer patlamalar sonucu meydana gelen radyoaktif nesnelere dahi yörenin görünüşte uçsuz bucaksızlığı içinde kaybolabilecek diye kendimizi aldatırız. Gerçekten bütün bu saydıklarımız dağıla, seyrelse öyle eser miktarlara indirgenmiş; bilinen ölçülere göre su, toprak ya da havanın milyonda birinden de az nicelikler haline gelmiştir ki gönül ferahlığı ile «yok» saymamız akla yakındır.

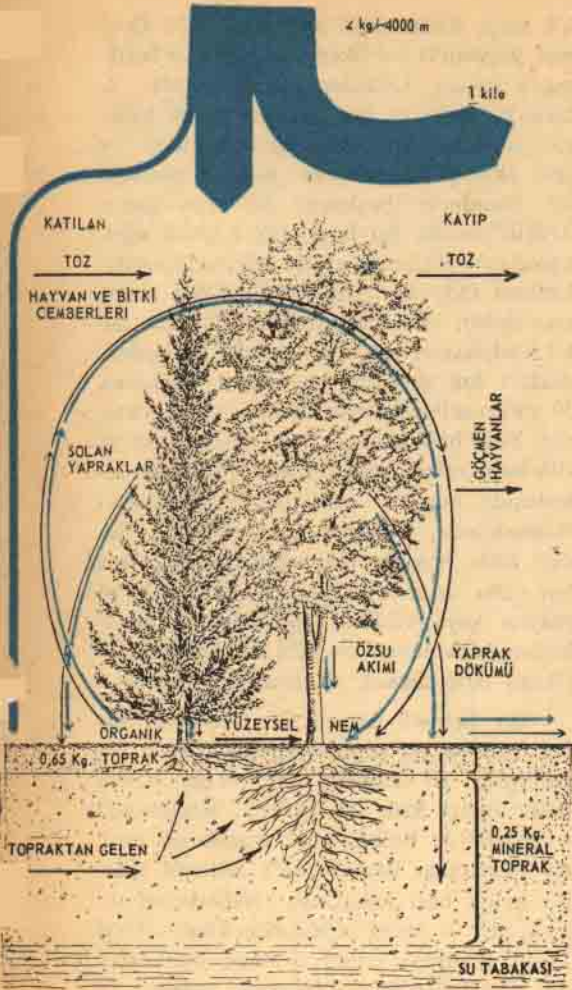
Bazıları hakikaten yok olur, kendi kendine bozularak zararsız maddelere dönüşürler; bazıları ise zehirliliğini muhafaza ederek uzun süre kalır. Son yılların tecrübesi bize, eser miktarlarda da olsa zehirli bir maddeyi tehlikesiz kabul etmemeyi öğretmiş bulunuyor. Doğanın bu eser miktarları yoğunlaştırmak için akla gelmedik yolları vardır.

Son yıllarda radyoaktif kalıntılarla tarım ilaçları konusunda yapılan araştırmalardan alınan sonuçlar biyoloji bilgilerini dahi şaşırtmıştır. Bilindiği gibi 1954 de Bikini'de patlatılan hidrojen bombası radyoaktif serpintiler sorunu ile bütün dünyanın ilgilenmesine yol açmıştır. Bu denemede Büyük Okyanusun binlerce kilometre karelik bir yüzeyi insan için öldürücü dozda radyoaktif serpintilerle kirlenmişti. Japonya ve Amerika'ya ait Okyanus inceleme gemileri bölgeyi taramışlar ve bu serpintilerin rüzgâr ve akıntıyla daha da geniş bir bölgeye yayıldığını ve daha da kötüsü besinler yoluyla zincirleme olarak deniz bitkilerinden küçük deniz hayvanlarına ve bunlardan da daha büyük deniz hayvanlarına geçtiği göz-

lenmiştir. Amerikan Atom Enerjisi Komisyonu, İngiltere, Rusya ve diğer devlet teşekkülleri milyonlarca dolara mal olan büyük çapta uluslararası araştırma programları düzenlemiş ve bu ölüm serpintilerinin dünya yüzünde izlediği yayılma şeklini ve bundan doğabilecek tehlikeleri öğrenmeğe çalışmıştır. Her ne kadar bu çalışmalar öncelikle radyoaktif maddelere yöneltilmiş ise de, genel olarak diğer zararlı maddeler konusunda da pek geniş bilgi sağlamıştır. Radyoaktif maddelerden rüzgâr veya suyla taşınan ve biyolojik yollarla birikim meydana getiren maddelerin izlenmesi kabildir. Bu tip araştırmalardan biri ile küçük zerrelerin dünya üzerindeki hareketleri ve izledikleri yönler incelenmiştir.

