

YERALTISULARINDA TRİTYUM / TRİTİYOJENİKHELYUM-3 ($^3\text{H}/^3\text{He}^*$) YAŞININ HESAPLANMASI

Yeraltısuyu yaş tayin yöntemlerinden birisi de “trityum-helyum yaş tayin yöntemi” dir. Yöntem, trityum-tritiojenik helyum-3 ($^3\text{H}/^3\text{He}^*$) yöntemi olarak da anılmaktadır. Yeraltısuyuna beslenim sonucu giren ^3H izotopu radyoaktif bozunma sonucu ^3He izotopuna (tritiojenik helyum 3, $^3\text{He}^*$) dönüşür. Diğer bir deyişle beslenim anında 10 TU birimi ^3H içeren bir suyun $^3\text{He}^*$ içeriği (derişim TU olarak ifade edildiğinde) 0 TU olacak, ilksel ^3H bütünüyle bozunarak $^3\text{He}^*$ a dönüştüğünde ise, $^3\text{He}^* = 10$ TU olacaktır.

$^3\text{H}/^3\text{He}^*$ yaş tayin yönteminde beslenimden sonra herhangi bir anda suyun atmosferle ilişkisinin kesildiği süre (yaş)

$$t_{3\text{H}/3\text{He}} = \lambda^{-1} \ln(^3\text{He}^*/^3\text{H} + 1) \quad (2.2)$$

eşitliği ile belirlenmektedir.

Burada;

$t_{3\text{H}/3\text{He}}$: $^3\text{H}/^3\text{He}$ yaşı, yıl,

λ , ^3H bozunma katsayısı ($\ln 2/^3\text{H}$ yarı ömrü= $\ln 2/12.43$ yıl),

$^3\text{He}^*$: yeraltısuyunun tritiojenik helyum-3 içeriği (TU) ve,

^3H : yeraltısuyunun trityum içeriğidir (TU).

Örnekleme ve Analiz

$^3\text{H}/^3\text{He}^*$ yöntemini uygulanabilmesi için yeraltısuyu örnekleme yapılan noktaya ait eş zamanlı tritiojenik helyum içeriği ile trityum içeriğinin ölçülmesi gereklidir. Su örneklerinde trityum analizi elektrolitik zenginleşme sonrası sıvı parılma sayım yöntemi ve helyum içsel büyüme yöntemleri ile yapılmaktadır. Sıvı parılda sayım yöntemi daha kolay uygulanabilir ancak hassasiyeti helyum içsel büyüme yöntemine oranla daha düşük olan bir analiz yöntemidir. Trityum analizi için su örnekleri temiz 500ml'lik polietilen şişelere tamamen doldurularak (hava kabarcığı kalmayacak şekilde) alınmaktadır. Su da çözünmüş asal gaz analizi için örnekleme yaklaşık 50cm³ hacimli bakır borulara uçları metal kısaçlar ile kapatılarak alınmaktadır. Günümüzde kabul görmeye başlayan difüzyon ile sudaki çözünmüş gazı dgrudan örnekleyebilen örnekleyicilerde giderek yaygınlaşmaktadır. Asal gaz analizleri sudaki çözünmüş gazı ayırdıktan sonra kütle spektrometresinde ölçüm yapılmaktadır.

Tritiojenik; $^3\text{He}^*$ değeri örnekte ölçülen toplam helyum derişimlerinden itibaren belirlenmektedir. Ölçülen toplam helyum derişimi atmosferik, tritiojenik, radyojenik ve manto kaynaklı helyumdan oluşmaktadır. Sonuçların doğruluğu üzerinde etkili parametrelerin başında atmosferik katkının belirlenmesinde önem taşıyan beslenim sıcaklığı ve yükseltisi gelmektedir. Diğer yandan, toplam helyum derişimine tritiojenik helyum dışındaki katkıların hatalı hesaplanması durumunda $^3\text{He}^*$ değeri de hatalı olacak ve yöntem ile $^3\text{H}/^3\text{He}^*$ yaşı doğru biçimde belirlenemeyecektir. *$^3\text{H}/^3\text{He}^*$ yöntemi yeraltısuyu sistemine ^3H girdi değerinin bilinmesine gerek duymaz ve elde edilen yaş yeraltısuyunun mutlak yaşıdır.*

Atmosferikdeki helyum bolluğu bilinmektedir ancak yeraltısuyunda çözünmüş helyum derişiminin büyüklüğü beslenim koşullarında bağlıdır. Bu durumda bilinen beslenim sıcaklığı ve yükseltisi için atmosferik helyum derişimi hesaplanabilir. Yeraltısuyundaki helyumun bir bölümünde akiferi oluşturan kayalarda bulunan U/Th serisi elementlerden itibaren türetilmektedir. Bu şekilde üretilen helyum radyojenik olarak adlandırılırken; manto kökenli gazlar ise primordial/manto kaynaklı olarak isimlendirilirler. Radyojenik ve manto kökenli helyumun bir ara bulunduğu ortamlarda bileşenlerin bağımsız büyüklüklerinin belirlenmesi mümkün değildir. Su tablası seviyesinin hızlı salınımlar gösterdiği akiferlerde yeraltısuyundaki toplam çözünmüş atmosferik kökenli gaz derişimi beslenim koşullarında beklenenin üzerine çıkmaktadır. Fazla Hava kaynaklı atmosferik gaz olarak adlandırılana bu bileşenin ayrılmasında neon gibi sadece atmosfer kökenli olan asal gazlar kullanılmaktadır. Tüm helyum kayanaklarının bireysel büyüklükleri belirlendikten sonra toplam helyum derişiminin geri kalanı tritiojenik kökenli helyum olarak ayrılmış olmaktadır.

Örnek Hesaplama

Bir yeraltısuyu örneğinde ölçülen toplan 3He derişimi ve bu toplamdan itibaren hesaplanan atmosferik ve radyojenik+manto kökenli gaz bileşenleri ile birlikte ölçülmüş trityum içeriğı tabloda verilmiştir.

	cm ³ / g H ₂ O
Ölçülen toplam 3He	2.70 10 ⁻¹³
Atmosferik kökenli 3He	2.40 10 ⁻¹³
Radyojenik+manto kökenli 3He	1.40 10 ⁻¹⁴
Trityum (3H) TU	5 TU

Bu dağılımdan itibaren

Tritiojenik 3He* = Ölçülen toplam 3He – (Atmosferik kökenli 3He + Radyojenik+manto kökenli 3He)

Tritiojenik 3He* = 1.60 10⁻¹⁴ cm³ / g H₂O

cm³ / g H₂O cinsinden 3He* derişimi 4.02 10⁺¹⁴ ile çarpılarak 3He* derişimi trityum birimi (TU) cinsinden hesaplanmış olur.

Tüm bileşenleri hesaplanan eşitlik çözüldüğünde

$t_{3H/3He} = \lambda^{-1} \ln(^3He^*/^3H + 1) = 14.83$ yıl olarak hesaplanır