

# Türkiye'de Radyasyon Kaynakları **2011**



Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi  
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

**444TAEK(4448235)**

**Santral: (312) 295 87 00**

**Eskişehir Yolu 9.km  
Lodumlu/Ankara/06530**

## ÖNSÖZ

Radyasyon temel olarak iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan olarak iki sınıfa ayrılabilir. İyonlaştırıcı radyasyon, madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla etkileyerek iyon çiftleri oluşturabilen X-ışını, gama ışını, alfa parçacıkları, beta parçacıkları, ağır iyonlar ve serbest nötronlar gibi tanecik karakterli parçacıklardır.

Canlıların doğal kaynaklardan meydana gelen iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaları kaçınılmaz bir süreç olup, canlılığın ortaya çıkmasıyla birlikte başlamıştır. Doğal radyasyon ışınlamasının iki önemli kaynağı bulunmaktadır. Bunlar dünya atmosferine giren yüksek enerjili kozmik ışınlar ve parçacıklar ile yer kabuğu kökenli olup, çevremizde her yerde hatta insan vücudunda bile bulunan radyoaktif maddelerdir.

Doğal radyoaktif maddelerin yanı sıra, X-ışınları ve radyoaktivitenin 19. yy sonlarında keşfedilmesinden bu yana radyasyonun ve radyoaktif maddelerin yapay olarak elde edilmesi de başarılmış, radyasyon ve radyoaktif maddeler, cihaz ve donanım teknolojisi geliştirilerek çok farklı uygulama alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları endüstri, tıp, güvenlik, tarım, hayvancılık, araştırma, eğitim gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Radyasyon uygulamaları, iyonlaştırıcı radyasyonun bilinçli ve kontrollü olarak kullanıldığı yasal düzenlemelere tabi faaliyetlerdir. Bu düzenlemeler; mesleki, tıbbi ve toplum ışınlanmalarına karşı radyasyondan korunmanın ve radyoaktif kaynakların güvenliğinin sağlanmasına ilişkin kural ve standartları kapsar, radyasyonun güvenli kullanımına yönelik bilimsel, teknik ve idari gereklilikleri belirler.

Bu doğrultuda, Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi, 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu gereğince iyonlaştırıcı radyasyonun ve radyoaktif maddelerin güvenli kullanımına ilişkin düzenleme, yetkilendirme ve denetleme faaliyetlerini sürdürmektedir.

Bu raporda, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kayıtlarında yer alan radyasyon kaynaklarının 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelindeki dağılımları verilerek, Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından 2011 yılı içinde gerçekleştirilmiş yetkilendirme ve denetim faaliyetleri özetlenmiştir.



## İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ I

TABLolar DİZİNİ II

ÖZET III

SUMMARY III

1. GİRİŞ 1

2. RADYASYON KAYNAKLARI 2

2.1 Tıbbi Radyoloji Cihazları 3

2.2 Diş hekimliğinde Kullanılan Radyoloji Cihazları 11

2.3 Radyoterapide Kullanılan Kaynaklar 13

2.4 Nükleer Tıp Uygulamaları 16

2.5 Endüstriyel Radyografi/Radyoskopi Cihazları 19

2.6 Nükleer Ölçüm Cihazları 20

2.7 Taşınabilir Yoğunluk ve Nem Ölçüm Cihazları 21

2.8 Işınlama Tesisleri / Cihazları 22

2.9 Güvenlik Amaçlı Kullanılan Cihazlar 23

3. YETKİLENDİRME FAALİYETLERİ 24

4. RADYOAKTİF KAYNAK YÖNETİMİ FAALİYETLERİ 27

5. RADYASYON KONTROLÜ VE DENETİMİ FAALİYETLERİ 30

6. SONUÇ 34

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Tıbbi radyoloji cihazlarının türlerine göre dağılımı.....	3
Şekil 2.	Radyoloji cihazlarının sayıları bakımından kuruluş sayılarının dağılımı.....	5
Şekil 3.	Radyoloji cihazlarının coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı.....	5
Şekil 4.	Tıbbi grafi ve skopi cihazlarının illere göre dağılımı.....	6
Şekil 5.	Tıbbi grafi ve skopi cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	6
Şekil 6.	Anjiyografi cihazlarının illere göre dağılımı.....	7
Şekil 7.	Anjiyografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	7
Şekil 8.	Bilgisayarlı tomografi cihazlarının illere göre dağılımı.....	8
Şekil 9.	Bilgisayarlı tomografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	8
Şekil 10.	Mamografi cihazlarının illere göre dağılımı.....	9
Şekil 11.	Mamografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	9
Şekil 12.	Kemik yoğunluğu ölçümü cihazlarının illere göre dağılımı.....	10
Şekil 13.	Kemik yoğunluğu ölçümü cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	10
Şekil 14.	Diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının türlerine göre dağılımı.....	11
Şekil 15.	Diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının illere göre dağılımı.....	12
Şekil 16.	Diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının nüfusa göre dağılımı.....	12
Şekil 17.	Radyoterapi cihazlarının türlerine göre dağılımı.....	13
Şekil 18.	Radyoterapi cihazlarının illere göre dağılımı.....	14
Şekil 19.	Radyoterapi cihazlarının coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı.....	15
Şekil 20.	Radyoterapi birimlerinde kullanılan radyoaktif kaynakların illere göre dağılımı.....	15
Şekil 21.	Nükleer tıp laboratuvarlarının illere göre dağılımı.....	16
Şekil 22.	PET/PET-CT laboratuvarlarının illere göre dağılımı.....	17
Şekil 23.	I-131 tedavisi yapılan merkezlerin illere göre dağılımı.....	18
Şekil 24.	Nükleer tıp ünitelerinde kullanılan cihazların coğrafi bölgelere göre dağılımı ve Bölge nüfusuna göre oransal dağılımı.....	18
Şekil 25.	Endüstriyel radyografi/radyoskopi cihazlarının illere göre dağılımı.....	19
Şekil 26.	Nükleer ölçüm cihazlarının illere göre dağılımı.....	20
Şekil 27.	Taşınabilir yoğunluk ve nem ölçüm cihazlarının illere göre dağılımı.....	21
Şekil 28.	Kan ışınlama cihazlarının illere göre dağılımı.....	22



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 29. Paket/bagaj kontrol cihazlarının illere göre dağılımı.....	23
Şekil 30. 2011 yılında yapılan lisanslama işlemleri.....	24
Şekil 31. 2011 yılında düzenlenen lisansların uygulama alanlarına göre dağılımı .....	25
Şekil 32. Tıbbi radyoloji ve nükleer tıp uygulamalarında RKS'lerin dağılımı.....	25
Şekil 33. Endüstriyel uygulamalarda RKS'lerin dağılımı .....	26
Şekil 34. 2011 yılında değerlendirilen projelerin uygulama alanlarına göre dağılımı .....	26
Şekil 35. 2011 yılında düzenlenen izinlerin türlerine göre dağılımı.....	27
Şekil 36. 2011 yılında ithal izni düzenlenen kapalı kaynak sayıları ile aktiviteleri.....	28
Şekil 37. 2011 yılında ithal izni düzenlenen tıbbi amaçlı kapalı kaynaklar .....	28
Şekil 38. 2011 yılında ithal izni düzenlenen endüstriyel amaçlı kapalı kaynaklar .....	29
Şekil 39. 2011 yılında ithal izni düzenlenen açık kaynaklar .....	29
Şekil 40. 2011 yılında radyasyon kontrolü yapılan radyasyon kaynakların uygulama alanına göre dağılımı .....	31
Şekil 41. 2011 yılında denetimi yapılan kuruluşların uygulama alanına göre dağılımı .....	31
Şekil 42. 2011 yılında kontrol ve denetim kapsamında illere gidiş sıklıkları.....	32
Şekil 43. 2011 yılında kontrol ve denetimi gerçekleştirilen kuruluşların illere göre dağılımı.....	32
Şekil 44. Kişisel dozimetre sonuçları inceleme doz değeri üzerinde olan kişilerin dağılımı .....	33

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Tıbbi radyoloji cihazları.....	3
Tablo 2. Radyoterapi cihazları.....	13

## ÖZET / SUMMARY

Bu dokümanda, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kayıtlarında yer alan radyasyon kaynaklarının 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelindeki dağılımları verilmekte ve Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından sürdürülen yetkilendirme ve denetleme faaliyetleri kapsamında 2011 yılı süresince gerçekleştirilen işlemlere ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kayıtlarına göre, 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelinde toplam 9432 kuruluştaki X-ışını cihazları, kapalı ve açık radyoaktif maddeler ile kapalı radyoaktif madde bulunduran cihazlar kullanılmaktadır. Mevcut radyasyon kaynaklarının % 76'sı tıpta, % 24'ü ise endüstride ve diğer alanlarda kullanılmaktadır.

Bu kayıtlara göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde 12383 tıbbi radyoloji cihazı ve 4152 diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazı ile 251 adet radyoterapi cihazı bulunmaktadır. Ayrıca, açık kaynakların kullanıldığı 366 adet nükleer tıp laboratuvarı ve FDG (florodeoksiglukoz) üretimini yapan 12 üretim tesisi bulunmaktadır.

Öte yandan 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde toplam 679 endüstriyel radyografi/radyoskopi cihazı, 3091 adet sabit nükleer ölçüm cihazı ile 243 adet taşınabilir yoğunluk ve nem ölçüm cihazı bulunmaktadır. Ayrıca güvenlik amacıyla kullanılan 2762 adet paket/bagaj kontrol cihazı ve 10 adet tır tarama sistemi bulunmaktadır. Gıda, tıbbi malzemeler ve diğer ürünlerin radyasyon ile ışınlanması amacıyla çalışmakta olan 4 ışınlama tesisi mevcuttur.

Ayrıca 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde radyasyon kaynaklarının bakım ve onarımı için 59 adet, radyoaktif maddelerin ithalat, ihracat ve taşınması için 145 adet, radyasyon kaynağı üretimi için 6 adet yetkilendirilmiş kuruluş mevcuttur.

Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından sürdürülmekte olan yetkilendirme faaliyetleri kapsamında 2011 yılında 6500'i aşkın işlem gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerden 3792 adeti radyasyon kaynakları için kullanma ve bulundurma lisansı düzenlenmesi işlemidir.

2011 yılı boyunca ülke genelinde 1259 kuruluştaki koşulların yetkilendirilmeye uygunluğunun tespiti amacı ile yapılan 2472 radyasyon kaynağının radyasyon kontrolü ve yetkilendirme koşullarının devamlılığının sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi amacı ile 584 kuruluştaki 2709 radyasyon kaynağının radyasyon güvenliği denetimi gerçekleştirilmiştir.

*In this document, the information on the nationwide distribution of the registered radiation sources placed in Turkish Atomic Energy Authority's archive by the year of 2011 and transactions that realized in the scope of authorization and inspection activities carried out by Radiation Health and Safety Department in the year of 2011 are presented.*

*According to Turkish Atomic Energy Authority's archive, as of 2011; the number of private or governmental installations using X-ray devices, sealed and unsealed radioactive sources and equipments which include radioactive sources is 9432. 76 percent of the radiation sources are used in medical sector while the rest of them are used in industrial or other activities.*

*12383 diagnostic and interventional radiology units in medicine, 4152 diagnostic radiology units in dentistry, and 251 radiotherapy equipments include radioactive sources or X-ray generators are in use at the end of 2011 according to the above mentioned archive. There are also 366 nuclear medicine laboratories dealing with unsealed radioactive sources and 12 FDG (fluorodeoxyglucose) production facilities, in the country.*

*On the other hand, 679 industrial radiography/radioscopy units, 3091 sited nuclear gauges and 243 mobile density and moisture gauges are being used in country as of the end of 2011. Besides that, there are 2762 X-ray devices for package control and 10 vehicle screening devices for the security purposes. 3 irradiation facilities are operated for irradiation of food, feed, medical devices and other goods.*

*Additionally, by the year of 2011, there are 59 authorized services for maintenance of radiation sources, 145 authorized services for import, export and transport of radioactive sources, and 6 authorized facility of the production of radiation sources, in the country.*

*More than 6500 transactions were carried out by Radiation Health and Safety Department in the scope of authorization procedures in the year of 2011. 3792 of them were the procedures to issue license for the institutions to have and use the radiation sources.*

*Radiation monitoring as a part of pre-authorization of 2472 radiation sources in 1259 installations and inspection of 2709 radiation practices in 584 installations have been realized in 2011.*



# GİRİŞ

denetlemek; radyasyon güvenliği mevzuatına aykırı hallerde, verilmiş olan lisansı geçici veya sürekli olarak iptal etmek; söz konusu kurum ve kuruluş hakkında gerekirse kapatma kararı almak ve genel hukuk esasları dâhilinde kanuni kovuşturmayaya geçilmesini sağlamak” TAEK’in görev ve yetkileri arasında sayılmaktadır. Ayrıca, İhtisas Dairelerinin kuruluş ve görevlerinin verildiği 8 inci madde, b bendinde; lisanslama, radyasyondan korunma mevzuatı ve esaslarını tespit, radyoaktif maddelerin taşınma ve depolanması, radyasyon çıkaran cihaz ve sistemlerin denetimi hizmetlerini ve diğer ilgili görevleri yapma görevi Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi'ne verilmiştir.

1956 yılında 6821 sayılı Kanun ile Başbakanlığa bağlı olarak Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği kurulmuştur. 1967 yılında aynı Kanuna dayanarak Radyasyon Sağlığı Tüzüğü ve 1968 yılında Radyasyon Sağlığı Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Radyasyon Sağlığı Tüzüğü ile, radyasyon içeren faaliyetlere ruhsat verme ve gerektiğinde iptal etme yetkisi Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliğine verilmiştir. Mevzuat gereğince bu görevler Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi ve Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nin Sağlık Fiziği bölümlerince yürütülmüştür. 1978 yılında doğrudan Genel Sekreterliğe bağlı olarak önce Nükleer Güvenlik Bölümü ve daha sonra Radyasyon Güvenliği Bölümü kurularak hizmet vermeye başlamıştır.

Genel Sekreterliğin 1982 yılında 2690 sayılı Kanun ile Başbakanlığa bağlı olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) adı ile yeniden yapılandırılmasını takiben Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi kurulmuştur.

2690 sayılı Kanununun 4 üncü maddesi gereğince “radyasyon cihazları, radyoaktif maddeler, özel bölünebilir maddeler ve benzeri iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanarak yapılan çalışmalarda iyonlaştırıcı radyasyonların zararlarına karşı korunmayı sağlayıcı ilkeleri ve önlemleri ve hukuki sorumluluk sınırlarını saptamak” ve “radyoaktif maddeleri ve radyasyon cihazlarını bulunduran, kullanan, bunları ithal ve ihraç eden, taşıyan, depolayan, ticaretini yapan resmi ve özel kurum, kuruluş ve kişilere ruhsata esas olacak lisans vermek, radyasyon güvenliği bakımından bunları

Bu raporda, TAEK kayıtlarında yer alan radyasyon kaynaklarının 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelindeki dağılımları verilerek, Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından 2011 yılında gerçekleştirilen yetkilendirme ve denetim faaliyetleri özetlenmiştir.

Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi'nin kurulduğu günden bu güne TAEK kayıtlarına işlenen ve halen kullanımda olan radyasyon kaynaklarının 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelindeki dağılımları bu raporun ikinci bölümünde verilmiştir. Üçüncü bölümde, 2011 yılı içinde radyasyon kaynaklarıyla faaliyet göstermek isteyen kuruluşların lisanslanması kapsamında yürütülen çalışmalar özetlenmiştir. Dördüncü bölümde radyoaktif kaynakların üretimi veya ülkemize ithalinden itibaren kullanım ömürlerini tamamlayarak radyoaktif atık işlemlerine tabi tutulmasına kadar her aşamada takibinin sağlanmasına yönelik olarak 2011 yılında yürütülen radyoaktif kaynak yönetimi işlemleri hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde ise 2011 yılında, radyasyon kaynaklarının bulunduğu ve kullanıldığı yerlerde koşulların yetkilendirilmeye uygunluğunun tespiti amacı ile yapılan radyasyon kontrolleri ve yetkilendirme koşullarının devamlılığının sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi amacı ile sürdürülmekte olan radyasyon güvenliği denetimlerine ilişkin bilgiler sunulmuştur.



## 2 RADYASYON KAYNAKLARI

X-ışınlarının ve radyoaktivitenin keşfedilmesinden bu yana radyasyon ve radyoaktif maddeler yaşantımızda birçok farklı alanda giderek artan sayı ve çeşitlilikte kullanılmaktadır. X-ışınları, keşfedilmesinden sonraki 6 ay içerisinde, ilk kez tıpta teşhis amacıyla kullanılmaya başlanmış; o zamandan beri radyasyonun ve radyoaktif maddelerin yapay olarak elde edilmesinin yolları bulunmuş ve çok farklı uygulama alanları geliştirilmiştir.

Günümüzde X-ışını cihazları ile kapalı ve açık radyoaktif kaynaklar endüstri, tıp, güvenlik, tarım, hayvancılık, araştırma, eğitim gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

➤ **X-ışını Cihazları:** X-ışınları, havası boşaltılmış bir tüp içinde yüksek hızlı elektronların metal bir hedefe çarptırılmasıyla elde edilir. X-ışını cihazları; tıpta, radyoloji ve radyoterapi bölümleri ağırlıklı olmak üzere ameliyathaneler ve ortopedi, kardiyojoloji gibi çeşitli kliniklerde, diş hekimliğinde ve veterinerlikte teşhis ve tedavi amaçlarıyla kullanılırlar. Endüstriyel radyografi ve nükleer ölçüm sistemlerinin bazı modelleri ile paket, bagaj ve araçların güvenlik amaçlı taramalarında da X-ışınları kullanılmaktadır.