Geniş ölçüdeki bazı deneylerle, stratosfere kadar bir nükleer kalıntı olan stronsyum 90 püskürtülmüş ve uzun süre orada kalan zerreler kış sonları ya da baharda yavaş yavaş orta enlemlerde yer yüzüne düşmüşlerdir. Bu zerrelerin Stratosferde kalma ömürleri 3 aydan 5 yıla kadar değişmektedir. Bir süre ilk püskürtmeyle varılan yükseklik, zerrelerin büyüklüğü, mevsim, deneyin yapıldığı enlem gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Troposfere püskürtülen maddelerin ise oradaki ortalama ömürleri bir kaç günden bir aya kadar değişebilir. Ayrıca havaya yayılan zerreler gayet süratli hareket ederek pek uzaklara gidebilirler.

Bu konuda yapılan başka deneylerde, serpintinin yer yüzüne dökülüşünde yağmur ve karın önemli bir rol oynadığı ve serpinti miktarının yıllık yağış miktarıyla orantılı olduğu görülmüştür. Radyoaktif bulut ve tozların yayılım ve dağılımını incelemek için yapılan bu gözlem sonuçlarını havada mevcut aynı büyüklükte diğer zerreler için de uygulayabiliriz. Buna dayanarak çiçek polenlerinin birikim ve dağılımı da toplu radyoaktif zer-



Bir bitki topluluğundaki DDT'nin hava ve toprağa geçişi ve birikimini gösteren şematik resim.

relerin izlediği kurallara uyduğu gösterilmiştir. Bu gözlem özellikle önemlidir, çünkü polenler nükleer patlamalarda olduğu gibi troposfere kadar püskürtülmezler. Doğrudan doğruya yer yüzüne yakın hava akımları bunları çiçekten toprağa taşırlar. Tıpkı bunun gibi toz ve benzeri tarım ilaçları kristalleri de bu şekilde dağılıp yayılır. Bu ve buna benzer diğer çalışmalardan, havaya karışan pek çok madde şu veya bu şekilde oraya buraya taşınarak çıkış noktasından pek uzaklara gidebilir. Ayrıca büyük su kütlelerinin

yüzeysel akımları da bu gibi maddeleri kilometrelerce öteye götürürler. Ama zan etmeyin ki, yalnız hava ya da suyla bu iş bitiyor; bir de bitki ve hayvan toplulukları meselesi var. Bilindiği gibi bir topluluk, herbiri ortaklaşa birbirine bağlı birçok türdeki canlılardan meydana gelir. Toplulukların ayırımı, iklim ve toprak şartları gibi fiziksel karakteristikler tayin eder.

Her yöre tipinin içinde oluşan kompleks organizmalar oluşum sırasında dengeli ve uyumlu bir biyolojik sistem meydana getirirler. Bu kapalı sistemlerin en önemlisi, besi maddesi ve enerjinin besi zinciri dediğimiz bir yolla devinimidir.. Besi zincirinin ilk halkasını bitkiler teşkil eder. Otoburlar bu bitkileri yerler, etoburlar otoburları gövdeye indirir ve zincirinin halkaları böylece uzayıp gider. Eğer zincirin ilk halkaları ne yapıp yapıp sağ kalmamın yolunu bulabilmişlerse, besi maddelerinin yedeklenmesi işi ortaya çıkar; işte bunu da çürüme ve bozulmayı meydana getiren bakteriler sağlar. Organik kalıntıları kokuşturup parçalarlar ve bitkiler tarafından tüketilen temel maddelere dönüştürürler. Tabiatıyla, topluluğun ömür sürdürebilmesi için zincirin halkalarının tam olması gerektir. Bu sebeple herhangi bir hayvan ya da bitki topluluğunun diğeri tarafından sömürülüp büsbütün ortadan kalkması bu uyumu bozacaktır. Böyle bir besi zincirinde bir halkadan ötekine yaklaşık olarak enerjinin % 10 u geçmektedir; bu demektir ki, yenip tüketilme tehlikesine maruz kalmaksızın bir türün, kendi altındaki türden alıp kendi üstündekine aktaracağı enerji ancak % 10 kadardır. Fakat bu enerji hiç bir zaman böyle düzenli olarak dağılmaz, aksine gayet karışık bir yol izler. Topluluk ne kadar gelişmişse enerjisinin aktarıcısı o kadar karışık olur.

