

RADYASYON KAZALARI

Ercüment OVALI

20. yüzyılda gündelik hayatımıza giren, özellikle sağlık alanında kullanımı yaygınlaşan radyasyon uygulamalarına bağlı radyasyon kazaları sıkça karşılaşılsa bile korkutucu boyutlara ulaşabilecek hadiseler olarak karşımızda durmaktadır. Bu kazaların oluşumunu engellemek üzere alınan tüm tedbirlere rağmen kaçınılmaz olan kazalar için alınacak ilk önlem kazaların nedeninin iyi anlaşılmasıdır. Tarihsel süreçte savaş anlamındaki uygulamalar bir kenara bırakılırsa, radyasyon kazalarının son derece tehlikeli sonuçlar doğurabileceği geçmişe bakıldığında görülecektir.

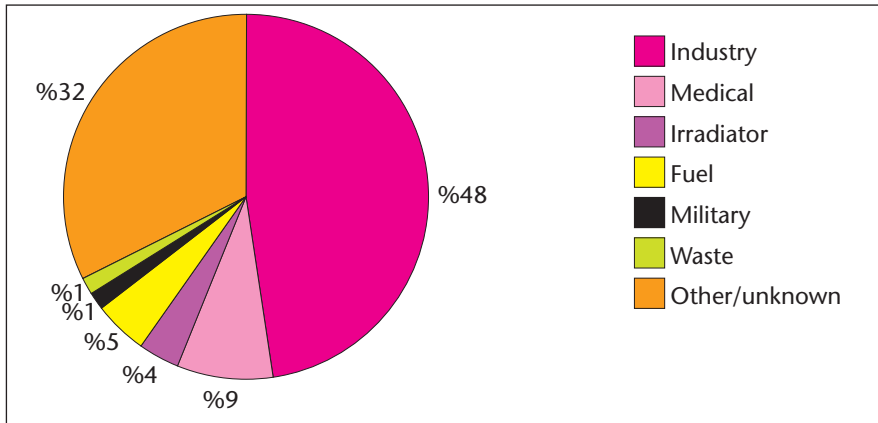
Dünya genelinde 1944-2001 arası rapor edilmiş 420'nin üzerinde kaza olup, bu kazalarda 130.000'den fazla insan etkilenmiş, 3000'den fazla yüksek doza maruziyet ve rapor edilmiş ve 133 akut ölüm olmuştur. Sadece Avrupa'dan bildirilen 30.000'in üzerinde radyasyon kaynağının yok olduğu göz önüne alınırsa, radyasyon kaynaklarının kontrol dışı kalmasının daha ciddi sonuçlar doğurması olasıdır. Daha kötüsü de eldeki verilerin bu kaynakların toplam sağlığını nasıl etkilediğini ortaya koyamamasıdır.

Radyasyon kazalarının tesisler açısından dağılımı incelendiğinde kazalar %48 endüstriyel alanlarda, %9 hastanelerde, %4 irradiasyon tesislerinde, %5 enerji amaçlı kullanım alanlarında, %1 askeri tesislerde, %1 atık tesislerinde olurken %32 diğer alanlarda oluşmaktadır (Şekil 1).

Burada radyasyon kazaları; nükleer radyasyon kazaları, radyolojik radyasyon kazaları ve ülkemizdeki kazalar olarak üç ayrı başlıkta incelenmiştir.

A. Nükleer radyasyon kazaları:

Radyasyon kazalarının sadece %5'i nükleer kazalardan oluşmaktadır. Ancak güçleri ve etkiledikleri alanların çok büyük olması bu kazaları radyasyon kazalarının başına koymaktadır. Tarihsel süreç içinde bakıldığında sırasıyla:



Şekil 1. Radyasyon kazalarının (1945-2000) tesislere göre dağılımı.

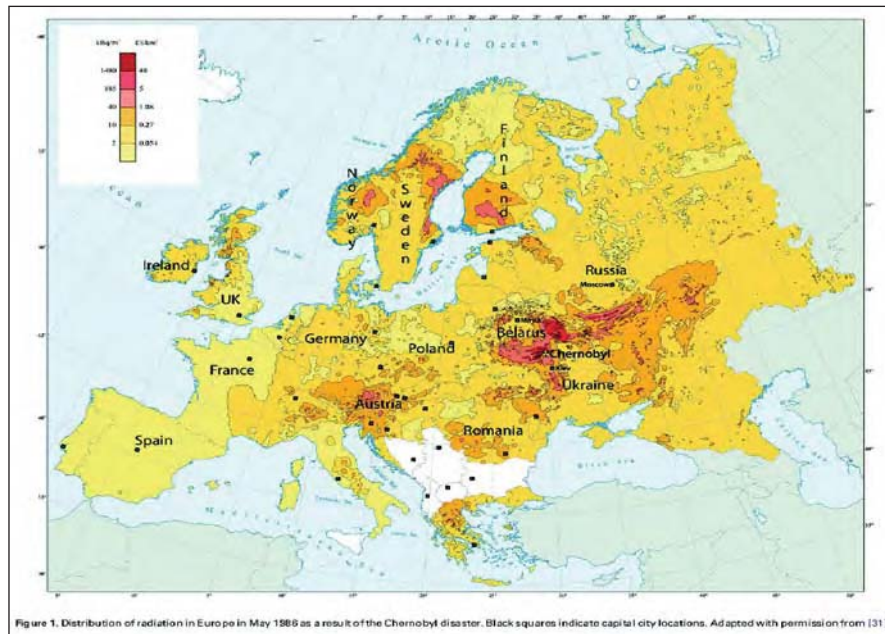
1944-1960 arası

1- 1944-1957 arası Hanford nükleer alan kazası: Bu dönemde yüklüce miktarda radyoaktif iyot atmosfere karışmıştır [bölgelere göre kişi başına radyasyonun 0.2-2 sieverd (sv) ünitesi olduğu hesaplanmaktadır]. Araştırmalarca kesin teyit edilememekle birlikte, bu kaza o bölgede görülen tiroid kanserlerindeki artışlardan sorumlu tutulmaktadır.

