



SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ VE HİDROJEN

BETÜL ASENA UÇAR
Alternatif Enerji Kaynakları
Teknolojisi



- **HİDROJEN**

- **HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ**

- **ISIL İŞLEME**

- **ELEKTROKİMYASAL İŞLEME**

- **BİYOLOJİK İŞLEME**



HIDROJEN

HİDROJEN NEDİR ?

- Hidrojen, 1500' lü yıllarda bulunmuş, 1700'lü yıllarda yanabilirliği anlaşılmış, zehirsiz bir gazdır. Evrendeki güneş ve yıldız sisteminin termonükleer tepkisinin oluşumunu sağlayan elementtir. -257.77°C ' de sıvılaşır, gaz hali sıvı halinden 700 kat büyüktür. Bilinen yakıtlar içerisinde en yüksek enerjiye sahiptir.
- Hidrojen gazı ilk defa T. Von Hohenheim tarafından metallerin asitlerle karışımından elde edilmiştir. Önceleri ortaya çıkan gazın hidrojen olduğu anlaşılmamış, Robert Boyle tarafından 1766 yılında tekrar sentezlenerek elde edilmiştir. 1783 yılında Antonio Lavoiser, Laplace ve Cavendish'ın buldukları, yandığında su meydana getiren gaza hidrojen adını vermişlerdir.

HİDROJEN NEDİR ?

- 1.00794 g/mol atom kütlesi ile tüm elementler içinde kütlesi en hafif olan elementtir. Periyodik cetvelde sol üst köşede yer alır.

HİDROJEN NEDİR ?

Grup →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periyot ↓	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

Lantanidler

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Aktinidler

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Alkali Metaller

Toprak Alkali Metaller

Halojenler

Soygazlar

Metaller

Yarı metaller

Geçiş metalleri

Ametaller

HİDROJEN NEDİR ?

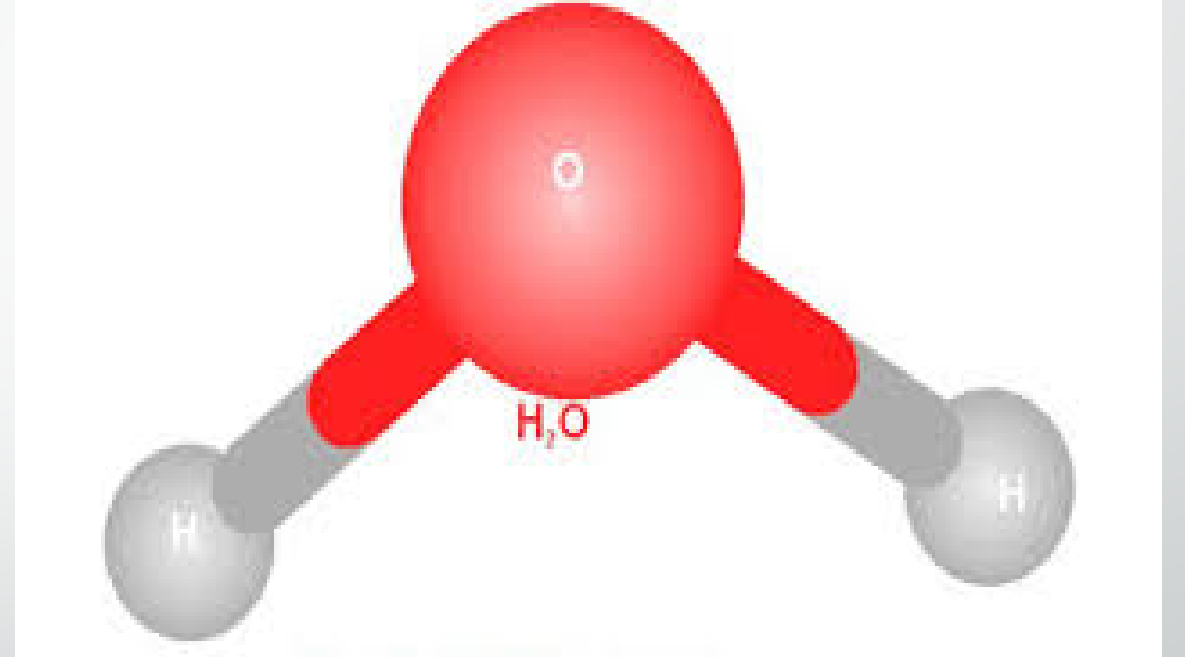
- Hidrojen elementinin atom yapısı, doğada bulunan tüm elementlerin atom yapısından çok daha basittir. Oldukça kolay bir yapısı olan hidrojenin bu özelliği nedeniyle bilim adamlarının yaptıkları araştırmalar da oldukça hızlı sonuç vermektedir.

