

Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçiminde enerji yayılımı ya da aktarımıdır.

Radyasyon çeşitleri:

- iyonlaştırıcı
- iyonlaştırıcı olmayan

Radyasyon dozu hedef kütle tarafından, belli bir sürede, soğurulan veya alınan radyasyon miktarıdır.



İyonlaştırıcı Radyasyon

Bir atomun elektronlarından bir veya bir kaçının yörüngelerinden koparılarak serbest hale gelmesi olayına **İYONİZASYON** denir.

Atomu iyon haline getirebilecek enerjiye sahip radyasyona “**İYONLAŞTIRICI RADYASYON**” denir.

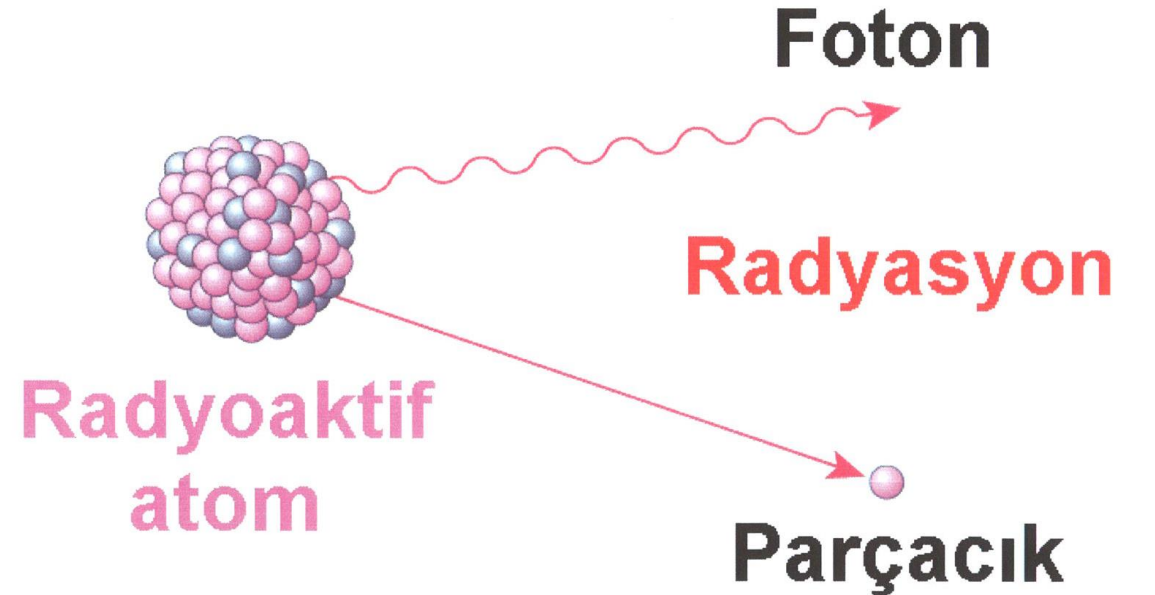
Örnek olarak;

Alfa ışınları

Beta ışınları

X - ışınları ve gama ışınları

Nötronlar (n) verilebilir.



Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin bizim açımızdan asıl konusu, sözünü ettiğimiz yapay kaynaklar içerisinde çok önemli bir yer tutan radyografi çalışmalarında çevreye yayılan radyasyonun kontrol edilmesi, en aza indirilmesidir.

İyonlaştırıcı radyasyon uygulamaları, enerji üretiminden tıpta, sanayide ve tarımda kullanım alanlarına kadar pek çok yararı insanlığa getirir. **Radyasyonun en çok kullanılan endüstriyel uygulamalardan birisi kaynak ve malzemelerin tahribatsız muayenesi için radyografinin kullanılmasıdır.** Bilindiği gibi radyografi, endüstriyel üretimde gerek istenen ürün kalitesinin gerekse çevre/insan sağlığı ve güvenliğinin sağlanması açısından çok önemli bir araçtır. **Endüstriyel radyografi, basınçlı kaplar, boru hatları, kaynaklı imalatların, döküm ve diğer malzemeler gibi ekipmanların ve yapıların fiziksel bütünlüğünü doğrulamak için bir araç sağlar. Bu ekipman ve yapıların yapısal bütünlüğü yalnızca ürünlerin güvenliğini ve kalitesini değil aynı zamanda işçilerin, kamunun ve çevrenin korunmasını da etkiler.**

Radyografi uygulamalarında kullanılan radyasyonun (*iyonize edici radyasyon*) insan sağlığı için önemli bir risk potansiyeli taşıdığı doğrudur. Ancak, doğru bir çalışma pratiği ile çevreyi ve çalışanı önemli bir riske sokmadan radyografi yapılabileceği de o kadar doğrudur. Nitekim endüstriyel radyografinin çok uzun olmayan tarihinde, her iki durumu da doğrulayacak yeteri kadar örnek vardır. Genel olarak bakıldığında, son 50 yılın kayıtları, iyonize edici ışınların uygulamasında radyasyon güvenliği açısından başarılı bir tablo ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, olumsuz örnekler de vardır. Radyografide yüksek doz hızlarında çalışıldığı için, kaza ile birincil ışınlara doğrudan maruz kalmak ya da zırhlanmamış bir ışın kaynağının yakınında dakika hatta saniyeler mertebesinde kalmak, ışın kaynağının gücüne de bağlı olarak insana önemli zararlar verebilir. Düzenli bakımı ve kontrol yapılmayan cihaz ve ekipmanla çalışıldığında ya da kötü çalışma koşullarında gereksiz yere yüksek dozlar alınabilir.

O nedenle radyografi çalışmaları yüksek düzeyde profesyonelliği, geçerli standartlara uygun ışın kaynağı ve cihazları kullanmayı ve güvenli çalışma koşullarının sağlandığı bir çalışma ortamını gerektirir. Bu ise, kullanılan ışınım kaynağı ve ekipmanın günün teknolojik düzeyine uygun bir tasarım, imalat ve bakımının yanı sıra gerek ulusal düzeyde, gerekse firma düzeyinde iyi çalışan bir organizasyon, çalışanların yeterli eğitimi, iş güvenliği gereklerine uygun çalışma ve etkin bir kalite kontrol ile mümkün olabilir.

İyonlaştırıcı Radyasyona Karşı Koruma için Uluslararası Temel Güvenlik Standartları ve Radyasyon Kaynaklarının Güvenliği (BSS) insanların radyasyona ve radyasyon kaynaklarının güvenliğine karşı korunması için temel gereklilikleri belirtmektedir. Bu gereksinimlerin uygulanması, radyasyona maruz kalan insan sayısının ve dozlarının makul ölçüde mümkün olduğunca düşük tutulmasını ve olayların önlenmesine veya sonuçlarının hafifletilmesine yardımcı olmasını sağlar. Bu Güvenlik Kılavuzu, BSS ve diğer IAEA güvenlik standartları çerçevesinde endüstriyel radyografi çalışmalarının nasıl yapılmasını önermektedir.

Radyasyondan Korunma Ve Radyasyon Güvenliğinin İlkeleri

Amaç, endüstriyel üretimde radyasyondan sağlanan yararları sınırlamadan **insanları ve çevreyi koruyacak ve güvenliğini sağlayacak** standart ve kuralları tespit etmektir. Bu amaçla çizilen çerçevede, radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği hedeflerini Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) şöyle ifade ediyor:

Radyasyondan korunma hedefi; ışınlam dozunu belirli bir eşik değerin altında tutarak, radyasyonun insanlarda beklenen – stokastik (kanser, genetik etkiler) - etkilerinin oluşmasını önlemek ve insanlar üzerinde şimdi ve gelecekte ortaya çıkması olası etkileri azaltmaya dönük **tüm anlamlı önlemlerin alınmasını sağlamak**.

Radyasyon güvenliği hedefi; bireyi, toplumu ve çevreyi, etkili savunma mekanizmaları oluşturarak ışınlam kaynaklarının zararlarından korumak.

Genellikle endüstriyel radyografide kullanılan ışınlam kaynakları, 1m. mesafede 1 saat içinde yüzlerce miligraylık (mGy) etki yaratan doz hızlarında ışınlam yayarlar. Bu yüksek doz hızlarındaki ışınlama birkaç saniye maruz kalan bir personelde ciddi yanma ve diğer hasarlar meydana gelebilir. Açıktır ki güvenli çalışma pratikleri yalnızca bu işte çalışan personeli değil çevredekileri de koruyacaktır.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar

Lisans/İzin Sahibi ve İşveren

- Çalışanların mesleki ışınlamalardan korunmasından,
- Standartlara uygunluğun sağlanmasından,
- Doz sınırlarına uyulmasından,
- Prosedür ve politikaların belirlenmesi ve organizasyonel düzenlemelerin yapılmasından,
- Uygun tesis, cihaz ve servisin sağlanmasından,
- Koruyucu teçhizat ve izleme cihazlarının temin edilmesi, doğru ve uygun kullanılmasının sağlanmasından,
- Uygun, yeterli insan gücü (sayı ve nitelik olarak) ve bunlar için yeterli eğitimin sağlanmasından;
- Kayıtların Standartlara uygun olarak tutulmasından,
- Çalışanların sağlık gözetimlerinin yapılmasından,
- Güvenlik kültürünün gelişmesi için gerekli imkanların sağlanmasından,
- Çalışanların sorumlulukları hususunda bilgilendirilmesinden,
- İşyerlerindeki diğer kişilerin halk üyesi kriterleri ile korunmasından

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

Lisans/İzin Sahibi ve İşveren

- Yerel kurallar ve prosedürler yazılı olarak hazırlanmalıdır.
 - Bu kurallar ve prosedürler araştırma ve yetkilendirme, müdahale ve bunlar aşıldığında yapılması gerekenleri kapsamalıdır.
 - Bu koşulların yerine geldiğinin gözlemlendiği sistemler kurulmalıdır.
 - Tehlike Durumu Hakkında eğitim ve talimatname vermelidir.
 - Çalışanlara önlük, eldiven, organ zırhı gibi uygun koruyucuları sağlayacaktır.
 - Gerektiğinde özel koruyucular sağlanacaktır.
 - Müdahale durumları için gerekli koruyucular bulundurulacaktır.
- Çalışanların kişisel doz ölçümlerinin yapılması için **“Yetkili bir dozimetre servisi”** ile gerekli irtibatı sağlamakla sorumludur.
- İşyeri ölçüm programı oluşturmakla sorumludur.
 - İşyerlerinin ölçümlemesinde;
 - Ölçüm yöntemleri,
 - Ölçüm alınacak yerler,
 - Ölçüm sıklığı,
 - Referans seviyeler aşılması halinde yapılacak işler belirlenir.
 - Ölçümlerin kayıtları tutulur.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

Lisans/İzin Sahibi ve İşveren

- Cihazda ortaya çıkacak hatalar ile olası insan hataları konusunda firmadan bilgi almalıdır.
- Olası hatalar ile ilgili her türlü önlem alınmalıdır.
- Kalibrasyon, kalite temini, ve cihazların kullanımı Konusunda ilgili personelin eğitimi sağlanmalıdır.
- Düzenleyici Kuruluşça belirlenen çerçevede sağlık gözetimi için gerekli düzenlemeleri yapmakla sorumludur.
- Her çalışan için ışınlanma kayıtları tutulacaktır.
- Kişiler aldıkları dozlar hakkında bilgilendirecektir.
- Kaza ve olaylara ilişkin dozlar ayrıca rapor edilecektir.
- Kayıtların gizliliği sağlanacaktır
- Kayıtlar en az 30 yıl saklanacaktır.

Sorumludur.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

Radyasyondan Korunma Sorumlusu

- İşleyişi Denetlemek
- Yerel kurallar ve uygulamalar için önerilerde bulunmak
- Eğitim gereksinimlerini belirlemek ve eğitim programında yer almak
- Görevleri tanımlamak
- Eksiklikleri lisans sahibine bildirmek
- Denetçilerle birlikte çalışmak ve iç ve dış denetimleri kolaylaştırmak
- Cihazın alınması ve tesisin tasarlanmasında görev almak
- Kişileri ve alanları izlemek
- Kayıtların tutulmasını sağlamak
- İnceleme düzeyinin aşıldığı durumları araştırmak, soruşturma yapmak
- Acil durum işlemleri için tatbikatlar yapmak

Sorumludur.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

• Çalışanlar

Radyografi operatörlerinin güvenli bir çalışmanın gerçekleştirilmesinde çok büyük sorumlulukları vardır. Profesyonelce sorumlulukla yürütülmeyen bir radyografi çalışması, hem operatör hem de çevresi için ciddi riskler yaratır.

- İşveren, izin/lisans sahibi tarafından konulan kurallara uyacaktır.
- Ölçüm cihazları ve koruyucu teçhizatı ve elbiseleri uygun şekilde kullanacaktır.
- Bilgilendirilme, kurallara uyma ve eğitim programlarına uyacaktır.
- Standartların dışına çıkılmasının kaçınılmaz olduğu durumları rapor edecektir.
- Radyografi ekipmanları ve yardımcı donanımın güvenli bir şekilde çalışmasını sağlayacak her türlü önlem ve bakım yerine getirilmeli, cihaz ve donanımın kötü ve yanlış kullanımına izin verilmemelidir. Özellikle zor saha koşullarında, yalnızca radyolojik olmayan kaza risklerine karşı da dikkatli olunmalıdır.

– Gerek teknik açıdan gerekse radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği açısından, radyografi operatörleri, teknik standart ve spesifikasyonların da zorunlu kıldığı, belirli bir personel vasıflandırma ve sertifikalandırma programından geçirilmeli, radyografi ekipmanının doğru kullanımını bildiğini gösterebilmelidir. Radyografi operatörü işinin teknik gereklerini ve temel güvenlik kurallarını bilmeli, talimatlara, tanımlanmış radyasyon güvenliği prosedürlerine uygun çalışmalıdır. Operatör, tehlike ve kaza durumları dışında, izin verilen doz limitlerini aşacak bir ortamda çalışmamalıdır.

