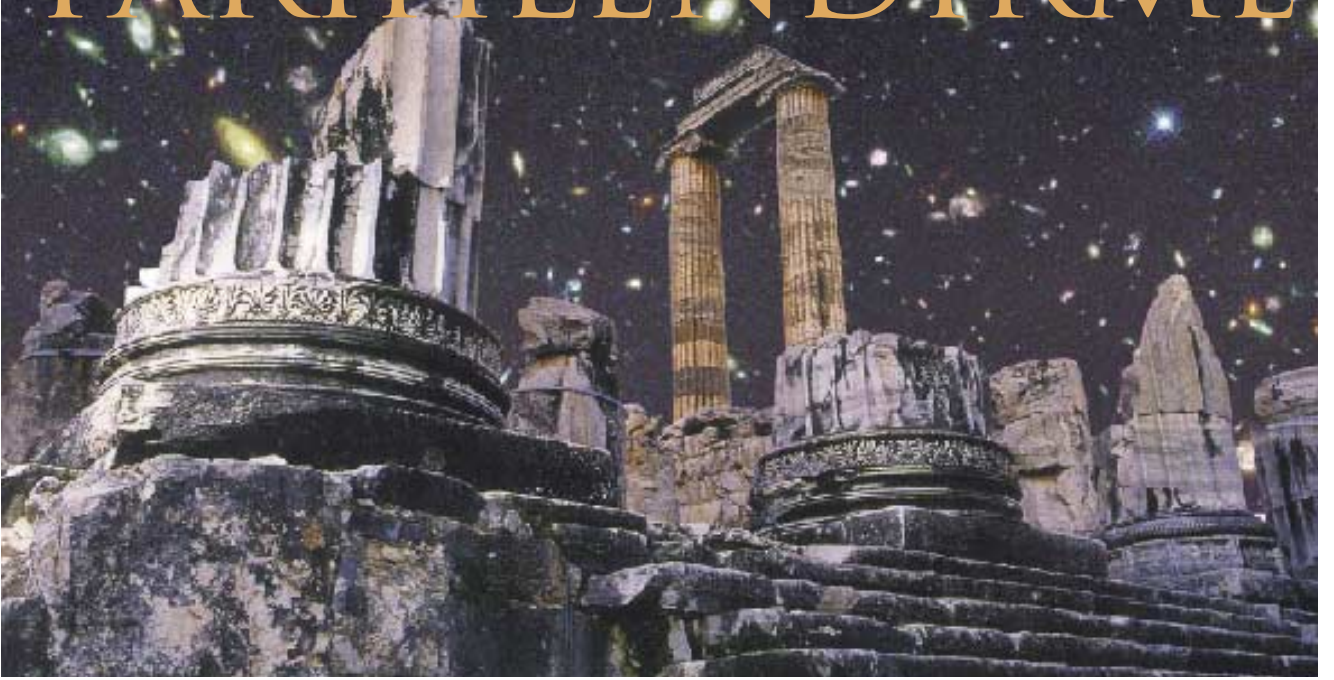


# GEÇMİŞİN ANAHTARI: TARİHLENDİRME



**B**ir "birgün böceği"ni düşünün. Bu böcek bir ormanda yaşıyor ve yaşam süresi bir günle sınırlı. Yaşlı bir birgün böceğinin tüm yaşam deneyimi, son bir gün içinde yaşadıklarıyla sınırlı. Bu böcek, bazı çiçeklerin sabah açıp sabah kapandığını, yağmuru ve rüzgarı biliyor. Ne var ki, Güneş'in her sabah yeniden doğduğunun, üzerinde yaşadığı ağacın büyüdüğüne farkında değil. Çünkü ağaç bir günde fark edilecek kadar büyümüyor.

Bizim de birgün böceğiyle ortak yönlerimiz var. Yaşam süremiz, ne içinde yaşadığımız evrenin, ne Güneş Sistemi'nin, ne üzerinde durduğumuz Dünya'nın, ne de üzerinde yaşayan canlıların geçirdiği evrime tanıklık edecek kadar uzun. Ancak, birgün böceğine karşı önemli bir üstünlüğümüz var. O da deneyimlerimizi gelecek kuşaklara aktarabilmemiz. Bu sayede, geçmişte meydana gelen önemli olayların farkında olabiliyor, onlardan dersler çıkarabiliyoruz. Geçmişle ilgili en önemli bilgi kaynağımız yazılı tarih. Ne var ki, yazılı tarihin geçmişi yeterince eskiye da-

yanmıyor. Ayrıca, geçmişte yaşamış olan insanların bilgi düzeyi ve deneyimi bugünkü gereksinimlerimizi karşılamaya yetmiyor. Tarihin, evrenin kaç yaşında olduğunu, gezegenimizin ne zaman oluştuğunu, yeryüzündeki yaşamın ne zaman ortaya çıktığını, dinazorların ne zaman yok olduğunu söylemesine olanak yok. Ayrıca, görece yakın geçmişe baktığımızda, birçok uygarlık geride birtakım araç gereçten başka bir şey bırakmadan ortadan kaybolmuş.

