

# İYONLAŞTIRICI RADYASYON KAZALARININ NEDENLERİ, SONUÇLARI VE ÖNLENMESİ



**Doç. Dr. Celal Tuğrul ZEYREK**  
[zeyrek@taek.gov.tr](mailto:zeyrek@taek.gov.tr)

**TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU**  
**Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı**  
**(Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi-ANAEM)**

# İçerik

- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ve kullanım alanları
- Radyasyondan korunma sistemi
- Radyasyon Kazası, Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği (INES)
- Kaza Örnekleri-nedenleri-sonuçları ve Önlemler



# Radyasyonun uygulama alanları (Nükleer tesisler hariç)

## 1- Endüstriyel Uygulamalar

X-Işınları, Co-60, Ir-192, Se-75, Yb-169, e-demeti,  
Cs<sup>137</sup>, Am-241/Be, Cs<sup>137</sup>, Sr<sup>90</sup>, Kr<sup>85</sup>, Co<sup>60</sup>, Am<sup>241</sup>

## 2- Tıbbi uygulamalar

Teşhis, tedavi: X-Işınları, Tc-99m, Tl-202, I-131, Ga-67, F-18, N-13, O-15, Ga-68, Linak, Co-60, I-131 vs.

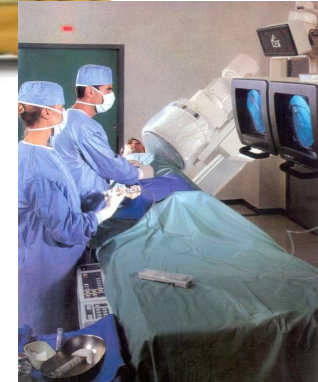
## 3- Eğitim ve Araştırma

X-Işınları, Fe-55, Ni-63, P-32, Cl-36, H-3  
Ra-Be, Pu238-Be, Am241-Be, Cf-252, Cs-137

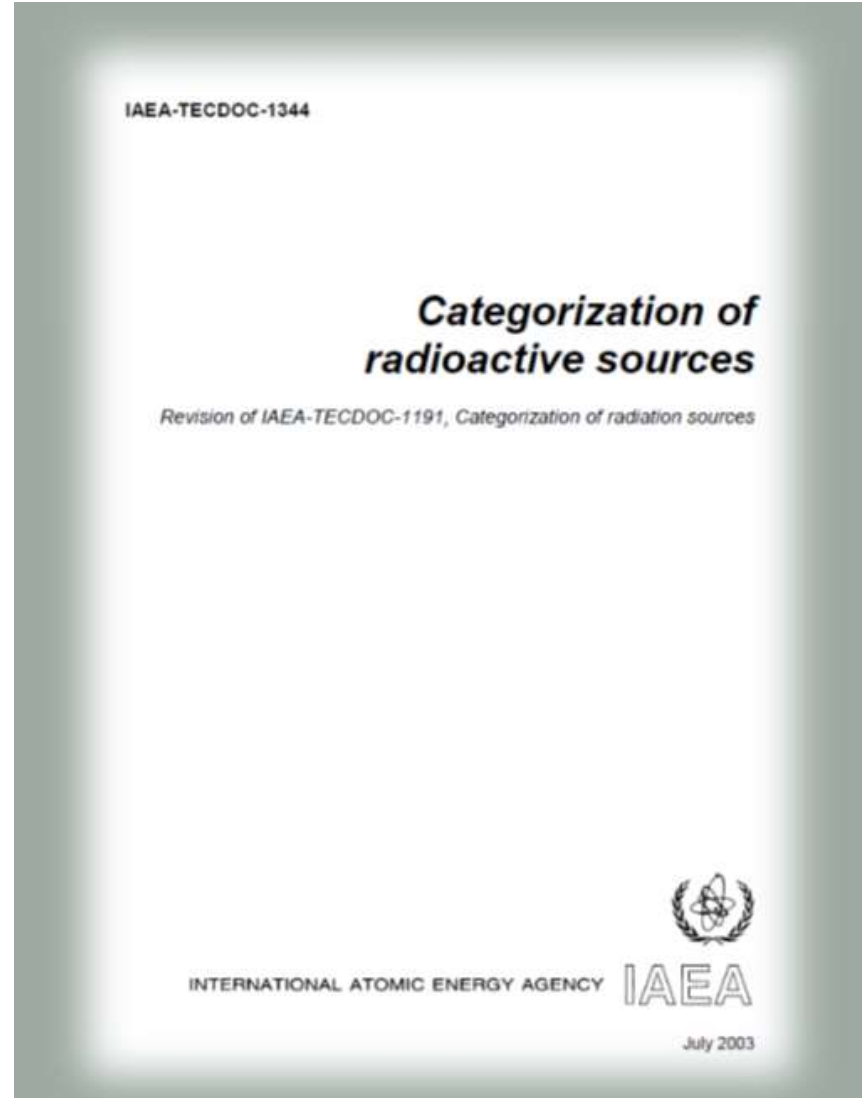
## 4- Tarım ve Hayvancılık

## 5- Güvenlik Amaçlı Kontrol

Paket-bagaj Kontrol Cihazları, Araç Tarama  
X-Işınları, gama kaynakları



# Radyasyon kaynaklarının sınıflandırılması



Yapay radyoaktif kaynaklar 5 farklı sınıfta kategorize edilir;

Kategori I (olağanüstü tehlikeli)

Kategori II (çok tehlikeli)

Kategori III (tehlikeli)

Kategori IV (geçici hasar)

Kategori V (Muaf)

$$A/D = \sum_n \frac{\sum_i A_{i,n}}{D_n}$$

Radyonüklit	D değeri
Am-241	0.06
Co-60	0.03
Cs-137	0.1
Ir-192	0.08
Pu-238	0.06
Sr-90	1.0
Tc-99 <sup>m</sup>	0.7

