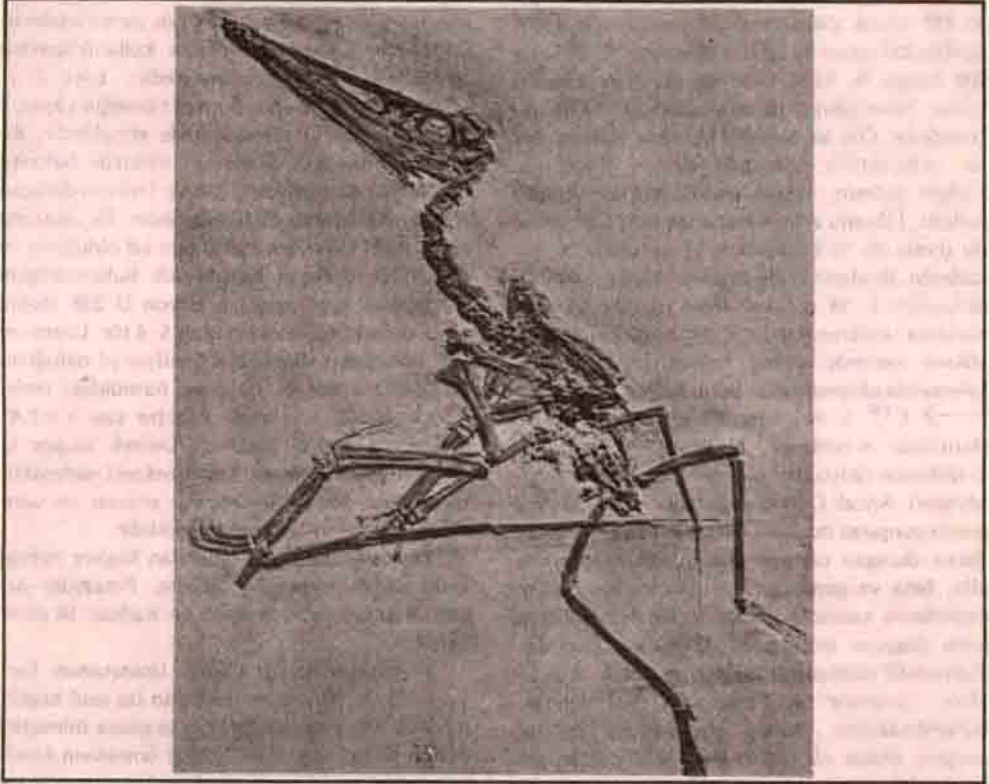


RADYOAKTİVİTE İLE YAŞ BELİRLEME USULLERİ

Dr. Ergin KORUR



**Pterodaktıl : Yaşı ancak radyoaktivite ile belirlenebilen dev bir kuş fosili
(kanat açıklığı 15 m.)**

Hiç şüphesiz gazete ve dergileri okur, radyo ve televizyonu izlerken şu gibi haberlerle sık sık karşılaşmışsınızdır: "Dörtbinbeşyüz yıl önce-sine ait bir firavun mumyası bulundu", "Kazı yapan arkeologlar onbin yıllık testi ve çömlekler ele geçirdiler", "İşçiler tünel açarken kayalar arasında yüzelli milyon yıllık bir dinazor iskeletine rastladılar", "Zamanımızdan altıyüz milyon yıl önce yaşamış ilk omurgalı balığın kalıntısı çok iyi muhafaza edilmiş olarak gün ışığına çıkarıldı" vs... Bunları duyduğunuz zaman aklınızdan herhalde şu soru geçmiştir: "Haydi firavun mumyasının hangi devre ait olduğunu tarihî kayıt ve yazıtlardan yararlanarak, testi ve çömleklerin yaşını da kullanılan malzemenin stiline ve

işçiliğine bakarak iyi kötü belirleyebildiniz diyelim; ama dinazor iskeletinin yaşını nasıl anladınız, hele o altıyüz milyon yıllık kılıçkl balığa ne diyelim?" Bunu sormakta haklısınız; eğer elimizde yüzyılımızın başından beri geliştirmekte olduğumuz bir usul bulunmasaydı sorunumuz öyle kolay kolay cevap veremiyecaktık. Bu usul, radyoaktivite ile yaş belirlemedir.

İncelenmesi istenen fosil, iskelet, bitki, kumaş, çömlek vs... gibi bir örneğin hangi zamana ait olduğunu radyoaktivite sayesinde nasıl anladığımızı açıklamadan önce, her cismin yapısını teşkil eden kimyasal eleman (element) ların bazı özelliklerini hatırlatmamız lâzımdır.

