



RADYASYON ETKİLERİ ve KORUNMA

Doç. Dr. M. Esin OCAKTAN

Amaç

- Radyasyonun tanımı, tarihçesi, kaynakları, birimleri, türleri, sağlık üzerine etkileri, korunma yöntemleri hakkında bilgi ve tutum kazandırmak.

Giriş

- 19. yüzyılın sonlarına doğru X ışınları ve radyoaktivite keşfedilmiştir.
- Tıbbi ve endüstriyel alandaki kullanımı günümüze kadar giderek artan bir hızla yaygınlaşmıştır.
- Radyasyon teknolojisi, yaşamı kolaylaştırması yanı sıra maruziyete bağlı birçok sağlık sorununu da beraberinde getirmiştir .

Atom: Bir elementin özelliklerini taşıyan, pozitif yüklü bir çekirdek ve etrafında dönen negatif yüklü elektronlardan oluşan en küçük parçadır.

Çekirdek = Proton + Nötron

Proton ve Nötronlar bir atom'un "Kararlı" veya "Kararsız" olmasını belirlerler.

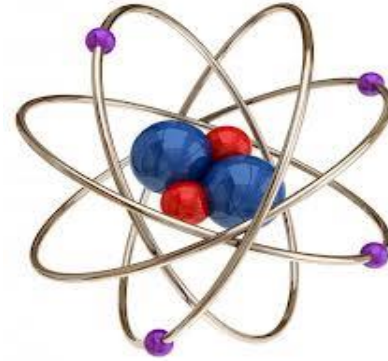
Kararsız atomlar fazla enerjilerinden kurtulup Kararlı hale gelmek isterler.

İyonlaşma: Atomun yük dengesinin bozulup İYON haline gelmesi.

İyonlaştırıcı Radyasyon: Çarptığı her maddeyi bozup iyon/iyonlar oluşturan radyasyon.

Radyasyon

Bir atom çekirdeğinin kararsız durumdan daha kararlı bir duruma geçerken elektromanyetik dalga veya parçacık şeklinde enerji yayılmasına **radyasyon (ışınım)** denir .



Tarihçe

- X-ray ilk olarak 1895'te Alman fizikçi Wilhelm Conrad Roentgen tarafından, fotoğraf filminde renk değişmesine neden olan "yeni bir ışın çeşidi" olarak tanımlandı.
- Aynı tarihte Roentgen'in arkadaşı olan Herr Kolliker, X-ray makinesinin önüne elini koyup ışınlayarak ilk kez *elin kemik yapısının radyografisini çekmeyi başardı* .



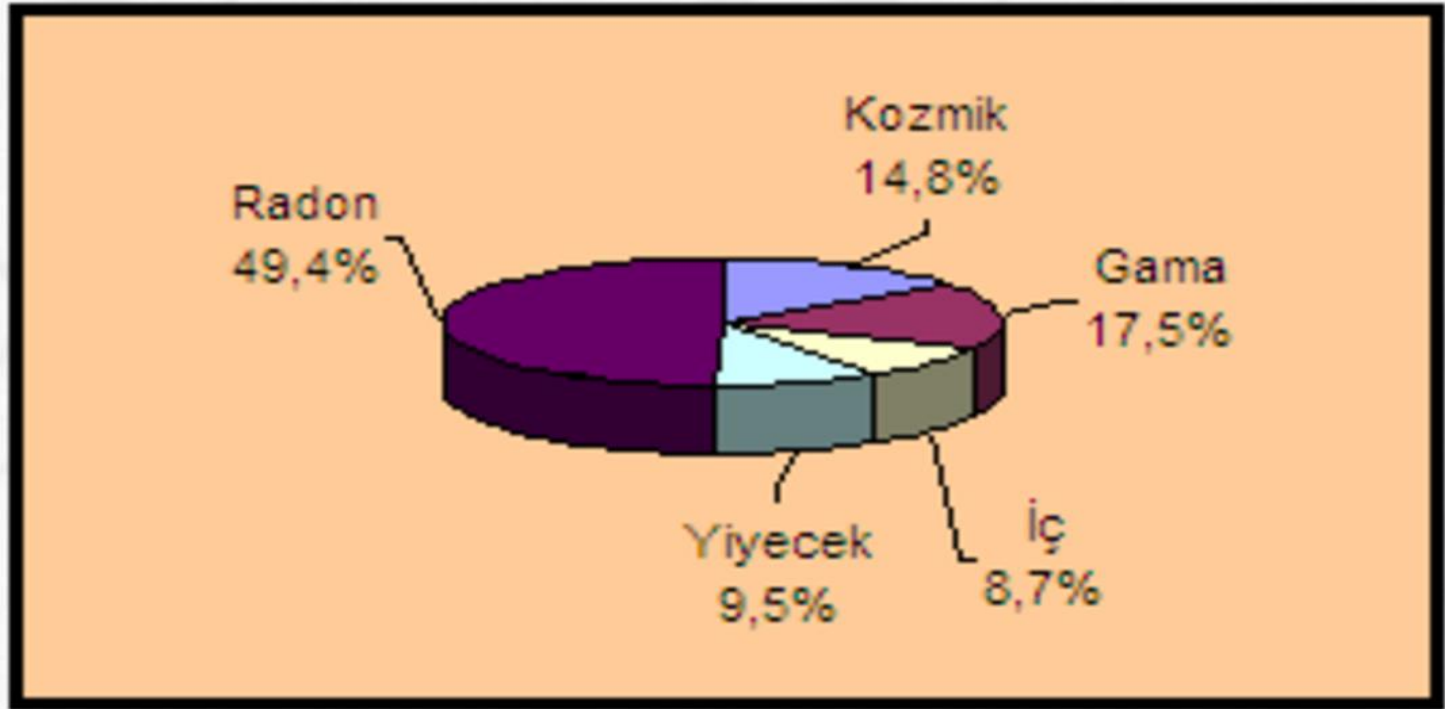
Tarihçe

- *X-ray'in terapötik amaçlı ilk kullanımı ise 1897'de Profesör Freund tarafından gerçekleştirilmiş, Viyana Tıp Topluluğunda hairy mol tedavisinde X-ray'i kullanmıştır.*
- *1898'de Curie'ler ilk radyoaktif madde olan radyumu buldular.*
- *Aynı yıl Bequerel radyoaktivite kavramını geliştirdi.*