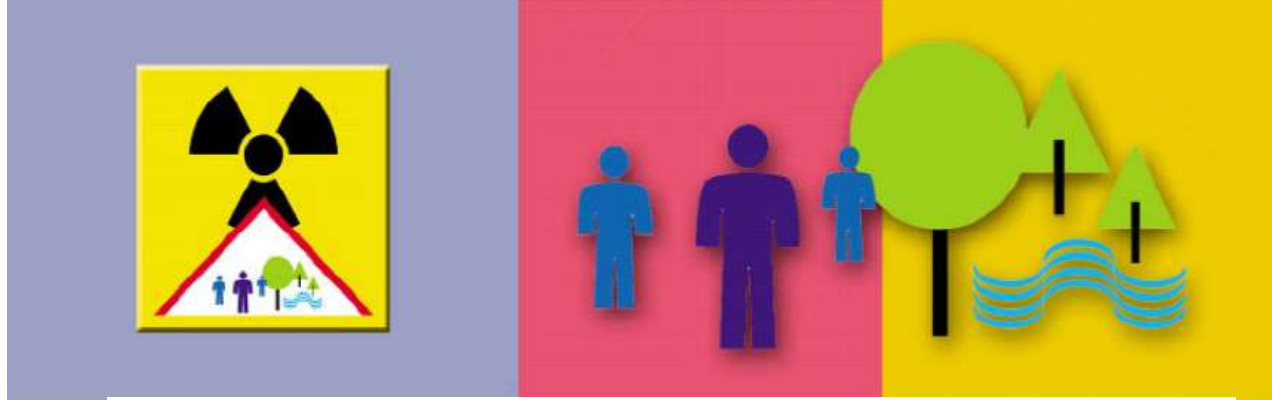
KATEGORY	A/D Oranı
1	$A/D \geq 1000$
2	$1000 > A/D \geq 10$
3	$10 > A/D \geq 1$
4	$1 > A/D \geq 0.01$
5	$0.01 > A/D$ and $A > \text{exempt}$

TABLE 1. Categorization table

Category	Categorization of common practices <sup>a</sup>	Activity ratio <sup>b</sup> (A/D)
1	Radioisotope thermoelectric generators (RTGs) Irradiators Teletherapy Fixed, multi-beam teletherapy (gamma knife)	$A/D \geq 1000$
2	Industrial gamma radiography High/medium dose rate brachytherapy	$1000 > A/D \geq 10$
3	Fixed industrial gauges -level gauges -dredger gauges -conveyor gauges containing high activity sources -spinning pipe gauges Well logging gauges	$10 > A/D \geq 1$
4	Low dose rate brachytherapy (except eye plaques and permanent implant sources) Thickness/fill-level gauges Portable gauges (e.g. moisture/density gauges) Bone densitometers Static eliminators	$1 > A/D \geq 0.01$
5	Low dose rate brachytherapy eye plaques and permanent implant sources X ray fluorescence devices Electron capture devices Mossbauer spectrometry Positron Emission Tomography (PET) checking	$0.01 > A/D \geq \text{Exempt}^c/D$



# Radyasyondan Korunma İlkeleri



## BSS Basic Safety Standards

### Amaç

- İnsanın ve çevrenin korunması
- Kaynakların güvenliği

### Hedef kitle

- Hükümet ve düzenleyici kurumlar
- Sağlık makamları
- Teknik makamlar

SAFETY STANDARDS		SAFETY SERIES No. 115	
safety series		International Basic Safety Standards for Protection against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources (Safety Standards of IAEA, Vol. 10, October, 1996)	
•	Contents, Preamble and Principal Requirements	(3479 KB)	
•	Appendices	(2897 KB)	
•	Schedule I	(403 KB)	
•	Schedule II, pages 91 to 150	(3373 KB)	
•	Schedule II, pages 151 to 229	(2506 KB)	
•	Schedule II, pages 230 to 275	(2518 KB)	
•	Schedules III, IV, V, VI, Glossary, Index and Contributors	(3148 KB)	



# ICRP - Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu

## Doz sınırlama sistemi (Üç temel ilke)



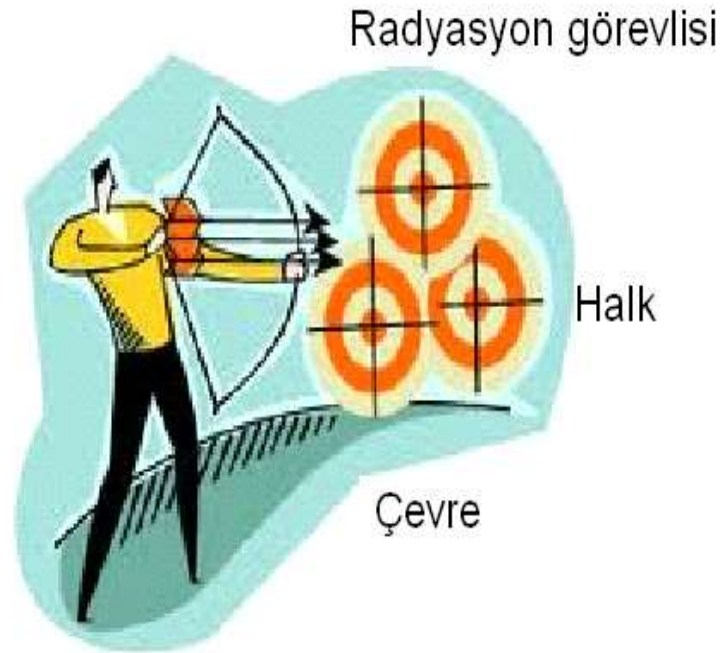
- **GEREKÇELEME (JUSTİFİKASYON)**  
(Uygulamaların gerekliliği, net fayda)
- **OPTİMİZASYON (En az doz ile en iyi sonuç)**  
**ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) “Mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması”
- **DOZ SINIRLARI**