➤ **Kapalı Kaynaklar:** Normal kullanım ve olası kaza koşullarında sızdırmazlığı sağlamak üzere bir kapsül içerisine kapatılmış ya da kaplama malzemesi ile kaplanmış katı halde bulunan radyoaktif maddeler kapalı kaynak olarak adlandırılırlar. Radyoterapide kullanılan teleterapi cihazlarında bulunan yüksek aktiviteli kapalı kaynaklardan çeşitli cihazların kalibrasyonlarında kullanılan küçük miktarlardaki kaynaklara kadar çok farklı cins ve biçimde tıpta ve endüstride kontrollü şekilde kullanılmaktadırlar.

➤ **Açık Kaynaklar:** Kapalı kaynak formunda olmayan katı, sıvı, gaz veya toz halindeki her türlü radyoaktif madde açık kaynak olarak kabul edilmektedir. Açık kaynaklar, nükleer tıp ve bazı radyoterapi bölümlerinde teşhis ve tedavide, kan örneklerinin analizlerinde, araştırma amaçlı çalışmalarda kullanılırlar.

Ülkemizde 2011 yılı sonu itibarıyla % 55'i resmi ve % 45'i özel kuruluş olmak üzere toplam **9432** kuruluşta X-ışını cihazları, kapalı ve açık radyoaktif maddeler ile kapalı radyoaktif madde bulunduran cihazlar kullanılmaktadır. 2011 yılı sonu itibarıyla mevcut radyasyon kaynaklarının % 76'sı tıpta, % 24'ü ise endüstride ve diğer alanlarda kullanılmaktadır.

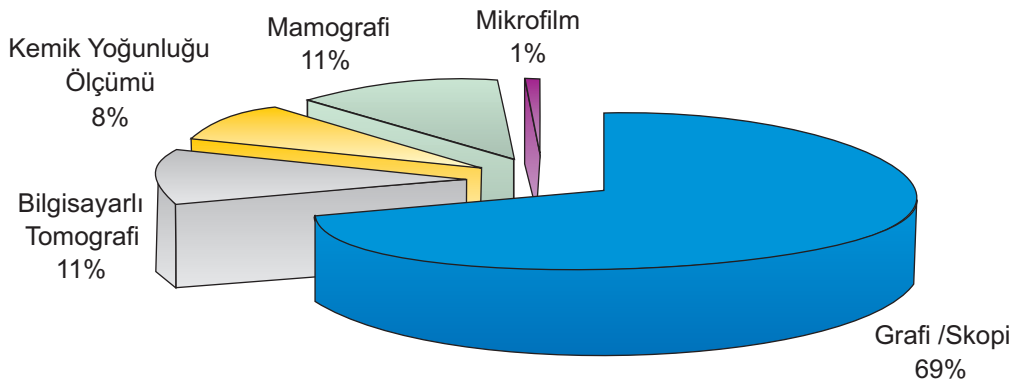


## 2.1 Tıbbi Radyoloji Cihazları

Radyoloji cihazları X-ışınlarının hastada farklı doku yoğunluklarına göre farklı şekilde soğurulması sonucu hastadan geçen ışınların radyografik film üzerine düşürülerek (grafi) veya görüntü şiddetlendirici vasıtasıyla bir monitöre aktararak (skopi) görüntü elde edilmesi prensibiyle çalışır. Yeni gelişen teknolojiler ve bilgisayar yardımıyla sayısal görüntüleme yapan sistemler dijital radyoloji olarak adlandırılır. TAEK kayıtlarına göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde kullanımda olan tıbbi radyoloji cihazlarının sayıları ve türlerine göre dağılımı Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmektedir. Radyoloji cihazları ile faaliyet gösteren kuruluşların bünyelerinde bulundukları cihaz sayıları bakımından dağılımı Şekil 2'de, söz konusu cihazların coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı (Bölge Nüfusu x Toplam Cihaz Sayısı/Toplam Nüfus) ise Şekil 3'de verilmektedir.

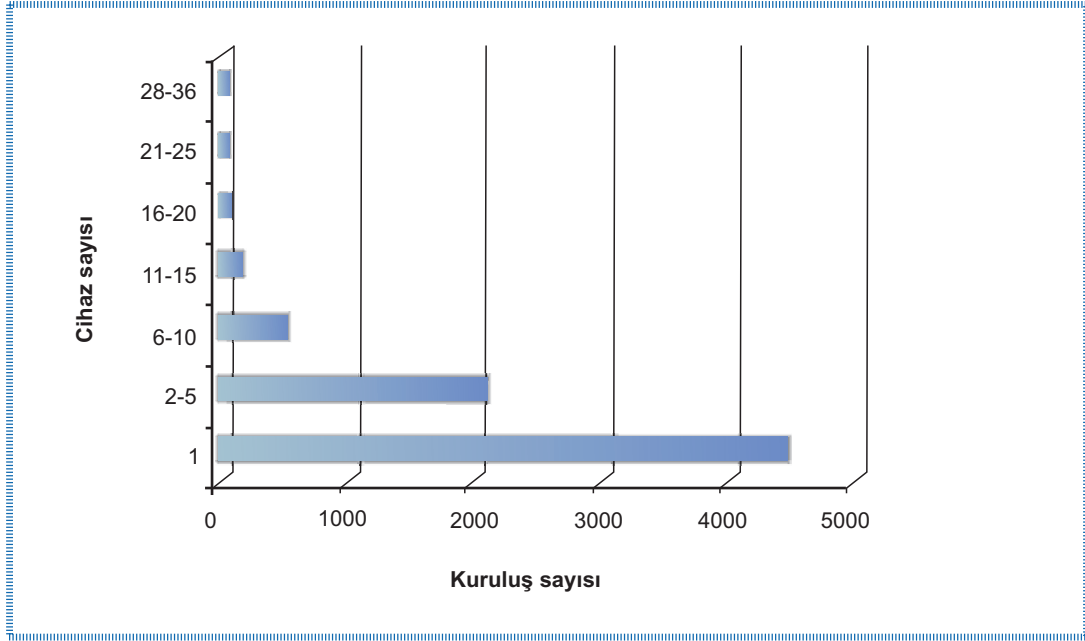
**Tablo 1.** Tıbbi Radyoloji Cihazları

Grafi/Skopi	Bilgisayarlı Tomografi	Mamografi	Kemik Yoğunluğu Ölçümü	Mikrofilm	TOPLAM
8645	1369	1316	938	116	12383

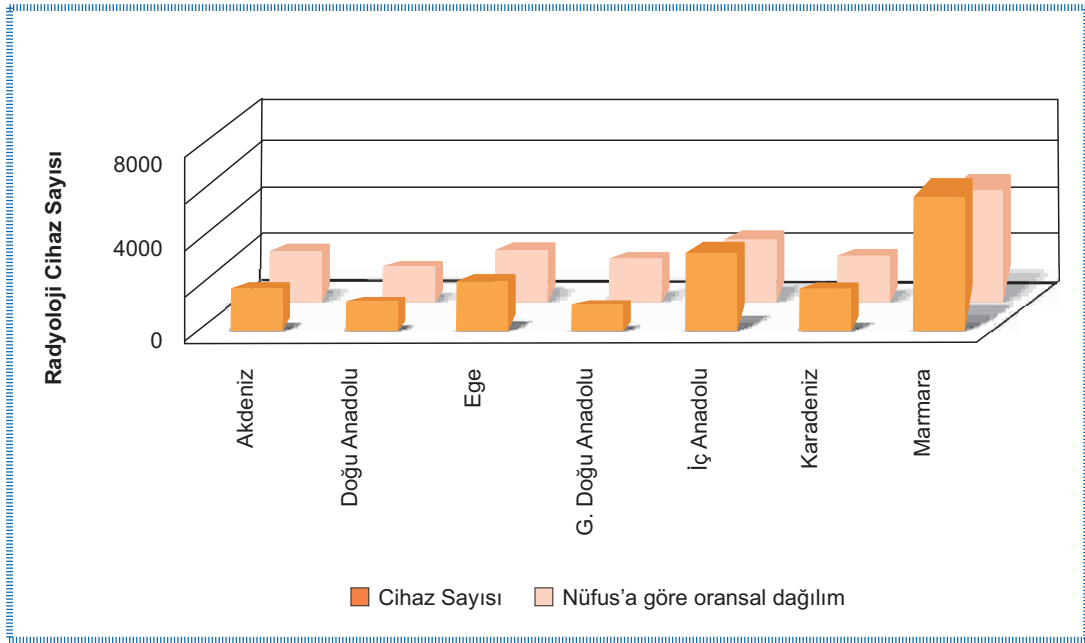


**Şekil 1.** Tıbbi Radyoloji Cihazlarının Türlerine Göre Dağılımı

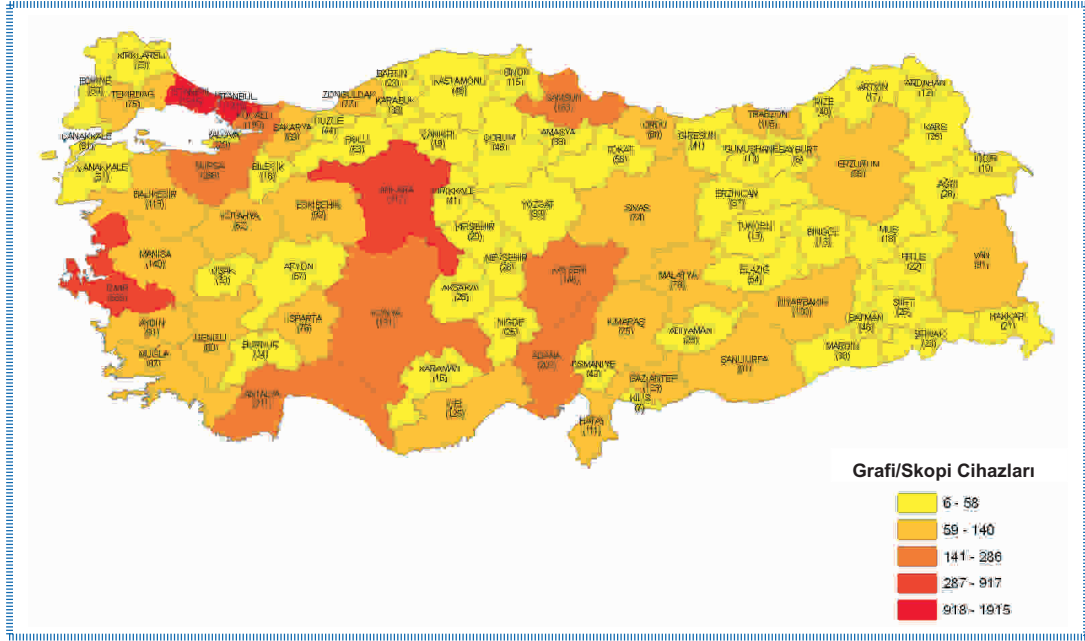
Ülkemizde kullanılan tıbbi grafi ve skopi cihazlarının dağılımı Şekil 4'te, cihazların buldukları illerdeki nüfusa göre, cihaz başına düşen kişi sayısı dağılımı Şekil 5'te verilmektedir. Bunlardan anjiyografi amacıyla kullanılmakta olan **457** adet cihazın dağılımı ayrıca Şekil 6'da, cihazların buldukları illerdeki nüfusa göre, cihaz başına düşen kişi sayısı dağılımı ise Şekil 7'de verilmiştir. Değişik açılardan gelen X-ışınlarının bilgisayar yardımıyla değerlendirilmesiyle dokuların kesitler hâlinde görüntülerinin elde edilmesini sağlayan bilgisayarlı tomografi cihazlarının ülkemizdeki dağılımı Şekil 8'de, cihazların buldukları illerdeki nüfusa göre cihaz başına düşen kişi sayısı dağılımı Şekil 9'da verilmektedir. Yumuşak dokularda (özellikle memede) muayene ile saptanamayacak kadar küçük anormalliklerin tespit edilmesi amacı ile düşük dozda X-ışını üretmek için çalışılan mamografi cihazlarının ülkemizdeki dağılımı Şekil 10'da, cihazların buldukları illerdeki nüfusa göre cihaz başına düşen kişi sayısı dağılımı Şekil 11'de verilmektedir. Kemik kütledeki kayıp oranını dolayısıyla kırık riskini değerlendirmede kullanılan kemik yoğunluğu ölçümü cihazlarının ülkemizdeki dağılımı Şekil 12'de, cihazların buldukları illerdeki nüfusa göre cihaz başına düşen kişi sayısı dağılımı Şekil 13'de verilmektedir.



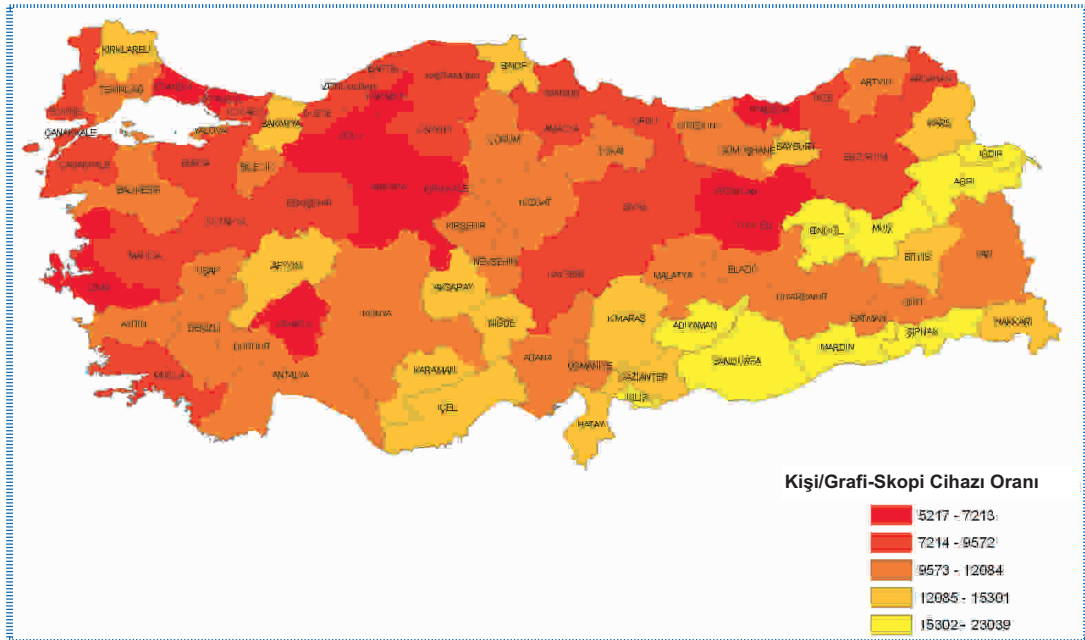
Şekil 2. Radyoloji cihazlarının sayıları bakımından kuruluş sayılarının dağılımı



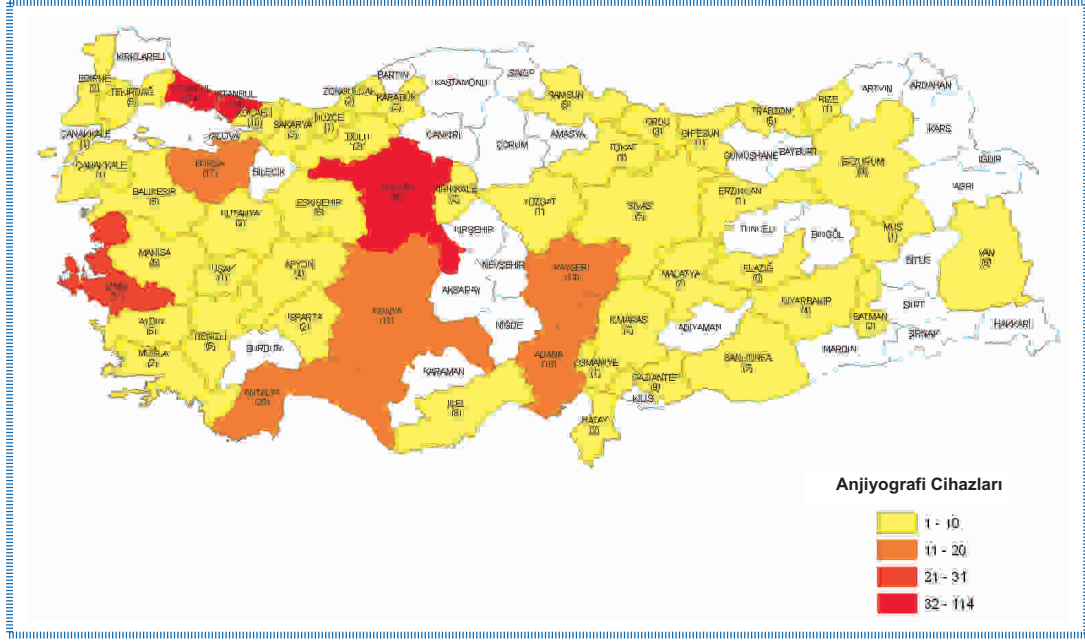
Şekil 3. Radyoloji cihazlarının coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı



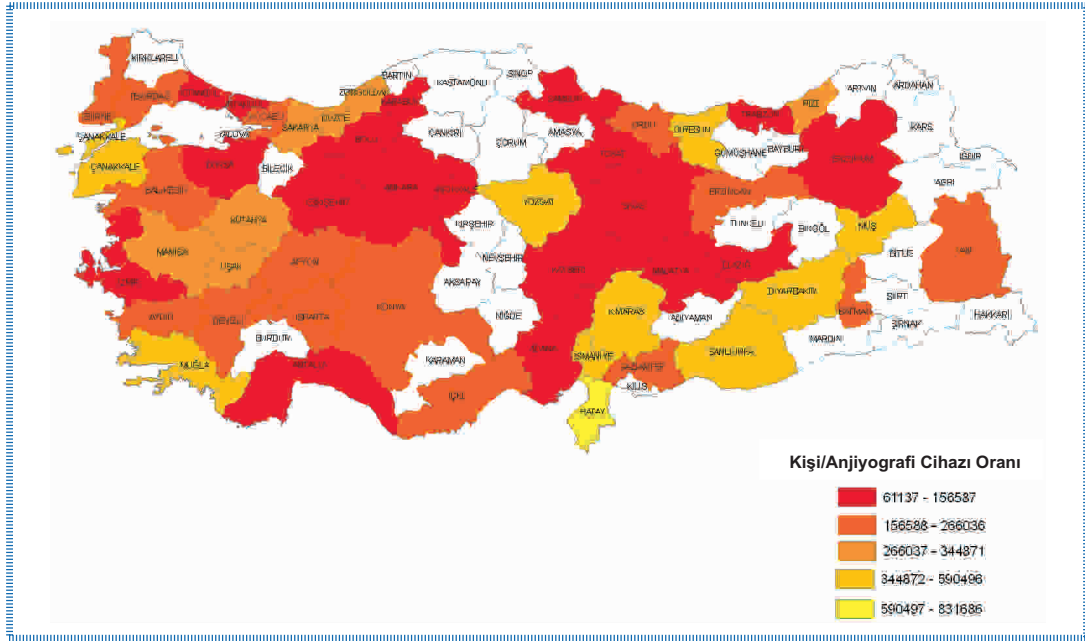
Şekil 4. Tıbbi grafi ve skopi cihazlarının illere göre dağılımı



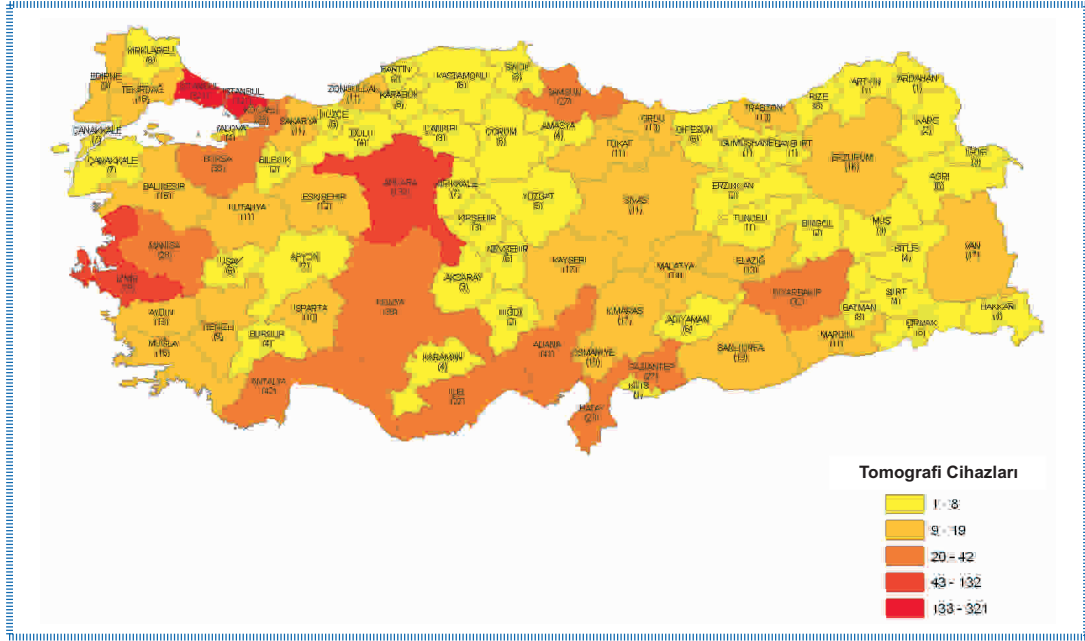
Şekil 5. Tıbbi grafi ve skopi cihazlarının nüfusa göre dağılımı



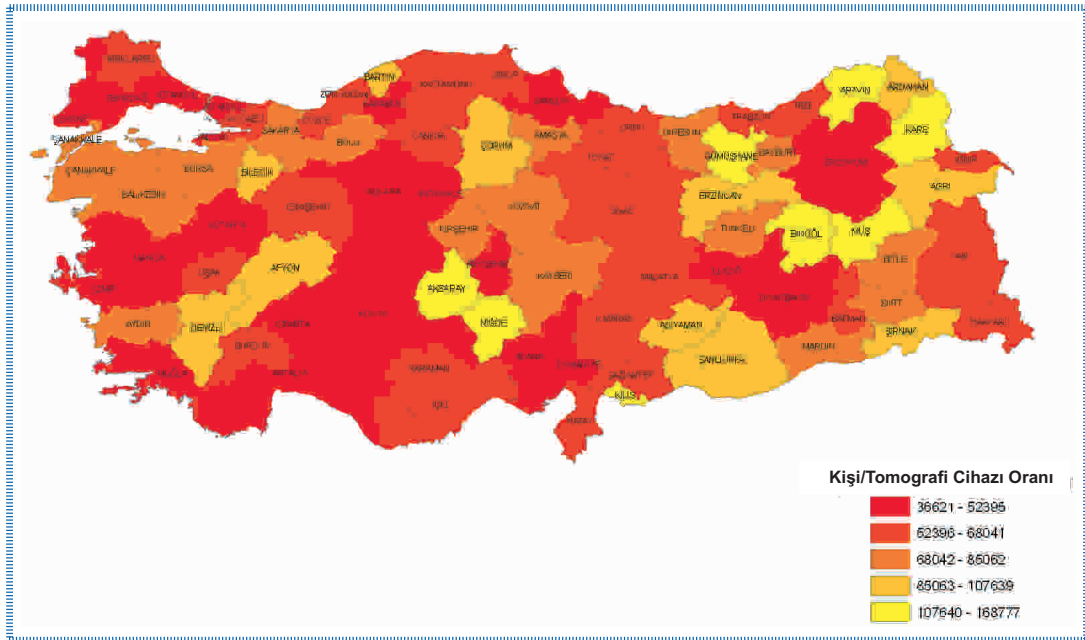
Şekil 6. Anjiyografi cihazlarının illere göre dağılımı



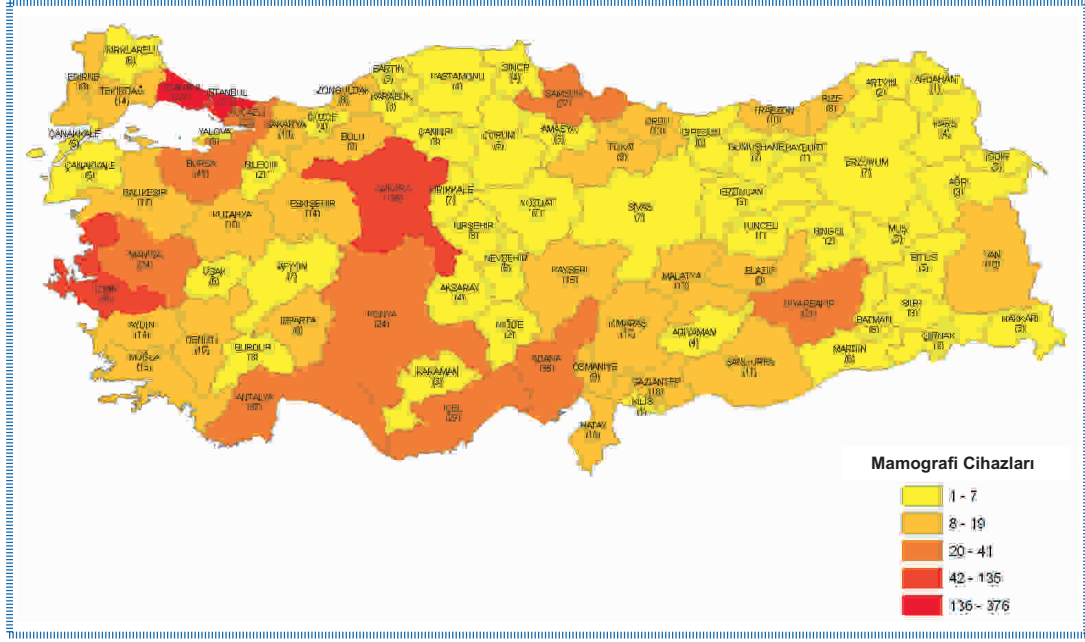
Şekil 7. Anjiyografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı



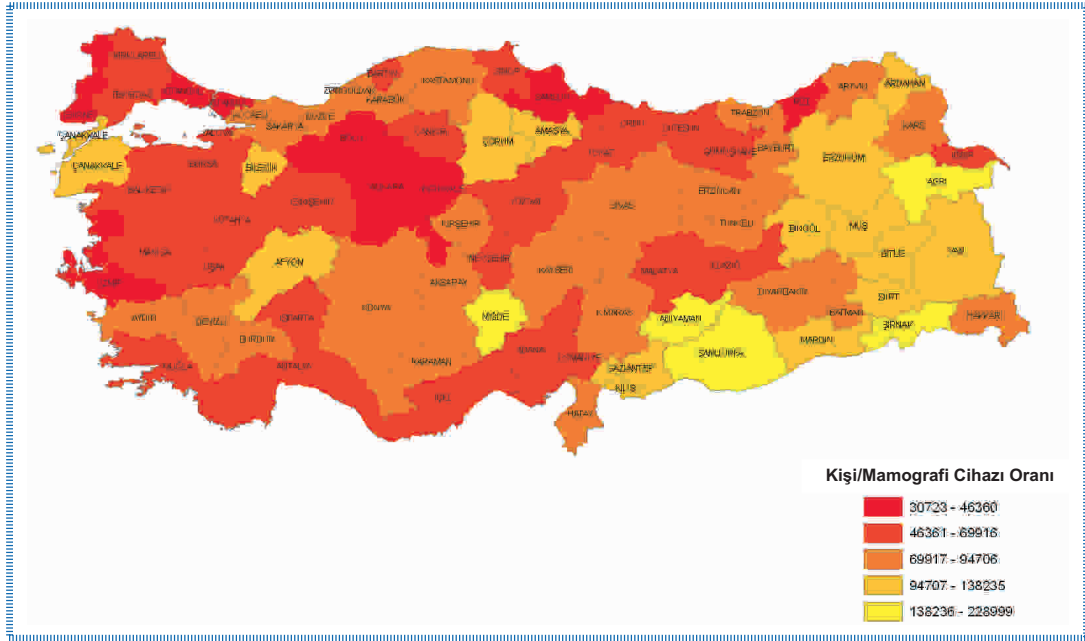
Şekil 8. Bilgisayarlı tomografi cihazlarının illere göre dağılımı



Şekil 9. Bilgisayarlı tomografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı

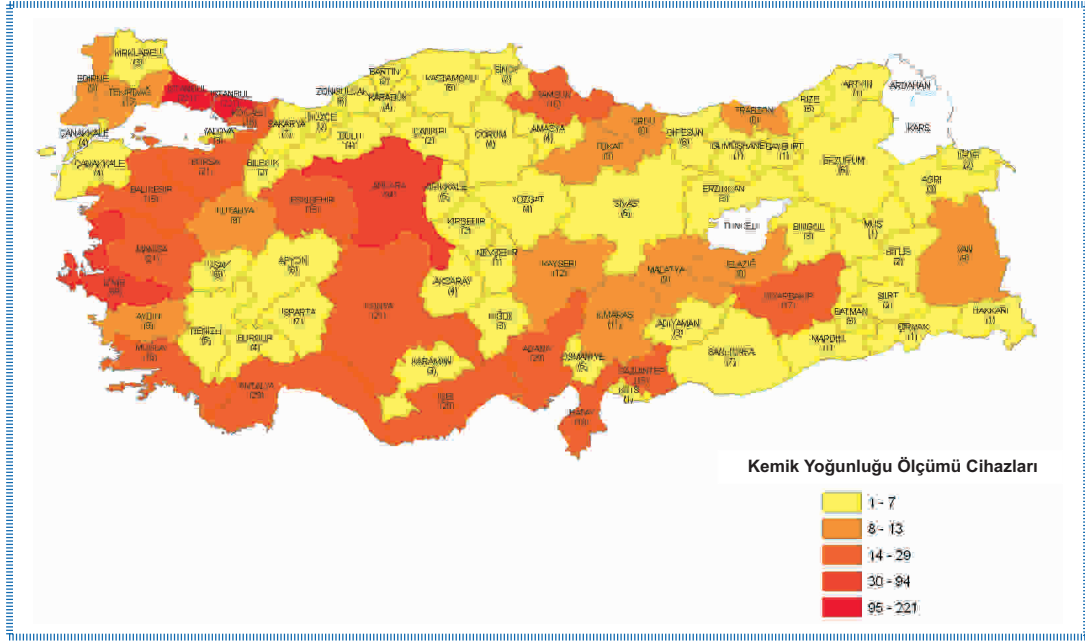


Şekil 10. Mamografi cihazlarının illere göre dağılımı

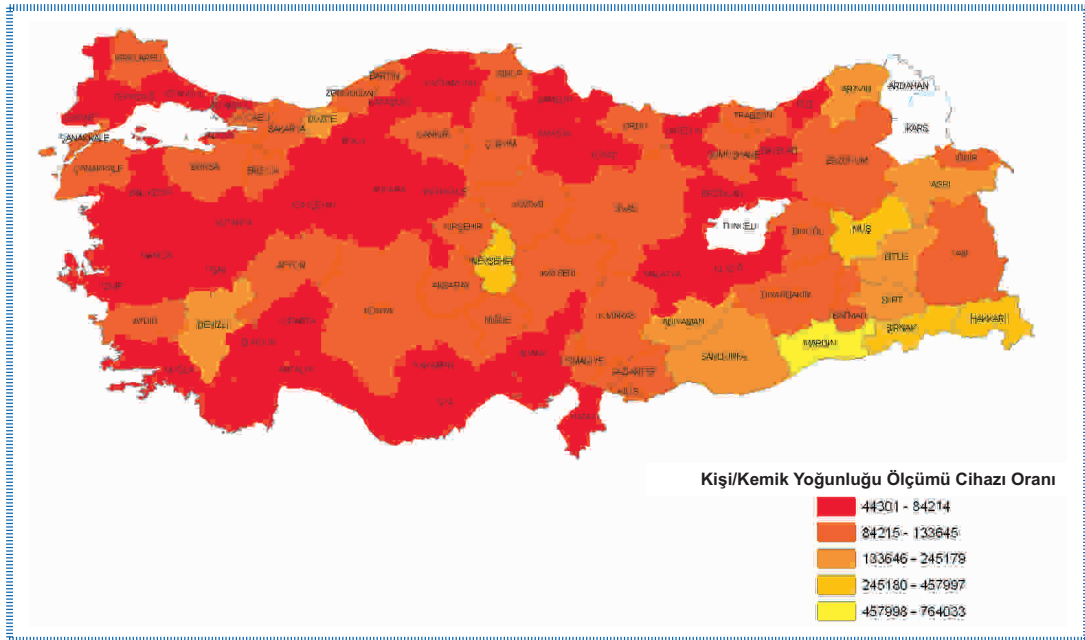


Şekil 11. Mamografi cihazlarının nüfusa göre dağılımı





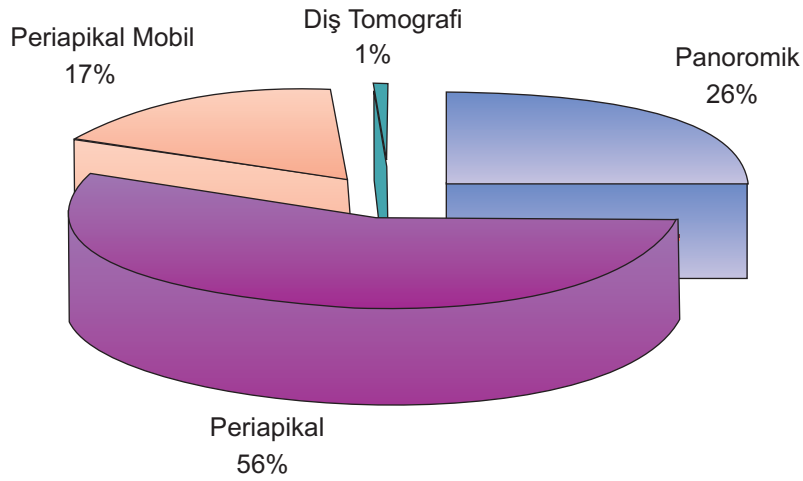
Şekil 12. Kemik yoğunluğu ölçümü cihazlarının illere göre dağılımı



Şekil 13. Kemik yoğunluğu ölçümü cihazlarının nüfusa göre dağılımı

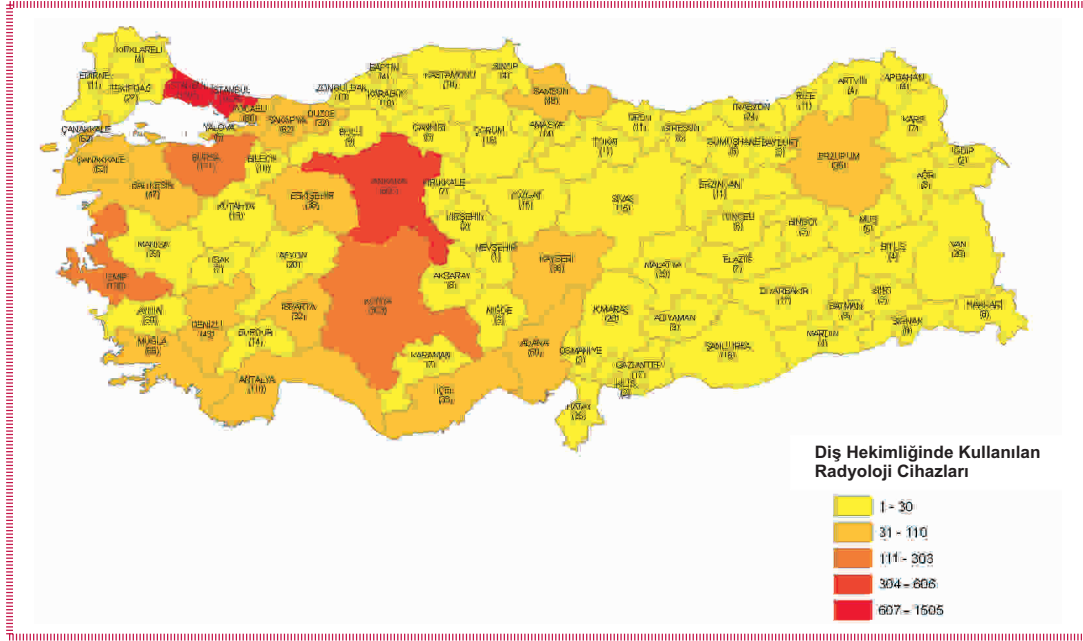
## 2.2 Diş Hekimliğinde Kullanılan Radyoloji Cihazları

Diş hekimliğinde görüntüleme amaçlı olarak panoramik ve periapikal cihazlar ile volumetrik diş tomografi cihazları kullanılmaktadır. TAEK kayıtlarında 2011 yılı sonu itibarıyla **4152** adet diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazı mevcut bulunmakta ve cihazların türlerine göre dağılımları Şekil 14'te verilmektedir.