Günümüzde, teknolojinin gelişimi-ne bağlı olarak, çeşitli yöntemlerle geçmişe ışık tutabiliyoruz. Bu yöntemler sayesinde, evrenin yaşını, gezegenimizin ne zaman oluştuğunu, ilk canlıların ne zaman ortaya çıktığını ve hangi dönemde hangi canlıların var olduğunu, arkeolojik yerleşimlerin hangi dönemlerde kurulduğunu bulabiliyoruz. Ayrıca yine bu yöntemler sayesinde, gerçekleşme tarihi hakkında kuşku duyduğumuz bazı olayların, kalıntıların da gerçekte ne kadar eski olduğunu bulabiliyoruz. Bu yöntemler, geçmişin kapılarını açan birer anahtar gibi. Bu anahtaraysa genel olarak "tarihlendirme" deniyor.

Zaman, daha doğrusu "her şey" Büyük Patlama'yla başladı. Geçtiğimiz yüzyıla kadar içinde yaşadığımız evrenin yaşı hakkında kimsenin bir bilgisi yoktu. Hatta, o zamanlar evren insanlığın gözünde Samanyolu'yla sınırlıydı. 1920'li yıllarda, Edwin Hubble, evrenin sadece Samanyolu'ndan oluşmadığını, onun gibi başka gökadalarda da olduğunu keşfetti. Hubble, bununla da kalmayıp evrenin genişlemekte olduğunu, gökadalardan bizden uzaklaşma hızlarının da bize olan uzaklıklarıyla orantılı olduğunu buldu. Bir gökada bize ne kadar uzaktaysa bizden o kadar hızlı uzaklaşıyordu. Bir gökadanın hızına ve uzaklığına bakılarak, evrenin yaşı kolayca hesaplanabilirdi. Sonuçta, bulunması gereken, her milyon parsek (1 parsek, 3,26 ışık yılına eşittir) başına hızın uzaklığa bölümüyle elde edilen bir sayıydı. Buna "Hubble sabiti" dendi.

Ancak, Hubble sabitini duyarlı biçimde hesaplayabilmek için çok sayıda gözlem yapmak gerekiyordu. Üstelik, bu gözlemlerin de çok duyarlı aygıtlarla yapılması gerekiyordu. Hubble zamanında, evrenin yaşının ancak 10

ila 20 milyar yıl arasında bir değere sahip olduğu hesaplanabilmişti. Bundan sonra da uzunca bir süre, bu değer büyük bir hata payıyla hesaplandı.

Bugün bile, Hubble sabitinin değeri 65 km/saniye/mparsek ile 80 km/saniye/mparsek arasında değişiyor. Buna göre, evrenin yaşı 12 ila 15 milyar yıl arasında değişiyor. En iyi tahminse, ortalama değer olan 72 km/saniye/mparsek. Buna göre evrenin yaşı yaklaşık 13 milyar.

Evrenin hesaplanan yaşını sağlamanın, en azından bir alt sınır koymanın bir yolu, yaşlı yıldızlara bakmak. Çünkü, en yaşlı yıldız, evrenden daha yaşlı olamaz. Bir yıldızın yaşam süresi, doğrudan onun kütlesine bağlıdır. Yıldızın kütlesi ne kadar büyükse, yakıtını o kadar çabuk tüketir. Bu bir çelişki gibi görünüyor olabilir. Ancak, büyük kütleli yıldızlar, merkezlerindeki basınç çok büyük olduğu için yakıtlarını çok daha hızlı yakarlar. Güneş kütleindeki bir yıldız yaklaşık 9 milyar yıl parlar. Güneş'in iki katı kütleyle sahip bir yıldız 800 milyon yıl, 10 güneş kütleli bir yıldızsa sadece 20 milyon yıl parlar. Ancak, 10 güneş kütleli bir yıldız, Güneş'in yaydığından 1.000 katı enerji yayar. Buna karşılık, Güneş'in yarı kütlesine sahip bir yıldız yaklaşık 20 milyar yıl süresince parlayabilir. Nükleer yakıtlarını ateşleyebilecek kadar büyük, ancak Güneş'e oranla çok daha küçük kütleli yıldızlar olan kırmızı cüceler, yakıtlarını o kadar yavaş yakarlar ki, yaşam süreleri yüz milyarlarca hatta trilyonlarca yılı bulabilir.

