

Berberliğimiz Varoluşumuzdan
Bu Yana Sürüyor

RADYASYON VE BİZ

- Öldürücü dozdayken bile gözle görülmeyen, elle tutulmayan, duymadığımız, hissetmediğimiz, hiçbir duyu organımızın algılayamadığı davetsiz bir misafir: RADYASYON. Bu konu, özellikle 26 Nisan 1986'daki Çernobil Nükleer Santral kazasından bu yana yerleştiği gündemlerden birtürlü ayrılmak istemiyor. Radyasyon insan sağlığını nasıl etkiler? Zararlı mıdır, yararlı mıdır? Kesinlikle zararsız olduğu bir dozdan söz edilebilir mi? Türkiye'deki radyasyon ne düzeydedir? Ondan ne ölçüde kaçabiliriz? İlk anda akla geliveren bu ve daha birçok soru hepimizi yakından ilgilendiriyor. Radyasyonun kanserojen olduğunu, dahası genetik yapıyı bozup bazı kalıtsal hastalıklara neden olduğunu çoğumuz biliyoruz. Acaba, buradaki tehlikenin boyutları nedir? Bu yazıda, bu sorulara açıklık getirmeye çalışacağız.

Prof. Dr. Sabahattin ÖGÜN
Aysun UMay

RADYASYON İLK ÇAĞLARDAN BU YANA VAR

Her şeyden önce açıklamak gerekir ki, radyasyon birçoklarınınca sanıldığı gibi sanayileşmenin sonucu olarak beliren yeni bir tehlike değildir. Tam tersine, günümüzden 3.5 milyar yıl önce, ilk canlı organizmalar olan bazı bakteriler ve algler ortaya çıktığında, dünya üstündeki radyasyon oranının çok daha yüksek olduğu bilim adamlarınca kabul ediliyor. Yapılan çalışmalar, örneğin 1.3 milyar yıl gibi uzun bir yarı ömrü olan Potasyum-40 radyoaktif maddesinin, o zamanlar bugünkünün 7 katı; yarı ömrü 4.5 milyar yıl olan Uranyum-238'in de şimdikininki 1.7 katı kadar olduğunu gösteriyor. İlk insanın ortaya çıktığı zaman, yani bundan 2 milyon yıl önce, ortamda binde bir oranında daha fazla radyasyon bulunduğu kabul edilir. Dev yapılı moleküller üzerinde çeşitli mutasyonlara neden olan bu radyasyon doğal bir seleksiyon yaratmıştır. Bunun sonucunda, genetik yapısı değişen canlıların birçoğu ortama ayak uyduramayıp yok olmuş; insanın da içinde olduğu bir grup ise değişip gelişerek, yaşamını sürdürmeyi başarmıştır.

Zaman içinde azalan radyasyonun, sanayi artıklarının çoğalmaya başlamasıyla, özellikle de uranyum elde edilmesiyle, yeniden arttığını görüyoruz. Radyoaktif ışınların, genetik yapıyı bozduğunu ilk kez ortaya koyan Amerikalı araştırmacı Herman Müller, 1927 yılı Nobel'i ile ödüllendirilmiştir. O günden bu yana, insanların korkusu ile birlikte ortamdaki rad-



Kromozomlara çarpan radyoaktif ışınların yaptığı tahribat, mutasyonları ortaya çıkarır. Işın yoğunluğunun artması, mutasyonların da artmasına neden olur.

yasyon da artışı sürdürüyor. Dahası, bu sorun yalnız bizleri değil, bizden sonra gelecek nesilleri de yakından ilgilendiriyor. Tehlikenin bütün boyutlarını bugünden kestirmek güç. Çünkü radyasyonun neden olduğunu bildiğimiz birçok durum ortaya çıkmasında, başka etmenler de rol oynuyor.

RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Radyasyon insan sağlığını nasıl etkiler? Bunu açıklayabilmek için önce, kısaca radyoaktif ışınların ne olduğunu anımsayalım (Bu bilgileri ayrıntılı olarak Bilim ve Teknik dergisinin 225 ve 226. sayılarında bulabilirsiniz.) Fizikçilere göre olay, radyoaktif atom çekirdeğinin parçalanması ve bu arada kendisi yeni bir atom çekirdeğine dönüşürken çevresine α , β ve γ ışınlarını yaymasıdır. α ışını 2 proton ve 2 nötrondan oluşan bir helyum çekirdeğidir, diğerlerine oranla daha ağırdır ve pozitif yüklüdür. β ışını, negatif yüklü elektronlardan oluşur ve α 'ya oranla çok daha hafiftir. γ ışını ise salt enerjiden ya da bir başka deyişle, ışık parçacıklarından meydana gelir. Bu ışınların dışında radyoaktif maddeler, yalnız protonlardan oluşan proton ışınları ve yalnız nötronlardan oluşan nötron ışınları da yayınlar.

Radyoaktif ışınların vücudumuzda nasıl bir etki yaptığını kabaca anlatmak için bu ışınları, bir hedefe sapanla atılmış taşlara benzetelim. α , kütlece daha büyük olduğundan, ilk engeliyle diğerlerinden daha çabuk karşılaşacaktır. Burada ilk tahribatını yapacak ve enerjisinin bir kısmını bırakarak bir başka yöne sıçrayacak, karşılaştığı bir başka engeli tahrip edecektir. Bu yıkım, hızı kesilene kadar sürecektir. β , kütlesi α 'dan daha küçük olduğundan, büyük bir olasılıkla daha içerlerdeki engellere kadar ulaşacak ve o da α gibi, hızı kesilene dek yıkımlarını sürdürecektir. γ 'nın enerjiden ibaret olduğunu belirtmiştik. Böylece onun çok daha içerlere kadar ulaşabileceğini kestirmek güç olmaz.

Radyoaktif ışınlar, benzer şekilde hareket ederek, çarpıştıkları vücut moleküllerini parçalar ve böylece bunların fizyolojik işlevlerini engeller. Bir α ışını, en son durduğu noktaya kadar yaklaşık 100 bin moleküle çarpışır. Vücudumuzda trilyonlarca hücre olduğu ve her bir hücrede bir o kadar molekül bulunduğu düşünülürse bunun yine de çok önemli olmadığını söyleyebiliriz. Asıl önemli olan, ışınların, hücrelerin kim-

yasal yapılarını değiştirmeleri, saniyenin binde biri gibi kısa bir süre içinde hücre moleküllerini parçalayıp iyonlarına ayırmaları ve çevreye elektron saçan bu elektrik yüklü iyonların, diğer hücreleri de fizyolojik görevlerini yapamaz duruma getirmeleridir. Vücudun büyük bölümünün su moleküllerinden oluştuğunu düşünürsek, iyonize olmuş saldırgan su moleküllerinin hızla bozduğu hücre metabolizmasının yarattığı yıkımın hiç de küçümsenemeyeceği kolayca görülebilir. Hücrelerin ölümü ise bir anlamda yaşlılık demek değil midir?

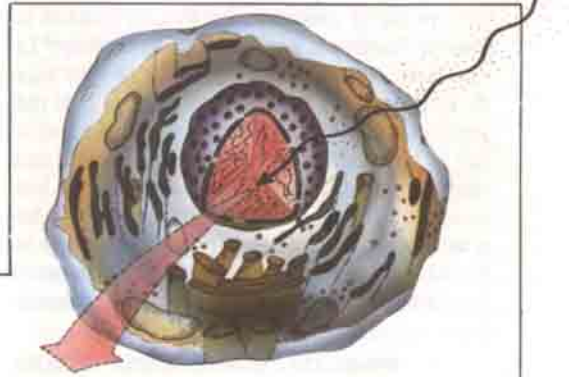
RADYASYONUN ASIL TEHLİKESİ

Radyoaktif ışınların neden oldukları büyük tehlike esas burada başlıyor: Hücre çekirdeği içindeki DNA'ların bozulması. Özellikle "profaz" döneminde bölünmeye hazırlanan kromozomların yapısının değişmesi, parçalanması, taşıdığı sırların kaybolması, başka bir yerde ve şekilde yeniden birleşmesi, yeni genetik yapıları hücreler haline dönüşmesi... Işınlanan hücrelerin çekirdeklerinde ortaya çıkacak bu değişiklikler hücre bölünmesi ile gittikçe yaygınlaşırken, belki de 20-30 yıla kadar uzanan bir zaman dilimi içinde her an bir tümör olarak kendini gösterebilir. Radyasyonun kanserojen etkisi işte buradan gelmektedir.