2- 1949 Mayak nükleer alan kazası-Rusya: Ural çevresindeki bir alanda büyük miktarda nükleer materyal Techa ırmağına bırakılmıştır. Kişi başına 1 sv radyasyona neden olduğu düşünülmektedir.

3- 1952- Chalk River Nükleer reaktör kazası-Kanada: Ottawa nehri kıyısında reaktör kapatma kolundaki sorun ile beraber bir dizi hata ile olmuş olup, yaklaşık olarak 30 kg uranyum füzyon ürünü reaktör içinde sızmış ancak çevre kirliliğine neden olmamıştır. Bir kişinin öldüğü kaza ile ilgili 1982 yılında yapılan analizlerde kazanın çevreye zararlı etkisinin olmadığı bildirilmiştir. O dönem reaktör temizliğinde görevlilerden birisi olan Jimmy Carter daha sonraları ABD Başkanı olacaktır.

4- 1957 2. Mayak nükleer alan kazası (Kyshtym kazası olarak da biliniyor)- Rusya: Nükleer atık konteynırının patladığı kazada ölenlerin sayısı ve kazasonrası iyi bilinmemektedir.



Şekil 2. Chernobyl kazası sonrasında Avrupa'daki radyasyon dağılımı.

5- 1957 Windscale reaktör yangını Sellafield alanı-İngiltere: Çalışanların 0.015 sv radyasyon aldıkları bilinmekte ancak çevrenin durumu ve uzun zamandaki etkileri bilinmemektedir.

6- 1958 Chalk River nükleer reaktör kazası-Kanada: 1952'deki kazadan sonra reaktörde yetersiz soğutma sorunlarından dolayı patlama olmuş ancak çevresel sızıntı olmamıştır. Reaktör temizliğinde çalışan 600 işçi ile ilgili veriler sorun olmadığı yönündedir. 1982'de yapılan analizlerde bu bölgede yaşanan iki kazanın etkileri olmadığı yolunda görüş oluşmuştur.

1960-1980 arası

7- 1966 Lake Erie nükleer reaktör kazası-ABD: Michigan bölgesindeki reaktörde aşırı ısınma meydana gelmiş, 105 işçiden ikisi yanmıştır. Bu kazada çevresel etkiler olmadığı rapor edilmiştir.

8- 1967 Chapelcross Magnox nükleer reaktör kazası-İskoçya: Reaktörde yangın çıkmış, reaktör iki sene kapatılmıştır. Çevresel sızıntı ve ölüm rapor edilmemiştir.

9- 1969 Lucens nükleer reaktör kazası İsviçre: Bu kazada soğutma sorunu nedeniyle olmuş, bir yer altı reaktörü olması nedeniyle oluşan yoğun kirlilik sınırlı kalmış ve reaktör devre dışı bırakılmıştır. Bu kazada yaralanma ve ölüm bildirilmemiştir.

10- 1977 Çekoslovakya nükleer kazası: Yakıt yükleme esnasında patlama meydana gelmiş, sızıntı reaktör alanında kalmıştır. Daha sonra reaktör kapatılmıştır. Yaralanma ve ölüm bilgisi yoktur.

11- 1979 Three mile Island nükleer reaktör kazası-Amerika: Küçük çaplı bir kazadır. Reaktör soğutma sorunu nedeniyle çıkmıştır. İşçiler 100 milirem (1 mSv), çevre 1 milirem (10 µSv) radyasyona maruz kalmıştır. Erken dönemde ölüm, yaralanma bildirilmemiş, uzun dönemde çalışanlarda kanser insidansının artmış olduğu rapor edilmiştir.

1980-2000 arası:

12- 1981 Tsuruga nükleer reaktör kazası-Japonya: Küçük bir sızıntı tamiri sırasında 100'den fazla işçi 155 milirem (1.55 mSv) radyasyona maruz kalmıştır. Uzun dönemde bildirilen olumsuz rapor yoktur.

13- 1982 Rochester nükleer reaktör kazası-ABD: Buhar jeneratör borusu kırılmış, küçük miktarda radyoaktif madde havaya karışmıştır.

14- 1983 Arjantin nükleer reaktör kazası: Buenos Aires'de bir operatör hata sonucu 20Gy gama 17Gy nötron radyasyonuna maruz kalıp iki günde ölmüş, 17 işçi ise maksimal 0.3Gy radyasyona maruz kalmıştır.

