



SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ VE HİDROJEN

ZEYNEP KEŞKEK

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI TEKNOLOJİSİ

- 
- **HİDROJENİN DEPOLANMASI**
 - **ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR**

HİDROJENİN DEPOLANMASI

- Hidrojenin en önemli özelliklerinden biri depolanabilir olmasıdır.
- Depolama yöntemleri çok pahalıdır ve çeşitli uygulamaların gereksinimlerini karşılamamaktadır.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

AMAÇ ;

Hidrojenin ağırlık ve hacimsel olarak depolama yoğunluğu açısından benzinle karşılaştırılabilir teknolojilerin üretilmesidir.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

EKONOMİK VE PRATİK HİDROJEN DEPOLAMA SİSTEMİ:

- Kapasiteye,
- Depo malzemelerinin yapısal bileşenlerine,
- Toplam maliyete,
- Hidrojenin emniyetli kullanımı için gerekli olan basınç ve sıcaklık şartlarına bağlıdır.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

HİDROJEN DEPOLAMA SİSTEMLERİ:

- Sıkıştırılmış gaz
- Sıvı hidrojen
- Hidrokarbon
- Hidrür
- Cam küreler
- Mağaralar

HİDROJENİN DEPOLANMASI

SIKIŞTIRILMIŞ GAZ

- Hidrojen konusunda en bilinen depolama yöntemidir.
- Gaz olarak basınçlı tanklarda depolanmaktadır.
- 50 litrelik silindirik depolarda 200-250 barlık basınç altında depolanmaktadır.

