

KOZMİK IŞINLAR, DOĞAL RADYASYON KANSER YAPABİLİR Mİ?

Kozmik ışın dozunun fazla olduğu yükseklerdeki yerleşim yerlerinde oturanlar üzerinde uzun süreli, çok sayıdaki bilimsel araştırmanın son yıllarda açıklanan sonuçlarından özetler

Yüksel Atakan, Dr. Radyasyon Fizikçisi, Almanya ybatakan3@gmail.com

Dünyada, 1 500 m üstündeki yerleşim yerlerinde 400 milyon kişinin, 2 500 m üstünde ise 140 milyon kişinin yaşadığı kestiriliyor /1/. Altın arayıcıların kurduğu deniz düzeyinden 5 100 m yükseklikteki, 30-50 bin nüfuslu Peru'daki La Rinconada kenti, dünyanın en yüksek yerleşim yeri (Bkz resim).



Uzaydan gelen kozmik ışınların ve yerkabuğu kaynaklı doğal radyasyonun insana etkileri

Uzayın derinliklerinden gelen yüksek enerjili kozmik ışınlar ve yeryüzündeki doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan girici ışınlar, iç içe yaşadığımız 'doğal radyasyon'lar olup bunlar dünyanın çeşitli yerlerinde ve yükseltilerde büyük değişim gösteriyorlar.

Kozmik ışınların, yeryüzüne gelirken yolları boyunca atmosfer tabakalarındaki çok çeşitli molekül ve atomlarla çarpışarak enerjilerini yitirmeleriyle, insana etkileri de aşağılara indikçe azalıyor. Bu etki dağlık bölgelerdeki, platolardaki yerleşim yerlerinde, bu nedenle, deniz düzeyinden çok daha fazla.

İnsanlar buldukları yerleşim yerinin yükseltisine göre bir yandan kozmik ışınlardan daha az ya da daha çok etkilenirlerken, diğer yandan da yer kabuğunda dünyanın oluşumundan beri bulunan Uranyum, Toryum, Potasyum gibi daha bir dizi doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan alfa, beta ve gama girici radyasyonlarıyla ışınlanmaktadır.

Tüm bu radyasyonlar (kozmetik, yerkabuğu kaynaklı doğal radyasyonlar) iyonlaştırıcı⁽⁺⁾ radyasyonlar olup, bunlar insan vücudunda, hücre, molekül ve atomlarda değişiklik yaparak hasara neden olabiliyorlar. Düşük dozlarda, kanser olasılığı az olmakla birlikte, çok seyrek olarak DNA'da kırılmalar da olabiliyor

Doğadaki radyoaktif maddeler de, bulunulan yere göre, cins ve miktar bakımından farklılık gösteriyor. Doğal radyoaktif maddeler her yerde ve vücudumuzda da az çok var. Toprak, su ve havada bulunan doğal radyoaktif maddeler, topraktan, bitkiler (meyve, sebze) yoluyla ya da hayvanların bitkileri yemeleriyle bunların et, süt ve yumurtalarından insanlara ulaşıyor. Vücudumuza giren doğal

radioaktif maddeler, cinslerine göre, çeşitli organlarımızda, kısa ya da uzun süre birikiyorlar ve bizi içten ışınıyorlar. Besinler yoluyla vücudumuza aldığımız doğal radioaktif maddelerin yanı sıra, gerek topraktan gerekse evlerin duvarlarından doğrudan ışınladığımız dış radyasyon ile özellikle evlerin tabanlarındaki çatlak ya da boru kanallarından odalarımıza giren radon gazını solunumla vücudumuza alarak da ışınlıyoruz. Vücudumuza tüm bu yollarla günde yaklaşık olarak 800 milyon ışın girip çıkıyor, vücudumuz bu ışınlardan etkilenmiyor ve bizler bu radyasyonlarla iç içe yaşamımızı sürdürmekteyiz. Sevdiğiden sarıldığımızda birbirimizi ışınladığımızın ise farkında değiliz, ama bu ışınlama dozu çok az.

