

ÇERNOBİL NÜKEER SANTRAL KAZASININ 36. YILINDA DURUM?

Yüksel Atakan Dr., Radyasyon fizikçisi, Almanya, ybatakan3@gmail.com

Giriş

Çernobil'de 1986 kazası sırasında 4 çalışan ve 2 yeni yapılmakta olan reaktör bulunuyordu. 4 nolu reaktörde kaza sonrası reaktör kalıntısı, daha sonra bir lahit şeklinde kapatılmış olup, diğer 3 reaktör de artık çalışmıyor. 2 yeni yapılacak reaktörlerin ise yapımı daha o zaman durdurulmuştur.

25 Şubat 2022 günü haberlerinde, Çernobil çevresinde saatte 10 mikro Sievert'lik oldukça yüksek radyasyon doz hızının ölçüldüğü bildirildi. Ukranya yetkilisi bunun bugün dahi 1986 kazası sonucu kirlenen yüksek radyoaktiviteli toprağın çok sayıda askeri araçla toz duman edilmesiyle olabileceğini, halk için herhangi bir etkinin olmayacağını bildirdi. Bunu Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) da doğruladı /6,7,8/. Rusya/Ukranya 2022 savaşında Çernobil'deki radyasyon aletlerinin kontrolünü önce Rusya üstlenmiş ise de sonradan kontrol tekrar IAEA'ya devredildi.

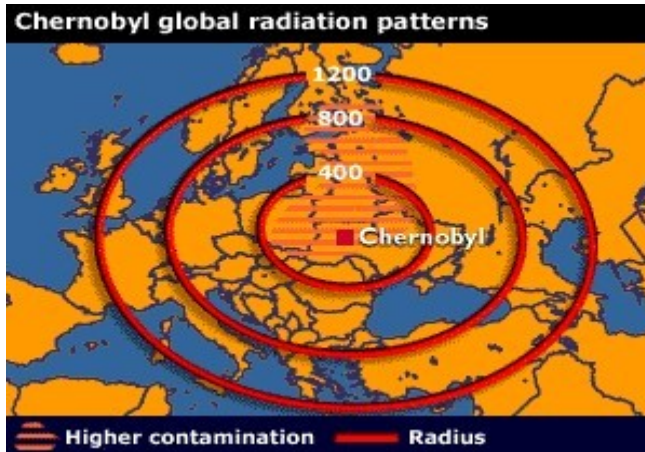
Gerek kazanın oluşumu gerekse daha sonraki gelişmeler ve ölçümler Çernobil kazasının 30. Yıl dönümündeki yazımızda ayrıntılarıyla bulunuyor. Son yıllarda bu durumda önemli bir değişiklik olmadığından 30.yıl yazımızı biraz değiştirerek aşağıda sunuyoruz.

Kazanın oluşu

Bilindiği gibi, 26 Nisan 1986 günü Ukrayna Çernobil'deki 4 No.lu reaktörde çok büyük bir kaza oldu. Kazadan sonraki 10 gün içinde büyük miktarda radyoaktif madde atmosferde hava akımlarıyla kuzey yarım küreye dağıldı. Radyoaktif maddeler özellikle Avrupa'nın çeşitli ülkelerine ve bu arada Türkiye'ye de ulaştı. O günlerdeki yağış durumuna göre bu ülkelerin çeşitli bölgeleri radyoaktif maddelerden az ya da çok etkilendi.



