

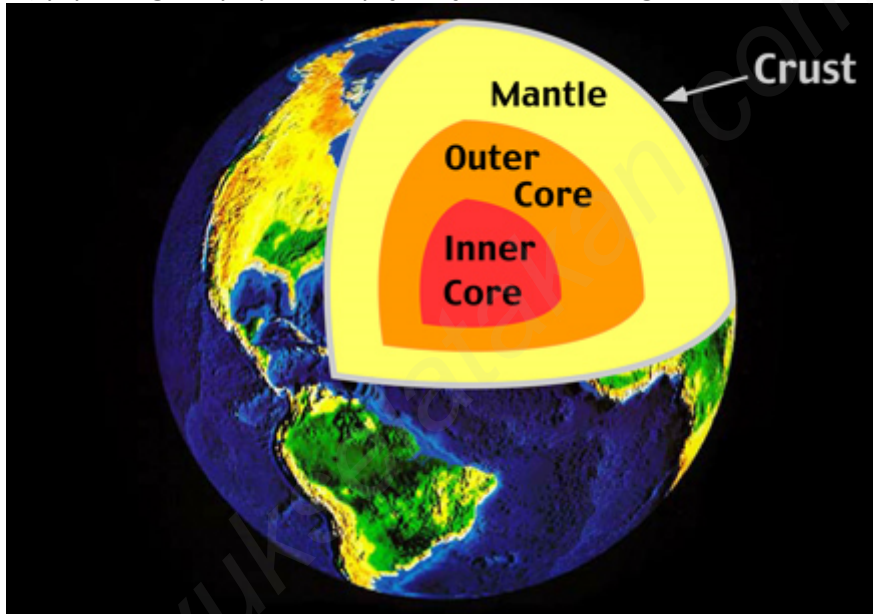
YAŞAMIMIZI, DOĞAL RADYOAKTİF MADDELERDEN YAYINLANAN RADYASYONLARA BORÇLU OLDUĞUMUZU BİLİYOR MUYUZ?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, [Almanya](#)

Önce, 'radyasyon' sözcüğünden ne anladığımızı, konuya yabancı olanlar için açıklayalım:

Kabaca genel anlamıyla radyasyon, enerjinin bir yerden başka bir yere ışınlar ya da tanecikler halinde iletiminden başka bir şey değil.

Örneğin güneşten yeryüzüne, güneş ışınlarıyla enerji iletiliyor. Güneş ışınları ise elektromanyetik radyasyondan başkası değil. Yeryüzündeki yaşamın varlığını ve sürmesini, güneş ışınlarına borçlu olduğumuzu biliyoruz. Eğer dünyaya güneş ışınları ulaşmasaydı, bitkiler özümleme yapamayacaklarından yer yüzündeki bitki örtüsü tahıl, sebze, meyve de oluşamayacağından, ancak bunlarla yaşamda kalabilecek diğer canlılar da var olamazdı. Bunu herkes bilir ama herkesin bilmediği, yerkürenin üst katmanlarındaki kayaçlarda (kabaca taşlarda, Şekil 1) başlangıçtan beri bulunan doğal radyoaktif uranyum, toryum ve potasyum ile bunlardan türeyen bir dizi başka radyoaktif maddelerin (Bkz.Şekil 2 ve 3) yayınladığı radyasyonların yaşam için zorunlu olduğudur.



Şekil 1: Yerküre: Crust:Yerkabuğu, Mantel: Manto, Dış ve İç Çekirdek

Doğal radyoaktif maddeler yaşam için neden zorunlu?

Doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan alfa, beta ve gama ışınları halindeki radyasyonların/1/, Yer Kabuğunu ve onun altındaki Manto'yu zamanla ısıtarak canlılara yaşayabilecekleri bir ortam hazırladıklarından çoğumuzun bilgisi yoktur.