Radyasyon Kaynakları

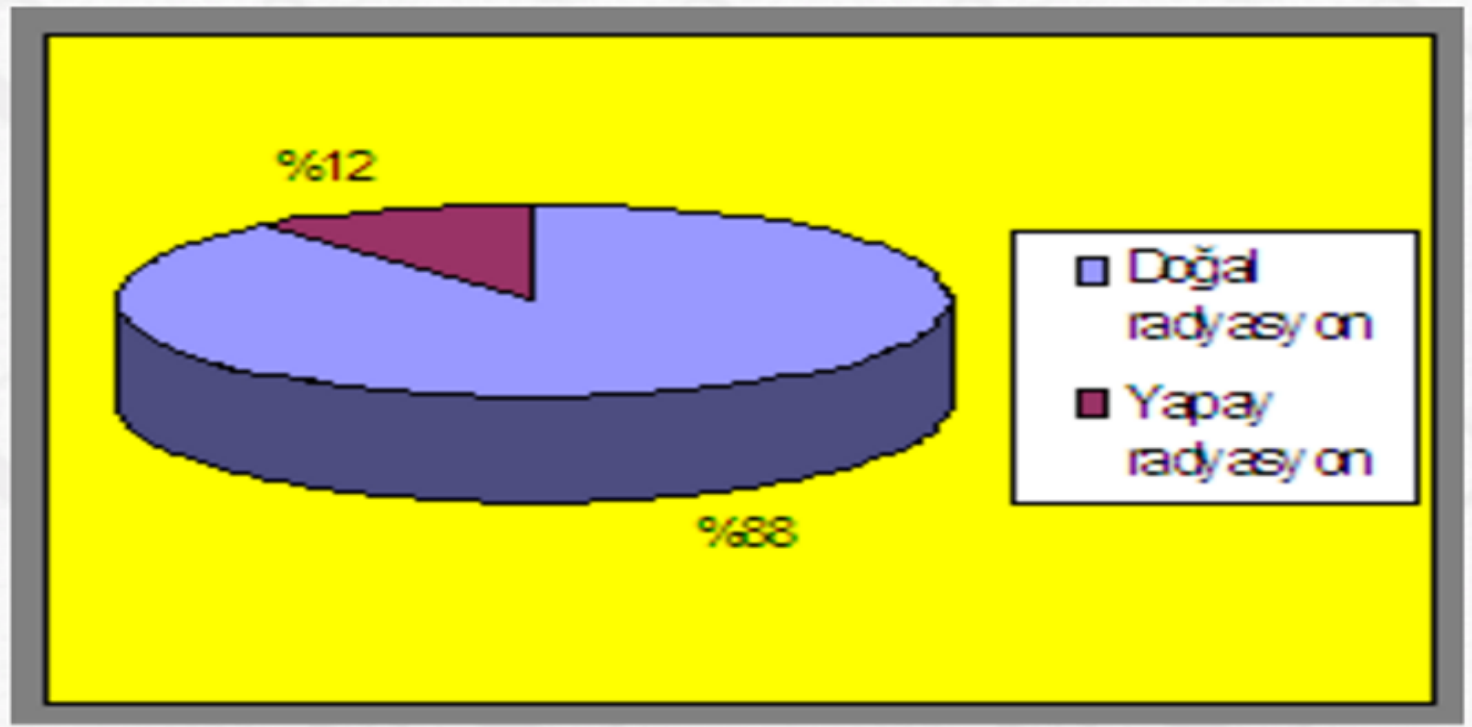
- **Doğal radyoaktiflik:** Bozunuma uğrayan radyoizotopun doğada bulunması ya da doğada bulunan diğer radyoizotopların bozunmasından ortaya çıkması
- **Yapay radyoaktiflik:** Radyoizotopun insan tarafından yapay olarak üretilmesi

Yapay Radyasyon Maruziyeti



Şekil: Yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozunun oransal değerleri

Radyasyon Kaynakları



Şekil: Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarının küresel radyasyon dozuna oransal katkıları

Radyasyon Birimleri

- **Aktivite:** Birim zamanda parçalanmış radyoaktif madde miktarıdır.

Birimi: Curie (SI normunda Becquerel)

- **Işınlanma:** İyonlaştırıcı Radyasyonun havada yarattığı (+) ve (-) yüklü iyon miktarıdır.

Birimi: Röntgen (SI normunda C/kg)