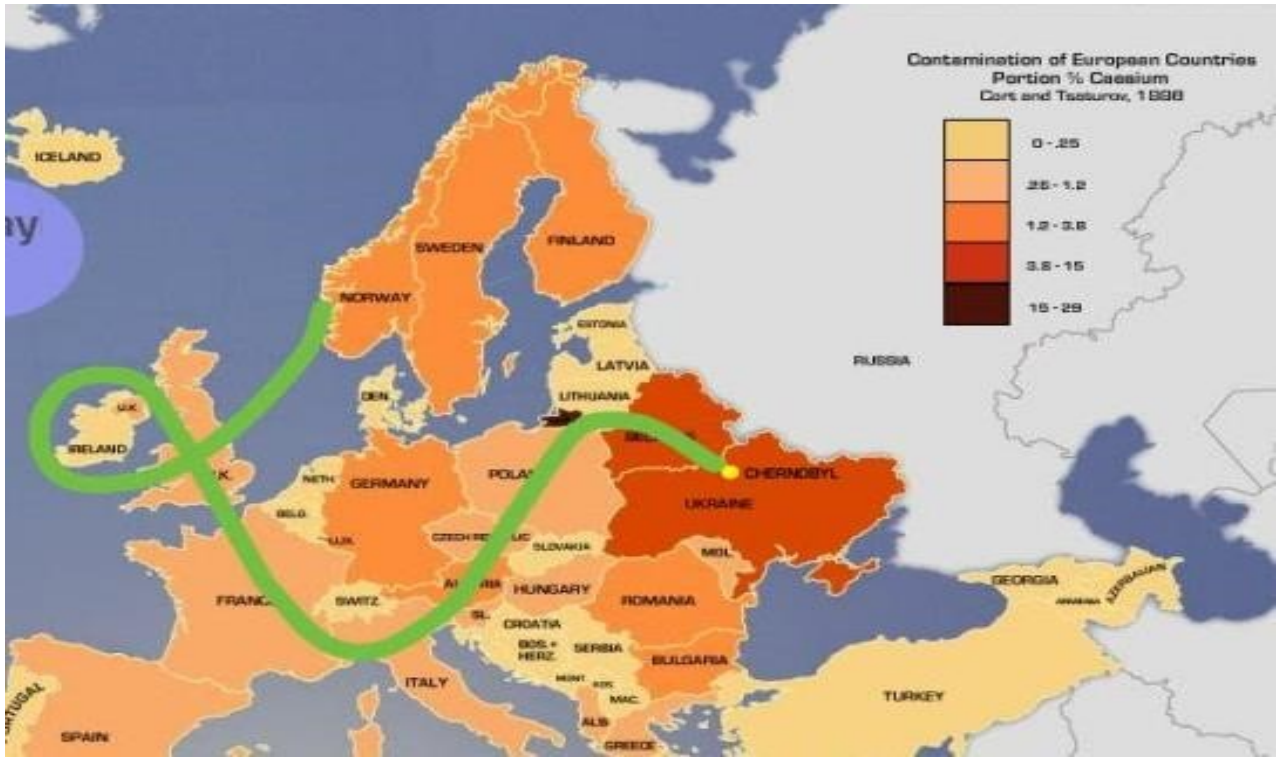
Şekilde, kazadan hemen sonra radyoaktif maddelerle yüklü bulutların hava akımlarıyla Finlandiya'ya doğru taşınması gösteriliyor.



Şekilde, Çernobil kaynaklı topraktaki radyoaktif bulaşmanın 1200 km yarıçaplı ülke ve bölgelere doğru etkisi görülüyor.



Şekilde, Çernobil reaktörünün kazadan sonraki durumu görülüyor.



Çernobil'den yayılan radyoaktif sezyum ile Avrupa ülkeleri topraklarındaki bulaşma artımı (% fazlalık olarak, 1998)

26 Nisan 1986'daki Çernobil kazasından bugüne kadar geçen zaman içinde birçok ülkede, UAEA¹, UNSCEAR², TAEK³ kurumlarında, üniversitelerde ve bir çok bilimsel araştırma merkezlerinde sayısız çalışma, araştırma ve yayın yapıldı, yapılıyor. Çernobil karayıkımı (felaketi) özellikle Ukrayna, Beyaz Rusya ve Rusya halklarında onarılması güç radyolojik, sağlık ve sosyoekonomik sonuçlar doğurdu. Daha düşük miktardaki radyoaktif

