

En Temiz Enerji : Yakıt Pilleri

Nobel ödüllü sihirli malzeme grafen kullanan yeni yakıt pilleri, çevre kirliliğini önüyor ve küresel ısınmayı azaltıyor.

KOZAN DEMİRCAN

GÜNÜMÜZDE FOSİL YAKITLAR hızla tükenirken benzin, dizel, kömür ve doğal gaz kullanımının yol açtığı küresel ısınma ile çevre kirliliği artıyor. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmayı hedefleyen

Avrupa Birliği ülkeleri; Türkiye, Çin ve ABD ile birlikte dünyanın en temiz teknolojilerinden biri olan yakıt pillerine odaklanıyor.

Süngerisi yapısında bulunan mikro gözeneklere güvenle emdirilmiş hidrojen gazını oksijenle kontrollü bir şekilde yakan yakıt pilleri (hidrojen yakıt hücreleri) 1970'lerden bu yana uzay araçları ve denizaltılarda kullanılıyor; ancak günlük hayatta daha yeni yaygınlaşıyor.

New York Times Square meydanındaki Morgan Stanley genel merkezi ve diğer plazalar son 5 yılda elektrik kesintisine karşı yedek enerji sağlamak üzere yakıt pilleri kullanmaya başladı ama asıl atılım Avrupa'dan geldi. Norveç ve Almanya'nın 2025-2030 yılları

arasında fosil yakıt kullanan araçların satışının durdurulması için harekete geçmesiyle birlikte hem şebeke elektriği ile şarj olan hem de yakıt pili kullanan hibrit araçların önü açılmış oldu.