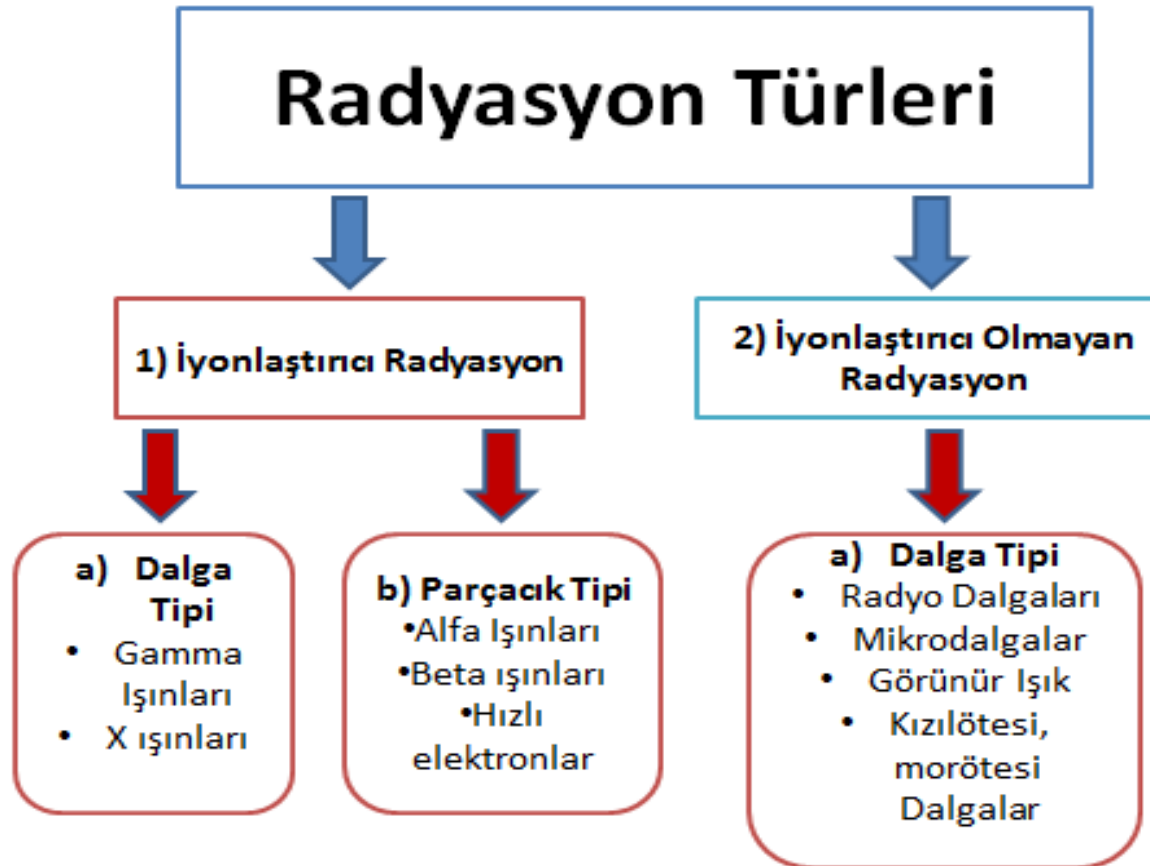
- **Soğurulmuş Doz:** Işınlanan maddenin birim kütlesinde enerji değişikliğine neden olan radyasyon miktarıdır.

Birimi: Rad (SI normunda Gray)

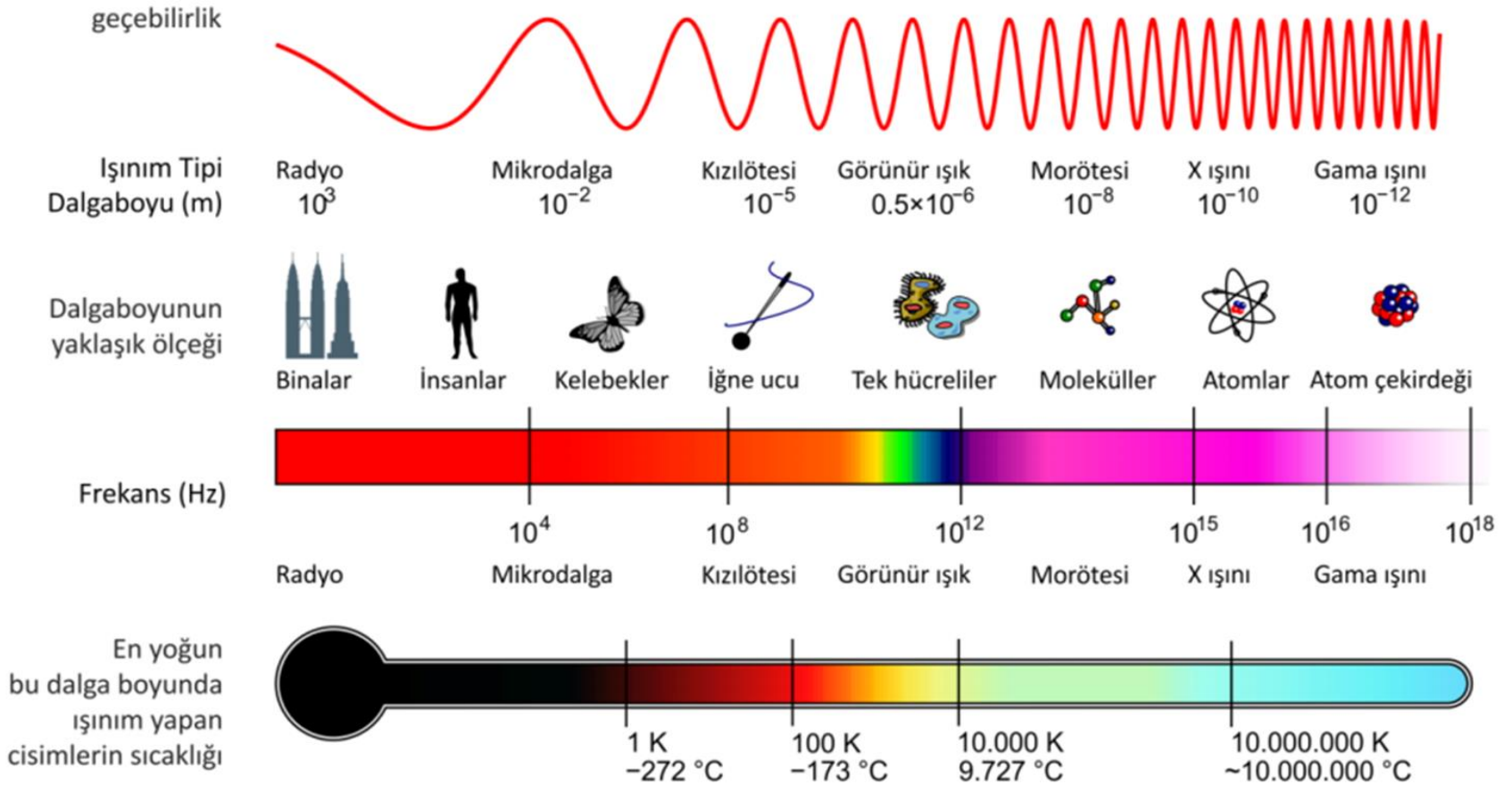
- **Doz Eşdeğeri:** Bir Röntgenlik X veya Gama ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan radyasyon miktarıdır