– Operatör, çalışmalar sırasında radyasyon risklerini değerlendirebilmek için gerekli tüm ölçümleri yapmalıdır. Doz hızı ölçüm cihazları, gerek ışınlama öncesi gerekse ışınlama sonrası ışınlamaya cihazlarına yaklaşırken kaza ışınlanmalarına karşı son derece yararlıdır.

Sorumludur.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

Radyasyon Cihazlarının İmalatçıları ve Dağıtımçıları

Gama radyografi cihazları, saha kullanım koşullarına uygun olarak tasarlanmış olmalıdır. Her yeni ekipman ISO 3999 ya da eşdeğeri bir standarda uygun olarak üretilir ve sınıflandırılır. Sızdırmaz kaynaklar ise ISO 2919 un gereklerini yerine getirmelidir. Eğer ışınım kaynakları ya da kaynak taşıyıcılar nakledileceklerse, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Güvenlik Standartları Serisi No. ST-1 (IAEA Safety Standard Series No. ST-1) e uygun olmaları gerekmektedir. Sistemin tek bir parçasının hatasının acilen tesbit edilebileceği ve planlanmayan ışınlanmalar nedeniyle kişisel dozun ve insan hatalarının minimize edilebileceği özellikte olmalıdır.

Radyasyon Korunmasında Temel Sorumluluklar (Devam)

Müşteri

Müşteri radyografi hizmeti veren firmayı kiralayan taraftır.

Müşteri, radyografi firmasının güvenli koşullarda çalışmasını güçleştirecek sözleşme koşulları empoze edemez. Çalışma sahasında radyografi faaliyetlerinin diğer çalışmalarla radyasyon riskini minimize edecek şekilde eşgüdümünü sağlanmasından sorumludur.

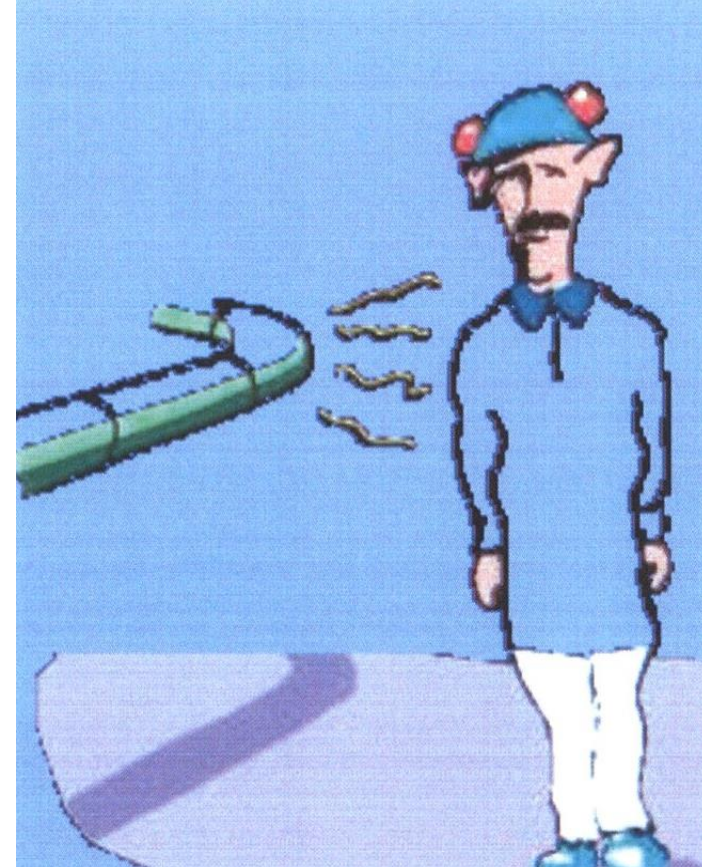
Müşteri, radyografi operatörleri için, güvenli iskele, uygun aydınlatma vb. dahil, güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktan sorumludur.

Gerektiğinde ve mümkünse, müşteri radyografi şirketine radyoaktif malzemeyi güvenli bir şekilde saklayabilmesi için uygun bir yer gösterir.

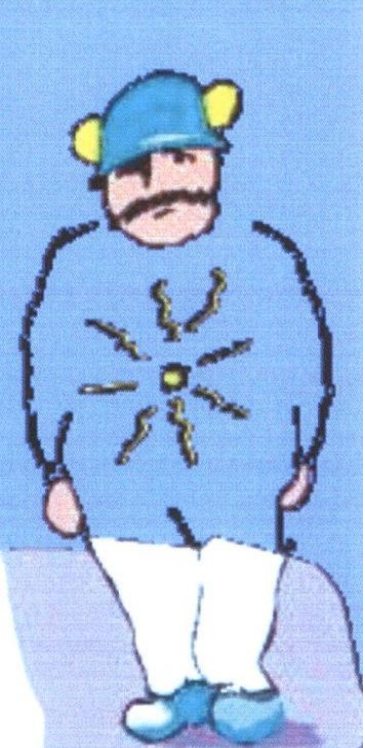
Işınlanmaya Maruz Kalma Şekilleri

İnsanların ışınlanmaya maruz kalması farklı şekillerde olabilir:

Dış Işınlanma: Radyoaktif maddelerden veya radyasyon üreten cihazlardan (Röntgen cihazları vb.) çıkan gama ve X-ışınlarına bütün vücudun veya eller gibi (kısmi) bazı bölgelerin iyonlaştırıcı radyasyon ile ışınlanmasına maruz kalma durumudur. Işınlama bittikten sonra doz alımı (ve salınımı)söz konusu değildir. Dış radyasyon tehlikesine ise alfa, beta, nötron parçacıkları ile gama ve X- ışınları yol açar.



İç Işınlanma: Radyoaktif maddelerin istenmeyen bir şekilde solunum ve sindirim sistemleri, veya derideki yaralar vasıtası ile vücut içerisine alınmasıdır. Vücut içerisine girmiş olan radyoizotoplar hangi yolla alınmış olursa olsun vücut içerisine dağılarak fiziksel yarılanma süresine ve biyolojik yarılanma süresine bağlı olarak atılır.



Solunum, sindirim ya da deri yoluyla iç radyasyon tehlikesinden korunabilmek için, radyoaktif maddelerle çalışırken koruyucu giysi, eldiven, filtre ve maskeler kullanılmalı, bu giysiler dışarı çıkarılmamalı ve kuşkusuz mutlaka dozimetre kullanılmalıdır.



DIŞ IŞINLANMA KORUNMA

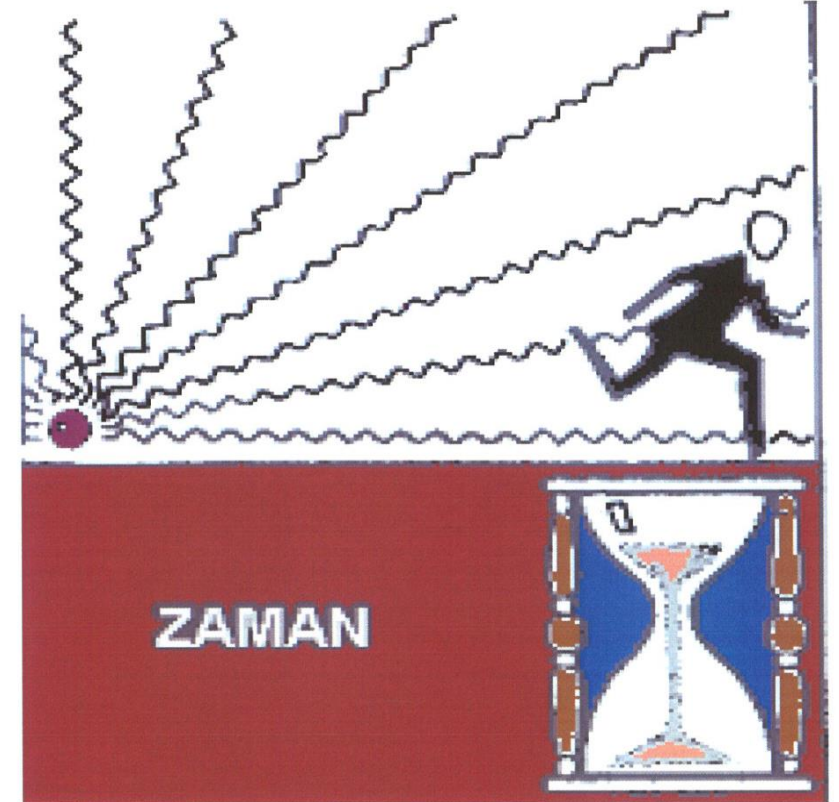
Dış radyasyondan korunmanın 3 temel kuralı vardır:

- Zaman** : Radyasyon alanından mümkün olan en kısa zamanda uzaklaşılmalıdır
- Uzaklık** : Radyasyon kaynağından mümkün olduğu kadar uzakta durulmalıdır (Ters kare kuralı)
- Zırhlama (Koruyucu Engel)** : Radyasyon kaynağı ile insan arasında mümkün olduğu kadar kalın ve etkili (Radyasyonu absorbe eden) zırhlama malzemesi bulunmalıdır.

ZAMAN

Radyasyon kaynağı ile çalışmalarda zaman en önemli faktördür. Alınan radyasyon oranı zaman ile doğru orantılı olarak artar. Radyasyonla çalışmalarda mümkün olduğunca deneyimli personelle çalışılmalıdır. Çalışmalarda istenilen optimum kalite koşulların sağlanması koşulu radyografi personeline kazandırılmalıdır.

Örneğin; pozlama için gerekli minimum zaman tercihi, pozlamanın hatasız olması için gerekli şartların kazandırılması hatalı çekimle tekrar tekrar çalışmaların azaltılması, en az zamanla en iyi film görüntüsü elde edilmesi gibi.

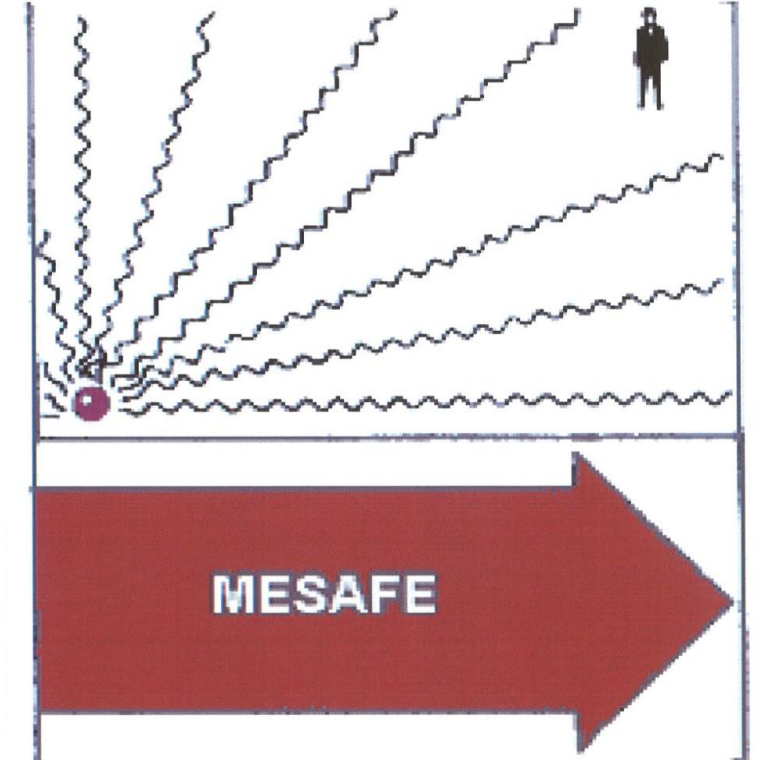


MESAFE

Ters Kare Kuralı

Radyasyon kaynağından uzak durmanın önemini ise ters kare kuralı açıklamaktadır : Dozimetre ile yapılan ölçümler, doz hızının, uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azaldığını göstermiştir.

Radyasyon kaynağından 8 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunan doz şiddeti 100 mR/h ise, radyasyon kaynağından 1 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunacak değer 6400 mR/h olur.



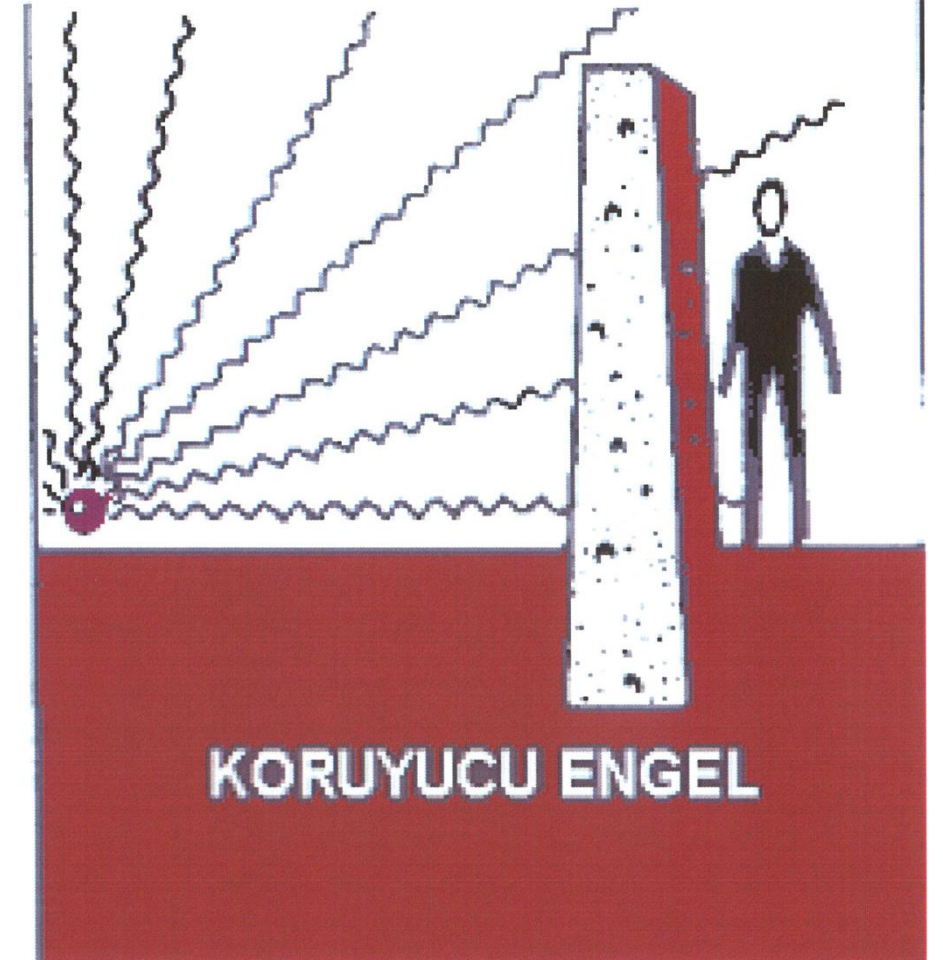
ZIRHLAMA (Koruyucu Engel)

Radyasyon kaynağı ile kişi arasına havadan daha yoğun bir maddenin konulmasıyla radyasyon şiddeti azaltılabilir.

