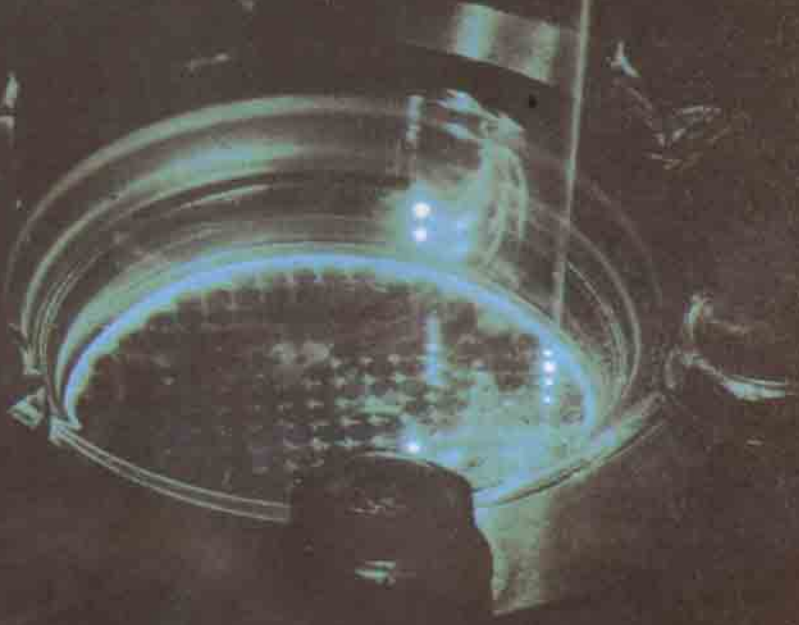


# LAZER KAYALARIN YAŞINI DA AYDINLATIYOR



*Ay kayalarından primatların fosillerine kadar doğru tarih belirlemede jeologlara bir mesajımız var: Bir kayanın yaşını belirlemek istiyorsanız lazer kullanın.*

**Roger LEWIN**

**G**eçtiğimiz on yıllık dönem, kayaların yaşını belirleme bilimi jeokronolojide bir devrime tanık olmuştur: Lazerle tek kristal eritme tekniği devrimi. Bu teknik, kayaların içerdikleri argon gazından onları tarihlendirmede geçmişte görülmemiş bir doğruluk derecesi getirmiştir. Bu teknik, başka yöntemlerin gerektirdiği iri kaya parçalarından çok, yalnızca minik örnekler gerektirdiğinden, araştırmacılar için maddî yönlerden de yararlı olmuştur. Berkeley Jeokronoloji Merkezi'nden Bob Walter, "Olduvai Boğazı'ndan 75 örnekle yeni döndüm. Hepsi de bir küçük kese dolusu, birkaç gramlık bir şey! Eskiden olsaydı, ağır kaya yükünü sırtımda taşımaktan bir hal olurdu" diyor.

Çok ince geliştirilmiş bugünkü yöntem, ilk sonuçlarını 1981'de Derek York ve meslektaşları tarafından Jeophysical Research Letters'de yayınlanan bir inceleme yazısı ile vermiştir. Bir fizikçi iken sonradan jeokronolojist olan iddialı araştırmacı York, "Çok insan, bu âlet çalışmaz dedi. Yarışı önde götürmek için sıkı çalışmamız gerekiyordu. Sonunda başardık" diyor.

Kayaları tarihlendirmede çağdaş yaklaşım, bu yüzyılın başında Ernest Rutherford'un, kayaların içerdiği doğal radyoaktiflikten, onların içlerinde kurulmuş doğal bir saat gibi yararlanılabileceği fikri ile başlar. Belirli izotopların bozunum oranı ölçülerek kayaların tarihi belirlenebilir. 1950'lerden beri bu türden başlıca üç doğal saat ortaya çıkmıştır: Uranyum-

kurşun, rubidyum-stronsiyum ve potasyum-argon. Lazerle tek kristal eritme tekniğinde, bu sonuncusu kullanılmaktadır.