İşte zehirli maddelerin nasıl yer yüzünde dağılıp, organizmada biriktiğini incelerken bu karmaşık sistemleri hesaba katmak zorundayız. Diğer önemli faktörler de metabolik proseslerin karakterleridir. Örneğin, bir topluluğun aldığı ener-

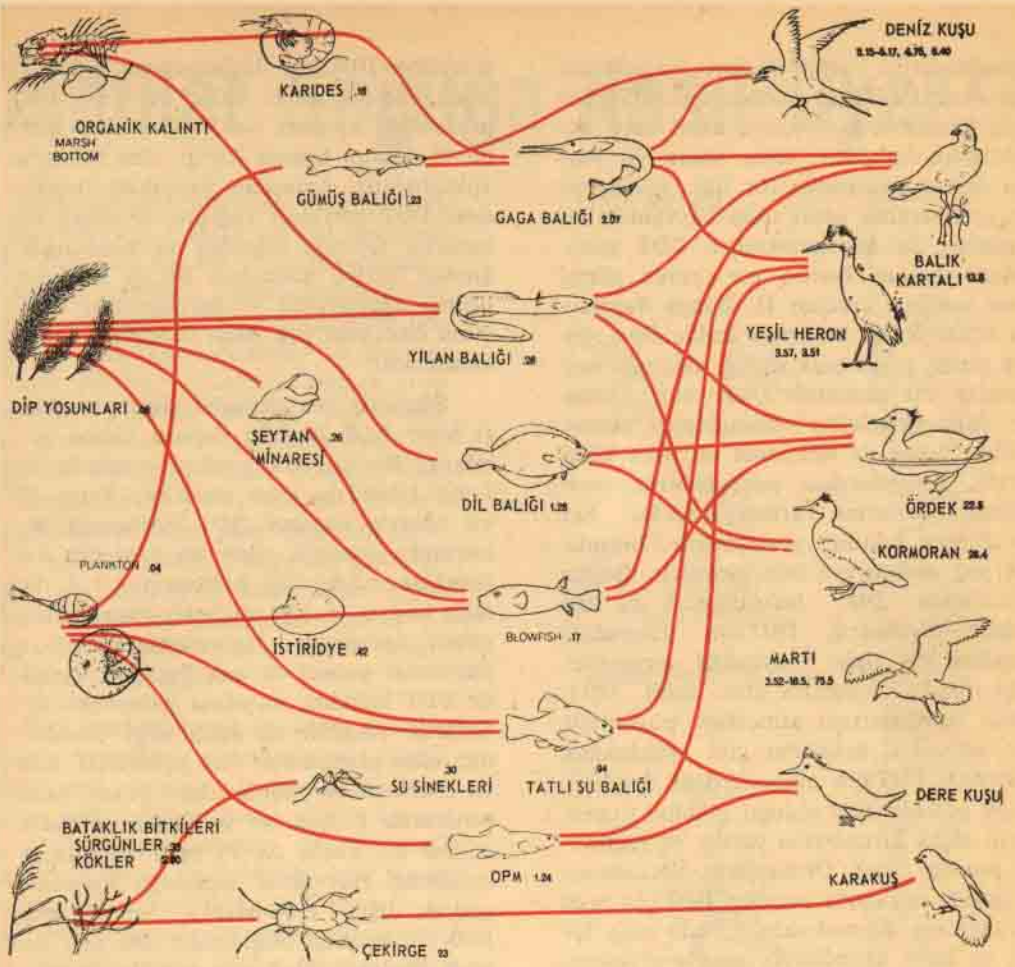
jinin % 50 den azı yeni dokuların yapımı için sarfolur, geri kalanı solunum yoluyla harcanır. Solunumla ilintisi olmayan ya da vücuttan herhangi bir şekilde atılmayan bir maddenin değişik türlerdeki birikimi ise normalin bir kaç kat üstünde olur. Bu da birikim mekanizmasının ana hattını teşkil etmektedir. Şimdi zehirli maddelerin birikimi için üç ayrı biçimde yol düşünelim, öyle ki üçünde de en son tüketici insanlığı olsun. Radyoaktif maddeler üzerine yapılan incelemeleri temel alan bu üç örnek yörenin kirlenmesi probleminin çeşitlerini ve karmaşırlığını göz önüne serecektir. İlk ve en yakın örnek olarak stronsyum 90'ı alalım. Bu uzun ömürlü bir izotoptur, kimyasal bakımdan kalsiyuma benzer ve bundan ötürü kemiklerde birikir. Beta ışınları yayan bu izotop, kemik iliğinde, kan kürelerinin yapımını etkileyerek bazı cins kanserlerin oluşumuna yol açar.