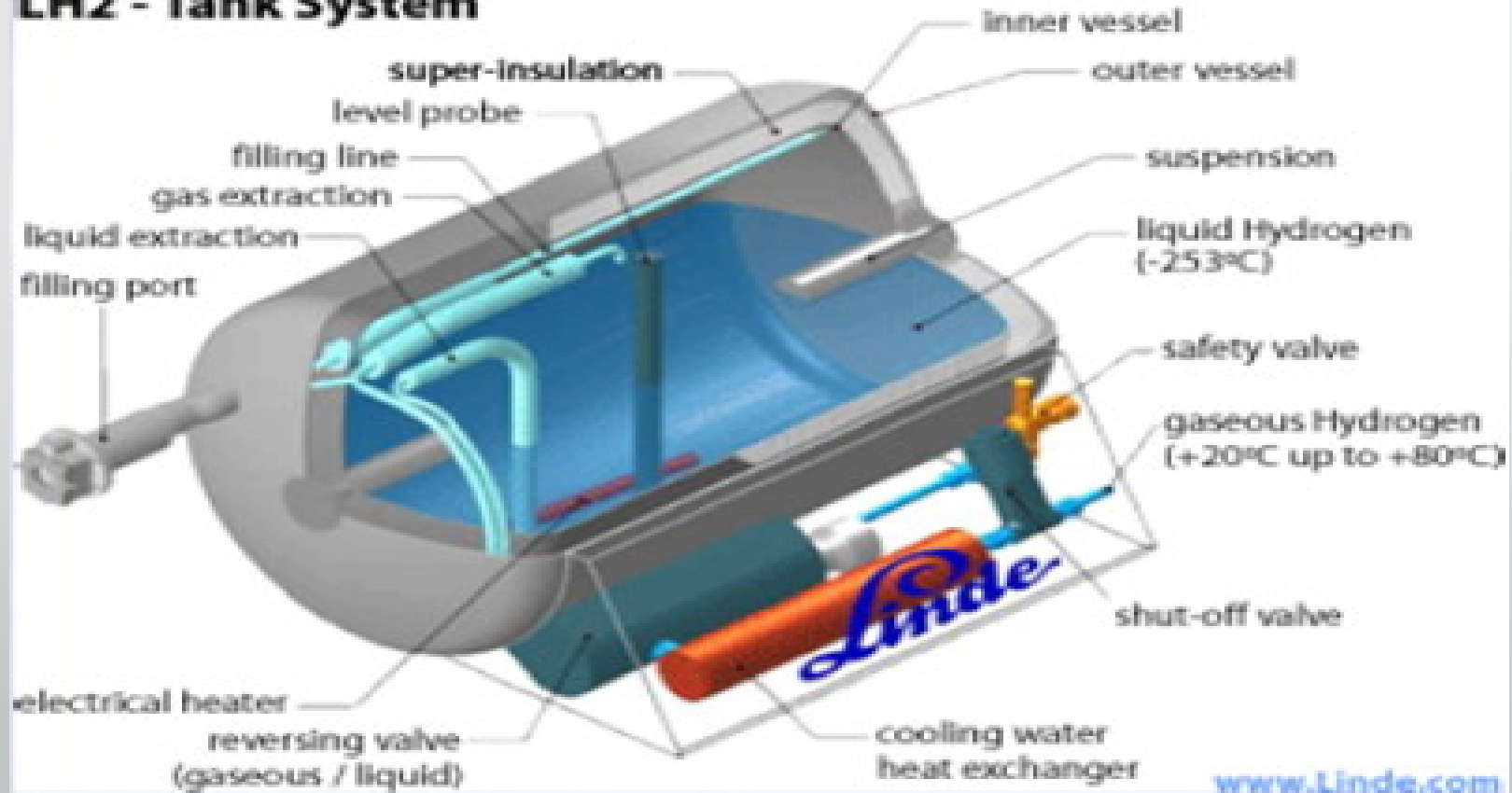
HİDROJENİN DEPOLANMASI

SIVI HİDROJEN

- Sıvı halde depolamak için; yüksek basınç ve soğutma sistemine ihtiyaç vardır.
- Büyük tanklarda günlük depolanması: %0,06'sı,
- Küçük tanklarda günlük depolanması: %3'ü, buharlaşarak kaybolmaktadır.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

LH2 - Tank System



HİDROJENİN DEPOLANMASI

SIVI HİDROJEN TANKI



HİDROJENİN DEPOLANMASI

HİDROKARBONLAR

- Metanol veya etanol gibi hidrokarbonlu yakıtlar, saf sıvı hidrojenden daha fazla hidrojen içerirler.
- Yüksek sıcaklıkta su buharı kullanılarak hidrokarbonlardan hidrojen ayrıştırılabilir.
- Hidrokarbonlu yakıtlar, hidrojenli araçlar için daha iyi bir alternatif sunarlar.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

HİDROJEN YAKITLI ARABA

- İçten yanmalı motorların (İYM) hidrojenle çalışacak şekilde dönüştürülmesi,
- Araç üzerinde hidrojenin depolanması için teknolojilerin geliştirilmesi.



HİDROJENİN DEPOLANMASI

HİDROJEN İSTASYONU



HİDROJENİN DEPOLANMASI

HİDRÜRLER

- Hidrojen kimyasal olarak metallerde, alaşımlarda ve ara metallerde hidrür olarak depolanabilmektedir.
- Çözelti halinde ki sodyum bor hidrür, aşağıdaki reaksiyona göre hidrojeni vererek sodyum metaborata dönüşür:



HİDROJENİN DEPOLANMASI

✓ HİDRÜRÜN AVANTAJLARI

- Sodyum bor hidrürde hidrojen depolamanın en önemli üstünlüğü depolanan hidrojenin oda sıcaklığında geri alınabilmesi ve geri alımı katalizör yardımı ile kolaylıkla kontrol edilebilmesidir.
- Hidrojenin patlayıcılık riskinin azaltılmasıdır. Sodyum bor hidrür, belli koşullarda yanmayan, ancak istendiğinde hidrojeni açığa çıkartan bir özelliğe sahiptir.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

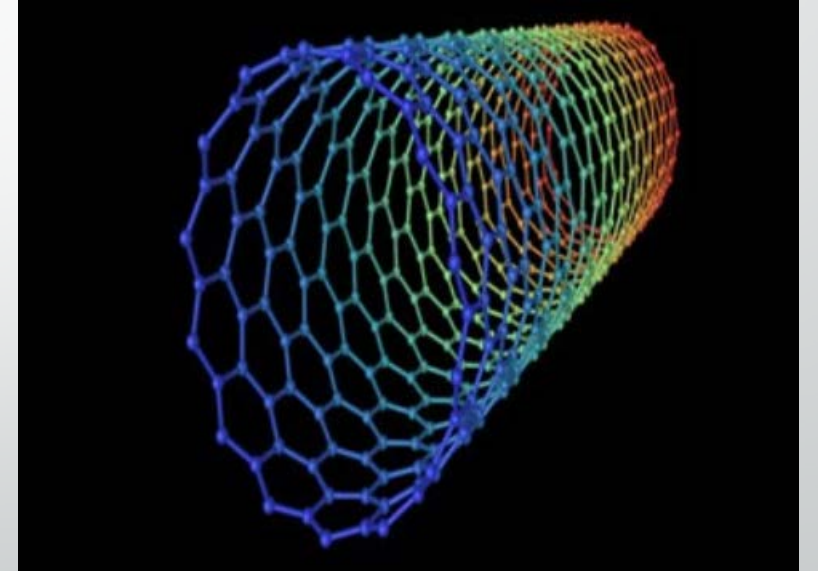
× HİDRÜRÜN DEZAVANTAJLARI

- Sodyum bor hidrürün hidrojen amaçlı kullanımında en önemli sorun, oluşan metaboratın tekrar NaBH_4 'e dönüştürülmesidir.
- Enerji depolamada hidrojenin alternatif olabilmesi pek mümkün değildir. Çünkü bor hidrür içerisinde ağırlıkça %20 hidrojen olduğu hesap edilirse 1300 kg bor hidrür kullanarak bir saat boyunca 5000 watt güç elde etmiş olacağız ki bu da pratikte kaldırılması mümkün olmayan yükleri getirecektir.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