¹ UAEA: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu

² UNSCEAR: Birleşmiş Milletlerin Atomik Radyasyonun Etkilerini İnceleyen Bilimsel Alt Kurulu

³ TAEK: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, www.taek.gov.tr (Bkz. Çernobil Dosyası 1 ve 7)

maddelerin etkilediği diğer ülkelerde ise Çernobil kazası, elektriğin, nükleer santraller yoluyla üretimindeki riski ortaya çıkararak bu konuda tüm dünyada tartışmalar başlattı. Bir çok ülke nükleer enerji programını yeniden gözden geçirdi ve değişiklik yaptı. Olabilecek benzer kazalara karşı alınacak önlemleri belirledi, yeni ivedi savunma programları hazırladı, yasa ve yönetmelikleri değiştirdi. Örneğin Türkiye, diğer ülkelerdeki olası kazalar sonucu ülkemize ulaşabilecek radyoaktif maddeleri tüm illerde ölçebilen ve ölçüm değerlerini anında Ankara merkeze (TAEK) aktaran bir Radyasyon Erken Uyarı Sistemini (RESA) gerçekleştirdi.

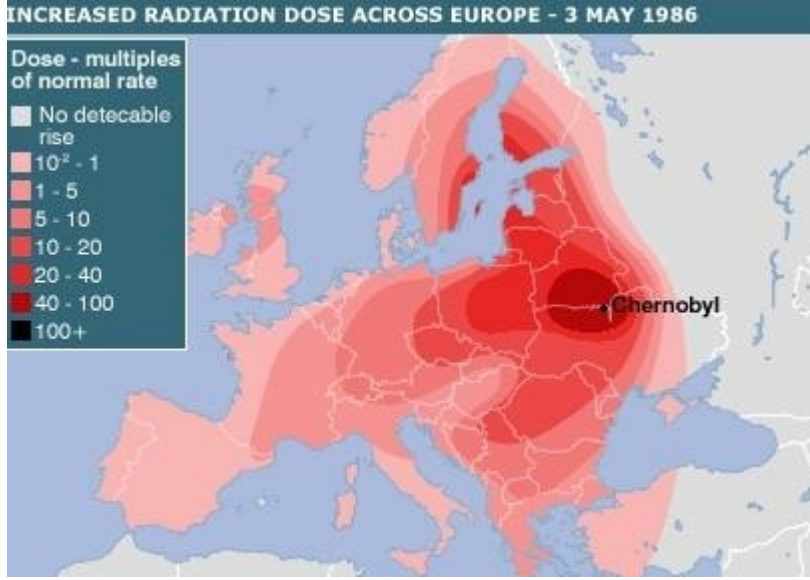
Kaza nasıl oldu?

Çernobil’de, her biri 1000 MW gücünde, kaynar sulu ve grafit moderatörlü (grafitin işlevi nötronları soğurarak reaktör gücünü düzenlemek) RBMK 1000 tipi 4 reaktör bulunuyordu. 26 Nisan 1986’daki büyük kaza bunlardan 4 No.lu olanı, reaktör, yıllık normal bakım çalışmaları için planlı bir şekilde durdurulmaya çalışılırken yapılan bir deneme sırasında oluştu. Kaza, işletme personelinin yaptığı büyük yanlıştan kaynaklanmış, reaktöre soğutma suyu basan ana pompalar durdurulurken, grafitli kontrol çubukları da yukarı çekilerek reaktör kritik üstü duruma sokulmuştur. Kesinlikle uyulması gereken güvenlik uyarıları (sinyalleri) ekip tarafından etkisiz duruma sokulmuş ve kaza ardı sıra iki patlamayla başlamış, kontrolsüz haldeki zincirleme nükleer tepkimeler sonucu bir anda çok büyük bir enerji ortaya çıkarak reaktördeki su buharlaşmış ve reaktör silindiri tepesinden patlamış ve binayı da çatıdan delmiştir. Bu sırada reaktörün gücünün bin kat arttığı hesaplanmaktadır. Yüksek sıcaklık nedeniyle reaktörün yakıt elemanları ergimiş, uranyum lava gibi santralin alt katlarına akarak taban ve duvarlardaki betonla kaynaşmış, ayrıca çok miktarda çeşitli radyoaktif madde santral içine, çevreye ve havaya ulaşmıştır.