HİDROJEN NEDİR ?

- Hidrojen, tespit edilen üç doğal izotoptan meydana gelir. Bunlar ^1H (protium); hidrojenin %99,98 oranı ile en çok bulunan izotopudur, izotopun atom çekirdeği bir protondan oluşur. ^2H (döteryum); hidrojenin kararlı izotopudur. Çekirdeği bir nötron bir protondan meydana gelir. Az miktarda gaz olarak bulunur, okyanus suları bileşğinde daha fazladır. Radyoaktif değildir. Zehirlenmeye yol açmaz. Nükleer füzyon yakıtıdır. Zenginleştirilmiş döteryum molekülleri ağır su olarak adlandırılır. ^3H (trityum); çekirdeği iki nötron bir protondan oluşur, radyoaktiftir. Helyum 3 elde edilir. Bunların yanında laboratuvar ortamında sentezlerek elde edilen beş izotop daha vardır.

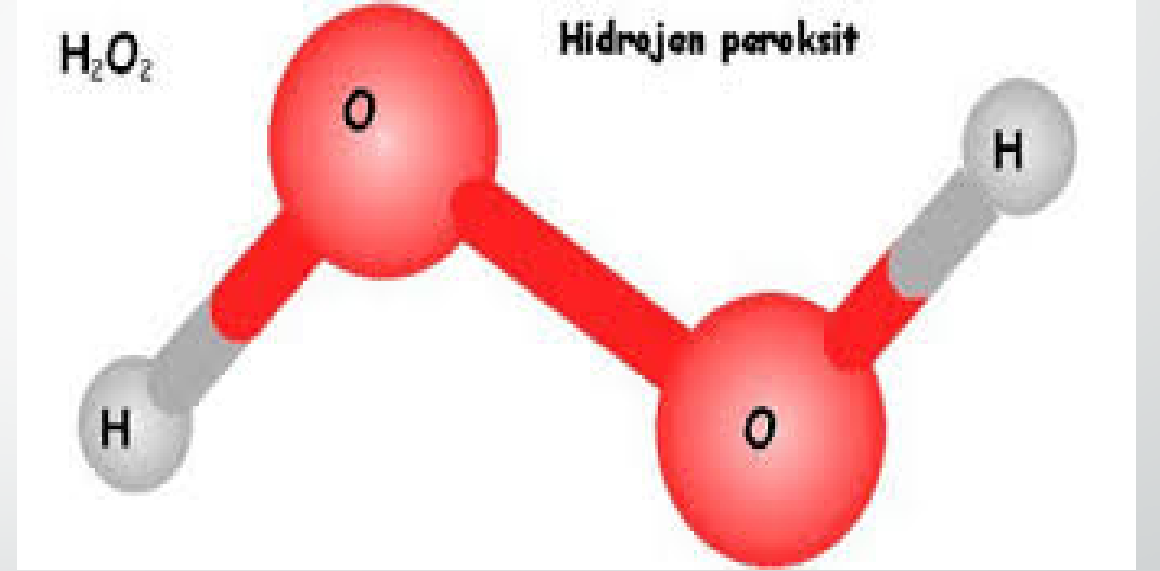
HİDROJEN NEDİR ?

