

Eski Rus Casusu Litvinenko Neden Radyoaktif ‘Polonyum 210’ Maddesi ile Öldürüldü?

Daha önce 2004'de ölen Filistin lideri Yasir Arafat da Po 210 ile mi zehirlendi?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 09.09.2025 /I/

2000 yılından sonra Londrada yaşayan ve İngiliz gizli güvenlik servisine geçen, eski Rus casusu Litvinenko'nun 2006 Kasım'ında, İngiliz vatandaşlığına resmen kabul edildikten bir kaç gün sonra, 43 yaşında, radyoaktif polonyum 210 ile zehirlenerek öldürüldüğü biliniyor. 20 Ocak 2017'de de İngiltere yargısı, Putin'in onayıyla, Litvinenko'nun Rus gizli güvenlik servisi yoluyla zehirletildiği olasılığının büyük olduğunu açıkladı /1/. Bunun üzerine o zamanki İngiltere Başbakanı Cameron ' Böyle bir durumun kabul edilemeyeceğini ve Rusya'yla ilişkilerinin yeniden gözden geçirileceğini açıklarken, Rus yetkilileri ortada kesin belgeler bulunmadığını, yargı kararıyla ilgili raporda da sık sık 'olasılıktan' söz edildiğini vurgulayarak bu yargı kararının kabul edilemez olduğunu açıkladılar. Litvinenko'nun eşi, bu yargı kararına dayanarak İngiltere'nin Rusya'ya yaptırımlar uygulamasını istedi.



Litvinenko son günlerinde

Biz işin yargı ve siyasal yanını bir yana bırakarak, Litvinenko'nun zehirletilmesinde neden başka zehirli maddeler değil de radyoaktif Polonyum 210 (Po 210)'nun seçildiğini burada açıklamaya çalışacağız.

Radyoaktif Po 210'nun 'on milyonda bir gramı' bile insan vücuduna girdiğinde, çok büyük radyasyon dozu oluşturuyor ve bulunduğu hücre ve organları bir anda aşırı ısınmayla, adeta yakarak, paramparça ediyor ve iç kanamalarla, büyük acı çektirerek kişiyi 1-2 günde öldürüyor.

Po 210 neden bu kadar etkin? Bunu, radyasyon fiziğine biraz girerek, açıklamamız gerekiyor.

Po 210'un seçilmesinin radyasyon fiziğindeki temeli

Po 210'nun özgül radyoaktivitesi ya da atom gramı başına atom çekirdeklerinin bozunma (parçalanma) sayısı çok yüksek: $1,67 \times 10^{14}$ Becquerel (Bq). Her atom gramı başına, her saniye 167 trilyon atom çekirdeği parçalanıyor. Her bozunmada da ortaya çıkan ağır kütleli alfa tanecigi, içinde bulunduğu hücre ya da organda soğurularak, vücuda enerjisini aktarıyor. Radyasyonun vücuda aktardığı enerji, radyasyon fiziğinde, 'radyasyon dozu' olarak ifade ediliyor ve Sievert (Sv) birimiyle gösteriliyor. Doğal radyasyondan vücudumuz yılda 1 Sievert'lik dozun binde 2-3'ü kadar etkilenirken (yılda ortalama olarak 0,0024 Sv) ve bizler sağlıklı yaşarken, vücuda örneğin on milyonda bir gram Po 210'nun bir anda girmesi sonucu alfa taneciklerinden vücutta, 20 Sievert kadar çok büyük 'ani (akut) öldürücü bir doz'

oluşuyor. Po 210'nun doz katsayısı: Saniyede 1 atom çekirdeği bozunumu olan Becquerel (Bq) başına $1,2 \times 10^{-3}$ miliSievert (mSv) olup örneğin çok zehirli olarak bilinen plutonyum 239'unkinden 72 600 kat daha fazladır. Bu nedenle Po 210 zehirlenme maddesi olarak seçilmiş ve bundan, kimsenin farkedemeyeceği, bir damlacık kadar bile olmayan, çok az bir miktar, Litvinenko'nun bir otelde içtiği çayına katılarak ölümüne yol açılmıştır /1,2/. Litvinenko'yu zehirleyen maddenin Po 210 olduğu, gerek vücudundan alınan örneklerde, gerekse çaydanlıkta ve başka bir çok yerde yapılan ölçümlerle belirlenerek kesinleşmiştir.