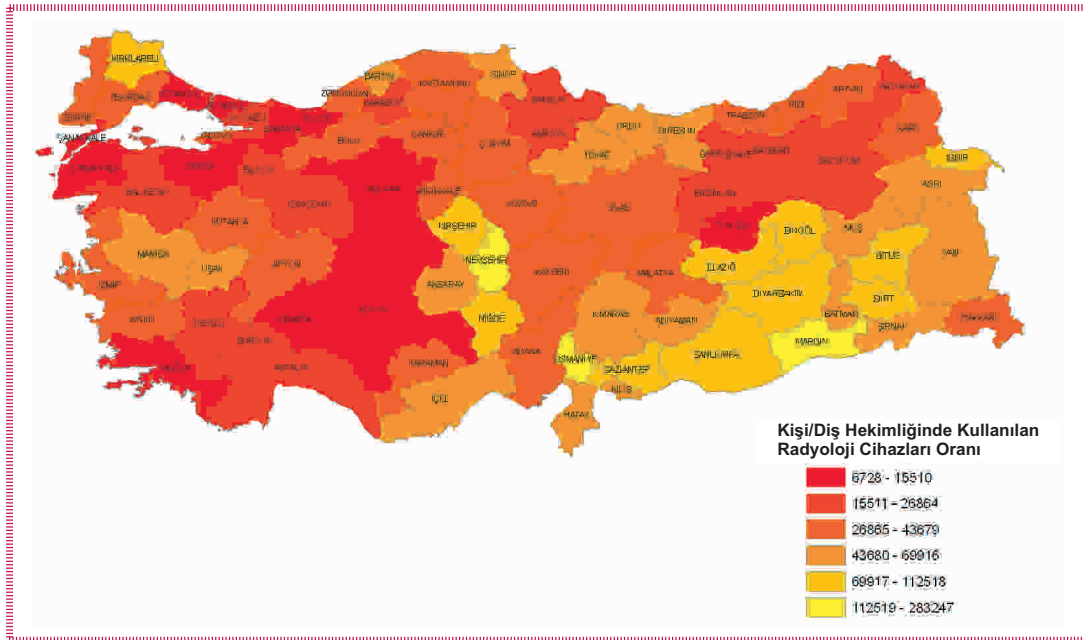


**Şekil 14.** Diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının türlerine göre dağılımı

Diş hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının Türkiye genelindeki dağılımı ve buldukları illerdeki nüfusa göre, cihaz başına düşen dağılımları ise sırasıyla Şekil 15 ve Şekil 16'da verilmektedir.



Şekil 15. Dış hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının illere göre dağılımı



Şekil 16. Dış hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazlarının nüfusa göre dağılımı



## 2.3 Radyoterapide Kullanılan Kaynaklar

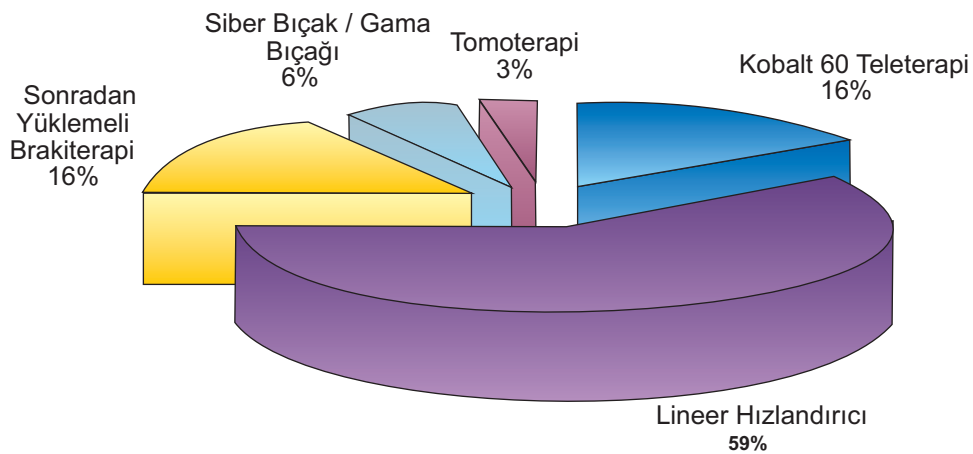
Radyasyon kaynakları çeşitli biçimlerde radyasyon onkolojisi (radyoterapi) bölümlerinde hastaların tümör tedavilerinde kullanılır. Hastadan yaklaşık bir metre mesafedeki bir kaynaktan yayınlanan radyasyon demetleri kullanılarak yapılan tedaviye teleterapi yani uzaktan tedavi denir. En çok kullanılan teleterapi cihazları radyoaktif kobalt kaynağı içeren cihazlar ile lineer hızlandırıcılardır. Ayrıca son kuşak lineer hızlandırıcılar ile yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) ve stereotaktik cerrahi

yapılabilmektedir. IMRT ile tedavi alanlarındaki radyasyonun yoğunluğu ayarlanarak istenen doz dağılımı elde edilebilir yani tümöre yüksek dozlar uygulanırken, sağlıklı dokular maksimum oranda korunabilir. Stereotaktik cerrahi teknolojisi ile milimetrik düzeydeki çok küçük tümörlere noktasal ışınlama yapılabilir. Bu yöntem için ilk olarak tümü bir odaksal nokta üzerine yönlendirilmiş çok sayıda sabit Co-60 kaynağı içeren gama bıçağı (gama-knife) geliştirilmiştir. Son olarak radyo cerrahi tedaviler için robot kollu lineer hızlandırıcı siber bıçaklar (cyber-knife) ön plana çıkmıştır.

TAEK kayıtlarına göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde **251** adet radyoterapi cihazı kullanılmaktadır. Radyoterapi cihazlarının türlerine göre dağılımı Tablo 2 ve Şekil 17'de, illere göre dağılımı Şekil 18'de, coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı (Bölge Nüfusu × Toplam Cihaz Sayısı/Toplam Nüfus) ise Şekil 19'da verilmektedir.

**Tablo 2.** Radyoterapi cihazları

Co-60 Teleterapi	Lineer Hızlandırıcı	Sonradan Yükllemeli Brakiterapi	Siber Bıçak	Gama Bıçağı	Tomoterapi	TOPLAM
39	150	41	8	6	7	251

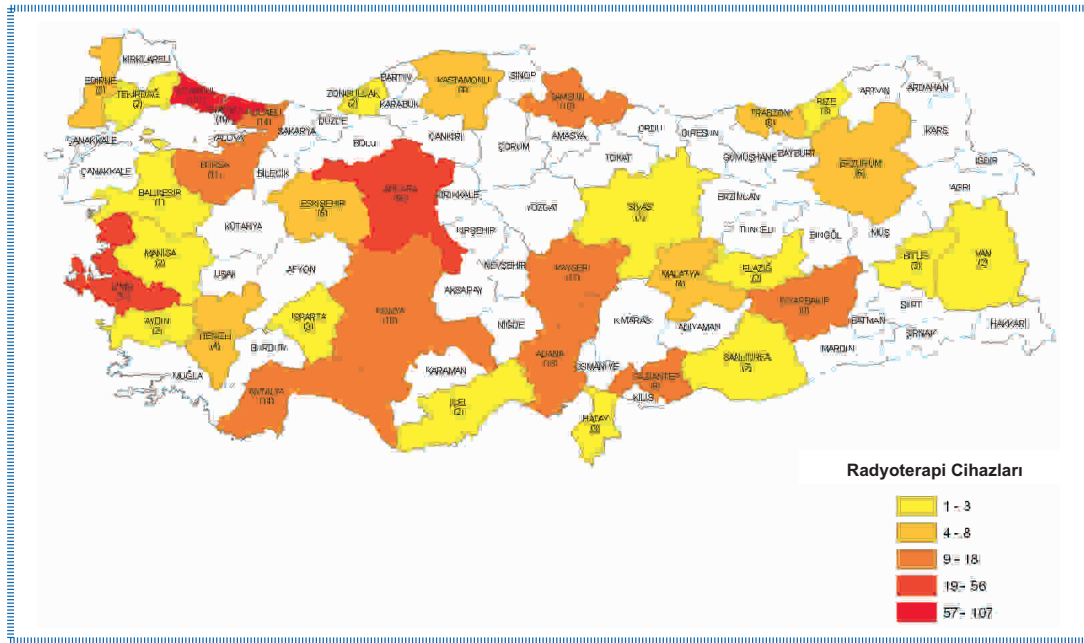


**Şekil 17.** Radyoterapi cihazlarının türlerine göre dağılımı

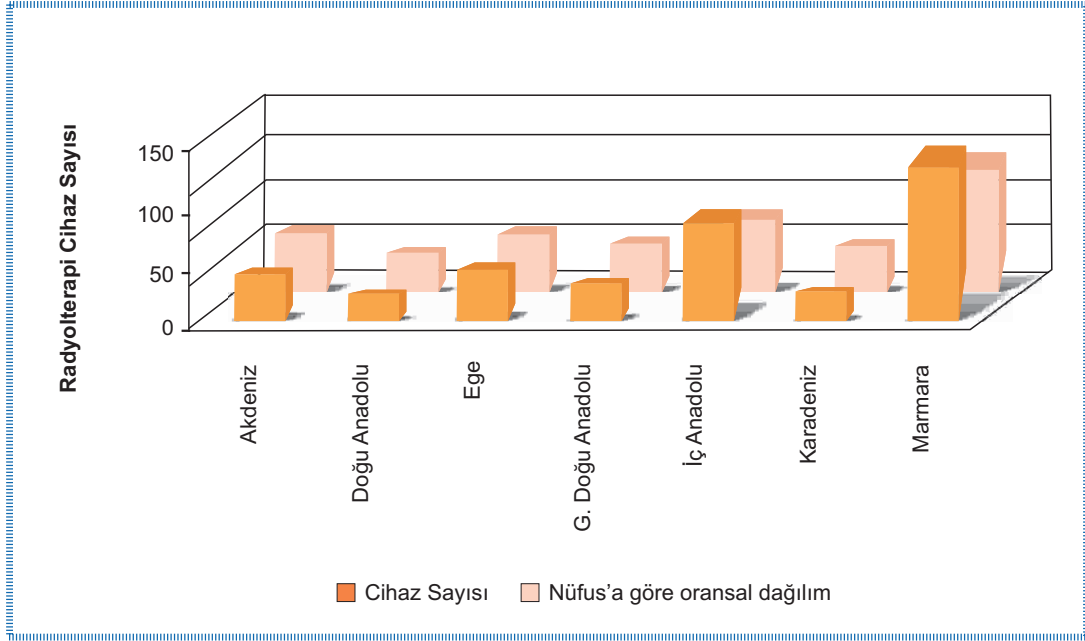
Radyasyonun kanser hücrelerine bir mesafeden değil de doğrudan kanser dokusunun içine veya çevresine verilmesi ile yapılan tedaviye ise brakiterapi yani yakın mesafeden tedavi denir. Bu yöntemde radyoaktif kaynaklar özel aplikatörlerle veya doğrudan iğne, tel, çekirdek şeklinde doku içerisine yerleştirilebilir. Brakiterapi uygulamaları sonradan kaynak yükleyen cihazlar ile yapılabildiği gibi herhangi bir cihaza gereksinim duymadan radyoaktif maddelerin doğrudan hastaya yerleştirilmesi (manuel brakiterapi) şeklinde de yapılabilmektedir.

Ülkemizdeki radyoterapi ünitelerinde kullanılan radyoaktif kaynakların illere göre dağılımı Şekil 20'de verilmektedir.

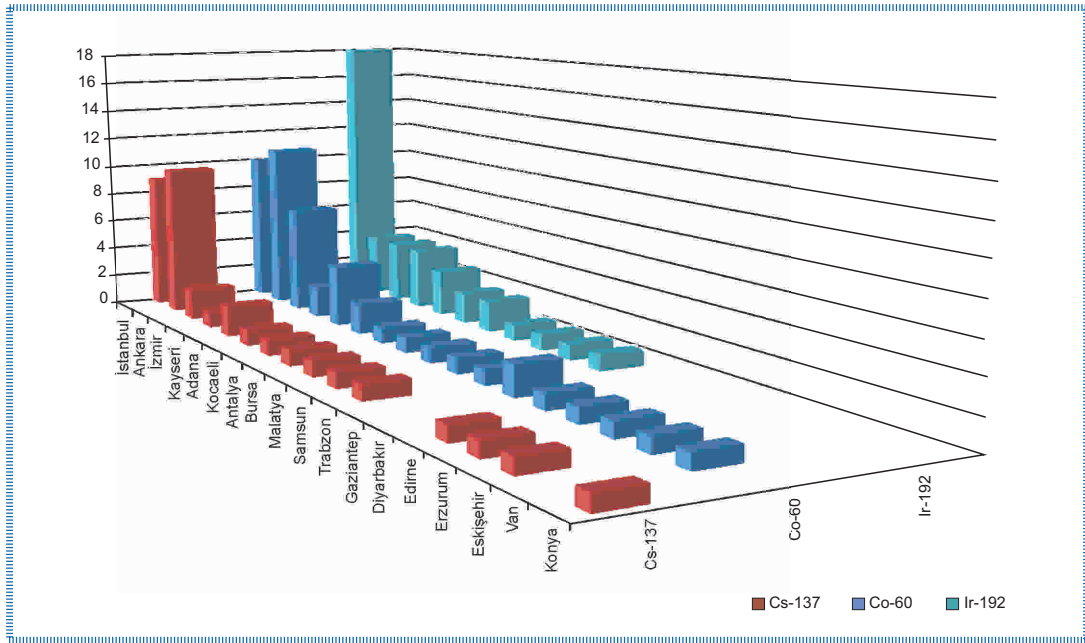
Radyoterapi bölümlerinde ayrıca simülasyon amaçlı olarak **44**'i tomografi olmak üzere **107** adet radyoloji cihazı da kullanılmaktadır.



Şekil 18. Radyoterapi cihazlarının illere göre dağılımı.