Doğada serbest bir şekilde bulunmaz. Her zaman bileşik halindedir. En iyi bilinen bileşiği ise su dur. Kullanımı temiz ve kolaydır. Yakıt olarak da kullanılır.



HİDROJEN NEDİR ?

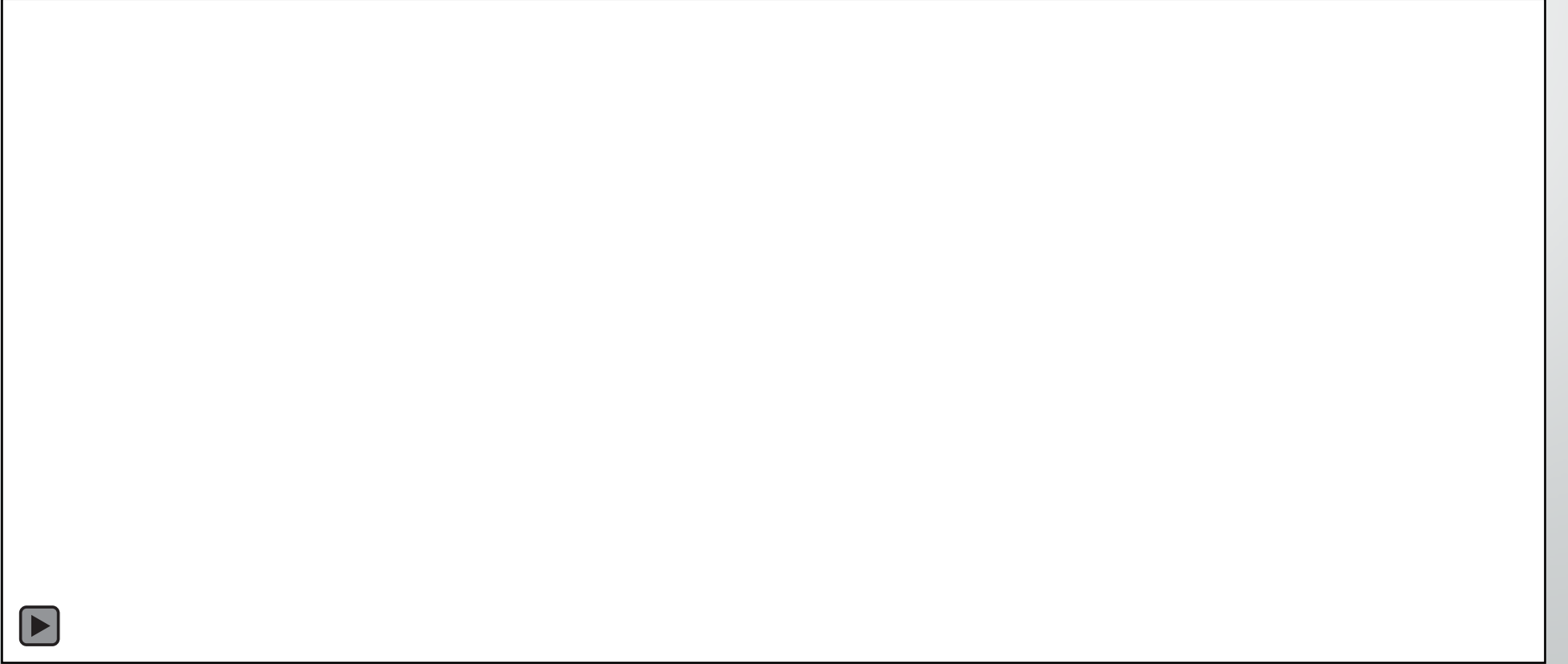
Hidrojen Peroksit bizim bildiğimiz şekliyle oksijenli sudur.



HİDROJEN NEDİR ?

- Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su veya su buharı olmaktadır.
- Hidrojenden enerji elde edilmesi sırasında çevreyi kirletici veya sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir.
- Hidrojen diğer yakıtlardan üç kat daha pahalıdır.

HİDROJEN NEDİR ?



HİDROJEN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

- ISIL İŞLEME
- ELEKTROKİMYASAL İŞLEME
- BİYOLOJİK İŞLEME

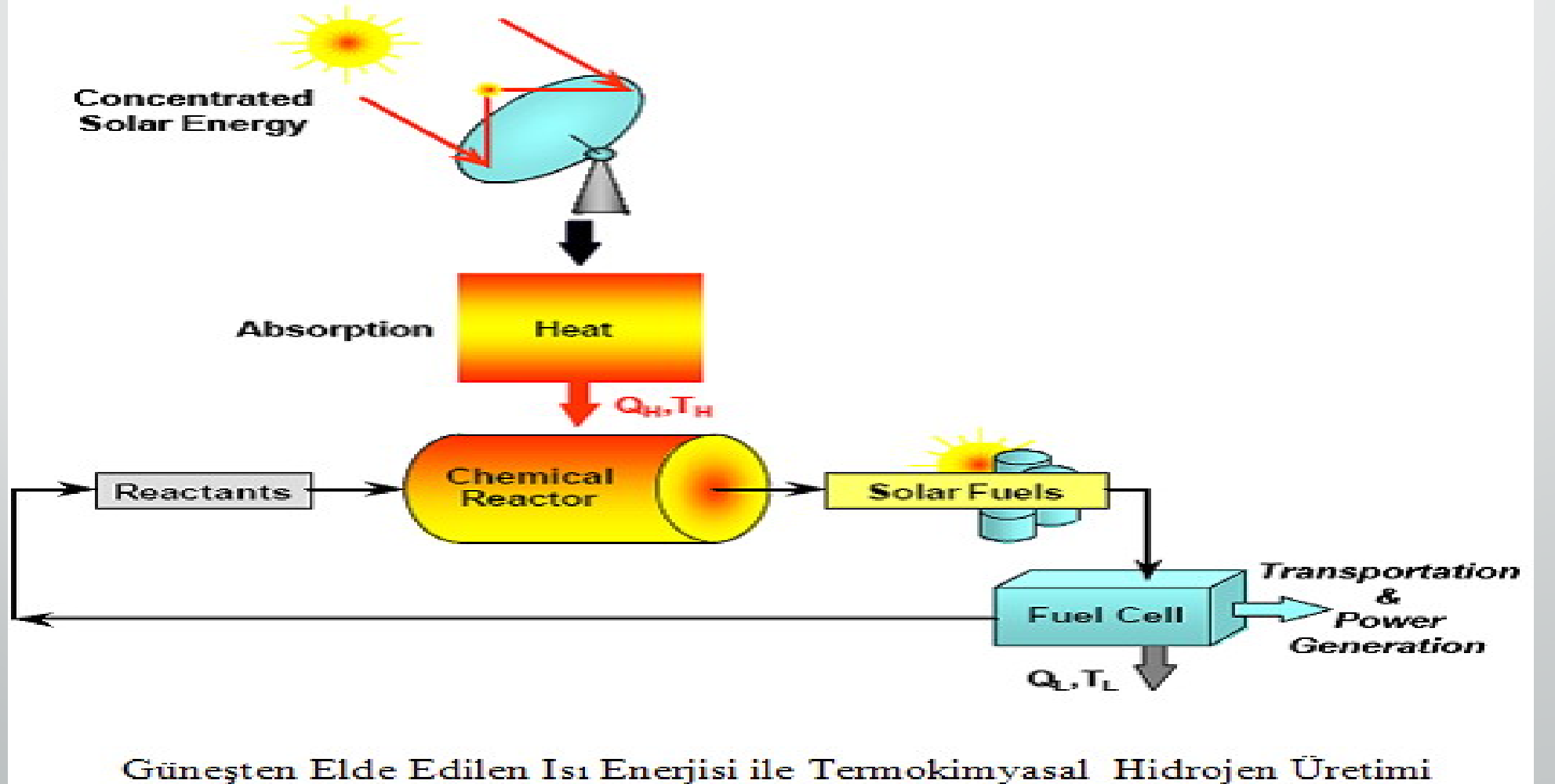
ISIL İŞLEME

- 1960'ların ortalarından bu yana hidrojen eldesi için 2-3.000 civarında termokimyasal çevrim bulunmuŐtur. Ancak bunlardan sadece 20-30 kadarı günümüzde hidrojen üretimi için kullanılabilir durumdadır.

ISIL İŞLEME

- Sıcaklığa bağlı olarak deđiŐmekle beraber bu yöntem ile oldukça yüksek (%40-%50) verim elde etmek mümkündür. Ancak kimyasalların saldığı toksik atıklar ve yüksek sıcaklıklarda malzemelerde oluşan korozyon problemi metodun geliŐmesi için üzülmesi gereken problemler arasında yer almaktadır.

ISIL İŞLEME



ISIL İŞLEME

Beş tane ısıı işlem yöntemi vardır.

- Doğalgaz Dönüşümü
- Kömür Gazlaştırma
- Biyo-kütle gazlaştırılması
- Yenilenebilir Sıvı Yakıtların Reformasyonu
- Yüksek Sıcaklıkta Su Ayrıştırılması

ISIL İŞLEME

DOĞALGAZ DÖNÜŞÜMÜ

Doğalgazın Termal Olarak Parçalanması

