

## PHA 402 ARKEOLOJİDE TARİHLENDİRME YÖNTEMLERİ

### KONU 4: RADYOKARBON DERİŞİMİNDEKİ SAPMALAR VE NEDENLERİ

#### RADYOKARBON YÖNTEMİNDE KİRLENME VE BULAŞMALAR

##### Radyokarbon Derişimini Deęiřtiren Etkenler

Dünyadaki karbon %98.89  $^{12}\text{C}$ , %1.11  $^{13}\text{C}$  ve yüzdeyle ölçülemeyecek kadar az  $^{14}\text{C}$ 'ten oluşur. Karbon, tarihlendirme açısından iki ana rezervuarda toplanmıştır:

- 1) **Durgun karbon rezervuarı:** İnorganik karbonatlar, karbonlu kayalar, kömür, petrol ve doğal gazlardan oluşur.
- 2) **Dinamik karbon rezervuarı:** Atmosfer, hidrosfer ve biyosferden oluşur.

$^{14}\text{C}$  derişimindeki değişimler, bazı sapmalar oluşturur. Radyokarbon tarihlemesindeki bu sapmaların nedenleri doğal ve yapay olmak üzere iki bölümde incelenebilir:

- 1) **Doğal nedenli sapmalar:** Dünyada  $^{14}\text{C}$  derişimini değiştiren doğal etkenleri başlıca; kozmik ışın akışı, yerin magnetik alanı, güneş lekeleri aktiflikleri, iklim değişiklikleri ve  $^{14}\text{CO}_2$ 'in rezervuarlar arasındaki karışma hızı ile izotop ayrışması olarak sıralayabiliriz.

- 2) **Yapay nedenli sapmalar:**

- a) **Suess (fosil yakıt) etkeni:** 19. Yüzyılın ikinci yarısından başlayarak gittikçe artan bir hızla yakılan fosil yakıtlarla atmosfere bol miktarda  $^{14}\text{C}$ 'süz  $\text{CO}_2$  salınmıştır. Bunu ilk gözleyen kişinin adına ithafen bu olaya "Suess etkeni" adı verilmiştir. Fosil yakıtların yakılma hızı arttıkça, atmosferin  $^{14}\text{C}$  derişimi azalmıştır. Fakat atmosfere salınan  $\text{CO}_2$ 'in büyük kısmı okyanuslarda

görüldüğünden suess etkisi nedeniyle  $^{14}\text{C}$  derişimi atmosferde %5 ve okyanus sularında %1'den fazla azalmıştır.

b) **Bomba etkeni:** Özellikle atmosferde yapılan nükleer denemelerden çıkan nötronlar da havada kozmik ışın nötronları gibi  $^{14}\text{C}$  oluşturmuştur. Bunun sonunda atmosferdeki nükleer denemeler durduruluncaya kadar  $^{14}\text{C}$  derişimi sürekli artmış ve 1963 yazında kuzey yarımkürede atmosferin radyokarbon derişimi doğal düzeyin iki katını geçmiştir. Atmosferdeki nükleer denemelerin yasaklanmasından sonra bu fazlalık yavaş yavaş azalmıştır.

### **Sapmaları Düzeltme Yolları ve Yaş Hesabı:**

Tüm bu etkenler radyokarbon tarihlemesinin doğruluğu konusunda kuşklara neden olabilir. Ancak bu hatalardan nedenli olanları laboratuvarlarca belirlenmiş belirli bir maddenin  $^{14}\text{C}$  özgül aktifliği standart alınarak giderilmektedir. Doğal nedenli sapmalardan izotop ayrımlanmasının getireceği hatalar ise aşağıda verilen normalizasyon bağıntılarıyla düzeltilir. Diğer doğal nedenli hataları düzeltme olanağı şimdilik yoktur. Ancak yaşı bilinen örneklerin  $^{14}\text{C}$  özgül aktifliğinin ölçülmesiyle elde edilecek kalibrasyon eğrilerine göre radyokarbon tarihleri düzeltilebilir. Bunun için en çok, yaşı bilinen ağaç halkalarından yararlanılır. Bu konuda Avrupa ve özellikle Amerika'da pek çok çalışma yapılmış ve kalibrasyon eğrileri çizilmiştir.

