

# HİDROJEN ÜRETECİ OLARAK RÜZGAR

## Harun GİRGİN

Ürün Yöneticisi/ANEL GRUP  
İnkılap Mahallesi Toya Sokak No:1 Ümraniye/İSTANBUL  
e-posta: harun.girgin@aneltech.com

Anahtar sözcükler: Hidrojen enerjisi, yakıt pili, elektrolizör, rüzgar enerjisi, rüzgar türbini

### ABSTRACT

*This paper presents a wind-hydrogen energy system that used hydrogen as an energy carrier. Wind turbine power plant, an electrolyzer unit and a hydrogen load are used for modelling the system. To show the performance of the system HOMER 2.94 is used as simulating program. Using hydrogen that obtained from wind turbine power plant, in public transport is shown to indicate the benefits of hydrogen system. A comparison between fuel cell and ICE car is shown below*

### 1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları son yıllarda konvansiyonel enerji kaynaklarına alternatif olarak kullanılmaya başlandıysa da bu kaynakların emre amade olmamaları enerji kullanımında büyük bir sorunu da beraberinde getirmektedir. Enerji tüketim talepleri alınırken, yenilenebilir enerji kaynaklarından bu talebin tam olarak ne kadarının karşılanabileceğinin bilinmemesi özellikle elektrik dağıtım şirketlerinin büyük bir sorunu haline gelmiştir.

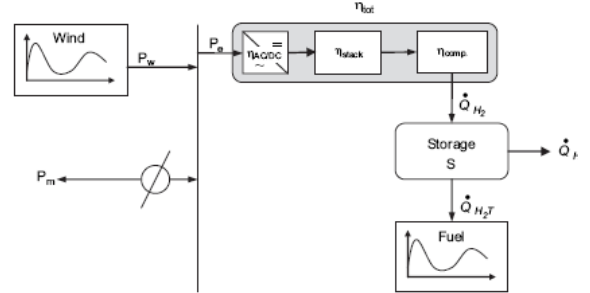
Bununla birlikte özellikle gece saatlerinde büyük düşüş yaşayan enerji tüketimine karşın rüzgar türbinlerinin üretimlerini sürdürmeleri, üretilen bu enerjinin boşa harcanmasına sebep olabilmektedir. Rüzgar enerjisinden elde edilen enerji başka bir enerji türüne dönüştürülüp saklanır ise bu sorunlar çözüme kavuşabilecektir.

Bu çalışmada rüzgar enerjisinden elde edilen elektrik enerjisinin, hidrojen enerjisine nasıl dönüştürüleceği ve bu enerjinin nasıl faydalı bir şekilde kullanılacağı gösterilmiştir. Her ne kadar büyük ölçekli olarak rüzgar-hidrojen dönüşümleri halihazırda yapılmış olmasa da bu konuda bir çok model çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Çeşme'deki bir rüzgar santralinden elde edilen enerjinin elektrolizörler vasıtasıyla hidrojene dönüştürülüp, ülke içinde değişik noktalarda kullanılması üzerine bir modelleme yapılmıştır.

### 2. HİDROJEN

Hidrojen yeryüzünde en çok bulunan element olmasına karşın serbest halde çok az bulunması nedeniyle üretilmesi gereken bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Hidrojenin hafif olması, depolanabilmesi ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip olması nedeniyle, özellikle enerji depolamada gelecekteki en önemli kaynak olması beklenmektedir.

Rüzgar-hidrojen konsepti içerisinde; rüzgar türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisi, elektrolizörleri besleyecek ve bir dönüşüm işlemi ile hidrojen elde edilecektir.



Şekil 1: Rüzgar-Hidrojen Dönüşüm İşlemi

Rüzgar-hidrojen dönüşüm işlemi sonrası elde edilen hidrojen enerjisi gerek var olan boru hatları vasıtasıyla (doğalgaz), gerek kamyonlarla, gerekse de tankerler ile kullanılacakları yere taşınabilir. Hidrojen ulaştığı yerde yakıt pilleri aracılığıyla doğrudan elektrığe dönüştürülebileceği gibi araçlarda içten yanmalı motorlarda ve de evlerde ısıtma amaçlı olarak da kullanılabilir.

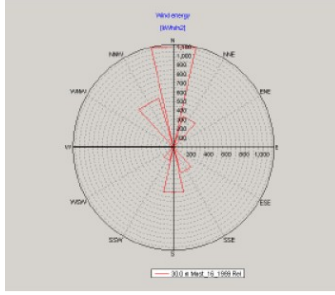
Hidrojen her ne kadar bir elektrik enerjisi kaynağı olarak bilinse de yüksek ısı kapasitesi ile ısıtma işlemlerinde de kullanılabilir. Ayrıca yakıt pili proseslerinde hidrojen enerjisi bir kojenerasyon ünitesi şeklinde de çalışabilir.