O zamanki Sovyetler Birliği yönetimi Çernobil’deki kazayı saklamış ve kaza ancak 2 gün sonra İskandinav ülkelerindeki radyasyon ölçüm aletlerinin yüksek değerler göstermesiyle ortaya çıkmıştır. Kaza saklandığı için yakın çevredeki evler boşaltılmamış ve bu nedenle Çernobil çevresinde yaşayanlar radyasyondan aşırı ölçüde etkilenmişlerdir. Özellikle radyoaktif iyotun, çevrede yaşayan çocuklarda tiroit kanserine yol açtığı sonradan ortaya çıkmıştır. 2011’deki Fukushima kazasında ise, Çernobil’deki yanlış yapılmamış, çevre, kazanın olduğu gün boşaltıldığından yakınlarda yaşayan halkın etkilenmesi önlenmiştir.



Resimde, kazadan sonraki durum görülüyor.



3 Mayıs 1986 günü, normal ortalama doğal radyasyon dozlarının katları olarak Avrupa'da Çernobil kazası nedeniyle oluşan dozlar (Batı Türkiye'deki artım doğal radyasyon dozunun 0,024 ile 2,4 mSv katı kadar)

Çernobil kazasının benzeri, Batı'daki reaktörlerde olabilir mi?

Çernobil kazası, Batı'daki o zamanki teknikle yapılmış olan nükleer santrallarda dahi ortaya çıkamazdı, çünkü Çernobil tasarımı bir NGS, daha proje döneminde 'yapım için onay' alamadan geri çevrilirdi. Ayrıca, Batı NGS'lerindeki otomatik sistemler, nötron akısını soğuran ve reaktörün kritik üstüne çıkmasını önleyen kontrol çubuklarını otomatikman kilitleyerek, personelin bunları yukarı çekmesi kendiliğinden engellenirdi.

Çernobil Reaktör ve Çevresi 36 yıl sonra bugün ne durumda?

Çernobil'de kaza geçiren 4 No'lu reaktör binası kazadan sonraki yıllarda kalın beton duvarlarla çevrilerek kapsüllenmişti. Sarkofag (lahit) denilen bu yapının duvarları aradan geçen 30 yılda yavaş yavaş dökülmeye yüz tuttuğundan bunu tümüyle içine alacak yarım silindirik biçimindeki kalın çelik bir kılıfın yapımı bugün sürüyor. 2017'de bitirilmesi planlanan bu yapının maliyeti 2,1 milyar Avro'yu geçecek (Önce hesaplananın 3 katı). Bu paranın büyük bir bölümünü G7 ülkeleriyle Rusya karşılıyor.