Öte yandan 2004'de ölen Filistin lideri Yasir Arafat'ın da Po 210 ile zehirlenmiş olabileceği ortaya atılmış, 2012'de vücudunun kalıntılarından alınan örnekler İsviçre, Fransa ve Rusya laboratuvarlarında incelenmiş, bu örneklerde Fransa ve Rusya'da bir kanıt bulunamamıştır. İsviçre laboratuvarında ise örnekte bulunan aşırı kurşunun Po 210'dan türeyebileceği belirtilmiş ise de bunun başka kaynaklardan da gelebileceği nedeniyle Yasir Arafat'ın Po 210 ile zehirlenmiş olabileceği kanıtlanamamıştır (Po 210'nun 138 günlük oldukça kısa yarılanma süresi nedeniyle, aradan geçen 8 yılda Po 210'dan ölçüm için pek bir şey kalmadığından ölçülememiştir).

Po 210 Neden Bu Kadar Ölümcül?

Po 210 vücuda alındığında yaydığı alfa parçacıkları dokulara çok kısa mesafede büyük enerji bırakır. Bu enerji hücrelerin DNA'sını parçalar, organları harap eder ve sistematik organ yetmezliğine yol açar. En sık gözlenen etkiler:

- Mide ve bağırsak duvarında iç kanamalar
- Kemik iliği baskılanması, bağışıklık çökmesi
- Karaciğer ve böbrek yetmezliği
- Ağır saç dökülmesi ve radyasyon yanıkları

Po 210'un öldürücülüğünün temel nedeni yüksek özgül radyoaktivitesidir. 1 gram Po 210, saniyede yaklaşık 166 trilyon bozunmaya (166 TBq) sahiptir. Bunun sonucu olarak sadece bir damla, insan vücuduna girdiğinde yaklaşık 20 Sievert ölümcül radyasyon dozu oluşturur. Karşılaştırma için, yıllık doğal radyasyon dozumuz yaklaşık 0,0024 Sievert'tir. Yani Po 210, milyonlarca kat daha güçlü bir etki gösterir.

Po 210 Üretimi, Ticari Durumu ve fiyatı?

Po 210 doğada çok az bulunur (1 ton uranyum cevherinde yalnızca 0,1 mikrogram). Bu nedenle ticari olarak yalnızca nükleer reaktörlerde Bizmut-209'un nötronlarla bombardıman edilmesiyle üretilir. 2025 itibarıyla Po 210 üretiminin en büyük kaynağı Rusya'dır. Yıllık üretim yaklaşık 8-10 gram civarındadır. ABD'de bazı bilimsel tedarik firmaları çok küçük miktarlarda (ör. $0,1 \mu\text{Ci} = \sim 2,2 \times 10^{-11}$ gram) Po 210 kaynaklarını yaklaşık 160 USD'ye satmaktadır. **Gram başına hesaplandığında ise fiyat trilyonlarca dolara karşılık gelmektedir.**

Po 210 Endüstriyel Kullanım Alanları

Yapay olarak üretilen Po 210'un başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Statik Elektrik Giderme: Havayı iyonize etme özelliği sayesinde çeşitli üretim ortamlarında ve bilimsel laboratuvarlarda statik elektriği yok etmek için kullanılır.
- Güç Kaynakları: Rusya'nın Ay sondalarında olduğu gibi, bazı uzay araçları ve uydularda aletleri sıcak tutmak amacıyla ısı kaynağı olarak kullanılmıştır.
- Petrol Endüstrisi: Petrol endüstrisinde de farklı amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir.

Diğer Ülkeler Po 210 Üretiyor mu?

Po 210 üretimi esas olarak Rusya merkezlidir. ABD’de yalnızca çok küçük miktarlarda laboratuvar kaynakları bulunabilir, ancak endüstriyel ölçekte üretim yapılmamaktadır. İsrail’in Po 210 üretimiyle ilgili spekülasyon iddiaları olsa da, günümüzde doğrulanmış bir veri yoktur. Bu nedenle, ticari ve endüstriyel anlamda Po 210’un başlıca tedarikçisi Rusya olmaya devam etmektedir.

Sonuç

Aleksandr Litvinenko’nun zehirlenmesi, Po 210’un suikast aracı olarak kullanıldığıyla ilgili en yaygın bilinen bir örnektir. Po 210’un olağanüstü öldürücü gücü, küçük bir damlanın bile insanı kısa sürede öldürmeye yetmesi, onu eşsiz ve korkutucu bir madde durumuna getirmektedir

İlgilenenlere daha ayrıntılı bilgiler

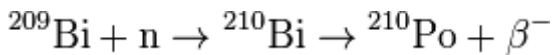
Polonyum nasıl bir element ve insan vücuduna etkisi?

