

İnovatif Güneş Enerjili Su Ayırıcı (Water Splitter) Kanalı ile Sürdürülebilir Temiz, Yeşil, Doğa Dostu ve Çevreci Alternatif Hidrojen Üretimi Sağlanması

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

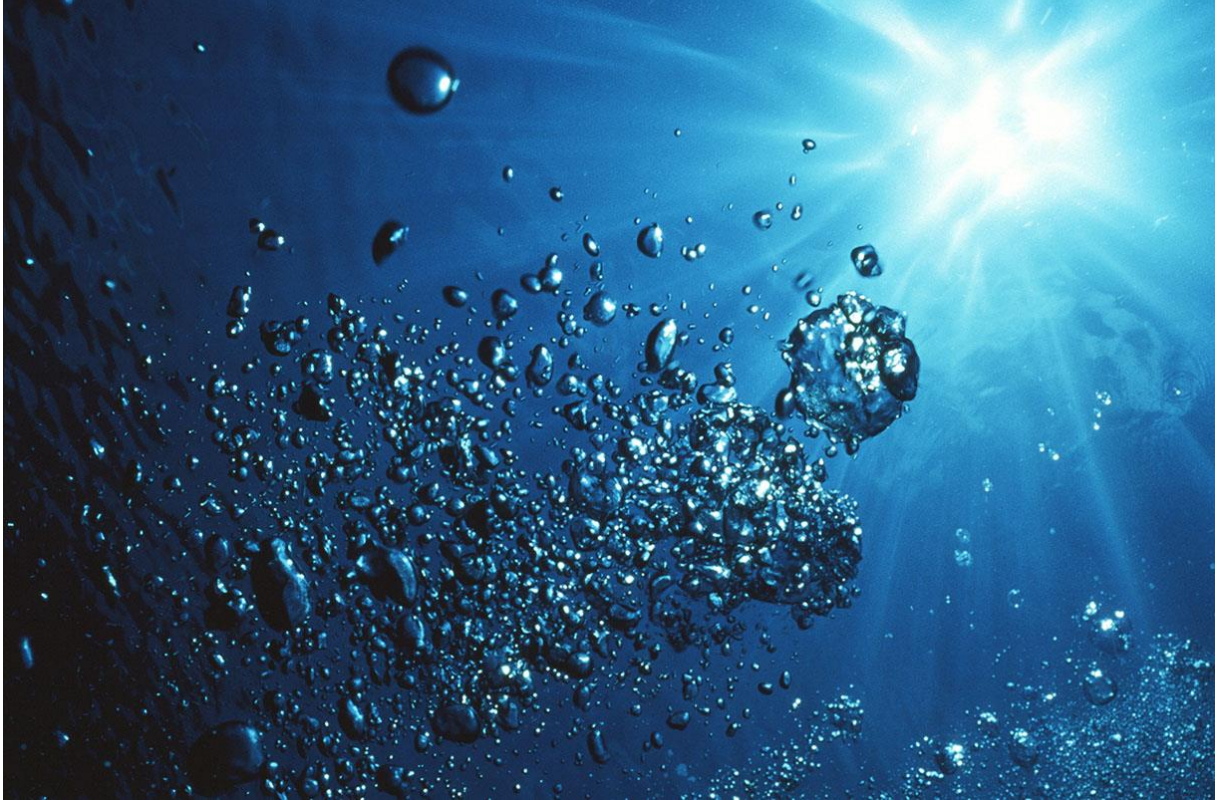
Güneş sistemi içinde yegâne mavi gezegen dünyanın varlığını oluşturan aynı zamanda sürdürülebilir en büyük çevreci, doğa dostu ve yeşil enerji kaynağı güneş ışınları öğeleri ile güneş radyasyonları demetleri kabul edilmektedir. Öte yandan, bilim insanları birincil enerji kaynağı fosil yakıtlar karşısında geleceğin temiz enerji kaynağı karbonsuz füzyon enerjisi yoluyla güneşin yerkürede elde edilmesi yönünde kapsamlı termonükleer enerji araştırma-geliştirme Ar-Ge çalışmaları yürütmektedir. Olumlu ilerleyen nükleer füzyon enerjisi bilimsel ve teknolojik araştırmaları sonucunda ilk kez termonükleer enerji verimliliği temini buluşu ise Aralık 2022 yılında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, günümüzde global fotovoltaik pil maliyetleri düşüşleri aynı zamanda verimliliği yükselen küresel yenilenebilir enerji kaynakları YEK odaklı karbonsuz güneş enerjisi santralleri GES üniteleri elektrik enerjisi üretimleri de giderek yaygınlaşmaktadır. Böylece, dünya karbonsuz güneş enerjisi sistemlerinin devreye girmesi sayesinde ve global karbonsuzlaştırma teknolojileri devrimi başlatılması ile beraber 2050 yılına kadar küresel net sıfır karbondioksit emisyonları projeksiyonları uygulanması olasılığı artmaktadır. Güneş enerjisi kompleksleri sistemlerinin verimliliğinin yükseltilmesi araştırmaları doğrultusunda yenilikçi güneş güçlü su ayırıcı (sun-powered water splitter) vasıtasıyla klasik düzenekli cihazlara kıyasla üç kat daha yüksek sürdürülebilir, temiz, yeşil, doğa dostu ve çevreci enerji kaynağı hidrojen üretimleri sağlanması bu yazıda incelenmektedir.