# Radyasyondan korunma

- **Hedef:**

**“Radyasyon görevlilerinin, halkın ve çevrenin radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasıdır.”**



# Sistem ve etkinlik

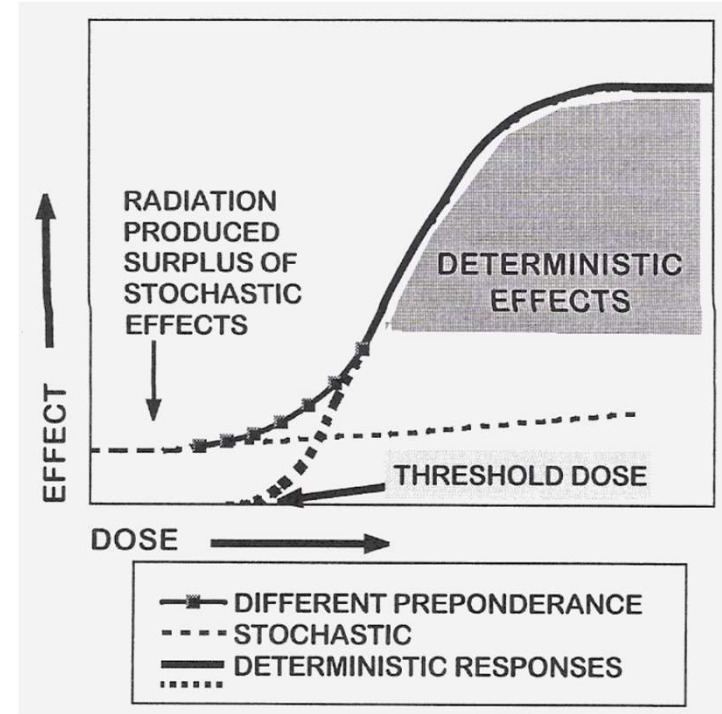
- Radyoaktivite/doz ile ilgili niceliklerin ve birimlerin bilinmesini,
- Gerekli ölçümlerin yapılabilmesini,
- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesini gerektirir.
- **Etkinlik:**
  - Kaynakların güvenliği
  - Alınan doz



# Amaç

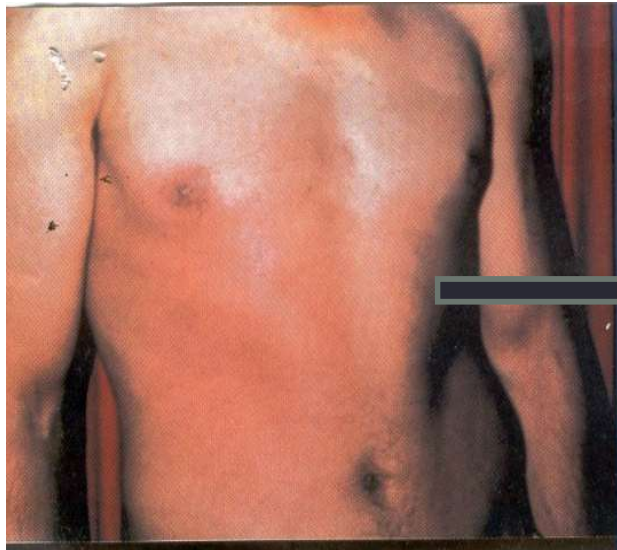
## Radyasyonun biyolojik etkileri!

- Deterministik etkilerin önlenmesi  
(ölüm, cilt yanıkları, katarakt)
- Stokastik etkilerin meydana gelme olasılığının en aza indirilmesi  
(kanser, genetik etkiler)



# Deterministik Etki (Temmuz 1996 İRAN)

5 Ci'lik Ir-192 kaynağını iş önlüğünün cebinde 2 saat taşıyan bir işçide oluşan **deterministik** biyolojik etki:



göğsünün ön ve sağ  
tarafındaki  
kızarıklıklar  
**5. gün**



**10. gün** sonraki oluşan  
kızarıklıklar



**21. gün** sonraki  
durumu  
deskuamasyon ve  
doku ölümü

## Radyasyon kazası Nedir ?

➤ İyonlaştırıcı radyasyon ile yapılan çalışmalar esnasında, müsaade edilen sınırların üzerinde ışınlamaya (radyasyon dozuna) maruz kalma veya radyasyon kaynağının kontrol dışına çıkması durumudur.

➤ **Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği**  
(INES, The international Nuclear and Radiological Event Scale)

«Radyasyon kaynaklarının

- endüstriyel ve tıp alanlarında kullanımı dahil,
- nükleer tesislerin ve radyoaktif malzemelerin taşınması faaliyetlerinde olayların önemini açıklar»





# Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği (INES) (<https://www-news.iaea.org/InesScale.aspx>)



# INES, kaza ve olayları sınıflandırırken üç etki alanını göz önünde bulundurur

## 1-İnsanlar ve Çevre

Olaya yakın ve uzak yerlerde insanların maruz kaldıkları radyasyon dozlarını ve tesisten radyoaktif malzemenin planlanmamış şekilde yayılımını

## 2-Radyolojik Bariyerler ve Kontrol

İnsanlar veya çevre üzerinde doğrudan etkisi olmayan olayları kapsar ve **yalnızca ana tesis içinde geçerlidir**. Tesis içerisindeki planlanmamış yüksek radyasyon seviyelerini ve önemli miktarda radyoaktif malzeme yayılımını kapsar

## 3-Derinlemesine Savunma

İnsanlar veya çevre üzerinde herhangi doğrudan etkisi olmayan olayları da kapsar, fakat planladığı üzere **bu olayların ileri kaza seviyelerine ulaşmaması için gerekli önlemleri alır**.



## GENERAL DESCRIPTION OF INES LEVELS

INES Level	People and Environment	Radiological Barriers and Control	Defence-in-Depth
<p style="text-align: center;">Major Accident Level 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Major release of radioactive material with widespread health and environmental effects requiring implementation of planned and extended countermeasures.</li> </ul>		
<p style="text-align: center;">Serious Accident Level 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significant release of radioactive material likely to require implementation of planned countermeasures.</li> </ul>		
<p style="text-align: center;">Accident with Wider Consequences Level 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited release of radioactive material likely to require implementation of some planned countermeasures.</li> <li>• Several deaths from radiation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Severe damage to reactor core.</li> <li>• Release of large quantities of radioactive material within an installation with a high probability of significant public exposure. This could arise from a major criticality accident or fire.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;">Accident with Local Consequences Level 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minor release of radioactive material unlikely to result in implementation of planned countermeasures other than local food controls.</li> <li>• At least one death from radiation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuel melt or damage to fuel resulting in more than 0.1% release of core inventory.</li> <li>• Release of significant quantities of radioactive material within an installation with a high probability of significant public exposure.</li> </ul>	

