

Dünya'daki Su Güneş'ten Yaşlı

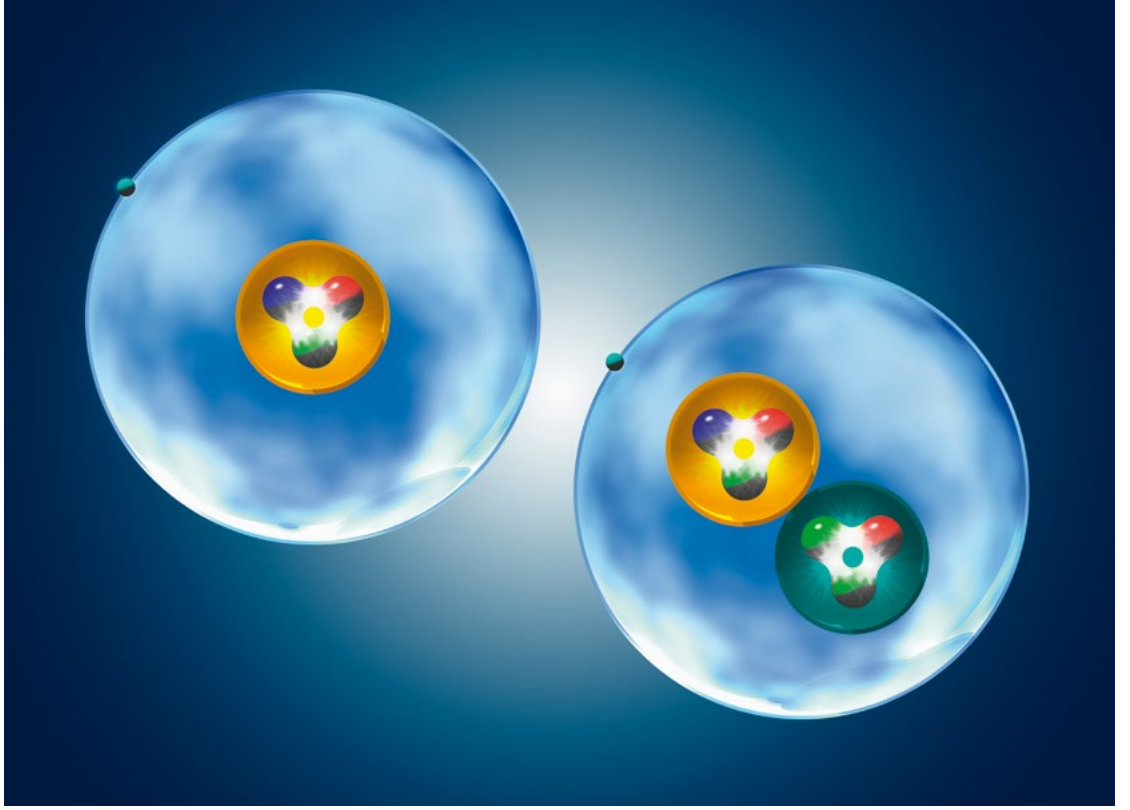
Güneş Sistemi'ndeki su 4,6 milyar yıl önce içinde
Güneş'in oluştuğu toz ve gaz bulutundan miras.

Güneş Sistemi'nin her yerinde, örneğin kuyruklu yıldızlarda, asteroitlerde, Dünya'da, bazı büyük gezegenlerin uydularında su bulunuyor. Sıvı haldeki suyun varlığı Dünya üzerinde yaşamın ortaya çıkmasını sağladı. Bu nedenle Dünya'daki suyun kaynağının ne olduğu sorusunun cevaplanabilmesi, uzayda yaşanabilir koşulların nasıl oluştuğunun anlaşılması açısından hayli önemli.