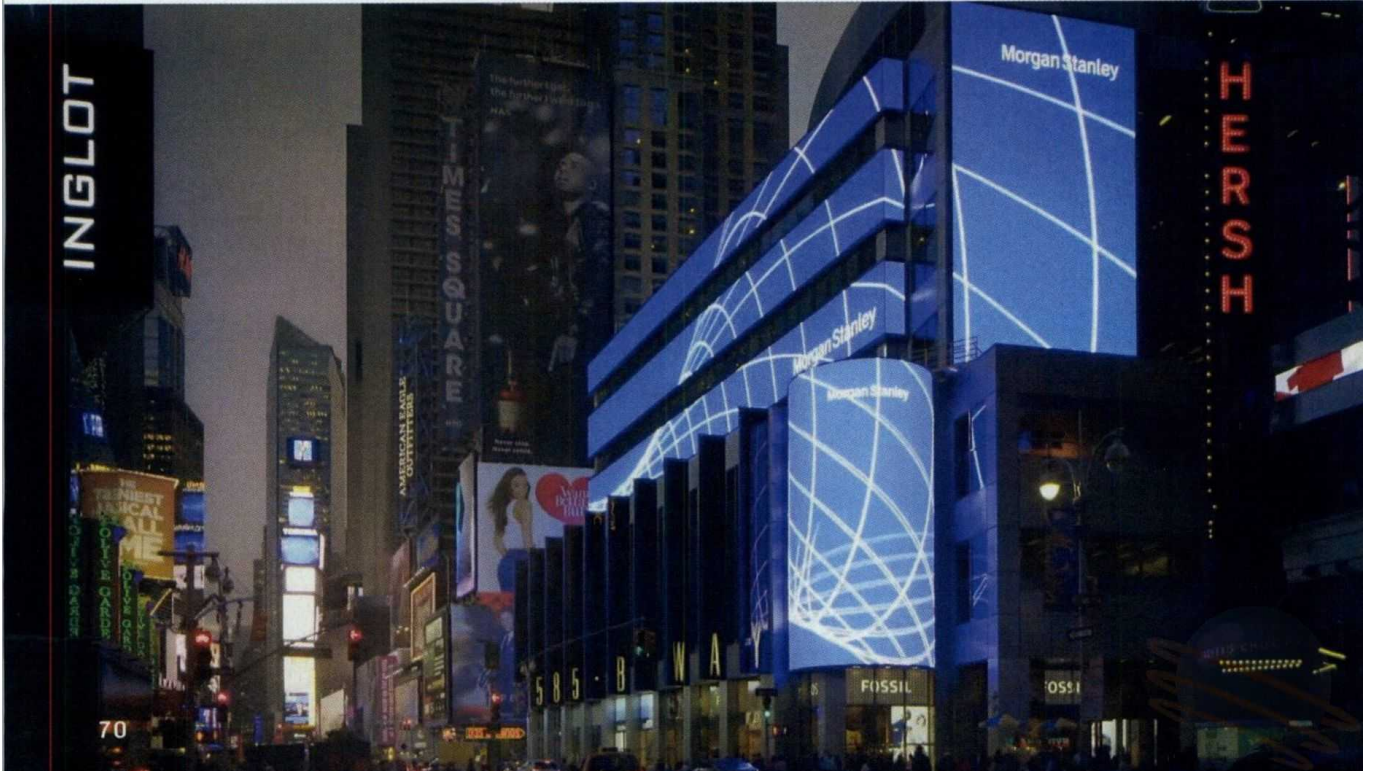
TÜRKİYE YAKIT PİLİ GELİŞTİRİYOR

Avrupa Birliği'nin Grafen Amiral Gemisi Projesi'ne Türkiye'den katılan tek kurum olan Sabancı Üniversitesi, dünyanın en gelişmiş yakıt pilinin 2023 yılında kullanıma girmesi için çalışıyor. Biz de Poplar Science Türkiye olarak, projenin ülkemizdeki yürütücüsü olan Sabancı Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Selmiye Alkan Gürsel'le yakıt pilleri üzerine aydınlatıcı bir söyleşi gerçekleştirdik.

Güneş paneliyle elektrik üretiminin ve Tesla elektrikli otomobillerin yaygınlaştığı bir dünyada Avrupa Birliği neden yakıt pili geliştirmeye büyük bütçe ayırıyor? Basında sihirli malzeme olarak tanıtılan grafen, yakıt pili üretiminde neden kritik öneme sahip? Yakıt pili ile mobil cihazlarda kullanılan lityum-iyon piller

NEW YORK TIMES SQUARE

Yakıt pilleri şimdiden elektrik kesintisine karşı jeneratörlerin yerine kullanılıyor.



arasındaki fark nedir? Bütün bu soruların cevabını temiz enerji kaynaklarına ayrılan bu yazıda bulacaksınız.

YAKIT PİLLERİ GÜNEŞ ENERJİSİNİN YERİNİ ALACAK MI?

Dünyada çok sayıda alternatif temiz enerji kaynağı var. İçlerinde en gelecek vaat eden iki çözüm ise güneş enerjisi ve hidrojen yakıt hücreleri; çünkü rüzgar ve dalga enerjisi için gereken büyük tesislerin tersine, bu ikisini hem konutlarda hem de taşıtlarda kullanabiliriz. Bugün büyük bir bahçeniz yoksa ve ciddi yatırım yapmıyorsanız rüzgar gülü kullanamazsınız. Öte yandan, çatınızda güneş paneliyle veya bahçenizdeki yakıt piliyle eviniz için gereken elektriği lokal olarak çok daha ucuza üretebilirsiniz.

Bu nedenle yakıt pilini güneş enerjisi altyapısının yaygın olmadığı ülkeler ve yeterli gün ışığı elde edilemeyen durumlarda güneş panellerinin tamamlayıcısı olarak düşünmekte fayda var. Ancak, yakıt pillerini gerektiren başka faktörler de söz konusu:

Altyapı maliyetlerini optimize etmek açısından baktığımızda; tarih bize hidroelektrik ve doğal gaz santralleri gibi farklı enerji tesislerini bir arada kullanmanın ekonomik açıdan avantajlı olduğunu gösteriyor. Ayrıca yakıt pilleri birkaç kritik noktada standart lityum-iyon pillerden daha avantajlı özelliklere sahip bulunuyor.

NE TÜR AVANTAJLAR?

Öncelikle yakıt pillerini neredeyse depoya benzin doldurur gibi hızlı şarj ediyoruz. Lityum-iyon pilleri bu kadar hızlı şarj edemezsiniz. İkincisi hidrojen yakıt hücreleri lityum-iyon pillerden ve dizel yakıtlı jeneratörlerden daha uzun ömürlü. En basitinden, hidrojen yakıt hücresi ve elektrik motoru kullanan

Yakıt pilleri dünyanın en temiz enerji teknolojileri arasında yer alıyor.

bir otomobil, yakıt pilini tekrar doldurmaya gerek kalmadan daha uzağa gidebilir. Bu konuda hibrit araçlar salt elektrikli veya fosil yakıtlı araçlardan daha uzun menzilli.

Yakıt pillerinin lojistik avantajları da var. Örneğin, elektrik kesildiğinde jeneratör yerine duvar pili kullanabilirsiniz. Hatta gün ışığını elektrige çeviren güneş panelleriyle duvar pillerini her gün yeniden şarj edebilirsiniz. Ancak, ister duvar pili kullanın ister güneş enerjisi santraline kaynak yapın, gündüz üretilen elektriği gece için depolamak zorundasınız.

Örneğin Tesla yılda 35 gigawatt saatlik pil üretim kapasitesine sahip Gigafactory tesisini inşa ediyor. Hatta enerji maliyetlerini düşürmek için çatısını güneş panelleriyle kaplıyor. Elbette güneş panelleri de fabrikalarda üretiliyor. Bu nedenle yakıt pillerinde kullanılan hidrojenin üretim ve dağıtım maliyeti hızla güneş enerjisiyle eşitleniyor.