Birimi: Rem (SI normunda Sievert)

Radyasyon Türleri



Elektromanyetik spektrum



Non-iyonize (İyonlaştırıcı olmayan) Elektromanyetik Radyasyon

- **Radyo dalgaları ve mikrodalga:** Mikrodalga radyasyon kaynakları arasında cep telefonları, kablosuz telefonlar, tıbbi cihazlar, cep telefonu baz istasyonları, Wi-Fi, Bluetooth, radarlar, radyo ve televizyon vericileri sayılabilir.
- Endüstride boyaların, mürekkeplerin, sentetik lastiğin kurutulmasında, tahılların böceklerden korunmasında kullanılmaktadır.
- Maruziyetin doku ve hücreleri ısıtması ve vücutta buna karşı oluşan fizyolojik tepki zararlı ya da zararsız bazı değişimlere neden olabilir. Isıyı dağıtma kapasitesi sınırlı organlar olan göz lensi, testis ve sinir sistemi lokal olarak etkilenmeye daha yatkındır.



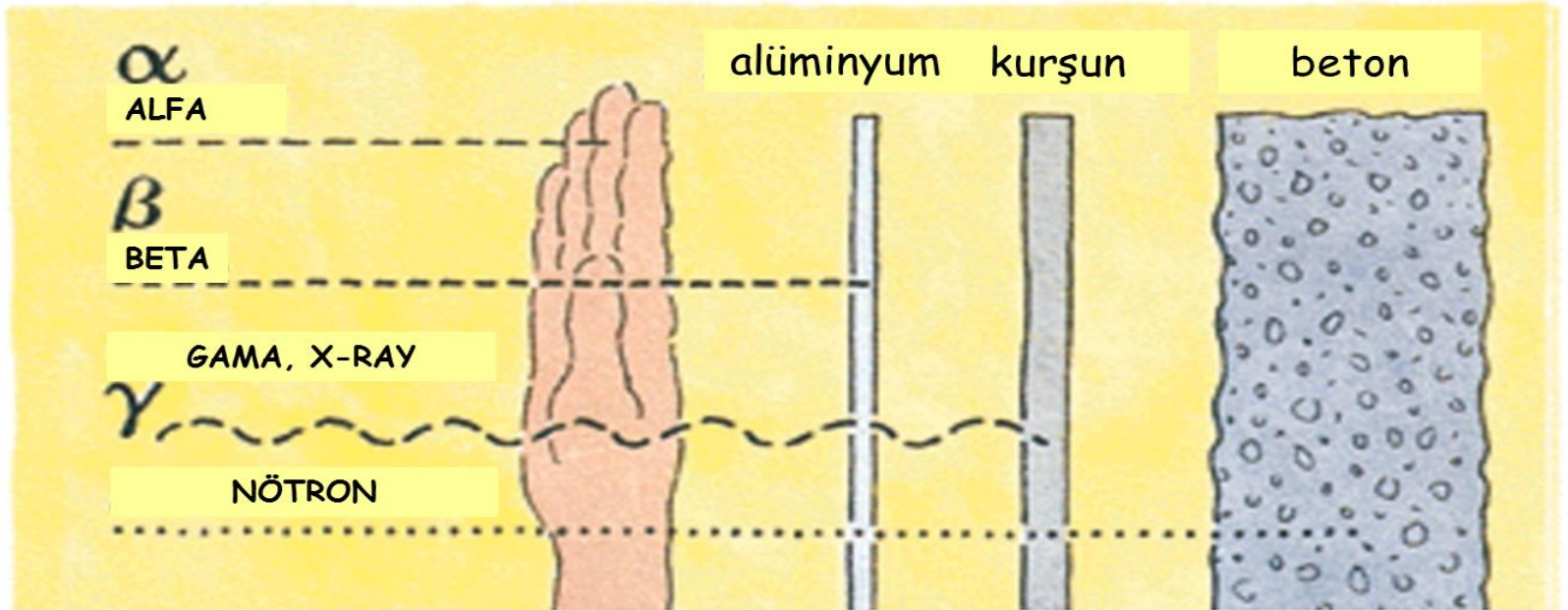
Non-iyonize (İyonlaştırıcı olmayan) Elektromanyetik Radyasyon

- **Kızıl ötesi ışınları (ısı):** Elektromanyetik spektrumun mikrodalga spektrumu ile görünür bölge spektrumları arasında kalan bölgedir. Derinin derin tabakalarına penetre olmamaktadır. Ancak eğer kontrol edilemeyecek olursa deri yanıklarına, gözde katarakta, retinal harabiyete neden olabilir.
- **Mor ötesi ışınlar:** Ultraviyole ışınlarının temel kaynağı güneştir. Deride eritem, güneş yanığı, erken yaşlanma, paraneoplastik lezyonlar, tümör, bulantı, kusma, bitkinlik durumlarına neden olmaktadır.

Non-iyonize (İyonlaştırıcı olmayan) Elektromanyetik Radyasyon

- İyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarının oluşturduğu elektromanyetik alanların çevre ve insana etkilerinin, kaynak yoğunluğu ve işletilme frekansına bağlı olabilir.
- Düşük frekanslı elektromanyetik ışınım (0 Hz-10 kHz): İnsan vücudunda saç telinin havalanması gibi yüzeysel etkilere neden olmaktadır.
- Yüksek frekanslı elektromanyetik ışınım (10 kHz-300 GHz): 10 GHz üzerindeki ışınım deri yüzeyi tarafından absorbe olur ve enerjinin küçük bir kısmı alta yerleşen dokulara penetre olur. Katarakt ya da deri yanığı gibi olumsuz sağlık sonuçlarına yol açabilir. Yüksek frekans alan tüm vücutta ya da dokuda ısı artışı oluşur.