### 3. RÜZGAR-HİDROJEN ENERJİ MODELLEMESİ

Çalışma kapsamında Çeşme sınırları içerisinde yerleştirilmiş olan 100 adet 1.65 MW kapasiteli Vestas V82 model rüzgar türbininin, % 80 verimlilikteki bir elektrolizör ile paralel çalışması modellenecek olup çıkacak sonuçlar enerji tüketimi açısından değerlendirilecektir.

#### 3.1. Rüzgar Değerleri

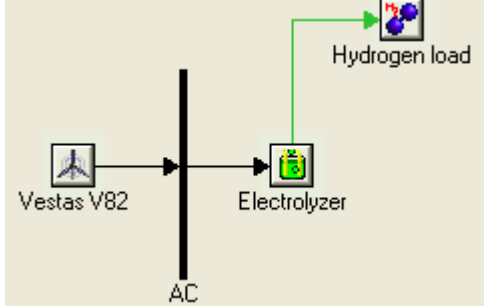
Rüzgar türbinleri 26° 23' 53" Doğu ve 38° 17' 10" Kuzey koordinatlarına 200'er metre aralıklarla yerleştirilmişlerdir. Bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği 100 metredir. 30 metre'de ortalama rüzgar şiddeti 7.9 m/s'dir. K değeri 1.82 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2: Rüzgar Enerjisi Dağılım Tablosu

#### 3.2. Modelleme

Rüzgar-hidrojen dönüşüm işlemi modellemesi HOMER programı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3: Rüzgar-Hidrojen Sistem Diyagramı

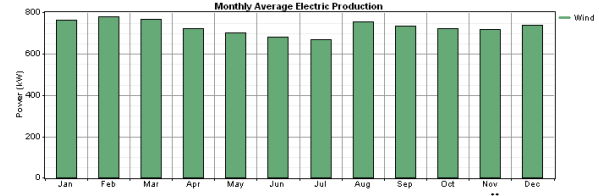
Şekil 3'de görülebileceği üzere rüzgar-hidrojen modellemesi için bir rüzgar türbini santrali, bir elektrolizör ünitesi ve bir adet de hidrojen yükü kullanılmıştır.

Hidrojenin üst ısıl enerji değeri **33,2 kWh/kg**'dir. Dolayısıyla 1 kg hidrojen direk olarak yakıldığında bize 33,2 kWh'lık enerji verebilmektedir. Bu değer benzinden 2.8, doğalgazdan ise 2.1 kat daha fazladır. Bu çalışmada şu an dünya üzerinde ticari olarak yaygınlaşmış olan % 80 verimlilikteki elektrolizörler kullanılmıştır.

Her ne kadar laboratuvar ortamında % 90-95 verimliliklere ulaşan elektrolizörlerle hidrojen eldesi yapılsa da bu çalışmada değerlerin daha gerçekçi olması açısından ticarileşmiş elektrolizör verimi ele alınmıştır. Bu durumda 1 kg H<sub>2</sub> üretmek için gereken enerji aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

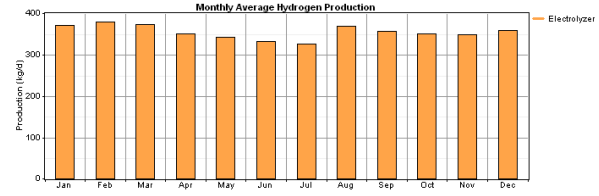
$$\text{Elektrolizör Tüketimi} = \eta_{\text{elektrolizör}} \times H_2 \quad (1)$$
$$\eta_{\text{elektrolizör}} = \% 80, H_2 \text{ Enerji Değeri} = 33,2 \text{ kWh/kg}$$

165 MW kapasitedeki rüzgar türbini santrali hesaplamalara göre yıl içinde toplam **6.390.831 kWh** enerji üretimi sağlayacaktır. Türbinin aylara göre üretimi aşağıda görülmektedir.



Şekil 4: Rüzgar Santrali'nin Ortalama Aylık Üretimleri

Rüzgar türbini santralinden elde edilen bu enerjinin özellikle gece enerji talebi düştüğünde kullanılmayan bölümü hidrojene dönüştürülebileceği gibi tamamı da hidrojene dönüştürülebilir. Rüzgar türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisinin tamamının hidrojene dönüştürüldüğü düşünülür ise yıl sonunda toplam olarak Çeşme'de 7,9 m/s ortalama rüzgar şiddetine sahip 165 MW kapasiteli bir rüzgar türbini santralinden elde edilen H<sub>2</sub> miktarı **129.617 kg** olacaktır. Aşağıdaki grafikte aylara göre elde edilecek H<sub>2</sub> miktarı görülmektedir.