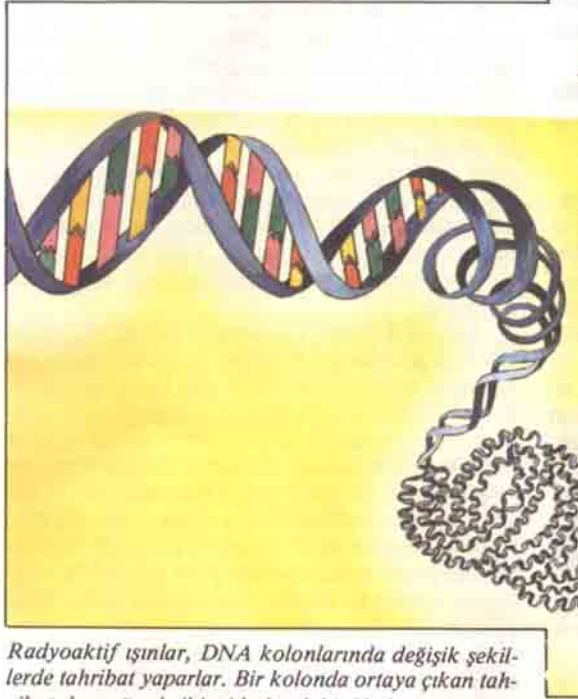
Radyasyon ışınlarının hücre çekirdeğinde yaptığı tahribat büyük olur çünkü bütün kalıtsal özellikler, çekirdekte bulunan kromozomlarda gizlidir.

Genler üzerindeki bu değişikliğin nasıl ortaya çıktığını biraz daha yakından inceleyelim:

DNA molekülleri, aralarındaki bağlarla şifreli olarak aynı sırları taşıyan, iki kolon halinde bazlardan oluşmuştur. Bütün genetik sırlar işte bu bazların diziliş biçiminde gizlidir. Hücreler bölünürken bu kolonlar, kendilerine benzer kolonlar üretirek, hiçbir sır kaybetmeden hücreden hücreye aktarılır. Radyoaktif bir ışının gelip bu kolonlardan birini kopardığını düşünelim. Hücre, diğer sağlam kolonda gizli olan sırları esas alarak bu tahribatı kolayca onarabilecektir. Ama eğer ışın her iki kolonu da parçalarsa, hücrenin yapabileceği birşey kalmaz. Bu kolonların taşıdığı sır kaybolabilir ya da kopan parça bir başka yere, bu kez başka bir biçimde eklenecek, ebeveyn benzemeyen yeni bir genotipin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu değişiklik, kolon kopmadan, yalnızca baz dizilişindeki bir yer değiştirmede de görülebilir. Göz renginden sorumlu olan bir gen, pekala yepyeni bir özellik kaza-

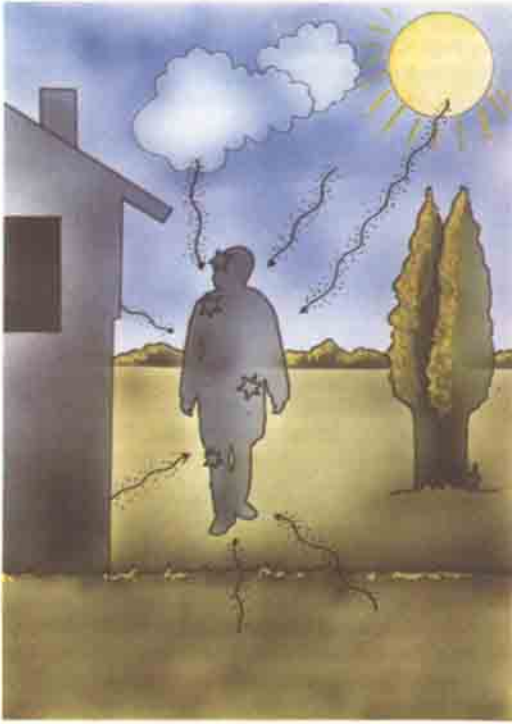


İnsan kromozomları 23 çifttir. Bütün genler bu kromozomlar üzerinde dizilidir. Yandaki mikroskop resiminde, radyasyonla parçalanmış kromozom parçaları oklarla gösterilmiştir.