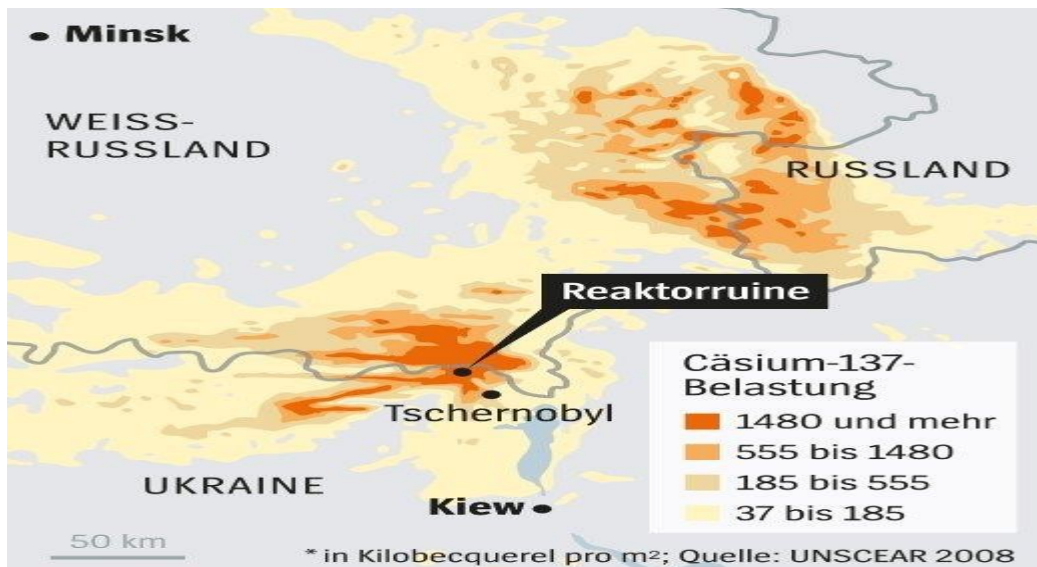
Çernobil reaktörünün 30 km yarıçaplı çevresi yasak bölge olup buranın toprağında, yerine göre farklı miktarlarda, en çok bulunan radyoaktif madde sezyumun Cs 137 radyoizotopudur. 30,5 yıl yarılanma süresi olan Cs 137, aradan geçen 30 yılda yarıya inmiştir. Bunun, zamanla gitgide azalarak, doğal düzeye inebilmesi için daha 200 yıl gerekiyor.

30 km yarıçaplı yasak bölgeden 400.000 kişi uzaklaştırılmıştı. Cs 137, eskiyen lahitten bugün de Cs 137 toz tanecikleri halinde çevredeki havaya sızıyor. Saç çatının çökmesi de söz konusu.

Reaktör binasının yeni kılıfı, 25.000 ton çelikten olacak ve 100 yıl dayanacak şekilde yapılıyor.

