



Güneş Enerjili Yakıt Hücreleri Alternatif Enerji Kaynaklarının işbirliği



Günümüzde enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılan fosil yakıtlar sebep oldukları çevresel problemlerin yanı sıra kaynakların sınırlı olması nedeniyle yakın gelecekte tükenme tehlikesiyle de karşı karşıya. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bu sorunlara çözüm olabileceği düşünülüyor. Ancak bu kaynakların fosil yakıtların yerini alabilmesi için başlıca yenilenebilir enerji kaynakları olan Güneş'ten ve rüzgârdan kesintisiz olarak enerji sağlanmaması problemine çözüm bulunması gerekiyor.

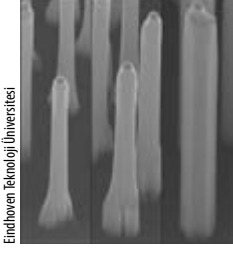
Temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olan hidrojen de geleceğin enerji kaynaklarından biri olarak kabul ediliyor. Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü yakıt hücrelerinde hidrojen yakıt olarak kullanılır. Yakıt hücreleri fosil yakıtların kullanıldığı motorlarla kıyaslandığında çok daha yüksek verimle çalışır ve hidrojenin kullanıldığı yakıt hücrelerinde yan ürün olarak sadece su açığa çıkar.

Hidrojenin üretiminde farklı yöntemler kullanıyor. Ancak bu yöntemlerle ilgili temel problem maliyetlerin çok yüksek olması. Hidrojenin suyun elektrik enerjisi kullanılarak ayrıştırılması yani elektroliz ile eldesi maliyet problemi nedeniyle sıkça kullanılan bir yöntem değil. Hidrojenin neredeyse tamamı -yaklaşık %95'i- fosil yakıtlar kullanılarak elde ediliyor. Bu nedenle bilim insanları fosil yakıtlara bağımlı olma-

yan, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılan farklı yöntemler üzerine çalışmalar gerçekleştiriyor. Bu yöntemlerden biri de suyun ayrıştırılarak hidrojen eldesinde güneş enerjisinin kullanılması.

Bitkiler güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürme sürecini başarılı bir şekilde gerçekleştiriyor. Ancak hidrojen üretiminde güneş enerjisinin kullanılmasına yönelik şu ana kadar geliştirilen teknolojilerin verimlilikleri bu yöntemlerin uygulanabilir olabilmesi için yeterli değil.

Bu amaçla kullanılan yöntemlerin ilki güneş gözeleri kullanılarak elde edilen elektrik enerjisinin suyun ayrıştırılmasında kullanılmasına dayanıyor. Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü ve suyun ayrıştırıldığı sistemlerin birleştirilmesi ise maliyetlerin düşmesine ve yöntemin verimliliğinin artırılmasına yardımcı olabilir.



Farklı çaplardaki vurtst-galyum fosfor nanoteller

Işık etkisiyle suyun ayrıştırılması dolayısıyla hidrojen elde edilmesi yönteminde yarı iletken malzemeler kullanılıyor. Bu malzemelerin güneş ışınlarını verimli bir şekilde soğurması, bunun sonucunda yarı iletken malzemede yük taşıyıcıların oluşması ve bu yük taşıyıcıların suyun ayrışmasını sağlayarak hidrojen ve oksijen oluşturmaları gerekiyor.

Yarı iletken malzemelerin yapısındaki elektronların çekirdek etrafındaki enerji seviyelerinde nasıl düzenlendiği malzemenin özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Çok sayıda atomun bir arada olduğu katı maddelerde farklı enerji seviyelerinin bir araya gelmesiyle enerji bantları oluşur. Yarı iletken malzemelerde elektronların bulunduğu enerji bandı (değerlik bandı) ile boş elektron bandı (iletkenlik bandı) arasında bir enerji farkı vardır. Güneş ışığı yarı iletken malzeme tarafından soğurulduğunda -eğer soğurulan enerji, değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasındaki enerji farkına eşitse- değerlik bandındaki elektronlar iletkenlik bandına geçebilir. Değerlik bandında ise elektron eksikliği olan bölgeler yani elektron boşlukları ortaya çıkar. Böylece yarı iletken malzeme içinde yük taşıyıcılar oluşur. Oluşan yük taşıyıcılar sudaki oksijenin elektron vererek yani yükseltgenerek oksijen gazını, sudaki hidrojenin ise elektron alarak yani indirgenerek hidrojen gazını oluşturmaları sağlar.