Bugün artık bilindiği gibi, tabiiatta rastladığımız elemanlar genellikle tamı tamına birbirinin aynı olan atomların değil, fiziksel özellikleri birbirine yakın, ancak atom ağırlıkları biraz değişik "izotop" ların bir karışımından oluşmuşlardır. Meselâ Klor gazı atom ağırlığı 35 (tabiiattaki oranı % 75.4) ve 37 (oranı % 24.6) olan iki stabil (duragan, yâni kararlı) Klor izotopunun karışımıdır. Onun için Klorun atom ağırlığı da yaklaşık 35.453 olarak çıkmaktadır. Kurşunun ise atom ağırlığı 206 (oranı % 23.6), 207 (oranı % 22.6) ve 208 (oranı % 53.3) olan üç duragan izotopu vardır. Atom ağırlığı da bu yüzden 207.19 dolaylarındadır. Çok az nisbette bulunan Kurşun 204 ise radyoaktiftir, zamanla ayrışır. Bildiğimiz Karbon (kömür, elmas grafit) için de durum aynıdır. Tabiiatta en çok rastlanan türü Karbon 12 dir (oranı % 98.9). Karbon 13 ün oranı % 1.1 kadardır. Bunların yanında fevkalâde az miktarda radyoaktif C 14 e, yâni atom ağırlığı 14 olan Karbona rastlanmaktadır. C 14, havadaki azotun yüksek yerlerde güneş radyasyonuna maruz kalmasıyla oluşmaktadır. Bunu fizikte $n_0 + N_7^{14} \rightarrow C_6^{14} + H_1^1$ formülü ile belirtmekteyiz (formülde n-nötronu, N-Azotu, C-Karbonu, x-izotopun radyoaktif olduğunu ve H-Hidrojeni gösterir). Ancak C 14 duragan olmadığından zamanla ayrışarak duragan olan Azot 14 e dönüşür. Zaten duragan olmayan Radyoaktif izotopların alfa, beta ve gama ışınları şeklinde radyasyon neşrederek zamanla duragan elemanlara (veya daha doğrusu izotoplara) dönüşmesi kuraldır. Radyoaktif izotopların bu ayrışma olayı için fizikte "çözünme" ve "bozunma" terimleri de kullanılmaktadır. Bunun gibi kendisi de bir ayrışma ürünü olan Toryum 232 birtakım ara evrelerden sonra duragan olan Kurşun 208 e, Uranyum 235 (oranı % 71) Kurşun 207 ye, Uranyum 238 (oranı % 99.28) ise ayrışarak Kurşun 206 ya dönüşür. İşte incelediğimiz bir örnekte henüz ayrılmamış radyoaktif elemanın ayrışma sonunda oluşmuş elemana veya izotopa oranı bize yaş belirleme imkânını verir. Prensipler olarak meselâ bir örnekte Uranyum 238 in oranı Kurşun 206 ya nisbetle yüksekse onun yeni, buna karşı Kurşun 206 nin oranı yüksekse eski bir çağa ait olduğuna hükmedebiliriz. Gene bir tahta parçası veya ağaç eşyada ne kadar fazla radyoaktif Karbon (C 14) varsa onun o kadar yeni, C 14 ne kadar azalmışsa o kadar eski olduğu anlaşılır. Fizikte yaş formülü şu şekilde ifade edilmektedir: Dönüşüme uğramakta olan atomların oranını R, radyoaktif olan atomların toplamını N ile gösterelim; her bir radyoaktif izotopun kendi ayrışma konstantı (değişmezi)