Güneş kökenli doğal enerjiler, mavi gezegenin en temiz tabii enerji kaynakları konumunda bulunmaktadır. Bilim insanları bitkilerin fotosentez özellikleri ve niteliklerine benzer tarzda sadece güneş ve suyun kullanılması suretiyle enerji üretilmesi bağlamında uzun zamandır ciddi uğraşlar vermektedir. Küresel güneş ışını demetleri ve global güneş radyasyonu elemanları sayesinde su moleküllerinin ayrıştırılması prosesi ticari ölçekte çok verimsiz ve kifayetsiz olmasına rağmen inovasyona dayalı teknikler ve yenilikçi teknolojilerin devreye girmesi ile birlikte faydalı ve yeterli hale gelmesi ihtimali doğmaktadır. Güneş enerjisi ile su moleküllerinin ayrılması prosesi yönünde daha önce yürütülen çalışmalarda çeşitli sorunlar yaşanmıştır. Örneğin, suyun hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağların koparılması yöntemi çerçevesinde enerjik fotonların kullanılması gerekmektedir. Söz konusu kimyasal reaksiyonlar ve tepkimelerin başarılması açısından ultraviyole ve görünür ışık enerji kaynaklarına göre çok daha kısa dalga boylu, yüksek frekanslı ve enerjili fotonlar icap etmektedir. Ancak, yeryüzüne %50 oranında ulaşan kızılötesi ışınlar (infrared photons) ise kimyasal tepkimeleri başlatmak üzere yeterince enerjiye sahip bulunmamaktadır.

Solar su ayırıcıları (solar water splitters) iki strateji izlenerek mevzu bahis problemlerin çözülmesi hedeflemektedir. Birinci strateji çerçevesinde çok daha verimli ve etkili fotoelektrokimyasal hücre ([photoelectrochemical cell](#) PEC) cihazı kullanılmaktadır. Bir elektrot mini güneş pili (mini-solar cell) olarak rol oynamaktadır. Mini güneş hücresi, güneş ışını demetlerinin absorplanması ve güneş radyasyonu öğelerinin soğurulması görevini üstlenmektedir. Küçük güneş hücreleri ile sağlanan

enerji sayesinde elektriksel yükler üretilmektedir. Üretilen elektriksel yükler ise su moleküllerinin ayrılması prosesi için elektrotlar üzerindeki katalizörleri beslemekte aynı zamanda bir elektrot çevresinde hidrojen gazı ve diğer elektrot etrafında oksijen gazı oluşmaktadır. En iyi **PEC** cihazı, güneş ışınları ve güneş radyasyonları enerjisinin yaklaşık %25 'ini hidrojen yakıtı haline dönüştürebilen aygıt olarak tanımlanmaktadır. Ancak, söz konusu cihaz içerisinde kimyasal olarak aşındırıcı çözeltiler (corrosive electrolytes) kullanılması ise güneş ışını soğuran ve güneş radyasyonu absorblayan yarı iletken düzeneğine son derece zarar vermektedir. İkinci stratejide ise tek parçadan ibaret yekpare fotokatalitik hücre (monolithic photocatalytic cell) ile batarya benzeri düzenek bertaraf edilerek su içine sadece güneş radyasyonlarını absorblayan yarı iletken daldırılmaktadır. Suya batırılan yarı iletken ise güneş ışınlarını soğurarak elektrik yükleri oluşturmaktadır. Meydana gelen elektrik yükleri sayesinde yüzey üzerindeki katalizör metaller (catalytic metals) beslenerek su molekülleri hidrojen ve oksijen atomları şeklinde ayrıştırılmaktadır. Bununla beraber hidrojen ve oksijen atomlarının çok yakın oluşması da birbiri ile etkileşme ihtimalini aynı zamanda kimyasal reaksiyonlar ve tepkimeler neticesinde suyun yeniden şekillenmesi olasılığını doğurmaktadır.