Bu özellikte yarı iletken malzemeler var. Ancak yük taşıyıcıların oluşması için gerekli olan enerji miktarının, birçok yarı iletken malzemenin korozyonuna sebep olan kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesi için gereken enerji miktarına yakın olması nedeniyle, güneş ışığı etkisiyle suyun ayrışmasını sağlayan sistemlerde yarı iletken malzemelerin dayanıklılığıyla ilgili problemler var.

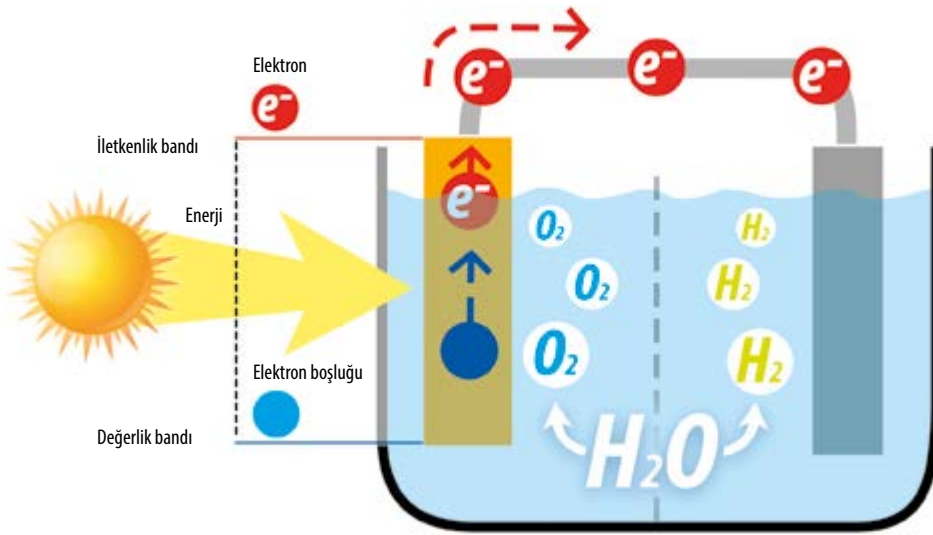
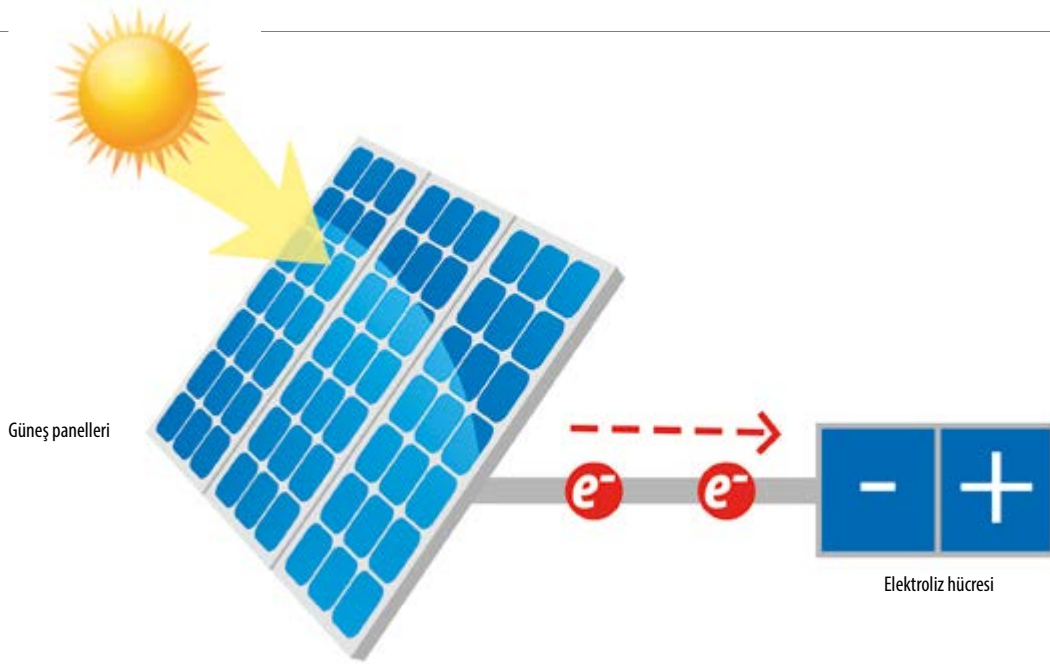
Güneş ışığı etkisiyle suyun ayrıştırıldığı sistemlerde ortaya çıkan problemlerden biri de yarı iletkenlerin değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasındaki enerji farkının elektromanyetik spektrumun belirli bir aralığına denk gelmesi. Örneğin titanyum dioksitin (TiO_2) enerji bantları arasındaki enerji farkı morötesi dalga boyundaki güneş ışınlarının soğurulmasıyla karşılanabilir. Bu ise Güneş'ten gelen enerjinin ancak belirli bir kısmının suyun ayrıştırılmasında kullanılabileceği anlamına gelir. Bu durum yöntemin verimliliğinin düşmesine neden olur.