İyonize (İyonlaştırıcı) Radyasyon



İyonize (İyonlaştırıcı) Elektromanyetik Radyasyon

- X-ışınları:

- Bir atoma dışarıdan gelen veya gönderilen yüksek enerjili elektronlar o atomun ilk halkalarından elektronlar koparırlar. Atomdan kopan bu elektronun yerine daha yüksek seviyelerden elektronlar atlayarak kopan elektronun yerindeki boşluğu doldururlar. Bu sırada ortaya çıkan enerji fazlalığı X ışını şeklinde dışarı salınır.
- Bunların dışında X ışını yapay olarak, röntgen tüplerinde de elde edilir.

İyonize (İyonlaştırıcı) Elektromanyetik Radyasyon

- **Gama ışınları:** Gama ışınları atomun çekirdeğinde oluşur. Çekirdek bir alfa veya bir beta parçacığı çıkarttıktan sonra ortaya çıkan kararsızlığa neden olan çekirdek enerjisi bir elektromanyetik radyasyon halinde yayınlanır. Gama ışınları, beta ışınlarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha girici (nüfuz edici) ışınlardır.
- **Kozmik ışınlar:** Gökyüzünden gelen kozmik radyasyon, yıldızların oluşumu ve ömrünü tamamlaması gibi çeşitli olaylarla oluşmaktadır. Kozmik radyasyonun en büyük yayıcısı güneştir. Deniz seviyesinden yukarda olan yerlerde daha yoğunur.

İyonize (İyonlaştırıcı) Partiküler Radyasyon

- **Alfa parçacıkları:** Radyoaktif çekirdeğin kararlı hale gelmek için çıkardığı iki proton ve iki nötrondan oluşmuş bir helyum çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. Bir kağıt tabakası/insan vücudundaki ölü deri tabakası gibi az bir kalınlıktaki maddelerle durdurmak mümkündür.
- Alfa parçacıkları, sadece ağız yolu ile vücuda alındığı ve teneffüs edildiği zaman insan sağlığı açısından tehlikeli olurlar.

İyonize (İyonlaştırıcı) Partiküler Radyasyon

- **Beta parçacıkları:** Çekirdekteki enerji fazlalığı çekirdek civarında, bir kütle oluşturur. Bu kütle çekirdekteki fazla yükü alır ve dışarıya bir beta ışını olarak çıkar.
- Bunlar, alfa parçacıklarına göre madde ile daha az etkileşime girerler ve böylece maddenin daha içlerine nüfuz edebilirler. Plastik veya metal gibi ince nesnelere durdurulabilirler ve ağız yoluyla vücuda alındığı veya bulunduğu zaman tehlikelidirler.
- Işınlanma yeteri kadar büyük ise deriye radyasyon hasarı verebilirler.

İyonize (İyonlaştırıcı) Partiküler Radyasyon

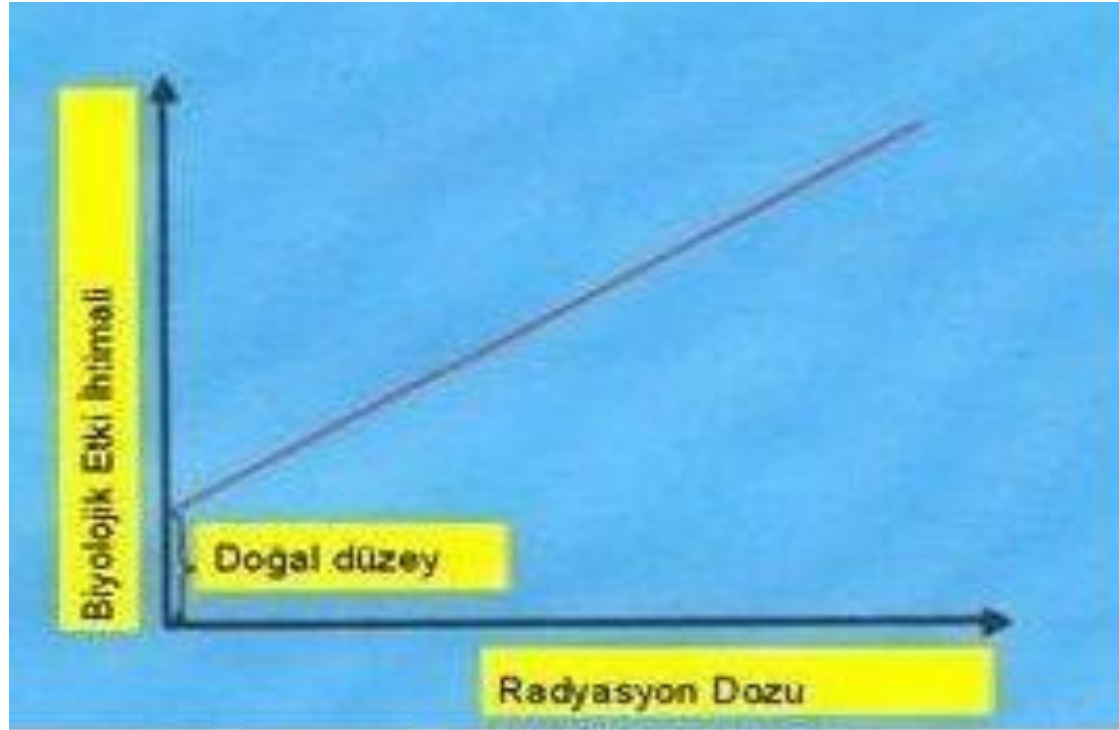
- **Nötronlar:** Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Bu özelliklerinden dolayı herhangi bir madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler.
- Doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşimleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir.
- Yüksüz oldukları için madde ile zayıf etkileşime girerler ve dolayısıyla madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler ve kolayca durdurulamazlar.