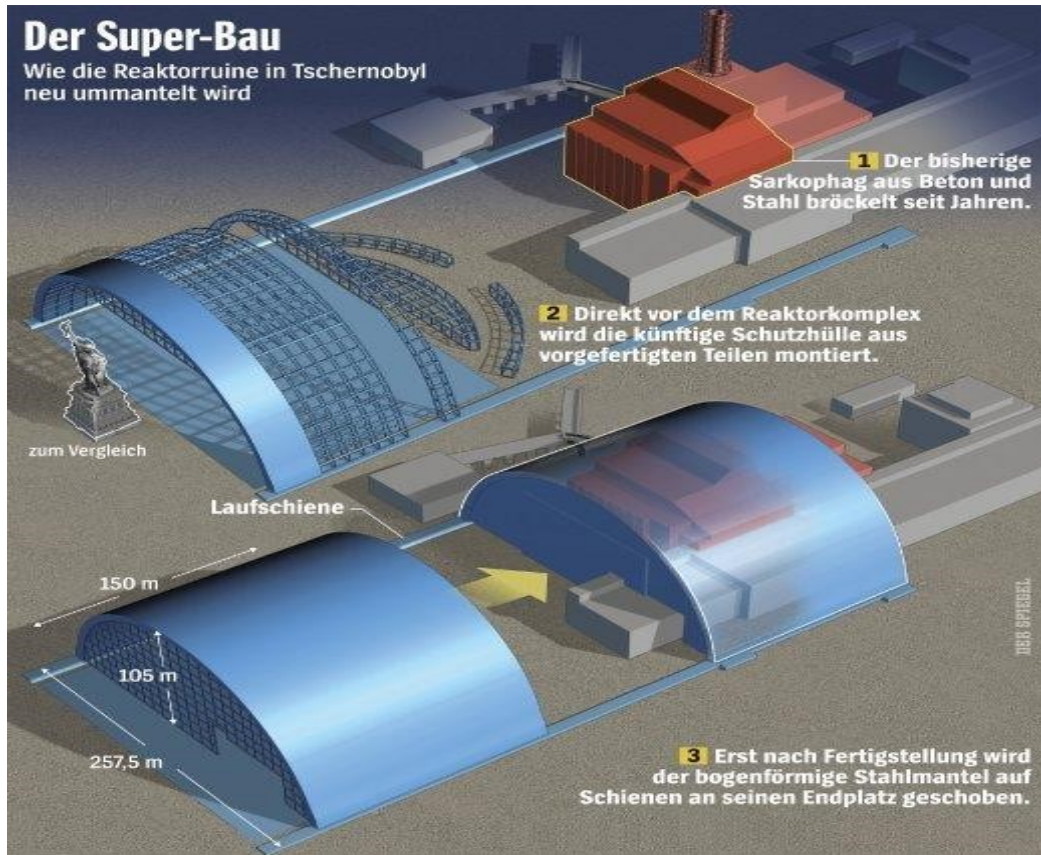


Resimde arkada beton duvarlarla kapsüllenmiş eski yapı (sarkofag) ve bunu içine alacak yarım silindir biçimindeki kalın çelik yapının bir bölümü görülüyor.



Şekil 1: Çernobil ve çevresinin toprağındaki sezyum 137'nin dağılım miktarları **kiloBecquerel/m²** olarak gösteriliyor /4/ (Yukarıdan aşağıya): **Beyaz Rusya, Rusya, Reaktör harabesi, Çernobil, Ukrayna, Topraktaki Sezyum 137, 1480'den çok, 555-1480...**

Şekil 2'de görüldüğü gibi devasa kılıf, parçalar bitirilince raylar üzerinde yürütülerek, eski yapının üzerine yerleştirilecek. Yeni güvenlik kılıfı (New Safe Confinement, NSC) denilen bu devasa yarım silindirin genişliği 260 m, uzunluğu 165 m ve yüksekliği de 110 m. Bunun silindirik tavanında, bir çok sanayi binalarında olduğu gibi raylı vinçler bulunacak ve ileride yeni kılıf yerine konulduktan ve dışarıyla ilişkisi hava kaçırmayacak şekilde kesildikten sonra, eski binanın sökülmesine ve içindekilerin taşınmasına başlanabilecek. Bu işlerle ilgili yeni teknikler geliştirilecek.



Şekil 2: Çernobil lahitine, yeni çelik kılıf /4/ (Yukarıdan aşağıya: Devasa Yapı: Çernobil'deki harabenin nasıl mantolanacağı, 1: Şimdiki betondan yapı (lahit) yıllardır dökülüyor, 2: Şimdiki lahit yakında, yeni kılıfın hazır parçalardan nasıl birleştirileceği, 3: Yapımı bitirildikten sonra yarım silindir şeklindeki kılıf raylar üzerinde yerine yerleştirilecek, solda: karşılaştırmak için, New York'taki Özgürlük Heykeli görüldüğü).

Çernobil kazasının çevreye ve halka etkisi, alınan radyasyon dozları

Çernobil'den yayılan radyoaktif maddelerin aşırı ulaştığı ülke ve bölgelerde, bir yandan çevre (toprak, su, bitkiler (besinler) etkilendirken buralarda yaşayan insanlarda da özellikle besinlerdeki Cs 137 radyoaktif maddesi nedeniyle sağlık sorunları ortaya çıkmıştır.