Bütün bu etkiler nedeniyle suyun ayrıştırılmasında güneş ışınlarının kullanıldığı yöntemlerde uygun özellikte, verimliliği yüksek ve düşük maliyetli malzemelerin geliştirilmesi kilit role sahip.

Hollanda'daki Eindhoven Teknoloji Üniversitesi'nden araştırmacılar LED teknolojilerinde de kullanılan galyum fosforun suyun, güneş ışığı etkisiyle ayrıştırılmasında kullanılabilecek uygun bir malzeme olabileceğini düşündü. Geliştirilen vurtst-galyum fosfor malzemenin enerji değerlik ve iletkenlik bantları arasındaki enerji farkı, güneş ışınlarından geniş bir dalga boyu aralığında yararlanılabilesine imkân sağlıyor.

Vurtst-galyum fosfor malzemenin düz bir yüzey şeklinde kullanılması durumunda ışığın soğurulma veriminin düşük olduğunu belirleyen araştırmacılar, bu sorunun çözümü için vurtst-galyum fosfor nanoteller kullanmaya karar verdi. 90 nanometre (metrenin milyarda biri) çapındaki nanoteller bütün dalga boyundaki ışınları %100'e yakın bir verimle soğurabiliyor. Sonuçları *Nature Communications* dergisinde yayımlanan araştırmada, geliştirilen yeni malzeme sayesinde suyun güneş ışığı etkisiyle ayrıştırılmasında galyum fosforun kullanıldığı





Çizim: Erhan Balıkcı

önceki sistemlerle kıyaslandığında 10 kat daha yüksek verim elde edildi. Ayrıca nanoteller, kullanılan yarı iletken malzeme miktarının önemli oranda azalmasını sağladığı için geliştirilen yöntem maliyet açısından da hayli avantajlı.

Fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve sebep oldukları çevre problemleri nedeniyle dünyanın her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılamak için temiz, yenilenebilir, düşük maliyetli, güvenli ve sürdürülebilir yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyuluyor. Güneş enerjisi alternatif enerji kaynakları arasında kapasitesi ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle belki de en umut verici olanı. Ancak Güneş'ten gelen enerjinin gün içinde değişiklik göstermesi ve depolanamaması gibi sorunlar var. Bilim insanları gü-

neş enerjisinin suyun ayrıştırılarak hidrojen elde-sinde kullanılmasının bu sorunlara çözüm olabile-ceğini düşünüyor. Şu ana kadar sağlanan ilerlemeler bu teknolojilerin geniş ölçekte uygulanması için yeterli olmasa da gelecekte alternatif enerji kaynakla-rının işbirliği dünyanın enerji sorununun çözümüne katkı sağlayabilir.

Kaynaklar

- Ni, M. ve ark., "A review and recent developments in photocatalytic water-splitting using TiO₂ for hydrogen production", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Cilt 11, Sayı 3, s. 401-425, 2007.
- Osterloha, F. E., Parkinson, B. A., "Recent developments in solar water-splitting photocatalysis", MRS Bulletin, Cilt 36, Sayı 1, s. 17-22, 2011.
- Standing, A. ve ark., "Efficient water reduction with gallium phosphide nanowires", Nature Communications, 2015, DOI: 10.1038/ncomms8824.
- <http://energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-photoelectrochemical-water-splitting>
- <http://www.rsc.org/chemistryworld/2014/11/photoelectrochemical-cell-water-splitting-protect-electrode-corrosion>