Küresel kümeler, birkaç yüz bin yıldız içeren dev kümelerdir. Bu kümeler, birer kozmik saat gibidir. Kümedeki bütün yıldızlar hemen hemen aynı anda oluşmuştur. Bir yıldızın parlaklığıyla kütlesi arasında ilişki olduğunu biliyoruz. Kütlede de yıldızın yakıtını ne kadar sürede bitirebileceği, yani kaç yaşında olduğu bulunabilir.

Gözlemlere göre, en yaşlı küresel kümeler sadece 0,7 güneş kütlelerinden daha küçük kütleli yıldızlar içeriyorlar. Bu da, daha büyük kütleli yıldızların, kümenin oluşumundan bu yana geçen süre içinde yakıtlarını tüketerek söndüğü anlamına geliyor. Bu gözlemlere göre evrendeki en yaşlı küresel kümeler 12 ila 15 milyar yaşında olmalı. Bu hesaptaki belirsizlik, küresel kümelerin uzaklıklarının, içer-



M100 gökadasının Hubble Uzay Teleskopu tarafından çekilen fotoğrafı. Gökadalarda bulunan Sefeid türü değişen yıldızlar, gökadalardan uzaklıklarının hesaplanmasında kullanılıyor. Uzaktaki gökadalardan uzaklıklarının olabildiğince az hata payıyla hesaplanması, evrenin yaşının da bir o kadar doğru hesaplanması anlamına geliyor.

dikleri yıldızların parlaklık ve kütlelerinin duyarlı biçimde hesaplanamayışından kaynaklanıyor. Yine de buna göre, evrenin yaşının 12 milyardan az olamayacağı ortada.

Güneş Sistemi'nin oluşumuyla ilgili en çok kabul gören varsayım, tüm sistemin aynı gaz ve toz bulutundan oluştuğu. Nitekim, gelişmiş teleskoplar sayesinde, Orion ve Kartal bulutlarında olduğu gibi, yeni doğmakta olan yıldızların çevresinde gezegen oluşturabilecek maddenin var olduğunu gözlemlerimizle saptayabiliyoruz. Büyük olasılıkla bizim sistemimiz de buna benzer bir evrim geçirmiş olmalı. Buna göre, tüm sistemin yaşının Güneş'in yaşına yakın olduğu varsayılabilir. Güneş'in yaşı 4,6 milyar yıl olarak hesaplanıyor. Buna dayanarak gezegenimizin yaşının da yaklaşık bu civarda olduğunu söyleyebiliriz. Nitekim, çeşitli yöntemlerle tarihlendirilen en eski kayaların da yaklaşık 4,5 milyar yaşında olduğu ortaya çıkıyor.

Yöntemi, evrenin tarihlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden farklı olsa da jeoloji, paleontoloji ve arkeoloji gibi geçmişini inceleyen bilim dallarının en önemli dayanağı tarihlendirme-dir. Arkeolojik tarihlendirme denince genellikle akla ilk radyo-karbon (kar-

bon 14) yöntemi gelir. Bu yöntem, sadece arkeolojide değil, jeoloji, paleontoloji ve birçok öteki bilim dalında organik maddelerin tarihlendirilmesinde yaygın olarak kullanılıyor.

Radyo-karbon yöntemi, radyoaktif izotopların bozunmasından yararlanan tarihlendirme yöntemlerinden biri. Atmosfere giren kozmik ışınlar, atmosferdeki azotun bir bölümünün karbon 14'e dönüşmesine yol açar. Atmosferdeki karbon 14 izotopunun yaygın olan karbon 12'ye oranı yaklaşık trilyonda birdir. Atmosferdeki karbon 14 miktarı, endüstri devriminden bu yana, özellikle de 1950'lerden sonra yapılan termonükleer silah denemeleri yüzünden sürekli değişmiş olsa da geçmişte hemen hemen sabit kalmış.

Canlılar için karbon çok önemli bir elementtir. Yaşadığımız sürece, vücudumuza sürekli bir karbon girişi olduğundan, vücudumuzdaki C14/C12 oranı da atmosferdekiyle aynı kalır. Ölümle birlikte, artık karbon girişi durduğundan ve C14 sürekli bir biçimde bozduğundan bu oran değişmeye başlar.

Elinizde belli bir miktar karbon 14 varsa, 5730 yıl sonra bunun yarısı bozularak azota dönüşür. Bir 5730 yıl daha beklersek elimizde başlangıçtaki-

nin dörtte biri kadar karbon 14 kalmış olur. Bu şekilde, herhangi bir canlıya ait bir kalıntıdaki C14/C12 oranını ölçerek canlının ne zaman öldüğünü bulabiliriz. Radyo-karbon yöntemiyle, günümüzden 50.000 yıl öncesine kadar tarihlendirme yapılabilir. Yaklaşık 50.000 yıl sonra o kadar az C14 kalıyor ki bunu ölçerek yeterince hassas bir tarihlendirme yapmak zorlaşıyor.