Çizelge 1, kozmik ışınların ve yeryüzündeki doğal radioaktif maddelerden kaynaklanan radyasyonların etkisiyle insan vücudunda oluşan radyasyon dozlarının dünya ortalamalarıyla, değişim aralıklarını gösteriyor (UNSCEAR 2000 yılı Bilimsel Raporundan)¹

Çizelge 1:

Doğadan sürekli olarak almakta olduğumuz radyasyon dozları: Doğal Radyasyon Kaynağı	Etkin doz (mSv/yıl)* Dünya Ortalamaları	Değişim aralığı (mSv/yıl)*
DIŞTAN IŞINLANMA		
Kozmik ışınlar	0,4	0,3 – 1,0
Yerel gama ışınları	0,5	0,3 – 0,6
İÇTEN IŞINLANMA		
Solunum (çokçası Radon)	1,2	0,2 – 10
Sindirim	0,3	0,2 – 0,8
TOPLAM	2,4	1 - 10

Çizelge 1'den görüldüğü gibi 2,4 mSv'lik yıllık ortalama radyasyon dozu, 1 ile 10 mSv arasında büyük bir değişim gösteriyor ve ortalama dozun yarısı, yeryüzündeki radioaktif maddelerin (Uranyum ve Toryum'un) bir radioaktif bozunum ürünü olan **radon gazından** kaynaklanıyor. Kozmik ışınlar da, özellikle yüksek yerleşim yerlerinde oturanlarda daha fazla radyasyon dozu oluşturuyor ve bunun da değişim aralığının büyük olduğu Çizelge 1'den görülüyor.

Denizden epey yüksek yerleşim yerlerinde durum

Çizelge 2: Dünyanın yükseklerde kurulu yerleşim yerleri /1/:

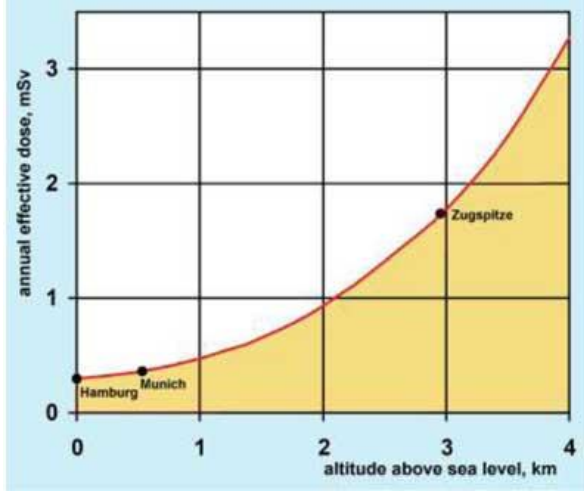
Buralarda insanda oluşabilecek **kozmetik radyasyon dozu**, deniz düzeyindekinden 10-15 kat daha çok: **3-4 mSv/yıl**. Bu kozmik ışın dozuna, her bir bölgenin yerel yapısına göre farklı olan doğal radyasyon dozunu eklemek gerekiyor. Böylelikle, 4 700 m'yi geçen bu yüksekliklerde toplam ortalama doz yaklaşık olarak $4 + 2 = 6 \text{ mSv/yıl}^*$ dolayındadır (Bkz. Şekil 1).

Yükseklik (m)

1. **La Rinconada, Peru : 5 100**
 2. **Wenquan, Tibet, Çin : 4 870**
 3. **Lungring, Tibet, Çin : 4 735**
 4. **Yanshiping, Tibet, Çin: 4 720**
 5. **Amdo, Tibet, Çin : 4 710**
- Leadville, Colorado ABD: 3 094**

Şekil 1 kozmik ışınların, yükseklerde şiddetlerinin fazla olması nedeniyle, etkilerinin (yıllık radyasyon dozunun) yükseklikle arttığını gösteriyor. Örneğin güney Almanya'daki Zugspitze dağının (3000m) tepesindeki 1,8 mSv'lik dozun, deniz kıyısındaki 0,3 mSv'den 6 kat daha çok olduğu görülüyor.