Radyoaktif ışınlar, DNA kolonlarında değişik şekillerde tahribat yaparlar. Bir kolonda ortaya çıkan tahribat, kısa sürede ikinci kolondaki şifrelere göre onarılır. Bazlardaki değişiklikler küçük (nokta) mutasyonlarına neden olur. İki kolonda, karşılıklı olarak yıkma uğrarsa, bu kez serbest DNA parçacıkları ortaya çıkar.

DNA, yapısında 1-1-1 oranında şeker, fosfor ve bazlar bulunduran bir bileşiktir. Sarmal şekilde iki kolondan oluşur. Kolonlardan birisi diğerinin negatiftir, yani şifreli olarak diğer kolondaki bilgileri taşır.



olarak dünyaya geldi. Doğa önlemini almış ve "ya hep ya hiç" demişti.

Genetik kusurlar göstermeyen bu nesil, acaba genetik açıdan gerçekten sağlam mıydı? Hayır. Hasara uğramış, hatalı genleri taşıyorlardı; ancak bu genler baskın (dominant) karakterli olmadığından bir genetik bozukluk görülmemiştir.

Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler bize, baskın karakterlere oranla çekinik (resesif) karakterli mutasyonların 10 kez daha sık olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Çekinik karakterdeki bir bireyde kendini göstermesi için, o genin hem anadan, hem de babadan alınması gerekir. Ancak unutulmalıdır ki, bütün genlerle birlikte çekinik genler de nesilden nesile iletilmektedir. Her geçen gün radyasyonla biraz daha yüklenen ve çekinik de olsa hatalı genlerinin sayısı giderek artan insanların çocuklarını nasıl bir gelecek bekliyor? Gelecek nesiller için kaygılanmamak elde mi?

RADYASYON EN ÇOK ÇOCUKLARI ETKİLİYOR

Çocukların şanssızlığı, yazık ki yalnız anne babalarından gelecek olan genlerin hatalı olmasıyla bitmiyor. Onlar radyoaktif ortamdan, büyüklere oranla 10-100 kat daha çok etkileniyor. Bunun da nedeni açık: Çocuklar yetişkinlerden çok daha fazla hücre üretiyor. Böylece, hatalı gen taşıyan hücreler de daha çok çoğalma şansı buluyor. Çocukların vücutlarındaki hücre sayısının az olduğu göz önüne alınırsa, riskin oransal olarak da daha büyük olduğunu kolayca anlayabiliriz.

Aynı durum, yeni doğmuş ya da henüz ana rahminde bulunan, belirli bir oluşumu tamamlamış bebekler için de geçerlidir. Özellikle organların oluştuğu dönemde, ortamdaki bir remlik radyasyon artışı, normal koşullarda % 2-4 arasında değişen organ bozukluklarının binde bir oranında artmasına neden oluyor.

Henüz yolun başında olan birkaç günlük embriyo için ise seçme şansı yok. Eğer embriyo, az da olsa bir hasar görürse yaşama başlamadan veda ediyor, hasar görmeyenler ise sağlam bir bebek olarak doğuyor.

Küçük yaşlarda ölümlü ya da onun habercisi olabilecek kanserle tanışmak... Çocuklarımıza hazırlanan gelecek, yazık ki bu tehlikeyi de içeriyor.

RADYASYONUN NEDEN OLDUĞU HASARIN ANCAK BİR BÖLÜMÜ ONARILABİLİR

İlk çağlardan bu yana radyoaktif ışınların etkisi altında kalan bütün canlı sistemler, zaman içinde küçük çapta bazı onarım yolları geliştirmişlerdir. DNA'daki küçük ve önemsiz bir hasar, 10-20 dakika gibi kısa süre içinde giderilebilir. Örneğin güneşin ultraviyole ışınları altında birkaç saatlik güneş banyosu yapan bir kimsenin derisindeki birkaç 100 bin hücrenin DNA yapısı değişir. Ancak bu, o insanın deri kanseri olması demek değildir. Onarım sistemleri bu sorunu kısa sürede ve büyük ölçüde çözecektir. Burada, sigara sevenlere önemli bir uyarımız var: Güneş banyosu sırasında içilen bir tek sigara, akciğer hücrelerinin DNA'larında 10 binlerce kopma ve hasar meydana getirir. Bu da diğer kanseri riskinin büyük ölçüde artması anlamına gelir. Biz seçimi kendilerine bırakıp, vücudun onarım sistemlerine dönelelim.

Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, uzun ömürlü hü-

Çevremizdeki radyasyon kaynakları değişiktir. Doğal radyasyon, insanlığın oluşumundan bu yana her zaman varolmuştur. Ayrıca toprakta ve evlerimizin yapı matzemeleri içinde, hatta vücudumuzda bulunan bileşiklerin bazıları radyoaktifdir ve biz insanları çok az da olsa etkisi altında bulundurulur.

nüp, örneğin "kırmızı göz" genine dönüşebilir. Yine hemen belirtelim, "mutasyon" adını verdiğimiz bu farklılaşma yalnızca radyasyondan kaynaklanmadığı gibi, her zaman olumsuz sonuçlara da neden olmaz. Çevre kirliliği, aşırı antibiyotik ve ilaç kullanımı ya da daha birçok nedenle ortaya çıkabilecek bir mutasyon, eşi ender bulunan güzellikte bir göz rengi de ortaya çıkarabilir. Zaten doğanın dengesinin ve evrimin temelinde de mutasyonlar vardır. Tarih, mutasyonlar sonucunda, artık doğaya uyum yapamadığı için yok olan canlı türleriyle doludur.

DOĞANIN KATKISI

Türlerin özelliklerini değiştiren mutasyonlar sık sık karşımıza çıkmıyor. Doğa, dengesini sağlamak için midir bilinmez, bazı önlemleri de beraberinde getiriyor. Bunun bir örneğine de radyasyon-hücre ilişkisinde tanık oluyoruz.

Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombaları, öldürüp yok ettiği yüzbinlerin yanısıra, gerisinde sakat ve radyasyonla kirlenmiş bir nesil bıraktı. Hayatta kalan ve 100 remden fazla ışın alan kadınlardan 8-15 haftalık gebe olanların çocuklarının tümü bu radyasyondan payını aldı ve sakat doğdu. Organları bozuk olarak dünyaya gelen bu çocuklarda, beklenen tersine genetik kusur görülmedi. 1-18 günlük gebe olan kadınların çocukları ise ya hiç doğmadı ya da sağlıklı

relerin kısa ömürlülere oranla daha iyi onarıldığını göstermiştir. Örneğin vücudumuzun en kolay hasar gören hücreleri, kan-
da bulunan akyuvarlardır (lökosit). Hafif bir ışın dozunda bile kromozomları tahrip olabilen bu kan hücreleri, kısa ömürlü olduklarından, radyasyondan korunmak için gerekli onarım sistemleri gelişmemiştir. Bu nedenle, ışınların neden olduğu kanserlerin büyük bölümü kan sisteminde görülür. İnsan organizmasını radyasyondan koruyan bir başka sistem de savunma sistemleridir. Genetik onarım sisteminin yetersiz kaldığı durumlarda vücudun savunma sistemleri devreye girer. Akyuvarların bazı kanserli hücreleri ortadan kaldırdığı görülmüştür. Tıpta açıklanamayan, bazı kanserlilerde görülen anı iyileşme, belki de bu sistemin bir başarısıdır. Onun görevini iyi yapması ise öncelikle kendisinin sağlıklı olmasına bağlıdır. Unutmamak gerekir ki, sigara, içki, çevre kirliliği sanki bu sistemi sabotaj etmek görevini üstlenmiştir, böylece de bütün bunlar kanser riskini bir kez daha artırmaktadır.

Eğer vücutta meydana gelen hata, habis bir oluşumun başlangıcı ise kanserin ilk temel taşı atılmış olabilir. Ya da bu hata bir gen olarak gelecek nesillere iletilebilir.