İyonize (İyonlaştırıcı) Radyasyonun Sağlık Etkileri

- **Moleküler/Hücreyel Düzeyde Etkiler:** İyonizan radyasyon ya direkt olarak DNA zincirinde kırılmalar oluşturur ya da hücre içindeki moleküllerle etkileşerek oksijen radikalleri oluşumunu sağlar ve bu oksijen radikalleri DNA bileşenleri ile etkileşerek zincirde kırılmalar ve diğer tip bozulmalara yol açarlar.
- Her hücre tipinin radyasyona duyarlılığı farklıdır.
 - Sık bölünen ve andiferansiye olan hücrelerin (over ve testisin germinal hücreleri, hematopoetik sistem hücreleri, gastrointestinal sistem epitel hücreleri) duyarlılığı fazla,
 - Bölünmeyen ve üst diferansiyasyon gösteren hücrelerin (Karaciğer, böbrek, kartilaj, kas, sinir hücreleri) duyarlılığı daha azdır.

İyonize (İyonlaştırıcı) Radyasyonun Sağlık Etkileri

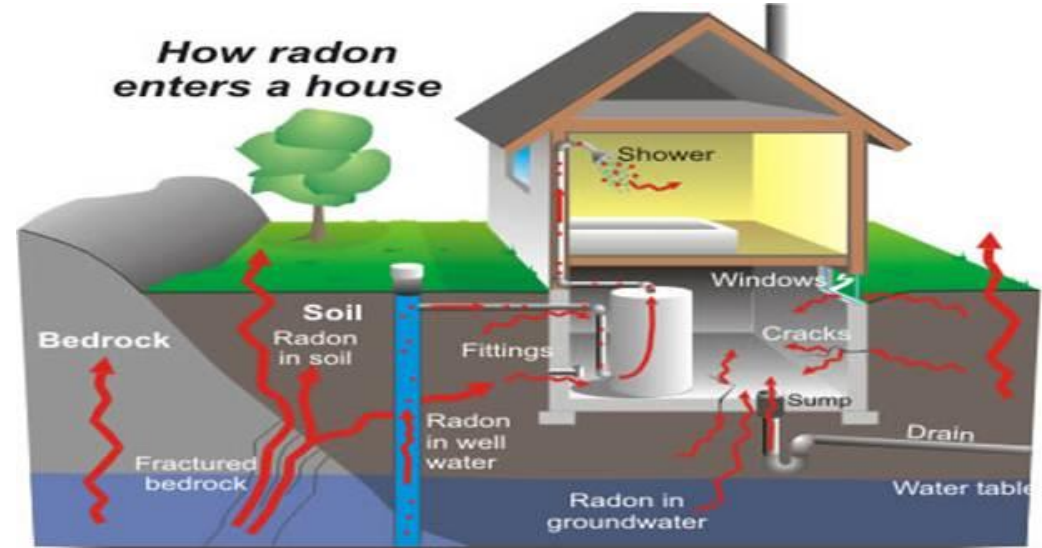
- *Doku/Sistem Düzeyinde Etkiler:*
 - **Deterministik etkiler:** Eşik değer mevcuttur. Doz arttıkça hasar miktarı artar. Erken (radyasyon hastalığı, eritem, pulmoner pnömoni, epilasyon vb.) ve geç (katarakt, akciğer fibrozisi, keratozis, infertilite, fibroartropati vb.) dönem etkiler olarak iki ana alt gruba ayrılır.
 - **Sitokastik etkiler:** Sadece birkaç hücrenin bile etkilenmesi ile gelişebilir. Eşik değer yoktur, doz arttıkça hasar oranı artmaz ancak etkilenen birey sayısı artar (lösemiler, kanserler, genetik mutasyonlar). Genetik etkiler, organizmanın üreme hücrelerinde bulunan kromozomların radyasyon maruziyeti sonucu hasarlanması ile oluşur. Hasar bireylerin çocuklarında ortaya çıkar ve sonraki kuşaklara da aktarılabilir.



Şekil 7.4 Stokastik Doz-Tepki Eğrisi

Radon

- Doğal radyasyon kaynaklarından dolayı canlı organizmaların maruz kaldığı radyasyon dozları içerisinde radon ilk sırada gelmektedir.
- Radonun yeraltından havaya geçişi, toprak ile kayalardaki çatlaklardan ve yeryüzüne çıkan sular ile sağlanmaktadır.



Radon

- Radonun ana kaynağı yer küredir ve dünya yüzeyinde yaklaşık 100 ton radon bulunduğu tahmin edilmektedir.
- Biyosfer tabakasında serbest halde gezen radon atmosfere kolaylıkla taşınır. Bu taşınma sürecinde radon toprakta, sularda, bina iği ve dışındaki atmosferde ve ayrıca binalarda kullanılan yapı malzemelerinde değişik yoğunluklarda bulunabilir.
- Radon kapalı ortamda çevreye yayıldığında giderek miktarı arttığından düşük dozda bile olsa etkisi açısından tehlikeli olabilmektedir

Tıpta Kullanım

- Radyasyonun tıptaki bir diğer kullanım alanı kanserli hücrelerin tedavi edilmesi çalışmalarıdır.
- Tıpta bu uygulamalar *radyoterapi* olarak adlandırılırlar.
- Yüksek enerjili X ışınları ve gama ışını yayan radyoaktif maddelerin kullanıldığı radyoterapide, radyolojide alınan radyasyon dozunun binlerce katı radyasyon dozuna ihtiyaç duyulur.
- Sağlıklı hücrelerin de bu dozun tamamını almasını önlemek için kanserli doku birkaç yönden ışınlanır.
- Radyasyonun tıbbi uygulamaları, toplum için en çok radyasyon dozuna maruz kalınan yapay radyasyon kaynağını oluşturur. Tıbbi uygulamalar sonucu halkın maruz kaldığı yıllık ortalama radyasyon dozunun dünya ortalaması 0.3 mSv'tir

Nükleer Enerji ve Nükleer Kazalar

- Nükleer enerji, atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür.
- Nükleer enerji;
 - Füzyon
 - Fisyon
 - Yarılanma şeklinde üç nükleer reaksiyondan biri ile oluşmaktadır.
- Nükleer santrallerde kullanılan teknolojilerde ve atom bombası teknolojisi gibi teknolojilerde fisyon tepkimesi kullanılmaktadır.

