

Po-210 Radyonüklidin Önemi

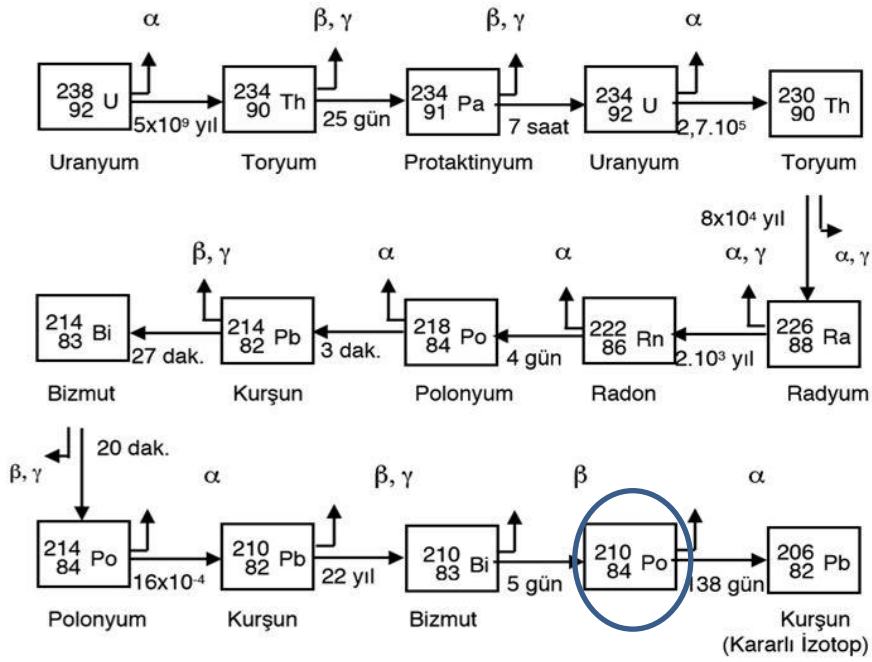
Po-210 doğal bir radyonüklid olup ^{238}U serisinin bozunma ürünlerinden biridir. 138,4 günlük fiziksel yarı ömrü süresince 5,304 MeV enerjili alfa taneciği yayımlar. Yarılanma ömrünün kısa olmasına rağmen uzun ömürlü ana radyonüklidlerinden (^{226}Ra , ^{210}Pb) dolayı ortamda sürekli olarak oluşmaktadır. Böylece doğadaki ^{210}Po miktarı büyük ölçüde ^{210}Pb 'un miktarına bağlı olmaktadır (Uğur, 1998). Po-210 kısa fiziksel yarı ömrü, yumuşak dokularda birikme eğilimi (özellikle proteinli kısımlarda) ve bu kısa ömründeki enerjistik alfaları nedeniyle önemli radyotoksik bir izotoptur (John, 2001).

Kömür, doğadaki ^{210}Po 'un önemli kaynaklarından biridir. Kömürün yanmasıyla atmosferde büyük oranda ^{210}Po serbest kalmaktadır. Dolayısıyla, kömür ile işletilen termik santrallere yakın alanlarda doğal radyoaktivite düzeyinin giderek arttığı gözlenmektedir. Po-210'un diğer doğal kaynaklarından **biri uranyum madenleridir.** Atmosferde, **tungsten, molibden, demir ve fosfatlı kayaların** bulunduğu alanlarda ^{210}Po düzeyinin yüksek olduğu bulunmuştur. **Ayrıca petrol kuyularına yakın alanlarda** da polonyum seviyesi yüksek bulunmaktadır. Doğal kaynakların dışında, nükleer reaktörlerde **kararlı bizmutun nötron aktivasyonu ile** yapay olarak da meydana gelmektedir. Bununla birlikte, tıbbi amaçlarla sıkça kullanılan sıvı radon, ^{210}Po 'un diğer bir kaynağı olabilmektedir. Ayrıca ekosistemlerdeki (denizel veya karasal) ^{210}Po miktarı **endüstriyel işlemler sonucu üretilen radyumca zengin fosfatlar nedeniyle de artabilir; yapay gübrelerin, fosil yakıtların, deterjan ve pestisit kullanımının, ve fosil yakıt kullanan termik santrallerin çoğalması bu artışa önemli derecede katkı sağlamaktadır.** (Germain ve diğ., 1995; Ryan ve diğ., 1999; Bolivar ve diğ., 2002; Topcuoglu, 2005).

