

RADYASYONDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Genel İlkeler

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP), Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ve benzeri çeşitli bağımsız kuruluşlar, iyonlaştırıcı radyasyondan korunma ile ilgili olarak elli yıldan fazla bir süreden beri tavsiye niteliğinde yayınlar yapmaktadırlar. Bu tavsiyelerin yaptırım gücü olmamasına rağmen, ülkeler bu tavsiyeleri kendi koşullarına göre uyarlar ve yürürlüğe koyarlar. ICRP'nin 60 numaralı raporunda ve IAEA'nın Temel Güvenlik Standartları ismi altında yayımladığı BSS-115 nolu yayınında radyasyon korunması ile ilgili önerilen üç temel ilke Tablo-14 de verilmiştir.

Uygulamanın Kapsamı

İlke olarak radyasyondan korunma gereksinimleri bütün radyasyon kaynaklarına uyugulanabilir olmalıdır. Ancak uygulamada doğal radyasyon kaynaklarının neden olduğu normal düzeydeki radyasyonlar ve önceki nükleer denemelerin neden olduğu radyoaktif serpinti için herhangi bir şey yapılamaması gibi bazı zorluklar bulunmaktadır. Fakat bundan sonraki nükleer denemelerin atmosferi kirlletmesi kontrol altına alınabilir. Radyasyonun tıp alanında kullanılması, klinik olarak verilmesi gereken bir karardır. Bu alanda tanı ve tedavi amacıyla alınan kişisel dozları sınırlamak fazla uygun değildir ve bu nedenle alınan kollektif doz oldukça yüksektir. Tıp görevlilerinin bu konuda yayınlanan ilgili mevzuat ve ICRP tavsiyelerini dikkatle takip etmeleri gereklidir.

Diğer taraftan, radyasyondan korunma ilkeleri; radyasyonun kullanıldığı tüm tıbbi ve endüstriyel alanlar ile yapay radyasyon kaynaklarının kullanıldığı diğer bütün alanlarda, radyasyon görevlilerine ve toplum üyesi kişilere bütünüyle uygulanmalıdır.

Radyasyondan Korunmanın Temel İlkeleri:

Uygulamaların Kabul Gerekçelendirilmesi: Işınlanmanın zararlı sonuçları gözönünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon ışınlanmasına izin verilmez.

Radyasyon Korunmasının Optimizasyonu: Tedavi amaçlı tıbbi ışınlamalar hariç, radyasyon ışınlanması gerektiren uygulamalarda, kişisel dozların büyüklüğü, ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için ekonomik ve sosyal faktörler gözönünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır. Bu kavram ALARA ilkesi olarak bilinmektedir.

Doz Sınırlaması: Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ veya dokudaki eşdeğer doz ve etkin doz, 6.6 Bölümünde verilen sınırları geçemez.

Uygulamanın Kabul Gerekçelendirilmesi

Birinci ilke, radyasyonun zararlı etkileri gözönünde bulundurularak, radyasyon ışınlanmasını gerektiren uygulamanın yapılmasının gerçekten kabul edilir olup olmadığıdır. Kullanım amacına karşılık Radyasyonun ortaya çıkabilecek olumsuz etkisi önemli bir bedel olarak görülmelidir ve bu uygulama sonunda elde edilecek fayda ile kıyaslanmalıdır. Aynı amaca radyasyon içermeyen diğer teknikler kullanılarak ulaşılabiliyorsa bu fayda-bedel analizi bu teknikler için de yapılmalıdır.

Bu nedenle uygulamaların kabul edilebilirliğin kararı çok önemli olup radyasyon dan korunmanın ötesinde bu konudaki otoritelerin ilke bazında bir anlayışı geliştirmelerini gerektirmektedir. Örnek olarak hükümetlerin elektrik üretiminde nükleer gücün kullanılması konusunda verdikleri karar gösterilebilir.

Nükleer güç programları çevreye salıverilecek radyoaktivite çalışanlar tarafından alınacak dozlar, bir radyolojik kaza meydana gelmesi riski ve çıkacak yüksek aktiviteli atıklar göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Bu teknolojiye sadece elektrik üretirken değil, santralde kullanılacak yakıtın madenden çıkarılması, öğütülmesi, işlenmesi, yakıt yapılması, kullanılması ve kullanım sırasında çevreye bir miktar radyoaktivitenin salıverilmesi ve atıkların yönetimi gibi hususlar gönönüne alınarak nükleer güç üretiminden elde edilecek yarara karar verilmelidir. Elektrik üretiminde kömür, fuel-oil gibi alternatif yöntemlerle kıyaslama yapılmalı ve bu kıyaslama yapılırken alternatif yöntemlerin kullanılmasından oluşacak çevre kirliliği, asit yağmurları, çok yüksek miktarlardaki atıklar, maden kazaları, mesleki hastalıklar gibi olumsuz etkiler gözönünde bulundurulmalıdır. Radyasyonun etkisi, bu tür çok yönlü analizlerde kararı etkileyen sadece bir parametre olmakla birlikte verilecek karara temel teşkil etmeli ve gereken önem verilmelidir.