Radyasyondan Korunma İlkeleri

- ICRP (International Commission on Radiological Protection/Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu) belirlemiştir.
- **1- Doğrulama** ilkesine göre, kişilere veya topluluklara, radyasyon uygulamalarında net yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.
- **2- Optimizasyon** uygulamada net yararı en yüksek tutmak üzere, ışınlanan kişilerin sayısı, bireysel dozun büyüklüğü ve ekonomik ve sosyal faktörler dikkate alınarak, mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması gereklidir. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) “Mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması” prensibi

Radyasyondan Korunma İlkeleri

- **3- Doz Sınırları:** Kişilerin radyasyon dozları normal uygulamalarda yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.
- Birincil Sınırlar :
- *Radyasyon Görevlileri İçin:*
 - Etkin doz : 20mSv/yıl (5 yılın ortalaması), 50 mSv/yıl (tek yıl için)
 - Eşdeğer Doz :150mSv/yıl (göz için)
 - Eşdeğer Doz :500mSv/yıl (Cilt, el, ayak için)
- *Halk İçin:*
 - Etkin doz :1mSv/yıl (5 yılın ortalaması), 5 mSv/yıl (tek yıl için)
 - Eşdeğer Doz :15mSv/yıl (göz için)
 - Eşdeğer Doz :50mSv/yıl (Cilt, el, ayak için)

İç Radyasyona karşı korunma:



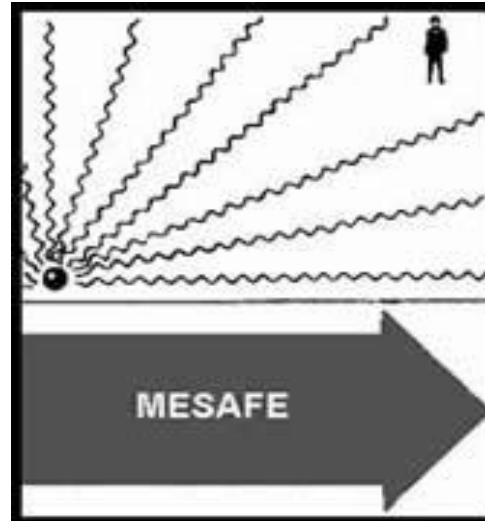
- İç radyasyonla kirlenme (internal kontaminasyon), radyoaktif maddelerin solunum, sindirim, mukozalar ya da cilt bütünlüğünün bozulması yoluyla vücuda girmesi ile oluşmaktadır.
- Bu nedenle, iç radyasyon tehlikesinden korunmak için; ortamın, giysilerin ve cildin radyoaktif madde ile bulaşmasını, radyoaktif maddenin yiyecek ve solunum yoluyla vücuda girmesini önleyici önlemler alınması gereklidir. Bu önlemler arasında
 - ✓ Özel solunum cihazlarının kullanılması,
 - ✓ Tam yüz maske ve filtrelerinin kullanılması,
 - ✓ Koruyucu elbiseler giyilmesi,
 - ✓ İmkan olmaması durumunda mendil, havlu vb. ile solunum yollarının kapatılması,
 - ✓ Kirlenen bölgedeki gıda ve suların tüketilmemesi sayılabilir.



Dış Radyasyona Karşı Korunma

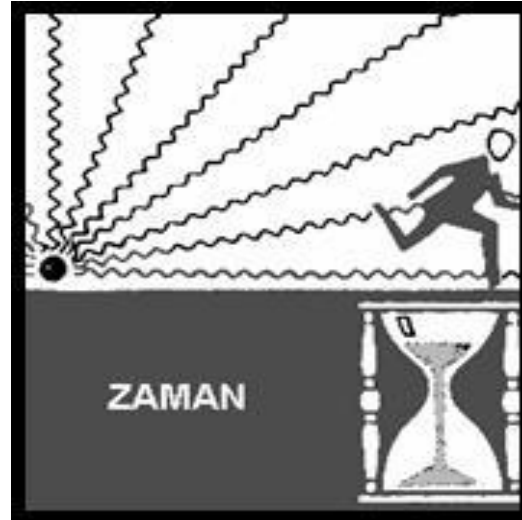
Dış radyasyona karşı korunmak için başlıca üç yöntem vardır.

- Uzaklık: Noktasal kaynaklardan yayınlanan radyasyon şiddetleri kaynaktan olan uzaklığın karesiyle azaldığından, uzaklık iyi bir korunma aracı olmaktadır.



Dış Radyasyona Karşı Korunma

- b) Zaman: Radyasyon dozu miktarı radyasyon kaynağının yanında geçirilecek süre ile orantılı olarak arttığından kaynak yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır.



Dış Radyasyona Karşı Korunma

c) Zırlama: Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yöntemi zırlama olup radyasyonun şiddetini azaltmak için radyasyon kaynağı ile kişi arasında uygun özelliklerde koruyucu engel konulmalıdır.

Zırlama toprak, beton, çelik, kurşun gibi koruyuculuğu yüksek materyal kullanılarak yapılabilir.



Dış Radyasyona Karşı Korunma

Açık Alan çalışmalarında Kontrol Listeleri (Check List) oluşturulmalıdır.

Toplum üyelerinin bulunduğu yerlerde yapılacak çalışmalarda "Çalışma İzni" uygulanmalıdır.

Çalışan personel teorik ve pratik olarak çok iyi eğitilmelidir.

Kullanılan tüm donanımın bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.

Tüm çalışanlarda kalem dozimetre, film dozimetre ve çalışma alanında da alarmlı dozimetre ve doz hızı ölçer bulundurulmalıdır.