Zırhlama materyalinin seçiminde;

- Radyasyonun tipi
- Radyasyonun enerjisi
- Malzemenin yoğunluğu

önemlidir.



Curies Iridium-192

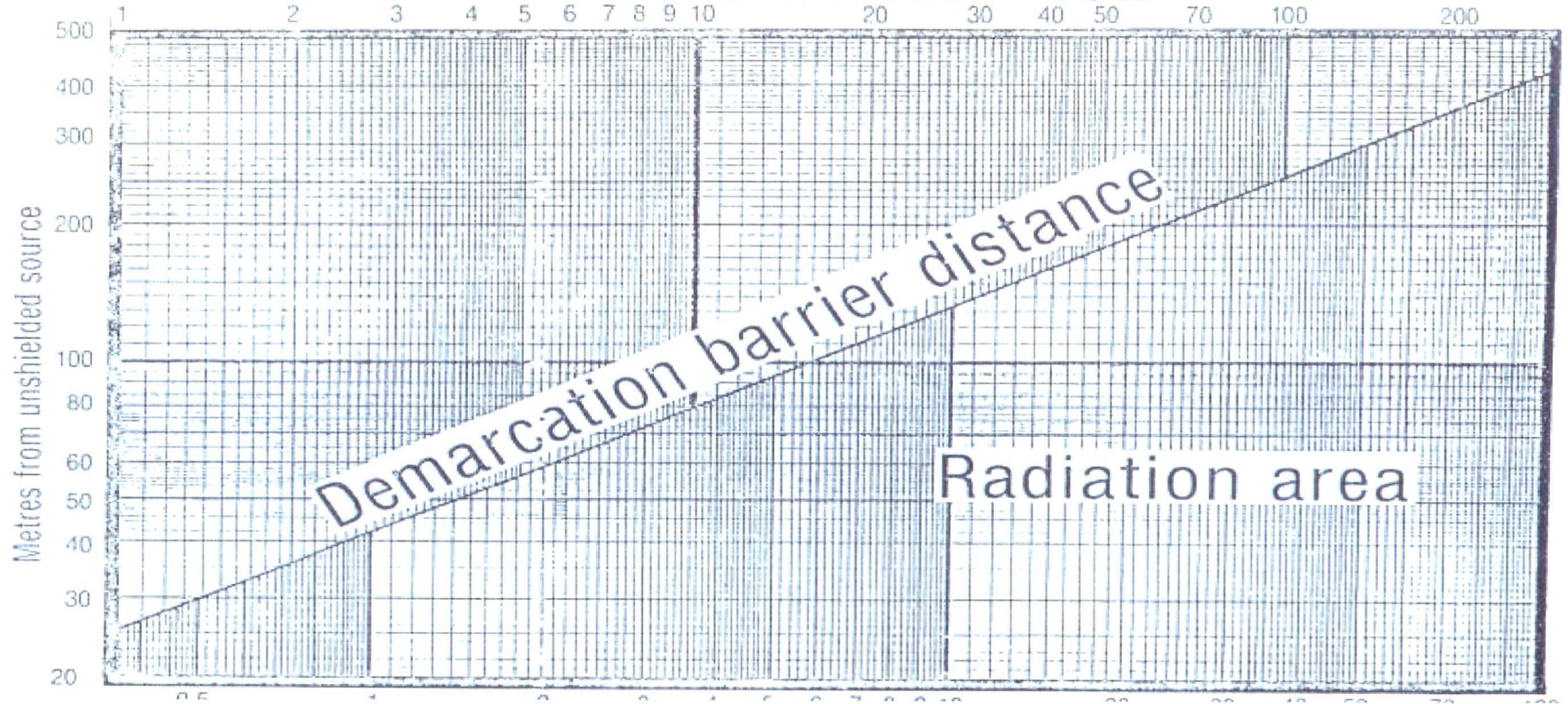


Figure 5. Barrier distances (F) for conversion to SI Units 1 Curie = 3.7×10^{10} becquerel

Radyasyondan bölgeyi ayırmak için güvenlik bariyeri çekme mesafesi çizelgesi

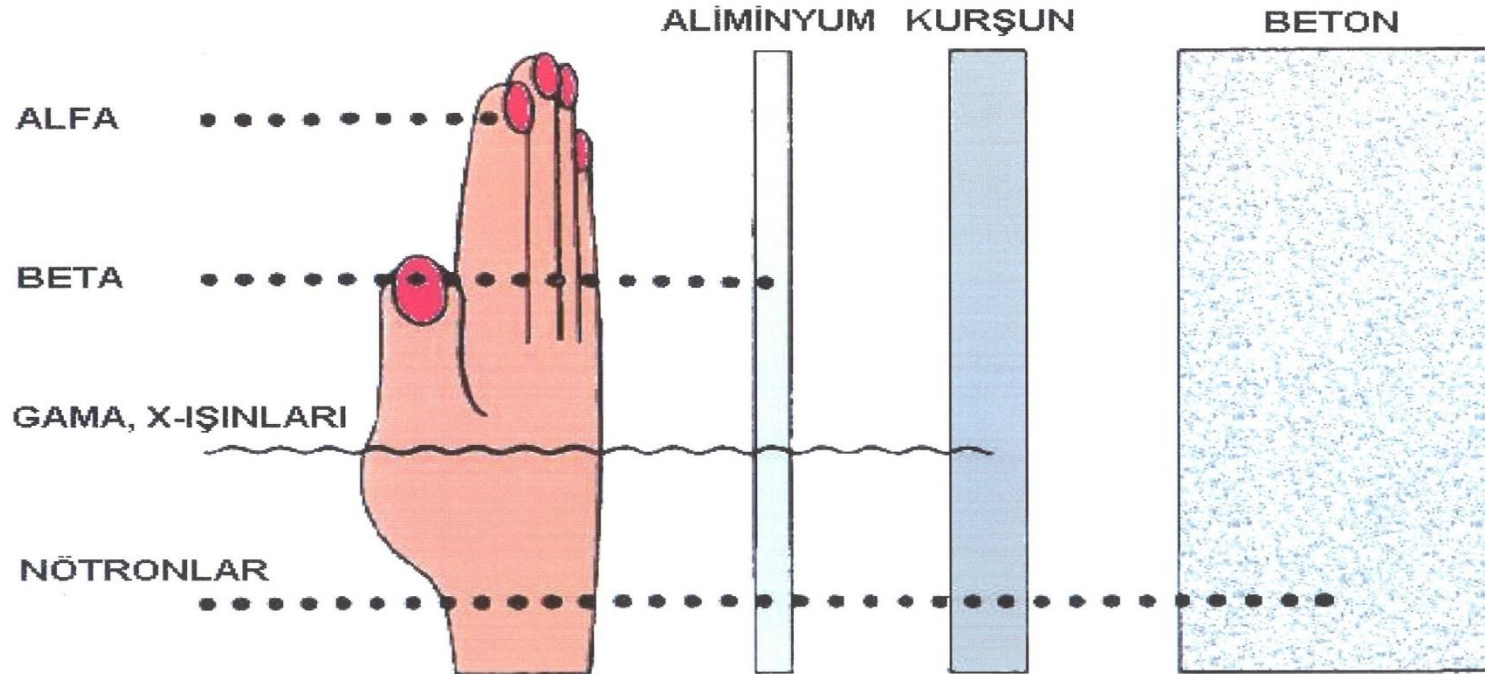
İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN GİRİCİLİĞİ

ALFA: İnce bir kağıt tabakası veya cilt tarafından soğurulur.

BETA: İnce bir metal tabakası tarafından soğurulur.

GAMA: Giricilik özelliği fazla olduğu için kurşun ve beton gibi yoğun malzemelerde soğurulur.

NÖTRON: Su ve beton bariyerle engellenebilir.



Safety Standards (IAEA)-2011

Gereklilikler:

- Justifikasyon**
- Optimizasyon**
- Doz sınırları**

1) JUSTİFİKASYON (GEREKÇELEME)

Justifikasyon “Kişilere veya topluluklara, radyasyon hasarlarına karşı net bir yarar sağlamayan radyasyon uygulamalarına izin verilmemelidir.”

2) Optimizasyon

Uygulamalarda net yararı maksimize etmek üzere ışınlanan kişilerin sayısı, bireysel dozun büyüklüğü ve ekonomik ve sosyal faktörler dikkate alınarak, mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılmasıdır.

- **ALARA**

ALARA (As Low As Reasonably Achievable) “Mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması”



3) Doz sınırları

1) Birincil sınırlar : Radyasyon görevlilerinin (18 yaş ve üzeri) veya toplum bireylerinin alabileceği yıllık doz sınırlarıdır.

Radyasyon Görevlileri İçin

- Etkin doz : 20 mSv/yıl (5 yılın ortalaması)
50 mSv/yıl (tek yıl için)
- Eşdeğer Doz :150 mSv/yıl (göz için)
- Eşdeğer Doz :500 mSv/yıl (Cilt, el,ayak için)

Halk İçin

- Etkin doz :1 mSv/yıl (5 yılın ortalaması)
5 mSv/yıl (tek yıl için)
- Eşdeğer Doz :15 mSv/yıl (göz için)
- Eşdeğer Doz :50 mSv/yıl (Cilt, el,ayak için)

Genç çalışanlar için:

- 16 yaşından küçükler mesleki ışınlamalara maruz kalınacak işlerde çalıştırılamaz.
- 16 -18 yaşın arası gözetim altında olmadıkça ve eğitim maksatları dışında kontrollü alanlarda çalıştırılamaz!

Doz limitleri (IAEA-SS-2011):

- Etkin doz : 6 mSv/yıl (tek yıl için)
- Eşdeğer Doz : 20 mSv/yıl (göz için)
- Eşdeğer Doz : 150 mSv/yıl (Cilt, el,ayak için)

Doz sınırlarına dahil edilmeyen
ışınlamalar

Doğal radyasyondan (2-3 mSv/yıl) ve tıbbi ışınlamalardan alınan dozlar yıllık doz sınırına dahil edilmez!

Hamile çalışanlar için:

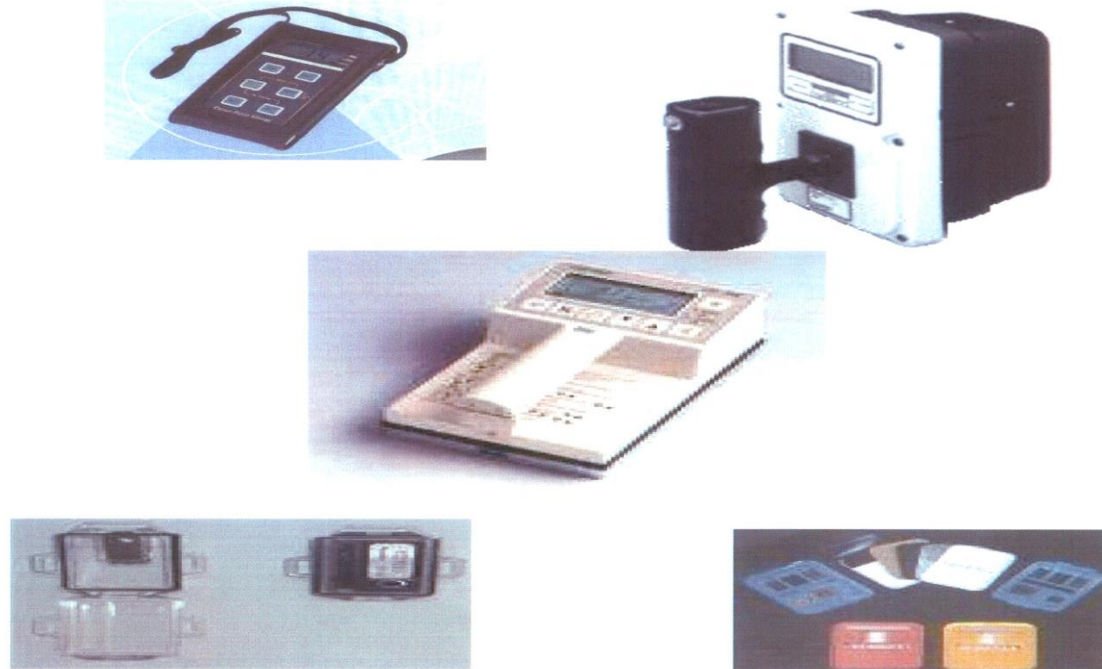
- Doz sınırları normal çalışma şartlarında kadın veya erkek için farklı değildir.
- Çalışma koşulları embriyo veya fetusun halk için izin verilecek düzeyi aşmayacağı şekilde **(1mSv)** korunmasını sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Hamileliğin anlaşılmasından sonra dış ışınlamalarda; abdomen yüzeyi için doz sınırı (hamileliğin sonuna kadar) **2 mSv** ve iç ışınlamalar için 1/20 ALI tavsiye edilmektedir.