X-ışınlarının tıp alanında kullanılmasından doğan kişisel ve kollektif dozların yüksek olmasına karşılık sağladığı faydalar şüphe götürmezdir. Bununla beraber, herhangi bir tıbbi işlemin kabul edilebilirliği ayrıca değerlendirilmelidir. Örneğin bir organın kanser tedavisinde uygulanan X-ışınları daha fazla kanser oluşumuna sebep olabilir ve bu riskin tedavinin getirisinden yüksek olduğu durumlarda bu kabul edilemez. Ayrıca Bölüm 5'te verilen nedenlerden dolayı hamilelerin tıbbi amaçlı ışınlamaları kararı çok dikkatli verilmeli ve hassas teknikler kullanılmalıdır.

Bunların yanı sıra çocuk oyuncakları, giysiler ile kozmetik ürünlerinin radyoaktif madde içermesi gibi durumlar kesinlikle kabul edilemez. Ülkemizde son olarak yapılan bir uygulama ise radyoaktif madde bulunan yıldırımdan koruyucularının (paratoner) üretilmesi durdurulmuştur.

Radyasyondan Korunmanın Optimizasyonu

İkinci ilke ise, kabul edilebilir uygulamalarda ülkenin ekonomik ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurularak aşırıya kaçmadan mümkün olabilecek en düşük dozun alınmasının sağlanmasıdır Bu şekilde yetkili otoritenin belirlediği doz sınırlarının altında kalmak şartıyla alınabilecek en az dozun sağlanabilmesi için mümkün olabilecek tüm önlemlerin alınması amaçlanmaktadır.

Radyasyondan korunma ile ilgili olarak bu yaklaşım tarzı 30 yılı aşkın bir süredir geliştirilmekte olup, görevi gereği radyasyonla çalışanlar için çalışma şartlarına bağlı olarak alınan dozlar değişmekle birlikte radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için Bölüm 6.6'da verilen yıllık ortalama doz sınırları belirlenmiş olup ortalama olarak alınan dozlar zaten bu değerlerin çok altında kalmaktadır.

Bu düşük dozlar değişik faktörlerin katkısı ile ortaya çıkmış bulunmaktadır. Belirlenen doz sınırlarının gereğiolarak alınacak ortalama dozlar da doğal olarak düşük olacaktır. Çalışma alanlarında düzenlenen korunma sistemleri sayesinde görevlilerin maruz kaldıkları dozlar da sınırların oldukça altında olmaktadır. Toplumun ışınlanmasına neden olan uygulamalar ise en yüksek ışınlanmaya maruz kalması eklenen kişilerin dozları değerlendirilerek ve konulan sınırların altında bu dozları mümkün olduğunca indirme ilkesi esas alınarak, kontrol altına alınır.

Zarar-Fayda Analizi

Radyasyon uygulamalarının kullanılıp kullanılmayacağına kararı verilirken uygun yaklaşım bedel-fayda analizi yöntemidir. Radyasyondan korunma felsefesinde bu yöntem önemli gelişmeler kaydetmekte olup, bu yöntem sayesinde gelecekte sağlanacak doz seviyeleri üzerindeki etkisin tahmin etmek zordur. Bu yaklaşım, radyasyonun zararlı etkilerinin parasal açıdan değerlendirilmesini gerektirir. Radyasyonun zararlı etkilerinin parasal karşılığı, etkileri azaltmak için yapılması gereken harcamalar ile doğrudan karşılaştırılır.Radyasyonun zararlı etki oluşturma riski kolektif doz ile belirlenir.

Analizlerde kolektif dozlar kullanılsa da, insan sağlığı üzerindeki ölüme kadar varan zararlı etkilere parasal olarak değer biçmenin getirdiği etik zorluklar göz ardı edilemez.Bu zorluk gelecek nesillerde ortaya çıkabilecek zararları hesaba katma gereği ile daha da artar. Bu sayısal analiz, alternatif önlemlerin getireceği sonuçların değerlendirilmesiyle açıklığa kavuşturulabilir ancak yine de duyarlı bir irdeleme yapmak gerekir. Radyasyondan korunmada bu tür etik zorluklar garip değildir. Bu tür bir etik analizin diğer bir avantajı ise, parasal kaynakların daha iyi bir şekilde kullanılıp kullanılamayacağını göstermesidir.

Radyasyon Korunmasında Bedel-Fayda Analizinin Kullanılması

Kollektif doz azalma sağlınırsa, harcamalarda da o kadar fazla artış gerekecektir. Fakat harcamalar dayatılan artışla kolektif dozda ancak küçük bir azalma sağlanacaktır. Sonuç olarak, yapılacak fazladan harcama ile kolektif dozda sağlanacak azalmanın parasal olarak dengelendiği bir noktaya ulaşılabilecektir. Bu noktada kolektif doz mümkün olduğunca makul olan en düşük değerdedir (ALARA ilkesi) , ve daha fazla azalma garanti değildir. Bu durumda Korunma Optimize Edilmiş olacaktır.