15- 1986 Chernobyl nükleer reaktör kazası Belarus-Rusya: 26 Nisan 1986 tarihinde bir patlamayla birlikte 10 gün süren yangınla devam eden bu olayda

ilk haftalar içinde 47 işçi ve itfaiyeci hayatını kaybetmiştir. Birleşmiş Milletlere göre bu kazanın günümüze kadar 10.000 insanın ölümüne neden olduğu düşünülmektedir. Kaza sonrası bu gün hala 5 milyondan fazla insan, en az 37kBq/m² sesium 137'nin bulunduğu alan içinde yaşamaktadır. Yapılan araştırmalar geçen 20 yıldan sonra tiroid kanserinin özellikle çocuklarda arttığı gösterilmiştir. Ayrıca yüksek olasılıkla da lösemilerin arttığı yolunda bulgular rapor edilmektedir. Ancak solid tümörlerde bir artış saptanamamıştır. Şekil 2'de kaza sonrası çevre kirlenmesinin boyutları özetlenmektedir.

16- 1986 Hamm Uentrop nükleer reaktör kazası-Almanya: Reaktörden düşük oranda radyoaktivite sızıntısının 2 km²'lik alana yayıldığı saptanmıştır.

17- 1987 Biblis Nükleer reaktör kazası-Almanya: Reaktör soğutucu sızıntısı olmuş, olay ancak bir yıl sonra dünyaya duyurulmuştur. Bu kaza hakkında fazla bilgi yoktur.

18- 1989 Greifswald nükleer reaktör kazası Almanya: Küçük çaplı bir olay olduğu bildirilmiştir. Bu kaza hakkında da fazla bilgi yoktur.

19- 1989 Tarragona nükleer reaktör kazası-İspanya: Yangın nedeniyle reaktör güvenlik sistemi hasar görmüş, ancak sızıntı olmamıştır. Reaktör kapatılmıştır.

20- 1993 Tomsk pölütönyum işleme tesisi kazası-Rusya: Bir patlama sonucunda 160 işçi ve 200 temizlik işçisi 50 mSv ışın almıştır (limit 100 mSv/5yıl). Kirlilik 20 km²'lik alana yayılmıştır.

21- 1997 Sarov nükleer reaktör kazası-Rusya: Reaktörde sızıntı tespit edilmiştir. Bir işçinin ölüm raporu vardır. Çevresel sızıntı tanımlanmamıştır.

22- 1999 Tokaimura yakıt çevrim tesisi kazası-Japonya: Yakıt çevrim tesisinde çıkan sızıntı ile iki görevli kaybedilmiş, 116 kişi 1 msv radyasyona maruz kalmıştır. Kirlenme sadece tesisle sınırlı kalmıştır.

2000-2006 arası

23- 2000 Hindistan nükleer reaktör kazası: Buhar jeneratörü bir miktar buhar kaçırmıştır. Radyasyon sızıntısı rapor edilmemiştir.

24- 2000 Wolsung nükleer reaktör kazası-Güney Kore: Reaktörde küçük bir sızıntı bildirilmiştir.

25- 2002 Onagawa Nükleer reaktör kazası-Japonya: Küçük bir yangında iki işçide yanık oluşmuştur. Radyoaktif sızıntı olmamıştır.

26- 2005 Thorp nükleer yakıt işleme tesisi-İngiltere: 20 ton metreküp uranyum ve 160 kg plutonyum aylarca tesis içinde güvenli bir alana sızmıştır.

27- 2005 Dounery nükleer işleme tesisi: Sızıntı rapor edilmiş, sekiz işçide eser radyoaktivite saptanmıştır.

28- 2006 Forsmark Nükleer reaktör kazası-İsveç: Reaktör patlamak üzere iken önlenmiş, Chernobyl Kazası'ndan sonraki dünyanın yaşadığı en önemli nükleer kaza olarak değerlendirilmiştir.

B. Radyolojik radyasyon kazaları

Bu alandaki kazalar:

1- Radyografi teknikleri alanında:

- a. Tıbbi
- b. Endüstriyel gama ve X ışınları
- c. Beta radyografi
- d. Nötron radyografi

2- İrradiasyon teknikleri alanında:

- a. Tıbbi tedaviler
- b. Yiyecek sterilizasyonu
- c. Tıbbi alet, ekipman, serum vb. sterilizasyonu

3- Açık radyoaktif materyal üretimi ve kullanımı

- a. Radyoizotop üretimi
- b. Radyofarmosötiklerin üretimi, kullanımı
- c. Bazı self-luminatörler
- d. Toryum kullanımı vb.

4- Diğer teknikler

- a. Duman dedektörleri
- b. Nükleer piller
- c. Işık uyarı sistemleri vb.

Üretim ve kullanımında olabilmektedir.

Bu anlamda nonnükleer, yani radyolojik radyasyon kazaları üç başlıkta toplayabilmekteyiz:

1- Endüstriyel kazalar

2- Tıbbi kazalar

3- Diğerleri

Nedenleri açısından incelendiğinde, kazaların en sık görülen nedeni %50 ile endüstriyel radyolojik radyasyon kazaları olup, ikinci sıradaki neden ise %37 ile tıbbi radyolojik kazalardır. Tıbbi kazalarda radyoterapi-brakiterapi bu olayların başında gelmektedir (%70). İkinci sırada ise sterilizasyon amaçlı ışı-

lamalar (%15) ve girişimsel radyoterapi ve nükleer tıp kazaları sırasıyla izlenmektedir. Bunlardan kayıtlara geçmiş birkaç örnek:

1- 1987 Goiania radyoterapi kazası: Brezilya'da bir özel radyoterapi kliniği taşınırken sezyum kaynağını eski binada bırakmış, bina yıkılırken bu kaynak iki kişi tarafından açılmış, sıvı şeklindeki içerik çevreye yayılmıştır. İki yüz kırk dokuz kişi bu olaydan etkilenmiş, dört kişi ölmüştür.

2- 1990 Soreq, İsrail: Endüstriyel ışınlama kazası: Bir görevli hayatını kaybetmiştir.

3- 1992 Çin kayıp kobalt 60 kaynağı kazası: Bu kaynağa ulaşan halktan üç kişi ölmüştür.

4- 1994 Tammiku Estonya: Atık deposundan nükleer kaynak çıkarılmış, halktan bir kişi ölmüştür.

5- 1996 Kostarika Radyoterapi Kazası: İncelenen 113 hastadan 70 hastada -6'sında katastrofik olmak üzere- fazla doz verilmesi ile ilgili bir dizi komplikasyon oluşmuştur.

6- 2000 Tayland kayıp kobalt 60 kaynağı: Kaynağı bulan halktan üç kişi ölmüştür.

7- 2000 Mısır kayıp kobalt 60 kaynağı: Kaynağı bulan iki görevli kişi ölmüştür.

8- 2001 Panama radyoterapi kazası: Yirmi sekiz hastada fazla doz verilmesi ile ilgili bir dizi komplikasyon oluşmuş, sekizi kaybedilmiştir.

C. Ülkemizdeki Radyasyon kazaları:

Ülkemizde 2005 yıl sonu itibarıyla kayıtlara geçmiş 17 kaza raporu vardır ve hepsi radyolojik radyasyon kazasıdır. Ancak bu grupta yer alması beklenen tıbbi radyasyon kazalarına ait verilere ulaşmak ülkemizde oldukça zordur. Bunun olası nedenleri olarak da hastanelere ait kayıtların bulunmaması, muhtemel radyoterapi, girişimsel radyoloji komplikasyonlarının Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na bildirilmemesi olduğunu düşünüyoruz. Ülkemizde rapor edilen radyolojik radyasyon kazalarına bakıldığında ise çoğu kazanın bilgisizlik ve dikkatsizlikten kaynaklandığı görülmektedir:

1- Haziran 1980: Kaza Kocaeli ilinde İstanbul Gübre Sanayi A.Ş. firmasının Kocaeli fabrikasında 09 Haziran 1980 tarihinde Co-60 (29.6 mCi) üre reaktörünün onarımı sırasında olmuş, dört işçi etkilenmiştir.

2- 15 Mayıs 1984: Gazi San-Rad Sanayi ve Ticaret A.Ş. firmasının Karadeniz Bakır İşletmelerindeki kaza Ir-192 ile gerçekleşmiş olup, ücret anlaşmazlığı nedeniyle sinirlenen bir işçinin kaynağı koruyucu cihazdan çıkarıp spirali kırarak kırdığı parçayı 10 m uzağa fırlatması ile gerçekleşmiştir.

3- 27/28 Ekim 1986: Kutlutaş İnşaat -Tesisat San. ve T.A.Ş. firmasının Sivas Kangal Termik Santralindeki kaza Ir-192 (19 Ci) kaynağının onarım sırasında

yerinden çıkması, düşmesi ve kaybolması sonucu olmuş, takiben bulunan kaynak yerine yerleştirilmiş ancak üç işçi etkilenmiştir.

4- 1 Mayıs 1987: Gazi San-Rad Sanayii ve Ticaret A.Ş. firmasının Karadeniz Bakır İşletmelerindeki kaza Ir-192 (9.15 Ci) kaynağının yanlışlıkla gazinoya kadar getirilmesi ile oluşmuştur.

5- 1 Ekim 1988: Gürış Makine ve Montaj San. A.Ş. firmasının Gölbaşı şantiyesindeki Ir-192 (80 Ci) kaynağı ile oluşan kaza gece çalışmaları sırasında ışıklı ikaza rağmen çekimle ilgili olmayan bir işçinin film çekimi alanına dalgınlıkla girerek ısınlama kaynağından 7 m uzaklıkta 5 dakika kadar beklemiş olması sebebiyle oluşmuştur.

6- 1993: Eskişehir 1. Ana Jet Üssü Uçak Bakım Komutanlığı'nda uçak üzerinde çekim yaparken cihazı kapatmadan direkt olarak X-ışını demeti önünde X-ışını tüpünün ayarlanması ve filmin yerleştirilmesi işlemleri yapan bir subay yaklaşık 5-6 dakika X-ışınına maruz kalmıştır.

7- 11 Haziran 1997: Monrol Nükleer Ürünler San. ve Tic. A.Ş. firmasının Ir-192 (89 Ci) kaynak değiştirme laboratuvarında meydana gelmiştir.

8- Aralık 1998 ve Ocak 1999: İkitelli Radyasyon Kazası ülkemizde gerçekleşen en ciddi kazadır. Kobalt-60 tele-terapi kaynaklarının taşınmasında kullanılan iki konteynırın hurda metal olarak satılması sonucunda ciddi bir radyolojik kaza meydana gelmiştir. Bu iki konteynırı satın alan kişiler kapları açıp, zırhlı konteynırları parçalayarak kendileriyle birlikte bir kaç kişiyi, farkında olmadan Kobalt 60 kaynağından yayılan radyasyona maruz bırakmıştır. Kaza sonucunda 10 kişinin 0.6-3.1 Gy arasında dozlara radyasyon aldığı tespit edilmiştir.

9- 4 Mart 2000: Monrol Nükleer Ürünler San. ve Tic. A.Ş. firmasının Ir-192 kaynak değiştirme laboratuvarında kaza olmuştur. Kaza, mağdurların birbirlerinden bağımsız olarak ellerinde meydana gelen kızamık nedeniyle gittikleri doktorun teşhisi ile anlaşılmıştır.