¹ UNSCEAR : Birleşmiş Milletlerin atomik radyasyonun etkilerini inceleyen bilimsel alt kurulu



Deniz düzeyinin üstündeki yükselti, km

Çizelge 3: Türkiye'nin yükseltisi fazla olan il ve ilçeleri /2/ :

Buralarda insanda oluşabilecek kozmik radyasyon dozu, deniz düzeyindeki kadar yaklaşık olarak 3 kat daha fazla: **0,80-0,90 mSv/yıl**. Toplam doğal radyasyon dozu aşağıdaki yükseltiler için böylelikle **3 mSv/yıl*** kadar olabilir.

	Yükseklik (m)
1 – Van (1727) / BAŞKALE	2 320
2 – Erzurum (1900) / KARAYAZI	2 289
3 – Kars (1755) / SARIKAMIŞ	2 101
4 – Van / SARAY	2 091
5 – Ardahan (1810) / DAMAL	2 049
6 – Van / ÇALDIRAN	2 046
7 – Ardahan / GÖLE	2 020
8 – Van / ÖZALP	1 994
9 – Ağrı (1630) / DİYADİN	1 935
10 – Erzurum / TEKMAN	1 919
	Yükseklik (m)
11 – Erzurum / ÇAT	1 919
12 – Ardahan / ÇILDIR	1 909
13 – Erzurum / PALANDÖKEN -mrkz ilçe-	1 898
14 – Erzurum / ŞENKAYA	1 864
15 – Hakkari (1755) / YÜKSEKOVA	1 875
16 – Kars / SELİM	1 856
17 – Ardahan / HANAK	1 820
18 – Ağrı / ELEŞKİRT	1 817
19 – Bingöl (1159) / KARLIOVA	1 816

Dünyanın doğal radyoaktivitesi bol olan yerleşim yerlerinde durum

Yüksek yerleşim yerlerinde, insan vücudunda oluşacak doğal radyasyon dozlarında kozmik ışınlar genellikle daha fazla katkı sağlarken, dünyanın bazı bölgelerinde yer kabuğu kaynaklı doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonlar önemli olabiliyorlar. Çizelge 4 bu çeşit yerleri gösteriyor.

Çizelge 4: Dünyanın, doğal radyoaktivitesi bol olan yerleşim yerleri (Kaynak: UNSCEAR 2000)

(Radyasyon doz hızı ortalamalarının ve Max. değerlerinin ölçüldüğü topraklar-kozmetik ışınlar dahil-):

Yer	Nüfus	NanoGray/h (Ortalama ve Max)	NanoGray/h (Ortalama ve Max)	
Brezilya Guarapari	73 000	Caddede: 90 – 170	Kumsal kıyıda: 90 – 90 000	Monazit kum aşırı radyoaktif ama kimse yaşamıyor
Ramsar Mahallatı İran	2 000	70 – 17 000	800 – 4 000	Dünyanın şimdiye kadar ölçülen en fazla radyasyonlu yerleşim yeri
Hindistan Karunagappally	400 000	200 -4 000		
Çin Yangjiang	80 000	370 (ortalama)		

Doğal Radyasyon Dozlarının Değişim Aralığı

Yukarıdaki çizelgelerden görüldüğü gibi doğal radyasyon kaynaklarının (yükseklerdeki kozmik ışınların daha fazla katkısıyla birlikte) değişim aralığı 1 ile 10 mSv/yıl dolayında. Radyoaktivitesi çok bol olan İran'daki Ramsar gibi yerleşim yerlerindeki gerek dış radyasyondan gerekse solunumla radon gazından ve besinler yoluyla da diğer radyoaktif maddelerden çok daha fazla radyasyon dozu almaları beklenir. Dozun büyüklüğü, etkilenme süresine ve o yörede yetişmiş fazla radyoaktif besinlerin ne ölçüde yenildiğine ve evlerdeki radon gazı derişimine, odalarda kalınma süresine bağlı olarak değişim gösterecektir. Ancak, yetkili kurumların ilgili önlemleriyle toplam doz değerinin 10 mSv'i pek aşmayacağı kestirilebilir.

