



BİLGİ KÖŞESİ

Radyasyon, günümüzde sağlık hizmetlerinden sanayiye, tarımdan bilimsel araştırmalara kadar pek çok alanda güvenli ve kontrollü şekilde kullanılan önemli bir teknolojidir. Günlük yaşamda farkında olmasak da doğal çevremizden sürekli düşük düzeyde radyasyona maruz kalırız.

Radyasyon hakkında toplumda doğru bilinen birçok bilgi bulunmakla birlikte, yanlış veya eksik bilgiler de yaygın olarak karşılaşılmaktadır. Bu nedenle doğru ve güvenilir bilgiye ulaşılması büyük önem taşımaktadır.

Bu bilgi köşesi, Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) tarafından; radyasyon, radyoaktivite, nükleer enerji, radyasyondan korunma, radyoaktif atık konularında temel bilgileri kamuoyuyla paylaşmak amacıyla hazırlanmıştır. Bilgi köşesinde yer alan bilgiler ulusal mevzuat ile Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından yayımlanan uluslararası güvenlik standartları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

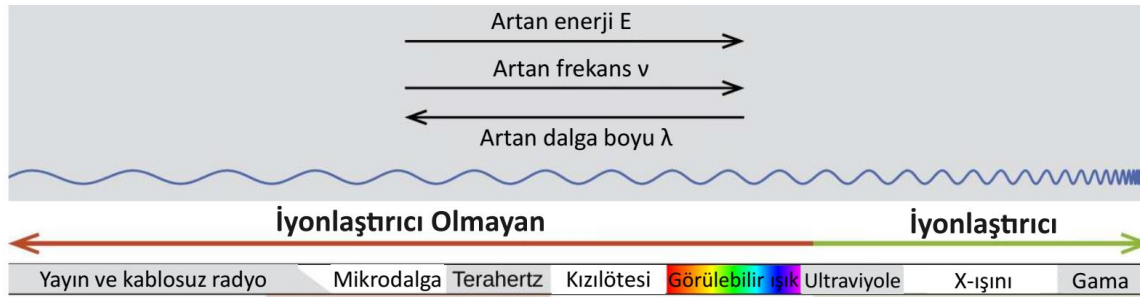
Amacımız; çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin radyasyondan korunmasına yönelik yürütülen düzenleyici faaliyetleri tanıtmak ve toplumun doğru bilgiye erişimini sağlamaktır.

Radyasyon Nedir?

Radyasyon; enerjinin dalgalar veya parçacıklar şeklinde yayılmasıdır. Radyasyon, kararsız atom çekirdeklerinin bozunması sonucu oluşabilir veya çeşitli cihazlar tarafından yapay olarak üretilir.

Radyasyon; koklama, tatma, dokunma, işitme veya görme yoluyla hissedilemez ve algılanamaz. Radyasyonu ancak ölçüm cihazlarıyla tespit etmek, ölçmek ve kontrol etmek mümkündür.

Şekil 1.1



Radyasyon; iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki başlık altında incelenir. İyonlaştırıcı radyasyon, insan vücuduna veya maddeye nüfuz edebilen, atom ve moleküllerden elektron koparan iyonlaştırıcı olmayan radyasyona göre yüksek enerjili radyasyon olarak tanımlanır. Diğer yandan iyonlaştırıcı olmayan radyasyon, nüfuz ettiği insan vücudu veya madde içindeki atomlardan elektron koparamaz. Mikrodalgalar, cep telefonu sinyalleri, Wi-Fi, bluetooth, görünür ışık, kızılötesi ışınlar gibi radyasyon çeşitleri iyonlaştırıcı olmayan radyasyon örnekleridir.

Radyasyonun Kullanım Alanları

Radyasyon hayatın birçok alanında önemli faydalar sağlamaktadır.

- Sağlık alanında;

- Röntgen,
- Bilgisayarlı Tomografi (BT),
- Mamografi,
- Nükleer Tıp (PET/SPECT),
- Radyoterapi,
- Tıbbi malzeme sterilizasyonu.

Bu uygulamalar sayesinde birçok hastalık erken teşhis edilmekte ve etkin şekilde tedavi edilmektedir.