## GENERAL DESCRIPTION OF INES LEVELS

INES Level	People and Environment	Radiological Barriers and Control	Defence-in-Depth
Serious Incident Level 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposure in excess of ten times the statutory annual limit for workers.</li> <li>Non-lethal deterministic health effect (e.g., burns) from radiation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposure rates of more than 1 Sv/h in an operating area.</li> <li>Severe contamination in an area not expected by design, with a low probability of significant public exposure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Near accident at a nuclear power plant with no safety provisions remaining.</li> <li>Lost or stolen highly radioactive sealed source.</li> <li>Misdelivered highly radioactive sealed source without adequate procedures in place to handle it.</li> </ul>
Incident Level 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposure of a member of the public in excess of 10 mSv.</li> <li>Exposure of a worker in excess of the statutory annual limits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiation levels in an operating area of more than 50 mSv/h.</li> <li>Significant contamination within the facility into an area not expected by design.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Significant failures in safety provisions but with no actual consequences.</li> <li>Found highly radioactive sealed orphan source, device or transport package with safety provisions intact.</li> <li>Inadequate packaging of a highly radioactive sealed source.</li> </ul>
Anomaly Level 1			<ul style="list-style-type: none"> <li>Overexposure of a member of the public in excess of statutory annual limits.</li> <li>Minor problems with safety components with significant defence-in-depth remaining.</li> <li>Low activity lost or stolen radioactive source, device or transport package.</li> </ul>

NO SAFETY SIGNIFICANCE (*Below Scale/Level 0*)

### EXAMPLES OF EVENTS AT NUCLEAR FACILITIES

	People and Environment	Radiological Barriers and Control	Defence-in-Depth
7	<i>Chernobyl, 1986</i> — Widespread health and environmental effects. External release of a significant fraction of reactor core inventory.		
6	<i>Kyshtym, Russia, 1957</i> — Significant release of radioactive material to the environment from explosion of a high activity waste tank.		
5	<i>Windscale Pile, UK, 1957</i> — Release of radioactive material to the environment following a fire in a reactor core.	<i>Three Mile Island, USA, 1979</i> — Severe damage to the reactor core.	
4	<i>Tokaimura, Japan, 1999</i> — Fatal overexposures of workers following a criticality event at a nuclear facility.	<i>Saint Laurent des Eaux, France, 1980</i> — Melting of one channel of fuel in the reactor with no release outside the site.	
3	<i>No example available</i>	<i>Sellafield, UK, 2005</i> — Release of large quantity of radioactive material, contained within the installation.	<i>Vandellios, Spain, 1989</i> — Near accident caused by fire resulting in loss of safety systems at the nuclear power station.
2	<i>Atucha, Argentina, 2005</i> — Overexposure of a worker at a power reactor exceeding the annual limit.	<i>Cadarache, France, 1993</i> — Spread of contamination to an area not expected by design.	<i>Forsmark, Sweden, 2006</i> — Degraded safety functions for common cause failure in the emergency power supply system at nuclear power plant.
1			Breach of operating limits at a nuclear facility.



## EXAMPLES OF EVENTS INVOLVING RADIATION SOURCES AND TRANSPORT

	People and Environment	Defence-in-Depth
7		
6		
5	<i>Goiânia, Brazil, 1987</i> — Four people died and six received doses of a few Gy from an abandoned and ruptured highly radioactive Cs-137 source.	
4	<i>Fleurus, Belgium, 2006</i> — Severe health effects for a worker at a commercial irradiation facility as a result of high doses of radiation.	
3	<i>Yanango, Peru, 1999</i> — Incident with radiography source resulting in severe radiation burns.	<i>Ikitelli, Turkey, 1999</i> — Loss of a highly radioactive Co-60 source.
2	<i>USA, 2005</i> — Overexposure of a radiographer exceeding the annual limit for radiation workers.	<i>France, 1995</i> — Failure of access control systems at accelerator facility.
1		Theft of a moisture-density gauge.

# https://www-news.iaea.org/

IAEA NUCLEUS
You are not signed in. [Sign In](#) [Register](#)

NEWS | The Information Channel on Nuclear and Radiological Events

Home
Events
The INES Scale
About News

## Latest Events

---

**Potential uncontrolled access to room with radiation greater than 1000 mR / hr** Mexico, 16 Nov 2019, INES: 2

On November 16, 2019, Laguna Verde NPP Unit 1 was increasing power from 65% after performing maintenance activities on one turbine stop valve. At 17:15 hrs. the physical security guard informed that the door to access the room TB-313 was closed but not correctly secured by its padlock. The room...

*Reported by Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias of Mexico on 26 Nov 2019 Last update on 26 Nov 2019*

**Lost of radioactive sealed source** Mexico, 09 Sep 2019, INES: 0

On September 10th, 2019, at 22:00 UTC, the National Commission on Nuclear Safety and Safeguards (CNSNS) was informed about the lost of a brachytherapy seed of Cs-137 with an activity of 1.067 GBq (SN. ET209) within a medical facility. This category 5 radioactive source is a property of Servicios de...

*Reported by Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias of Mexico on 06 Nov 2019 Last update on 06 Nov 2019*

**STOLEN DENSITY GAUGE** Mexico, 25 Sep 2019, INES: 2




On september 25, 2019, at 15:20 UTC, a density gauge equipment (CPN model MC1) was stolen in Reynosa city, Tamaulipas State, when the personnel stopped at a convenience store, leaving the vehicle unattended. The equipment serial number is MD10700323, containing a 50 mCi Am241/Be source and a 10 mCi...

*Reported by Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias of Mexico on 06 Nov 2019 Last update on 06 Nov 2019*

**Theft and recovery of a moisture/density gauge** Slovak Republic, 01 Oct 2019, INES: 1

On 1 October 2019 at 8:00 (local) a notification by the licensee was received at the Ministry of Transport (MT) that a moisture/density gauge model TROXIFER 4640-B containing Cs-137 (0.3 GBq) was stolen from a parked vehicle


### Site Sponsors

This site is hosted by the International Atomic Energy Agency (IAEA) and co-sponsored by the Nuclear Energy Agency of the Organization of Economic Cooperation Development (OECD/NEA) and World Association of Nuclear Operators (WANO).

### Disclaimer

This site is hosted by the IAEA, however, event reports are filed and updated by authorities in participating countries, which remain responsible for all related content. [Read more >](#)


[RSS Feed](#)

# <https://www-news.iaea.org/>

---

## **Overexposure to Workers**

**United States of America, 01 Apr 2019, INES: 2**

A licensee reported that three individuals may have been exposed to Am-241. An individual was cleaning up a small area of contamination using a high-efficiency particulate air (HEPA) filtered vacuum cleaner. The vacuum cleaner was previously used in a different area to clean up Am-241 metal. The...