- Doğalgazın termal ayrımı uzun yıllardır değişik ürünler elde etmek için kullanılan bir yöntemdir. Yan ürün (siyah karbon) üretebildiğinden dolayı bu yöntem ekonomik olarak oldukça uygundur. Ayrıca hidrokarbonlardan hidrojen üretiminde CO₂ emisyonu sağlamayan tek yöntem olması da dikkate alınmalıdır.

ISIL İŞLEME

CO₂(KARBONDİOKSİT) EMİSYONU

- CO₂ karbon içerikli yakıtların (fosil yakıtlar: petrol, doğal gaz, kömür vb.) yanması sonucu karbondioksitin oluŐarak atmosfere karıŐmasıdır. Yani yer yüzünden yansıyan güneş ıŐınlarının uzaya çıkamadan tekrardan dünyaya dönmesiyle yer kürenin sıcaklığının artırmasına neden olmasıdır.

ISIL İŞLEME

KÖMÜR GAZLAŞTIRMA

- Kömür gazlaştırılması işleminde toz haline getirilmiş kömür atmosferik basınç altında oksijen ve buhar ile hızlıca parçalanarak oksidasyona uğratılır. Genel olarak kömür ucuz bir yakıt olmasına karşın kömür gazlaştırma işlevi hidrojen elde etmek için ucuz bir yöntem değildir. Hidrojen üretim fiyatı yaklaşık olarak 12 \$ ile 14 \$/GJ arasında değişmektedir.

ISIL İŞLEME

BİYO-KÜTLE GAZLAŞTIRILMASI

- Biyokütle bir reaktör içinde yüksek sıcaklık ve düşük basınç altında işleme alınır. İşlem sonunda hidrojen, metan, CO₂, CO ve nitrojen elde edilir. Gaz akımlarının yüksek sıcaklıkta bulunmalarından dolayı hidrojen içeriği artar ve bu işlem sonunda oldukça yüksek saflıkta hidrojen elde edilebilir.

ISIL İŞLEME

YENİLENEBİLİR SIVI YAKITLARIN REFORMASYONU

- Hidrokarbonların (genellikle doğal gaz) buhar reformasyonu hidrojen üretimi için en yaygın, ekonomik ve verimli yöntemdir.