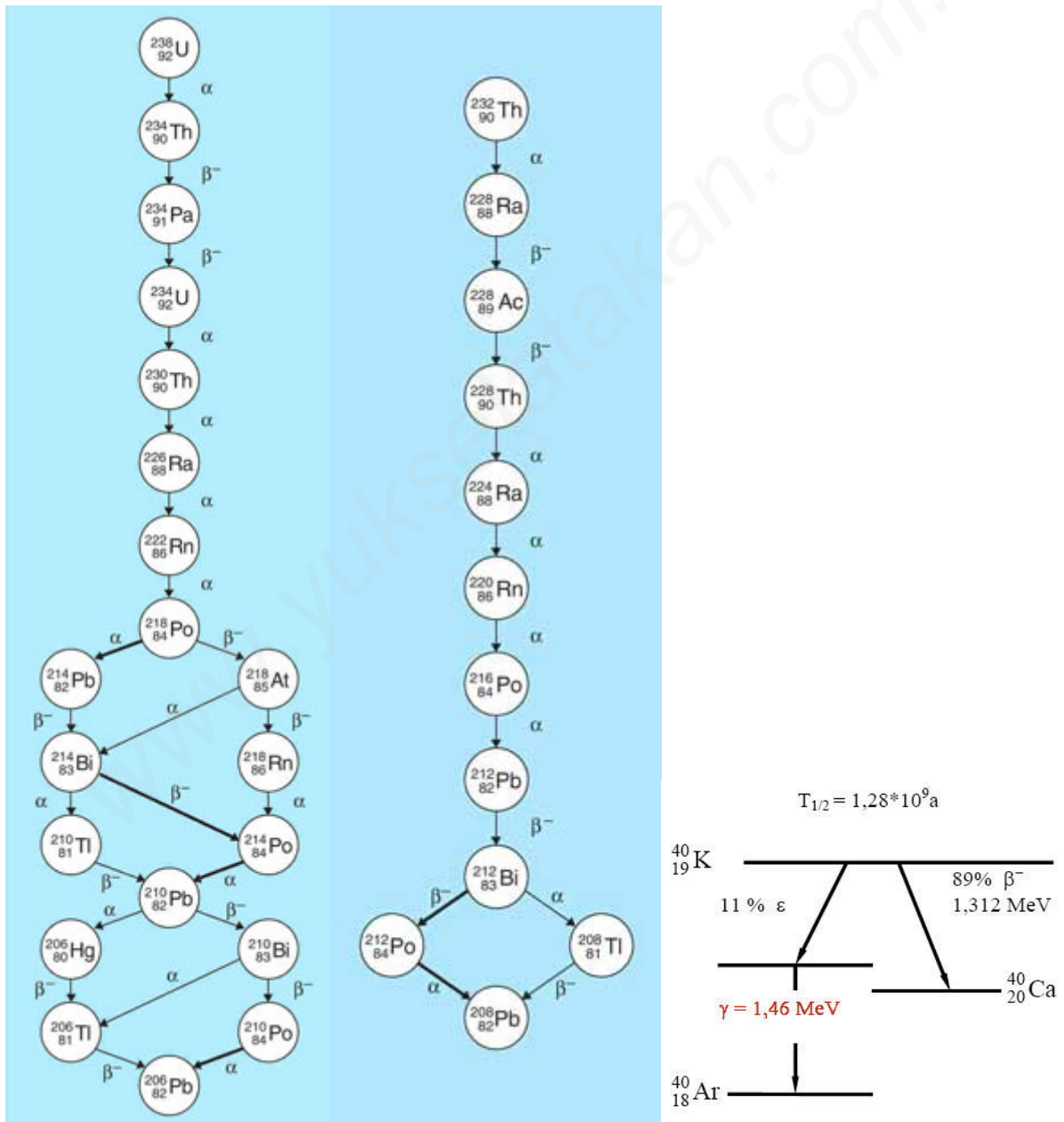
Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ve hesaplamalar /2/, yer kabuğu ve manto'daki toplam 44 TW'lık (*) ısı gücünün (her saniye üretilen ısı enerjisi) yarısının (kabaca 24 TW) dünyanın oluşumu sırasındaki (primordial) enerjiden artı kaldığını, diğer yarısının (kabaca 20 TW) ise doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonların maddeyle etkileşmesi sonucu oluştuğunu gösteriyor.

Bu 20 TW'lık ısı gücünün 8 TW'lık bölümü uranyum dizisindeki radyoaktif maddelerden, aynı miktarı da toryum dizisindekilerden ve 4 TW'lık bölümü de potasyum 40 radyoaktif maddesinden yayınlanan radyasyonlardan kaynaklanıyor. Bunu açarsak: Bu dizilerdeki radyoaktif maddelerden (Bkz. Şekil) yayınlanan alfa ya da beta ve gama radyasyonlarının çevrelerindeki maddeye (kayaçlar içindeki minerallere) enerjilerini aktararak, yani bunların enerji düzeylerini yükselterek, tepkimelerle (kinetik enerjiye dönüştürerek) ortamı ısıtmaları ve yer yüzünün sıcaklığının, yaşanabilir belirli aralıklarda kalmasını sağlamalarıdır (Genellikle yeryüzünün sıcaklığı: +60 ve – 90 C derece arası, ortalama +9 derece kabul ediliyor). 20 TW= 20.000 GW'lık ısı gücü ise, 1 GW(1000 MW)'lık ısı güçlü 20.000 adet kömürlü ya da nükleer santralin ısı gücüne (ya da saniyede üretilen ısı enerjisine) eşdeğer demektir.