*Reported by Nuclear Regulatory Commission (NRC) of United States of America on 30 Sep 2019. Last update on 30 Sep 2019*

---

## **Hand contamination and overexposure of workers at a nuclear medical facility**

**United Kingdom, 31 Mar 2019, INES: 2**

During the dispensing of Flourine-18 vials for medical purposes two operators received radioactive contamination to their hands. The incident occurred in a radiopharmacy associated with a positron emission tomography (PET) scanning facility. The presence of Flourine-18 on the hands of two operators...

*Reported by Office for Nuclear Regulation (ONR) of United Kingdom on 19 Sep 2019. Last update on 19 Sep 2019*

---

## **Hand contamination of radiation workers**

**Australia, 21 Jun 2019, INES: 2**

Three operators were contaminated during the transfer of a Mo-99 inner container from the packaging hot cell to the helium leak test station inside the facility. The inner container was loaded with Mo-99 product in a bottle. The outer surface of the inner container was cross contaminated with...

*Reported by Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency of Australia on 09 Jul 2019. Last update on 06 Aug 2019*

---

## **Loss and subsequent recovery of a radiography device containing source**

**India, 26 Jun 2019, INES: 1**

On June 25, 2019, a radiography agency undertook transportation of an industrial radiography exposure device (model Delta-880) containing Ir-192 source of 1.53 TBq in a vehicle from Navi Mumbai to a radiography site at Shikrapur, Pune in Maharashtra. Three persons i.e. a radiographer, a driver and...

*Reported by Atomic Energy Regulatory Board of India on 08 Jul 2019. Last update on 08 Jul 2019*



# <https://www.iaea.org/publications/search/topics/accident-reports>

## Year

- > 2018 (1)
- > 2015 (1)
- > 2014 (1)
- > 2009 (1)
- > 2004 (2)

[Show more](#)

## Topics

- > (-) Response
  - > (-) Accident reports
- > Fukushima Nuclear Accident (1)

## Type

- > Non-serial Publications (20)

 [How to order](#)

 [Rights and permissions](#)

 [Corrigenda](#)

 [Feedback](#)

 [Sign up for new books alerts](#)

 [RSS feed](#)

 [Environmental policy statement](#)



### The Radiological Accident in Chilca

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1776 | 978-92-0-101817-5

113 pages | 63 figures | € 35.00 |  
Date published: 2018



### The Fukushima Daiichi Accident

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1710 | 978-92-0-107011-9

1254 pages | 311 figures | € 80.00 |  
Date published: 2015



### The Radiological Accident in Lia, Georgia

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1660 | 978-92-0-103614-8

149 pages | 107 figures | € 42.00 |  
Date published: 2014

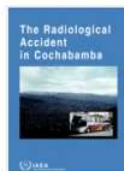


### The Radiological Accident in Nueva Aldea

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1389 | 978-92-0-103009-2

88 pages | 45 figures | € 28.00 |  
Date published: 2009

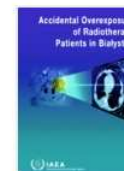


### The Radiological Accident in Cochabamba

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1199 | 92-0-107604-5

55 pages | 20 figures | € 19.00 |  
Date published: 2004



### Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in Bialystok

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1180 | 92-0-114203-X

103 pages | 38 figures | € 24.00 |  
Date published: 2004



### The Radiological Accident in Gilan

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1123 | 92-0-110502-9

46 pages | 4 figures | € 15.00 |  
Date published: 2002



### The Radiological Accident in Samut Prakarn

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1124 | 92-0-110902-4

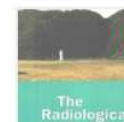
52 pages | 28 figures | € 15.50 |  
Date published: 2002



### The Criticality Accident in Sarov

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1106 | 92-0-100101-0



### The Radiological Accident in Istanbul

**Non-serial Publications**

STI/PUB/1102 | 92-0-101400-7



# Radyasyon kazalarının aşamaları

## 1. OLUŞ AŞAMASI

(Anında veya belirli bir süre sonra, olay yeri boşaltılmalı, haber verme)

## 2. ACİL DURUM AŞAMASI

(Güvenlik, çevre koruma, bilgi akışı)

## 3. İYİLEŞTİRME AŞAMASI

(kaza nedeninin ortadan kaldırılması ve güvenliğin sağlanması için plan, organizasyon ve uygulamanın gerektiği durumlarda yardım olarak yapıldığı aşamadır.)

## 4. ONARIM AŞAMASI

(Kaza durumunun, kaza öncesi duruma dönmesi için gerekli programların yapıldığı, uygulandığı ve DEĞERLENDİRİLDİĞİ aşamadır)

## İstanbul/İkitelli Aralık 1998, Ocak 1999



- Türkiye'de bilinen ilk büyük radyolojik kaza!
- İki konteyner hurdacıya veriliyor parçalanıp açılıyor.
- 3.3 TBq (88 Ci) Co-60 radyoterapi kaynağı zırh dışına çıkıyor.
- 10 kişide akut radyasyon sendromu görülüyor (0.6-3 Gy).
- 404 kişi medikal muayeneden geçiriliyor.



Photograph 10. The scrapyard (Ziya Gökalp).



Photograph 11. Damaged containers.

## İKİTELLİ KAZASI TAEK RAPORU

[https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikiteli\\_tr.pdf](https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikiteli_tr.pdf)

IAEA, I. Turai ve J. Wheatley. sorumluluğunda hazırlanmıştır.

### Çıkarılan dersler-1:

#### - İşletmeler (Lisans sahibi)

- Kaynaklar İstanbul'da, düzenleyici yetkilinin (TAEK) izni olmadan depolanmıştır.
- BSS (IAEA): radyoaktif kaynakların güvenli bir biçimde korunması ile ilgili gerekliliklere uyulmamıştır.

#### - Ulusal yetkililer

- Hurdalarda bu tür kaynakların saptanması ve sorunların çözülmesi için stratejiler geliştirmelidir.
- Hurdacı, hurda metal işleyicisi, ihracatçısı, gümrük memuru vb. gibi çalışanlara yeterli bilgi (**eğitim**) verilmesi ve rehberlik edilmesi gerekmektedir.