- Sanayi alanında;

- Kaynak dikişlerinin kontrolü,
- Boru hatlarının incelenmesi,

- Malzeme kalınlığı ölçümü,
- Kalite kontrol,
- Havaalanı bagaj tarama sistemleri.

- Tarım ve Gıda alanında;

- Bitki geliştirme,
- Zararlı böceklerle mücadele,
- Gıda ışınlama,
- Çevresel analizler.

- Bilimsel Araştırmalar alanında;

- Yeni malzemelerin geliştirilmesi,
- Biyoteknoloji,
- Çevre araştırmaları,
- Arkeoloji,
- Uzay araştırmaları

gibi birçok bilimsel çalışmada kullanılmaktadır.

Şekil 1.2



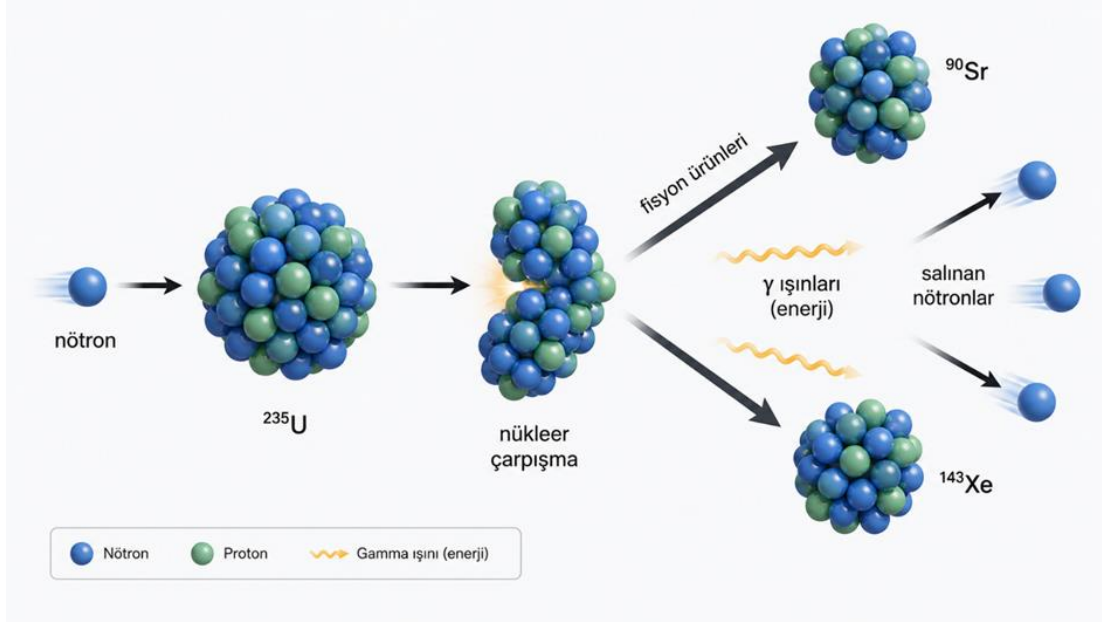
Radyoaktivite Nedir?

Kararsız atom çekirdekleri, daha kararlı bir duruma geçebilmek için sahip oldukları fazla enerjiyi radyasyon şeklinde yayarlar ve daha kararlı bir forma ulaşırlar. Radyoaktivite, kararsız atom çekirdeklerinin daha kararlı bir duruma geçmek için kendiliğinden radyasyon yayarak bozunması olayıdır.

Nükleer Enerji Nedir?