2) İkincil Sınırlar

- ALI: Radyoaktif maddelerin Becquerel (Bq) cinsinden yıllık olarak vücuda alınabilir sınır değerleri, (ALI kelimesi İngilizce "Annual Limits on Intake")

Kişisel Dozimetre : Mesleki ışınlamalardan kaynaklanan personelin maruz kaldığı radyasyon dozunu ölçmede kullanılan cihaz veya düzenektir.

Dozimetri : Radyasyon kaynakları ile çalışan kişilerin maruz kaldığı radyasyon dozunun belirlenmesinde kullanılan cihazlar ve işlemleri ifade eden sistemdir.



Yılda 6 mSv'ten daha fazla etkin doza veya göz merceği, cilt, el ve ayaklar için yıllık eşdeğer doz sınırlarının 3/10'undan daha fazla doza maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur.

**ÇALIŞMA KOŞULU “A” DURUMUNA
UYAN TÜM ÇALIŞANLAR KİŞİSEL
DOZİMETRE KULLANMAK
ZORUNDADIR.**



Kişisel Dozimetrelerin kullanım şekli

- Tüm vücut dozimetresi göğüs cebi hizasına takılır. Koruyucu giysinin altında kalmalıdır.
- Yüzük dozimetre radyasyona maruz kalan elde kullanılır.
- Kullanıcılar adına kayıtlı gelen dozimetre sadece çalışma alanında kullanılır. Çalışma süresi sonunda radyasyon alanı dışarısında muhafaza edilir.

Radyasyon alanları

Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar “**radyasyon alanı**” olarak değerlendirilir.

Radyasyon alanları

- **Denetimli Alanlar**
- **Gözetimli Alanlar**

Denetimli alanlar, görevi gereği radyasyonla çalışan personelin, ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırlarının % 30 undan fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlar olarak tanımlanmaktadır. Denetimli alanların giriş ve ıkışları kontrollü olup, bu alanlarda çalışma, radyasyon güvenliği açısından özel kurallara bağlıdır.



- Denetimli alan fiziksel olarak ayrılmalıdır.
- Alana giriş noktasına ve uygun yerlere “Radyasyon uyarı sembolü” ve “uygun talimatlar” asılmalıdır.
- Lokal kurallar ve prosedürler ile korunma ve güvenlik önlemleri oluşturulmalıdır.
- Alana giriş kilit v.b. şekilde sınırlandırılmalıdır.
- Alana girişte koruyucu giysi, ölçüm cihazı vb malzemeleri bulunduracak imkanlar sağlamalıdır.
- Önlemlerin yeterliliği denetlemelidir.

Gözetimli alanlar, radyasyon görevlilerinin yıllık doz sınırlarının % 5'inin aşılması olası ama % 30'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümü gerektirmeyen, bununla birlikte çevresel radyasyonun izlenmesi gereken alanlar olarak tanımlanır.

- Alanlar belirlenmelidir.
- Giriş noktalarına uygun işaretler konulmalıdır.
- Önlemler düzenli olarak gözden geçirilmelidir.
- Periyodik olarak koşulların gözden geçirilerek, koruyucu önlem ya da alan sınırlarında değişiklik gerekip gerekmediğinin değerlendirilmesi gerekir.

RADYASYON KAYNAKLARININ ENDÜSTRİYEL KULLANIM ALANLARI

Yapay Radyasyon Kaynakları

Reaktör, hızlandırıcılar ve röntgen cihazları gibi makinelerde üretilen iyonlaştırıcı radyasyonlardır.

Radyografi / Radyoskopi Cihazları: X-Işınları, Co-60, Ir-192, Se-75, Yb-169

Işınlama Sistemleri: Elektron demeti, Co-60

Eğitim-Araştırma ve Analiz Cihazları : X-Işınları, Fe-55, Ni-63, P-32, Cl-36, H-3

Yoğunluk ve Nem Ölçüm Cihazları: Cs137, Am-241/Be

Proses Kontrol (Kalınlık, Ağırlık, Seviye, v.b) Cihazları: Cs137, Sr90, Kr85, Co60, Am241

Paratonerler, Duman Dedektörleri ve Tüketici Ürünleri: Am-241, Th-232 , H-3, Sr-90, Pu-238, Pr-147, Co-60

Sahada Radyografi Çalışmaları

Radyografi çalışmaları çoğunlukla şantiyelerde olduğu gibi açık sahalarda yapılır. Sahada radyografi çekimine başlamadan önce, radyasyon güvenliğinin sağlanabilmesi için çekim yapılacak yer, o kısımda bulunan insanlar, hava koşulları, günün hangi saatinde çalışılacağı ve radyografi çekim koşulları (zeminde, yüksekte, kapalı alanda vb.), kullanılacak ışınım kaynağı (enerji, aktivite vb), ışınlama süreleri gibi hususların göz önüne alınması gerekecektir. Bir çok değişkenin kontrol altında tutulması gereği nedeniyle, sahada yapılan radyografi çalışmalarında birden çok radyografi görevlisi bulunması gerekir.

Saha Çalışmalarında Denetimli Alan

Saha radyografi çalışmalarının yapıldığı yerler doğal olarak radyasyon alanlarıdır. O nedenle sahada radyografik çekim yapılan alanların, özel koruma önlemleri alınarak, buralarda radyasyon güvenliğinin sağlanması, yani bu alanların denetimli alanlar olarak gösterilmesi gerekir. Denetimli alanın sınırı, TAEK in belirlediği doz hızı sınırı ile belirlenir. Buna göre film çekimi sırasında radyografçıların bulunduğu bölgede radyasyon doz hızı $7.5 \mu\text{Sv/saat}$ değerini aşmamalıdır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), denetimli alanlar için sınır doz hızını, kolimatör kullanılabildiğinde $7.5-20 \mu\text{Sv/saat}$, aksi takdirde tipik olarak $50 \mu\text{Sv/saat}$ mertebelerinde önermektedir. Kuşkusuz izotopun ileri ve geri sarımı sırasında bu sınırlar aşılabacaktır. Ancak, kısa bir süreyi aldığından bu olay genellikle radyasyondan korunma sorunu olarak görülmez.

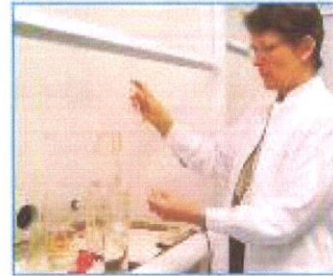
Denetimli alanların sınırları mutlaka görünür bir şekilde, örneğin renkli şeritle ve belli aralıklarla konan uyarı işaretleri ile işaretlenmeli, belirgin olmalıdır. Mümkün olduğunda, bir kısmında duvar ya da geçici bariyerler gibi fiziki geçiş engelleri kullanılmalıdır. Her durumda ışıklı ya da sesli uyarı sinyalleri yerleştirilmelidir. Gerek çekim öncesinde, gerekse çekim sırasında, radyasyon görevlilerinden başkasının denetimli alana girişini önlemek amacıyla alan sınırları bir radyasyon görevlisi tarafından denetlenmelidir.

Zırhlama

Uygun bir zırhlama, hem denetimli alanın daha küçük olmasını hem de radyografi çalışanlarının daha az doz almasını sağlar. Bunun için çekimi yapılan parça ve çekim alanının durumuna bağlı olarak, uygun bir çekim düzenlemesi ile çevreye yayılan radyasyon en aza indirilebilir. İdeal durum, ışınların yalnızca filmi çekilen kısma yönlendirilebilmesidir. Kolimatörlerle yapılan zırhlama bu bakımdan çok yararlı ve işlevseldir.

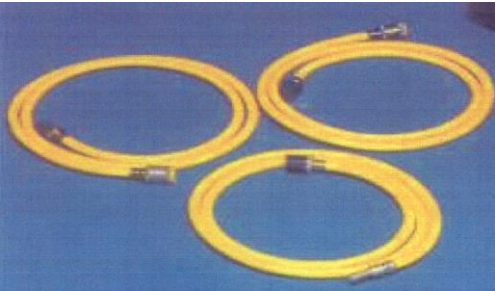
AÇIK ALAN RADYOGRAFİSİ

1. Radyografi çalışmaları, radyasyon korunması konularında eğitilmiş kişiler ve yetkilendirilmiş yardımcıları tarafından yapılmalı, çalışan kişiler tıbbi kontrolden geçmiş olmalı, belirli aralıklar ile bu tıbbi kontroller tekrarlanmalı ve kişisel dozimetre kullanmalıdır. Normal koşullarda, çalışanların bir yılda maruz kalacakları bütün vücut dozları bu Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde belirtilen doz değerlerinden daha fazla olmamalıdır. Çalışmalara başlamadan önce burada belirtilen hususlar okunmalı ve işin önemi konusunda personel ile toplantı yapılarak görüş ve düşünceleri alınmalı, sorular cevaplandırılmalıdır.

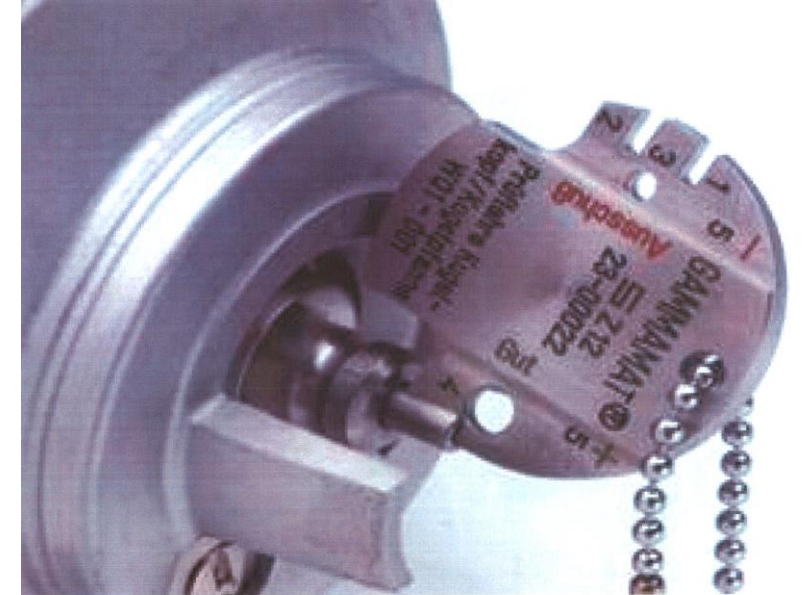
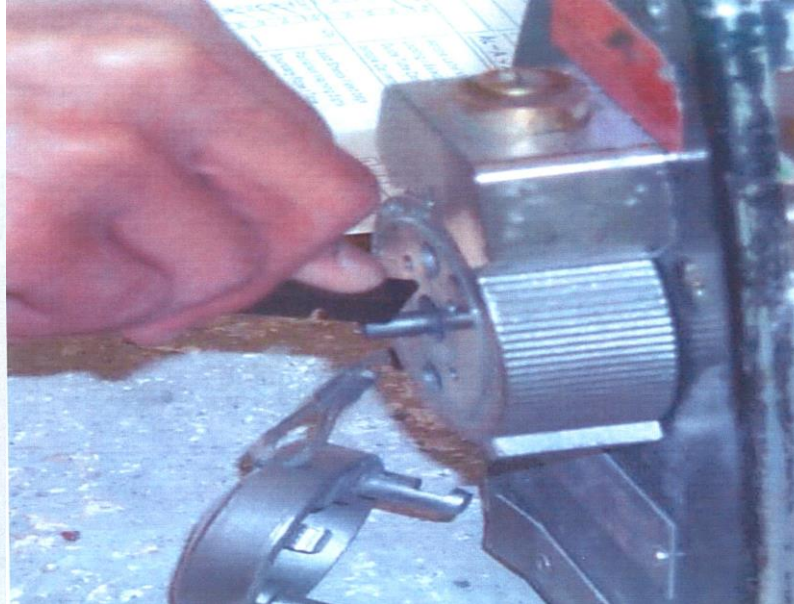
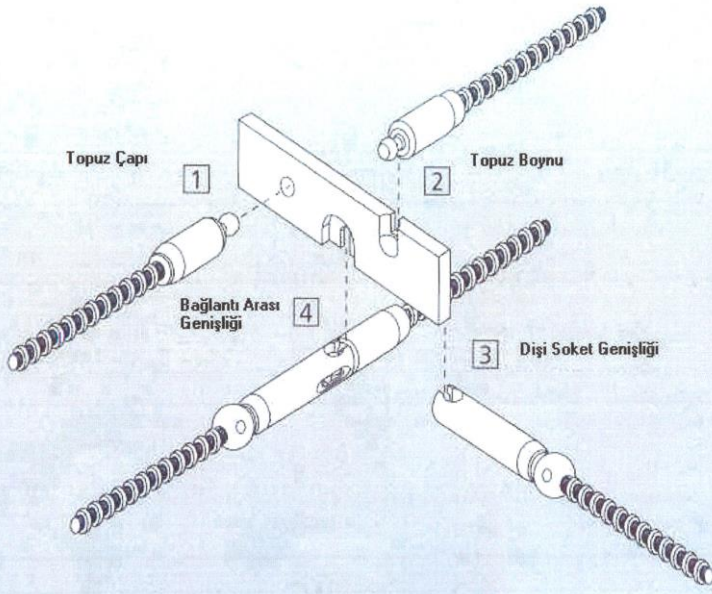


2. Gama radyografi çalışmalarında bu amaçla üretilmiş olan cihazlar kullanılmalı ve ilgili kullanım yöntemleri sık sık kontrol edilerek tekrarlanmalıdır.
- a. Radyografci kullandığı bütün aletlerin kullanma yöntemlerini ve olası problemleri bilmelidir.
 - b. Kaynak hakkında yeterli bilgi sahibi olunması ve özellikle ışınlama yapmak için nasıl kullanıldığının bilinmesi önemlidir.
 - c. Radyografi çalışmalarında aşağıda belirtilen gerekli bütün malzemeler hazır bulundurulmalıdır:

1. Radyografi cihazı içerisinde güvenli olarak yerleştirilmiş radyasyon kaynağı,
2. Kılavuz kablosu, sürgü ve kontrol kabloları veya kaynakla çalışmak için diğer aletler,
3. Demet sınırlayıcılar, koruyucu engel yapmak üzere malzemeler,
4. Uyarı işaret ve sinyalleri,
5. Radyasyon ölçme aleti, dozimetre ve acil durumlarda müdahale edebilmek üzere gerekli alet ve malzemeler.