1898’de Marie Curie’nin Fransa’da laboratuvar çalışmaları sırasında eşi Piere Curie ile birlikte bulduğu bu elemente, kendisinin ana vatanı olan Polonya’dan esinlenerek polonyum adı veriliyor. Marie Curie 1911’de radyumla birlikte yaptığı bu buluş ve araştırmaları nedeniyle Nobel’le ödüllendiriyor. Elementler cetvelinde 84 atom numarasıyla yer alan Polonyum’un bir dizi radyoizotopu (aynı elementin atom çekirdeğinde farklı sayıda nötron bulunan çeşitleri) bulunuyor. Bunlardan 138 günlük yarılanma süresiyle ve büyük kütleli, 5,3 MeV enerjili alfa ışınları yayınlamasıyla Po210 radyasyon fiziğinde önemli bir yer tutuyor. Polonyum’un vücuttan normal yollarla atılmasıyla ilgili olan 'biyolojik yarılanma süresi' ise 50 gün. Po 210 alfa ışını yayınlayıp bozununca, çeşitli ara atom çekirdekleri üretildikten sonra, kararlı (radyoaktif olmayan) kurşun 206 (Pb206) oluşarak radyoaktiflik son buluyor (Yaşamımızı radyoaktif maddelere borçluyuz yazımızdaki U 238 bozunum şeklinin alt bölümüne bkz).

Po 210 vücuda alındığında, yaydığı alfalar, hücrelerin molekül ve atomlarına giriyorlar ve kinetik enerjilerini bunlara aktararak, bulundukları ortamda büyük bir ısı enerjisi yayılmasına neden oluyorlar (Örneğin mideye, kor halinde ateş düşmüş gibi mide çeperini paramparça edip iç kanamalara yol açıyorlar).

Polonyum 210 nereden elde ediliyor? İşin Fiziği

Po 210 doğada çok az var: Po 210, Toryum ve Uranyum/Radyum dizilerinin bir bozunma ürünü olarak ortaya çıkıyor. 1 ton uranyum cevherinde sadece 0,1 mikrogram kadar bulunuyor ve doğal uranyumdan elde edilemiyor. Ancak nükleer reaktörlerde nötronlarla bombardımanla Bizmut 209’dan aşağıda gösterilen çekirdek tepkimesiyle elde ediliyor (Rusya’da ve belki de İsrail’de):



Bu yolla dünyada üretilen miktarın yılda 100 gram kadar olduğu kestiriliyor. Rusya’da üretilen Po 210, bir aracı şirketle ABD’ye satılıyordu. Bugün 2025 durum bilinmiyor. Rusya Atom Enerjisi kurumu, ayda 8 gram Po 210’u ABD’ye sattıklarını açıklamıştı ve bunun gramının 2 milyon usd olduğu kestiriliyor /4/. İnsanları zehirlmekten başka, uydularda enerji kaynağı (pil) olarak da kullanılabilir. Kapsüllendiğinde, alfa tanecikleri kapsülün çeperlerinde tutulduğundan, dışarıya ya da vücuda bir etkisi bulunmuyor. Ancak vücutun içine girdiğinde, ulaştığı organ ve hücrelerde etkisi çok büyük.

Öte yandan evlerde, (özellikle pek havalandırılmayan zeminaltı katlarda) solunan havadaki doğal radondan radyoaktif bozunmayla türeyen Po 210, Po 212, Po 214, Po 216 ve Po 218 radyoizotoplarının yayınladıkları alfaların vücuda aktardıkları enerji yoluyla, yıllık doğal radyasyon dozunun yarısı kadarını aldığımızı da burada belirtmeliyiz /2,3,5/.

Fosfat gübre yoluyla topraktan ya da radon yoluyla havadan tütün yapraklarına da Po 210 ulaşılıyor ve tütün kullananların özellikle akciğerlerinde de önemli bir radyasyon dozu oluşturuyor /5/.

Kaynaklar /I/

/1/ <http://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/europa/wladimir-putin-soll-ermordung-litwinnenkos-gebilligt-haben-14026264.html>

/2/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Polonium>

/3/ <http://www.chemie-im-alltag.de/articles/0089/index.html>

/4/ <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/toedliches-gift-was-kostet-eine-portion-polonium-a-452650.html>

/5/ Radyasyon ve Sağlığımız? kitabı (Bkz. Sf.60), Y.Atakan, Nobel Yayınları 2014

/6/ Litvinenko'nun dramı ayrıntılarıyla: <https://www.bbc.com/news/magazine-33678717>