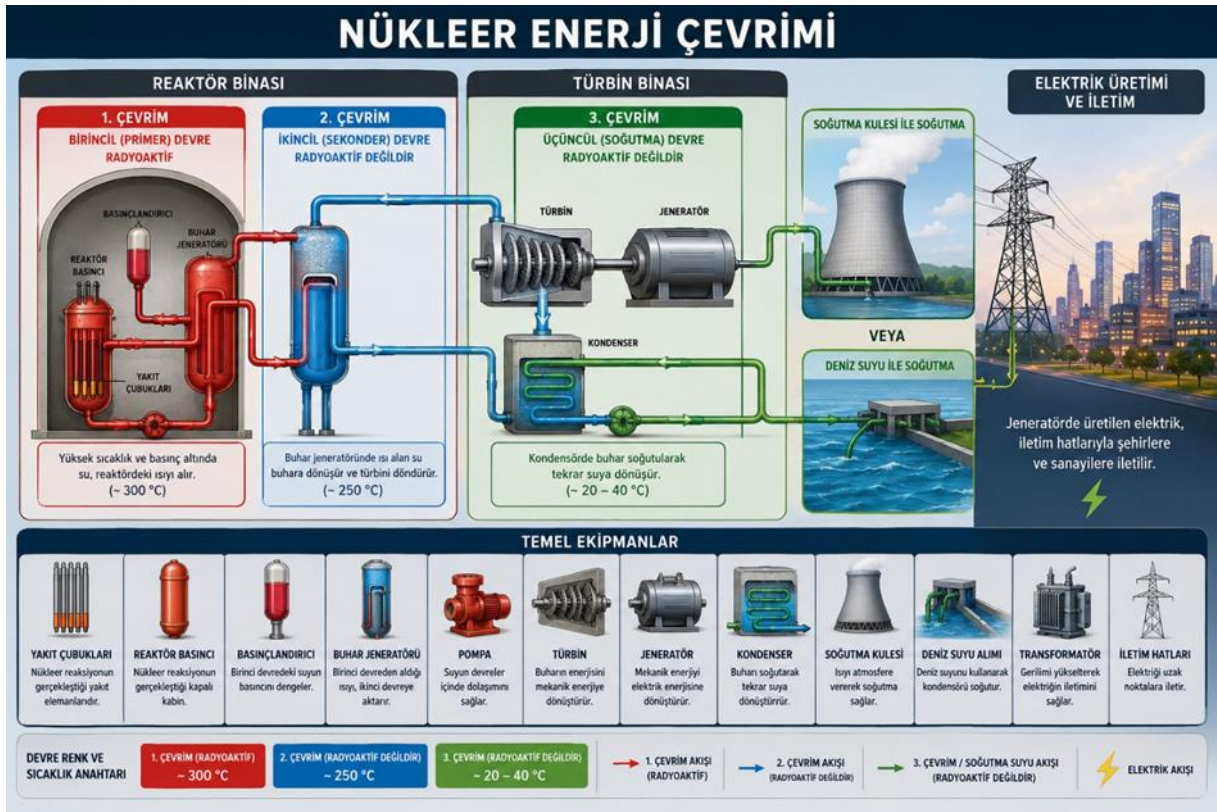
Nükleer enerji atom çekirdeğinin parçalanmasından doğan enerjidir. Nükleer enerji, atom çekirdeğinin birden fazla parçaya bölünmesiyle oluşan fisyon ve çekirdeklerin bir araya gelmesiyle oluşan füzyon olmak üzere iki şekilde üretilebilen bir enerji şeklidir.

Şekil 1.3



Nükleer santrallerde buhar üretimi için gerekli ısı, atom çekirdeğinin parçalanması (fisyon) sonucu açığa çıkar. Bu sürecin sürekli olarak tekrarlanması zincir reaksiyon olarak tanımlanmaktadır. Nükleer santrallerde fisyon sürecinde yakıt olarak genellikle uranyum kullanılmaktadır.

Şekil 1.4



Nükleer santral, aslında çok bilinen bir yöntemle çalışır: su ısıtır, buhar üretir ve bu buharla türbin döndürerek elektrik elde eder. Farkı, bu ısıyı kömür ya da doğal gaz yakarak değil, uranyum atomlarının çekirdeğini bölerek elde etmesidir. "Fisyon" denen bu bölünme sırasında çok büyük miktarda ısı açığa çıkar; bir bardak büyüklüğündeki yakıttan, tonlarca kömürün verdiği enerjiye yakın enerji alınabilir. Bu ısı, reaktörün içindeki suyu ısıtır, oluşan buhar türbini çevirir, türbine bağlı jeneratör de elektriği üretir. Yani karmaşık gibi görünen sistemin özü, "kontrollü şekilde ısı üretip o ısıyla elektrik üretmek"tir.