Bugüne kadar kimse ilerde kanser tümörü oluşturacak bir genin varlığını kabullenmek istememiş. Ama son yıllarda yapılan çalışmalar, böylesi bir genin varlığını ortaya koyuyor. Bu genin etkisi, 20-30 yıl gibi uzun bir süre içinde ortaya çıkabiliyor. Kanser yapan genin oluşmasında radyasyonun etkisi ne kadar? Ya da tüm kanser oluşumlarının ne kadar

radyasyon nedeniyle oluyor? Bu soruları yanıtlamak hiç de kolay değil. Çünkü bu hesabı yapabilmek için, önce radyoaktif etkilerden arındırılmış bir kontrol grubu oluşturmak gerekiyor. Oysa bu gerçekten olanaksız.

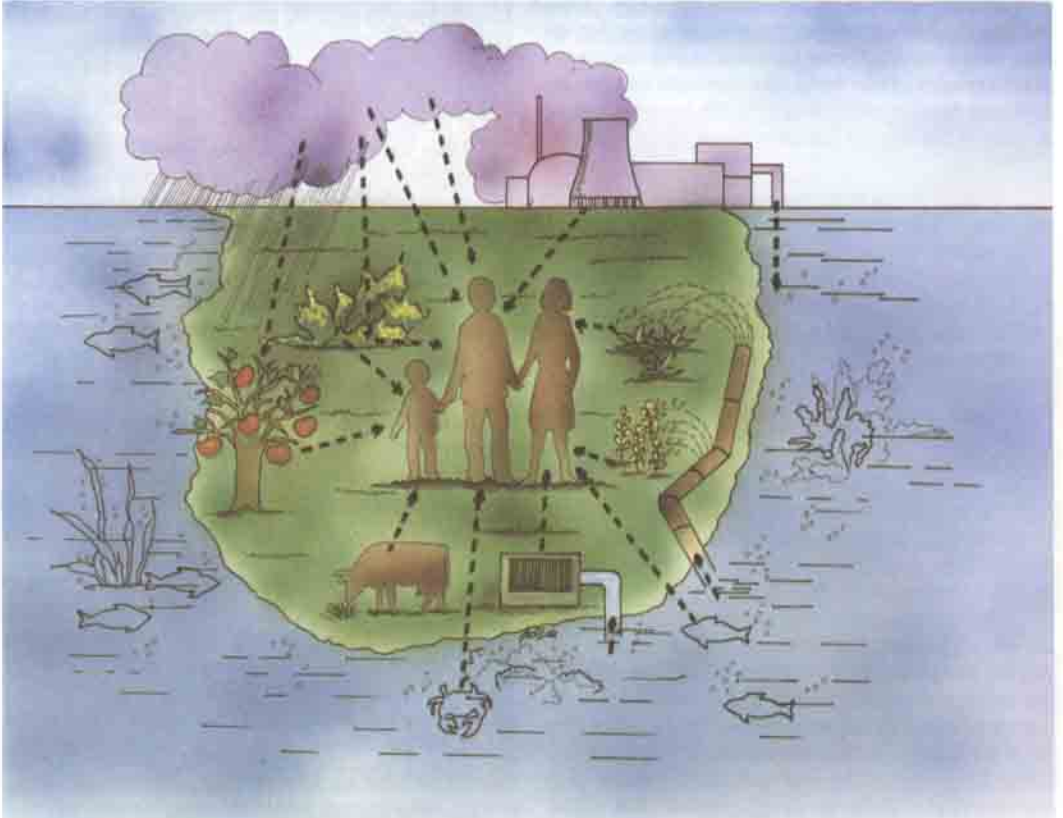
DOĞAL RADYASYON

Radyasyonu herşeyden önce topraktan, güneşten, uzaydan, hatta kendi bünyemizde yapı taşı görevi yapan bazı kimyasal maddelerden alıyoruz. Daha önce de belirtildiği gibi, tarihin ilk devirlerinden bu yana içiçeyiz radyasyonla. İstesek de, istemesek de radyasyondan bütünüyle kaçamayız. Ama bu, ondan sakınmayacağımız anlamına gelmez.