Karbonsuz yenilikçi güneş enerjili su ayırıcı (solar water splitter) sistemi hidrojen üretimi prosesi aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.



Kaynak: Science Dergisi

Yukarıda kısaca anlatılan fotokatalitik su ayırıcıları (photocatalytic water splitters) verimlilikleri sınırlı düzeyde kalmaktadır. Örneğin, güneş güçlü su ayırıcıları gelen güneş enerjisinin sadece %3 'ünü kullanılabılır ve faydalı hidrojen yakıtı haline dönüştürmektedir. Verimliliğin artırılması açısından çözüm yolu bulma bağlamında ise klasik güneş panelleri benzeri çok daha büyük yarı iletken yapılar oluşturulması olası görülmektedir. Ancak, yarı iletken düzeneğin su ayırma yetenekleri, standart

silikonlu solar panelleri yapılarına kıyasla pahalı seviyelerde seyretmektedir. Bu durumda yarı iletkenli su ayırma sistemi seçeneği maliyeti çok yüksek olmaktadır. Günümüzde **Amerika Birleşik Devletleri Ann Arbor** kentinde konuşlu **Michigan Üniversitesi (University of Michigan)** görevli Kimyacı **Prof Dr Zetian Mi** liderliğinde yürütülen araştırmada ufak değişiklikler ile ince ayarlanmış bir fotokatalitik donanım kullanılmıştır. Deney düzeneğine yaklaşık tipik pencere büyüklüğünde bir mercekle yerleştirilmiştir. Söz konusu düzenek sayesinde güneş ışını ve güneş radyasyonu 100 kat daha küçük bir alana odaklanmıştır. Böylece, güneş enerjili su ayrıştırma sistemi yarı iletken büyüklüğü ve maliyeti önemli ölçüde azaltılmıştır. Yarı iletken üzerinde çok sayıda nano boyutlu metal katalizörler ile kaplanmış yüzeyden geçen yoğun güneş ışını demetleri ve kesif güneş radyasyonu elemanları elektriksel yükler oluşturarak yapı içinde su ayrıştırma reaksiyonları ve su ayırma tepkimeleri meydana getirmektedir. Ayrıca, **Dr Zetian Mi** ve bilimsel araştırma ekibi, meydana gelen hidrojen ve oksijen gazlarının yeniden kimyasal reaksiyonlara girerek tekrar su oluşumu sürecinin önlenmesi açısından suyun ayrıştırılması için ortam sıcaklığını 70°C 'a kadar yükseltmiştir. Michigan Üniversitesi araştırma grubunun bulunduğu cihazın en son versiyonu, sadece suyu ayrıştırmaya uygun olan görünür ve ultraviyole fotonlar değil aynı zamanda daha az enerjetik kızılötesi fotonları da kullanmaktadır. Michigan Üniversitesi bilim insanları tarafından gerçekleştirilen çalışmada inovatif güneş enerjili su ayırıcı (sun-powered water splitter) ile %9.2 oranında hidrojen yakıtı üretimi sağlanarak önceki konvansiyonel fotokatalitik cihaz yapılarına nazaran üç kat daha fazla verim artışı temin edilmektedir. İnovasyona dayalı güneş güçlü fotokatalitik su ayrışması cihazı bilimsel araştırma keşfi Ocak 2023 'de **Nature Dergisi**'nde yayımlanmıştır.