Kayaların birçoğu eser miktarlarda potasyum içerirler. Doğal halde bulunan potasyum, argon-40 ürünü vermek üzere yavaşça bozulan bir izotop olan az miktarda potasyum-40 içerir. Volkanik bir patlamada ısı argon saatini sıfıra ayarlayarak bütün argon gazını molekül kafesinden çıkaracak kadar yüksektir. Patlamadan sonra kristalleşerek zaman geçtikçe potasyum içeren bir kaya argon-40 biriktirecektir. İşte potasyum/argon saatinin esası budur.

İlke basittir: Bir kaya ne kadar çok argon-40 içeriyorsa o kadar yaşlıdır. Bu saat argon-40 miktarının hesaplarına dayanır. O halde uygun teknik ayarlamalarla potasyum/argon saati özellikle birkaç milyon yıl yaşlarındaki nispeten genç kayalar için güvenilir tarihler verebilir.

Doğal potasyum, çoğunlukla normal koşullar altında oldukça kararlı potasyum-39 izotopundan oluşmaktadır. Ancak bunu nötronlarla çarpıştırınca, argon-40'ın az rastlanır ve kararsız kuzeni argon-39'a dönüşecektir. California Üniversitesi'nden Merrihue, argon-39'un bir kaya içindeki potasyum miktarının yerine geçecek bir ölçü olabileceğini görmüştür. Işınlendirilmiş kaya örneği normal biçimde ezilip eritildiğinde, argonun her iki şekli de açığa çıkmakta ve bir kütle spektrometresinde aynı zamanda belirlenebilmektedir. Argon-39, örneğin içerdiği potasyumun bir ölçüsünü vermekte, argon-40'da saatin birikmiş tik taklarını temsil etmektedir. Örneğin tarihini belirlemek için gerekli bütün bilgi, örnek üzerinde yapılan ölçümden gelmektedir. Merrihue, argon-40/39 ya da argon/argon tekniği olarak bilinen bu tekniği Grenville Turner ile birlikte geliştirmiştir.

Argon/argon tekniğinde her kaya örneğinin yaklaşık 1600°C'ta eritilmesi gerekir. Örnek, bir yüksek vakum potası içine kapatılır; açığa çıkardığı gazlar iki izotopun oranlarını ölçmek üzere bir kütle spektrometresi içine geçer. Sözünü ettiğimiz yeni devrim, örneği ısıtma araçları üzerinde odaklanmıştır.

Yedi yıl önce yaptığı görev izninde yeni ortaya çıkan argon/argon yöntemini bulmağa karar vermiş ve bunda büyük rol oynamış olan Derek York, devrimde kesin dönüm noktasını şöyle anlatıyor: "Görev iznime başlamak üzere idim; kendime uğraşacak yeni bir şey arıyordum. Bu kez lazerleri heyecan verici buldum ve bunu gözden geçirmeğe karar verdim" diyor. Görev iznini Tokyo Üniversitesi'nde geçiriyor ve doktora sonrası araştırmacısı Yotaro Yanase ile işbirliği yapıyor. Ancak bir sorunla karşılaşılıyorlar: Ay kayalarını tarihlendirmede Schaeffer'in başarı ile kullandığı darbeli lazer şimdi artık birakılmıştır.

O zaman darbeli lazerler kullanılmıştı. Çünkü bunlar kaya örneğinin küçük bölümlerini eritmede

yeterli enerjiyi sağlayabiliyordu ve bu iş için o zaman sürekli lazerler kullanmayı kimse düşünmemişti. York: "Sürekli lazer kullanmayı neden denemeyelim dedik ve sürekli lazer belki de bizim istediğimiz malzemeyi eritecek kadar güçlüdür diye düşündük" diyor. Nitekim bundan daha şanslı bir soru düşünülemezdi; çünkü bu, darbeli lazerle uygulanamayan argon/argon tekniğinin büyük avantajlarından yararlanmanın yolunu açmıştır.