vardır. Bunu λ (lambda) ile gösterirsek $R = \lambda N$ olur. Yüksek matematikte bu formül $N_0 = e - \lambda N$ şeklini almaktadır. Burada N_0 örneğin ilk oluşunu zamanında mevcut radyoaktif atomları, N örnekte şimdi mevcut radyoaktif atomları, e tabii logaritmalardan bazı olan sayıyı (yaklaşık 2.72), λ ise radyoaktif izotopun ayrışma konstantını ifade eder. Pratikte radyoaktif elemanların ömrünü hesaplamakta yarılama süresi, yâni elemandaki radyoaktivitenin yarı yarıya azalması için geçen süre birim olarak kullanıldığından formül şu şekilde çevrilmektedir: $t = t_{1/2} / 0.693 \times \log_e (N_0 / N)$. Burada t örneğin yaşını, $t_{1/2}$ ise yarılama süresini ifade etmektedir. Bir misal vermek için diyelim ki elimizde bulunan bir örnekte dört trilyon U 238 ve 1 trilyon duragan Kurşun 206 atomu ölçülmüş olsun. İlk oluşumu zamanında Uranyum 238 in tam saf olduğunu ve henüz hiç duragan Kurşun 206 bulunmadığını varsayarsak başlangıçta 5 trilyon U 238 atomu vardı demektir. Şimdi ise oran 5:4 tür. Uranyum 238 in yarılama süresinin 4.5 milyar yıl olduğunu da bildiğimizden bu değerleri formüldeki yerlerine koyarsak elimizdeki örneğin yaşı $t = 1.45$ milyar yıl olarak bulunur. Demek oluyor ki örneğin yaşını bulmak için örnekteki radyoaktif izotopların dönüşmüş kütle oranını ve yarılanma sürelerini bilmemiz gereklidir.

Yaş belirlemede faydalanılan başlıca radyoaktif usuller Uranyum-Toryum, Potasyum-Argon, Rubidyum-Stronsiyum ve Karbon 14 usulleridir.

Uranyum-Toryum Usulü: Uranyumun Toryum 232 ye ayrışmasını kullanan bu usul bugün diğer usuller yanında biraz arka plana itilmiştir. Bunun sebebi uygulanabileceği örneklerin kısıtlı ve yarılanma payının yüksek oluşudur. Uranyum ve Toryumun yer kabuğundaki oranı düşüktür (Uranyum için milyonda iki ve Toryum için milyonda yedi). Bu metod ancak zirkon, uranit, monazit, pitchblende, ksenotim, samarskit, toranit ve torit ihtiva eden volkanik ya da metamorfotik (dönüşmüş) kayaların ve dolayısıyla bunlarda bulunan kalıntıların yaşını tâyinde kullanılabilir.

Potasyum 40-Argon 40 Usulü: Bunda Potasyum 40 ın ayrışmasından yararlanılmaktadır. Uranyum ile Toryumun aksine, Potasyum yer kabuğunda hayli yüksek oranda (%2.5 kadar) mevcuttur. Potasyumun radyoaktif özellikler gösterdiği 1905'ten beri biliniyordu; ancak asıl radyoaktif izotopun Potasyum 40 olduğu otuz yıl sonra anlaşılabilmiştir. Potasyum 40 ın ayrışmasından duragan Kalsiyum 40 ve Argon 40 meydana gelmektedir. Oluşma oranı 8 Kalsiyum

atomuna karşı 1 Argon 40 atomudur. Ancak pratikte kolaylığı açısından sadece oluşan Argon 40 ölçülmektedir. Bu metot muskovit, biotit, flogopit, lepidolit, sanidin ve hornblende ihtiva eden volkanik kayalarla glaukonit ve silvit ihtiva eden sediman (çökelti) kayalarında kullanılabilir. maktadır.

Rubidyum 87-Stronsiyum 87 Usulü: Bu usulde Rubidyumun ayrışmasından yararlanır. Rubidyumun jeo-kimyasal açıdan Potasyuma benzerliği, belirleme bakımından çok mutlu bir rastlantıdır; çünkü her iki elemana hem aynı tip kayalarda hem de aynı minerallerde rastlanmaktadır. Ayrıca Potasyumun Rubidyuma oranı hemen hemen konstant (değişmez) olarak kalmaktadır: 1 e karşı 600. Bu oran radyoaktif izotoplarında 1 e karşı 4 dolayındadır. Bunun için Potasyum ihtiva eden hemen her örnekte iki geokronometre (yaşölçer) den, yani Potasyum 40 ve Rubidyum 87 den birlikte yararlanılabilmektedir. Bu metot muskovit, biotit, lepidolit ve mikroklin ihtiva eden volkanik ve metamorfotik kayalarla glautonit ihtiva eden çökelti kayalarında iyi sonuçlar vermektedir.