Arkeolojik tarihlendirmede genellikle radyo-karbon yöntemi yeterli olmakla birlikte, eski fosillerin ve jeolojik kalıntıların tarihlendirilmesinde yetersiz kalır. Tabii, bir de bu yöntemin

sadece karbon içeren kalıntılara uygulanabileceğini de unutmamak gerek. Bunun için, radyo-karbonun sınırlarından kurtulmak için başka yöntemler de geliştirilmiş.

Gezegeneğimizin oluşumu, daha önce de değindiğimiz gibi yaklaşık 4,6 milyar yıl önceye gidiyor. Peki, bu kadar eskiyi tarihlendirmek mümkün mü? Bunun için, radyo-karbondakine benzer bazı tarihlendirme yöntemleri kullanılıyor. Radyoaktif bozunmaya dayanan bu yöntemlerle oldukça eskiye gidilebiliyor. Bunlardan en yaygın kullanılanı, Potasyum/Argon (K/Ar) tarih-

lendirmedir. Bu yöntemde, radyo-karbon tarihlendirme yöntemindeki gibi belirleyici olan elementin eksilmesine değil, tersine, incelenen örnekteki argon birikmesine bakılır.

Radyoaktif bir izotop olan potasyum 40, doğal olarak kayaların yapısında bulunur ve zamanla sabit bir izotop olan argon 40'a dönüşür. Kayalar sıcakken, içlerindeki argon serbest kalır. Bu nedenle, örneğin bir yanardağ patlaması sırasında püsküren ergimiş, ya da ergimiş kayalarla temasta bulunan kayaların K/Ar saati sıfırlanır. Böylece, bu kayalar soğumasıyla

## Torino Kefeni Tartışması

.Roma Kilisesi'ne bağlı birçok Katolik tarafından İsa'nın kefeni olduğu ileri sürülen bir kefen, 1357'den bu yana tartışma konusu. Bu tarihte Fransa'da ortaya çıkarılan kefen, üzerindeki insan şekli ve kan izleriyle dikkati çekti. Üstelik, kan izleri kefenin içindeki kişinin çarpmışa gerildiği izlenimini veriyordu. Bezin üzerindeki insan şeklinin İsa'ya ait olduğu düşünüldüğünden, bulunduğundan bu yana bu şekle bakılarak İsa'nın resimleri, heykelleri yapıldı. 1350'li yıllarda Fransa'da sergilenen kefen, bir çok kez yer değiştirdikten sonra, 1578'de İtalya'da Torino'ya getirildi ve 1694'te sergilenmek üzere Torino Katedrali'ne kondu.

Yüzyıllar boyunca, bu kefenin İsa'ya ait olduğu konusunda çoğunluk hemfikir olsa da bunu tartışmalı bulan bir kesim de vardı. Bu tartışmalara bir son vermek için, kefenin tarihlendirilmesi çözüm olabilirdi. Nitekim, birçok biyolog, kimyacı ve arkeolog kefenin tarihlendirilebilmesi için kolları sıvadı. Tarihlendirmenin sonucunda, kefenin 1260 ile 1390 yılları arasında bir zaman yapıldığı ortaya çıktı. Ancak, yapılan tarihlendirmenin sonucu tartışmaları bitirmedi. Tersine, tarihlendirmenin çeşitli nedenlerle yanlış sonuçlar verdiği öne sürüldü.

1979'da, kutuplu (polarize) ışıklı mikroskopla kefenin üzerindeki şekli inceleyen Walter McCrone, bu izin çok sayıda mikroskobik pigment parçacıklarından oluştuğunu gördü. Yine Dr. McCrone'un ekibindeki Elektronik Optik Grubu, bu pigmentlerin genelde demir oksitten oluşan top-

rak boyalara ait olduğunu buldu. Araştırmanın sonucuna göre, kefen iki kez boyanmıştı ve kan lekeleri de, belirginleşmeleri için alev kırmızısı renkle boyanmıştı.

Kefeni radyo-karbon yöntemiyle tarihlendirmek için, 1980'li yılları beklemek gerekti. Çünkü bu tarihten önce, henüz hızlandırıcı kütle tayföçerleri yeterince gelişmediğinden, gereken örnek miktarı oldukça fazla olacaktı. Hızlandırıcı kütle tayföçümü tekniklerinin kullanılmasıyla, kefenden alınacak birkaç cm<sup>2</sup>'lik örnek tarihlendirme için yeterliydi.