Geçmişte Dünya'daki suyun kaynağının kuyrukluysıldızlar olduğu düşünülüyordu. Ancak araştırmalar Dünya üzerindeki suyun sınırlı bir kısmının kuyrukluysıldızlardan geldiğini gösteriyor. Dünya üzerindeki suyun tamamının tek bir kaynaktan sağlandığını gösteren yeterli bir açıklama henüz bulunmuş değil. Bilim insanları Güneş Sistemi'ndeki karasal gezegenlerdeki, örneğin Dünya'daki suyun kaynağının kuyrukluysıldızlar, asteroitler ve Güneş Sistemi'nin oluştuğu bulutsunun içindeki toz parçacıklarının yüzeyinde tutunmuş katı haldeki su olduğunu düşünüyor.

Kuyrukluysıldızlar ve asteroitler Güneş Sistemi'nin en eski üyeleri olarak kabul ediliyor. Bileşimleri Güneş Sistemi'nin oluştuğu bulutsunun bileşimini yansıtan bu gök cisimleri, suyun izini takip eden bilim insanları için zaman makinesi gibi görev yapabilir. Ancak bu cisimlerin içindeki suyun ne zaman oluştuğu tam olarak bilinmiyor. Bazı bilim insanları Güneş Sistemi'ndeki suyun kaynağının Güneş'in oluştuğu bulutsunun içindeki -Güneş'in oluşumundan önce de var olan- su olduğunu düşünüyor. Diğer bir görüşe göre Güneş oluşuktan sonra, etrafındaki gezegenlerin oluştuğu diskin içinde gerçekleşen süreçler sonucu oluşuyor.

Bilim insanları bu sorunun cevabını bulmak için genellikle sudaki döteryum atomlarına odaklanıyor. Hidrojenin izotoplarından biri olan döteryumun çekirdeğinde bir protona ilave olarak bir nötron bulunuyor. Döteryumun Büyük Patlama'dan birkaç dakika sonra hidrojenle birlikte oluştuğu düşünülüyor. Bugün evrende bulunan döteryum miktarı bilim insanlarına evrenin ilk anları, yıldızların ve gökadalaraın oluşumu hakkında önemli bilgiler veriyor. Çünkü döteryum yıldızlarda gerçekleşen füzyon tepkimeleri sonucu kolayca helyuma dönüşür ancak üretilemez. Bu nedenle bugün evrende bulunan döteryum miktarı, evrenin oluşumunun başlangıcında üretilen döteryumdan yıldızlar tarafından tüketildikten sonra kalan miktara eşittir. Yani Büyük Patlama'dan sonra oluşan ve bugün evrende var olan döteryum miktarı bilinirse yıldızların oluşumunda kullanılan miktar hesaplanabilir.