Doz Sınırları

Radyasyondan korunmanın üçüncü ilkesi ise, kişilerin ve gelecek nesillerin kabul edilemeyecek bir risk altına girmesini engelleyecek olan yaptırımdır. Bu bir kişinin alabileceği etkin eşdeğer dozun kesin bir şekilde sınırlandırılmasını gerektirir. Söz konusu sınırlar Tablo 3 da verilmiştir. Bu sınırlar, yukarıda bahsedilen ikinci ilke yerine getirilmek koşuluyla zorunlu yaptırımlar olup, maliyet gözetmeksizin uygulanacak değerlerdir. Bunlar, kanser ve kalıtsal hasarlar gibi olasılığa bağlı etkilerin ortaya çıkışını kontrol altına almak için belirlenmiştir.

Doz Sınırları

Radyasyon Görevlileri İçin :

- a) Etkin doz, birbirini takibeden beş yılın ortalaması 20 mSv (bütün vücut)
- b) Herhangi bir yılda 50 mSv (bütün vücut)
- c) Eşdeğer doz, göz merceği için yılda 150 mSv
- d) Eşdeğer doz, eller, ayaklar ve cild için yılda 500 mSv

Toplum Üyesi Kişiler İçin :

- a) Etkin doz yılda 1 mSv (bütün vücut)
 - b) Birbirini takibeden 5 yılın ortalaması 1 mSv değerini geçmemek koşulu ile özel durumlarda yılda 5 mSv (bütün vücut)
 - c) Eşdeğer doz, göz merceği için yılda 15 mSv
 - d) Eşdeğer doz, eller, ayaklar ve cild için yılda 50 mSv
- 18 yaşından küçükler radyasyon görevlisi olarak çalıştırılmazlar.
- Eğitim amaçlı olmak koşulu ile 16-18 yaş arasındaki stajyer ve öğrenciler için
- a) Etkin doz herhangi bir yılda 6 mSv (bütün vücut)
 - b) Eşdeğer doz, göz merceği için 50 mSv
 - c) Eşdeğer doz, eller, ayaklar ve cild için yıllık 150 mSv değerlerinde fazla olamaz.

Doz sınırları ile ilgili iki yanlış anlama vardır.Bunlardan biri, biyolojik riskin ani değişimler gösterdiğidir. Doz ve etki riskleri arasındaki ilişki 5. bölümde açıklandığı gibi ani değişimler göstermez. Gerçekten de sosyal yapıya göre seçilen iki sınır söz konusudur. İkincisi ise, radyasyondan korunma sisteminde doz sınırlarına uyulmasının tek önemli gereklilik olduğunun sanılmasıdır. Aksine, dozların alınabilecek en alt düzeyde tutulması çok daha

önemlidir. Bir uygulama sonucu bunların ortaya çıkan birleşik etkisi radyasyondan korunma sisteminin etkinliğini belirler. Buna göre yıl içinde veya dışında bir çalışmanın sorgulanmadan 50 mSv doz almasına izin verilmesi kabul edilebilir değildir.

Korunmanın Etkinliği

Dördüncü bölümde, radyasyon görevlilerinin aldıkları etkin eşdeğer dozlarının yılda ortalama 4 mSv olduğu ve beşinci bölümde ise ölümcül kanser riski faktörünün ortalama olarak Sv başına 80 de 1 ($1,25 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$) olduğu belirtilmişti. Buradan radyasyon görevlilerinin ölümcül kanser riskinin yukarıda anlatılan temel gerekliliklerin yerine getirilmesi sonucu yılda ortalama olarak 20.000 de 1 ($5 \times 10^{-5} \text{ Sv}^{-1}$) olduğu kolayca görülmektedir.

Radyasyon korunması sisteminin etkinliğini değerlendirmenin bir yolu da; ölümcül kansere yakalanmanın ortalama yıllık riskinin, diğer mesleklerdeki ölümcül kazaların ortalama yıllık riski ile karşılaştırılmasıdır. Bu tür bir yaklaşımda radyasyonun etkilerinin gecikerek ortaya çıkması ve diğer mesleklerin yol açtığı ölümcül hastalıkların gözardı edilmesine rağmen sonuçlar genel anlamda bir fikir verir. Tablo 4- de son yirmi yıldaki ölüm oranları kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Radyasyonla çalışanlar, mobilya ve yiyecek işinde çalışanlar gibi nispeten güvenli iş kollarıyla aynı sınıfta görünmektedir. Ortalama radyasyon riski, alışılmış mesleklerin riskleri üzerine eklense bile toplam risk hala aşırı olmamaktadır. Gerçekten nükleer güç endüstrisinde ölümcül kaza oranı yılda ortalama 70.000 de 1 ($1,4 \times 10^{-5} \text{ y}^{-1}$) dir.