Doğal radyoaktif maddeler bir yandan dünyamızın sıcaklığını yaşanabilir düzeyde tutarken, öte yandan da mağmadaki sıvı metallerin zamanla katılaşmasını önüyorlar. Dünyanın rotasyon hareketiyle sıvı magma dinamo gibi dönerken, mağmadaki metaller (demir), dünyanın çevresinde bir manyetik kuşak oluşturuyorlar. Manyetik kuşak, güneş rüzgarlarını saptırıp, atmosferin süpürülüp uzaya götürülmesine ve arta kalacak çok düşük basınçlı atmosferde de suyun çabucak buharlaşmasına engel olmakta. Böylelikle dünyamızda, Mars'ın aksine, atmosfer ve su yok olmuyor.

Bu nedenle yaşamımızı yer küredeki doğal radyoaktif maddelerin hem dünyamızı ısıtmasına hem de böylelikle magma'nın zamanla katılaşmayıp dünyanın çevresinde manyetik kuşak oluşturmaya borçluyuz.

Şekil 2: Yerküre'deki U238 , Toryum 232 ve Potasyum 40 (K40) doğal radyoaktif maddeleriyle bunlardan türeyen diğer radyoaktif maddeler ve bunların yayınladıkları alfa ve beta radyasyonları aşağıdaki şekillerde gösteriliyor. K 40'ın yarılanma süresi : 1,28 milyar yıl (1,28 milyar yıl sonra örneğin 1kg K 40, yarım kiloya iniyor demek).



Doğal radyoaktif maddelerle, insan yapısı (yapay) radyoaktif maddeler arasında fark var mı?

Doğal radyasyonun yeryüzünün ısı enerjisini sağlayarak, dünyadaki yaşamın ancak böylelikle oluşabildiğini yukarıda açıkladık.

Gerek reaktörlerde gerekse özel laboratuvarlarda üretilen ya da ortaya çıkan (insan yapısı, yapay) radyoaktif maddeler ve bunların yayınladıkları radyasyonların, aynı cinsten doğallarıyla, aralarında bir fark bulunmuyor. Nükleer santrallardan, Röntgen makinalarından ya da tıpta kullanılan kobalt ve diğer radyoaktif kaynaklardan yayınlanan radyasyonların vücudumuza etkisi ya da zararlı olma riski nedir? Tüm bu insan yapısı radyasyon kaynakları kontrol altında, güvenli olarak kullanıldığında insana etki belirli sınırlar ya da sınır değerler altında kaldığından vücudumuza zararlı olma riski de çok düşüktür. Ancak çok seyrek olan kaza durumlarında vücudumuza zararlı olma riski artabiliyor. Tıpta, tümörlerin öldürülmesi gibi hastaya yararı olacak durumlarda ise yüksek radyasyon dozları, hastanın yaşamını sürdürmesi ön planda olduğundan, zararlı olma riski göze alınıyor.

İnsan yapısı radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonların vücutta oluşturabileceği düşük düzeydeki radyasyon dozlarının vücuttaki etki ve riskleri, ancak doğal radyasyonların vücuttaki etki ve riskleriyle karşılaştırıldığında bir anlam taşıyabiliyor. Şekil 2’de görülen radyoaktif maddeler topraktan bitkilere, sulara, hayvanlara ve bunlardan da sindirim ve solunum yollarıyla, insan vücuduna bir miktar giriyorlar. Bu nedenle vücudumuz, az da olsa radyasyon saçıyor. Örneğin topraktan salınan radon gazı, vücudumuzdaki doğal radyasyon dozunun yarısını oluşturuyor ve bu, hiç de az değil. Özellikle iyi havalandırılmayan evlerin alt katlarında radon gazı daha çok bulunduğu için vücuda etkisi ve kanser riski de daha fazla /1/. Öte yandan kozmik ışınlar ve onların ürettikleri bir dizi radyoaktif madde de doğrudan(dıştan) ve solunum yoluyla da bizi ısınlıyor. Vücudumuzdaki hücreler evrimle sadece radyasyonlara direnmeyi değil, bunlarla birlikte yaşamayı ve belki de radyasyonlardan yararlanmayı öğrenmişler ki sağlıklı yaşayabiliyoruz diyebiliriz.