Stronsyum 90'ın havadan insana nakli doğrudan doğruya olur. Yediğimiz yapraklı sebzeler ya bu izotopun havadan düşen serpintilerine maruz kalmışlar ya da doğrudan doğruya topraktan kökleri vasıtasıyla emmişlerdir. Ayrıca bu izotopla bulaşmış otları yiyen ineklerin sütleri veya bu sütlerden hazırlanan diğer yiyecekler kanalıyla insan vücuduna girer. Stronsyum 90 kemikte biriktiğinden diğer radyoaktif maddeler gibi hayvandan hayvana pek aktarılmaz. Tabii kemik yiyen hayvanlar bunun dışındadır.

Radyoaktif Cesium 137 izotopunda ise durum tamamen farklıdır. Bu da bir nükleer patlama ürünüdür, ortalama ömrü 30 yıl olup gamma ışınları yayar. Kimyasal bakımdan hücrenin yapı taşlarından biri olan potasyuma benzeyip, bu sebepten, vücuda girince her hücreye dağılır. Etoburlar zinciri ile insana kadar gelir ve etobur zincirinin bir halkasında birikmeye başlar. Alaska'da yapılan bir deney göstermiştir ki Cesium 137'nin yoğunlaşması zencirin bazı halkalarında çok yüksektir. Cesium 137 besin zincirinin ilk halkası, Alaska'daki ormanlarda ve tunduralarda yetişen likenler teş-

kil eder. Radyoaktif serpintilerdeki Cesium, yağmurla bu likenlere geçer ve birikmeye başlar. Likenler kış aylarında Alaska'da yaşayan bir cins hayvanın başlıca besinini meydana getirmektedir ve işin aksiliği eskimoların başlıca yiyeceği de likenlerle beslenen bir hayvandır. Araştırmacılar bu hayvanın 1 gram ağırlığındaki dokusunun 15 mikromikroküri Cesium radyoaktivitesi gösterdiğini tesbit etmişlerdir. Eskimoların dokularında ise bu radyoaktivite hayvanın etiyile beslendikleri kış mevsimi süresince birikerek 30 mikromikroküriye kadar yükselmektedir. Yine bu hayvanın etini yiyen kurt ve tilkilerin etlerindeki biriken hayvanın dokusunda mevcut miktarın 2-3 katını bulmaktadır. Kolayca görülebilir ki ikiden fazla hayvan türünden meydana gelen daha uzun bir zincirde vücuttan atılmayan veya vücutta yakılamayan metabolize edilemeyen bu gibi maddelerin birikimi pek yüksek miktarlara erişebilir.

Bir üçüncü örneği de iyod 131'den verelim; bu da gamma ışınları yayan bir izotoptur ve izlediği ucu insana varan besi zinciri kısa ve basittir. Radyoaktif serpintilerde bulunan bu maddenin insana bulaşması başlıca inek sütüyle olur. Şu halde besi zincirinin halkalarını ot, inek, süt ve insan teşkil etmektedir. İyod 131'in tehlikesi trioid bezinde birikmesidir. Ömrünün kısa olmasına rağmen (8 gün) tiroid bezindeki süratli birikmesi insanlar için zararlı etkiler yapmaktadır. Örneğin 1954'deki atom bombası deneyinin serpintilerine maruz kalan Rongelap atolündeki çocuklarda daha sonraları tiroid yumruları husule gelmiştir. İyod 131 in zararları ile ilgili incelemeler göstermiştir ki etrafımızda mevcut zehirli cisimcikler ve tarım ilaçları küçümsenecek bir problem değildir. Zehirli maddelerin etkileri çoğunlukla gerektiğinden daha az önemsenmektedir. Örneğin tiroid bezinin ışınlandırılmasını alalım. Aşırı derecede büyümüş timus bezlerini tedavi için X ışınları tatbik edilen çocuklarda zamanla tiroid tümörleri meydana gelmiştir, ve bu durumun anlaşılması üzerine iyonize