Denizel ekosistemlerde ^{210}Po 'un başlıca ana kaynağı **^{210}Pb bozunumudur.** Bu radyonüklidin denizel ekosistemlere girişi; **^{210}Pb 'un kuru ve yaş atmosferik depozisyonu ve sularda çözülmüş halde bulunan ^{226}Ra ve ^{222}Rn gazının radyoaktif bozunumu sonucunda olmaktadır.** Denizlere ve okyanuslara giriş yapan ^{210}Po su kütlelerinden organik parçacık yüzeylerine adsorbsiyon ile geçer ve fitoplankton, zooplankton gibi organizmalar tarafından alınır ve diğer radyonüklid serilerine benzemeyerek hücrelerin sitoplazmalarının içine nüfuz edebilir. *In situ* olarak elde edilen bazı partiküller organik maddeler üzerine yapılan analizler, **^{210}Po ve sülfür bağlı bazı aminoasitler arasında bir bağ olduğunu göstermiştir** (Stewart ve diğ., 2007). Po-210, deniz organizmaları tarafından güçlü bir şekilde biriktirilen ve konsantrasyon faktörü 10^3 ile 10^4 arasında değişen bir radyonüklididir (Carvalho, 1995;

Stepnowski ve Skwarzec, 2000). İnsanlar doğal yollardan oluşan ^{210}Po 'un günlük alımının %77,3'ünü yiyeceklerden, %4,7'sini sudan, %0,6 havadan ve %17,1'ini sigaradan almaktadırlar. Burada yiyecekler içinde, deniz ürünlerinden gelen toplam ^{210}Po oranının %70 olduğu bilinmektedir (Colangelo ve diğ., 1992).

Uranyum 238 serisi



Midye örneğinde Po-210 Analizi

Analizlerin yapılabilmesi için, öncelikle örnekler organik maddeden arındırılır ve ardından çapı 2 cm olan gümüş diskler üzerine ^{210}Po biriktirme işlemi (Depozisyon) yapılmalıdır. Bunun için kurutulup sabit ağırlığa getirilen midye iç dokusu örneklerine bir seri radyokimyasal işlem uygulanmaktadır (Matthews ve diğ., 2007; Sethy ve diğ., 2015).

- Her bir midye örneği ağırlığı 0,3 g olacak şekilde tartılır ve mikrodalga sindirim sistemine ait teflon kaplara yerleştirilir (Şekil 3.21).
- Midye örneklerinin üzerine 10 ml konsantre HNO_3 (%65) eklenir. Teflon tüplerin ağzıları kapatılıp Milestone marka Start D model 24 teflon tüplü sıcaklık sensörlü mikrodalga eritme sistemine yerleştirilir.

- Eritme işlemi öncesinde, toplam verimin (kimyasal+ölçüm) hesaplanması için her bir örneğe izleyici olarak 100 mBq aktiviteye sahip ^{209}Po eklenmektedir.
- Sindirme işlemi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci adımda örnekler mikrodalga fırında 30 bar basınçta 180°C ye çıkana kadar 20 dakika tutulmuştur. İkinci adımda örnekler 30 bar basınçta 180°C de 15 dakika tutulmuştur. Böylece örneğin organik maddeden tamamen arındırılması ve sıvı faza dönüştürülmesi sağlanır.
- Mikrodalga işleminin ardından örnekler soğuduktan sonra çeker ocak altında açılır.
- Örnekler ısıtma tablasında 200°C'de tutularak mevcut konsantre asidin buharlaştırılması sağlanır (Şekil 3.23).
- Örnekler kurumaya yakınken üzerlerine 200 ml 0,5M HCl eklenmiş, 125 mm por çaplı filtre kağıdından süzülür ve 250 ml hacimli behere aktarılır.



Şekil.1: Örneklerin sildirildiği teflon kaplar.



Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.2:
Mikrodalga sindirme sistemi.



Şekil 3: Örneklerin ısıtma tablası üzerine yerleştirilmesi.



Şekil 4: Örneklerin filtre kağıdından süzülmesi.

Depozisyon işlemi için; çapı yaklaşık olarak 2 cm olan gümüş diskler alkolle temizlenir. Temizlenen gümüş diskler, kapak ve manyetik bardan yapılan özel taşıyıcılara yerleştirilir (Şekil 3.25). 250 ml hacimli kaplarda bulunan örnek solüsyon içerisine hazırlanan bu taşıyıcılar konur. Fe^{+3} ve Fe^{+2} iyonlarının gümüş disk üzerinde birikimini engellemek için içerisine 0,4 g askorbik asit ilave edilmektedir (Uğur ve diğ., 2002). Örnek solüsyon magnetik karıştırıcı üzerine alınır ve oda sıcaklığında gece boyunca depozisyon işlemi için tutulur. Depozisyon işlemi oda sıcaklığında, gece boyunca ve 700 devirde gerçekleştirilir (Flynn, 1968; Fleer ve Bacon, 1984; Strok ve Smodis 2002) (Şekil 3.26). Depozisyon işleminin ardından gümüş diskler deiyonize su ile yıkanır ve kuruması için bir petri kabı içerisine yerleştirilir (Şekil 3.27). Po-210 radyonüklidinin aktivitesi, alfa spektrometresi (ORTEC Ensemble) kullanılarak yapılan ölçüm ile belirlenir. Net pik alanları ORTEC Maestro 32 veri analiz sistemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu hesap işlemi için ^{210}Po 'un 5,30 MeV ve ^{209}Po izleyicisinin ise 4,88 MeV'lik enerjideki karakteristik alfa pik alanlarından yararlanılır (Şekil 3.28). Her bir örnek için sayım süresi en az 48 saat olacak şekilde ayarlanmıştır.