3. Aşağıdaki bilgileri içeren bir kontrol formu hazırlanarak radyografi cihazına yapılan haftalık bakım çalışmasının kaydı tutulur;
- Radyografi cihazı, rutubetten, kum ve tozdan temizlenir.
 - Yalnız önerilen yağlar kullanılarak, hareketli parçalarının bakımları yapılarak temizlenir.
 - Vida ve somunların sıklığı, vida dişlerinin ve yayların hasar görüp görmediği kontrol edilir.
 - Kaynağın kilit mekanizmasının doğru çalıştığı kontrol edilerek emin olunur.
 - Pigtail kapağı açılarak temizlenir, master kullanılarak yıpranma ve hasar kontrolü yapılır.
 - Kontrol kablosu, pigtaile bağlanır ve yavaşça çekilerek veya döndürülerek bağlantının ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilir.
 - Geçiş soketi yerinde iken, kumanda kablosu yuvası kilitlem bileziğine bağlanır ve bağlantının sıklığından emin olunur.
 - Kablo yuvası ve kablo ayrılarak pigtail kilidi açılır ve kaynak çıkış tapası, kılavuz tüp yatağından ayrılır.
 - Kılavuz tüp bağlanarak, tel geçişi için ve bağlantının sıklığı kontrol edilir.
 - Kılavuz tüp ayrılarak kaynak geçiş tapası yerleştirilir.
 - Uyarı levhaları ve kaynağa ait bilgilerin okunabilirliği kontrol edilir.
 - Radyografi cihazı yüzeyinin yakınında doz şiddetleri ölçülür. Her bir arıza yetkili kişiye rapor edilir.



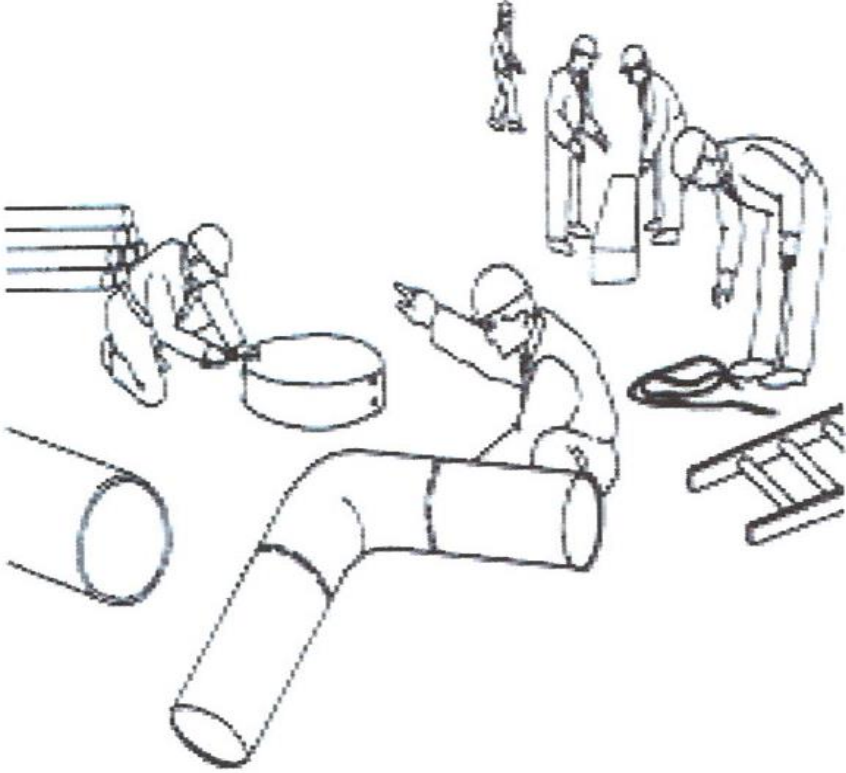
4. Aşağıdaki bilgileri içeren bir kontrol formu hazırlanarak yardımcı malzemelerin yapılan haftalık bakımlarını gösteren kayıtlar tutulur:

- Kontrol kablosu dişli sistemi ve radyografi cihazının bağlantı parçaları ile diğer bağlantıların uygun sıklıkta olup olmadığı kontrol edilir.
- Temiz bir yerde, kısa uzunluklar halinde kablo hafif hafif burularak içerisinde dişlinin düzgün hareketini engelleyen herhangi bir yırtık veya çapaklanma olup olmadığı kontrol edilir.
- Yalnız önerilen yağlar kullanılarak hareketli parçaların bakımları yapılarak temizlenir.
- Mastar kullanılarak kablo uçları, hasar veya yıpranma açısından kontrol edilir.
- Yırtılmalar, ezilmeler veya kablo hareketini etkileyebilecek olan diğer hasarlar açısından kontrol kablo yuvası incelenir.
- Kılavuz kablosu ve uzatma kabloları; kaynak hareketini etkileyebilecek yırtılmalar, kum taneleri dolması veya çapaklanmış teller açısından kontrol edilir. Her bir arıza yetkili kişiye rapor edilir.



5. Her bir çekim için gerekli hazırlıklar önceden yapılmalıdır:

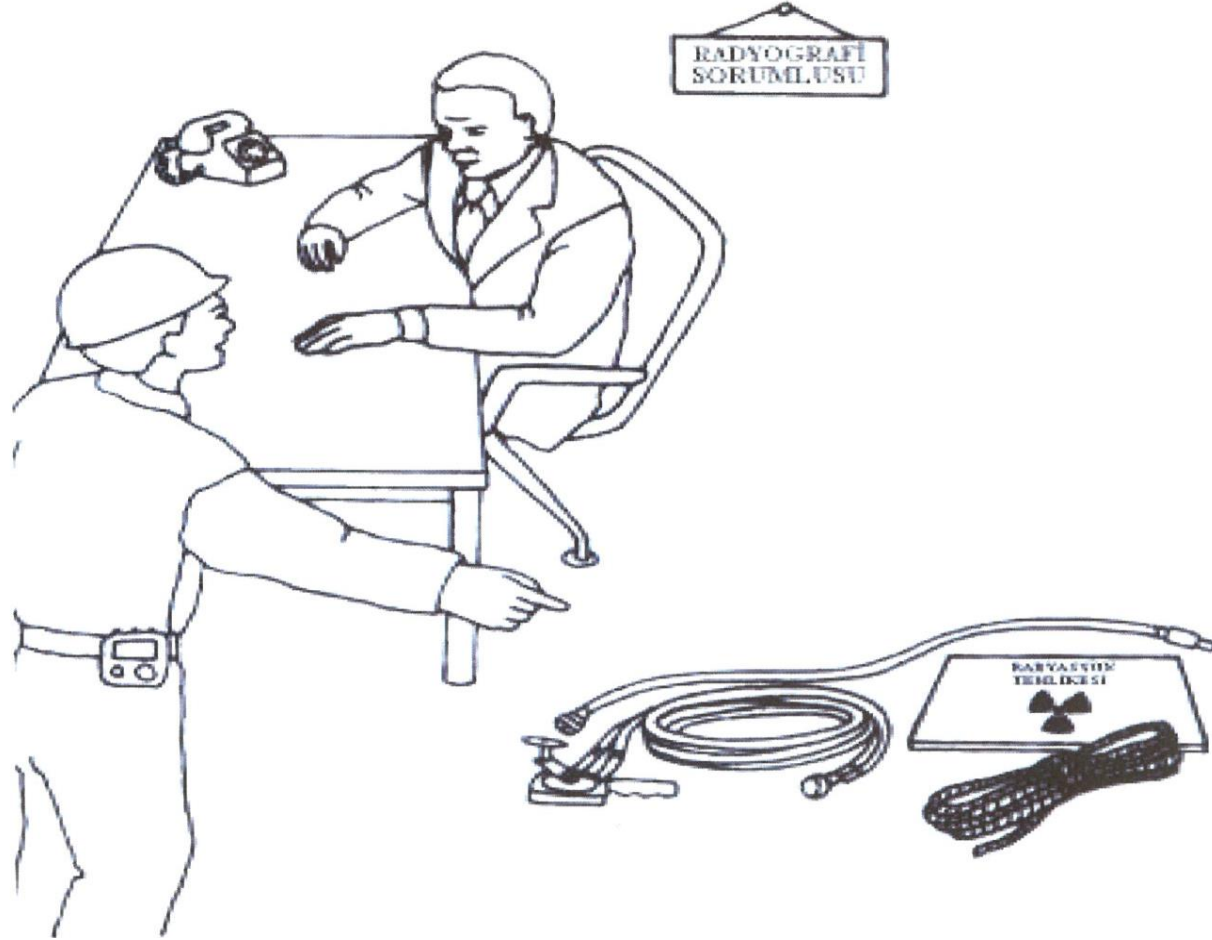
- Bu hazırlıklar sırasında ve çekim anında çevredeki diğer çalışmaların ve radyografi çalışmalarının aksamaması için en uygun çalışma planı tercih edilmelidir.
- Kaynağın mevcut aktivitesi ve gerekli olan ışınlama süresi hesaplanmalıdır.
- Çekim sırasında, mümkün olduğunca demet sınırlayıcısı (kolimatör) kullanılmalı ve radyasyon demetinin çevrede insanlar tarafından kullanılmayan alanlara yönlendirilmesi sağlanmalıdır.
- Belli bir bölgenin ayrıca zırhlanmasına gerek olup olmayacağı incelenmelidir.
- Kontrollü alanı sınırlayan engellerin koyulacağı uzaklıklar hesaplanmalı ve engellerin kalış süresi ile çevrede çalışan diğer kişilerin bu alana giremeyeceği yetkili kişilere bildirilmelidir.



6. Radyografi çalışması yetkili kişinin önereceği yer ve zamanda yürütülmelidir. Bu iş için gerekli izinler ve diğer belgeler alınmalıdır.

Bütün yardımcı cihazlar önceden çalışma alanına getirilmelidir.

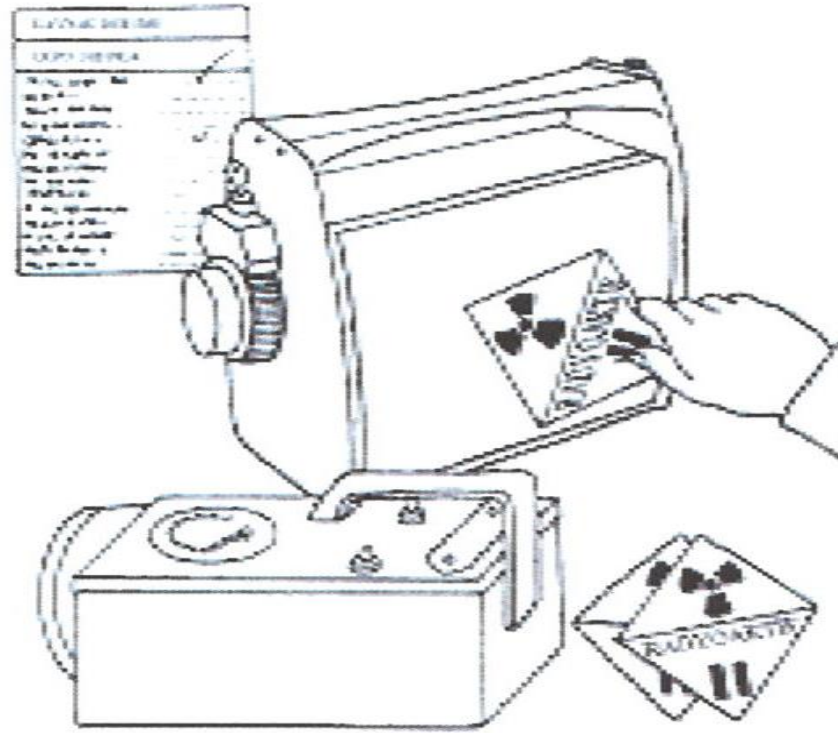
Özellikle yemek arası gibi kısa sürelerdeki çalışmalarda, ışınlama için programlanmış zamandan önce engeller radyografi yapılacak alanda yerlerine koyulmalıdır.



7. Radyografi cihazının üzerindeki kaynak kilit anahtarı alınır ve depoda bulunan panoya kaynağın dışarıda olduğu işaretlenir.