KARA TAŞIMACILIĞI İÇİN PRATİK ALTERNATİF

Şimdi bunu kamyonlar, tırlar, hatta elektrikli gemiler ve şehirlerarası yük trenleri için düşünün. Elektrikli bir yük treninin pilini şarj etmek için garda sekiz saat beklemek istemezsiniz. Öte yandan, sırf buna gerek kalmasın diye New York-Los Angeles arasında tümüyle elektrikli raylarla döşemek de pratik değil. Elektrik motorlu bir yolcu gemisinin limanda şarj olmak için kaç saat beklemek zorunda kalacağını ise düşünmek bile istemezsiniz.

Oysa yakıt pili taşıyan bir gemi inşa etmek, kamyonlarda ve yük trenlerinde yakıt pili kullanmak çok daha kolay: Bugüne dek tüm yük trenleri dizel ve elektrik motorlu hibrit araçlar olarak üretildi; ama dizel motor yerine çevreye kirlenmeyen yakıt pili kullanarak daha uzağa, daha uygun maliyetlerle yük taşıyan trenler üretebiliriz. Dizel yerine hidrojen ya-

TOPLU TAŞIMA

Yakıt pilleri İngiltere gibi ülkelerde toplu taşıma araçlarında enerji tasarrufu sağlıyor.



kan yakıt pilleri çevreyi kirletmeden çok daha verimli çalışıyor.

PEKİ HİDROJEN ÜRETMEK ÇOK MALİYETLİ DEĞİL Mİ?

Eskiden hidrojen üretmek maliyetli bir süreçti; çünkü hidrojen evrende bilinen en hafif element ve Dünya gezegeninin yerçekimi atmosferde büyük miktarda serbest hidrojen tutacak kadar güçlü değil. Zaten öyle olsaydı Dünya kayalık bir gezegen yerine, Jüpiter gibi bir gaz devi olurdu.

Bununla birlikte dünyada uygun teknolojiyle ulaşılabilecek büyük bir hidrojen kaynağı var: Okyanuslar. Sonuçta okyanuslar su içeriyor ve su molekülleri iki hidrojen atomuyla bir oksijen atomundan oluşuyor. H₂O şeklinde yazdığımız su moleküllerini ayırıştırarak serbest hidrojen ve oksijen üretebiliriz.

BU NE İŞE YARAYACAK?

Yakıt pilleri süngersi yapısına emdirilen hidrojeni oksijenle yakarak enerji üretiyor. Bunun için de havadan oksijen çekmesi gerekiyor. Ancak atık olarak ne üretiyor biliyor musunuz? Su, sadece sıvı su. Geleceğin en temiz enerji kaynaklarından biri olarak gösterilen nükleer füzyon reaktörleri bile karbondioksitten yüzde 60 daha etkili bir sera gazı olan su buharı üretecekler; ancak yakıt pilleri sadece su çıkarıyor.

Kısacası yakıt pilleri çalışırken, hidrojen üretmek için parçaladığımız suyu gezegenimize geri kazandırıyor ve bu sırada açığa çıkan oksijeni de yanma dönüsünde kullanarak atmosferdeki oksijen miktarını koruyoruz. İklim çevrimi açısından kapalı ve dengeli bir sistemden söz ediyoruz.

YİNE DE HİDROJEN ÜRETİM VE DAĞITIM TESİSLERİ KURMAK GEREK

Elektrikli otomobiller için pil fabrikası kurmak gerektiği gibi, yakıt pilleri için de hidrojen üretim tesisleri kurmamız gerekiyor. Hatta elektrikli araçların

GRAFEN AEROJEL

Havadan yedi kat hafif karbon aerojel ağırlığının 850 katı yağ çekiyor ve bu özelliğiyle denizleri temizlemekte kullanılacak.



SIHİRLİ MALZEME GRAFEN

Grafen insan uygarlığının bildiği en ince malzeme. Sadece 1 atom kalınlığında olan grafen yaprakları insan saçından 1 milyon kat ince. Aynı zamanda bilinen en dayanıklı malzeme ve çelikten 100 ila 300 kat güçlü. Üstelik 1 metre-kare grafen sadece 0,77 miligram ağırlığında ve nanoteknoloji kullanarak grafeni bilgisayar devrelerinde hem iletken hem de yalıtıcı olarak kullanmak mümkün.

Bu sebeple bilim insanları grafenden daha sihirli bir malzeme bilmiyor ve yine bu sebeple Sabancı Üniversitesi'nden Selmiye Alkan Gürsel yakıt pillerinin verimliliğini artırmak için grafen elektrotlar geliştiriyor.