Yöntemin güvenilirliğini denemek için, British Museum (İngiliz Müzesi) yönetiminde altı ayrı laboratuvarla yaşı bilinen kumaş örnekleri üzerinde denemeler yapıldı. Sonuçlar oldukça tatmin

ediciydi. Bunun ardından, bu tekniği kullanan yedi radyo-karbon laboratuvarı arasında dünyanın çeşitli yerlerindeki (Arizona, Oxford, Zürich) birbirinden bağımsız üç laboratuvar, radyo-karbon ölçümleri için seçildi. Örneklerin alınmasını ve sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesini British Museum üstlendi.

Her bir laboratuvara, biri Torino Kefeni'ne ait olmak üzere dört örnek gönderildi. Kefen dışında, yaşı bilinen diğer üç örnek, sonuçların karşılaştırılabilmesi amacıyla gönderildi. Ayrıca, belirlenmesi çok zor olmasa da hangi örneğin Torino Kefeni'ne ait olduğu söylenmedi. Veriler bir araya toplandığında, laboratuvarlardan gelen sonuçların birbirleriyle oldukça uyumlu oldukları görüldü. Sonuçlar bu kefenin 1260 ila 1390 yılları arasında yapıldığını gösteriyordu.

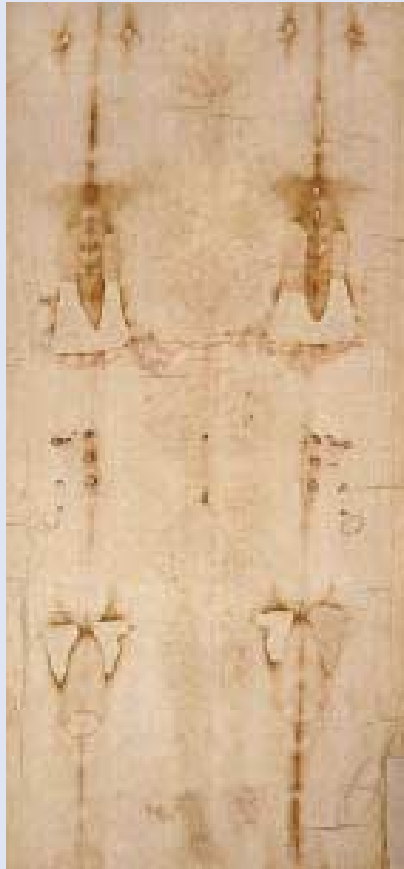
Radyo-karbon tarihlendirmesi, tartışmaları sona erdirmeyi. Aksine, bu tarihlendirmenin çeşitli nedenlerle yanlış sonuçlar verdiği öne sürüldü. Bu nedenlerden birisi, 1532'de Fransa'da Chambery'de çıkan bir yangında kefenin 900 C<sup>14</sup>'i bulan sıcaklıklara maruz kalmış olmasıydı. Bu sıcaklıkta, karbon izotoplarında artış olması beklenir. Ayrıca, ortamdaki duman, yoğun karbondioksit ve karbon monoksit, kumaştaki C14 oranının artmasına yol açmış olabilirdi. Ayrıca, uzun süre açıkta duran ve birçok yere götürülen kefen, belli ki toza ve çok sayıda bakteriye maruz kalmıştı. Tabii, Torino'nun da bir endüstri kenti olduğunu unutmamak gerek.

Kefen üzerinde yapılan ilk araştırmalardan biri, Dr. Max Frei'nin polen analizidir. 1973'te, yapışkan bantlar yardımıyla kumaşın üzerinde bulunan polenlerden örnekler alan Frei, bunları incelediğinde, 57 farklı tür polenle karşılaştı. Analiz sonunda, bu örneklerin 32'sinin Ortadoğu kaynaklı olduğu ortaya çıktı. Bu kadar çok sayıda polenin Ortadoğu'dan buraya rüzgarla taşınması pek olası görünmüyor. Bu da kefenin Ortadoğu kökenli olduğunu düşündürüyor. Polenlerin, kefenin üzerine konulan çiçeklerden gelmiş olması büyük olasılık.

Radyo-karbon yöntemiyle yapılan tarihlendirmeler güvenilir sonuçlar verse de, buna karşı ortaya atılan tezler de oldukça sağlam görünüyor. Tartışmaları sona erdirmek için, daha birçok araştırma yapılması gereken gibi görünüyor. Nitekim, her yıl bu konuda çok sayıda makale yayımlanıyor.



