

Radyojenik İzotop Laboratuvarı (RİL)



Bir doğal veya yapay malzemenin izotop oranı, o malzemenin karakterizasyonunda çok önemli yer tutar. Radyojenik izotoplar, iz sürücü olarak maddelerin kaynağı ve oluşum süreçleri hakkında kritik veriler sağladığı gibi radyometrik yaş tayininde de kullanılmaktadır. Radyojenik izotop deneylerinin, jeoloji, madencilik, petrol, nükleer enerji, çevre kirliliği kontrolü, adli tıp, ekoloji, antropoloji, arkeoloji, arkeometri vb. pek çok alanda uygulama olanakları bulunmaktadır. Radyojenik izotop oranlarını en hassas düzeyde tayin edebilen cihaz Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS)'dir (Şekil 1).

TEMEL PRENSİPLER

İzotoplar aynı elementin aynı proton fakat farklı nötron sayılarına, dolayısıyla farklı kütlelere sahip atomlarıdır. Diğer atomların radyoaktif bozunması ile oluşan atomlar radyojenik izotoplar olarak adlandırılır. Bir ana atomun yarısının radyoaktif bozunmaya uğraması için gereken zaman yarılanma ömrü olarak tanımlanır. Bir radyoaktif ana atom çekirdeğinin içindeki radyojenik izotopun duraylı bir yavru ürüne bozunma oranının, o izotopa has olan bir sabite bağlı olarak, herhangi bir zamanda bulunan atom sayısı ile doğru orantılı olması izotop sistemlerinin formülize edilmesine olanak verir. Sistem izotopik açıdan kapalı bir sistem haline gelmiş ve bu şekilde korunmuşsa, bir numunenin güncel izotop oranı ölçülerek oluşum zamanındaki izotop oranı ve numunenin oluşum yaşı saptanabilir.

Laboratuvarımızda, Stronsiyum ve Neodmiyum elementlerinde izotop oranı deneyleri yapılmaktadır. Tüm kayaç numuneleri, deney öncesinde kayaç kırma ve mineral zenginleştirme laboratuvarında bulunan çeneli kırıcıda kırılarak diskli agat öğütücüde 63 mikron altı (kayaç pudrası) boyutunda öğütülmektedir.

Tartım, kimyasal çözme, kromatografi ve filamente yükleme işlemleri 100 temizlik standardında temiz laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmekte ve laboratuvarımızda ultra-saf özellikte asitler ve su kullanılmaktadır. Deney kalitesi uluslararası sertifikalandırılmış standartlar kullanılarak izlenmektedir. Uygun miktarlarda tartılarak (Şekil 1) PFA şişelere aktarılan numuneler farklı asitler kullanılarak güvenli sıcak kutular içinde bulunan ısıtıcı tablolar üzerinde çözülür.



Şekil 1. Hassas terazide numune

Teflon kolonlarda, özel reçinelerin ve asit kombinasyonlarının kullanıldığı iyon kromatografisi metodu ile izotopik oranları belirlenecek element diğer elementlerden ayrılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Neodmiyum kromatografisi çalışması

Elde edilen zenginleştirilmiş numune, birkaç yüz nanogram civarında çözelti halinde renyum filamentine üzerine yüklenmektedir (Şekil 3). Ölçümler, Triton Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmaktadır. Ölçüm sonuçları, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve/veya $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop oranları şeklinde 2 sigma analitik belirsizlikleri belirtilerek elde edilmektedir (Tablo 1).



Şekil 3. Numunenin filamente yüklenmesi

Ölçümler sırasında Sr NBS 987 ve Nd LaJolla standartları ölçülerek cihaz kalibrasyonu takip edilmekte, ölçüm sonuçları üzerinde gerekli olduğu takdirde bias düzeltmesi yapılmaktadır.

Numunelerle birlikte aynı kimyasal süreçlerden geçirilerek aynı şartlarda ölçümü yapılan USGS kayaç standartları ile de tüm prosesin kalite düzeyi periyodik olarak kontrol edilmektedir.

NUMUNE ÖZELLİKLERİ

Laboratuvarımızda, genellikle kayaç numunelerinden, minerallerden, arkeolojik ve antropolojik materyallerden izotop oranı deneyleri yapılmaktadır. Malzemelerin RİL numune kabul kriterlerine uygun olması ve izotop oranı tayini yapılacak elementçe yeterli konsantrasyona sahip olması gerekmektedir. Numunelerin temiz ve uygun bir sistem ve ortamda, kontaminasyona yol açmayacak şekilde toz haline getirilmesi ve kimyasal işlemler için hazırlanması gerekmektedir. Bu nedenle tüm numune hazırlama aşamalarının laboratuvarımızda gerçekleştirilmesi uygun görülmektedir.

ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Laboratuvarımızdaki deneylerin önemli bir bölümü tüm-kayaç numuneleri üzerinde yapılmaktadır. Deney sonuçları $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve/veya $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop oranları verilerek raporlanmaktadır (Tablo 1). Araştırmacılara ölçülen

Bir kayacın ilksel radyojenik izotop oranı, o kayacın oluştuğu dönemdeki izotopik karakterini ortaya koyarak oluşum koşulları ve muhtemel kaynakları hakkında ipuçları verir. Bu nedenle; radyojenik izotop jeokimyası, yerbilimlerinde, gerek petrolojik süreçlerin açıklanmasında, gerekse maden ve petrol araştırmalarında faydalanılan bir yöntemdir. Radyojenik izotop oranları element konsantrasyon verileriyle kombine edilerek radyometrik yaş tayininde de kullanılabilir.

Tablo 1. Deney sonuçlarının gösterimi (Köksal vd. 2012'den alıntı, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163: 725-743).

No:	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (ölçülen)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (ölçülen)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (ilksel)	ϵNd (ilksel)
1	0.717927± 4	0.512139± 4	0.715191	-8.84
2	0.712307± 15	0.512234± 5	0.709561	-6.90
3	0.711590± 4	0.512252± 3	0.709174	-6.48
4	0.711830± 5	0.512245± 3	0.709143	-6.70
5	0.720031± 8	0.512197± 4	0.710265	-7.64
6	0.710560± 5	0.512231± 3	0.709331	-7.18

Arkeolojik ve antropolojik araştırmalarda da, radyojenik izotop verileri değerlendirilerek eski dönemlere ilişkin yaklaşımlarda bulunulmaktadır.

KULLANILAN METODLAR

Laboratuvarımızda; Stronsiyum ve Neodmiyum izotop jeokimyası deneyleri, TLM-ARG-RİL-01 (Sr İzotop Oranı Analizi Deney Talimatı) ve TLM-ARG-RİL-02 (Nd İzotop Oranı Analizi Deney Talimatı) laboratuvar-ıçi talimatları uygulanarak yapılmaktadır. Bu talimatlar, Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi (GFZ- Hemholtz Centre – Potsdam) İzotop Jeokimyası Laboratuvarı'nda kullanılan metodlar baz alınarak ve uluslararası yayınlardan faydalanılarak laboratuvar içi çalışmalarla oluşturulmuştur. Bu talimatların kullanılabilirliği ve geçerliliği dünya çapında kullanılan standartların periyodik ölçümüyle ortaya konulmakta ve laboratuvarımızda üretilen sonuçlar uluslararası birçok yayında kullanılmaktadır. Bu iki metodun yanısıra kurşun izotopları konusunda da RİL'de çalışmalarımız devam etmektedir.