Kuramsal olarak bir tek radyoaktif ışının bile neden olabileceği bir mutasyon, bir kanser başlangıcı ya da bir genetik hastalığın ilk tohumlarını oluşturabilir. Bu nedenle bize düşen, radyoaktiviteden olabildiğince kaçmaktır.

Artan her doz, olumsuz etki riskini biraz daha büyütme-
tedir. Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan bombalar, yer altı ve üstünde özellikle 1950-1960 yılları arasında gerçekleştirilen atom bombası denemeleri, nükleer santral kazaları, hep or-

Havadaki radyasyon yağışlarla toprağa ve suya iner. Buradan da yeşil bitkilere bulaşarak hayvanlara ve onlardan elde edilen süt ve et gibi ürünlere geçer, insanlara ulaşır. Radyasyon ayrıca bitkisel ürünler ve değişik su ürünleri aracılığı ile de insanları etkiler.



tamda bulunan radyasyonu artıran etmenlerdir. Alman İçişleri Bakanlığı'na bağlı Radyasyon Dairesi yaptığı sürekli ölçümler sonucunda, bugün Almanya ortamında bulunan radyasyon miktarını yaklaşık olarak şöyle hesaplıyor:

Yılda kişi başına uzaydan gelen ışın miktarı.	0.03 rem = 30 milirem
Yılda kişi başına topraktan gelen ışın miktarı.	0.10 rem = 100 milirem
Uygarlığın getirdiği ışın kaynaklarından gelen ve yılda kişi başına düşen ışın miktarı (Çernobil dahil).	0.22 rem = 220 milirem
TOPLAM	0.35 rem = 350 milirem

Ortamdaki doğal radyasyon, dünyanın her yerinde aynı değil. Radyoaktif maddelerin yoğun olduğu bölgeler çok daha fazla radyasyon içeriyor. Radyasyonun çok olduğu bölgelerde yaşayan ya da radyoaktif maddelerle çalışan insanların arasında kanser oranının yüksek olması radyasyonun kanserojen etkisinin bir başka kanıtı.

Güney Batı Hindistan'ın Kerala ve Tamil Nadu eyaletlerinin yeraldığı kıyı şeridinde bulunan monasit kum yataklarının % 10'unu radyoaktif Thorium maddesi oluşturmaktadır. Bir süre önce Hindistanlı araştırmacılar, bu fabrikalarda çalışan işçiler üzerinde bir araştırma yapmış. Araştırma sonucuna göre, kansere yakalanma bakımından cinsiyetler arasında bir fark görülmemiş, ancak bu işçiler için kanserden ölüm oranı, Hindistan'ın genel ortalamasının 7 katı olarak bulunmuş.

Araştırmacılar kansere karşı zayıf düşen bu işçilerin kendilerinde ve çocuklarında herhangi bir kalıtsal kusura rastlanmadığını da belirtiyorlar. Radyasyonun kanserden etkili oluşuna ilişkin bu gibi örneklerin sayıları daha da artırılabilir. Ama yine de bunların hiçbirini bize, radyasyonun kanseri nasıl başlattığını açıklamaya yetmiyor.

KANSER RİSKİ NE KADAR ARTTI?

Kanser riski hangi dozda ne kadardır? Bunu kesin olarak belirleyemiyoruz. Her ne kadar kromozomların parçalanmasına, kitlesel hücre yıkımlarına ve ölüme neden olan yüksek doz biliyorsa da küçük dozlar için kesin bir rakam vermek olanaksız. Bunun için çok sayıda ve değişik düzeylerde ışınlanmış insanlara gerek var. Hayvanlardan elde edilen bilgiler, insanlara tam olarak aktarılamıyor. Bütün bunlar küçük dozlar için kesin bilgiler edinilmesini zorlaştırıyor ve bilim adamlarını bazı çıkarımlar yapmaya yöneltiyor. Bu konuda, ölüme neden olan yüksek dozlarla sıfır noktası arasında kurulacak bir doğrusal ilişki kullanılıyor ve üç uluslararası komisyonun birleştiği kararlar geçerli sayılıyor. Bu komisyonlar ICRP (Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu), UNSCEAR (Birleşmiş Milletler Çekirdek Işınlamalarının Etkisini İnceleme Komisyonu) ve BEIR (Amerikan Bilim Akademesi) İyon Işınlamalarının Biyolojik Etkilerini İnceleme Komisyonu).