Çernobil santral bölgesinde, kazanın ortaya çıkardığı yıkımları onarmak için uzun süre çalışmış olan liquidator (tasfiyeci) denilen 240.000 işçinin 100 mSv, çevreden boşaltılan 116.000 kişinin 30 mSv ve radyoaktif maddelerle bulaşmış çevrede oturmaya sürdürmüş olan kişilerin de ilk 10 yılda 10 mSv **toplam doz aldıkları** hesaplanıyor. Bunlar kişi başı ortalama dozlar olup maksimum değerlerin 10 kat daha fazla olabileceği kestiriliyor.

Uluslararası radyasyondan korunma kurulunun yayınladığı teknik rapora göre (UNSCEAR 2008), 1986 ‘dan 2005 yılına kadar insanların aldığı kestirilen toplam radyasyon dozları kişi başına miliSivert (mSv) olarak aşağıdaki değerlerdedir:

Çernobil’de kaza sonrası temizleme işlerinde çalışan işçilerin aldığı doz	117
Sonradan boşaltılan halk	31
Ukrayna, Beyaz Rusya ve Rusya’da radyoaktif maddelerle aşırı bulaşmış bölgelerdekiler	9
Türkiye, Kafkas ülkeleri, Andora ve San Marino dışındaki Avrupa’dakiler	0,3
Doğal radyasyondan alınan yıllık ortalama doz (karşılaştırmak için)	2,4

UNSCEAR 2008 Teknik Raporu’na göre ilk yardım işçilerinden 134’ünde ani (akut) radyasyon hastalığı görüldü. Tüm iyileştirme çabaları ve omurilik aktarımına rağmen bunlardan 28’i ölümle sonuçlandı. 1987-2004 arasında ayrıca 19 kişi çeşitli nedenlerle öldü (bunlarda radyasyon etkisi olup olmadığı tam olarak bilinmiyor).

Çernobil radyoaktivitesinden Türkiye halkı ne kadar etkilendi?

Yetişkinler için yaşam boyu (ortalama 70 yıl göz önüne alınıyor) dozu olarak, Doğu Karadeniz’in kırsal kesimi için hesapladığımız 6 mSv’lik ortalama değerin /bkz.5/, daha düşük dozların alındığı diğer bölgeleri de kapsadığı varsayılarak, Türkiye geneli için ‘bu güvenlik eklemesiyle’ birlikte, Çernobil radyoaktivitesinin Türkiye’deki insanların vücutlarında oluşabilecek yaşam boyu doğal radyasyon dozunu: $6 / (2,4 \times 70) = \% 4$ kadar yükseltebileceği beklenebilir. % 4’lük bu ek miktar ise bir yıllık ortalama doğal radyasyon dozunun değişim aralığında kalıyor (1-10 mSv). Ancak bunlar ortalama değerler olup önemli olan aşırı dozların olduğu çay ve fındık işçilerinin aldığı dozlardır. Sayıları 100.000 varan bu işçilerin gerçekten almış oldukları dış ve iç radyasyon dozları, böyle büyük bir kazaya hazır olunmaması (kadro ve alet yetersizliği) sonucu sistematik ve kapsamlı olarak ilgili bölgelerde belirlenememiştir.



Şekil 3 : Çay torbalarının taşınışına bir örnek. 1986’da çay işçilerinin bu yakın temas sonucu dıştan aldıkları radyasyon dozları, personel ve alet yetersizliğinden, kapsamlı ölçüm yapılamadığı için belirlenememiştir/5/.