ISIL İŞLEME

YENİLENEBİLİR SIVI YAKITLARIN REFORMASYONU

- Reformasyon reaksiyonu doğal gaz veya fuel oil'in yanmasıyla oluşan çok güçlü bir endotermik ve enerji sağlayıcı reaksiyondur. Reaksiyon sıcaklığı genelde 700-925 °C arasındadır. Buhar reformasyon yöntemi verimliliği enerji giriŐi ve üretilen hidrojen oranı ile hesaplanır ki bu değer yaklaşık olarak %65 ile 75 arasındadır. Üretilen hidrojenin fiyatı yaklaşık olarak 6 \$/GJ'dür.

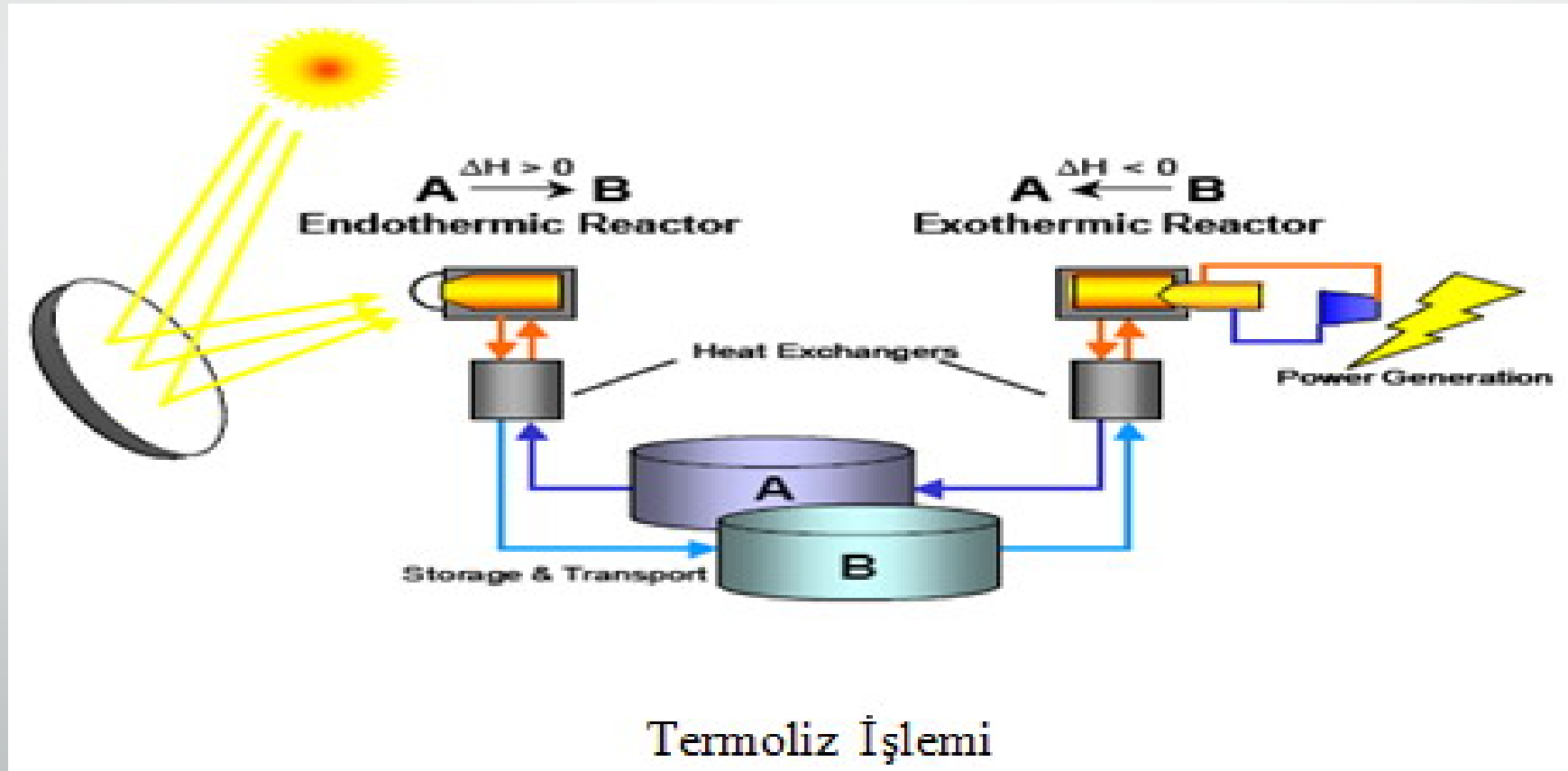
ISIL İŞLEME

YÜKSEK SICAKLIKTA SU AYRIŞTIRILMASI

- Su termal olarak 2000 K sıcaklığının üzerinde ayrılabilir. Suyun yüksek sıcaklıkta ayrıştırılma işlemine termoliz denmektedir.