**Şekil 19.** Radyoterapi cihazlarının coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı



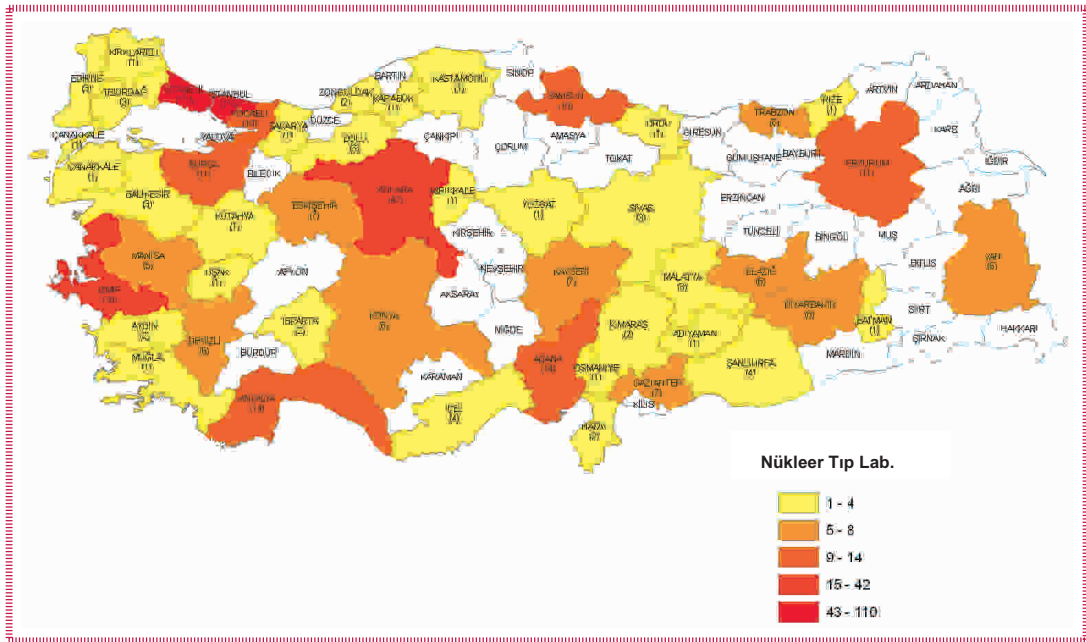
**Şekil 20.** Radyoterapi birimlerinde kullanılan radyoaktif kaynakların illere göre dağılımı

## 2.4 Nükleer Tıp Uygulamaları

Nükleer tıp, radyofarmasötik kullanılarak in-vivo ve in-vitro yöntemlerle hastalıkların tanı ve tedavisinin yapıldığı bir yöntemdir. In-vitro uygulamalar, canlıdan alınan kan, idrar gibi biyolojik örneklerin radyoaktif maddelerle işaretlenerek incelenmesini; in vivo uygulamalar ise radyoaktif kaynakların ağız, solunum veya damar yoluyla hastaya verilmesini takiben çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılarak incelenmesini ifade eder. Nükleer tıpta kullanılan radyoaktif maddeler, hastaya genellikle sıvı halde teşhis amacıyla enjeksiyon yolu ile, tedavi amacıyla ise daha çok ağızdan verilir. Tanısal çalışmalarda en

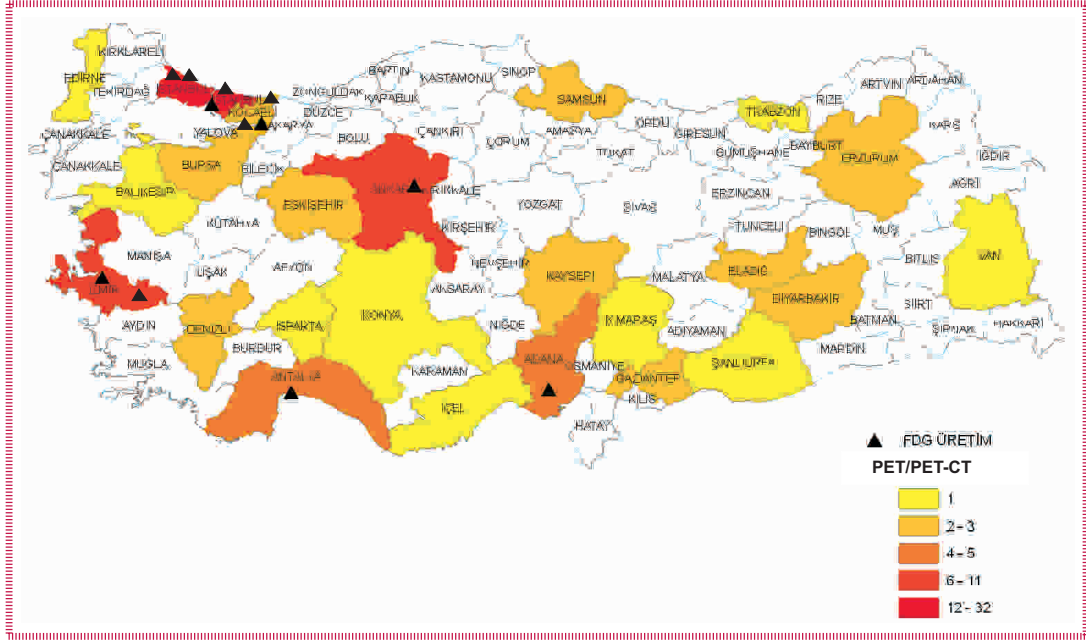
çok kullanılan radyoizotoplar başlıca Tc-99m ve F-18 olmak üzere I-131, I-125, Tl-201, Ga-67 ve In-111'dir.

Görüntüleme sistemleri tetkik edilecek organa göre seçilen radyofarmasötüğün radyoaktif bir izotop ile kimyasal olarak bağlanarak hastaya verilmesi ve kaynak haline gelen organdan çıkan ışınların algılanması prensibi ile çalışır. Radyofarmasötüğün normal yapıdaki bir organdaki tutulum mekanizması belli olduğundan elde edilen görüntüden organın şekli, büyüklüğü ve fonksiyonları ile ilgili önemli bilgiler elde edilir. Nükleer tıp görüntüleme sistemleri; düzlemsel tek foton görüntüleme (gama kamera), tomografik tek foton görüntüleme (SPECT) ve pozitron emisyonu tomografisi (PET) olarak ayrılır. Bu görüntüleme sistemleri bilgisayarlı tomografi ile birleştirilerek SPECT-CT, PET-CT sistemleri geliştirilmiştir. Bu cihazlar 2011 yılı sonu itibarıyla Türkiye genelinde toplam **366** nükleer tıp laboratuvarında kullanılmaktadır. TAEK kayıtlarına göre nükleer tıp laboratuvarlarının illere göre dağılımı Şekil 21'de verilmektedir.



Şekil 21. Nükleer tıp laboratuvarlarının illere göre dağılımı

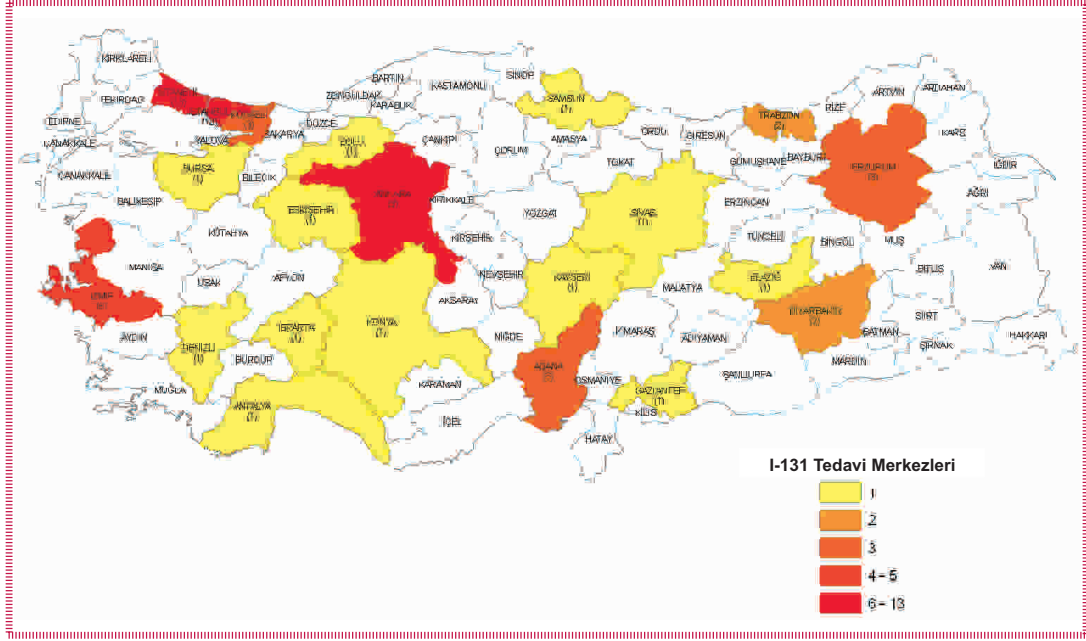
Ülkemizde PET ve PET/CT görüntülemesinde kullanılan FDG (florodeoksiglukoz) radyofarmasötüğünün üretimini yapan **12** üretim tesisi bulunmakta ve PET ile PET/CT görüntüleme ünitelerine dağıtım buralardan yapılmaktadır. Bu laboratuvarların ve üretim tesislerinin illere göre dağılımı Şekil 22'de verilmektedir.



Şekil 22. PET/PET-CT laboratuvarlarının illere göre dağılımı

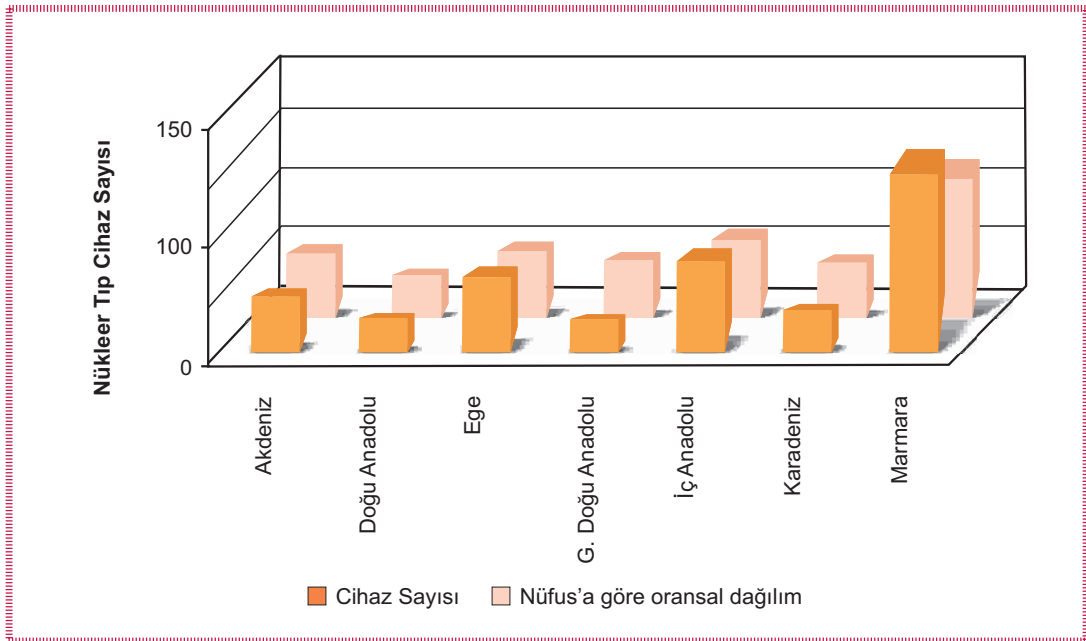
Bazı nükleer tıp kliniklerinde tiroit tümör ve hastalıklarını tedavi etmek amacıyla daha yüksek dozlarda I-131 uygulamaları yapılır. Tedavi amaçlı olarak radyoaktif madde verilen hastaların vücutlarındaki aktivitenin izin verilen sınırın altına indirilebilmesi amacıyla belirli bir süre için özel koşullarda hazırlanmış hasta odalarında tutulması gerekir. Şekil 23'te yataklı I-131 tedavisi uygulanan toplam **56** merkezin Türkiye genelinde dağılımı verilmektedir.





Şekil 23. I-131 tedavisi yapılan merkezlerin illere göre dağılımı

Ülkemizde ayrıca I-125 ile RIA çalışması yapan **62** laboratuvar ve açık radyoaktif kaynaklarla araştırma yapan **8** laboratuvar bulunmaktadır. Nükleer tıp ünitelerinde kullanılan PET, PET/CT, SPECT, SPECT/CT cihazlarının coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı (Bölge Nüfusu × Toplam Cihaz Sayısı/Toplam Nüfus) ise Şekil 24'te verilmektedir.



Şekil 24. Nükleer tıp ünitelerinde kullanılan cihazların coğrafi bölgelere göre dağılımı ve bölge nüfusuna göre oransal dağılımı

## 2.5 Endüstriyel Radyografi/Radyoskopi Cihazları

bulunabilecek hatalar, yoğunluk farkı nedeniyle film üzerinde farklı kararmalar oluşmasına neden olur. X-ışını ile yapılan çalışmalar X-ışını grafi, gama ışınları ile yapılan çalışmalar ise gamagrafi olarak, her ikisi birden ise radyografi olarak adlandırılır. Gamagrafide yaygın olarak kullanılan kaynaklar Ir-192, Se-75 ve Co-60'tır.

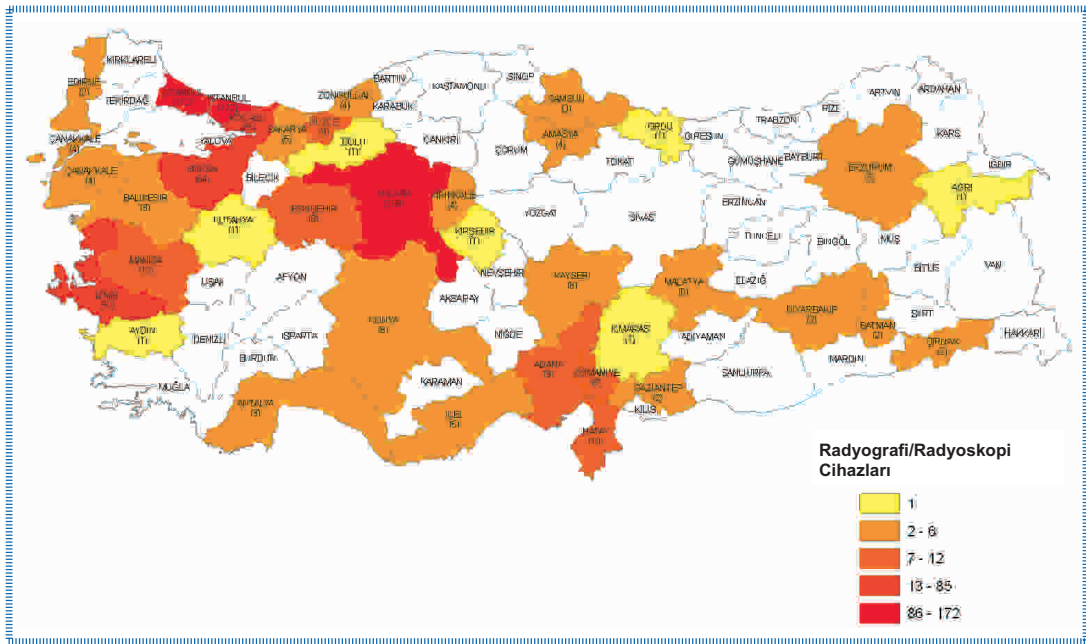
Radyografi cihazları özellikle boruların, basınçlı kazanların, uçak kanatlarının ve her türlü makine aksamalarının kaynak dikişlerinin, malzeme hata ve aşınmalarını tespit etmekte kullanılır.

Radyasyonun malzemeden geçerek görüntünün film yerine monitörden alınması ise radyoskopi olarak adlandırılır. Bu teknik özellikle jant, lastik, elektronik kart gibi malzemelerin yapısındaki hataların izlenmesinde yaygın olarak kullanılır.

TAEK kayıtlarına göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde toplam **679** endüstriyel radyografi/radyoskopi cihazı kullanılmakta olup bu cihazların illere göre dağılımları Şekil 25'de verilmektedir.

Radyografi tekniği, iyonlaştırıcı radyasyon kullanılarak malzemelerdeki hataların tahribatsız olarak tespit edilmesi esasına dayanır. Radyasyon kaynağı olarak X-ışını tüpleri veya gama ışınları yayan radyoizotoplar kullanılır.

Bu teknikte radyasyon kaynağından çıkan ışınlar malzeme içinden geçtikten sonra, malzeme üzerine yerleştirilen bir film üzerine düşürülür. Malzemede



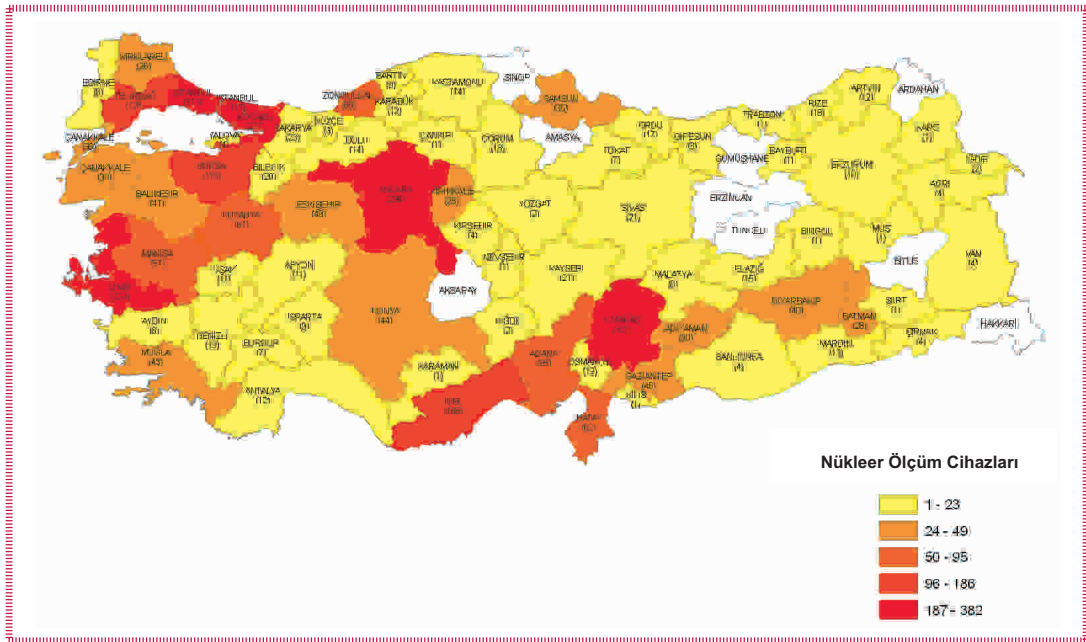
Şekil 25. Endüstriyel radyografi/radyoskopi cihazlarının illere göre dağılımı

## 2.6 Nükleer Ölçüm Cihazları

Demir, çelik, lastik, kağıt, plastik, çimento, şeker gibi birçok sanayi ürününün üretim aşamasındaki kalınlık, seviye, nem ve yoğunluk ölçümleri radyasyondan yararlanılarak yapılmaktadır. Bu ölçümlerde X-ışınları ve Cs-137, Sr-90, Kr-85, Co-60, Am-241, Am-241/Be gibi radyoaktif maddeler kullanılmaktadır.