### **Yöntemin Uygulanması:**

$^{14}\text{C}$ 'ün yaydığı  $\beta$  parçacıklarının enerjileri küçük, doğal  $^{14}\text{C}$ 'ün derişimi de çok düşük olduğu için radyokarbon ölçümü ve tarihlemesi özel bir titizlik ve duyarlı aygıtlar gerektirir. Ayrıca, arkeolojik örneklerdeki karbonun sayılabilir duruma getirilmesi için araştırmacılar tarafından çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemler uygulanır. Tarihleme sonuçlarını doğrudan

etkileyen ve arkeologları yakından ilgilendirecek olan örnek alınması ve korunması ile olası bulaşmalar ve bazı ön işlemler üzerinde durmak konuyu pekiştirecektir.

Radyokarbon tarihlemesinde kullanılan örnekler; odun, kömürleşmiş odun, kemik, boynuz, deniz ya da tatlı su yumuşakça kavrıkları, tahıl taneleri, organik boyalar, hasır v.b. yapımında kullanılan yıllık bitki kalıntıları ya da burada sayılmayan, biyolojik karbon içerikli diğer maddelerdir. Bunlar çok değişik yerlerde bulunabilirler. Arkeolojik kazılarda toprak altından, eski bir binadan, eski maden ocaklarından, eski bir göl yatağından v.b. örnekler alınabilir.

Örnek alınırken ilk dikkat edilecek husus elden geldiğince bulaşmaları önlemektir. Burada bulaşmadan kasıt; örneğe karışan organik ya da inorganik karbonlu başka maddelerin bulaşmasıdır. <sup>14</sup>C özgül aktifliğindeki %1'lik bir hata 80 yıllık yaş hatasına neden olmaktadır. Dolayısıyla %100'lük bir bulaşma 8000 yıla tekabül edecektir. Bu nedenle bu konuda çok titiz davranmak gereklidir.

Tüm bu ve benzeri nedenlerle örnek alınırken çok dikkatli olmak, örnek ve çevresiyle ilgili tüm bilgi ve bulguları belirtmek gerekir. Örneğin kaç metre derinden çıktığı, yakınındaki bitki kökleri, yeraltı suyu, kalkerli kayaç, organik birikinti v.s. bulunup bulunmadığı, çıkarıldığı toprağın PH derecesi, bulunduğu yerin denizden yüksekliği, yakınında ocak bulunup bulunmadığı, kuru mu yoksa yaş mı olarak çıkarıldığı, ne içinde olduğu gibi tüm bilgiler kaydedilmelidir. Örnek topraktan alınırken fazla toprak karıştırılmamalı ve nemli ise gölgede kurutulmalıdır. Çünkü küflenme de hatalara neden olabilmektedir.

Özetle elden geldiğince karbonlu maddeleri bulaştırmamak ve olabilecek bulaşmaları da kaydetmek gerekir. Yerinden çıkarılan örnek kurutulduktan sonra kağıt ya da bez torbaya değil, plastik bir torbaya önce alüminyum folyo ile sarılıp konmalı ve organik etiketler temas etmemelidir.

Örnekler laboratuvara alındıktan sonra, iyice gözden geçirilir ve gözle görülebilen yabancı maddeler fiziksel olarak ayrılır. Gerekirse bu işlem için bir büyüteç kullanılır. Sonra her örnek için genellikle hümik asit; bununla birlikte, reçineleri uzaklaştırmak için de 2N sıcak HCl çözeltisiyle temizlendiğinden emin oluncaya dek yıkanır. Örneğin türüne ve bulaşmalara göre başka kimyasal çözücülerle temizlenip, damıtık suyla iyice yıkanır ve kurutulur.

Günümüzde bu tarihlendirme işlemleri AMS laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. Bu konuları detaylarıyla dersimizde anlatacağız.