Seri üretim

Bakırdan daha iletken olan grafen, kurşunkalem ucunda bulunan ve karbon atomlarından oluşan grafitin yapışkan bantla üst üste 100 kez çekilerek soğan kabuğu gibi soyulmasıyla üretiliyor. Böylece tek atom kalınlığında grafen

yaprakları üretiliyor.

Grafen yakıt hücrelerinin dışında, daha az elektrik tüketerek daha hızlı çalışan bilgisayar işlemcilerinin üretilmesinde kullanılacak. Çelikten sert, kauçuktan esnek olduğu için bükülebilir ekran üretimini yaygınlaştıracak.

Böylece grafik tasarımcılar 24 inçlik büyük ekranları ceplerinde mendil gibi katlayarak taşıyabilecekler ve grafen kullanarak esnek akıllı telefon pilleri mobil cihazlarında katlanarak taşınmasına izin verecek. Grafenin esnek yapısından yararlanarak görme engelliler için biyolojik göz, yapay retina gibi kişisel anatomiye uygun özel üretim protezler geliştirmek de mümkün olacak.

Grafenin diğer kullanım alanları arasında elektronik mürekkep ve güneş ışığından elektrik üreten boya üretimi bulunuyor. Güneş panelleri üretimini de kolaylaştıran sihirli malzeme, mobiliteyi artırıyor ve temiz enerjiyi yaygınlaştırıyor.



HİBRİT OTOMOBİL

Toyota hidrojen yakıt hücresi ve elektrik motoru kullanan karma otomobillere büyük yatırım yapıyor.





en büyük avantajının mevcut elektrik şebekesinden yararlanmak olduğu söyleniyor. Ancak bu işin gizli bir maliyeti var: Elektrikli araçları şebeke elektriğiyle şarj ederseniz elektrik tüketimini artırmış olursunuz. Son araştırmalara göre, dünya 2040 yılına kadar enerji ihtiyacının yüzde 70'ini fosil yakıtlardan karşılayacak ve çevre kirliliği açısından bu büyük bir sorun ve Güneş enerjisi veya yakıt pili olmadan elektrikli otomobil kullanmanın çevre kirliliğini o kadar da azaltmadığını gösteriyor.

HİDROJENİ NASIL ÜRETİYORUZ?

Artık elimizde hidrojen üretmek için birçok ucuz, teknoloji var. Bunlardan biri yukarıda anlattığım gibi elektroliz yoluyla, yani elektrik vererek su moleküllerini parçalamak ki bu aslında yakıt pilini çalıştıran elektrokimyasal reaksiyonun tam tersi! Bu yöntem için enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla güneş enerjisi santrallerini kullanıyoruz.

Bu santraller California ve İsrail gibi ülkelerde o kadar verimli çalışıyor ki bir yandan tuzlu suyu arıtop içme suyu üretiyor, diğer yandan konutlara elektrik sağlıyor ve bu sırada suyun bir kısmını ayrıştırıp hidrojen depoluyor. Ancak, hidrojen üretiminde kullanılan kimyasal reaksiyonları hızlandırmak için birçok verimli katalizör geliştirdik. Böylece maliyetleri daha da azalttık.

Örneğin, Fransız kimyacı Paul Sabatier tarafından 1910'larda keşfedilen Sabatier tepkimesinden yararlanarak doğal gazın ana bileşeni olan metan moleküllerini parçalayıp (CH₄) hidrojen üretebiliriz. Bu yöntemle hidrojen üretmek kelimesi kelimesine sudan ucuza gelebilir. Güneş ışığının yüzde 40'ından fazlasını elektrige dönüştüren yeni güneş panellerine rağmen hidrojen yakıt hücreleri rekabet gücünü koruyacaktır.

TELEFON PİLLERİ İLE YAKIT PİLLERİ ARASINDAKİ FARK NEDİR?

Öncelikle Türkçede yakıt pili olarak karşılasak da yakıt pillerinin tam çevirisi hidrojen yakıt hücresi ve bu

KARMA TEKNOLOJİLER

Yakıt pili, güneş enerjisi ve nükleer füzyon 2040'tan sonra üç temel enerji kaynağı olacak.

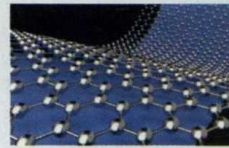
detayı bilmek önemli. Sonuçta marketten satın aldığımız piller enerji üretmiyor. Bunlar enerjiyi depoluyor. Örneğin akıllı telefon pillerini tekrar tekrar şarj edip kullanıyoruz. Yakıt pilleri de enerji üretiyor ama enerji depolamıyor. Hibrit otomobillere takılan tüplerdeki hidrojen gazını kullanarak çalışıyor.