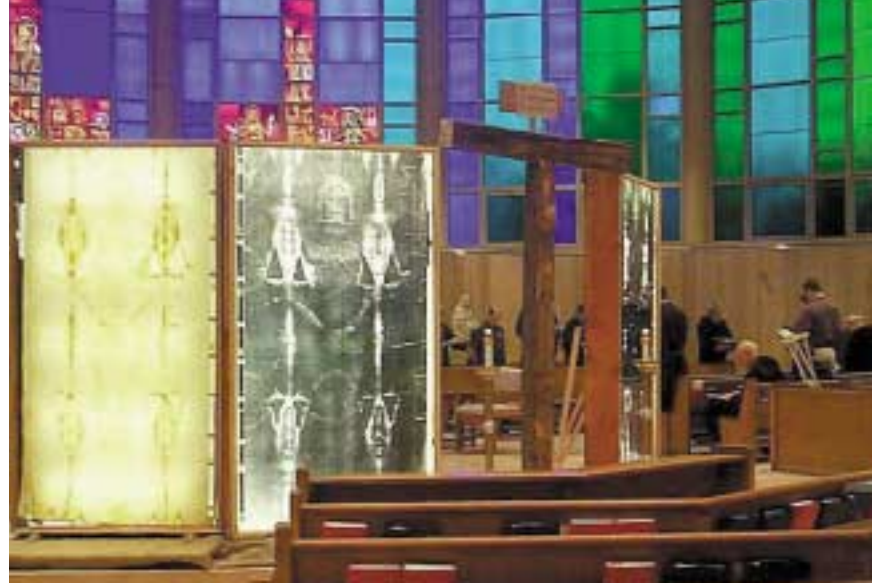
Kefenin üzerindeki kan lekelerinden alınan örnekler.



günümüz arasındaki dönemde biriken argonu içerir. K40'ın yarı ömrü 1,31 milyar yıl olduğundan, yaklaşık 5 milyar yıl öncesine kadar tarihlendirme yapılabilir. (Ancak, yeryüzünde bulunan en yaşlı kaya yaklaşık 4,4 milyar yaşında olduğu için, tarihlendirmeler şimdilik bununla sınırlı.) Bu yöntemin en iyi tarafı, çok geniş bir aralıkta kullanılabilmesidir. 10.000 ila 5 milyar arasında yaşlara sahip kayalar bu yöntemle tarihlendirilebiliyor.

Potasyum/argon ve öteki bir çok radyoaktif bozunmaya dayanan tarihlendirme yöntemlerinin arkeolojideki kullanımları, radyo-karbon yöntemininki kadar yaygın değil. Çünkü, bu yöntemler, genelde volkanik etkinliğe bağlı. Arkeolojide kullanım için, volkanik bir etkinlikle ilişkili bir olay gerekiyor. Örneğin, Doğu Afrika'daki Rift Vadisi'nde kurulu yerleşimler, tarihte sık sık lavlar altında kalmış. Tanzanya'da, yapılan kazılarda 2,5 milyon yıllık bir kronoloji oluşturulacak kadar arkeolojik ve jeolojik kalıntıya rastlanmıştır. Yine Tanzanya'daki Laetoli bölgesinde, bulunan bir insan ayak izi, 3,5 milyon yıl öncesine tarihlendiriliyor.

Potasyum-Argon yöntemiyle yapılan tarihlendirmede hata payı 20.000 ila 50.000 yıl arasında değişebiliyor. Bu gerçekten de büyük bir hata payı; ancak, söz konusu olan milyonlarca, hatta milyarlarca yıl olduğu için, kabul edilebilir düzeyde.