## İKİTELLİ KAZASI TAEK RAPORU

[https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikitelli\\_tr.pdf](https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikitelli_tr.pdf)

### Çıkarılan dersler-2:

#### - Ulusal yetkililer (devam)

- Kullanılmış kaynakların **uzun süreli depolanmaları** güvenlik düzenlemelerinin göz ardı edilmelerine yol açmakta ve kaza olasılıklarını arttırmaktadır.
- Halkın farklı riskleri (radyolojik/nükleer) anlamasına yardımcı olabilecek uygun bilgileri aktarmalıdır.
- Radyasyon kazaları ile ilgili bilgileri yayma yolunda tüm yetkili kuruluşlar teşvik edilmelidir.

#### - Uluslararası işbirliği tavsiyeleri

- Nükleer Kaza Halinde Erken Bildirim Sözleşmesi (101 ülke)
- Nükleer Kaza veya Radyolojik Acil Hallerde Yardımlaşma Sözleşmesi (99 ülke)
- Radyasyon uyarı işareti (**anlaşılır olsun**)



## İKİTELLİ KAZASI TAEK RAPORU

[https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikitelli\\_tr.pdf](https://www.taek.gov.tr/attachments/kazalar/ikitelli_tr.pdf)

### Çıkarılan dersler-3:

- **Ekipman tedarikçileri**
- Taşıma konteynerlerini oldukça basit aletlerle sökerek yüksek doz hızlarının açığa çıkması mümkün olmuştur. Zırhların yetkisiz kişilerce sökülmesini ve kaynağın dışarı çıkarılmasının önlenmesine yönelik tasarım.
- **Sağlık makamları**
- **Tıp doktorlarının**, radyasyona maruz kalındığında ortaya çıkan temel semptomlar ve bu etkileri yaratabilecek **radyasyon kaynakları ile ilgili bilgi ve eğitim almaları** gerekmektedir.
- Hematolojik ve sitogenetik doz değerlendirmesi için, **kan örneklerinin mümkün olan en kısa süre içerisinde alınması** gerekmektedir ve prognoz için gerekli olan doz tahminini kolaylaştırmak için radyasyona maruz kalıldıktan sonra belli aralıklarla başka örneklerin alınması gerekmektedir. Tam kan transfüzyonundan önce **biyodozimetrik amaçlı olarak bir miktar kan saklanabilir**.

# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016

- <http://kurumsalarsiv.taek.gov.tr/handle/1/659>

## YAYIN BİLGİ FORMU

<b>Rapor Bilgileri</b>	<b>1. Yayın Yılı/No</b> 2017/4
<b>2. Rapor Başlığı</b> SAKARYA İLİNDE MEYDANA GELEN ENDÜSTRİYEL RADYOGRAFİ KAZASI, MÜDAHALE YÖNETİMİ VE SONUÇLARI	<b>3. Yayın Kurulu</b> Tarih(Gün/Ay/Yıl)-No 28.09.2017/1-5
<b>4. Yazarlar</b> Sinan Aytekin TÜRKÖZ, İbrahim İNGEÇ, Abdullah İlker İZMİR, Sabri HIZARCI	<b>5. Yayın Tipi</b> Teknik Rapor
<b>6. Çalışmayı Yapan Birimler</b> RSGD, ADYM	



## Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016

- **Alan:** Endüstriyel radyografi, Baraj şantiyesi, 18 Ekim 2016.
- **Bildirim:** Firma tarafından. 20 Ekim 2016.
- Sakarya İl Afet ve Acil Durum (Sakarya İl AFAD) Müdürlüğü KBRN Ekibi tarafından  **radyoaktif kaynağın kazanın olduğu yerde değil, Arifiye ilçesinde bulunduğu bildirimi.**
- **Müdahalenin Yönetimi:**
- TAEK-Acil Durum Değerlendirme ve Müdahale Ekibi (ADME) olay yerine sevk ve acil durum TAEK-Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi (ADYM) tarafından yönetilmiştir.
  - Sakarya İl AFAD Müdürlüğü KBRN Ekibi,
  - Arifiye Toplum Sağlığı Merkezi,
  - Sakarya İl Sağlık Müdürlüğü
  - Sakarya İl Emniyet Müdürlüğü personeli ile koordineli



# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, 17 Ekim 2016 OLAYIN MEYDANA GELİŞİ

- RKS, radyografi çalışması (Z. K.)
- Klavuz tüpü ve sürgü kablosu araca konuyor
- Kaynak düşüyor!!! (Ir-192, 15,67 Ci)
- Olay yerinden ayrılma.



18.10.2016 tarihi itibarıyla 15,67 Ci aktiviteli Ir-192 radyoaktif kaynak bulunduran kaynak taşıyıcısı



# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016

## RADYASYONA MARUZ KALMA DURUMU

- Baraj şantiyesine akrabasını ziyarete gittiğini beyan eden E.B. tarafından radyoaktif kaynağın düştüğü yerden alınması,
- Pantolonun arka cebine konulması ve bu şekilde yaklaşık 2.5 saat dolmuş ve otobüs yolculuğu yapılması suretiyle evine götürülmesi
- E.B.'nin ve ev halkından bazılarının radyasyona maruz kalma durumu ortaya çıkmıştır.
- Bazı şantiye çalışanları ile E.B.'nin yolculuğu süresince yakınında bulunan kişilerin radyasyona maruz kalma olasılığı

<b>1.3</b> Radyasyona Maruz Kalma .....	4
<b>2. ACİL DURUM YÖNETİMİ VE MÜDAHALENİN KRONOLOJİK GELİŞİMİ</b> .....	5
<b>2.1</b> 17 Ekim 2016, Pazartesi .....	5
<b>2.2</b> 18 Ekim 2016, Salı .....	5
<b>2.3</b> 19 Ekim 2016, Çarşamba .....	6
<b>2.4</b> 20 Ekim 2016, Perşembe .....	7
<b>2.5</b> 21 Ekim 2016, Cuma .....	11

# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016 RADYASYONA MARUZ KALMA DURUMU

- 20 Ekim 2016 tarihinde E.B.'nin radyoaktif kaynağı taşıdığı arka cep bölgesinde yanıklar oluşmuş ve ileri günlerde yara bölgesi genişlemiştir. Ayrıca, yaklaşık üç hafta sonra ellerinde de yanık oluşmuştur. Mart 2017 tarihi itibarıyla tedavisi devam etmektedir.
- Aralık 2016 itibarıyla olaya karışan İ.B. ve K.Y.'nin ellerinde yanık oluşmuş ve Ocak 2017 itibarıyla iyileşme gerçekleşmiştir.
- Diğer kişilerde fiziki olarak herhangi bir belirti görülmemiştir.