Besin örgüsü biyolojik bir toplulukta enerjinin bitkilerden otoburlara ve otoburlardan etoburlara geçtiği kompleks bir sistemdir. Bu resimde Brookhaven Ulusal Laboratuvarı tarafından Long Island ve yöresindeki kıyılar için hazırlanan bir besin örgüsünü görmekteyiz. Resimlerin altındaki sayılar p.p.m. (mil-yon kısımda bir) olarak bu araştırma sırasında canlıların beden ağırlığında bulunan DDT ve türevlerinin miktarını göstermektedir.

edici ışıklara maruz bırakılma süresi önceden uygulanmakta olan sürenin 1/10 una indirilmiştir. Demek ki zararlı maddelerin etkileri ancak uzun yılların sonunda ortaya çıkmaktadır. Nitekim yukarıda adı geçen Rongelap atolündeki çocuklarda da radyoaktif serpintilere maruz kaldıklarından tam 10 yıl sonra tiroid bozukluklar gözlenmiştir. Bundan alınacak diğer bir ders de şudur : Maddenin hangi yollardan insana ulaştığı bilirse bile, hangi kademede tehlike çanlarının çalacağını önceden kestirmek kabil değildir.

DDT KALINTILARI CANLILARI TEHDİT EDİYOR

Radyoaktif serpintilerin insanda yaptığı tahribat ve bu tahribatın türünü kestirmek nasıl bir güç ise tarım ilaçlarının ve böcek öldürücülerin tehlikelerini önceden bilmek de o kadar zordur. Bir defa bu konuda yapılan araştırmalar, özellikle bunların yöresel etkenlerine ilişkin çalışmalar henüz pek yenidir. Tarım ilaçları ve böcek öldürücülerin dağılım ve devinimi konusunda radyoaktif serpinti çalışmalarından yararlanarak pek çok şey

öğrenilmiştir. Tarım ilaçları trajedisinin baş aktörü DDT'dir. Neden mi DDT? Bir defa tanımı kolay, sonra uzun süre bozulmadan kalabilir, daha sonra en yaygın olarak kullanılan bir ilaç; ayrıca teşir spektrumunu geniş olup hayvanları da insanları da kapsamaktadır. DDT günü müzde, hemen hemen bir çeyrek yüzyıl önce sahneye çıkmış; II. Dünya Savaşında tifüse karşı başarıyla kullanılmış, gerek tarım, gerek halk sağlığı alanında baş vurulan bir numaralı silâh olup çıkmıştır. Ama gelgelelim solduğumuz atmosferden tutun da dünyanın en ücra köşelerine, Kutuplardaki penguenlerin, martıların dokularına varıncaya kadar her tarafımıza sokulup yerleşmiştir. İnsanların yağ dokularına bile girmiştir. Bugün vücudunda DDT bulunmayan tek kişi yoktur, diyebiliriz. DDT'nin dünyadaki yayılımı da tıpkı radyoaktif serpintiler gibi rüzgâr ve sularla olur. Tabii DDT, atom bombalarının atmosfere püskürttüğü radyoaktif maddeler gibi yükseklere çıkamaz. DDT'nin atmosferdeki dağılımı, çiçek polenlerinde olduğu gibidir, troposferin alçak kısımlarına yayılır ve yağmurla toprağa iner. Ormanların ilaçlanması sırasında uçaklarla serpilmiş DDT'nin % 50 si ağaçlara düşmeksizin havada asılı kalır, ve hava akımlarıyla uzaklara taşınırlar. Bu zerreleri hava akımları değil, göçmen kuşlar ve balıklar da oradan oraya taşırlar, Okyanuslardaki akıntılar birer nakil aracıdır. DDT'nin suda çözünürlüğü pek az olup, milyonda 1 kadardır, fakat algler ve sudaki diğer organizmalar DDT'yi yağ dokularında absorbe ederler, çünkü DDT yağda çözünen bir maddedir; ve bu suretle suda çözünmüş DDT'yi mütemadiyen tüketerek erimesine yol açarlar. Aslında eser miktardan fazla DDT bulunmayan su, bir maddenin sürekli olarak organizmalara geçimini sağlamaktadır. DDT aynı zamanda yöre koşullarının etkisiyle pek yavaş bozulan, dayanıklı bir maddedir. Sürekli olarak DDT püskürtülerek yapılan ilaçlama sonucu, gerek toprakta gerek suda birikim başlar. Yapılan incelemelere göre Amerika'daki or-