Yakıt nereden gelir? (Yakıt döngüsünün ilk aşaması)

Nükleer yakıtın hikayesi madende başlar. Önce yer altından uranyum cevheri çıkarılır ve öğütülerek "sarı pasta" denen bir ara ürüne dönüştürülür. Doğal uranyumun içinde başlıca iki izotop bulunur: U-238 ve U-235. Bunlardan enerji üretme işini asıl yapan U-235'tir. Uranyumun içindeki enerji üretebilen türün (U-235) oranı bir miktar artırılır; buna "zenginleştirme" denir. Son olarak bu uranyum, küçük seramik peletler haline getirilip metal borulara doldurularak reaktörde kullanılacak "yakıt demetleri" üretilir. Bütün bu aşamalar sıkı kalite ve güvenlik kurallarına tabidir; çünkü yakıtın hem verimli hem de güvenli çalışması buna bağlıdır.

Yakıt reaktörde ne kadar kalır?

Yakıt demetleri reaktöre yerleştirildikten sonra, tipik olarak birkaç yıl boyunca enerji üretir. Bu süre içinde yakıtın içindeki enerji yavaş yavaş tükenir ve bir noktada değiştirilmesi gerekir. Kullanımı biten yakıtı "kullanılmış yakıt" denir; hâlâ ısı ve radyasyon yaydığı için özel şekilde

yönetilir. Reaktör bu yakıt değişimleri sırasında planlı olarak durdurulur ve gerekli bakım ile kontroller de bu dönemde yapılır.

GÜVENLİK, EMNİYET VE NÜKLEER GÜVENCE

Türkçede birbirine çok benzeyen bu üç kelime, aslında birbirinden farklı üç tehdide karşı korumayı anlatır ve nükleerin temel taşlarıdır. En kısa hâliyle: güvenlik radyasyon acil durumlarından, emniyet kötü niyetli eylemlerden, nükleer güvence ise malzemenin barışçıl amaç dışına çıkmasından korur. Tüm bu çalışmaların ortak amacı, nükleer enerjinin yalnızca barışçıl ve insanlığın yararına kullanılmasını sağlamaktır.

Güvenlik (Safety)

Güvenlik; nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi sırasında çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin radyasyondan korunmasını sağlamak üzere uygun şartların oluşturularak sürdürülmesi, kazaların önlenmesi veya kaza sonuçlarının hafifletilmesidir.

Nükleer güvenliğin temel felsefesi "derinliğine savunma" olarak bilinir: tek bir önleme güvenmek yerine, üst üste konulmuş birbirinden bağımsız birçok koruma katmanı kurulur. Böylece bir katman yetersiz kalsa bile, bir sonraki katman devreye girerek insanları ve çevreyi radyasyondan korur. Buna, bir sorunu erken fark eden alarm sistemleri, otomatik olarak devreye giren güvenlik sistemleri ve radyasyonu içeride tutan kalın koruyucu bariyerler örnek verilebilir.

Emniyet (Security)

Emniyet; nükleer tesisleri, radyasyon tesislerini ve radyoaktif maddeleri hedef alan hırsızlık, sabotaj, yetkisiz erişim ve diğer kötü niyetli girişimlerin engellenmesi, tespit edilmesi ve gerektiğinde bu girişimlere müdahale edilmesi için gerekli önlemlerin alınmasını kapsar. Emniyet önlemleri kapsamında, nükleer tesisler, radyasyon tesisleri ve radyoaktif maddelere yönelik fiziksel bariyerler, erişim kontrol sistemleri, kamera ve algılama sistemleri ile özel güvenlik personeli gibi çok katmanlı önlemler uygulanır. Emniyetin sağlanmasında asıl sorumluluk yetkilendirilen kişiye aittir. Nükleer tesislere, radyasyon tesislerine ve radyoaktif maddelere yönelik emniyet önlemleri Kurumumuzun düzenleyici kontrolüne tabidir.