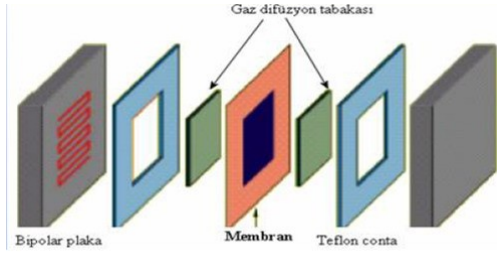


Şekil 5: Aylara Göre Elde Edilecek H<sub>2</sub> Miktarı

Elde edilen H<sub>2</sub>, boru hatları vasıtasıyla taşınarak şehirlere ulaştırıldığında, yakıt hücreleri tarafından tekrar elektrığe çevrilerek kullanılabilir. Yakıt hücrelerinin, özellikle de PEM tipi olanlarının çok kısa bir süre içinde otomobillerdeki klasikleşmiş içten yanmalı motorların yerini alarak elektrikli araçlara geçiş sürecini kısaltması beklenmektedir.

Her ne kadar PEM tipi yakıt hücreleri üzerine çok geniş kapsamlı araştırmalar yapılsa da şu anda halihazırda ticarileşmiş olan yakıt hücrelerinin verimleri istenilen seviyeye gelememiştir. Özellikle sıcaklık ve nem kontrolünde yaşanan sorunlar yakıt pili verimliliğinde istenilen noktalara gelmesini geciktirmiştir. Ticarileşmiş bir 1 kW'lık PEM tipi yakıt hücresi saatte 60-65 gr H<sub>2</sub> tüketimi yapmaktadır.

Ortalama bir binek otomobilin elektrikli motor kullanması durumunda 40-50 kW arası bir elektrik motoruna sahip olacağı düşünülür ve de aracın tam yükte 200 km/saat hıza sahip olduğu göze alınırsa 100 km'de H<sub>2</sub>'li bir elektrikli aracın tüketiminin 1,2 -1,4 kg arasında olacağı hesaplanabilir. Şu anda ticari araçların 100 km'de 6-7 litre benzin tüketimi yaptığı düşünülürse, henüz tüm geliştirmeleri yapılmamış olan PEM yakıt pilinin bu miktarda bir tüketim yapması başarı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 6: PEM Yakıt Pili Tabakaları

165 MW gibi bir santralden elde edilebilen 129.617 kg H<sub>2</sub> ile yaklaşık 10.000.000 km yol yapılabileceği ve de bunun benzin karşılığının 650.000 lt olacağı düşünülürse, bu santrallerin sayısının artırılması durumunda neredeyse benzine hiç gereksinim duymadan ulaşım sorununun çözülebileceği gözükmektedir.

#### 4. SONUÇ

Özellikle depolanabilir enerji kaynağı ihtiyacının günden güne arttığı dünyamızda, var olan fosil kaynakların ömrünün de çok uzun süreli olmayacağı düşünüldüğünde bir başka enerji depolayıcının kısa süre içerisinde ticarileşip enerji talebini karşılaması beklenen bir gelişmedir.

H<sub>2</sub> bu kaynaklar içerisinde benzine en iyi alternatif olarak gözükmektedir. Rüzgar ve güneş enerjisi gibi bol miktarda sahip olduğu iki enerji türünde de geç kalan ülkemizin, sahip olduğu kaynakları kullanarak Hidrojen enerjisinde dünyaya liderlik etmesi, yakın gelecekte Türkiye'nin Dünya sahnesindeki yerini büyük oranda değiştirebilir.

Bu bağlamda son zamanlarda artışa geçen rüzgar kurulu gücümüzden, özellikle talebin düşük olduğu saatlerde elde edilebilecek hidrojen, ülke ekonomisine büyük katkıda bulunacaktır. Aynı zamanda bu yıl sonunda Kopenhag'da gerçekleştirilecek olan toplantının ardından, 2012 sonu itibariyle düşüremediği emisyon tutarı için cezai yükümlülükler altına girmesi beklenen Türkiye'nin ödemesi gereken tutarlar da bu uygulama ile büyük oranda azalacak

hatta kısa sürede diğer ülkelere karbon satabilecek duruma bile gelebilecektir.

Türkiye, Birleşmiş Milletler Hidrojen Enerjisi Genel Merkezine ev sahipliği yapması yönünden de hidrojen teknolojileri bakımından birçok ülkeden çok daha ileri durumdadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının popülerliğini giderek arttırdığı günümüzde bu merkezin de yardımlarıyla Hidrojen enerjisi milli bir politika haline getirilebilir. Böyle bir yola şimdiden girebilmek ülke geleceğini kurtarmak anlamına gelmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] J. Levene, B. Kroposki,, G. Sverdrup , Wind Energy and Production of Hydrogen and Electricity — Opportunities for Renewable Hydrogen, Conference Paper NREL/CP-560-39534 ,March 2006
- [2] Jose´ L. Bernal-Agusti´n\*, Rodolfo Dufo-Lo´pez , Hourly energy management for grid-connected wind-hydrogen systems , İ N T E R N A T İ O N A L J O U R N A L O F H Y D R O G E N E N E R J Y 3 3 ( 2 0 0 8 ) 6 4 0 1 – 6 4 1 3
- [3] Georges Salgi , Bjarne Donslund , Poul Alberg Østergaard , Energy system analysis of utilizing hydrogen as an energy carrier for wind power in the transportation sector in Western Denmark, UTILITIES POLICY 16 (2008) 99E106