Karbon 14 Usulü: Karbon 14 (C 14) usulü tahta, kömür, turba, kabuklar, yanmış kemik, hayvan ve bitki dokuları, kumaş, tül, yeraltı suları, deniz suyu ve buzulların yaşını belirleme bakımından en ideal metottur ve çağımızdan ellibin yıl öncesine kadarki canlı doku ve organizmaların yaşını daha büyük bir incelikte tayine imkân verir; çünkü yanılma payı belirttiğimiz diğer metotlardan daha azdır ve canlılardaki Karbon 14 oranı son 5000 yıl içinde fazla bir dalgalanma göstermemiştir. Bu özellikleri dolayısıyla usulden en fazla yararlananlar arkeologlar olmuştur, fakat son buzul ve buzul sonrası çağları için araştırma yapan jeologlar da bundan faydalanmaktadır. Yeni çağ araştırmaları bakımından usulün avantajlarını şöyle bir misalle açıklayalım: Diyelim ki Uranyum-Toryum usulüyle bir dinazor kalıntısının yaşını yüzde bir yanılma payı ile 200 milyon yıl olarak belirledik; yani dinozorumuz gerçekte 200 değil, 198 milyon yıl öncesinden kalmış olabilir. Aslında bu bir dinazor için gene de iyi bir tahmindir ve dinozorumuzun yaşında topu topu iki milyon yıl yanıldık diye kimsenin fazla tasalanacağını sanmam. Buna karşı bir firavun mumyasında değil bir milyon yılın, yüz yılın bile önemi vardır; yoksa bütün firavun sülalesini birbirine karıştırır, tarihî kronolojiyi altüst edebiliriz. Gene meselâ gerçekten antika veya taklit olup olmadığını anlamak istediğimiz bir tablo, ağaç işi veya tahta âlet için ancak Karbon 14 usulü yararlı olabilir.

Örnekteki Radyoaktivitenin Ölçülmesi: Örnekteki radyoaktif izotopun oranı ve radyoaktivite şiddetini ölçmek için örnek önce kullanılacak âlet ve gerece göre öğütme, eritme, yakma ve buharlaştırma gibi çeşitli usullerle hazırlanır. Radyoaktivite şiddetini ölçen âlet ve gereçler arasında özellikle Geiger-Müller, sintillasyon ve termoluminesans sayıcılarını, fotografik emülsiyonları ve kitle spektroskoplarını sayabiliriz. Geiger-Müller tipi sayıcılarda bir tüpte binlerce volt gerilim bulunan elektrotlar arasında bulunan bir gaz radyoaktif ışınların etkisiyle iyonlaştırılır ve iletken hale getirilir. Bu sırada meydana gelen deşarj ölçülür. Sintillasyon ve termoluminesans sayıcılarında ışınlar önce özel kristaller üzerine yöneltilir. Işınlar bunlar üzerinde "parıldama" lar meydana getirir. Bunlar da güçlü ışıkölçerlerle belirlenebilir. Daha basit bir metot özel fotografik emülsiyonlardır. Bunlarda ışın taneciklerinin izleri yüksek büyütme gücü olan mikroskop veya elektron mikroskopları altında incelenir. Kitle spektroskoplarında ise incelenen örnek önce buharlaştırılır ve iyonize edilir. Elektriksel alanda belli bir yönde hızlandırılan iyonlar manyetik etkiyle kütlelerine göre az veya çok saptırılırlar. Bu şekilde birbirinden ayrılan izotoplar fotografik yöntemlerle veya diğer elektronik sayaçlarla gözlenebilir.

Radyoaktivite ile yaş belirleme yeni geliştirilen bir usul olduğu için henüz bazı aksaklıkları, doldurulması gereken bazı gedikler bulunmaktadır. Meselâ bazı izotopların yarılama sürelerini tam bir kesinlikle belirleyememiş bulunuyoruz; üstelik iki ayrı radyoaktif usulün aynı örneğe uygulanmasından her zaman birbirini arzuladığımız oranda doğrulayan sonuçlar elde edilememektedir ama bu usul daha şimdiden dünya ve evrenin oluşumu hakkındaki bilgilerimizi arttırmış, jeoloji ve paleontolojinin birçok sırlarını çözmüş, müzecilere, sanat uzmanlarına ve kriminologlara yardımcı olmuştur. Heride aksaklıkları giderildiği zaman bize çok daha büyük hizmetler göreceği muhakkaktır.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR:

Julius Bartels, Geophysik, Fischer Bücherei, Frankfurt am Main, 1960; Schweitzer - Whitney, Radioactive Tracer Techniques, USA, 1949; James M. Cork, Radioactivity and Nuclear Physics, New York 1950; Encyclopedia Britannica, New Edition, Vol. 5, pp. 502-510, Great Britain, 1976; Bilim ve Yaşam ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, Cilt 4 sh. 177-183, İstanbul 1976; Otto Hahn, Geologische Altersbestimmung nach der Strontiummethode, Forschung und Fortschritt, No. 35-36 sh. 353-355, Berlin 1942.