Kalınlık, seviye, nem ve yoğunluk ölçümü, malzemenin içerisinden geçen radyasyon şiddetinin zayıflaması esasına dayanmaktadır. Ayrıca cevher ve mamul maddelerde hassas içerik analizleri de radyasyon kaynakları (X-ışını, Fe-55, Cd-109) kullanılarak yapılmaktadır.

TAEK kayıtlarına göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde çeşitli amaçlarla kullanılan **3091** adet sabit nükleer ölçüm cihazı bulunmaktadır. Bunlardan **370**'i X-ışını ve **166**'si radyoaktif kaynaklı olmak üzere toplam **536** adedi çeşitli laboratuvarlarda kullanılmakta olan analiz cihazlarıdır. Şekil 26'da nükleer ölçüm cihazlarının illere göre dağılımı verilmektedir.



Şekil 26. Nükleer ölçüm cihazlarının illere göre dağılımı



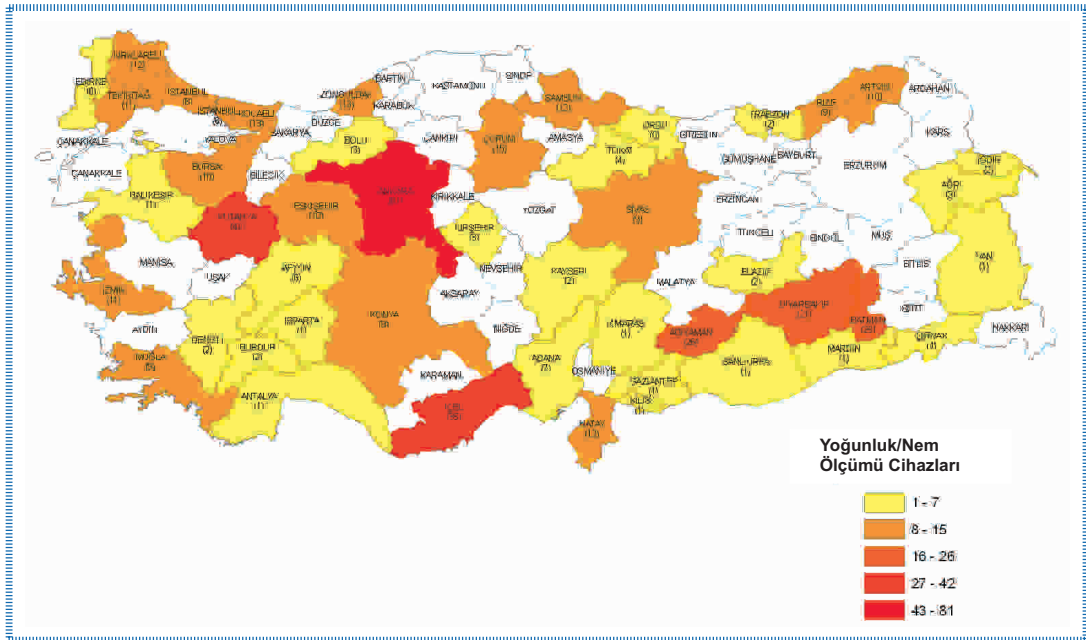
## 2.7 Taşınabilir Yoğunluk ve Nem Ölçüm Cihazları

Akarsularda debi ölçümü, barajlarda su kaçaklarının tespiti, yeraltı sularının hareketlerinin takibi gibi diğer endüstriyel uygulamalar radyasyon sayesinde hem daha ucuz hem de daha kolay bir şekilde yapılmaktadır. Petrol aramalarında belirli derinliklerdeki nem ve yoğunluk ölçümünde de radyoaktif kaynaklar kullanılmaktadır.

Bu cihazlarda dedektör, malzeme ile etkileşim sonucu geri saçılan ikincil radyasyon miktarını ölçerek malzemenin yoğunluğunu tespit eder. Nötron kaynağı kullanıldığında geri saçılan radyasyon şiddeti malzemede ne kadar hidrojen atomunun bulunduğunu gösterir. Böylece malzemenin içindeki su/nem miktarı tespit edilir.

Havaalanı pisti ve yol yapımı gibi çalışmalarda zemin malzemesinin nem ve yoğunluk ölçümleri taşınabilir (mobil) radyasyon kaynaklarından yararlanılarak yapılmaktadır. En yaygın kullanılan radyasyon kaynakları Cs-137 ve Am-241/Be'dir.

TAEK kayıtlarına göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde **243** adet taşınabilir yoğunluk ve nem ölçüm cihazı bulunmaktadır. Bu cihazların, cihazlara sahip kuruluşların bulunduğu illere göre dağılımı Şekil 27'de verilmektedir.

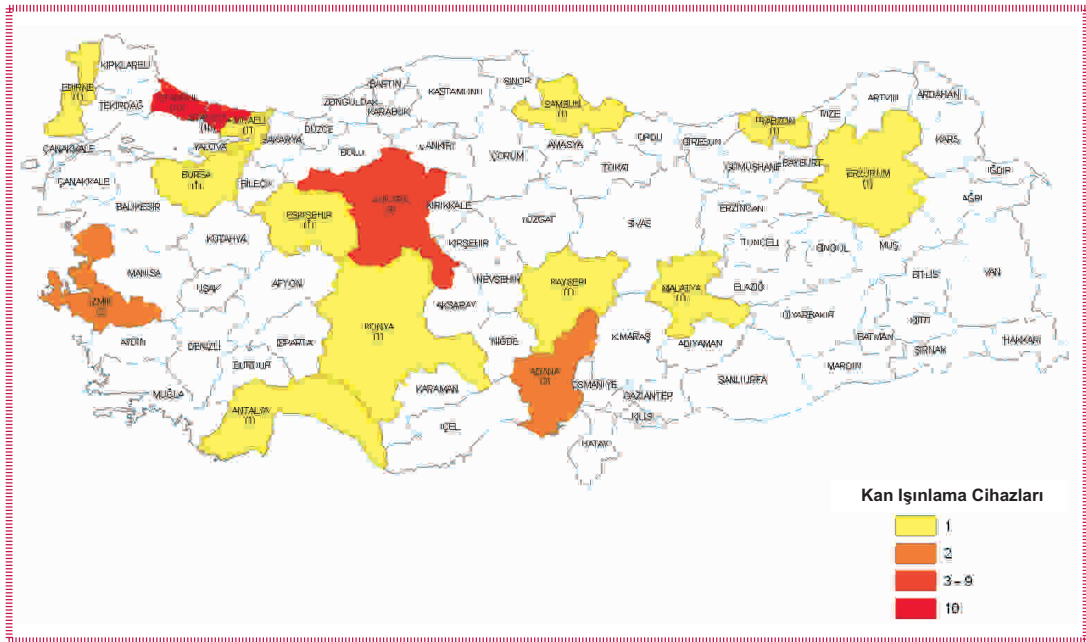


Şekil 27. Taşınabilir yoğunluk ve nem ölçüm cihazlarının illere göre dağılımı

## 2.8 Işınlama Tesisleri / Cihazları

Radyasyon ile ışınlama yöntemi; gıdaların raf ömürlerinin uzatılmasında, tek kullanımlık atılabilir tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda, plastik malzemelerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinde, tarımda tohumların daha verimli ve dayanıklı hale getirilmesinde kullanılır. Ülkemizde Ankara'da **2** adet, Tekirdağ ve Bursa'da **1**'er adet olmak üzere toplam **4** adet ışınlama tesisi bulunmaktadır.

Ayrıca, farklı amaçlarla kullanılan küçük çaplı ışınlama cihazları mevcuttur. TAEK kayıtlarında 2011 yılı sonu itibarıyla, hastanelerde kan değişimi yapılacak hastalara verilecek kanların ışınlanarak steril edilmesi için kullanılan ve Türkiye genelindeki dağılımları Şekil 28'de verilen toplam **35** adet kan ışınlama cihazı bulunmaktadır. Bunların dışında termolüminesans dozimetrelerin ve çeşitli malzemelerin ışınlanmasında kullanılan **13** adet ışınlama cihazı bulunmaktadır.



Şekil 28. Kan ışınlama cihazlarının illere göre dağılımı

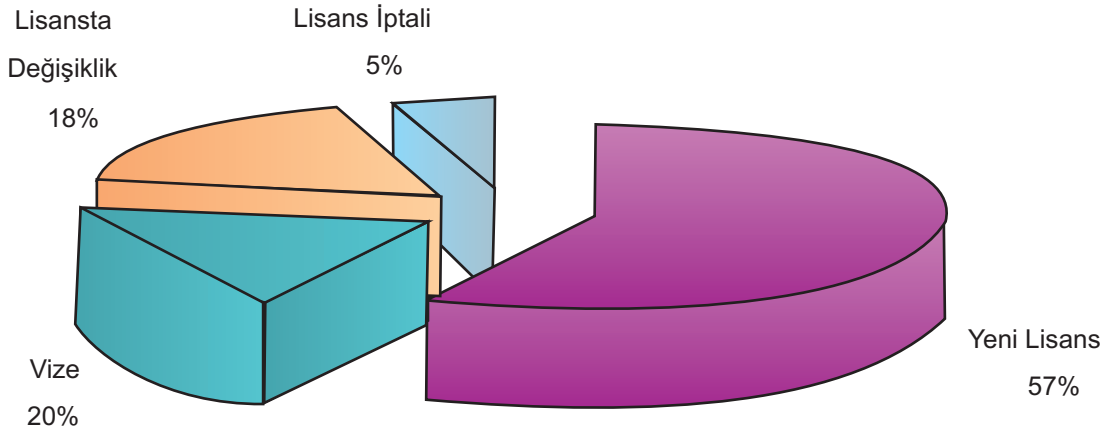


# 3 YETKİLENDİRME FAALİYETLERİ

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği kapsamına giren radyasyon kaynaklarının imal, ithal ve ihraç edilmesi, alınması, satılması, taşınması, depolanması, bakımı, onarımı, kurulması, sökülmesi, değiştirilmesi, radyasyon kaynaklarıyla çalışabilmesi ve her türlü amaçla bulundurulması ve kullanılması için TAEK'den lisans alınması zorunludur.

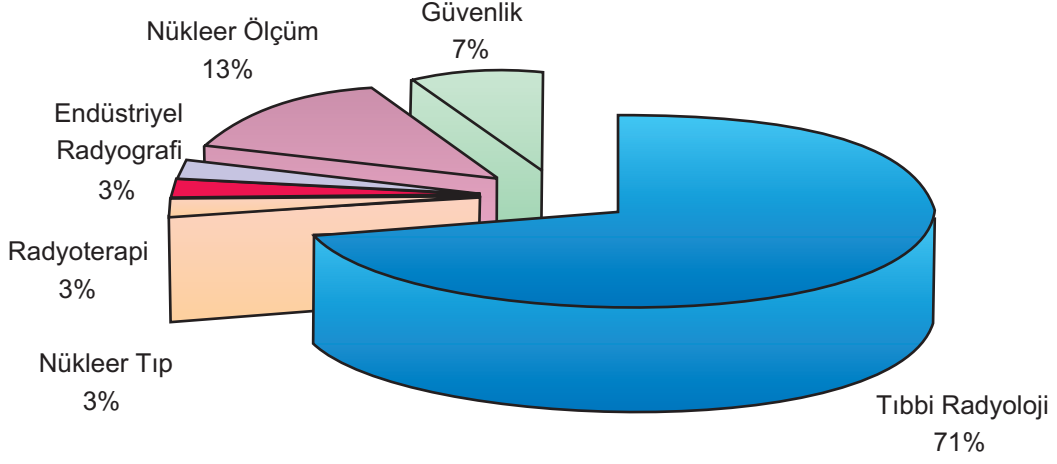
Faaliyetleri yürütecek kişiler, lisans almak için TAEK tarafından belirlenen radyasyon uygulamasına özgü olarak istenen bilgi ve belgelerle birlikte başvuruda bulunur. Radyasyon uygulamasına ilişkin lisans başvurusunun ve yerinde yapılan radyasyon kontrolünün uygun bulunması halinde lisans belgesi düzenlenir. Düzenlenen lisans belgesi 5 yıl geçerlidir.

2011 yılında radyasyon kaynakları ile sürdürülen uygulama ve faaliyetleri yürüten kişilerin yetkilendirme faaliyetleri kapsamında **6500**'ü aşkın işlem gerçekleştirilmiş olup yapılan işlemlerin dağılımı Şekil 30'da verilmektedir.



Şekil 30. 2011 yılında yapılan lisanslama işlemleri

Bu işlemlerden **3793** adeti yeni kullanma ve bulundurma lisansı düzenlenmesi işlemidir. Bu lisansların uygulama alanlarına göre dağılımı Şekil 31'de verilmiştir.

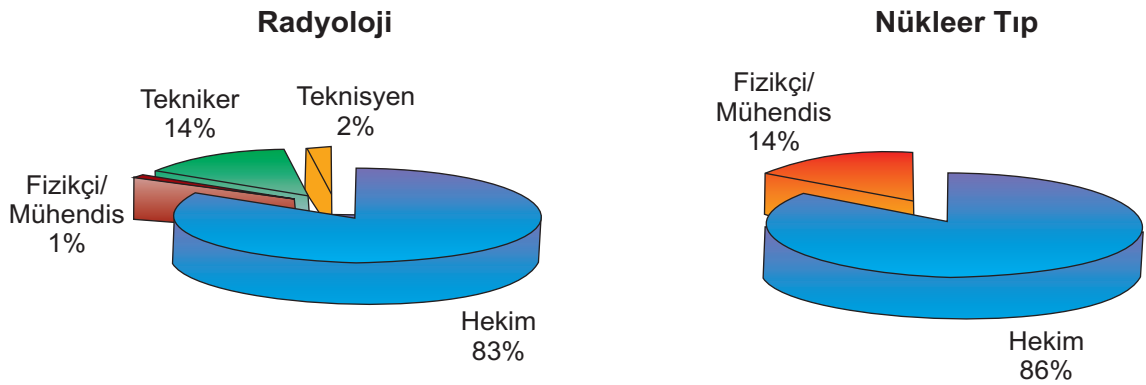


**Şekil 31.** 2011 yılında düzenlenen lisansların uygulama alanlarına göre dağılımı

Lisanslama aşamasında, radyasyondan korunma sorumlusu (RKS) olacak kişilerin eğitim ve deneyimlerinin radyasyondan korunmada temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulamaya yeterli olup olmadığı değerlendirilir. Lisanslama prosedürleri gereği uygulama alanına göre farklı meslek gruplarından kişiler radyasyondan korunma sorumlusu olarak tanınmaktadır.

Tıbbi uygulamalarda, radyasyon onkolojisinde radyoterapi fizikçileri radyasyondan korunma sorumlusu olarak tanınmaktadır. Tanısal radyoloji ve

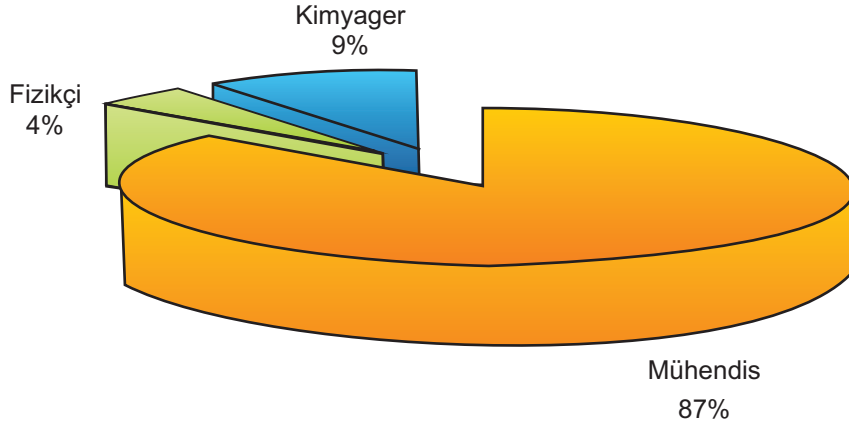
nükleer tıpta ise medikal fizikçiler veya bunların olmadığı yerlerde nükleer tıp uzmanları veya radyoloji uzmanları ile radyoloji teknikerleri radyasyondan korunma sorumlusu olarak tanınmaktadır. Radyolog hekimi/teknikeri bulunmayan kuruluşlarda radyasyondan korunma kurslarını başarı ile tamamlayan pratisyen veya farklı uzmanlık dallarından hekimler ile radyoloji teknisyenleri de sorumluluk alabilmektedir. Şekil 32'de radyoloji ve nükleer tıpta radyasyondan korunma sorumlusu olarak görev yapanların mesleklerine göre dağılımı verilmektedir.