Geleneksel argon/argon yöntemi iki tarzda uygulanabilir. En kestirme yöntemi, kayayı bir patlatışta eritmektir. Bu tek yaş hesabı yapmayı mümkün kılar. İkincisi ise, her artırmada enerjiyi de artırmak suretiyle aşamalı ısıtma uygulamasıdır. Her aşamada ortaya çıkan gazlar, alışılan biçimde analiz edilir. Bu da her aşamada örneğe ait bir yaş gösterir. Bu "aşamalı ısıtma" yöntemi, örneğin dış yüzeyinden çekirdeğine doğru ilerledikçe kayaya ait bir yaşlar dizisi ortaya koyar. York, "Aşamalı ısıtma çok büyük bir önem taşıyor; 40/39 tekniğinin tek ve en büyük avantajı onun bu öneminden gelir." diyor. Sözgelimi, bir düzine aşamalı ısıtma deneyi bir tek örneğe ait bir düzine yaş elde etmekten çok daha fazlasını yapmakta; kayanın tarihini de ortaya koyabilmektedir.

## KAYALARIN GİZLİ YAŞAMI

Kayaların çoğu, çatlama, dağ biçiminde yapılan granitler, volkanik kayaların katmanlar arasına sokulması gibi ilgi çekici özgeçmişlere götürmektedir bizi. Volkanik kökenli termik etki gibi kaynakları



**Titizlikle seçme:** Kayayı bileşen minerallerine ufaldıktan sonra kristaller analiz için seçilir.



altüst edici etkiler, kaya matrisi içinde tutulan argon miktarını değiştirerek, çoğu kez gazı çıkarıp atarak, kaya üzerine kendi damgalarını vurmaktadırlar. Isıtma aşırı olmadıkça kayanın dış katmanları iç katmanlardan daha fazla etkilenmekte; bu da dıştan içe bir argon konsantrasyonu eğilimi ortaya koymaktadır. Aşamalı ısıtma işleminde bu değişimi ortaya çıkaracaktır. "Aşamalı ısıtma, size kayanın tarihine bir göz atma olanağı verir" diyor York.

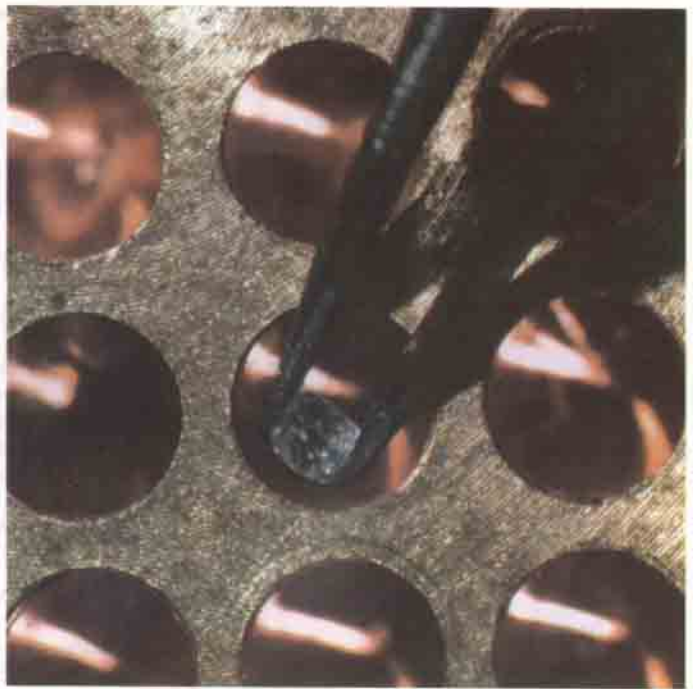
Darbeli lazer kullanılması, tüm enerji tek paket halinde geldiğinden aşamalı ısıtmaya engel olur. Lazerle eritme bu yüzden başlangıçta pek tutulmamış, kullanımı çok sınırlı kalmıştı. Derek York, sürekli lazer kullanılması şeklindeki parlak fikrini ortaya koydu. Yayınladığı bir yazıda biraz gururla, "Sürekli bir lazerle elde edilen bir yaş spektrumu üstüne bu ilk yazıdır" diyor. Bu, tarihlendiriminin gerçek başlangıcı olmuştur.