**Tablo 1.** Kromozom aberasyon testi vasıtasıyla yapılan biyolojik dozimetri sonuçları

Kişi	Değerlendirilen Hücre Sayısı	Ortalama Tüm Vücut Dozu (mGy)	%95 Güven Aralığında Tüm Vücut Minimum ve Maksimum (mGy)
E.B.	602	1170	1024 - 1331
Z.K.*	500	342	188 - 529
S.B.	710	85	<60 - 250
K.Y.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
H.B.	1000	60	<60 - 190
İ.B.	670	90	<60 - 260
L.Y.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
L.B.	1000	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
B.B.	600	100	<60 - 280
M.E.B.	500	120	<60 - 320
A.K.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
A.B.	500	210	70 - 400
Ü.D.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
S.S.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
Y.K.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
C.Y.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
A.Ç.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
Ş.Y.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
Ç.Y.	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi
T.K.**	500	120	< 60 - 320
H.O***	500	-	Biyolojik Doz Tespit edilmedi

\* Radyografi çalışmasını gerçekleştiren firmanın RKS'si.

**Ek-1 Olay Sonrası Atık İşlemi için Teslim Edilen Gamagrafi Cihazı ve İçerisindeki Radyoaktif Kaynak (Kaynak Taşıyıcısı) Görüntüleri**



Gamagrafi cihazının görüntüsü



Gamagrafi cihazının kilit mekanizmasının görüntüsü



### Olay Yeri ve Kaynağa Müdahale Edilen Yerin Fotoğrafları



E.B.'nin konutu



Radyoaktif kaynağın poşet içinde atıldığı konutun önündeki boş alan



18.10.2016 tarihi itibarıyla 15,67 Ci aktiviteli Ir-192 radyoaktif kaynak bulunduran kaynak taşıyıcısı

## Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016, Kazanın nedenleri

- Gamagrafi cihazının **kilit sisteminin arızalı** olmasından dolayı radyoaktif kaynağın cihazdan düştüğü,
- Radyografi **çalışması sırasında radyasyon ölçüm cihazının kullanılmadığı**,
- Çalışma sonrasında da cihaz üzerinde, radyoaktif kaynağın **taşınması ve depolanması sırasında yapılması gereken radyasyon ölçümlerinin yapılmamış** olduğu
- Gerekli radyasyon ölçümleri yapılmadığından radyoaktif kaynağın cihazın içerisinde bulunmadığı tespit edilememiştir.

# Yerel basın haber başlıkları

## RADYOAKTİF PANİK

Baraj inşaatında bulunduğu maddeyi eve getiren Eyüp B'nin vücudunda morluklar oluşunca hastaneye kaldırıldı. Radyoaktif madde şüphesiyle mahalle boşaltıldı, acil servis kapatıldı, vatandaşlara maske dağıtıldı.

**S**AKARYA'NIN Arifiye İlçesi Nevîye Mahallesi'nde yaşayan 16 yaşındaki Eyüp B, bir yarımın çalıştığı baraj inşaatında bulunduğu 3-4 adet metal maddeyi cebine koyup evine getirdi. Evde mide balansı yaşayan Eyüp B, emesi gün ailesi tarafından hastaneye götürüldü.

### TESPIH TASI BÜYÜKLÜĞÜNDE

İlgili vurularak evine yollanan Eyüp B'nin vücudunda bu kez morluklar ve yaralar çıkmaya başladı. Sabah fenalaşınca yeniden hastaneye getirilen Eyüp B'yi muayene eden doktorlar "radyasyondan şüphelenince, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne haber verildi. AFAD ekipleri Arifiye'deki evin bulunduğu sokagi boşaltırken, vatandaşlar da maske dağıtıldı. Eyüp B'nin tedavi gördüğü hasta-

nenin acil servisine girişler yasaklandı, personel tahliye edildi. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu uzmanları da olayın meydana geldiği evde inceleme yaptı.

### TEST CİHAZI ÇIKTI

Oğlu Eyüp B'nin baraj inşaatında çalışan amcasunun oğlanın yanına geldiğini belirten baba Emrah B, "Tespih tanelerine benzeyen 3-4 adet metal parçaya dokunmuş. Ceza evine getirdi, diğer çocuklar da metallerle baktı" diye konuştu. Konuyla ilgili açıklama yapan Sakarya Valisi Hüseyin Avni Coş "Ankara'dan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'ndan gelen ekiplerin ölçümlerinde yayılan radyoaktif madde tespit edilmedi" dedi. Bölgedeki karantina tedbirleri kaldırılarak Eyüp B'nin baraj inşaatında sızdırmazlık testi yapılan cihaza temas ettiği ortaya çıktı.



Eyüp B'nin tedavisi için radyoaktif ünite çıktı

21.10.2016 tarihli STAR Günlük Ulusal

### TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU Basın Duyurusu

#### (Sakarya İlinde Meydana Gelen Endüstriyel Radyasyon Kazası ile İlgili)

20.10.2016

Endüstriyel radyografi alanında faaliyet gösteren bir firma tarafından Türkiye Atom Enerjisi Kurumu aranarak Sakarya ili Kızılcıklı köyü yakınlarında bulunan baraj şantiyesinde yapılan radyografi çalışmaları sırasında cihazın içerisinde bulunan radyoaktif kaynağın düşürüldüğü ve bulunamadığı bildirilmiştir.

Haberin alınması üzerine, AFAD ekipleri ile koordineli olarak durumu yerinde tespit etmek üzere TAEK Acil Durum Müdahale Ekibi sahaya sevk edilmiştir. Söz konusu radyoaktif kaynak, saat 15:00 sularında sahaya intikal eden TAEK Acil Durum Müdahale Ekibi tarafından Kurumumuzun Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezine gönderilmek üzere emniyet altına alınmıştır.

Radyoaktif kaynak endüstriyel radyografide kullanılan İridyum-192 radyoizotopu olup kapalı kaynak formundadır.

Radyoaktif kaynağı şantiye sahasından alarak evine götürülen kişi ve ev halkı gerekli tetkikler yapılmak üzere sağlık kuruluşlarına yönlendirilmiştir.