10- 11 Temmuz 2000: Yasin Torna firmasında, firmanın bulunduğu adreste cinsi bilinmeyen bir radyasyon kaynağı ile kazanın gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu kazada bazı kişiler gelerek gama-grafi cihazına ait tesbih taneleri şeklindeki kaynak kapsülünü taşıyan esnek bir parçanın aynısından yapması istenmiştir. Kazaya uğrayan kişi daha sonra kendisine gösterilen resimden parçayı tanımış ve parçayı sol eliyle tuttuğunu söylemiştir.

11- 13 Aralık 2002: TEKNİK NDT firmasında çalışan iki radyografi teknisyeni ve bir şoför, mobil Ir-192 cihazı (projektör) ile 12 saat çekim yapmış, kaynağın muhafaza içine girmemiş olduğunu kalem dozimetrelerinin skalasının dolmasından anlamışlardır.

12- 18 Temmuz 2003: PAL Metal Anonim Şirketi elemanı iki radyografi teknisyeni kaynak cihazının arka soketinin çelik halata takılması sonucu radyasyona maruz kalmış, çekim bittikten sonra kaynağın taşıyıcı içine girmemiş olduğu anlaşılmıştır. Bu kaza sonucu üç kişi etkilenmiştir.

13- 21 Eylül 2003: MESS Teknik firması elemanı iki kişi radyografi cihazının ön hortumunda kırık nedeniyle spiralın gidiş gelişinde zorluk olduğunu, kılavuz hortum içinde kaynağın sıkıştığını düşüncesiyle elleri ile kaynağa temas etmiş, filmlerdeki kararmalar nedeniyle kaynağın hortum içinde kaldığını anlamıştır.

14- 24 Eylül 2003: HABUR Gümrük-Muhafaza Başmüdürlüğü'nde görevli memur bir kamyon kontrol edilmek üzere detektör sistemi içine alınırken aniden sistemin çalışmaya başlaması ile 15-20 sn yüksek enerjili X ışınlarına maruz kalmıştır.

15- 23 Temmuz 2004: RÖNTGENSAN firmasından iki radyografi teknisyeni radyografi cihazında kaynağın kılavuz hortumda takılı kaldığını anlamış ve bir aparatla uzaktan hortuma müdahale etmiştir. Üç-dört sn içinde kaynak taşıyıcı içine alınmıştır.

16- 8 Temmuz 2005: RÖNTGENSAN firmasının iki elemanı radyoaktif kaynak cihazın dışında iken 5 saat çalışmaya devam etmiştir. Çalışma sırasında işçilerde mide bulantısı başlaması üzerine malzemeler toplanırken kaynağın taşıyıcı dışında unutulduğu fark edilmiş ve taşıyıcı yerine konulmuştur.

17- 22 Temmuz 2005: TAMUSAN Firması elemanı radyografi cihazının kapalı olduğunu düşünerek 1 saatten fazla cihazla çalışmış, çalışma sonrasında cihazın hortumunu elle düzeltmeye çalışırken çekirdeğin orada olduğunu fark etmiş ve kaynağı taşıyıcı içine geri koymuştur.

Nükleer savaş olasılığı bir yana bırakılırsa, radyasyon kazalarında en büyük sorunun endüstriyel alanda olduğu görülmektedir. Dünyada artan nükleer tesislere ait sorunlar oransal olarak az olsa da, bu tip kazaların oluşumu halinde etki güçleri ve etkiledikleri alanların yaygınlığı korkutucu boyuttadır. Nükleer tesis dışı kazaların ise sıklık olarak yadsınamayacak boyutta olması, bu alanda özellikle ülkemizde önemli sorunlar olduğuna dikkat çekmektedir. Bu veriler ışığında her ülke kendi koruyucu ve sağaltıcı önlemlerini planlamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Türkiye Atom Enerjisi kurumu web sayfası: www.taek.gov.tr
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. Radiation Accident Registries, ORISE-EHSD-REAC/TS, . Oak Ridge, 2000.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_civilian_nuclear_accidents
4. Muirhead CR. Cancer after nuclear incidents. Occup Environ Med 2001;58:482-488.
5. Moller AP, Mousseau TA. Biological consequences of Chernobyl 20 year radyasyon sendromu on. Trends in Ecology and Evolution. Vol.21 No.4 April 2006.

ÖZET



Tanım

- Amaç dışı iyonize radyasyon veya radyoaktif kontaminasyonun varlığına, hatta böyle bir olaydan şüphelenilmesine

Radyasyon Kazası denilmektedir.



Radyasyon Kazaları

- Radyolojik kazalar
- Nükleer kazalar

olarak ikiye ayrılmaktadır.