Hidrojen ve döteryum

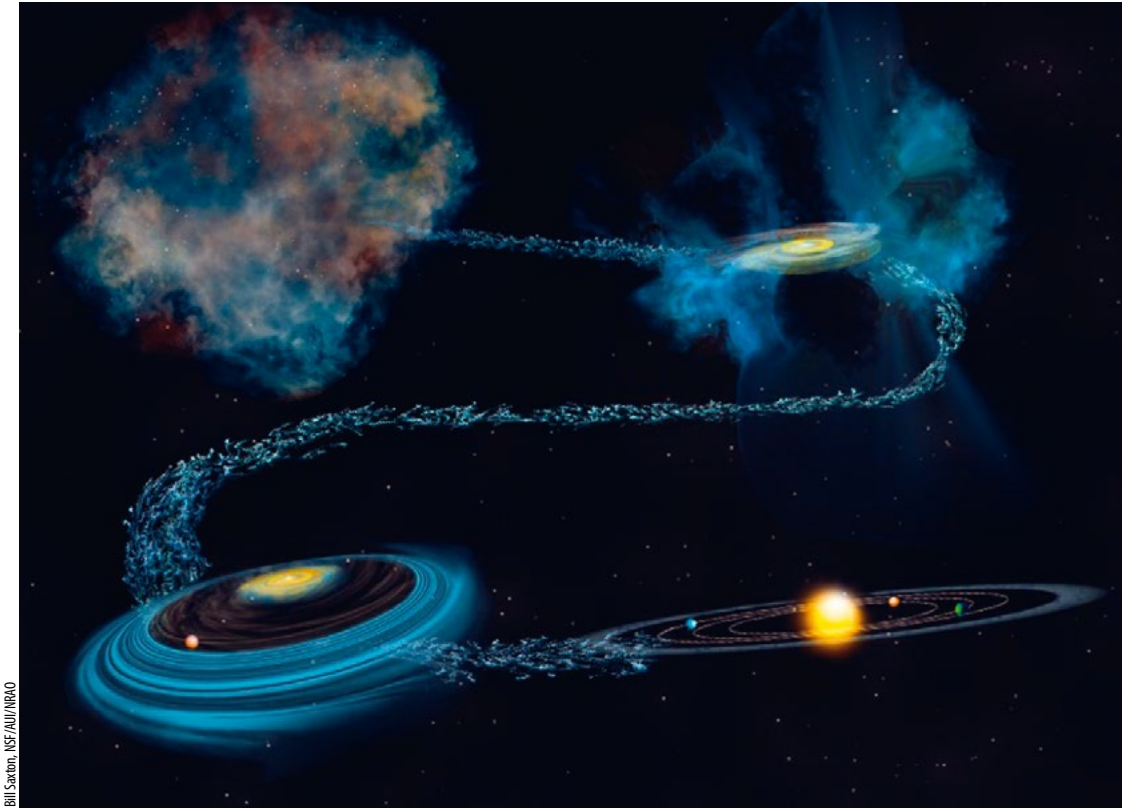
Evrenin ilk anlarında oluşan döteryum, yıldızların içinde gerçekleşen füzyon tepkimelerinde kullanılıyor. Bu nedenle evrenin farklı noktalarındaki, örneğin yıldızlar arası ortamdaki, yıldızlardaki, gezegenlerdeki ve kuyruklu yıldızlardaki döteryum-hidrojen oranları birbirinden farklı. Döteryum aynı zamanda Güneş Sistemi'ndeki suyun kaynağının belirlenmesinde de bilim insanlarına yardımcı oluyor. Hidrojen içeren moleküllerin bir kısmının yapısında hidrojenin izotoplarından olan döteryum bulunuyor. Su da bu moleküllerden biri ve yapısında döteryum olan su "ağır su" olarak isimlendiriliyor.

Güneş Sistemi'nin farklı noktalarındaki gök cisimlerinin yapılarında bulunan sudaki döteryum-hidrojen oranları birbirinden farklı. Örneğin Oort Bulutu'ndaki kuyruklu yıldızların yapısında bulunan sudaki döteryum ve hidrojen oranı, Dünya'dakinden yaklaşık iki kat daha yüksek. Bilim insanları bu farklılıktan yararlanarak Güneş Sistemi'ndeki suyun kaynağını belirlemeye çalışıyor.

Eylül ayında *Science* dergisinde yayımlanan çalışmada araştırmacılar bu amaçla Güneş Sistemi'ndeki suyun kaynağı olduğu düşünülen ortamlardaki koşullar ile sudaki döteryum ve hidrojen oranı arasındaki ilişkiyi inceledi. Yapısında hidrojen atomu bulunan moleküllerdeki döteryum-hidrojen oranları, moleküllerin oluştuğu ortamdaki koşullarla yakından ilişkili.

Sudaki döteryum-hidrojen oranının yüksek olması için, oluşumu sırasında ortamın düşük sıcaklıkta olması, oksijen içermesi ve ortamda iyonlaştırıcı bir radyasyon türünün olması gerekiyor. Bu koşulların hepsi yıldızlar arası ortamda bulunuyor. Araştırmalar yıldızlar arası ortamdaki katı haldeki suyun Güneş Sistemi'nin farklı noktalarındaki sudan döteryum açısından daha zengin olduğunu gösteriyor.