Söz konusu radyoaktif kaynağın bulunduğu yer ve çevresinde radyolojik açıdan her hangi bir bulaşma veya anomali söz konusu değildir.

Kamuoyuna saygıyla duyurulur.

Serdivan HES inşaatından alınan metal maddelerde radyasyon çıktı

## Radyasyon adı hastane kapattı

Arifiyede 16 yaşındaki genç hastalandı. Hastanede yapılan incelemelerde hastada radyasyon tespit edildi. Bu gelişmeye beraber hasta karantinaya alındı ve Doğumcu Çocuk Acil Servisi kapatıldı. Gençin yaşadığı mahalle ise karantinaya alındı.

İnşaatta bulunduğu metal maddeleri eve getiren genç orbalıdı korkardı

## Radyoaktif panik

Arifiyede 16 yaşındaki genç hastalandı ve hastaneye kaldırıldı. Hastanede yapılan incelemelerde radyasyon tespit edildi. Bu gelişme ile hastalar önce ve yaşadığı mahalleler his altına alındı.

21.10.2016 tarihli SAKARYA HALK Günlük Yerel Gazete



# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016, Sonuçlar-1

- Lisans koşullarına uyulmaması, ihmal, çalışmalarda **radasyon ölçüm cihazı ile alarmlı elektronik dozimetrenin kullanılmaması** ve cihaz bakımının zamanında yaptırılmaması nedeniyle kazalar meydana gelebilmektedir.
- Radyasyon kazalarında **olayın meydana geldiği yer, radyasyon kaynağının özelliği, müdahale yöntemi ve yönetimi** açısından önemli olmakla birlikte olaya zamanında ve doğru bir şekilde müdahale edilmesi ile **radasyon kazasının radyolojik etkilerinin azaltılması/ortadan kaldırılması sağlanabilmektedir.**
- Olayın, **şantiyede meydana gelmesi ve yerleşim alanında devam etmesi** sonucunda radyasyon alanında çalışanların dışındaki kişiler de olaya karışmıştır.
- En fazla radyasyona maruz kalan E.B.'nin tedavisi ise referans hastanede devam etmektedir.

# Sakarya/Kızılcıklı köyü yakınları, Ekim 2016, Sonuçlar-1

- Halkın ve çevrenin radyasyondan korunması için sakınca yarattığı değerlendirilen **firma yetkilileri hakkında hukuki süreç başlatılmıştır.**
- Radyasyon kazası sırasında kullanılan **cihaz ve radyoaktif kaynak atık işlemi için ÇNAEM'e teslim edilmiştir.**
- Radyasyon kazasına ve yapılması öngörülen hususlara ilişkin olarak Sağlık Bakanlığına, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına, Sakarya Valiliğine, AFAD'a bilgi verilmiştir.
- Radyasyon kazası, Birleşik Bilgi Değişimi Sistemi (USIE - Unified System for Information Exchange) ve Uluslararası Nükleer Olay Ölçeği (International Nuclear Event Scale - INES) veri tabanlarına kaydedilerek Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na (IAEA) bildirilmiştir.

# TAEK-Endüstriyel radyografide radyasondan korunma eğitimleri

*Journal of Materials Education Vol.38 (5-6): 191-202 (2016)*



## **DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCES THROUGH AWARENESS EDUCATION AND TRAINING ACTIVITIES ON OCCUPATIONAL RADIATION PROTECTION FOR INDUSTRIAL RADIOGRAPHY IN TURKEY**

C. T. Zeyrek and H. Akbıyık

Ankara Nuclear Research and Training Center (ANRTC), Turkish Atomic Energy Authority, TR-

## Çalışma esnasında radyasyon güvenliğinin kaybolmasına ait başlıca faktörler

### 1- İnsan Faktörü

- Yetersiz Eğitim
- İhmal
- Aşırı Güven
- İletişim Eksikliği

### 2- Cihaz veya Kaynaktaki Teknik Arıza

- Cihazın Çok İyi Tanınmaması (Radyasyon Üreten Cihazlar, Zırhlanmamış Açık Kaynaklar, Zırhlı Kapalı Kaynaklar ?)
- Periyodik Kontrol, sızıntı testlerinin zamanında yapılmaması
- Çalışma kurallarına uyulmaması

### 3- Diğer Nedenler

(**Taşıma kazası**, doğal afetler-**yangın**, **deprem**, sel v.b),

## Kazaları/Olayları önleyebilmek için

- Eđitilmiş insan potansiyeli
- Kaynakların kontrolü (süreklilik)
- Acil durum planları
- Yeterli sayıda ve uygunlukta radyasyon ölçüm dedektörleri ve yardımcı donanımlar
- Cihazların bakım/onarım/kalibrasyonların düzenli Yapılması

**GEREKLİDİR!**



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Kurumsal / Diğer Birimler

Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi (ADYM)



Radyasyondan korunma standartlarıyla belirlenen sınırların üzerinde radyasyon dozu alınması veya radyoaktif bulaşmanın vuku bulmasına neden olabilecek ve acil müdahaleyi gerektiren, olağandışı “radyasyon acil durumları” çerçevesinde, acil durum müdahale koordinasyonu ile ilgili kurumsal sorumlulukların yerine getirilmesi amacı ile faaliyet göstermektedir.

### Herhangi Bir Radyasyon Acili Durumunda Müdahale Hedefleri:

- Sahada, insan sağlığı için olası olumsuz sonuçların önlenmesi veya azaltılması,
  - Beklenen (deterministik) sağlık etkileri oluşma olasılığının azaltılması,
  - Tahmini / olası (stokastik) sağlık etkileri oluşma olasılığının azaltılması,
- Kontrolün yeniden sağlanması,
- Çevre ve varlıkların korunması.

**Şüpheli durumlarda yetkili kişilere/otoriteye bilgi verilmesi**  
**Tel : 444 82 35 ACIL BİLDİRİM HATTI**

## Dozlarının azaltılması

- Radyasyondan korunma konusundaki bilgiler güncellenmelidir!





# TAEK-Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı-EYDB (Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi-ANAEM)

- TAEK-Ulusal Kurs Programı
- <http://www.taek.gov.tr/egitim-arastirma/kurs-ve-sinav-programi.html>



## EYDB-Eğitim Őubesi M¼d¼rl¼đ¼

İstek ¼zerine yerinde radyasyondan korunma eğitimleri, AFAD-2019



# SORULAR ?







Teşekkür ederim...