Nükleer Güvence (Safeguards)

Nükleer güvence, ülke sınırları içinde barışçıl amaçlı kullanılan nükleer maddeler ile nükleer yakıt çevrimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipman ve malzemelerin envanterinin bildirimi, tespiti ve takibi ile bu madde, ekipman ve malzemelerin yetkisiz olarak kullanılmasını, nükleer silah veya diğer nükleer patlayıcı aygıtlara dönüştürülmesini önlemek ve bu yöndeki girişimlerin zamanında saptanmasını sağlamak üzere uygulanan bir dizi teknik önlemdir. Türkiye Cumhuriyeti, nükleer silahların yayılmasının önlenmesi amacıyla nükleer güvence önlemlerine ilişkin uluslararası anlaşma ve sözleşmelere taraftır. Bu kapsamda ülkemizde nükleer maddelerin ve nükleer teknolojinin barışçıl amaçlı kullanımını sağlamak amacıyla ulusal nükleer madde sayım ve kontrolü sistemi yürütülmekte olup nükleer maddeler ve nükleer teknolojiyle ilgili faaliyetler Kurumumuz düzenleyici kontrolüne tabidir. Bununla birlikte, söz konusu faaliyetler nükleer güvence uygulamaları kapsamında ülkemizin taraf

olduğu uluslararası anlaşmalar uyarınca Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın da denetimine tabidir.

NÜKLEER DÜZENLEME KURUMUNUN GÖREVLERİ

Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK), Türkiye'de nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyon faaliyetlerini düzenlemek ve denetlemekle görevli bağımsız düzenleyici otoritedir.

Düzenleyici Kontrol

Nükleer Düzenleme Kurumunun yürüttüğü düzenleme, değerlendirme, yetkilendirme ve denetleme faaliyetleri ile yaptırımların uygulanmasını ifade eder.

Yetkilendirme

Nükleer tesis, radyasyon tesisi, radyoaktif atık tesisi işletmek; radyasyon uygulamalarını ve radyasyondan korunmaya yönelik hizmetleri yürütmek için gerçek veya tüzel kişiler Kurumumuzdan yetki almakla yükümlüdür.

Onay

Nükleer tesisler, radyasyon tesisleri veya radyoaktif atık tesislerinin kurulacağı saha Kurum tarafından onaylanır. Gerçekleştirilecek faaliyetlere ilişkin olarak radyasyondan korunma, güvenlik, emniyet ve nükleer güvenceyi dikkate alarak Kurum, onaya tabi başka hususlar belirleyebilir.

Denetim

Nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetler ve yetkilendirilen kişiler Nükleer Düzenleme Kurumunun denetimine tabidir. Kurum, yetkilendirme kapsamında, yetkilendirilen kişilerin yüklenici, alt yüklenici, tedarikçi ve alt tedarikçilerinin faaliyetlerini de denetleyebilir. Denetimler; programlı ya da programsız, resmî tatiller de dahil yılın herhangi bir günü ve saatinde, haberli veya habersiz gerçekleştirilebilir. Denetimlerde eksiklik ve uyumsuzluk görülürse, bunların giderilmesi istenir ve süreç takip edilir.

Yaptırım

Yaptırım faaliyetlerinin amacı; Kuruma bildirimde bulunulmaksızın ve yetkilendirme yapılmaksızın faaliyette bulunulmasının engellenmesi; faaliyet gösterilen tüm aşamalarda mevzuat veya yetki koşullarına, Kurum kararlarına ve talimatlarına uygun hareket edilmesini teminen gerekli caydırıcılığın sağlanması; tespit edilen uygunsuzlukların düzeltilmesi ve aykırılıklara yanıt olarak Kurum tarafından gerekli mekanizmaların yürütülmesidir.

NDK bir aykırılık tespit edildiğinde, gerekli düzeltmeleri isteyebilir, faaliyeti sınırlayabilir, gerektiğinde geçici olarak durdurabilir; idari para cezaları uygulayabilir, yetkiyi askıya alabilir, kısıtlayabilir veya iptal edebilir.

RADYASYONDAN KORUNMA

Radyasyondan korunmanın temel amacı; çalışanların, halkın ve çevrenin gereksiz radyasyona maruz kalmasını önlemek ve maruziyeti mümkün olan en düşük düzeyde tutmaktır.