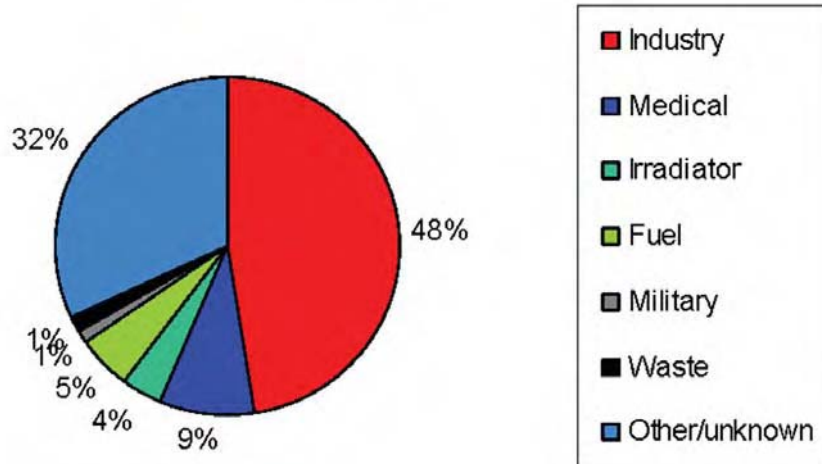


1944-2005 arası istatistikler

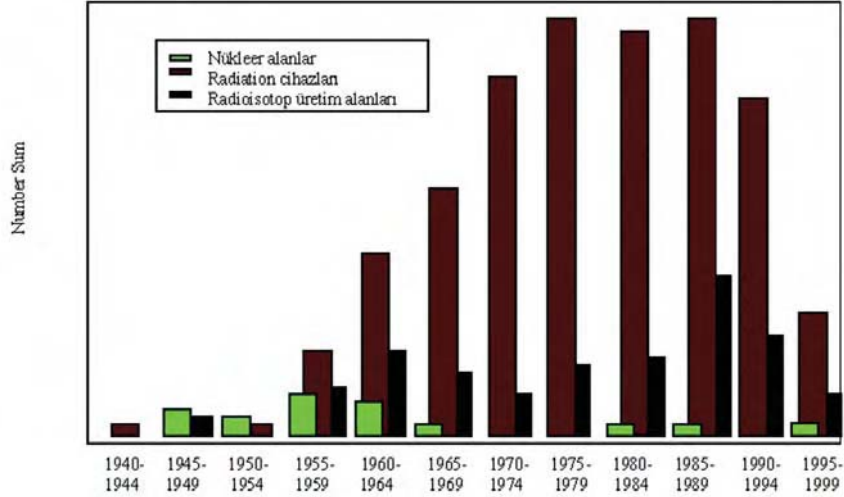
- 431 den fazla rapor edilmiş kaza vardır
- 130.000 'den fazla insan etkilenmiş
- 3000'den fazla insan yüksek doza maruz kalmış
- En az 133 akut ölüm meydana gelmiştir.



1945-2000 arası kazaların tesislere göre dağılımı

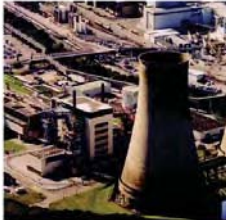


1944-1999 arası radyasyon kaza sıklığının tesislere göre dağılımı



1944-1960 arası Nükleer Kazalar

- 1944-1957 arası Hanford nükleer alan kazası- ABD: Bu dönemde yüklüce miktarda radyo aktif iyot atmosfere karışmıştır(bölgelere göre kişi başına radyasyon 0.2-2 sieverd(sv) ünitesi olduğu hesaplanmaktadır).
- 1949 Mayak nükleer alan kazası-Rusya: Ural çevresi bir alan büyük ölçüde nükelar materyal Techa ırmağına bırakılıyor.
- 1952- Chalk River Nükleer reaktör kazası- Kanada: Ottawa nehri kıyısında reaktör kapatma kolundaki sorun ile beraber bir dizi hata ile oluşuyor yaklaşık olarak 30kg uranyum füzyon ürünü reaktör içinde sızıyor 1 kişi ölüyor. 1982 de yapılan analizlerde çevre etkileri olmadığı bildiriliyor. O dönem reaktör temizliğinde görevli olanlardan biri olan Jimmy Carter daha sonraları ABD Başkanı olacaktır.





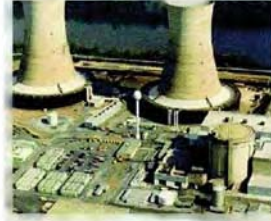
- 1957 2. Mayak nükleer alan kazası (Kyshtym kazası olarak da biliniyor)-Rusya : Nükleer atık konteyniri patlıyor. Ölenlerin sayısı ve sonrası iyi bilinmiyor.
- 1957 Windscale reaktör yangını Sellafield alanı-İngiltere: Çalışanların 0.015sv radyasyon aldıkları biliniyor ancak çevrenin durumu ve uzun zamandaki etkileri bilinmiyor.
- 1958 Chalk River nükleer reaktör kazası-Kanada 1952 deki kazadan sonra reaktörde yetersiz soğutma sorunlarından dolayı patlama oluyor ancak çevresel sızıntı olmuyor. Reaktör Temizliğinde de çalışan 600 işçi ile ilgili veriler sorun olmadığı yönünde(?) 1982'de yapılan analizlerde bu bölgede yaşanan iki kazanın etkileri olmadığı yolunda



1960-1980 arası Nükleer Kazalar

- 1966 Lake Erie nükleer reaktör kazası-ABD: Michigan bölgesinde ki reaktörde aşırı ısınma meydana geliyor 105 işçiden 2 si yanıyor çevresel etkileri olmadığı rapor ediliyor.
- 1967 Chapelcross Magnox nükleer reaktör kazası-İskoçya: Reaktörde yangın çıkıyor reaktör iki sene kapatılıyor. Çevresel sızıntı ve ölüm rapor edilmiyor.
- 1969 Lucens nükleer reaktör kazası İsviçre: Bu kazada soğutma sorunu nedeniyle oluyor bir yer altı reaktörü olması nedeniyle oluşan yoğun kirlilik sınırlı kalıyor ve reaktör devre dışı bırakılıyor. Bu kazada yaralanma ve ölüm bildirilmiyor.
- 1977 Çekoslovakya nükleer kazası: Yakıt yükleme esnasında patlama meydana geliyor. Sızıntı reaktör alanında kalıyor .daha sonra reaktör kapatılıyor. Yaralanma ve ölüm bilgisi yok.