İnsan yapısı radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonların vücuda etkileri incelenirken, doğal radyasyonu ölçüt olarak karşılaştırmalar yapıp değerlendirmek ve bunların etkilerini büyütmek doğru olur. Tıpta, kobalt 60’dan yayınlanan gama ışınlarıyla tümörler öldürülürken ya da Röntgen filmi çektiğimizde Röntgen makinasından yayınlanan Röntgen ışınları (radyasyonu), bilgisayar tomografisinde (BT) hedef olduğumuz radyasyonlar, insan için yararı olan radyasyonlara örneklerdir. Ancak bu uygulamaların da, az da olsa, vücuda zararlı olma riskleri vardır. Bu nedenle özellikle tıp doktorlarımız, bu uygulamaları ancak gerekli ya da zorunlu olduğunda kullanmalıdırlar. Her şeyde olduğu gibi, radyasyon dozunda da, miktarın aşırı olmaması önemlidir.

Vücudumuzdaki ve çevremizdeki doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonlarla ve kozmik ışınlarla, insan var olduğundan beri, iç içe yaşıyoruz. Vücudumuza her saniye 10.000 kadar (günde 860 milyon) giren, çıkan çeşitli doğal radyasyonlardan habersiz olarak, hatta sevgiden sarıldıklarımızı, az da olsa ısınlıyarak, yaşamımızı sağlıklı olarak sürdürürken, ‘radyasyonsuz yaşam’ düşünülebilir mi?

Radyoaktif madde, radyoizotop, radyonüklid /1/

Bir elementin atom çekirdeklerinde aynı sayıda proton ve farklı sayıda nötron bulunduğu, bu çeşit atomlar o elementin izotopları adını alıyorlar. Çekirdeklerindeki nötron fazlalığı sonucu izotopların çoğu ‘kararsız’ olduklarından radyasyon (ışın) salıp bozunarak başka izotoplara dönüştüklerinden bu çeşit maddelere ‘radyoaktif madde’(örneğin radyum, uranyum), ve bunların belirli örnekleri de ‘radyoizotop’ ya da ‘radyonüklid’ (örneğin Ra 226, U 235) adını alıyorlar. Örneğin doğal potasyumun 40 nolu örneğinin radyasyonlar yayayarak argon ve kalsiyum’a dönüşmesi gibi (Bkz. yukarıdaki şekil).