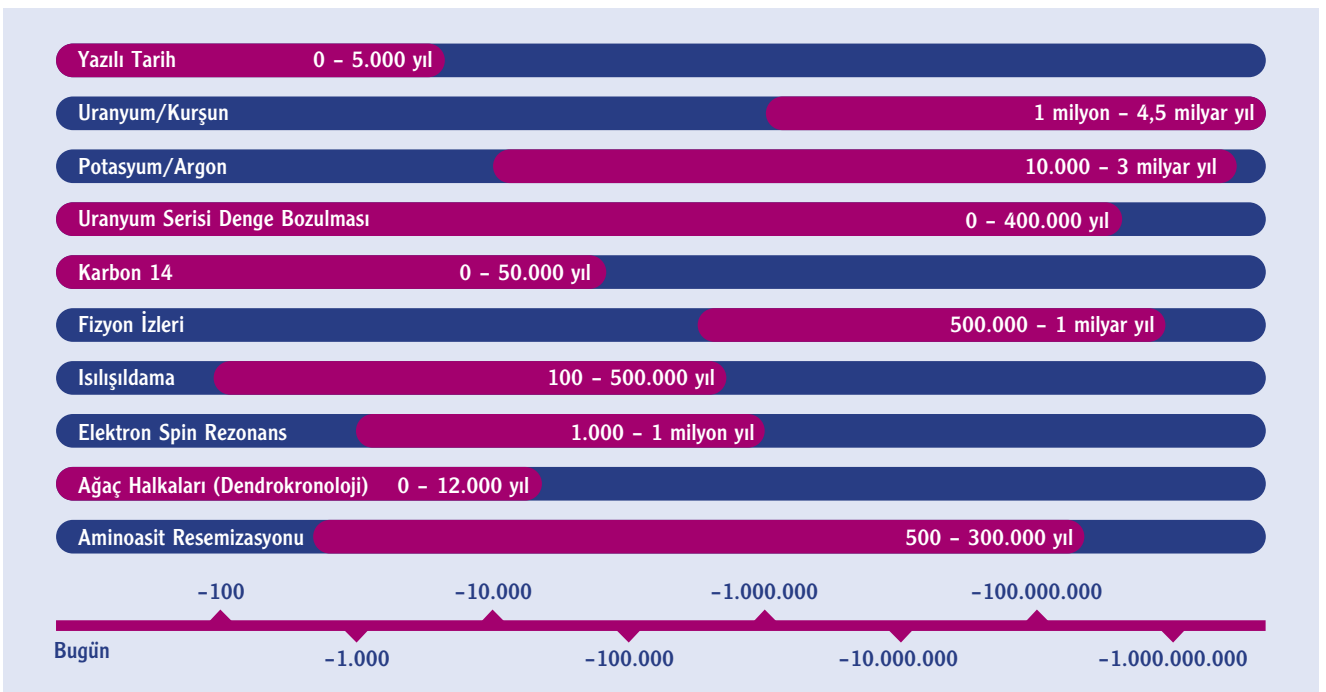


Tartışmalara yol açan Torino Kefeni, negatif görüntüsüyle birlikte sergileniyor. Kefenin üzerinde yer alan ve İsa Peygamber'e ait olduğu öne sürülen görüntü bu şekilde daha belirgin olarak görülebiliyor.

Tarihlendirmede kullanılan başka radyo izotop teknikleri arasında, uranyum 235/kurşun 207, uranyum 238/kurşun 238, toryum 232/kurşun 208, rubidyum 87/stronsiyum 87 yer alıyor.

Kristal oluşturan mineraller, çevrelerinden kaynaklanan ışınımın etkisiyle, bir miktar enerji depolarlar. Bu, serbest elektronların, kristal yapı içinde yakalanmasıyla meydana gelir. Bu enerji, kristal yapı içinde giderek birikir. Kilden yapılmış bir çömleği ele alalım. Çömlek, şekil verildikten sonra sertleşmesi için fırında pişirilir. Pişirme

sıcaklıkları genellikle 500°C'den fazladır. Bu sırada kili oluşturan minerallerin içinde birikmiş olan enerji serbest kalır ve saat sıfırlanır. Eğer bu çömlek toprağın altında kalırsa, kristal yapı içinde yeniden enerji birikmeye başlar. Çömlek toprak altında ne kadar beklerse, o kadar enerji birikir. Uzun süre toprak altında bekledikten sonra bulunan çömlek, toprak altında kalış süresiyle orantılı olarak enerji biriktirmiş olacaktır. Eğer, bir şekilde bu enerjinin serbest kalması sağlanırsa ve ışına olarak ortaya çıkan bu enerji ölçülebilirse, çömleğin pişirilmesinden



bu yana geçen süre bulunabilir. "Isılışılama" (thermoluminescence) denilen bu yöntemle, geçmişte en azından 500°C sıcaklıkta pişirilmiş olmak şartıyla - ki bu sıcaklığa basit fırınlarda bile kolaylıkla erişilebiliyor - arkeolojik buluntular tarihlendirilebiliyor.

Isılışılama yöntemiyle yapılan tarihlendirme henüz pek hassas sonuçlar vermiyor. Hata payı yaklaşık  $\pm 10$  civarında. Ancak, yine de arkeolojide pişmiş çanak çömleği ve antik seramik eserleri tarihlendirmede yaygın olarak kullanılan bir yöntem.

Radyo-karbondan sonra, belki en çok bilinen tarihlendirme yöntemlerinden biri de ağaç halkası sayımı, ya da "dendrokronoloji". Ağaç halkaları, ağacın yıllık gelişimine bağlı olarak, ağacın gövdesinde oluşan katmanlardır. Kuzey yarıküredeki ağaçlar, bahar ve yaz mevsimlerinde büyürler. Geçiş dönemi olan ilkbaharda ağacın gövdesinde oluşan hücrelerin duvarları daha ince, yazın oluşan hücrelerin duvarları daha kalın olur. Bu her yıl tekrarlandığı için, ağacın halkalarını sayarak onun kaç yaşında kesildiğini anlayabiliriz.

Ağaç halkaları, bize ağacın kaç yaşında olduğundan daha fazlasını da anlatır. Halkaların genişliği ağacın bir yıl içindeki gelişimine bağlıdır. Örneğin kuru ya da serin geçen bir yaz, halkaların daha ince olmasına yol açar. Ağaç halkaları, geçmiş yılların meteorolojik durumuyla ilgili bize bilgi verir. Nitekim, ağaç halkalarını tarihlendirmede kullanma fikrini ilk geliştiren kişi A.E. Douglas adlı Amerikalı bir gökbilimciydi. 1900'ü yılların başında, Güneş lekeleriyle iklim arasındaki ilişkiyi araştıran Douglas, bu yöntemin arkeolojide de başarıyla kullanılabileceğinin ipuçlarını vermiş oldu.