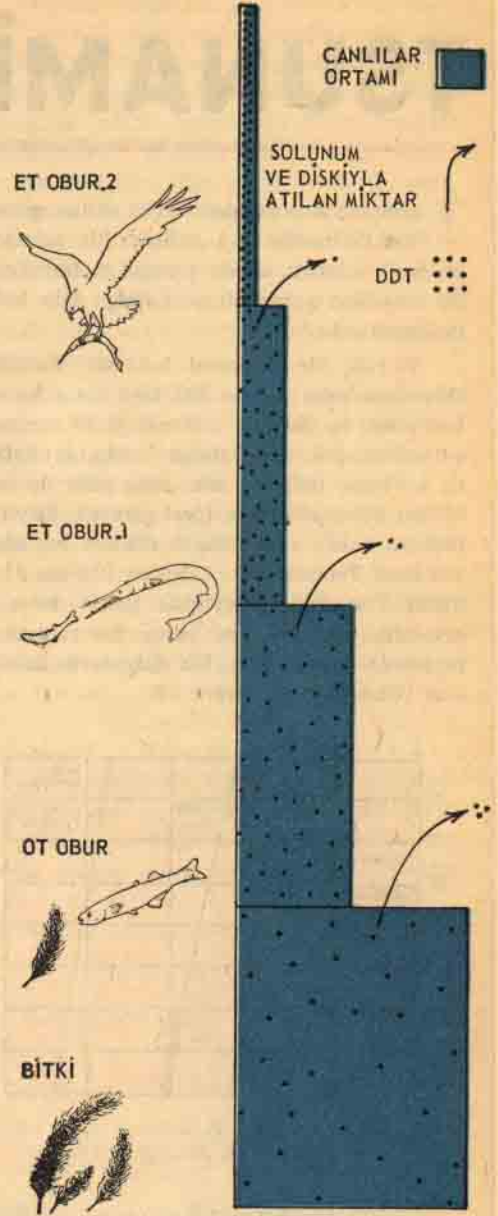
manların DDT ile ilaçlanmasına 1958 yılında son verildiği halde 1958 ile 1961 arasındaki birikim bu 3 yıllık süreçte 45 dönüm başına 250 gr' dan 900 gr'a yükselmiştir. Anlaşılan yapraklar üzerindeki DDT zerreleri yağışlar ve diğer etkenlerle toprağa taşınmış ve bozulmadığından birikip kalmıştır. Bu da DDT'nin orman ağaçlarında ve toprağındaki ortalama ömrünün pek uzun olduğunu kanıtlamaktadır.

