

Dünya'daki Tuzlu Sular Yeni Temiz Su Kaynakları Olabilir

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Temiz su kaynaklarındaki azalma küresel ölçekte kaygı verici boyutlara ulaşıyor. 2025 yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikilik kısmının tatlı su kıtlığı yaşayabileceği öngörülüyor. Bunun altındaki en önemli etmen dünyanın çeşitli bölgelerindeki uzun süren kuraklıklar olarak görülüyor. Ancak bölgesel ve yerel tatlı su kaynaklarının endüstriyel faaliyetler ve konutlardaki kullanıma bağlı olarak sürekli bir şekilde kirletilmesi de krizin büyümesini hızlandırıyor.

Deniz suyunun tuzdan arındırılması küresel ölçekteki su kıtlığı ve temiz suya ulaşabilme sorununu çözmeye anlamında kritik bir öneme sahip. Okyanuslar, denizler ve yer altı su kaynaklarındaki tuzlu sular küresel suyun %97,5'lik kısmını oluşturuyor. Bu nedenle iyi ve etkili bir tuzdan arındırma işleminin küresel tatlı su talebini karşılamak adına umut verici olduğu düşünülüyor.

Ters ozmoz gibi membran kullanımına dayalı desalinasyon (tuzdan arındırma) süreçleri büyük ilgi görmesine rağmen bu işlem yüksek enerji kullanılmasını gerektiriyor ve enerji sıkıntısı çekilen bölgelerde uygulama yapmak pek mümkün olmuyor. Fabrikalarda ve büyük tesislerde enerji geri kazanım sistemleri ile 1 m³ suyun tuzdan arındırılması için harcanan enerji 2 kWh gibi enerji verimli sayılabilecek boyutlara getirilebilse de küçük ölçekte uygulanan süreçlerde aynı işlem için 17 kWh gibi yüksek enerji sarfiyatı gerekiyor.

2012 yılında *Scientific American* dergisi tarafından dünyayı değiştirebilecek ilk on fikirden birisi olarak gösterilen "Yönlü Çözücü Ekstraksiyonu", tamamen atık ısı veya güneş enerjisi tüketimine dayanan düşük çalışma sıcaklıkları gerektirdiğinden oldukça uygulanabilir bir suyu tuzdan

arındırma ve içme suyu elde etme yöntemi olarak karşımıza çıkıyor.

Yöntem sıcaklık artışına bağlı olarak suyun yönlü çözücü madde içerisindeki çözünürlüğünün artması ve aynı zamanda yönlü çözücünün tuz iyonlarını çözmemesi prensibine bağlı olarak çalışıyor. Yönlü çözücü ekstraksiyonu membran bazlı olmayan bir teknoloji ve üretim sistemlerindeki atık ısının kullanılması gibi düşük enerjilerle suyu tuzdan arındırma işlemini gerçekleştirebiliyor. Bunun için kullanılan yönlü çözücü, suda çözünmüyor ancak suyu çözebiliyor ve tuz iyonlarının geçmesine de izin vermiyor.

Şimdiye kadar bilinen en yüksek verime sahip yönlü çözücü madde dekanolik asit (CH₃(CH₂)₈COOH). Ancak düşük verimlilik ve temiz su elde edilme oranı ile nispeten yüksek

İyonik sıvı kullanarak tuzlu sudan tatlı su elde etme işlemi

a) Tuzlu su iyonik sıvı ile karıştırılıyor.

b) Sıcaklığın artırılmasıyla birlikte su iyonik sıvıda çözünüyor ve tuzdan ayrışıyor.

c,d) Tuzun ortamdaki uzaklaştırılması ile birlikte sıcaklık düşürülüyor ve suyun iyonik sıvıdaki çözünürlüğünün azalması ile iyonik sıvı ve suyun ayrışması sağlanıyor.

e) Tatlı su ortamdaki alınıyor ve iyonik sıvı uygun süreçlerle geri dönüştürülüp tekrar kullanıma hazır hâle getiriliyor.

enerji sarfiyatı araştırmacıları daha iyi ve verimli alternatifler aramaya teşvik ediyor.

Notre Dame Üniversitesinden profesör Tangfei Luo ve meslektaşları *Nature Communications* dergisinde yayımlanan çalışmaları ile keşfettikleri yeni iyonik sıvı sayesinde yönlü çözücü ekstraksiyonu işlemi şimdiye kadar gerçekleştirilenlerden on kat daha verimli hâle getirdiklerini bildirdiler. Böylece hem maliyeti yüksek membranlara ihtiyaç duymadan hem de daha düşük enerji harcayarak suyu tuzdan arındırmayı başardılar.

Kullanılan düz zincir asitlerin yerine işlevselliği artırılmış halka



yapısındaki kimyasal bileşiklerin yönlü çözücü ekstraksiyon yönteminin etkinliğini artıracaklarını öngören araştırmacılar, önce moleküler dinamik üzerine bilgisayar simülasyonları kullanarak daha sonrasında ise deneysel yöntemlerle çeşitli iyonik sıvıların tuzlu sudan uzaklaştırılması işlemindeki performanslarını araştırdılar. Çalışma sonunda dekanoik asit kullanımına kıyasla tatlı su elde etme verimliliğini on katına çıkarmayı başardılar.

İyonik sıvılar tasarım esnekliğine ve düşük uçucu özelliğe sahip olmalarından dolayı suyun tuzdan arındırılması için ideal adaylar olarak değerlendiriliyor. Oda sıcaklığı ile 100 °C arasında sıvı hâlde bulunan organik iyonlardan oluşan bu sıvılar organik bileşiklerin ayrıştırılması, geçiş metallerinin tutulması, karbondioksitin yakalanması ve sulu ortamlardan tuzun uzaklaştırılması gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.

Çalışma sonucunda imidazolyum bazlı bir iyonik sıvı olan [emim] [Tf₂N]’i kullanarak tuzlu sudan, hatta doymuş tuzlu su kaynaklarından etkili bir şekilde içme suyu elde eden araştırmacılar yüksek performanslı yönlü çözücülerin geliştirilmesinin ve tuzlu sulardan içme suyu elde edilebilmesinin kapılarını sonuna kadar açmış görünüyor. Araştırmanın olumlu sonuçları temiz suya tüm insanların eşit bir şekilde ulaşması yolundaki son derece önemli gelişmeler olarak kabul ediliyor. Bununla birlikte, uygun iyonik sıvıların maliyetlerinin düşürülmesi ve daha büyük miktarlarda temiz su üretiminin sağlanması için çalışmaların sürdürülmesi gerekiyor. ■

Kaynaklar:

Guo, J. ve ark. "Ionic liquid enables highly efficient low temperature desalination by directional solvent extraction", *Nature Communications*, 12:437, 2021.

<https://phys.org/news/2021-02-material-shown-efficiently-desalinate.html>