Eğer, belli bir bölgedeki ağaçların günümüzden başlayarak geçmişe doğru bulunan örneklerinden elde edilen verilerin birbiriyle karşılaştıracak biçimde üst üste koyarsanız, geçmişe uzanan bir kronoloji oluşturabilirsiniz. Bunun oluşturulabilmesi, doğal olarak büyük bir çaba gerektiriyor. Değişik dönemlere ait ağaç örneklerinin incelenerek, kronolojideki boşlukların doldurulması söz konusu. Ağaç halkası sayımı, radyo-karbon gibi hata payı büyük olan tarihlendir-



Katmanların incelenmesiyle, hem jeolojik, hem de arkeolojik olaylar kronolojik olarak sıralanabiliyor. Bu basit teknik, birbirine yakın dönemlere tarihlendirilen olayların sıralanmasında kullanılıyor.

melerde tarihleri "ayarlamak" için kullanılıyor.

Burada sözünü ettiğimiz tarihlendirme yöntemleri, "doğrudan tarihlendirme" olarak adlandırılıyor. Adından da anlaşılacağı gibi, doğrudan tarihlendirme, üzerinde çalışılan parçanın kaç yaşında olduğunu doğrudan veriyor. Bunun dışında, yaşı doğrudan değil ama görel olarak hesaplayabildiğimiz yöntemler de var. Bunlara da "görel tarihlendirme" yöntemleri deniyor. Örneğin, bir arkeolojik yerleşimde, farklı katmanlarda bulunan kumaş parçalarını tarihlendirdiğimizde, kabaca kaç yüzyıl önce üretildiklerini bulabiliriz. Ancak, bunlardan hangisinin önce yapıldığını anlamak çok zor. Çünkü, bunlar bir birbirinden en fazla birkaç yüz yıl arayla üretilmiş olacaktır. Ancak, bilinen en basit tarihlendirme yöntemlerinden biri olan "katmanların sıralanmasıyla" örnekler en azından yaş sırasına yerleştirilebilir. Doğal olarak en alt katmanda bulunan parça ilk üretilen olacaktır.

Yaygın olarak kullanılan görel tarihlendirme yöntemlerinden biri de, florinle tarihlendirme. Florin, yer yüzünün hemen her yerinde sularda bulunur. Toprak altında kalan iskelet parçaları, bir çok kimyasal etkiye maruz kalırlar. Bunlar arasında, su ve içindeki mineraller ilk sırada gelir. Kemik bu maddelerle etkileşimi, onun mineral bileşimini değiştirir. Kemiklerdeki hidroksil iyonları, sudaki florin iyonlarıyla yer değiştirir. Bu iyonlar

daha sonra çözünürlüğü daha az olan florapatite dönüşürler. Zamanla kemiklerde daha fazla florin birikir. Eğer ortamdaki değişimler az olsaydı, florin miktarının ölçümüyle doğrudan tarihlendirme yapılabilirdi. Ancak, florin birikme hızı çevresel koşullara bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Bu nedenle, florin tarihlendirme yöntemi, genellikle bir arada bulunan iskeletlerin aynı zamanda gömülüp gömülmediğini bulmada kullanılır.

Zamanı doğru olarak saptayabilmek, arkeolojiden evrenbilime kadar en temel gereksinimlerden biri. Bunun için kullanılan çok sayıda yöntem var. Bu yöntemlerin hepsini bir yazıda anlatmak mümkün değil. Bir yandan yeni yöntemler keşfedilirken, her geçen gün gelişen teknolojiye bağlı olarak daha duyarlı ölçümler yapılıyor. Ortalama bir insanın ömrünün evrenin yaşının yaklaşık 200 milyonda biri olduğundan hareketle, evreni içinde yaşadığı orman olan bir birgün böceğinden daha küçük değişimlere tanık olduğumuzu söyleyebiliriz. Ama ondan önemli bir farkımız var: Geçmişin anahtarı elimizde ve her gün yeni anahtarlarla yeni kapılar açıyoruz.

Alp Akoğlu

#### Kaynaklar

- Damon, P.E., et.al, Radiocarbon Dating of the Shroud of Turin, Nature, Vol.337, Şubat 1989  
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov>  
<http://www.stsci.edu>  
<http://www.uthsc.edu/mission/spring96/shroud.html>  
<http://www.shroud.com>  
<http://map.gsfc.nasa.gov>  
<http://antro.mankato.msus.edu>