Radyasyondan korunmanın temel ilkeleri olarak kabul edilen 3 temel prensip; Gerekçelendirme, Optimizasyon ve Doz Sınırlama İlkeleri olarak ifade edilmektedir.

- Gerekçelendirme

Radyasyon içeren bir faaliyet ancak sağlayacağı fayda, oluşturabileceği olası radyasyon riskinden daha fazla ise gerçekleştirilmelidir.

Örneğin, hastalığın teşhisi veya tedavisi için gerekli görülen bir röntgen veya bilgisayarlı tomografi çekimi, sağlayacağı tıbbi fayda nedeniyle gerekçelendirilmiş bir uygulamadır.

- Optimizasyon (ALARA İlkesi)

ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkesi, radyasyon dozlarının ekonomik ve sosyal faktörler de dikkate alınarak mümkün ve makul olan en düşük düzeyde tutulmasını ifade eder.

-Bu ilke doğrultusunda;

- Çalışma süresi mümkün olduğunca azaltılır.
- Radyasyon kaynağı ile mesafe artırılır.
- Uygun zırhlama malzemeleri kullanılır.
- Çalışma planlaması önceden yapılır.
- Radyasyon seviyeleri düzenli olarak ölçülür ve izlenir.

- Doz Sınırlaması

Faaliyet nedeniyle alınabilecek maruz kalınabilecek radyasyon dozları, NDK tarafından ulusal mevzuat doğrultusunda belirlenen doz sınırlarını aşamaz.

NDK tarafından yürütülen düzenleyici faaliyetler kapsamında bu sınırların uygulanması sürekli olarak denetlenmektedir.

Hamile çalışanlar için radyasyondan korunma

Hamileliği belirlenmiş kadın çalışan, çalışma şartlarının yeniden düzenlenebilmesi amacıyla yönetimi haberdar etmelidir. Hamileliğin bildirilmesi kadın çalışanın çalışmasına engel teşkil etmez, gerekiyorsa çalışma koşulları yeniden düzenlenir. Hamilelik şüphesi olan, hamile veya emziren radyasyonla çalışanların çalışma koşulları, fetüsün veya emzirilen çocuğun radyasyondan korunmasını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmeli ve doğacak çocuğun alacağı doz mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulmalıdır. Emzirme dönemindeki kadın çalışanlar, radyoaktif kirlilik riski taşıyan işlerde çalıştırılmaz.

Stajyerler için radyasyondan korunma

18 yaşından küçükler radyasyonla çalışan olarak görevlendirilemez. 16-18 yaş arasındaki öğrenci ve stajyerler yalnızca eğitim amacıyla gözetimli alanlarda bulunabilir.

Radyasyon Acil Durumlarına Hazırlık ve Müdahale

Radyasyon acil durumu; tesislerde veya radyasyon uygulamalarında bir olay, kaza ya da emniyet zafiyeti sonucunda; radyasyondan korunmaya ilişkin mevzuat ile belirlenen sınırların üzerinde radyasyon dozu alınmasına veya radyoaktif kirliliğe neden olabilecek ve ivedilikle müdahale gerektirecek nükleer ve radyolojik tehlike durumlarını ifade etmektedir.

Bu tür durumlara karşı nükleer tesisler ile iyonlaştırıcı radyasyon kullanılan tesis ve faaliyetlerde, olası radyasyon acil durumlarına hazırlıklı olmak amacıyla radyasyon acil durum planları hazırlanır.

Radyasyon acil durum planları gerektiğinde;

- Çalışanları,
- İlgili kamu kurum ve kuruluşlarını,
- Yerel yönetimleri,
- Kolluk kuvvetlerini ve
- Halkı

kapsayacak şekilde uygulanır.

Gerekli görülmesi hâlinde;

- Sığınma,
- Tahliye,

gibi erişim kontrolü,

- Çevresel radyasyon ölçümleri,
- Gıda ve içme suyuna yönelik koruyucu tedbirler,
- İyot tabletlerinin kullanımı (yalnızca yetkili makamların önerisiyle)

gibi önlemler uygulanabilir.