- Bu dönüşüm için gerekli olan sıcaklık güneş ışını yoğunlaştırıcıları veya nükleer reaktörler tarafından yapılmaktadır.

ISIL İŞLEME

YÜKSEK SICAKLIKTA SU AYRIŞTIRILMASI



ELEKTROKİMYASAL İŞLEME

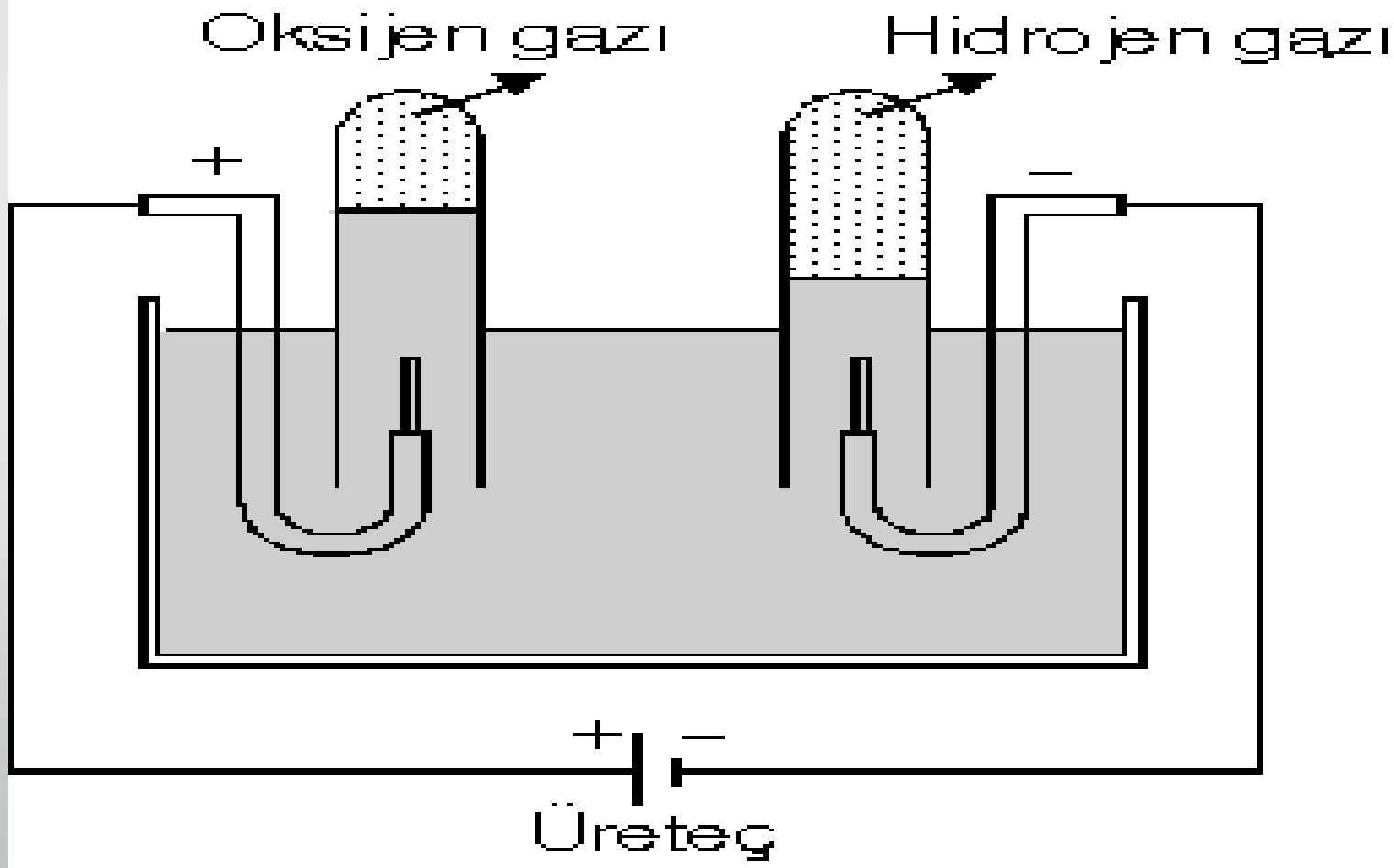
- Elektroliz, elektrik enerjisi ile suyu hidrojen ve oksijene ayırma yöntemidir. Bu reaksiyona elektroliz adı verilir. Elektroliz boyutsal olarak küçük olduğundan küçük ölçekli hidrojen üretimlerinde kullanılabilir.
- Elektroliz için normal basınç ve sıcaklıkta 1,23 volt yeterlidir.
- Verimi %70'lerden %90'lara çıkarılmıştır.