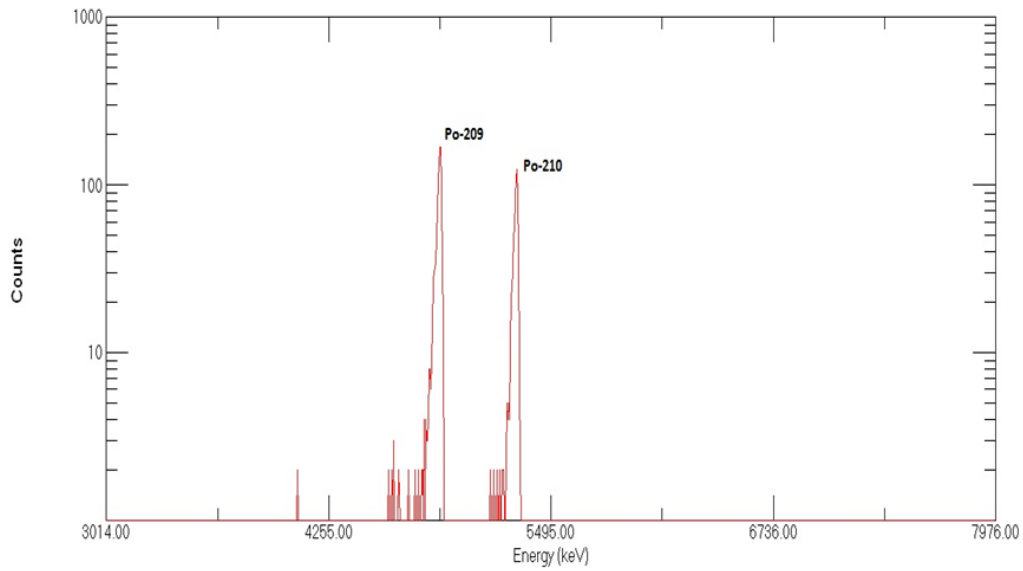
Şekil.5: Kapak ve manyetik bardan oluşan taşıyıcı sistem.



Şekil 6: Depozisyon işlemi.



Şekil 7: Gümüş disklerin ölçüme hazır hale getirilmesi.



Şekil 8: Alfa spektrumunda ^{209}Po ve ^{210}Po radyonüklidlerinin pik alanları.

Çalışmadaki ölçüm verimi, ^{209}Po ($0,1 \text{ Bq ml}^{-1}$) standartı kullanılarak hesaplanmaktadır. Kullanılan ^{209}Po standartı Eckert & Ziegler Isotope Products laboratuvarından (Eckert & Ziegler Isotope Products, Standard Reference Source No: 1526-86, Polonium-209 Radioactivity Standard) elde edilmiştir. Hazırlanmış olan ara stoktan $0,25 \text{ ml}$ alınarak, her bir örneğe aktivitesi $0,1 \text{ Bq}$ olacak şekilde ^{209}Po izleyicisi eklenmiştir.

Çalışmada örneklerin ^{210}Po aktivitelerini belirlemek için “Ortec mark Alpha Ensemble” model spektrometre sistemi kullanılmaktadır (Şekil 3.29). Alfa spektrometresi; alanları 300

mm² olan 8 adet detektörü ve dedetörlerin bulunduğu odacıkların iç basıncını düşüren bir vakum pompasından oluşmaktadır.

- Alfa spektrometresinin genel özellikleri:
- Vakum kontrolü 10 mTorr ile 30 Torr arasında değişmektedir.
- 1 mm'den 51 mm çapına kadar olan diskleri ölçebilmektedir.
- Her detektör bağımsız olarak 0 ile 10 MeV enerji aralığında ölçüm yapabilmektedir.
- Detektörlerin maksimum rezolüsyonu 16-19 keV aralığındadır.



Şekil 9: Ortec Alpha Ensemble alfa spektrometre sistemi.