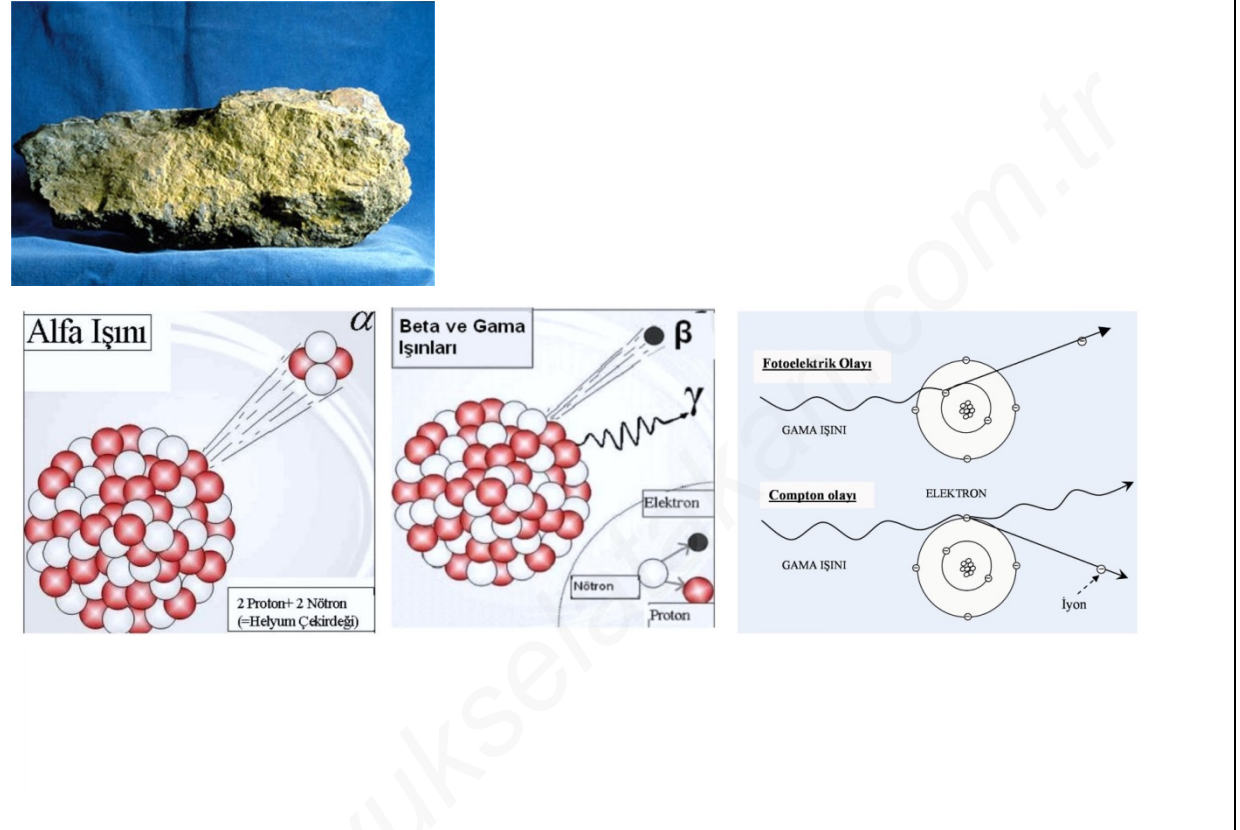
110 kadar elementin toplam 2.500 kadar izotopu olup bunlardan 250 kadarı ‘kararlı’, diğerleri kararsız olan radyoizotoplardan oluşuyor (Kararlı izotop: Radyoaktivite özelliği göstermeyen ya da ışınlı salmayan atom çekirdeği). Aşağıdaki şekillerde, uranyum zengin bir taş örneğiyle, radyoaktif bozunma ve ortaya çıkan doğal radyasyonların maddeyle etkileşme şekilleri gösteriliyor.

Radyasyon, Doğal Radyasyon, iyonlaştırıcı radyasyon?

Radyasyon deyince, halk arasında, genellikle radyoaktif maddelerin yayınladığı alfa, beta ve gama ışınları akla geliyor ama bu doğru değil. Genel anlamda, radyasyon, her çeşit ışınları kapsıyor. Örneğin güneş ışınları da radyasyondur ama radyoaktif maddelerden yayınlanan gama ışınlarına oranla enerjileri sadece milyonda bir kadar olduğundan madde ya da vücut içlerine girip, hücrelerdeki atomlarla etkileşip bunlardan elektron sökemezler ya da bunları iyonlaştıramazlar. Halbuki Şekil 3’ün en sağında görüldüğü gibi radyoaktif maddelerden yayınlanan, dalga boyları çok daha küçük, enerjileri çok daha yüksek

radyasyonlar ya da ışınlar atomlardan elektron sökebildikleri için bunlara 'iyonlaştırıcı ışınlar ya da iyonlaştırıcı radyasyonlar' deniyor. Görünür ışığın bileşenlerinden en girici (enerjisi en yüksek) olan mor ötesi (UV) ışınları bile, gama ışınlarından 10.000 kat daha az enerjidedir ve bu nedenle mor ötesi ışınları yazları deniz kıyısında uzun süre yattığımızda sadece deride hasar oluşturabilirler, vücudun içine pek fazla giremezler.

Şekil 3: Uranyumu zengin bir taş örneği, Radyoaktivite (Atom çekirdeklerinden radyasyonların yayınlanması) ve yayınlanan radyasyonların başka atomlardan elektron sökmesi (iyonlaştırma)



(*) 1 TW (1 Terawatt)= 10^{12} Watt= 1000 GW (Gigawatt)= 1 Milyon MW (Megawatt)

/1/ Radyasyon ve Sağlığımız? kitabı Nobel yayınları, 2014, Yüksel Atakan

https://www.nobelkitap.com/kitap_113005_radyasyon-ve-sagligimiz.html

/2/ T. Araki et al. (KamLAND collaboration), Nature **436**, 499 (2005).<https://doi.org/10.1038/nature03980>, Google Scholar