**Şekil 32.** Tıbbi radyoloji ve nükleer tıp uygulamalarında RKS'lerin dağılımı

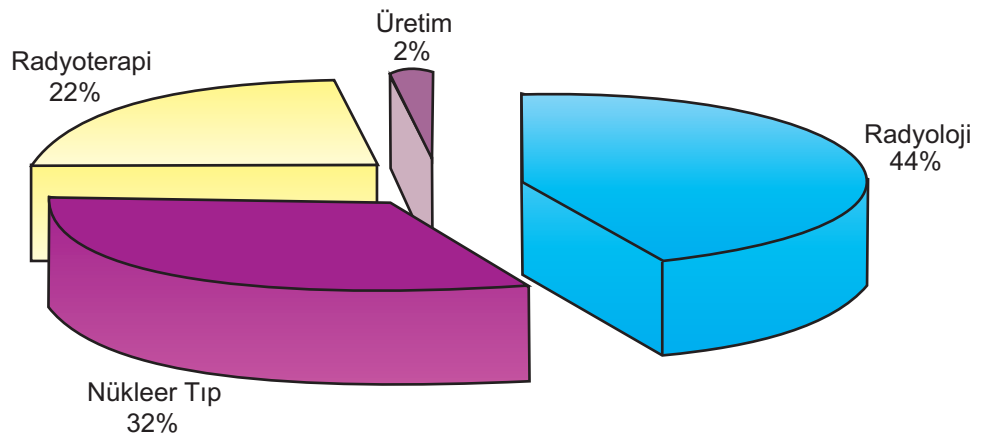


Endüstriyel uygulamalarda, radyasyondan korunma kurslarını başarı ile tamamlayan fen bilimleri veya mühendislik alanlarından mezun kişiler radyasyondan korunma sorumlusu olarak tanınmaktadır. Şekil 33'de endüstriyel uygulamalarda radyasyondan korunma sorumlusu olarak görev yapanların mesleklerine göre dağılımı verilmektedir.



**Şekil 33.** Endüstriyel uygulamalarda RKS'lerin dağılımı

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü gereğince, radyasyon kaynaklarının kullanılması, imal edilmesi, depolanması, radyoaktif atıkların zararsız hale getirilmesi ve benzeri amaçlarla kurulacak tesislerin plan ve projeleri, radyasyon güvenliği yönünden zırlama hesapları yapılarak değerlendirilmektedir. 2011 yılında zırlama hesaplamaları yapılan **99** projenin uygulama alanlarına göre dağılımı Şekil 34'de verilmektedir.

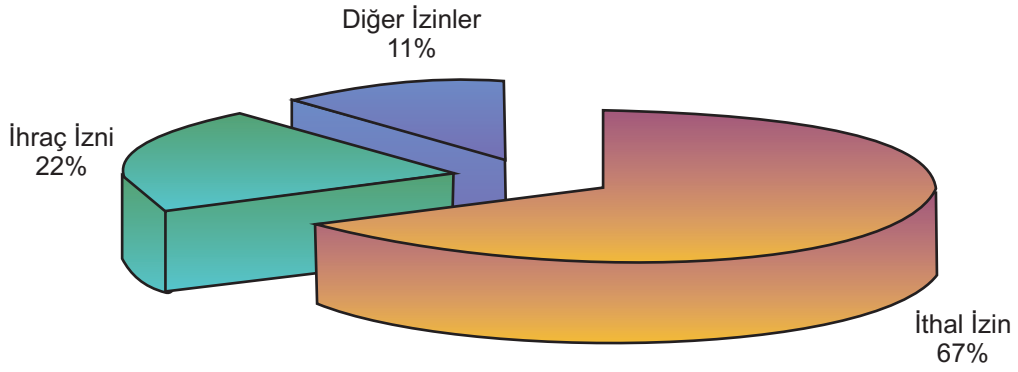


**Şekil 34.** 2011 yılında değerlendirilen projelerin uygulama alanlarına göre dağılımı



# 4 RADYOAKTİF KAYNAK YÖNETİMİ FAALİYETLERİ

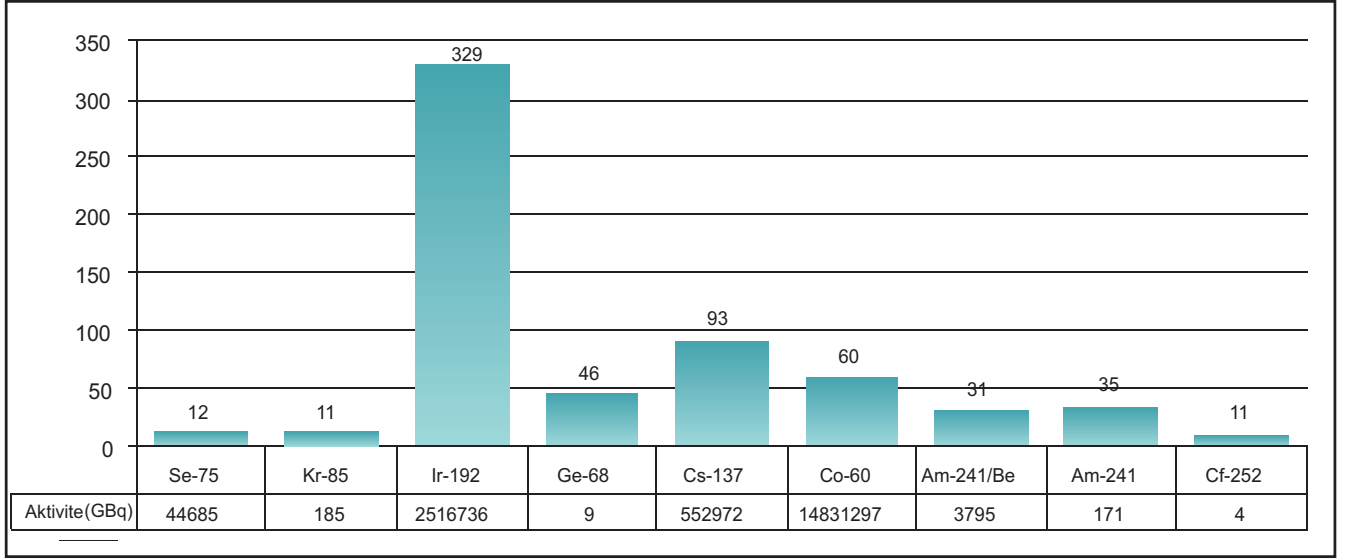
Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümleri gereğince radyasyon kaynağını kullanacak kişi ve kuruluşların yanı sıra radyoaktif kaynakların ithali, ihracı ve taşınmasını gerçekleştirecek kişi ve kuruluşlar da TAEK'ten lisans almakla yükümlüdür. Bu kapsamda radyasyon kaynaklarının ithali, ihracı ve taşınması için lisans almış kişi ve kuruluşlar, ayrıca her ithal, ihrac ve taşıma için de izin almakla yükümlüdür. Bu çerçevede radyoaktif kaynakların güvenliğinin ve emniyetinin sağlanması amacıyla kaynak hareketlerinin takibi için radyoaktif kaynak ve kaynak içeren cihazlara ithal, ihrac, taşıma, transit geçiş, geçici giriş çıkış ve kaynak değişim izinleri düzenlenmektedir. Bu izinlerin türlerine göre dağılımı Şekil 35'de verilmiştir.



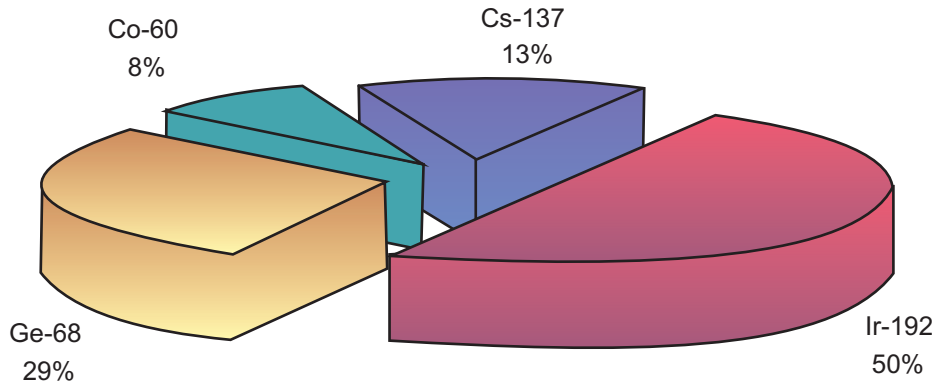
Şekil 35. 2011 yılında düzenlenen izinlerin türlerine göre dağılımı

2011 yılında ithal izni düzenlenen kapalı kaynaklar ile aktiviteleri Şekil 36'da verilmiştir. Bu kaynakların tıbbi ve endüstriyel olmak üzere kullanım alanlarına göre dağılımları ise Şekil 37'de ve Şekil 38'de verilmektedir.

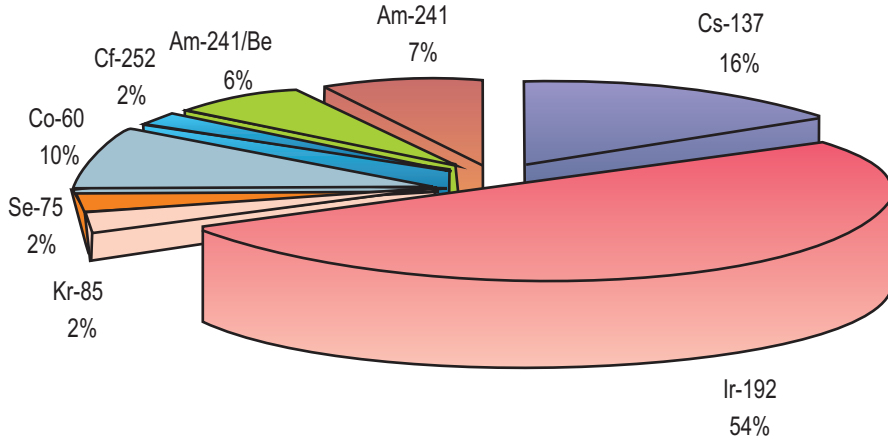
Kapalı radyoaktif kaynakların kullanım ömrünü tamamlanması sonucu yurt dışı edilmesi veya Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi bünyesinde faaliyet gösteren Atık Birimi'ne gönderilmesi zorunludur. Kullanım ömürlerini tamamlamış kapalı radyoaktif kaynakların menşesine gönderilmesi durumunda ayrıca ihraç izni alınması gerekmektedir.



Şekil 36. 2011 yılında ithal izni düzenlenen kapalı kaynak sayıları ile aktiviteleri

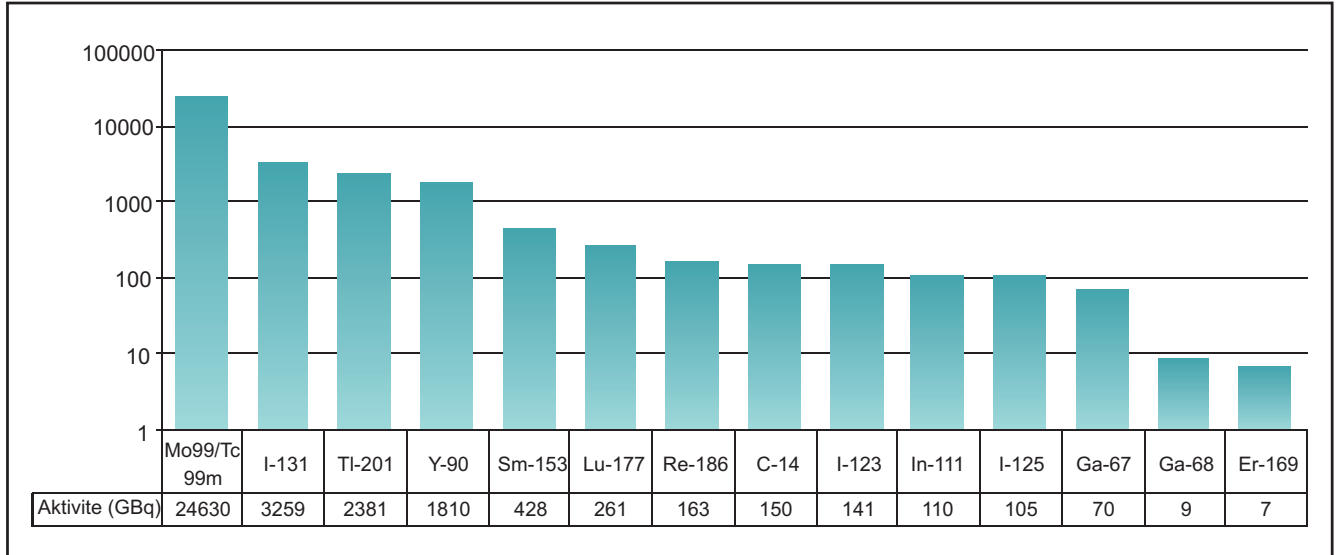


Şekil 37. 2011 yılında ithal izni düzenlenen tıbbi amaçlı kapalı kaynaklar



**Şekil 38.** 2011 yılında ithal izni düzenlenen endüstriyel amaçlı kapalı kaynaklar

Tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan Mo-99, I-131, Y-90, Tl-201, Sm-153, Re-186, Lu-177, In-111, I-125, I-123, Ga-67, C-14 gibi açık kaynaklar ithalat yoluyla ülkemize gelmektedir. Kurumumuz tarafından ithal izni verilen açık radyoaktif kaynaklar ve aktiviteleri Şekil 39'da verilmektedir.



**Şekil 39.** 2011 yılında ithal izni düzenlenen açık kaynaklar ve aktiviteleri

Ayrıca Arnavutluk, Azerbaycan Birleşik Arap Emirlikleri, Bangladeş, Cezayir, Danimarka, Filipinler, Gana, Hindistan, İran, Kazakistan, KKTC, Lübnan, Macaristan, Makedonya, Malezya, Mısır, Pakistan, Sudan, Suudi Arabistan, Tacikistan, Tunus ve Ürdün'e gönderilmek üzere F-18, I-131, Tc-99m jeneratörü, Tl-201 gibi radyoaktif maddelerin ihracı için izin düzenlenmiştir.

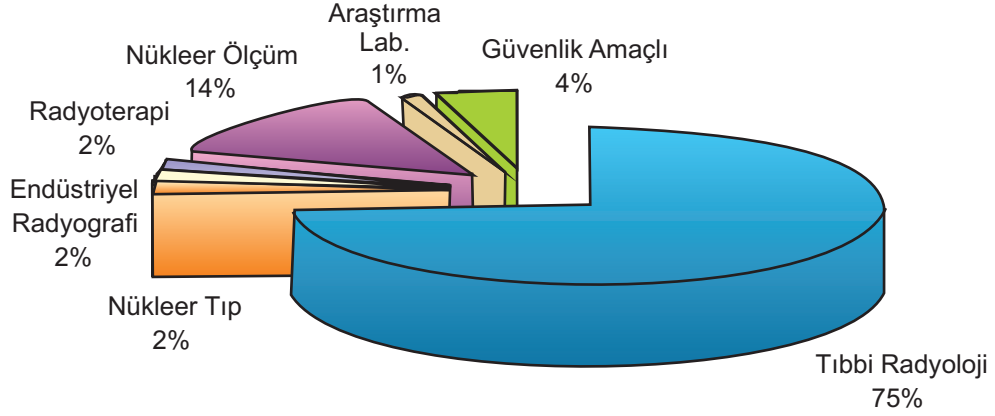
# 5 RADYASYON KONTROLÜ VE DENETİMİ FAALİYETLERİ

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümleri gereğince iyonlaştırıcı radyasyon ışınlamalarına karşı kişilerin ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlamak amacıyla radyasyon kaynağının bulunduğu ve çalışıldığı yerlerde, koşulların yetkilendirilmeye uygunluğunun tespiti amacı ile radyasyon kontrolü yapılmaktadır.

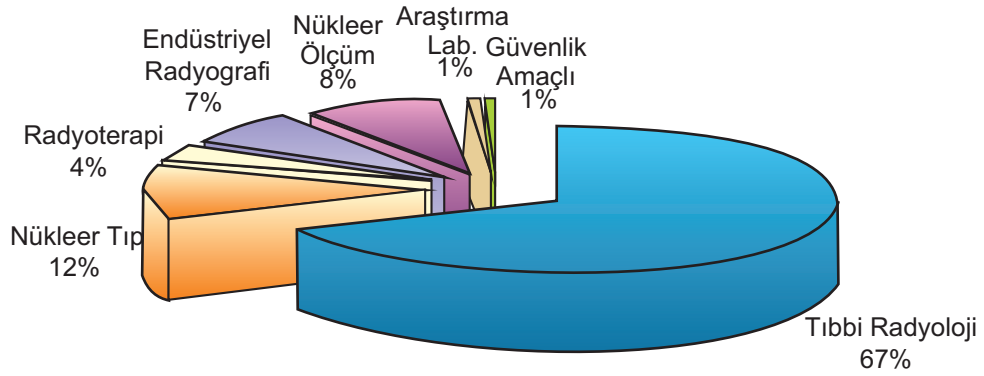
Diğer yandan, Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ile Radyasyon Güvenliği Denetimleri ve Yaptırımları Yönetmeliği çerçevesinde radyasyon uygulamalarını yürütmek üzere yetkilendirilen kişilerin radyasyon güvenliğine ilişkin olarak yetkilendirme koşullarının devamlılığının sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi amacı ile radyasyon güvenliği denetimleri yapılmaktadır.

Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından 2011 yılında ülke genelinde toplam **567** görevlendirme çerçevesinde, **2472** radyasyon kaynağının kontrolü ile **584** kuruluşun denetimi gerçekleştirilmiştir.

2011 yılında tıbbi, endüstriyel, güvenlik ve diğer uygulamalarda radyasyon kontrolü yapılan kaynakların uygulama alanlarına göre dağılımları Şekil 40'da, radyasyon güvenliği denetimi yapılan kuruluşların uygulama alanlarına göre dağılımları ise Şekil 41'de verilmektedir.

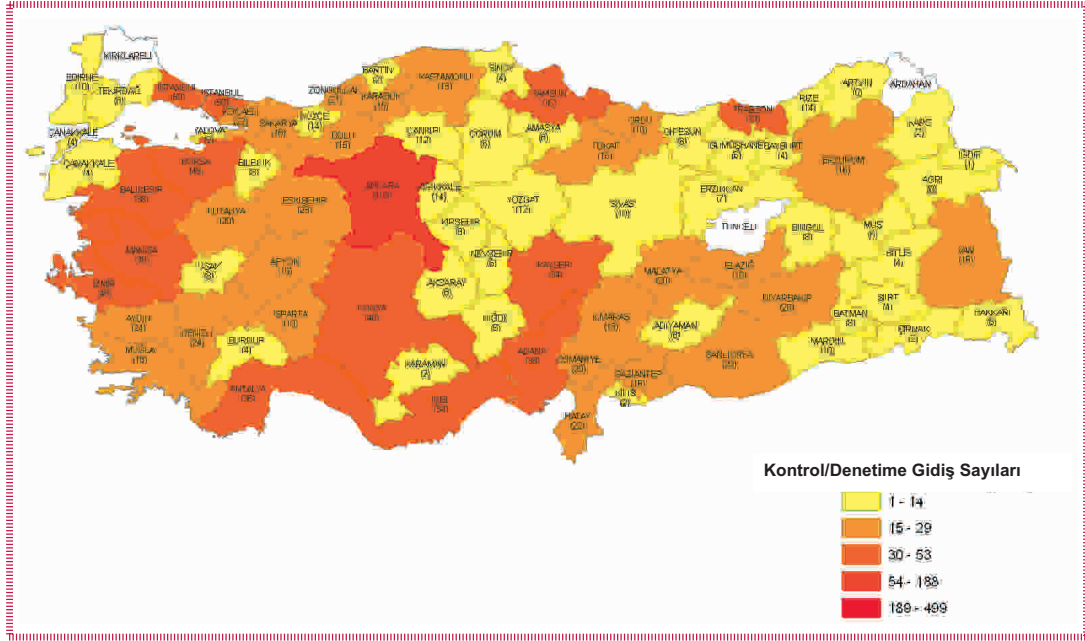


**Şekil 40.** 2011 yılında radyasyon kontrolü yapılan radyasyon kaynaklarının uygulama alanına göre dağılımı

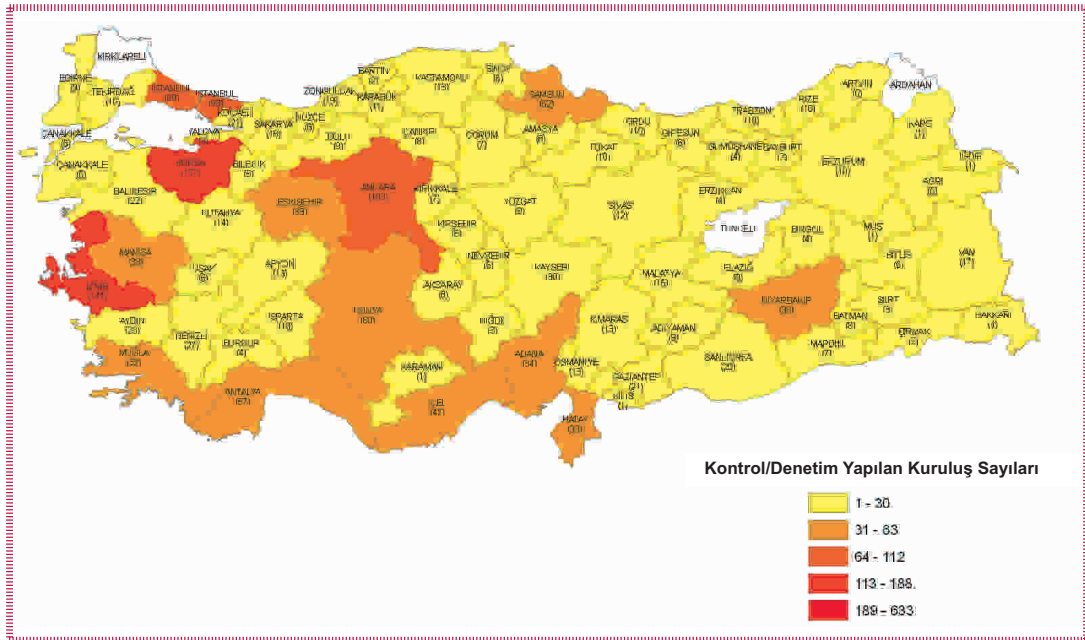


**Şekil 41.** 2011 yılında denetimi yapılan kuruluşların uygulama alanına göre dağılımı

2011 yılı içinde yapılan radyasyon kontrolü ve radyasyon güvenliği denetimi faaliyetlerinin illere göre dağılımları Şekil 42 ve Şekil 43'de verilmiştir (haritada verilen Marmara bölgesine ait radyasyon kontrolleri Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziyi Birimi tarafından yapılmıştır).



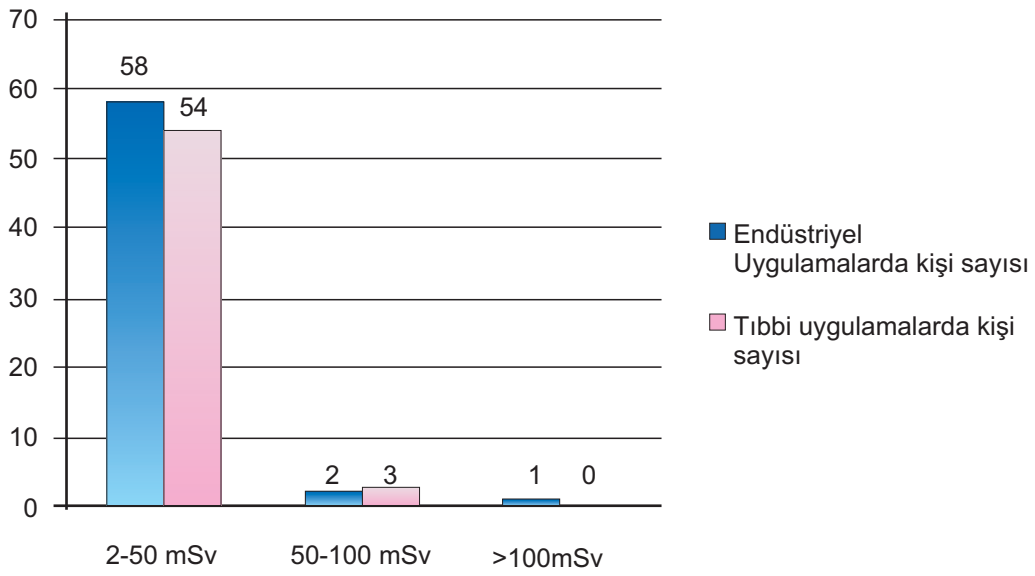
Şekil 42. 2011 yılında kontrol ve denetim kapsamında illere gidiş sıklıkları



Şekil 43. 2011 yılında kontrol ve denetimi gerçekleştirilen kuruluşların illere göre dağılımı



Diğer taraftan Çalışma Koşulu-A'da görev yapan radyasyon görevlilerinin kişisel doz izleme sonuçlarının değerlendirilmesi çalışmaları kapsamında 2011 yılı içerisinde, kişisel dozimetre değerlendirme sonucunun inceleme düzeyi doz değerini aştığı tespit edilen 118 kişinin çalışma koşulları incelenmiş ve değerlendirilmiş olup yapılan denetimler sonucunda bu kişilerden 4'ü tıbbi tetkik ve takibi yapılmak üzere ilgili sağlık kuruluşuna sevk edilmiştir. İnceleme düzeyi doz değerinin üzerindeki doz değerlerinin, dozimetrenin hatalı kullanımı, kasıtlı ışınlama ve çalışma koşullarının uygunsuzluğundan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu kişilerin çalıştıkları uygulama alanları ve dozimetrelerinin maruz kaldığı doz aralıkları Şekil 44'de verilmektedir.



**Şekil 44.** Kişisel dozimetre sonuçları inceleme doz değeri üzerinde olan kişilerin dağılımı

Ayrıca 2011 yılı içerisinde; radyoterapi cihazının planlanandan farklı doz üretmesi, radyoloji cihazında sızıntı şüphesi, radyoizotop üretim tesisinde kontaminasyon olması, nükleer ölçüm sistemindeki radyoaktif kaynağın açıkta kalması ve endüstriyel radyografi uygulaması sırasında radyasyon üreten cihazın fiziksel formunun zarar görmesi gibi nedenlerle TAEK'e beş farklı kuruluştan olağan dışı durum meydana geldiği bildirilmiştir. Bu kuruluşlarda yapılan denetimler sonucu gerekli tedbirlerin alınması sağlanmıştır.



## 6 SONUÇ

Bilim ve teknolojideki gelişmeler paralelinde günümüzde endüstri, tıp, güvenlik, tarım, hayvancılık, araştırma, eğitim gibi birçok alanda iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları artan sayı ve çeşitlilikle kullanılmaktadır.

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin yakından takip edildiği ülkemizde de en gelişmiş teknolojik imkânlar çerçevesinde kullanılan radyasyon kaynaklarının sayıları hızla artmaktadır. Örneğin 2005 yılından 2010 yılı sonuna kadar tıbbi radyoloji cihazlarının sayısı ortalama % 64 oranında artarken, bu oran kemik yoğunluk ölçümü cihazlarında % 99, mamografi cihazlarında % 78'lik artışlara ulaşmıştır. Öte yandan mikrofilm cihazlarının sayılarında azalma söz konusudur. Benzer şekilde, radyoterapi uygulamalarında kullanılan cihaz sayılarında % 62 oranında artış yaşanırken; kobalt-60 teleterapi cihazlarının sayısı % 34 oranında düşmüş, yerini IMRT, siber bıçak veya gama bıçağı gibi yeni teknoloji ürünü cihazlar almıştır. Nükleer tıp uygulamalarında ise cihaz sayılarında % 50'lik artışlar söz konusudur. Bu alanda da son yıllarda PET ve PET-CT cihazlarındaki artışlar dikkat çekmektedir. Öte yandan endüstriyel uygulamalarda kullanılan sabit veya taşınabilir cihazların sayılarındaki artış toplamda % 1 oranında kalmıştır. Güvenlik amaçlı kullanılan paket/bagaj kontrol cihazları ise 5 yılda % 143 oranında artış göstermiştir.

Ayrıca, 2010 yılından 2011 yılı sonuna kadar tıbbi radyoloji cihazlarının sayısı ortalama % 6 oranında artarken, radyoterapi uygulamalarında kullanılan cihazlarda % 32, dış röntgen cihazlarında ise % 19 oranında artış olmuştur. Güvenlik amaçlı kullanılan paket/bagaj kontrol cihazları ise bir yılda % 7 oranında artış göstermiştir.

Tıbbi, endüstriyel ve diğer amaçlarla kullanılan bütün radyasyon kaynaklarına ilişkin veri güvenliğinin temini ve radyoaktif kaynak takibinin sağlanması amacıyla yönelik olarak yürütülen çalışmalarda sistemin daha ileri seviyelere getirilmesi hedeflenmektedir.

İyonlaştırıcı radyasyon kaynağı ile sürdürülen faaliyetlerin Kurumumuz tarafından lisanslama veya izin ile yetkilendirilmesi gerek şart olmakla birlikte radyasyon güvenliğinin ve radyasyondan korunmanın sağlanması ancak uygulayıcıların bu konudaki mevzuatı ve temel kuralları benimseyerek günlük görevlerin bir parçası olarak değerlendirmesi ve öncelik verilmesi ile başarılabilir. Bu nedenle radyasyondan korunmanın başarılmasında, radyasyon uygulaması yapan kuruluşların yönetimlerinin gerek personel gerekse ekipman açısından yeterli alt yapıyı oluşturarak belli bir kalite yönetimi sistemi çerçevesinde çalışanların yetki, görev ve sorumluluklarını belirlemesi, gerekli eğitimleri sağlaması, yeterli sıklıklarla güvenlik değerlendirmesi yaparak gerekli önlemleri alması en önemli husustur.



## TAEK YAYIN BİLGİ FORMU

<b>Rapor Bilgileri</b>	<b>1.Yayın Yılı/No</b> 2012
<b>2. Rapor Başlığı</b> Türkiye'de Radyasyon Kaynakları, 2011	<b>3.Yayın Kurulu</b> Tarih (Gün / Ay / Yıl)-No 19.09.2012 - 3 - 2
<b>4. Yazarlar</b> B.Yılmaz AKSÖZ, Neşe GÜVEN, Dr. İ. Hakkı ARIKAN, Sabri HIZARCI, Dr. S.Tuba ECEVİT, Dr. Tonguç ÖZDEMİR, M. Korhan ERTURK, Dr. E. Gamze YALÇINER	<b>5.Yayın Türü</b> Rapor
<b>6. Çalışmayı Yapan Birimler</b> Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi	
<b>7. Destekleyen veya Ortak Çalışılan Kuruluşlar</b> -	
<b>8. Özet</b> <p>Bu dokümanda, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kayıtlarında yer alan radyasyon kaynaklarının 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelindeki dağılımları verilmekte ve Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından sürdürülen yetkilendirme ve denetleme faaliyetleri kapsamında 2011 yılı süresince gerçekleştirilen işlemlere ilişkin bilgiler yer almaktadır.</p> <p>Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kayıtlarına göre, 2011 yılı sonu itibarıyla ülke genelinde toplam 9432 kuruluştaki X-ışını cihazları, kapalı ve açık radyoaktif maddeler ile kapalı radyoaktif madde bulunduran cihazlar kullanılmaktadır. Mevcut radyasyon kaynaklarının % 76'sı tıpta, % 24'ü ise endüstride ve diğer alanlarda kullanılmaktadır.</p> <p>Bu kayıtlara göre 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde 12383 tıbbi radyoloji cihazı ve 4152 dış hekimliğinde kullanılan radyoloji cihazı ile 251 adet radyoterapi cihazı bulunmaktadır. Ayrıca, açık kaynakların kullanıldığı 366 adet nükleer tıp laboratuvarı ve FDG (florodeoksiglikoz) üretimini yapan 12 üretim tesisi bulunmaktadır.</p> <p>Öte yandan 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde toplam 679 endüstriyel radyografi/radyoskopi cihazı, 3091 adet sabit nükleer ölçüm cihazı ile 243 adet taşınabilir yoğunluk ve nem ölçüm cihazı bulunmaktadır. Ayrıca güvenlik amacıyla kullanılan 2762 adet paket/bagaj kontrol cihazı ve 10 adet tır tarama sistemi bulunmaktadır. Gıda, tıbbi malzemeler ve diğer ürünlerin radyasyon ile ışınlanması amacıyla çalışmakta olan 4 ışınlama tesisi mevcuttur.</p> <p>Ayrıca 2011 yılı sonu itibarıyla ülkemizde radyasyon kaynaklarının bakım ve onarımı için 59 adet, radyoaktif maddelerin ithalat, ihracat ve taşıması için 145 adet, radyasyon kaynağı üretimi için 6 adet yetkilendirilmiş kuruluş mevcuttur.</p> <p>Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi tarafından sürdürülmekte olan yetkilendirme faaliyetleri kapsamında 2011 yılında 6500'i aşkın işlem gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerden 3792 adeti radyasyon kaynakları için kullanma ve bulundurma lisansı düzenlenmesi işlemidir.</p> <p>2011 yılı boyunca ülke genelinde 1259 kuruluştaki koşulların yetkilendirilmeye uygunluğunun tespiti amacı ile yapılan 2472 radyasyon kaynağının radyasyon kontrolü ve yetkilendirme koşullarının devamlılığının sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi amacı ile 584 kuruluştaki 2709 radyasyon kaynağının radyasyon güvenliği denetimi gerçekleştirilmiştir.</p>	
<b>9. Anahtar Kelimeler</b> Radyasyon Kaynakları, Radyasyon Güvenliği	<b>10. Gizlilik Derecesi</b> Tasnif Dışı

### GİZLİLİK DERECELERİ

**TASNİF DIŞI (UNCLASSIFIED):** İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli bilgi taşımayan, ancak devlet hizmetiyle ilgili bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen en düşük gizlilik derecesidir.

**HİZMETE ÖZEL (RESTRICTED):** İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli konular dışında olan, ancak güvenlik işlemine ihtiyaç gösteren ve devlet hizmetine özel bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

**ÖZEL (CONFIDENTIAL):** İçerdiği konu itibarıyla, izinsiz olarak açıklandığı takdirde, milli menfaatleri olumsuz yönde etkileyecek evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

**GİZLİ (SECRET):** İzinsiz açıklandığı takdirde, milli güvenliği, milli prestij ve menfaatleri ciddi ve önemli bir şekilde zedeleyecek olan evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