Şüphesiz yer yüzünün çeşitli bölgeleri birer DDT birikim deposu haline gelmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalar Long Island'da sivri sineklere karşı 20 yıl süreyle yapılan DDT ilaçlaması sonucunda, bataklik olan bu bölgenin üst tabakalarındaki ilaç birikiminin 4-5 dönüm başına 16. kg. mı bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca bu bölgelerdeki bitkisel ve hayvansal yaşam da pek ilginç bir şekilde DDT birikimi meydana getirmektedir. Sularda yaşayan en aşağı sınıf canlılardan olan planktonlar 0.04 ppm DDT ihtiva ederken, bu miktar daha yukarı sınıf canlılarda 1 ppm. ye ve martı türünden etobur bir kuşta ise 75 ppm. ye yükselmektedir. Hayvansal topluluğu meydana getiren diğer etoburlarda ise birikim 1000 ler katında olmaktadır. Bu besin zinciri boyunca birikimin gitgide artması bazı canlıların ölümlerine yol açmaktadır. Özellikle yüksek sınıftan etoburlarda DDT birikiminden ileri gelen ölüm oranı yüksek olup türler yavaş yavaş ortadan kalkmaktadır. DDT'nin bu tehlikeleri kullanılmaya başladığı günden beri bilinmekteydi. 1946 da yayınlanan bir makalede bu ilacın memeliler, kuşlar, balıklar için bir tehlike teşkil ettiği ve bu sebepten akarsular, körfez ve göllerin kirlenmemesine dikkat edilmesi gerektiği belirtilmişti. DDT, hayvan nesillerinin ortadan kalkması için avlanma ya da yaşama yöresinin ortadan kaldırılmasından çok daha büyük tehlike gösteren maddedir, çünkü avlanmak veya örneğin bataklik bir araziye kurutmak, ormanlık bir yeri ağaçsızlandırmakla o koşullarda yaşayan hayvan türünün sadece belirli bir bölüğü

ortadan kaldırılmış olur, halbuki DDT topluluğun belli bir sayısının değil üre-
mesini engellemek suretiyle tümünü teh-
dit eder.

Son 5 yıl içinde canlılarda ve yörede bu gibi ilâç kalıntılarının tanımlanması tekniği büyük bir gelişme göstermiş ve DDT ve benzeri haşere öldürücü madde-
lerin zararlılık alanları duyarlı bir şekil-
de saptanabilmiştir. Ortaya çıkan sonuç-
lar ise hiç de iç açıcı değildir. Bu mad-
delerin birikimi özellikle etobur kuşlar
gibi belirli hayvan türleri için ölüm de-
mektir. Ayrıca haşere öldürücüler sade-
ce haşereyi ortadan kaldırılmakla kalma-
yıp bunlarla beslenen bir üst sınıf canlı-
yı ve benzeri canlıları da etkilemekte ve
bu suretle tüketim üretim dengesi de bo-
zulmaktadır. Bundan başka, bu kimyasal
maddelere karşı direnci olan yeni haşere
tiplerinin oluşumuna yol açmaktadır. Kimyasal maddeler savaşının ikinci dere-
cedeki etkileri özellikle kartal ve atma-
ca gibi kuşlarda kendini göstermektedir.
Bol bol ilâçlanan topraklardan süzülen
sularla yeni bir kirlenme problemi de or-
taya çıkmaktadır. Hayvanların tüket-
mediği bitki toplulukları suların dibine
çökmekte ve oradan havasız olarak çü-
rüyerek meydana getirdikleri kükürtlü
hidrojen ve benzeri zehirli gazlarla çevre
için devamlı bir tehlike kaynağı olma-
ktadırlar. Bu gibi kimyasal maddelerin bi-
rikimi ve bundan doğan zehirlilik etkil-
eri üzerinde önemle durulması gereken
bir problemdir. Artık maddelerin yoke-
dilmesi yanında tarım alanında ve haşere-
lere karşı kullanılan ilâçların da kont-
rol altına alınması da zorunludur. Özel-
likle ortalama ömürleri kısa olan ilâçla-
rın kullanılması daha iyisi, bu gibi ze-
hirli maddelere ihtiyaç göstermeyen ko-
ruma tekniklerinin geliştirilmesi yerinde
olacaktır. Bütün bu incelemeler, artık in-
sanoğlunun dünyanın hiçbir yerinde ken-
dini emniyetçe hissedemeyeceğini göster-
mektedir.

"Scientific American" Dergisinin
Mart 1967 sayısından derlenmiştir.



Şematik olarak basit bir besi zinciri boyunca aktarılan DDT kalıntılarının birikimi görülmektedir. Canlı kitle bu zincirin bir halkasından ötekine aktarıırken genellikle yarısından çoğu solunum ya da dışkıyla atılmaktadır (ok işaretli). Kalanı da yeni canlı kitleyi oluşturmaktadır. Bu zincir boyunca olagelen DDT kayıpları, bir halkadan ötekine aktarılan miktara kıyasla çok azdır. Bundan ötürü etoburlardaki birikim çok yüksek olmaktadır.