- 1979 Three mile Island nükleer reaktör kazası-Amerika: Küçük çaplı bir kaza reaktör soğutma sorunu nedeniyle çıkıyor. İşçilerin 100milirem(1mSv) çevrenin 1milirem(10μSV)radyasyona maruz kaldıkları biliniyor. Erken dönemde ölüm, yaralanma bildirilmiyor uzun dönemde çalışanlarda kanser insidansının artmış olduğu rapor ediliyor.



1980-2000 arası Nükleer Kazalar :

- 1981 Tsuruga nükleer reaktör kazası-Japonya: küçük bir sızıntı tamiri sırasında 100 den fazla işçi 155milirem(1.55mSv) radyasyona maruz kalıyorlar. Uzun dönemde olumsuz rapor yok
- 1982 Rochester nükleer reaktör kazası-ABD: buhar generatör borusu kırılıyor küçük miktarda radyoaktivite havaya karışıyor.
- 1983 Arjantin nükleer reaktör kazası: Buenos Aires'de bir operatör hatası ile radyasyona maruz kalıyor. 20Gy gamma 17Gy nötron radyasyonuna maruz kalıp 2 günde ölüyor. 17 işçi ise maksimal 0.3Gy radyasyona maruz kalıyor.

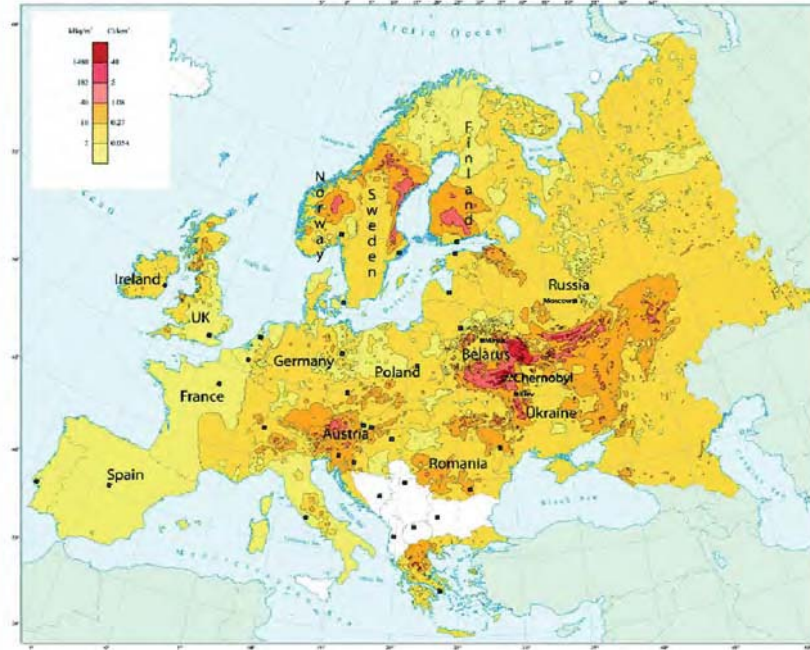




1980-2000 arası Nükleer Kazalar

- 1986 Chernobyl nükleer reaktör kazası Belarus-Rusya:
 - 26 nisan 1986 tarihinde bir patlamayla birlikte 10 gün süren yangın
 - İlk haftalar içinde 47 işçi ve itfaiyeci hayatını kaybederken,
 - Birleşmiş milletlere göre bu güne kadar 10.000 insanın ölümüne neden olduğu düşünülmektedir.
 - Bu kaza sonrası bu gün hala 5 milyondan fazla insan, en az 37kBq/m² sesium 137'nin bulunduğu alan içinde yaşamaktadır.
 - Yapılan araştırmalar geçen 20 yıldan sonra troid kanserinin özellikle çocuklarda artışı gösterilmiştir.
 - Ayrıca yüksek olasılıkla da lösemilerin arttığını yolunda bulgular rapor edilmektedir.
 - Ancak solid tümörlerde bir artış saptanamamıştır.





1980-2000 arası Nükleer Kazalar

- 1986 Hamm Uentrop nükleer reaktör kazası-Almanya: Reaktörden düşük oranda radyoaktivite sızıntısının 2km lik alana yayıldığı saptanmış.
- 1987 Biblis Nükleer reaktör kazası-Almanya: Reaktör soğutucu sızıntısı oluyor. 1 yıl sonra dünyaya duyuruluyor. Fazla bilgi yok.
- 1989 Greifswald nükleer reaktör kazası Almanya: Küçük çaplı bir olay olduğu bildirilmiş fazla bilgi yok.
- 1989 Tarragona nükleer reaktör kazası-İspanya: Yangın nedeniyle reaktör güvenlik sistemi hasar görüyor ancak sızıntı olmuyor. Reaktör kapatılıyor.
- 1993 Tomsok polütanyum işleme tesisi kazası-Rusya: bir patlama sonucunda 160 işçi ve 200 temizlik işçisi 50mSv ışın alıyor(limit 100mSv /5yıl). Kirlilik 20km alana yayılıyor.
- 1997 Sarov nükleer reaktör kazası-Rusya,; Reaktörde sızıntı tespit edilmiştir 1 işçinin ölüm raporu vardır Çevresel sızıntı tanımlanmamıştır.
- 1999 Tokaimura yakıt çevrim tesisi kazası-Japonya: Yakıt çevrim tesisinde çıkan sızıntı ile iki görevli kaybedilmiş 116 kişide 1msv radyasyona maruz kalmıştır. kirlenme sadece tesisle sınırlı kalmıştır.