Radyoaktif Atık ve Kullanılmış Yakıt Yönetimi

Radyoaktif atık; bir daha kullanılmamasına karar verilen ve Nükleer Düzenleme Kurumu tarafından belirlenen serbestleştirme ve salım sınırlarının üzerinde radyoaktiviteye sahip radyoaktif maddeleri ve radyoaktif madde bulaşmış ya da radyoaktif olmuş her türlü malzemeyi ifade eder.

Kullanılmış yakıt; reaktörden çıkarılmış ve mevcut hâliyle yeniden yakıt olarak kullanılmayacak olan reaktörde ısıtılmış yakıtı ifade eder.

Radyoaktif atık ve kullanılmış yakıt yönetimine ilişkin faaliyetler, faaliyetin türü ve niteliği ile çalışanlar, halk, çevre ve gelecek nesiller üzerinde oluşturacağı riskin boyutuyla orantılı olarak (Dereceli Yaklaşımla) yürütülür, incelenir ve değerlendirilir.

Radyoaktif atıkların;

- Toplanması,
- Elleçlenmesi,
- İşlenmesi,
- Tesis içi taşınması,
- Depolanması,
- Bertarafı,

ile ilgili idari ve teknik faaliyetlerin toplamına radyoaktif atık yönetimi denir.

Kullanım dışı kalmış kapalı kaynaklar hiçbir şekilde çevreye bırakılamaz veya yetkilendirilen kişi tarafından nihai olarak depolanamaz.

Nükleer santrallerde ortaya çıkan ve radyoaktif atık olarak kabul edilen kullanılmış yakıt, işletme ömrü boyunca nükleer santral sahasında yer alan depolama tesislerinde ve diğer nükleer tesislerde tesisin özel depolama yapılarında nükleer tesis sahası dışına çıkarılmadan önce depolanır. Depolama sonrasında, nükleer tesis için yetkilendirilen kişi kullanılmış yakıtlarını bir saha dışı kullanılmış yakıt depolama tesisine veya bertaraf tesisine devredebilir veya ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde yeniden işleme yoluna gidebilir.

Faaliyetleri sonucu kullanılmış yakıtı veya radyoaktif atığı üreten yetkilendirilen kişi, bunların yönetimi ile tesis içerisinde veya tesis dışarısında her türlü taşınmasından sorumludur. İşletmeden çıkarma faaliyetleri sırasında ortaya çıkacak radyoaktif atıkların her türlü sorumluluğu yetkilendirilen kişiye aittir.

Yetkilendirilen kişi ilgili mevzuata uygun olarak radyoaktif atığı ihraç ettiğinde veya işlenmek, depolanmak veya bertaraf edilmek üzere başka bir yetkilendirilen kişiye teslim ettiğinde, ihraç veya teslimi yapan yetkilendirilen kişinin bu Kanun kapsamındaki radyoaktif atığa ilişkin sorumluluğu sona erer.

İşletmeden Çıkarma ve Kapatma

Nükleer tesisler, radyasyon tesisleri ve radyoaktif atık tesisleri kullanım ömürlerini tamamladığında güvenli şekilde işletmeden çıkarılır veya kapatılır.

İşletmeden çıkarma; bir daha işletilmeme kararı ile bertaraf tesisi dışındaki tesislerin düzenleyici kontrolden çıkarılmasına yönelik faaliyetler bütünüdür.

Kapatma; işletme faaliyetlerinin tamamlanmasının ardından radyoaktif atıklara bir daha ulaşılmayacak şekilde bertaraf tesisin kapatılmasını hedefleyen, tesisi uzun vadede güvenli hale getirecek nihai mühendislik çalışmalarını veya diğer çalışmaları da kapsayan etkinlikler bütünüdür.

*Sorularınız için [Sıkça Sorulan Sorular](https://www.ndk.org.tr/sikca-sorulan-sorular) (<https://www.ndk.org.tr/sikca-sorulan-sorular>) sayfamızı ziyaret edebilirsiniz.

¶ Burada yer verilen bilgiler web sayfası kullanıcılarına bilgi verme amacıyla hazırlanmış olup bağlayıcı bir resmi belge niteliği taşımamaktadır.