Uzun süreli yapılan ve son yıllarda açıklanan çok sayıdaki bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre, doğal radyasyonun yüksek olduğu yerlerde dahi (yerel ve kozmik), radyasyonun vücuda belirgin (signifikant) bir etkisinin belirlenemediği, sık kromozom değişiklikleri (kırılmalar gibi) görülmesine rağmen, vücutta olumsuz bir etkisinin kanıtlanamadığını gösteriyor. Gerek yüksek yerleşim yerlerindeki gerekse radyoaktivitesi bol topraklarda yaşayanların aldıkları daha fazla radyasyon dozuna rağmen vücutlarında olumsuz etkilerin görülmemesi DNA onarım mekanizmasının bozuklukları onarmasıyla ve sonunda vücudun radyasyona alışmasıyla açıklanıyor.

Şaşırtıcı olan ise yüksek yerlerde oturanlarda daha az kanser hastalığının görülme eğilimidir ve bu yüksekliklerde daha az oksijen olmasıyla açıklanmaya çalışılıyor. Bununla ilgili olarak, özellikle tıp doktorları tarafından ayrıntıları açıklanabilecek kaynaklar için bkz / 4-6 /.

Bu konuda, çok sayıdaki bilimsel araştırmaların önemli sonuçlarını /4/ nolu kaynaktan aşağıya aktarıyoruz (Çok sayıda ve uzun sürede yapılan karşılaştırmalı / epidemiyolojik /7/ araştırmalar):

,Düşük dozdaki iyonlayıcı radyasyondan sürekli etkilenen bir toplumda kanserin belirmesi, ortaya çıkması çok önemli bir olay. İyonlayıcı radyasyonun, insan hücrelerindeki DNA'yı da içeren moleküllerin yapısını değiştirebilecek enerjisi var. Moleküllerdeki değişimler, bazı durumlarda çok karmaşık olabiliyor ve vücut bunları onaramayınca kanser ya da başka hastalıklar ortaya çıkabiliyor. Ancak, kanser çok çeşitli etkenlerle de ortaya çıkabildiğinden, radyasyon sonucu ortaya çıkmış olabileceği, ancak bir topluluk için istatistikle kestirilebiliyor: toplulukta kimlerin radyasyon sonucu kansere yakalandığı ise bilimsel olarak belirlenemiyor ya da kanıtlanamıyor. ABD'de yapılan bir araştırma doğal radyasyon dozları ve kanser ölümleri arasında bir ilişki bulunamadığını göstermiştir (Jagger, 1998). Çin'de Yangjiang'da yapılan başka bir araştırma (Tao et al.1999) , yükseklerdeki yerleşim yerlerinde yaşayanların daha fazla kanser riski taşıdıklarını göstermekten uzaktır. Yüksek yerlerdeki kozmik radyasyon sonucu Chaharmahal and Bakhtiari yörelerinde (Shahbazi-Gahrouei, 2003) deri, tiroid kanseri ve lösemi olasılığının yüksek olduğu açıklanmıştır. Hindistanda, Karunagappally'de yapılan kanserin ortaya çıkışını araştırmayla ilgili çalışmalarda, yükseklerdeki kozmik ışın dozuyla bir ilişki saptanamamıştır (Nair RKK et al 2009). İngiltere'de yapılan bir araştırmada (Little et al ,2009) çocuklarda lösemisinin ortaya çıkış olasılığının % 15-20 kadarının doğal radyasyona bağlanabileceği hesaplanmıştır. Tüm bu bilimsel araştırmalar, doğal radyasyonun kanserin ortaya çıkışında başlıca etken olabileceğinin şüpheli olduğunu göstermektedir. Yüksek ve alçak yerleşim yerlerindeki kanser ölüm istatistikleri arasındaki fark belirgin (signifikant) olmasa da, yüksek yerlerde daha az kanser ölümlerinin görülmesinin, hücrelerin onarımına bağlanabileceği ileri sürülmekle birlikte, bu konuda daha fazla araştırmaların yapılmasına gerek olduğu vurgulanmaktadır (Chen&Wie, 1991).'/4/.