Özetle sonuç

Almanya ve Türkiye genelinde Çernobil'in etkisinden kaynaklanan radyasyon dozu miktarı, doğal radyasyon dozunun % 1,5 ve % 4'ü dolayında olduğu kestirilebilir. Bir başka deyişle, Çernobil radyoaktivitesi sonucu, halkın sürekli etkilendiği doğal radyasyon dozuna bu miktarda ek bir radyasyon dozu oluşmuştur (Ayrıntılar için Bkz /5/). Bu doz miktarları, vücudun doğal kaynaklardan sürekli aldığı dozun değişim aralığında (kişi başına yılda:1-10 mSv) kaldığından, Çernobil'in vücutta belirgin bir hasar oluşturması beklenmiyor. Ancak aşırı radyoaktivitenin ölçüldüğü belirli yörelerdeki insanlarda (örneğin Doğu Karadeniz bölgesindeki çay ve fındık işçilerinde) etkinin ne ölçüde olduğunun belirlenebilmesi için, bilimsel araştırmacıların katılımıyla kapsamlı, uzun süreli (10-30 yıl gibi) epidemiyolojik çalışmaların yapılmasını gerekiyordu. Bu gibi bilimsel çalışmalar ve araştırmalar ise Türkiye'de bugüne kadar yapılmamıştır. Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan çok sayıdaki çay fabrikasında çalışan sayıları 100.000'i geçen çay işçilerinin sırtlarında taşıdığı çuvallardan (bkz.Şekil 3) ya da fabrikalardaki bantlardaki yüksek radyoaktiviteli çaylardan 'doğrudan radyasyonla' ne kadar etkilendiği, o zamanlar Çernobil kazasına hazırlıksız yakalanan Türkiye'de personel ve alet yetersizliğinden ölçülememiş, doz ve riskler hesaplanamamıştır.

Öte yandan vücudumuzdaki doğal radyoaktif maddelere rağmen hücreler, başlangıçtan beri sağlıklı olarak yaşamayı sürdürüyorlar. Çernobil kaynaklı, genellikle düşük düzeyde ve yıllar geçtikçe gitgide azalan dozların etkisiyle hücrelerde olabilecek bozulmaların, doğal radyasyon dozlarındaki değişimlerle ortaya çıkabilecek bozulmalarla birlikte gözönüne alınması gerekir ki böyle bir bozulma gözlenemiyor. Buradan hücrelerin bu çeşit küçük doz değişimlerine karşı koruyucu mekanizmaları olduğu, bunları etkisiz bıraktığı ve belki de bu nedenle sağlıklı yaşadığımız sonucu çıkarılabilir (Düşük dozlarla ilgili ayrıntılar için bkz./5/). Bu sonuç kuşkusuz, aşırı dozlar için geçerli değil. Örneğin, Çernobil çevresindeki çocukların kazanın ilk günlerinde aşırı iyot 131 dozu almaları ve sonraki yıllarda tiroit kanserine yakalanmaları gibi.

Kaynaklar

/1/ Reaktor Unfall Tschernobyl, BfS, Maerz 2016

//2/ TBMM Çernobil Araştırma Komisyonu raporu(1994)

/3/ www.taek.gov.tr Çernobil 20.yıl dosyaları

/4/ Spiegel, 23.04.2016 Holger Dambeck

/5/ Radyasyon ve Sağlığımız kitabı, Y.Atakan, Nobel Yayınları 2014

https://www.nobelkitap.com/kitap_113005_radyasyon-ve-sagligimiz.html

/6/ https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_66130/current-status-of-nuclear-power-installations-in-ukraine

/7/European Radiological Data Exchange Platform (EURDEP).

/8/4. NÜKLEER ENERJİ : NÜKLEER GÜÇ SANTRALLARI (NGS), RADYASYON GÜVENLİĞİ, NÜKLEER KAZALAR – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan (radyasyonyatakan.com)

Birimler:

Becquerel: Radyoaktivite birimi: 1 Bq: Saniyede 1 atom çekirdeği bozunumu olup çok küçüktür.

Sievert(Sv): Radyasyon doz birimi olup 1 Sv= 1Joule/kg; Aslında 1 Sievert'lik doz, günlük yaşamda çok küçük bir doz olmakla birlikte, hücrelere enerji aktarımında ise çok büyük etkisi olduğundan bunun binde biri olan miliSv (mSv) kullanılıyor. Örneğin 1 yılda vücudumuzun aldığı doğal radyasyon dozu ortalama olarak kişi başına 2,4 mSv'dir.