Her ne kadar yakıt pillerini önce uzay mekikleri, denizaltılar ve nihayet hibrit otomobillerle tanımış olsak da aslında telefon pili kadar küçük yakıt pili üretmek otomobil yakıt pili üretmekten daha kolay. Yakıt pillerinin verimliliğini artırmak için çalışıyor. Böylece çakmak doldurur gibi hızla şarj olan, ama aynı zamanda güvenli olan mini yakıt hücrelerini mobil cihazlarda kullanabiliriz.

ESNEK, GÜÇLÜ VE İLETKEN GRAFEN

Altıgen dizilmiş karbon atomlarından oluşan tek atom kalınlığında sihirli materyal.

YAKIT PİLLERİ NASIL ÇALIŞIYOR?



Yakıt pilleri tıpkı diğer pillerde olduğu gibi katot ve anot kısımların özel bir katman aracılığıyla birbirine temas etmesiyle çalışıyor. Grafen modern yakıt pillerinin daha fazla enerji üretmesi için ara katman olarak kullanılıyor. Pildeki hidrojen gazının oksijenle doğru şekilde karışmasına ve düzenli şekilde elektrik üretmesine izin veriyor. Grafenin yakıt pillerinde son derece iletken bir elektrot olarak kullanılması sebebi tümüyle

mikroskobik yapısıyla alakalı: Sadece tek atom kalınlığında olan grafen yakıt pilinde elektronların engellenmeden geçişini hızlandırarak elektrik tüketimini artırıyor. Ayrıca grafenin bal peteği gibi küçük altıgenlerden oluşan mikroskobik gözenekli bir yapısı bulunuyor. Bal peteği düzeni en kısa kenarlı bir çerçeve içinde enerjiyi işe dönüştürmek için en büyük yüzey alanını sunuyor (arıların bal depolamak için petekli yapı kullanması rastlantı değil). Böylece pil içinde hidrojen ve elektron akışı hızlanıyor. Grafen kullanan en küçük yakıt pilleri bile aynı boy lityum-iyon pillerden daha fazla enerji açığa çıkarıyor.

YAKIT HÜCRESİ NASIL ÇALIŞIYOR?

Yakıt hücresi hidrojen ve oksijeni kimyasal reaksiyona sokarak temiz ve verimli enerji üretiyor.

Elektrik motoru

Aracı kısa sürede hızlandırıyor, titreşim ve gürültüye yol açmıyor. Fren yaparken bisiklet dinamosu gibi enerji üretip araç pilini şarj edebiliyor.

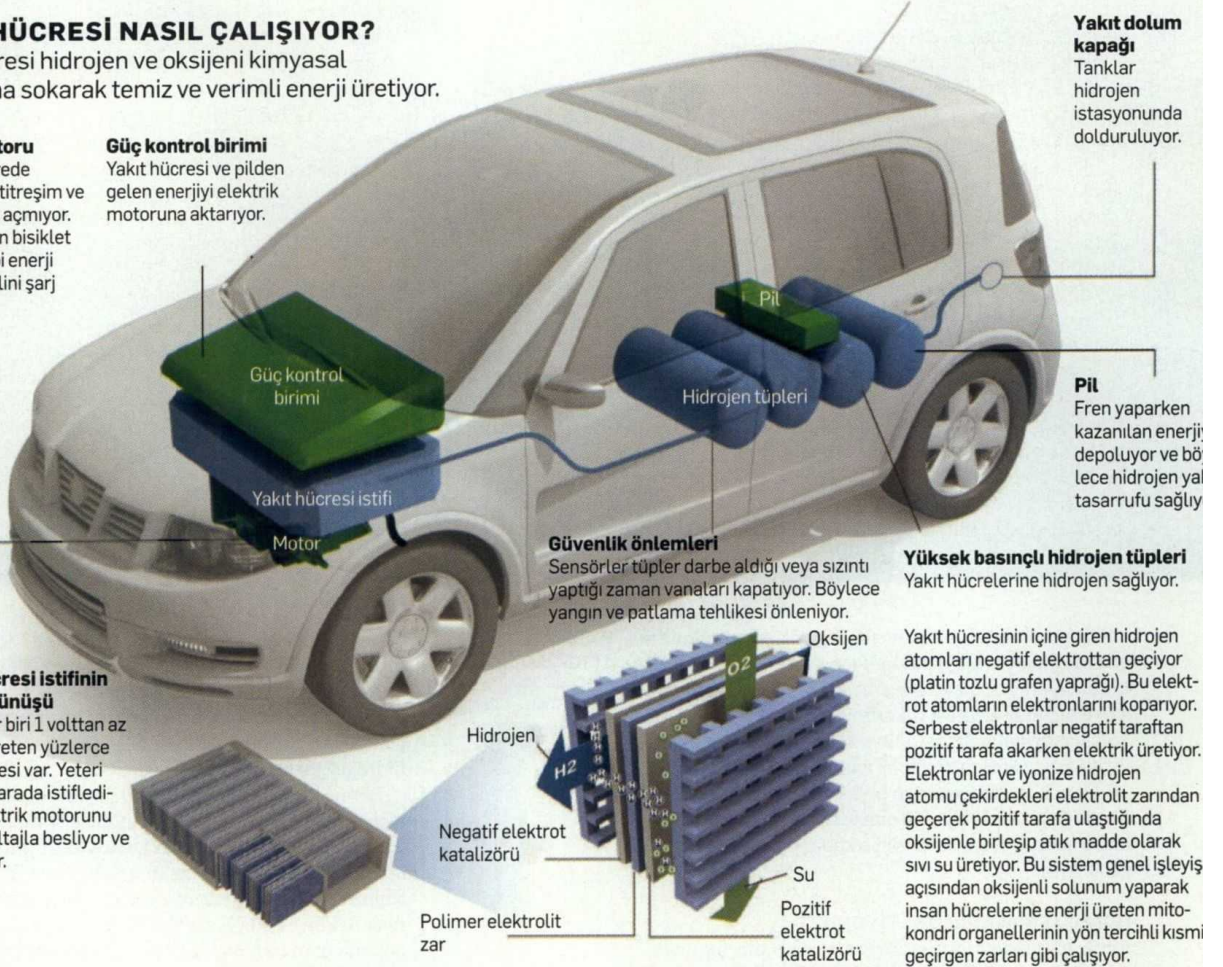
Güç kontrol birimi

Yakıt hücresi ve pilden gelen enerjiyi elektrik motoruna aktarıyor.

Yakıt hücresi istifinin içten görünüşü

İçinde her biri 1 volttan az elektrik üreten yüzlerce yakıt hücresi var. Yeteri kadarı bir arada istiflendiğinde elektrik motorunu yüksek voltajla besliyor ve çalıştırıyor.

Toyota



Yakıt dolum kapağı

Tanklar hidrojen istasyonunda dolduruluyor.

Pil

Fren yaparken kazanılan enerji depoluyor ve böylece hidrojen yakıt tasarrufu sağlıyor.

Güvenlik önlemleri

Sensörler tüpler darbe aldığı veya sızıntı yaptığı zaman vanaları kapatıyor. Böylece yangın ve patlama tehlikesi önleniyor.

Yüksek basınçlı hidrojen tüpleri

Yakıt hücrelerine hidrojen sağlıyor.

Yakıt hücresinin içine giren hidrojen atomları negatif elektrottan geçiyor (platin tozlu grafen yapıyağı). Bu elektrot atomlarının elektronlarını koparıyor. Serbest elektronlar negatif taraftan pozitif tarafa akarken elektrik üretiyor. Elektronlar ve iyonize hidrojen atomu çekirdekleri elektrolit zarından geçerek pozitif tarafa ulaştığında oksijenle birleşip atık madde olarak sıvı su üretiyor. Bu sistem genel işleyiş açısından oksijenli solunum yaparak insan hücrelerine enerji üreten mitokondri organellerinin yön tercihli kısmı geçişen zarları gibi çalışıyor.

YAKIT PİLLERİ LİTYUM-İYON PİLLERDEN DAHA GÜVENLİ Mİ?

Yakıt pilleri benzinli araçlar gibi içten yanmalı motorlar değil. En azından hidrojeni oksijen yoluyla yanma odasında yakmıyorsunuz. Bu sebeple kötü üretilen pillerde olduğu gibi aşırı ısınma, patlama ve yangın çıkarma riski yok. Çakmağa gaz doldurmaktan çok daha güvenli.

Yine de yakıt pillerinin enerji depolamadığını ve bu yüzden bunları lityum-iyon piller ve özellikle de lityum-hava pillerle birlikte kullanmamız gerektiğini hatırlatmalıyız. Bununla birlikte pillerde kullanılan lityum metali havayla ve suyla temas edince patlayan veya alev alan son derece reaktif bir element. Zaten bu yüzden enerji depolamakta kullanılıyor.

Lityum-iyon pillerin kaliteli olmasına çok dikkat etmek gerekiyor. Örneğin pilin anot ve katot tarafını birbirinden ayıran yaprak çok önemli. Bunu ucuz olsun diye ince üretirseniz akülü telefondaki en ufak bir sarsıntıda delinebilir veya kendiliğinden aşınabilir. Son zamanlarda duyduğumuz pil kazası haberlerinin sebeplerinden biri bu tür üretim hataları.

Öyleyse yakıt pilinin ürettiği enerjiyi depolamak ve elektrik olarak kullanmak için daha güvenli pillere ihtiyacımız var. Ülkemizde Sabancı Üniversitesi'nde

yakıt pili gibi solunum yaparak çalışan lityum-hava pilleri alanında araştırmalar yapıyor. Bunlar tıpkı yakıt pili ve insan vücudu gibi nefes alarak solunum yapacak. Lityumun elektrik üretmesi için gerekli oksijeni havadan çekecek. Ancak, uzun menzilli elektrikli otomobillere izin veren bu teknoloji 10 yıl sonra yaygınlaşacak.

YAKIT PİLLERİ GÜNEŞ ENERJİSİ KADAR VERİMLİ Mİ?

İlk bakışta öyle görünmese de evet. Gerek güneş panelleri gerekse yakıt pilleri aslında enerji üretmiyor. Bunlar enerji çevrim teknolojileri. Örneğin Dünya gezegeninde üç ana enerji kaynağı var: Jeotermal enerji, yer kabuğundaki radyoaktif elementlerin yol açtığı ısı ve güneş enerjisi.

Güneş panelleri güneş enerjisinin bir kısmı olan gün ışığını elektriğe çeviriyor. Güneş hücreleri Einstein'ın 100 yıl önce geliştirdiği fotoelektrik etkiyle elektrik üretiyor ve bunu doğrudan pilde depoluyor. Yakıt pili ise hidrojeni oksijenle yakarak enerji üretiyor; ama bunun için önce hidrojen üretmemiz gerekiyor.

BESİN ZİNCİRİ

Özetle güneş panelinde tek bir çevrim basamağı var-

ken yakıt pilinde en az iki çevrim basamağı var. Bunu insanların besin döngüsüne benzeterek örnekleyebiliriz. Bitkiler fotosentez yaptığı için doğrudan güneş enerjisi kullanıyor ve bunun yüzde 70 kadarını işe dönüştürebiliyor.

Biz insanlar bitkileri yiyen besi hayvanlarından alınan eti yediğimiz zaman güneş enerjisinin sadece yüzde 20'sini kullanıyoruz. Bu sebeple ilk yakıt pilleri güneş panelleri kadar verimli değildi. Ancak elektrot, katalizör ve hidrojen üretim tekniklerindeki iyileştirme ile yakıt pillerinin verimliliğini artırmaya başladık.

GRAFEN AMİRAL GEMİSİ PROJESİ

Doç. Dr. Selmiye Alkan Gürsel'in Sabancı Üniversitesi'nde yürütücüsü olduğu projede tam da buna, yani grafen elektrotlar kullanarak yakıt pili verimliliğini artırmaya odaklanılıyor. Üniversite Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 projesinin bir ayağı olan ve Avrupa Komisyonu tarafından toplam 1,2 milyar avro bütçeyle desteklenen uluslararası Grafen Amiral Gemisi Projesi bunun için katıldı. Grafen bakırdan daha iletken bir elektrot ve yakıt pili verimliliğini artırıyor. Yoksa bu 1965 yılında geliştirilmiş bir teknoloji. Sabancı Üniversitesi'nin amacı ise günlük hayata, evlerin bodrumuna ve otomobilin kaputuna girmesini sağlamak.

NEDEN EN TEMİZ ENERJİ?

Fosil yakıtların çevreyi kirleterek karbondioksit ve metan gibi sera gazlarıyla küresel ısınmaya yol açtığını biliyoruz. Özellikle Türkiye'de yaygın olan kurşun bahlı akülerin sebep olduğu ağır metal zehirlenmesi tehlikesi mevcut. Nükleer santraller de radyoaktif atıklara ve Fukushima kazasında olduğu gibi nükleer sızıntı riskine yol açıyor. Oysa yakıt pilleri egzoz olarak sadece arı su çıkarıyor.

FABRİKALAR YAKIT PİLİ KULLANACAK MI?

Fabrikalar en azından elektrik kesintisine karşı kullanmaya başladı bile. Aslında yakıt pilleri açısından en can alıcı nokta bu. Yukarıda dünyanın 2040 yılına

**Grafen
dünyanın
en güçlü,
en hafif
ve esnek
malzemesi.
Üstelik
bakırdan
daha
iletken.**

kadar yüzde 70 oranında fosil yakıt kullanacağını söyledik. Bunun en büyük sebebi ise? Fabrikalar ve enerji santralleri! 2040 yılında bazı ülkeler neredeyse tümüyle elektrikli otomobile geçmiş olacaklar. Ancak, gemiler ve trenler dizel yakmaya devam edecek. Uçaklar kerosen ve termik santraller de zehirli kömür kullanmayı sürdürecekle. Petrolden üretilen plastiğin yerini kısmen Hint kenevirinden üretilen plastikler alacak; ama bunları üreten fabrikalar büyük ölçüde fosil yakıtlardan üretilen elektriği kullanacaklar.

Öte yandan yakıt pili yaygınlaşınca termik santraller ve doğal gaz santrallerini emekliye ayırabileceğiz. Yakıt pilinde yakılan hidrojeni metan gazını parçalayarak üretebileceğimiz için, atmosfere karbondioksitten 30 kat etkili olan metan gazı salan kaya gazı üretiminin yol açtığı küresel ısınmayı da kısmen önlemiş olacağız. Ayrıca küresel ısınmanın ikinci sebebinin hayvancılık olduğunu unutmamalıyım. Tezek gibi organik atıklardan üretilen metanı parçalayıp hidrojen üretmek de bir çözüm. Yakıt pilleri, özellikle güneş enerjisi üretiminin sınırlı olduğu ülkelerde ağır sanayiye büyük katkı sağlıyor.

Ayrıca endüstri 4.0 bağlamında geleceğin fabrikaları büyük ölçüde robotların çalıştığı ve içinde yöneticiler dışında çok sayıda işçi barındırmayan dijital sistemlere dönüşecek. Bu dönüşüm önce ağır sanayide gerçekleşecek ve bu da fabrikalarda elektrik ihtiyacını büyük ölçüde artıracak. Özetle yakıt pilleri ağır sanayiye fosil yakıt bağımlılığından kurtaracak ve güneş enerjisiyle birlikte küresel ısınmayı azaltacak. %5

GRAFEN BAYRAK GEMİSİ PROJESİ

Sabancı Üniversitesi
Öğretim Üyesi Doç. Dr.
Selmiye Alkan Gürsel.



GRAFENİN KISA TARİHİ

Yakıt pili teknolojisi benzinli ve elektrikli araçlardan önce, 1835 yılında fizikçi William Robert Grove tarafından geliştirildi. Ancak, verimliliğini artırarak güneş panelleriyle rekabet edecek duruma gelmesini grafen elektrotların icat edilmesine borçlu.

Manchester Üniversitesi'nde Kostya Novoselov ve Andre Geim, 2004 yılında grafen üretmenin pratik bir yolunu buldular: Yapışkan bantla kurşunkalem ucundaki grafiti üst üste 100 kez soyarak tek atom kalınlığında grafen yaprakları ürettiler. Hızlı ve kaliteli grafen üretimine izin veren bu teknik sayesinde 2010 Nobel fizik ödülünü aldılar. İki fizikçi aynı

zamanda Grafen Bayrak Gemisi Projesi'nin oluşumunu desteklediler ve danışma kurulunda yer alarak projeyi yönlendirmeye devam ediyorlar.

Türkiye'nin katkıları

Sabancı Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Selmiye Alkan Gürsel, Türkiye'nin yakıt pili ve grafen projesine yeni teknolojiler geliştirerek katkıda bulunduğunu söylüyor: "Grafen üzerine platin nano parçacıkları ekliyor ve geniş yüzey alanından yararlanarak elektrik üretimini artırıyoruz. Eskiden platin parçacıklarını karbon siyahı üstüne koyardık. Şimdi doğrudan grafen üzerine koyuyo-

ruz. Bu noktada platin katalizör işlevi görerek elektrik üretiminin hızlanmasını sağlıyor."

"Her yakıt pili için mikrogram düzeyinde platin kullanıyoruz. Bunun için mikroskopik lifleriyle platin tozunun grafen üzerine eşit düzeyde ve kaliteli olarak ekilmesini sağlayan gaz yayımlı katmanlar ile tişörte resim basmaya benzeyen bir baskı tekniğinden yararlanıyoruz. Bu sayede platin parçacıklarıyla birlikte grafeni her türlü yüzeye mürekkep gibi basarak ucuz ve esnek yakıt pilleri ürettiyoruz."

Dünyada ilk kez geliştirdiğimiz bu teknoloji sayesinde 1 metreka-relik dev esnek ekranlar ve evlere

duvar kağıdı gibi döşenen yüksek verimlilikli güneş panelleri üretmemiz mümkün olacak. Hatta TÜBİTAK'a mürekkep püskürtmeli yazıcılar ve 3B yazıcılarla grafen basmak için yeni bir proje verdik ve cevap bekliyoruz.

Grafen Bayrak Gemisi Projesi'ne yaptığımız katkılar, AB'nin Horizon 2020 inisiyatifine Türkiye'den giren ilk araştırma olarak ayrı bir öneme sahip bulunuyor. Asıl amacımız küresel ısınmayı ve çevre kirliliğini azaltmak. Yeni temiz enerji sistemleri ile esnek bilgisayar çözümlerinin geliştirilmesine katkıda bulunarak gelecek kuşaklar için yaşanabilir bir dünya yaratıyoruz.