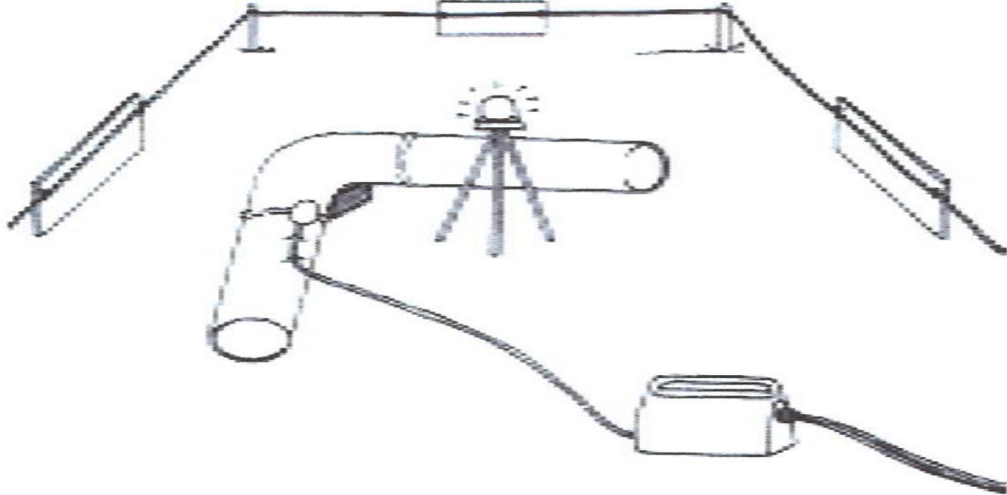
Radyografi cihazının kilitlenip kilitlenmediği kontrol edilir ve kaynağın tam olarak zırhlı konuma döndüğünden emin olmak için radyasyon ölçme aleti kullanılır. Okunan bu değer ile önceden okunan değerler kıyaslanarak radyasyon ölçme aletinin sağlıklı çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiş olur.

Radyografi cihazının her iki tarafına taşıma etiketi yapıştırılır ve araç üzerine uyarı levhaları konulur. Radyografi cihazı araçta bulunan kişilerden olduğunca uzakta bir yere yerleştirilir.



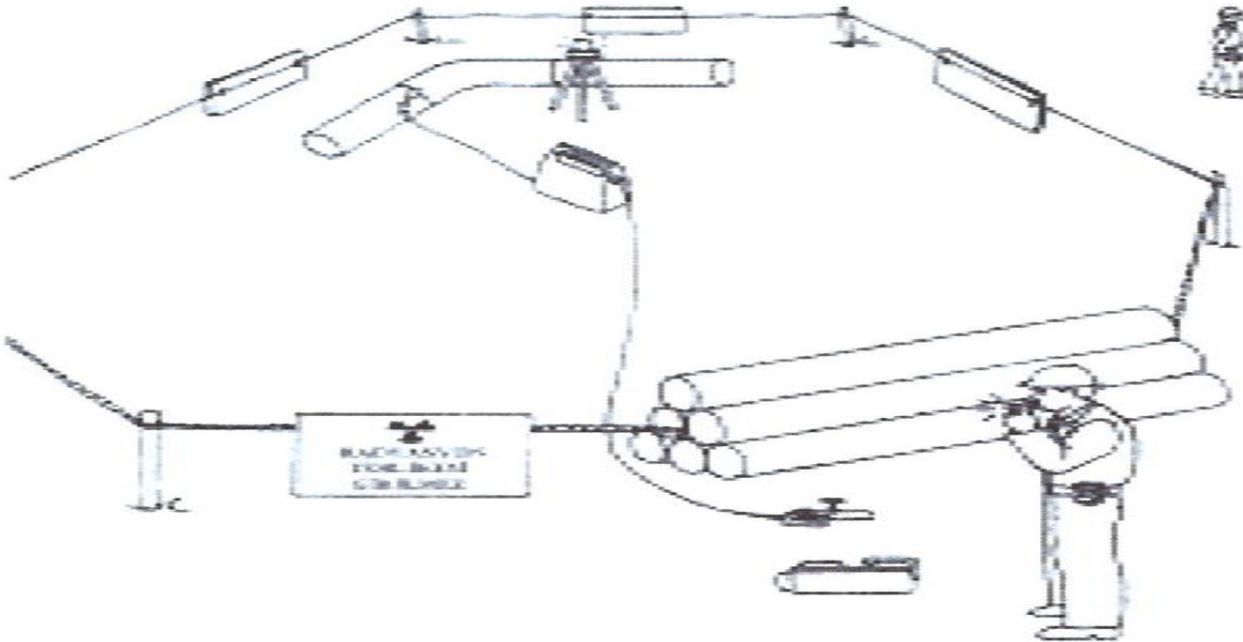
8.

- a. Sorumlu şahıs tarafından çalışma sahasında yardımcı kişilere haber verilerek önceden belirlenen zamanda, koruyucu engellerin, uyarı işaret ve levhalarının yerleştirilmesi sağlanır ve bölgede çalışan diğer kişilerin olmadığından emin olunur. Aynı zamanda demet sınırlayıcısı uygun pozisyonda sabitleştirilir ve kılavuz tüp doğru olarak yerleştirilir. Kaynağın geçişine engel olabilecek bir hasar olmadığı kontrol edilir.
- b. Radyografi cihazı kaynak çıkış tapası çıkartılarak temiz ve güvenli bir yere koyulur, kılavuz kablosu bağlanır.
- c. Dişli sistemi radyografi cihazının yanına getirilir ve kontrol kablosu düzgün bir şekilde açılarak harekete engel olan herhangi bir hasar olup olmadığı kontrol edilir.
- d. Radyografi cihazının kilidi açılır ve pigtailin kapağı çıkarılır. Dişli sisteminin kolunu çevirerek sürgü kablosunun ucu çıkartılır pigtaile bağlanır. Kontrol kolunu çevirmeden önce bağlantının güvenli olduğunun, kablonun yuvasına tam oturduğunun kontrolü yapılır. Kontrol kablosu mümkün olduğu kadar düzgün olarak yere serilir ve dişli sistem, belirlenen kontrollü alanın dışında ve bir koruyucu engel arkasına yerleştirilir.
- e. Kolimatör yanına kaynağın ışınlama pozisyonunu belirleyen uyarı lambası ve işaret levhası yerleştirilir. Bu durumda gama radyografi cihazı test ışınlaması için hazırdır.



9.

- Görevli kişiler, çalışma bölgesinde kimsenin bulunmadığını kontrol ederek koruyucu engellerin arkasındaki yerlerini aldıktan ve kontrollü alanın yanında yetkisiz herhangi bir kişinin bu alana girmesi halinde ikaz edilmesi için önceden düzenlenen ses sinyalinin kontrol edilmesinden sonra ışınlama yapmak üzere cihaz çalıştırılabilir.
- Dişli sistem kumanda kolu hızlı olarak çevrilirken, kolun kaç devir yaptığı sayılarak kaynağın tamamen kılavuz tüpün sonuna ve kolimatörün içerisine ulaşması sağlanır. Bu işlem için odyometre (zaman göstergesi) kullanılması daha uygundur.
- Kontrollü alan güvenli bir şekilde ve mümkün olan en kısa yol kullanılarak terk edilir.
- Kaynak kılavuz kablosu boyunca hareket ederken koruyucu engelin civarında radyasyon doz şiddeti $7.5 \mu\text{Sv/saat}$ değerini geçer fakat kaynak kolimatörün içerisindeyken kontrollü alanın sınırını belirlemek üzere koruyucu engel uygun bir şekilde işaretlenir.
- Daha sonra engelin konumu, özellikle demet doğrultusunda radyasyon ölçü aleti kullanılarak kontrol edilir. Gerekli ise engelin yeri değiştirilir.



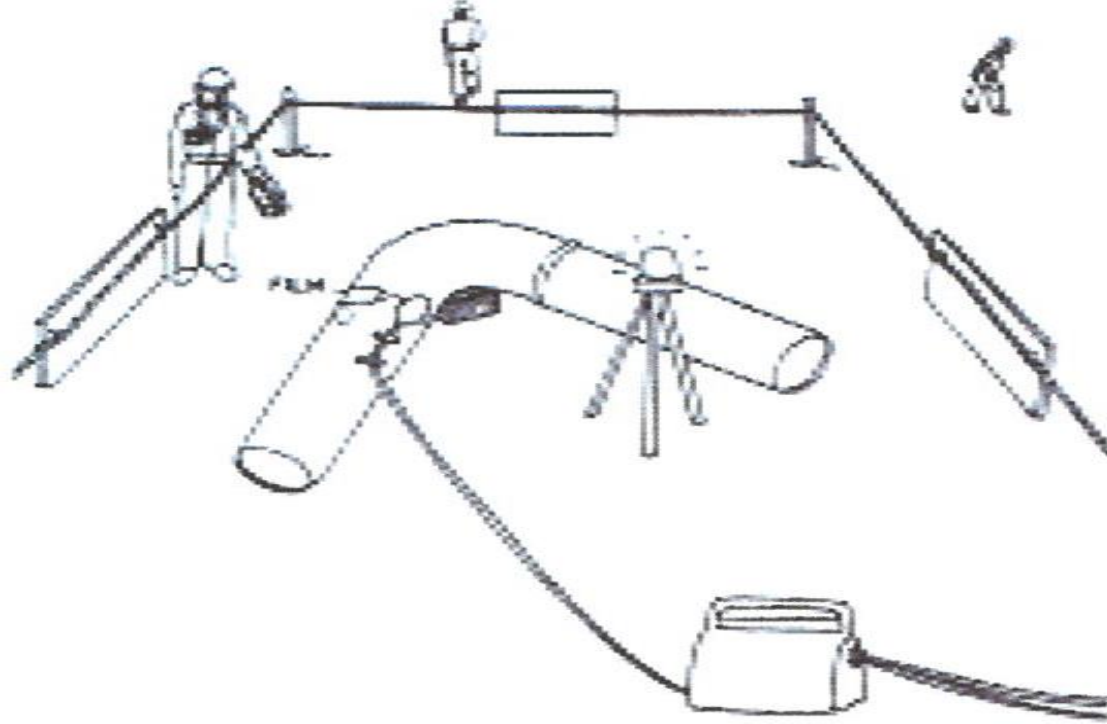
10.

- Bu kontrol işlemi hızlıca tamamlanarak geri gelinir ve ışınlama süresi bitiminde kaynağın tamamen radyografi cihazı içine geri çekildiği, kolu çevirirken kolun kaç devir yaptığı sayılarak sağlanır veya odyometreye bakılır.
- Kolimatörden radyografi cihazına kadar, kılavuz kablosunun kontrolü radyasyon ölçü aleti kullanılarak yapılır ve kaynağın radyografi cihazı içerisinde güvenli konumuna getirildiğinden emin olunur.
- Radyografik filmlere çekim yerlerine ait belirleyici işaretler takılır.



11.

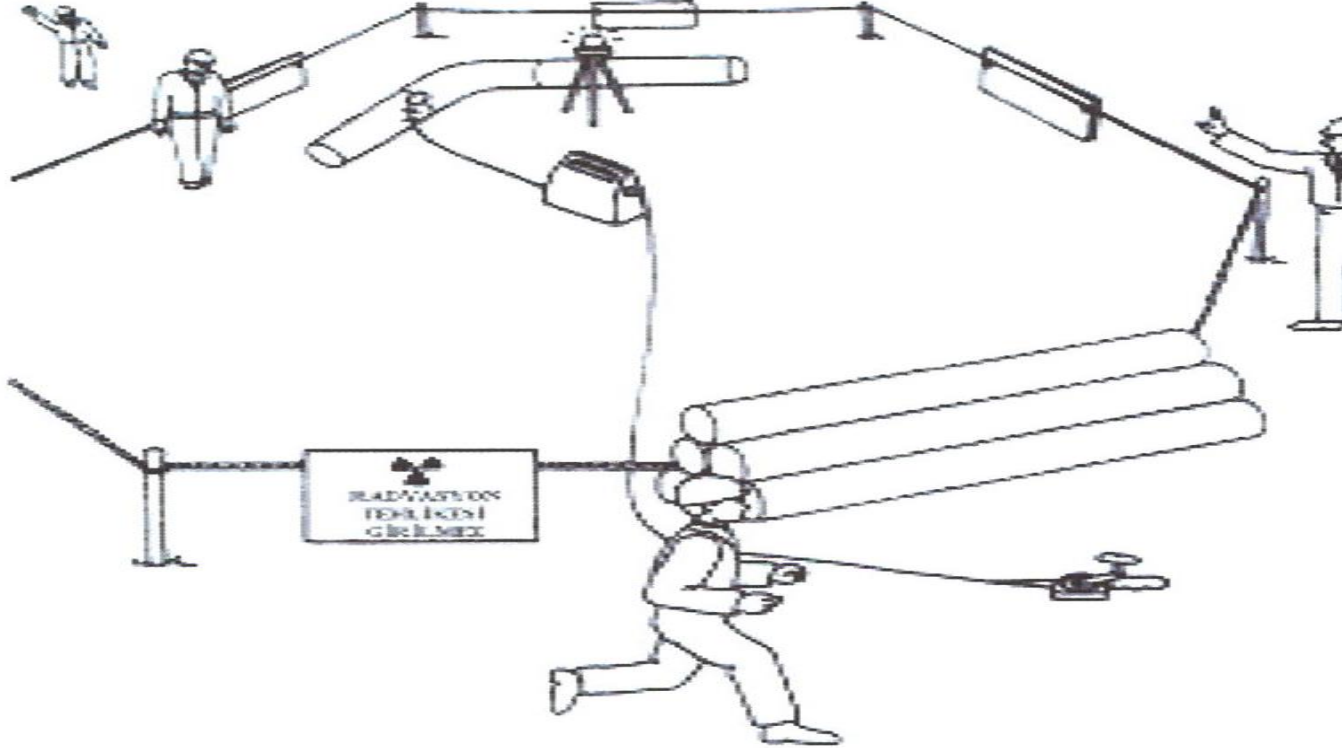
- Buraya kadar anlatıldığı şekilde kaynak ışınlama yapar. Bu ışınlama süresince radyografi oluşur. Kısa ışınlama sürelerinde kontrollü alanı tamamen terk etmek mümkün olmaz. Bu gibi durumlarda doz şiddetinin $7,5 \mu\text{Sv/h}$ değerini aşmayan bir yer belirlenerek ışınlama süresince burada kalınabilir.
- Her bir ışınlamadan sonra radyasyon ölçü aleti ile kolimatörden taşıma kabına kadar kılavuz kablosu kontrol edilir ve kaynağın güvenli konuma geldiğinden emin olunur.
- Kontroller yapıldıktan sonra kılavuz kablosu ve kolimatör bir sonraki film ve özel işaretler ile birlikte ikinci bir çekim için güvenli olarak taşınabilir ve yer değiştirebilir.