KARBON NANOTÜPLER

- Hidrojen fiziksel olarak karbon nanotüplerde de depolanabilmektedir.
- Karbon gaz molekülleri arasındaki yüksek çekim nedeniyle gaz depolamaya en elverişli maddelerden birisidir.
- Karbon nanotüpler, grafit tabakaların tüp şekline dönüşmüş halidir.
- Nanotüplerin en büyük dezavantajı maliyetlerinin oldukça yüksek olmasıdır.
- Nanotüplerdeki absorbe işlemi, fiziksel bir olaydır.



HİDROJENİN DEPOLANMASI

CAM KÜRELER

- Cam kürelerde yüksek basınç ve sıcaklık altında hidrojen depolanmaktadır. Yüksek sıcaklık sonucunda hidrojen atomları camlara girer. Camlar soğutulunca da içeride hapsolür. Depolanan hidrojen camlarının ısıtılması veya kırılması yoluyla tekrar geri alınabilir.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

MAĞARALAR

- Bütün bu yöntemlerin dışında hidrojen gazını depolamanın en ucuz yöntemi, doğalgaza benzer şekilde, yer altında tükenmiş petrol veya doğalgaz rezervuarlarında depolamaktır.
- Diğer depolama şekli ise, hidrojeni maden ocaklarındaki mağaralarda saklamaktır.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

Depolama Tipi	kg H ₂ /kg	kg H ₂ /m ³
<i>Büyük Hacimde Depolama 10²-10³ m³</i>		
Yer altı Depolaması		5-10.
Basınçlı Gaz Depolaması(Yerüstü)	0,01-0,014	2-16.
Metal Hidritler	0,013-0,015	50-55
Sıvı Hidrojen	1	65-69
<i>Sabit Küçük Depolama 1-100 m³</i>		
Basınçlı Gaz Silindiri	0,012	15
Metal Hidritler	0,012-0,014	50-53
Sıvı Hidrojen Tankı	0,15-0,5	65
<i>Araç Tankları 0,1-0,5 m³</i>		
Basınçlı Gaz Silindiri	0,05	15
Metal Hidritler	0,02	55
Sıvı Hidrojen Tankı	0,09-0,13	50-60

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Benzinli bir otomobilin yakıt deposu ortalama 50 litre (40kg) benzin almaktadır. Enerji olarak ise, yaklaşık 13,5 kg hidrojene karşılık gelmektedir. Hidrojeni sıvı olarak depolamak için ağırlık sorununun çözülmesi gerekmektedir. Fakat maliyette artmaktadır. Bu iki soruna beraber çözüm bulunmalıdır.

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Hidrojen benzin, propan veya doğalgazdan daha hafiftir. Hidrojen düşük yoğunluklu olduğu için bir kaçak anında yer seviyesinde birikinti halinde kalmayarak atmosfere yükselir ve dağılır. Böyle bir durumda havalandırma yaparak ortamın güvenliği sağlanabilir. Çünkü patlama için yakıt/hava oranı hidrojen için %13-18'dir. Bu oran doğalgazın sahip olduğu orandan iki kat, benzinin sahip olduğundan 12 kat büyüktür. Yakıtlar içerisinde hidrojen birim depolanan enerji başına en düşük patlama enerjisine sahiptir.

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Uçaklarda yakıt olarak hidrojenin kullanılması sonucunda oluşacak su buharı emisyonu tehlikeli olabilir. Ayrıca alev sıcaklığı ve zamana bağlı olarak azot oksitleri oluşabilir. Hidrojenin alev alma sıcaklığı geniş bir aralıkta olduğu için azot oksitleri emisyonu motor tasarımları değiştirilerek azaltılabilir.