Bill Saxton, NSF/AUI/NRAO

Yıldızlar arası ortamdaki katı haldeki su, toz parçacıklarının üzerinde tutunmuş olarak bulunuyor. Suyun katı yüzeylere tutunma enerjisinin yüksek olması nedeniyle, kuramsal olarak Güneş Sistemi'nin oluştuğu bulutsu içindeki katı haldeki suyun, Güneş'in oluşumundan sonra (bu aşamada bir kısmı süblimleşerek gaz haline dönüşür) gezegenlerin oluştuğu toz ve gaz diskinin içinde varlığını devam ettirebileceği öngörülmüyor. Suyun gaz hâle geçen kısmının ise Güneş'ten yayılan enerji nedeniyle parçalandığı düşünülüyor. Kaynağı yıldızlar arası ortam olan suyun büyük bölümü bu aşamada parçalandıysa, Güneş Sistemi'nde bugün var olan suyun Güneş oluşuktan sonra farklı kimyasal süreçler sonucu tekrar oluşmuş olması gerekiyor. Ancak suyun termal olarak parçalanıp tekrar oluşması sırasında, yıldızlar arası ortamdaki suyun döteryum-hidrojen oranına ait bilgiler siliniyor.

Güneş Sistemi'ndeki suyun ne kadarının kaynağının yıldızlar arası ortam olduğu sorusu yakın zamana kadar cevaplanamamıştı. Michigan Üniversitesi'nden L. Ilseore Cleeves'in de aralarında bulunduğu araştırmacılar bu sorunun cevabını bulmak için Güneş'in oluşumundan sonraki koşulların, Güneş Sistemi'nde bugün var olan sudaki döteryum-hidrojen oranıyla uyumlu olup olmadığını inceledi.

Sıcaklığı yaklaşık 10 Kelvin olan, iyonlaştırıcı radyasyonun kozmik ışıklardan geldiği ve Güneş'in de içinde olduğu bulutsunun koşulları, döteryum açısından zengin suyun oluşumu için uygun. Benzer şekilde Güneş'in oluşumundan sonra çevresindeki toz ve gaz diskinin sıcaklığı ağır suyun oluşumu için uygun olsa da, Güneş'ten yayılan Güneş rüzgârları nedeniyle zayıflayan kozmik ışınların, bu sürecin verimliliğini nasıl etkileyeceği sorusu ortaya çıkıyor.

Sonuçlar Güneş'in oluşumundan sonraki koşulların, bugün Güneş Sistemi'nde var olan sudaki döteryum-hidrojen oranıyla uyumlu olmadığını gösteriyor. Araştırmada ayrıca Dünya'nın okyanuslarındaki suyun yaklaşık yarısının, kuyrukluysıldızlardaki suyun ise tamamına yakınının kaynağının yıldızlar arası ortam olduğu anlaşıldı. Bu Güneş Sistemi'ndeki suyun önemli bir kısmının Güneş'ten daha yaşlı olduğu anlamına geliyor.

Yıldızların oluştuğu bulutsuların içindeki suyun, yıldızların oluşumundan sonra da varlığını devam ettirebilmesi, yaşamın oluşması için en önemli bileşen olan suyun başka gezegen sistemlerinde de bulunabileceği anlamına gelebilir.

Kaynaklar

- Cleeves, L. I. ve ark., "The ancient heritage of water ice in the solar system", *Science*, Cilt 345, Sayı 6204, s. 1590-1593, 2014.
- Izidoro, A. ve ark., "A compound model for the origin of Earth's water", *The Astrophysical Journal*, Cilt 767, Sayı 1, 2013.
- de Leeuw, N. H. ve ark., "Where on Earth has our water come from?", *Chemical Communications*, Cilt 46, s. 8923-8925, 2010.
- <http://sci.esa.int/herschel/49378-the-deuterium-to-hydrogen-ratio-in-the-solar-system/>