Sonuç

İnsan vücudunda 200 mSv'in* altındaki radyasyon dozunun etkisinin belirlenemediği 1945'den beri yapılmakta olan bilimsel araştırmaların bir sonucudur. Gerek yüksek yerlerdeki oldukça fazla kozmik ışınlardan gerekse dünyanın bol radyoaktif yerleşim yerlerindeki doğal radyasyondan alınabilecek en fazla doz 10 mSv* kadardır. Bunun insan vücudunda kanser oluşturabilmesi ise bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya konulamamıştır. Bunda, radyasyonun değiştirdiği hücrelerin onarım mekanizmalarının yanı sıra, radyasyonun hücreleri kamçulamış gibi, hücreleri direnmeye

yönelteceği ve hücrelerin direncinin artmasına yol açacağını ileri süren araştırmacılar da vardır, T.D.Luckey /7/.

Öte yandan, 'Radon Banyolarında' her gün 20 dakika ve 20 gün kaldıktan sonra evlerine dönenlerin eklem ağrılarının, romatizmalarının azaldığını bildirmeleri, 200 mSv'in* altındaki radyasyon dozlarının yararlı olacağını ileri sürenler (Luckey) için bir örnek olmaktadır/7/.

.....

(+)İyonlaştırıcı radyasyon: Hücredeki atomlara ya da moleküllerle çarpıtığında bunlardan elektron sökerek onları elektriksel yüklü hale getirebiliyor. Elektron yitiren **atom** ile serbest kalan **elektron** bir **elektron çifti** oluşturuyor ve bunlar hücre içinde başkalarıyla etkileşip, hücrenin yapısında değişikliğe neden olabiliyorlar.

(*) 1 mSv = 0,001 Sv (Sievert: Radyasyon Eşdeğer Doz birimi olup gama ışınları için vücutta her kg başına 1 Joule'lük enerji soğurumuna eşdeğerdir /7/). **Gray** ise her çeşit maddenin kg başına, her çeşit radyasyondan 1 joul'lük enerji soğurumudur. **Gama ışınları için 1 Gray = 1 Sievert; Alfalar için ise : 1 Gray = 20 Sievert (Eşdeğer doz).**

.....

Kaynakça

/1 / <https://www.thoughtco.com/highest-cities-in-the-world-1434524>

/2/ (<https://www.mecitalbayrak.com/rakimi-en-yukse-olan-ilcelerimiz/>)

/3/ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4674188/>

/4/ Review on studies in high background radiation areas (HBRAs of various parts of the world

<https://pdfs.semanticscholar.org/4631/693bc69886cfb8206771516c53f49c369369.pdf>

/5/ High Altitude and Cancer Mortality Markus Thiersch and Erik R. Swenson Markus Thiersch

<https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/ham.2017.0061>

/6/ [https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/](https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/Natural%20radiation%20levels%20in%20Tamil%20Nadu%20and%20Kerala%2C%20India) Natural radiation levels in Tamil Nadu and Kerala,India

/7/ Radyasyon ve Sağlığımız Y.Atakan, Nobel yayınları 2014 Sf.48 ve 84 (Sf 30 dip notu: epidemiyoloji).

Not:Bu yazı, Herkese Bilim Teknoloji dergisinin 09.08.2019 sayısında yayımlanmıştır.