Üç komisyonun birleştiği ortak tahmin kararı ise şöyle: Her bir rem'lik etkin radyasyon artışı, milyonda 100-500 kişinin ek olarak kanserden ölümüne neden olacaktır.

Atom Enerjisi Kurumu Başkanı Prof.Dr. Ahmet Yüksek Özemre'den aldığımız bilgiye göre bu yazının hazırlandığı tarihe kadar Türkiye'de Çernobil'den sonra ortaya çıkan artış

NÜKLEER KARİDES

6-7 cm boyunda zararsız bir deniz yaratığı olan hayalet karidesin hayatta en büyük zevki, ABD'nin 1948-1958 yılları arasında Eniwetok ve Bikini mercan adalarında yaptığı 43 nükleer silah denemesinin uğursuz mirasını barındıran Güney Pasifik'in lagünlerinde kazılar yapmaktır.

Amerikalı iki araştırmacı, bu az rastlanan karides tarafından ortaya çıkarılan radyo-nükleidlerin, Marshall adalarında yaşayanların, özellikle Eniwetok'a dönmüş olan 400-500 kişinin beslenmelerini önemli ölçüde etkileyeceğini ileri sürmektedirler.

Yapılan araştırmalarla, hayalet karideslerin iri kum tanelerini, mercanları ve kabuk döküntülerini sistemli olarak yuvalarında biriktirdikleri, daha ince taneleri ise lagün tabanının yüzeyine pompaladıkları anlaşılmıştır. Karidesler, her metre kare için, günde yaklaşık 10 kilo kumu elden geçirmekte ve yuvaların girişinde koni şeklinde öbekler oluşturmaktadırlar. Bunun sonucu okyanus dibi çökelti tabakalar altüst olmakta, okyanus dibinde gömülü kalması gereken radyoaktif test kalıntıları ortaya çıkıp, Bikini ve Eniwetok'taki bitki ve hayvanları etkilemektedir. Gerçekten de, lagün dibinde iki metrede yapılan testlerde yüksek düzeyde plutonyum 239 ve 240, kobalt ve sezyum bulunmuştur.

kişi başına 21.6 miliremdir. 1 rem, 1000 milireme eşit olduğundan, bu hesaba göre Türkiye'de Çernobil kazasının neden olacağı kanser artışı sayıca son derece az olacaktır.

Bir fikir vermesi açısından radyasyon nedeniyle ortaya çıkan, akut hastalık belirtilerine neden olan en düşük dozun 200 rem olduğunu belirtelim. Radyasyonun kesin olarak öldürücü etkisi ise 350-600 rem olarak kabul ediliyor. Ama hemen eklemek gerekir ki, bu doz ancak tüm vücuda verildiğinde öldürücü etki yapıyor. Tıpta, belli bir organa ve kontrollü olarak verildiğinde ölüm değil, yaşam getiriyor.

İNSAN HAYATI İHMAL EDİLEBİLİR Mİ?

Hepimiz biliriz, büyük sayılarla uğraşırken küçük sayılar hata payı içinde düşünülerek ihmal edilir ve hesaplamalara katılmaz. Bu ölçüyü insan yaşamı için kullanabilir miyiz? Milyonda bir bile olsa, yitirilen bir insan yaşamını neyle karşılayabiliriz? Hele ölen bir çocuk, belki de bizim çocuğumuzsa.

1958'de, kimyacı Linus Pauling, 230 bin çocukta geri zekâlilik ve başka diğer hasarlara; 420 bin ölü doğum ya da bebek ölümüne neden olduğunu açıklayıp atom bombası denemelerine karşı çıktı. Zamanın Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Dag Hammarskjöld'un sunduğu bildiriye kaleme alarak 44 değişik ülkeden 9234 bilim adamının imzalamasını sağladı. Başardı da. Atom bombası denemeleri yasaklandı.

1962 yılı Nobel Barış Ödülü ile onurlandırılan bu bilim adamına gelecek nesiller çok şey borçlu olacak. □

Bu yazı Ressam Hülya Çetin tarafından resimlendirilmiştir.