Öte yandan, **Berkeley** kenti konuşlu **Kaliforniya Üniversitesi (University of California, Berkeley)** öğretim üyelerinden Kimyacı **Prof Dr Peidong Yang**, evrimsel güneş enerjili su ayırıcı cihazı buluşu çalışmasını oldukça başarılı olarak yorumlamaktadır. **Dr Peidong Yang**, yaklaşık 20 yıl önceki geleneksel fotokatalitik su ayırma cihazı öncüleri arasında sayılmaktadır. Ancak, **Dr Yang** halihazır yeni bilimsel araştırmada yer almamıştır. **Birleşik Devletler Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (U.S. National Renewable Energy Laboratory - NREL)** uzmanlarından **Dr Todd Deutsch**, verimlilik açısından %10 'luk hedefe ulaşılmasını solar güçlü su ayırıcı (solar powered water splitter) cihazları seri üretimleri başlatılması yönünde son derece önemli olarak değerlendirmektedir. **Dr Deutsch**, yenilikçi güneş güçlü su ayırıcı cihazı sisteminin hâlâ ticari sorunları olduğunu ifade etmektedir. Örneğin, söz konusu sistemde patlayıcı özelliğe sahip hidrojen ve oksijen karışımı gazlar da üretilmektedir. Cihazın ticari versiyonu kapsamında ise mevzu bahis gazları ayrıştırılması ilave ekonomik yükler ve maliyet artışları getirmektedir. İnovatif güneş enerjili su ayırıcı cihazları düzeneklerinin markete açılması durumunda mühendisler tarafında dev solar su ayırıcı hidrojen üretimi çiftlikleri kurulması ihtimali doğmaktadır. Böylece, gelecekte temiz hidrojen yakıtlı ulaşım araçları, sanayi fırınları ile hidrojeni elektriğe dönüştürerek şebekeye veren ticari yakıt hücreleri de devreye girecektir. Ancak **Dr Mi** ise bahse dünya iklim krizinin önlenmesi ve küresel ekolojik dengenin korunması yönünden can alıcı öneme sahip çok olumlu gelişmelerin uzun vadede gerçekleşeceğini belirtmektedir. Sonuçta, dünyanın her yerinde bol miktarlarda bulunan deniz sularının dönüştürülmesi ile birlikte gelecekte sürdürülebilir karbonsuz, temiz, yeşil, doğa dostu ve çevreci çok geniş kapsamlı güneş enerjili menşeli küresel hidrojen yakıtı üretimleri olası kabul edilmektedir.

Kaynaklar:

- Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri ve Fotovoltaik Güç Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Yeni Nesil Termoelektrik Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011
- Uzay Güneş Enerjisi Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Çevre Dostu Temiz Enerji Kaynakları Teknolojileri Projeksiyonları ve Küresel Çevreci Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Yeni Nesil Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri Geliştirilmesi için Son Yapılan Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Düşük Karbon Teknolojileri Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Menşeli Yeni Kuşak Güneş Enerjisi Sistemleri Verimlilik Artırma Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Çin Yüksek Sera Gazı Emisyonları Karşısında Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Kökenli RES ve GES Elektrik Üretimleri Projeleri Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2014.
- Dünya Düşük Karbon Ekonomisi Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Elektrik Üretim Sistemleri Gelişim Süreci İçerisinde YEK Güç Üniteleri Yatırımları Artışı, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK ile Güneş Radyasyonları Kökenli Güneş Enerjisi Sistemleri GES ve Silikon Kristalli Fotovoltaik Pil Maliyetleri Düşüşleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2015.
- Avrupa Çevre Fosil Yakıtlar Tüketim Vergisi Uygulaması Gerekliliği ve Yeşil, Çevreci Karbonsuz Yeni Kuşak Elektrikli Araba Satışları Teşvikleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Tabanlı GES ve RES Kompleksleri ile Yoğun Çevre Kirliliği Oluşturan Kömür Santralleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2016.
- Güneş Panelleri Fotovoltaik Pil Yapımları Sırasında Kullanılan Fosil Yakıtlı Güç Santralleri Üniteleri Karbondioksit Emisyonları Dezavantajı Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2016.
- Güney Avustralya Doğal Afetler Nedeni ile Oluşan Elektrik Kesintileri Sonucu Çevreci İnovatif Batarya Güçlü Enerji Depolama Sistemi Projesi Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2017.
- Global Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Menşeli RES ve GES Kompleksleri İçin Yüksek Gerilim Doğru Akım – HVDC Transmisyon Hatları Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2017.
- Güneş Panelleri, Enerji Tasarruflu LED (Light-Emitting Diodes) Aydınlatma Sistemleri Fiyatları Düşüşleri ve Dünyanın Yoksul Bölgelerinde Kullanımı, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları , Faydalı Bilgiler, 2017.
- ABD Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı İklim Dostu Birinci Nesil Nükleer Füzyon Santralleri Kurulması Yönünde Enerji Verimliliği Artırılması Keşfi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2022.
- American Association for the Advancement of Science – AAAS, 04 Ocak 2023.

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler