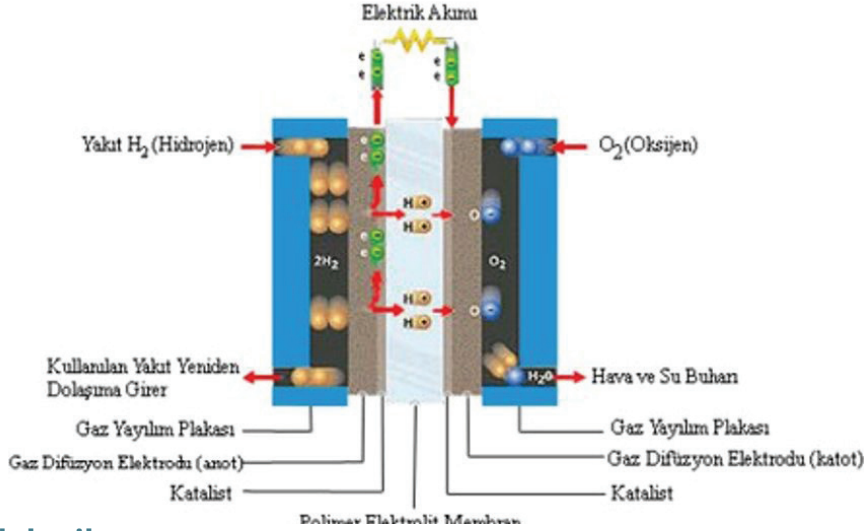


Hidrojen Teknolojisi Geleceğin teknolojisi mi ?

Cemaleddin UĞUZ -*Elektrik Elektronik Müh.*

info@lemamuhendislik.com



Hidrojenden Elektrik

Hidrojen, sürdürülebilir enerji çözümlerinin kilit oyuncularından biri olarak öne çıkıyor. Doğada bol bulunan bu element, çevre dostu bir enerji kaynağı olarak büyük umut vad ediyor. Hidrojen enerjisinden elektrik üretmenin en verimli yollarından biri ise yakıt hücreleridir. Yakıt hücreleri, hidrojen ve oksijenin kimyasal reaksiyonu sonucunda elektrik üretir, bu esnada su buharı ve ısı açığa çıkar.

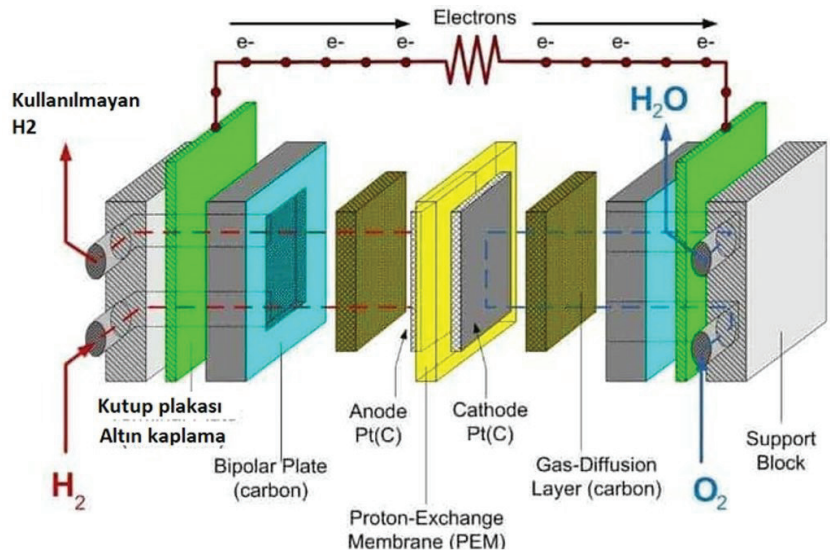
Yakıt hücresinin çalışma prensibi: Hidrojen yakıt hücresinde, hidrojen gazı anot bölümüne girer ve protonlara ve elektronlara ayrılır. Protonlar membran üzerinden katoda geçerken, elektronlar bir devre üzerinden yönlendirilerek elektrik üretimi sağlar. Bu işlem sonucunda enerji elde edilirken, yan ürün olarak sadece su oluşur. Yukarıdaki görsel, bu süreci özetlemektedir.

Hidrojenin Depolama Sorunu

Hidrojenin büyük avantajlarına rağmen, depolama konusundaki zorluklar teknolojinin önündeki en büyük engellerden biridir. Hidrojenin özkütlesi çok düşüktür, bu da büyük

miktarlarda depolama yapmayı zorlaştırır. Örneğin, standart koşullarda hidrojenin özkütlesi yaklaşık 0.08988 g/L'dir, bu da onu en hafif gazlardan biri yapar. LPG'nin özkütlesi ise yaklaşık 1.83 g/L'dir. Hidrojenin bu düşük özkütlesi, çok fazla hacim kaplamasına neden olur. Hidrojeni sıvı formda depolamak için $-253^{\circ}C$ 'ye kadar soğutmak gerekmektedir, ki bu işlem büyük enerji gerektirir.

Enerji yoğunluğu açısından bakıldığında, 1 birim hidrojen, 1 birim LPG'den çok daha fazla enerji



sağlayabilir. Ancak hidrojenin düşük özkütlesi, bu avantajını kullanmayı zorlaştırıyor. Yani, hidrojen çok güçlü bir enerji kaynağıdır, ancak düşük özkütlesi sebebiyle depolama verimliliği sorun yaratmaktadır. Bu sebeple, hidrojenin pratik kullanımı için alternatif depolama yöntemleri kritik öneme sahiptir.

lamalar için uygun bir çözüm sunmaktadır.

Bir kilogram metal hidrit, yaklaşık 100- 150 litre hidrojen gazı depolayabilir.

Örneğin, titanyum demir hidrit (TiFeH_2) gibi metal hidritler, hidrojenin metal atomları arasında sıkıca depolanmasını sağlar ve bu gazı tekrar

Yakıt	Kimyasal formül	Isıl değer (MJ/kg)	Isıl değer (MJ/m ³)	Devindirme faktörü (%)
<i>Sıvı yakıtlar</i>				
Fuel-oil	$\text{C}_{\leq 20} \text{H}_{\leq 42}$	45.5	38.65	78
Benzin	$\text{C}_{5-10} \text{H}_{12-22}$	47.4	34.85	76
Jet yakıtı	$\text{C}_{10-15} \text{H}_{22-32}$	46.5	35.30	75
LPG	$\text{C}_{3-4} \text{H}_{8-10}$	48.8	24.40	62
LNG	CH_4	50.0	23.0	61
Methanol	CH_3OH	22.3	18.10	23
Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	29.9	23.60	37
LH_2	H_2	141.9	10.10	100
<i>Gaz yakıtlar</i>				
Doğalgaz	CH_4	50.0	0.040	75
GH_2	H_2	141.9	0.013	100

Hidrojen Depolamadaki Yenilikçi Çözümler

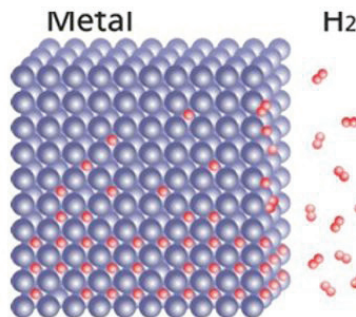
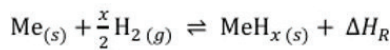
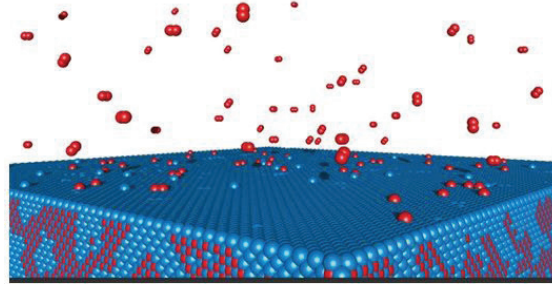
Günümüzde hidrojen genellikle tanklarda sıkıştırılarak depolanmaktadır. Bu yöntem, yüksek basınçlı tanklar kullanılarak gaz halindeki hidrojenin daha küçük hacimlerde saklanmasını sağlar.

Hidrojenin bu şekilde depolanabilmesi için yaklaşık 700 bar (10,000 psi) basınç uygulanması gerekir. Ancak bu yüksek basınç hem enerji tüketimini artırır hem de güvenlik açısından riskler oluşturabilir. Bu nedenle, daha güvenli ve verimli yöntemler geliştirilmektedir.

Aşağıda hidrojen depolamada öne çıkan bir yenilikçi yöntemle kısa bir bakış sunuyoruz:

Metal Hidritler: Hidrojen atomları, metal alaşımlarının içerisine depolanarak daha yüksek enerji yoğunluğu sağlar. Bu yöntem, özellikle araçlar gibi mobil uygulamalar için uygun bir çözümdür.

geri kazanmak için yaklaşık 200-300°C'lik ısı uygulamak yeterlidir. Bu, özellikle taşınabilir uygulamalar ve araçlar için daha kompakt ve güvenli bir hidrojen depolama yöntemi sunar (Fraunhofer IFAM).



Metal hidritler, hidrojen gazını metal atomlarının arasındaki boşluklara emerek depolar.

Depolanmış hidrojeni geri kazanmak için ısı uygulamak gerekir. Bu ısı, metal-hidrojen bağlarını kırarak hidrojenin yeniden gaz haline gelmesini sağlar.

Hidrojenin çok düşük özkütlesi nedeniyle metal hidritler, hidrojenin basınçlı gaz ya da sıvı formunda depolanmasına kıyasla daha yüksek enerji yoğunluğu sunar. Yani, çok küçük hacimlerde bile yüksek miktarda hidrojen depolanabilir, bu da taşınabilir ve mobil uygulamalar için mantıklı bir çözüm sunar.