12.

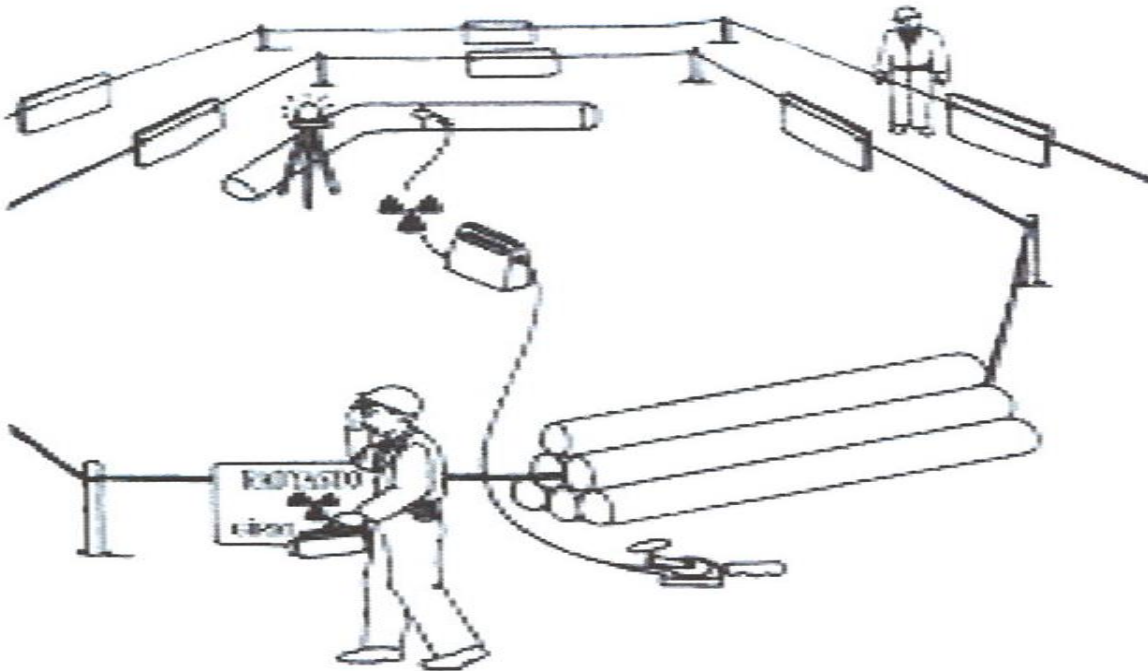
Her bir ışınlama süresince dikkatli bir şekilde radyasyon lę aleti kullanılarak ışınlamanın normal olarak devam edip etmediği belirlenir.

Herhangi bir kimsenin kontrollü alana veya tehlike sahasına girmesi gibi beklenmedik bir durum olduğunda hızlı bir şekilde kontrol kablosu döndürülerek kaynak geri çekilir.



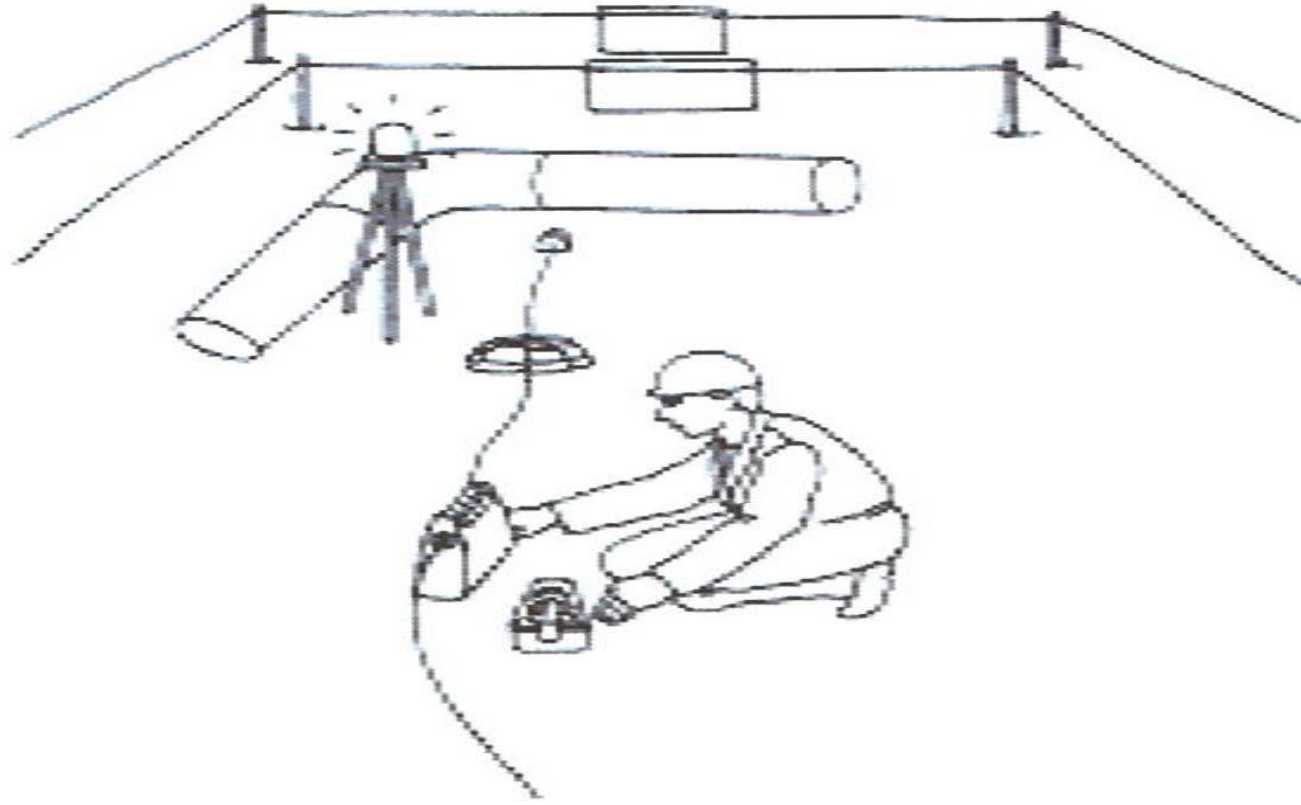
13.

- Herhangi bir nedenle kaynak radyografi cihazı içerisindeki güvenli konumuna gelmemiş ise, sakın olunarak engelin arkasında uzak bir yere gidilir.
- Doz şiddetleri ölçülür ve gerekiyorsa engelin yeri değiştirilir veya yeni engeller yerleştirilir. Herhangi bir kişinin girişini önlemek için alandan fazla uzaklaşmaz, yardımcı gönderilerek sorumlu kişiye haber verilir ve acil durum müdahale gereçleri getirilir.
- Kişisel doz sınırlarını aşmayacak şekilde; zaman, uzaklık ve zırhlama kurallarına uyularak önceden hazırlanmış olan Tehlike Durumu Planı uygulanır.
- Dişli sistemde kontrol kolu çevrilmiyorsa, kontrol kablosunu el ile geri çekmek için dişli kutusunun sökülmesi gerekebilir.
- Eğer pigtail sürgü kablosundan ayrılmış veya kaynak kılavuz tüp içinde sıkışmış ise ilk önce kaynağın yerleştirilmesi gerekir. Bu durumda kablo döndürülerek kaynağı itmek suretiyle demet sınırlayıcı içine geri çekilir.



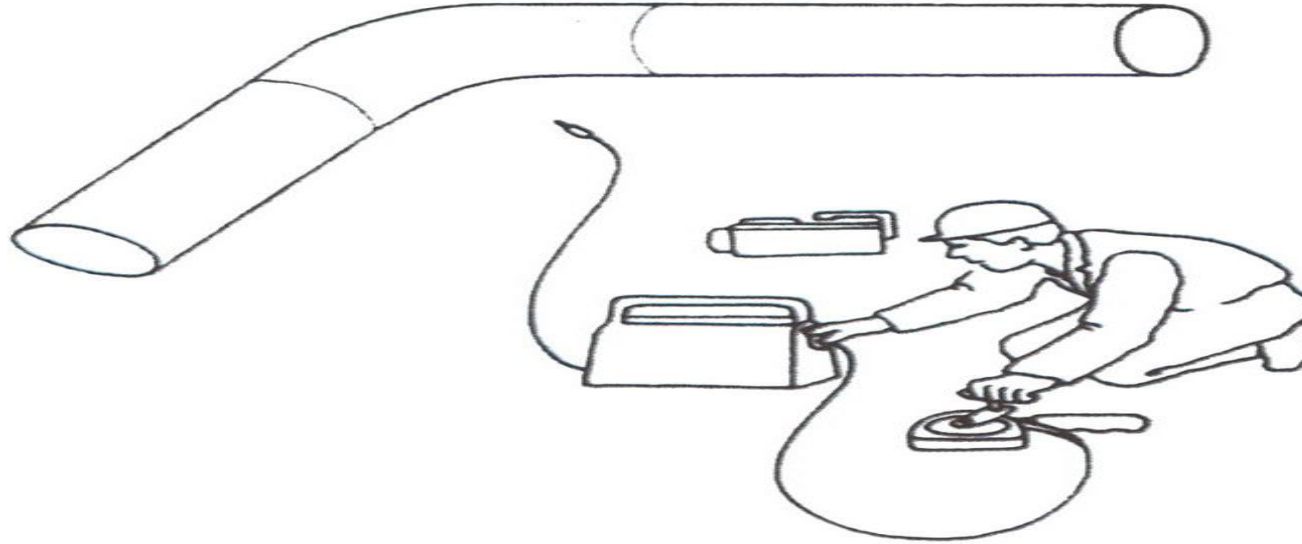
14.

- a. Kılavuz kablosunun radyografi cihazına yakın olan bölgesine ilave bir zırhlama yapılarak kontrol kablosunun bağlantı yeri çekilebilir, bu durumda kılavuz kablosunun kaynak bulunduran bölgesi de zırhın altına çekilmiş olacaktır. Belirli noktalarda ölçülen doz şiddetinde bir azalma olacaktır.
- b. Kaynak üzerine daha fazla zırhlama yapılması radyografi cihazından kılavuz kablosu bağlantısını ayırmak veya kılavuz kablosu üzerindeki plastik kılıfı dikkatli bir şekilde keserek kabloyu oluşturan spirali ters bir şekilde burmak için daha fazla yaklaşılmasını sağlayacaktır.



15.

- a. Radyografi çalışması tamamlandıktan sonra veya radyografi ile ilgili cihazların başka bir yere taşınması gerektiğinde radyografi cihazının bağlantıları sökülmelidir.
- b. Kılavuz kablosu, kolimatörden radyografi cihazına kadar ve en sonunda kolimatör üzerinde, radyasyon ölçü aleti ile kaynağın güvenli olarak zırhlandığını belirlemek için doz şiddetleri ölçülür.
- c. Kontrol kablosu büyük halkalar halinde sarılır ve radyografi cihazının yanına getirilir.
- d. Yanımızda bulunan radyasyon ölçü aleti çalışır durumda iken radyografi cihazından kontrol kablosu yuvası ayrılır. Bu durumda gerekiyorsa, dişli sistemin kolu biraz döndürülerek bağlantı daha rahat bir şekilde ayrılabilir.
- e. Pigtail radyografi cihazı içine kilitlenir ve kontrol kablosunun pigtail ile olan bağlantısı sökülür. Bu işlem için gerekirse dişli sistemin kolu hafifçe çevrilir. Kontrol kablosu tamamen ayrılır ve pigtail kapağı kapatılır.
- f. Kontrol kablosu dişli sistem üzerindeki yuvasına halka halinde sarılır. Konteynerden (projektör) kılavuz kablosu bağlantısı ayrılır ve kaynak çıkış tapası yerine kapatılır.
- g. Kaynak konteyner (projektör) içerisinde kilitli konumuna getirilir.



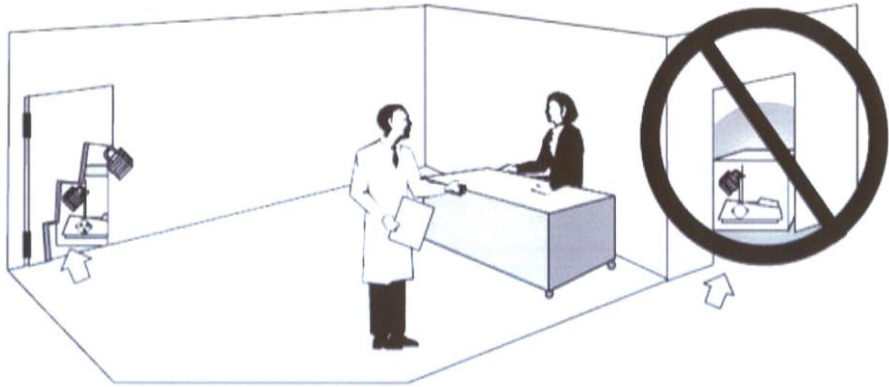
16.

Radyografi cihazı üzerinde sarı renkli ve II işaretli radyoaktif madde taşıma etiketinin olup olmadığı kontrol edilir.