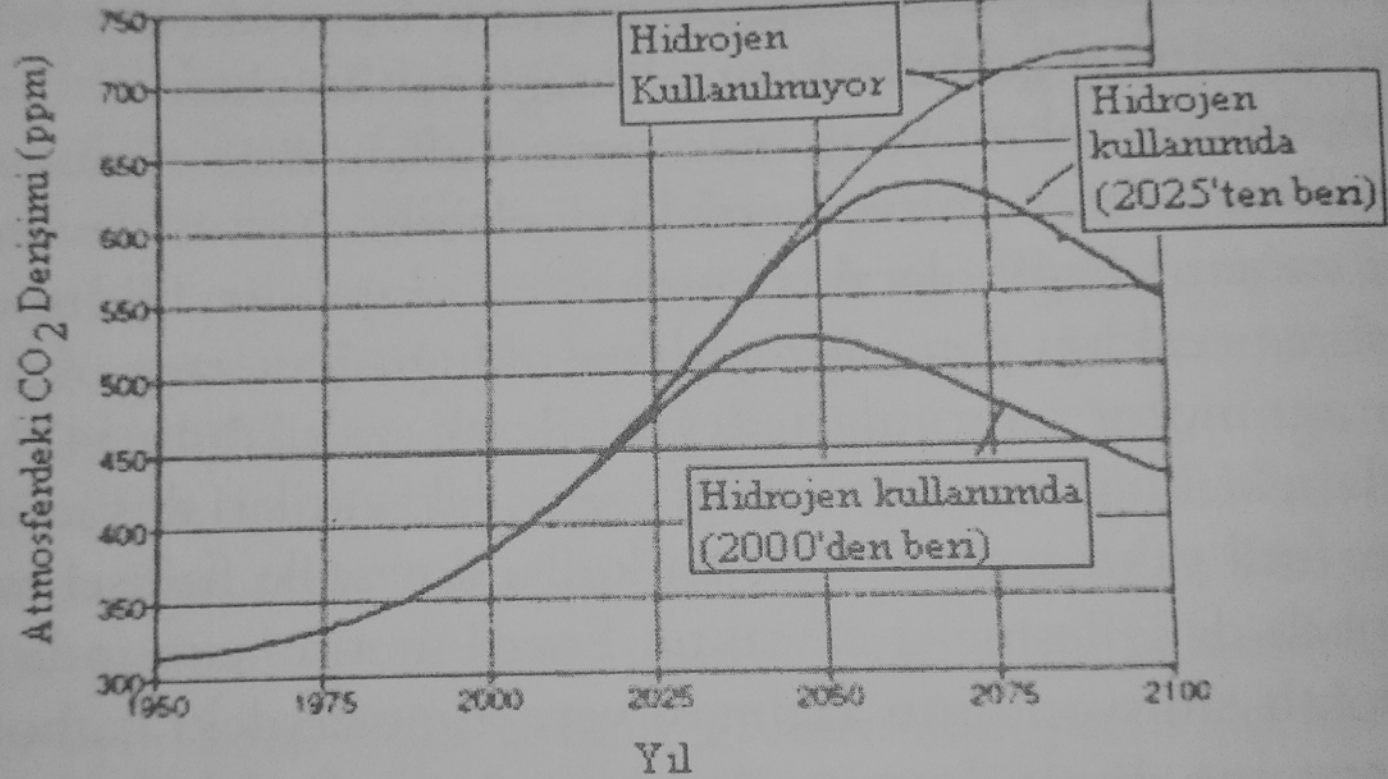
ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri düşünöldüğünde, fosil yakıt yerine hidrojen kullanılması ile fiziksel sağlık şartlarında da iyileşmeler olacaktır.

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Atmosferdeki karbondioksit oranının düşürülmesi güneş ve fotosentez ile sağlanabilir. Atmosferdeki karbondioksit oranının 2050 yılında 520 ppm 'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Hidrojen enerjisinin yaygınlaşması ile bu miktarın düşürülebileceği tahmin edilmektedir.

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR



Havadaki Karbon Dioksit Miktarının Değişimi

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

HİDROJEN ENERJİSİNE GEÇMENİN TÜRKİYE'YE FAYDALARI

- Petrol, doğalgaz ve kömür için sarf ettiğimiz döviz miktarları giderek düşecek, neticede bütün yakıt ihtiyacımızı kendi birincil enerji kaynaklarımızla sağlamış olacağız.
- Hidrojen enerjisi teknolojileri Türkiye'ye girecek, bazılarını Türk mühendisler yaratacak ve bu konuda bilgi birikimi olacaktır.
- Yeni iş sahaları açılacak hem tarımda hem de sanayide istihdam yaratılacaktır.

ÇÖZÜM BEKLEYEN SORUNLAR

- Türkiye ürettiği fazla hidrojeni Avrupa ya satıp döviz kazanacaktır.
- Küresel ısınmanın, hava kirliliğinin ve asit yağmurlarını getirdiği zararlar ortadan kalkacak Türkiye temiz çevreye kavuşacaktır.
- Türkiye KYOTO protokolü kurallarına uymuş olacaktır.

KAYNAKÇA

- Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen (Hülya Erdener, N.G., S.E., E.Ş., E.E., N.B.) (syf:39-48)
- <http://www.bilgiustam.com/hidrojenin-depolanmasi/>
- http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_depolanmasi.aspx