ELEKTROKİMYASAL İŞLEME

- Sulu çözelti içindekiler sülfirik asit veya çamaşır sodasıdır. (Na_2CO_3)
- Suyun elektrolizinde katotta (-) hidrojen, anotta (+) ise oksijen gazı toplanır. üretilen hidrojen gazı hacim olarak oksijen gazının iki katı olur.

ELEKTROKİMYASAL İŞLEME

Elektroliz



BİYOLOJİK İŞLEME

- Hidrojenin biyolojik yolla elde edilmesi için mikroorganizmalardan, genellikle algler, yosunlar ve fotosentez yapan bakterilerden yararlanılmaktadır.
- Tatlı veya tuzlu sularda yetişen yeşil algler ve mavi-yeşil algler ışık enerjisini kullanarak suyu parçalarlar ve Hidrojeni açığa çıkarırlar.
- Fotosentez yapan bakteriler ise ışık enerjisini kullanarak azotsuz ve oksijensiz ortamda büyütüldüklerinde, ortamdaki organik bileşenlerin parçalanması yoluyla Hidrojen üretmektedirler. Hidrojen üretimi enzimlerin aktiviteleri sonucu olmaktadır.

BİYOLOJİK İŞLEME

- Glikoz, ksiloz, melas ve nişasta Hidrojen üreten mikroorganizmaların besiyeridirler.
- Şeker fabrikası, süt fabrikası atıkları, sorgum bitkisi, atık kağıt hamuru, patates kabukları, evsel atıklar gibi yerler Hidrojen üretimi için kullanılabilirler.

BİYOLOJİK İŞLEME

Süt Fabrikası Atık Tesisi



BİYOLOJİK İŞLEME

Sorgum Bitkisi



BİYOLOJİK İŞLEME

Atık Kağıt Hamuru Kazanı



KAYNAKÇA

- <http://hidrojen.nedir.org/>
- www.bayar.edu.tr/besergil/hidrojen.pdf
- <http://www.bilgiustam.com/hidrojen-nasil-elde-edilir/>
- <http://sorucevap.enerjienstitusu.com/question/co2-emisyonu-hakkinda>
- Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen (Hülya Erdener, N.G., S.E., E.Ş., E.E., N.B.)
(syf:39-48)