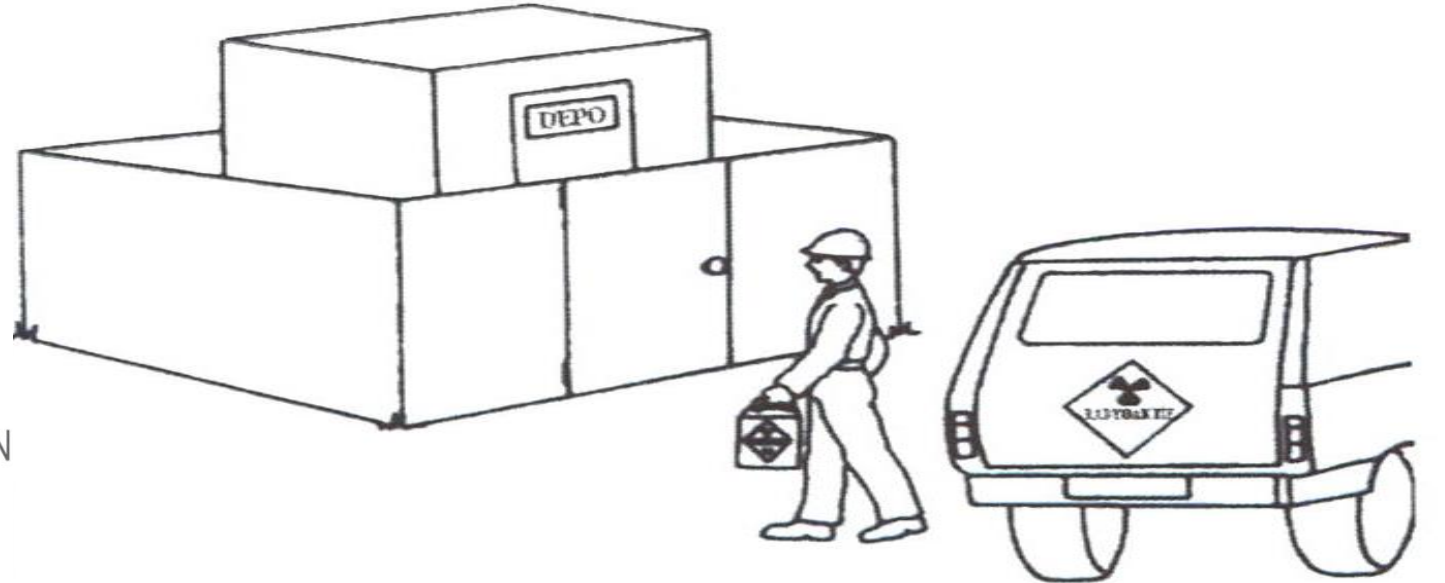
Radyografi cihazı kaynak deposuna güvenli bir şekilde geri getirilir. Eğer araç kullanılıyorsa, araç üzerine görülecek şekilde uyarı işaretleri asılmalı ve radyografi cihazı araç içinde bulunan kişilerden mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir.

Depoya yerleştirmeden önce radyografi cihazı temizlenir ve güvenli olarak depoya konulduğu kayıt defterine yazılır.

Depo anahtarı, güvenliği önceden belirlenmiş olan yerine bırakılır ve bu yerin güvenliğinin sürekliliği her zaman sağlanır.

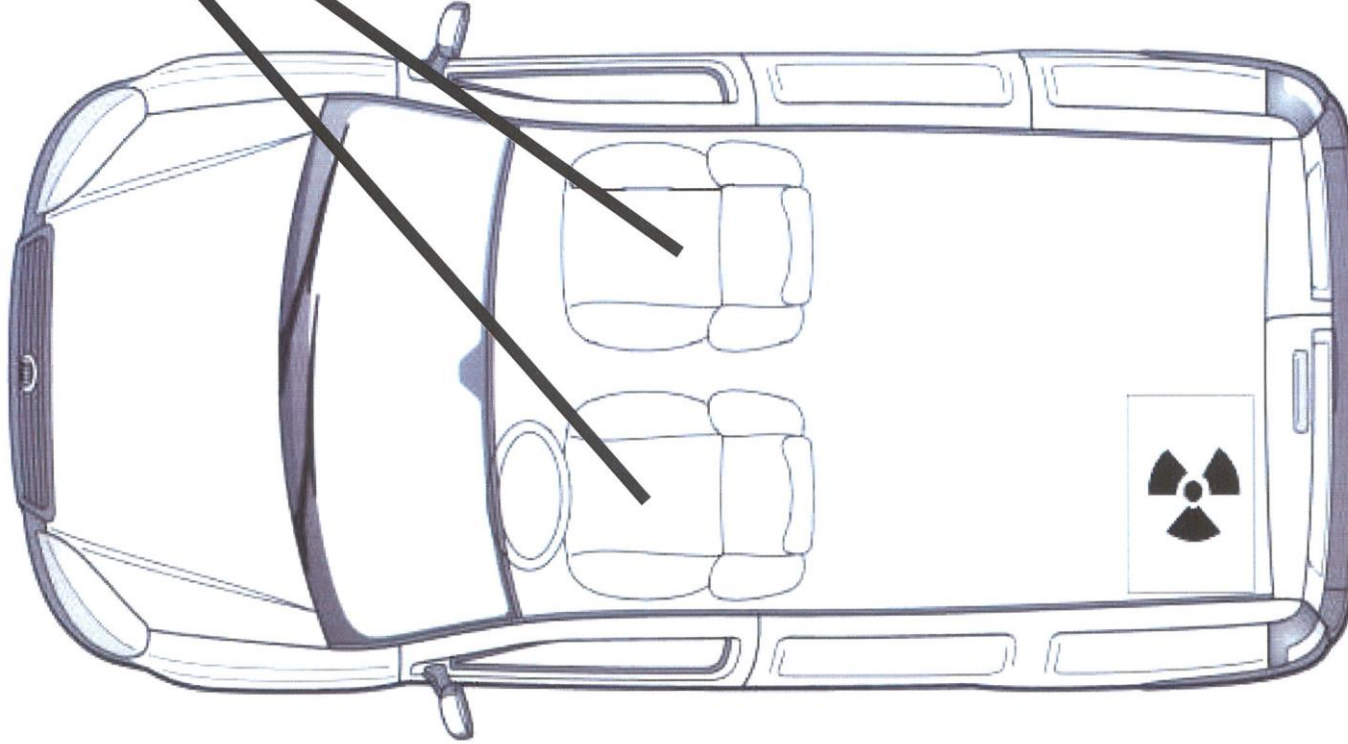


UYGUN
DEPOLAMA



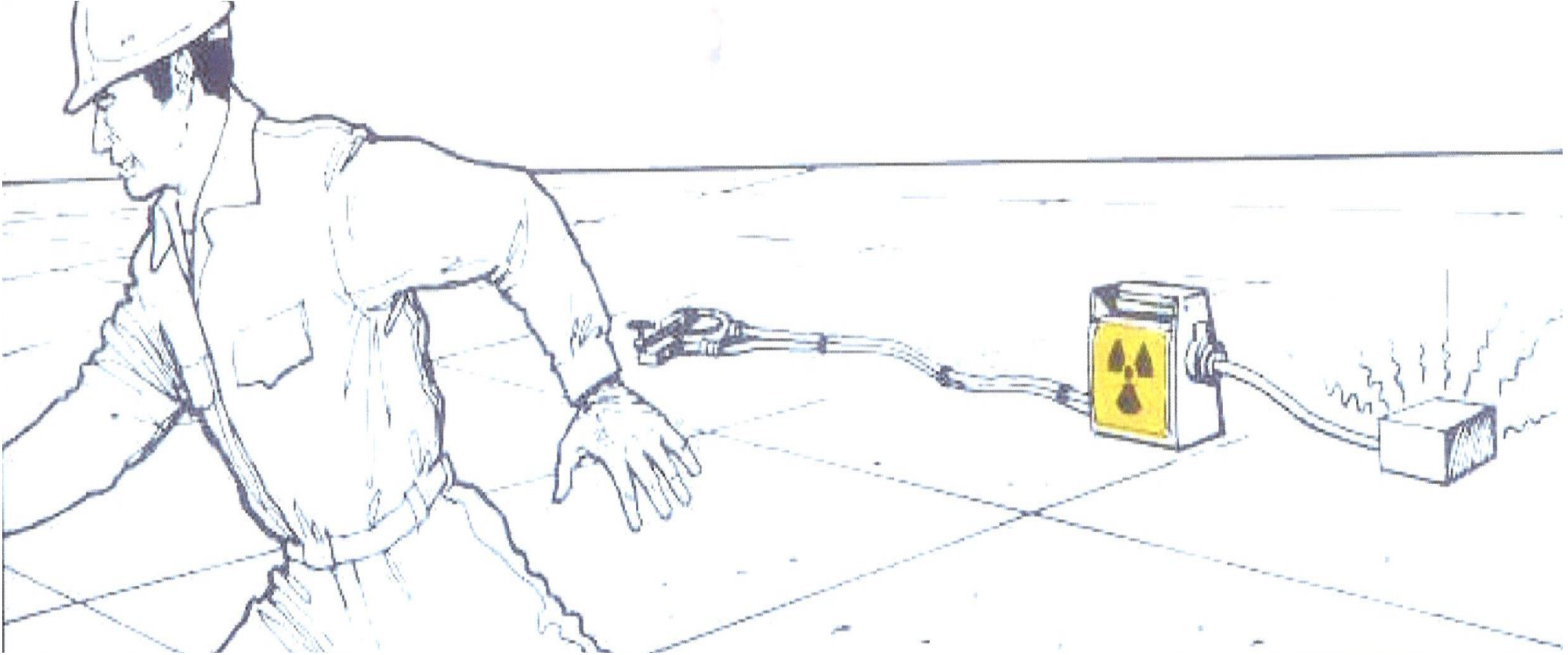
Yıllık taşıma süresi 100 saat den küçük ise 7,5 $\mu\text{Sv/h}$ geçemez.

Yıllık taşıma süresi 100 ile 300 saat arasında ise 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ geçemez.

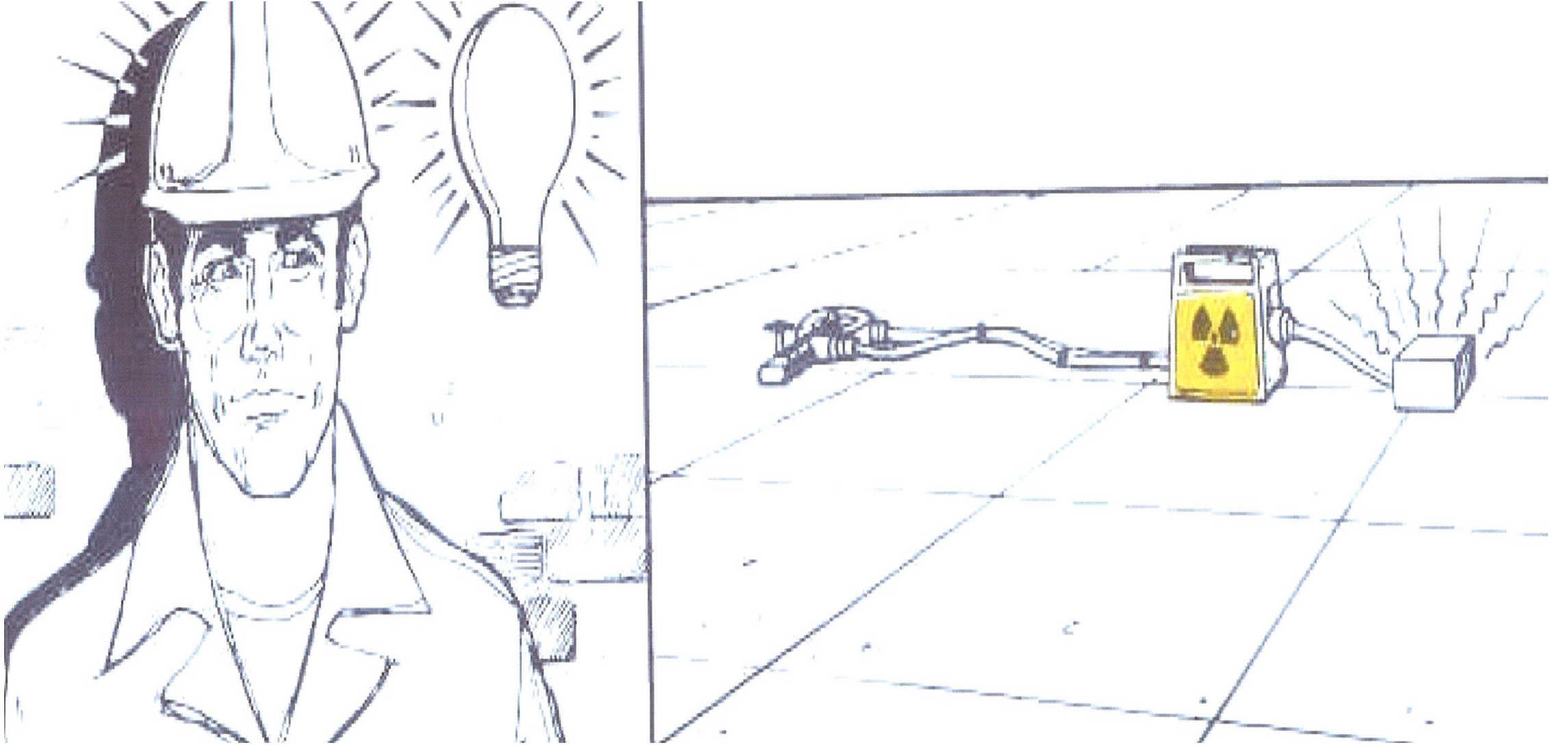


KAZA SONRASI YAPILMASI GEREKENLER

1- HEMEN ALANI TERKET



2- SAKİN OL VE DÜŞÜN



4- YARDIM AĞIR



Tel : 444 82 35 TAEK ACİL BİLDİRİM HATTI
444 TAEK