En kısa ışınlama süresi hesaplanmalıdır.

Değişik senaryolara göre "Acil Durum Planı" hazırlanmalıdır.

Radyoaktif Atık Yönetimi

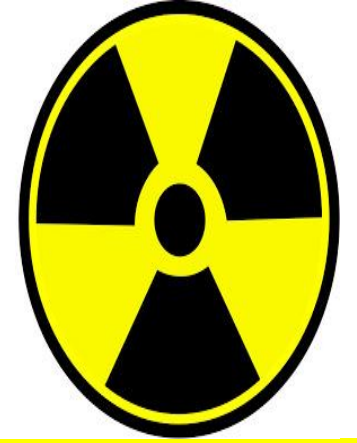
- Nükleer maddelerin gerek nükleer reaktörlerde gerekse tıbbi ve endüstriyel kullanımı sonucunda radyoaktif atıklar oluşur.
- Kaynağı ne olursa olsun ortaya çıkan bu radyoaktif atıklar güvenli şekilde yönetilmek zorundadır.
- Radyoaktif atıkların yönetimi için gerekli faaliyetler:
 - Üretilen atık miktarının en aza indirilmesi
 - Güvenli yönetim ve taşıma sırasında koruma için koşullandırma ve paketleme:
 - Ara depolama
 - Nihai Depolama

İlgili Kuruluşlar ve Mevzuat

- Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)
 - Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP)
 - Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)
- Türkiye 1960 yılında "İşçilerin İyonlaştırıcı Radyasyonlara Karşı Korunması" hakkındaki 115 sayılı ILO sözleşmesine imza atmıştır.
 - "Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği" 24.03.2000 tarih ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır, daha sonra bazı maddelerinde değişiklik yapılmıştır.



RADYASYON



RADYASYON

DENETİMLİ ALAN

Radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışlarının özel denetime, çalışmalarının bakımından özel kurallara bağlı olduğu ve görevi gereği radyasyon ile çalışan kişilerin ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırlarının 3/10'undan fazla (yilda 6 mSv'den fazla) radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır. İşaretler, koruyucular, uyarı levhaları zorunludur.

GÖZETİMLİ ALAN

Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarınının 1/20 'sinin(1 mSv) aşılma olasılığı olup, 3/10 'unun (6mSv) aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.



RADYASYON



RADYASYON

Kaynaklar

- 1-Akdur R. Çevre Sağlığı İçinde: Akdur R. ve ark. Halk Sağlığı. Antıp, Ankara,1998.
 - 2-Güler Ç. Vaizoğlu S. Çevre sağlığıİçinde:Editörler: Güler Ç. Akın L. Halk Sağlığı Temel Bilgiler, Hacettepe Üniversitesi yayınları, 2012
 - 3- Bilir N, Yıldız AN. İş Sağlığı ve Güvenliği. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2013.
 - 4-DSÖ-Avrupa çevre Birliği.Çeviri editörleri Öztürk Y, Ceyhan O. Çevre ve Sağlık 1, Erciyes Üniversitesi Matbaası,Kayseri 1999
 - 5-<http://www.taek.gov.tr>
 - 6-<http://www.who.int>
-
- 7-Çaynak B, Ocaktan E. Halk Sağlığı Seminer çalışması
 - 8-Yaren H, Karayılanoğlu T. Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 2005: 4 (4).
 - 9-Ocaktan M E, Akdur R. Cep Telefonu Teknolojisi ve Sağlık. Türkiye Klinikleri J Med Sci
 - 10-Kurtman C, Çelebioğlu B. Radyoterapi ve Radyasyonun Tarihçesi. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı. Cilt 1, Sayı 1,2000.
 - 11-Hall E J. Radiobiology for the Radiologist. J. B. Lippincott Comp., 1988.
 - 12-Gençer Ç. Termik Santral Çevresinde Otomatik Olarak Çalışabilen Radyasyon Kontrol Sisteminin Modellenmesi. Politeknik Dergisi, Cilt: 6 Sayı: 4 s. 645-649, 2003.
 - 13-Fişne A. Yeraltı Madenlerinde Radon Gazı Konsantrasyon Seviyelerinin Belirlenmesi ve İşçi Sağlığı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002, İstanbul.
 - 14-<http://seattlecentral.edu/faculty/mvillarba/CHEM121/Chapter17.pdf> (Erişim Tarihi:14.01.2016) 2008, 28, 58-65.
 - 15-Bora H. Radyasyon Güvenliği. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı. Cilt 2, Sayı 1, 2001.
 - 16-Özdemir F. Konya'nın Termal Sularında ²²²Rn Konsantrasyonu Değişimlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013, Konya.
 - 17-Zeyrek C T. İyonize Radyasyon Uygulamaları İçin Güvenlik ve Korunmaya Yönelik Genel Kavramlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 17(3), 1-9, 2013.
 - 18-http://www.bayar.edu.tr/besergil/1_emi_ozellikler.pdf (Erişim tarihi: 15.01.2016)
 - 19-Tollefsen T, Cinelli G,Bossew P, Gruber V, Cort M.From The European Indoor Radon Map Towards An Atlas Of Natural Radiation. Radiation ProtectionDosimetry (2014), Vol. 162, No. 1-2, 129 -134.
 - 20-Kürkçüoğlu M E,Haner B, Yılmaz A, Toroğlu İ. Karaelmas Yerleşkesi Merkez Kütüphanesi Radon Ölçümleri. SDÜ Fen Dergisi, 2009, 4(2), 177-188.
 - 21-Garza O H, Sanín L H, Cabrera M E M, Ramirez K I S, Meyer E M, ReyesCortés M R.Lung Cancer Mortality and Radon Concentration in a Chronically Exposed Neighborhood in Chihuahua, Mexico: A Geospatial Analysis. Scientific World Journal, Volume 2014.
 - 22- Kaya İ S. Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2012. Cilt 1, Sayı 24.