2000-2006 arası Nükleer Kazalar

- 2000 Hindistan nükleer reaktör kazası: buhar generatörü bir miktar buhar kaçırmıştır. Radyasyon sızıntısı rapor edilmemiştir.
- 2000 Wolsung nükleer reaktör kazası-Güney Kore: Reaktörde küçük bir sızıntı bildirilmiştir.
- 2002 Onagawa Nükleer reaktör kazası-Japonya: küçük bir yangında 2 işçiye yanık oluşmuştur. Radyoaktif sızıntı olmamıştır.
- 2005 Thorp nükleer yakıt işleme tesisi-İngiltere: 20 metreküp uranyum ve 160kg plutonyum aylarca tesis içinde güvenli bir alana sızmıştır.
- 2005 Dounery nükleer işleme tesisi-İngiltere: sızıntı rapor ediliyor ve 8 işçi de eser radyoaktivite saptanıyor.



- 2006 Forsmark Nükleer reaktör kazası-İsveç: Reaktör patlamak üzere iken önleniyor. Chernobylden sonraki dünyanın yaşadığı en önemli nükleer kaza olarak değerlendiriliyor





Radyolojik radyasyon kazaları

- Endüstriyel kazalar(%50)
- Tıbbi kazalar(37)
- Diğerleri(%13)



Radyolojik radyasyon kazaları

- Radyografi teknikleri:
 - Tıbbi
 - Endüstriyel gamma ve X ray
 - Beta radiografi
 - Neutron radiografi
- İrradiasyon teknikleri alanında
 - Tıbbi tedaviler
 - Yiyecek sterilizasyonu
 - Medikal alet, ekipman, serum vb sterilizasyonu
- Açık radyoaktif materyal üretimi ve kullanımı
 - Radyoizotop üretimi
 - Radyofarmasötikler üretimi , kullanımı
 - Bazı self-luminatörler
 - Thorium kullanımı vb
- Diğer teknikler
 - Duman dedektörleri
 - Nükleer piller
 - Işık uyarı sistemleri vb





- 1987 **Goiania Radyoterapi Kazası** :Brezilyada bir özel radyoterapi kliniği taşınırken sesium kaynağını eski binada bırakıyor bina yıkılırken bu kaynak 2 kişi tarafından açılıyor sıvı şeklindeki içerik çevreye yayılıyor ve 249 kişi bu olaydan etkileniyor ve 4 kişi ölüyor.
- 1990 Soreq,İsrail:Endüstriyel ışınlama kazası: 1 görevli hayatını kaybediyor.
- 1992 Çin kayıp kobalt 60 kaynağı kazası:Bu kaynağa ulaşan halktan 3 kişi ölüyor.
- 1994 Tammiku Estonya : atık deposundan kaynak çıkarılıyor halktan bir kişi ölüyor.
- 1996 **Kostarika Radyoterapi Kazası** : İncelenen 113 hastadan70 hastanın 6'sıda katstrofik olmak üzere fazla doz verilmesi ile ilgili bir dizi komplikasyon oluşuyor.
- **Aralık 1998 ve Ocak 1999'da İkitelli Radyasyon Kazası** ülkemizde gerçekleşen en ciddi kazadır. Kobalt-60 tele-terapi kaynaklarının taşınmasında kullanılan iki konteynirin hurda metal olarak satılması sonucunda ciddi bir radyolojik kaza meydana gelmiştir.
- 2000 Tayland kayıp kobalt 60 kaynağı: kaynağı bulan halktan 3 kişi ölüyor.
- 2000 Mısır kayıp kobalt 60 kaynağı: kaynağı bulan 2 görevli kişi ölüyor.
- 2001 Panama radyoterapi kazası: 28 hastada fazla doz verilmesi ile ilgili bir dizi komplikasyon oluşuyor ve 8'i kaybediliyor.



Sonuç:

- Nükleer savaş olasılığı bir yana bırakılırsa, radyasyon kazalarında en büyük sorunun endüstriyel alanda olduğu görülmektedir.
- Dünyada artan nükleer tesislere ait sorunlar oransal olarak az olsa da, bu tip kazaların oluşumu halinde etki güçleri ve etkiledikleri alanların yaygınlığı korkutucu boyuttadır.
- Nükleer tesis dışı kazaların ise sıklık olarak yadsınamayacak boyutta olması, bu alanda özellikle ülkemizde önemli sorunlar olduğuna dikkat edilmelidir.
- Nükleer terörizmde mutlaka göz önüne alınmalıdır





Öneri

- Bu veriler ışığında her ülke kendi koruyucu ve sağaltıcı önlemlerini planlamalıdır.
- ATİ teknoloji bu anlamada ülkemizde yetkin, gelişmiş kök hücre veri ve doku bankasının kurulmasını
- Kritik personelin kök hücrelerinin saklanması gerektiğini düşünmektedir



- ATİ teknoloji bugün
- 100ml'lik 18.000 kök hücreyi saklama kapasitesine cGMP standartlarında
- Hücre tedavi ve kök hücre bankasını işletmeye almıştır.