İki aşamanın daha başarılı olması gerekiyordu: Çok sayıda küçük mineral parçaları yerine tek kristallerle çalışma olanağı ve tüm sistemin otomatikleştirilmesi. "İri kaya parçalarından tek kristale gitmek büyük duyarlılık sorunu idi. Binlercesi yerine tek kristalle sahipseniz, meydana gelen gaz miktarında da binde birde sahipsiniz demektir; o halde onu analiz etmek için de duyarlı bir kütle spektrometresine gereksinim olacaktır." diyor York.

İngiltere, ince duyarlılık kütle spektrometreleri üretiminde uzun bir geleneğe sahiptir. York ve arkadaşları İngiliz yapımı bir VG1200 ile tek kristal sistemini hemen çalıştırmaya başlamışlardır. California Üniversitesi'nden ünlü jeokronolojist Garniss Curtis onların sistemini gördükten sonra, "Tek kristalden ayrılmış gaz bileşenlerini ölçtüklerini görmek pek etkileyici oldu" diyor. Curtis, meslektaşları ile bu tekniği otomatikleştirmeye karar veriyorlar ve birkaç yıl içinde, tek tam program içinde 140 kristalin tek aşama yaşlarını ortaya koyan bir sistem kuruyorlar.

Tek kristaller kullanmanın doğrudan yararı, doğruluğun artmasıdır. Bir sistem ne kadar az temizse ortaya konan yaşın belirsizliği de o kadar daha az olacaktır ve tek kristal sisteminden daha temizini bulamayacaksınız.

Bir volkan patladığı zaman kendi malzemeleri ile birlikte başka patlamalardan da mineraller sürükler. Böylece sürüklediği malzemeler birçok değişik yaşlardan kristaller ve kaya parçacıkları içerebilir. Bu kirlenme özellikle genç kayalarda her zaman endişe konusu olmuştur. Tek kristal tarihlendirmesi bu



**İnce iş:** Cımbızlar sıvı veren argonu açığa çıkarmak için her bir kristali, bir lazere hazır halde yerleştiriyor.

kirlenme sorununu fiilen ortadan kaldırır. Böylece tek kristal örnekleri kullanılarak, kömür yatakları için önemli olan seyrek kaya katmanları da tarihlendirilebilir.

Şimdi York gözlerini daha büyük hedeflere dikmiştir: "Sistem otomatikleştirilmiş olduğundan, riskli projelerde siz onu kendi kendine çalıştırabilirsiniz bırakıp kendiniz daha güvenilir işe koyulursunuz" diyor.

Daha da risklisi, York'un mineral daneleri içinde 100 mikrometre büyüklüğe kadar minik kabarcıklar halinde eski zaman atmosferinden minik paketler tutan sedimanter kayaları bulma düşüdüdür. Buz çekirdekleri içindeki kabarcıklar yüzbinlerce yıllık geçmişe doğru karbondioksit ve metan değişikliklerini zaten ortaya koymuştur; fakat York'un gözü daha büyük şeylerde. O, dünyanın 4,5 milyar yıl önce oluşmasından beri atmosferin nasıl bir değişikliğe uğradığını tanımlamak istiyor. "Bunun onay imzası argon-40'ın argon-36'ya oranında yatmaktadır" diye açıklıyor. "Dünya oluştuğunda oran yaklaşık  $10^{-4}$  idi; şimdi yaklaşık 300'dür. Bütün bu zaman boyunca argon-40'ın artışı izlemek istiyorum" diyor. Bunun için ise önce doğru türden kayalar, eski zaman atmosferinden paketler taşıyan kayalar bulunması gerekiyor. Robot sistemini gece gündüz çalıştırarak şanslı yakalayabileceğini umuyor.

*New Scientist 28 Eylül 1991'den çev.:*  
Mehmet ÖZHAN