

YAKIT HÜCRESİ

4. KUŞAK ELEKTRİK ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Engin ÖZDEMİR*. Ercüment KARAKAŞ*, Tartıv Sıtkı UYAR**

Özet

Bu çalışmada, kullanılan elektrot tipine göre çeşitli isimler alan yakıt hücre çeşitleri açıklanmakta, yakıt hücresi kullanım alanları belirtilerek dünyadaki uygulamalardan bahsedilmektedir. Güç istasyonu, dağınık enerji üretimi ve taşıt uygulamalarında kullanılan yakıt hücrelerinden örnekler verilmektedir. Yakıt hücrelerinin en önemli üstünlüklerinden biri olan çevresel etkileri açıklanarak, diğer konvansiyonel güç üretim sistemleri ile karşılaştırılmaktadır. Bir çok üstünlüklere sahip olan yakıt hücrelerinin ticari olmasındaki en önemli engel maliyetleridir. Yapılan geliştirme çalışmaları ve güç yoğunluğundaki önemli artışlar, yakıt hücrelerinin 21. yüzyılın başından önce ticari kullanımının önemli ölçüde artacağını göstermektedir.

1. Giriş

Yakıt hücresi, yakıt (hidrojen) ve oksitleyicinin (hava) kimyasal enerjisini doğrudan elektrik ve ısı formunda kullanılabilen enerjiye çeviren güç üretim elemanıdır. Yakıt hücresi çalışma prensibi 1889'da keşfedilmesine rağmen 1960'lardaki uzay programlarına kadar güç üretiminde kullanılmamıştır. DC elektrik ve hücre tipine göre çeşitli sıcaklıklarda ısı elde edebilen yakıt hücresi, hareketli parçası olmayan, yüksek verimli, sessiz ve doğaya zarar vermeyen elektro kimyasal bir cihazdır (1).

Yakıt hücresi çalışma prensibi suyun elektrolizinin tam tersidir. Yakıt hücresi için reaksiyon formülü aşağıdaki gibidir.

- Hidrojen elektrotta,

$$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$$
- Oksijen elektrotta,

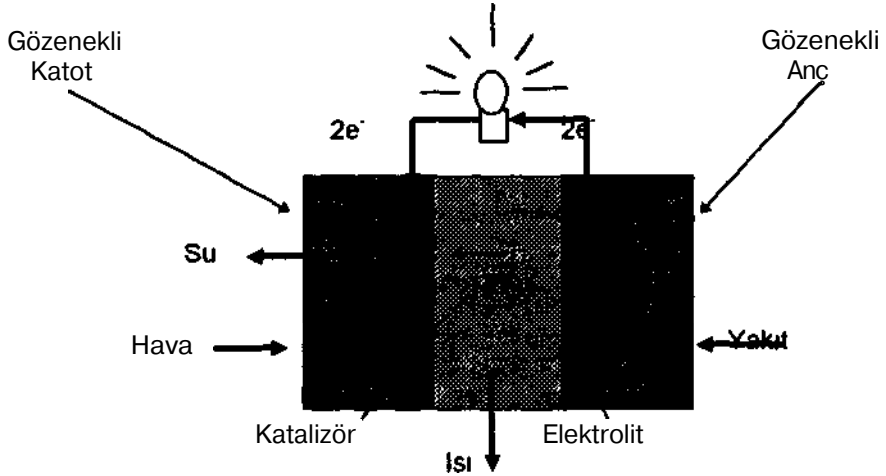
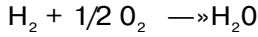
$$\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$$
- Toplam reaksiyon

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$$

Her bir yakıt hücresi, anot (negatif elektrot), elektrolit ve bir de katottan (pozitif elektrot) meydana gelir. Hava, katot yüzeyi üzerinden geçerken, hidrojen zengini gaz da anot yüzeyinden geçer. Elektronlar katoda doğru bir dış devre yoluyla taşınırlarken hidrojen iyonları da elektrolit yoluyla oksijen elektroda göç ederler. Katotta oksijen ve hidrojen iyonları ile elektronların reaksiyona girmesiyle su elde edilir. Elektronların dış devre yoluyla akışı

* Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Bölümü, 41100, İZMİR

elektrik üretir. Yakıt kullanımındaki yüksek verim nedeniyle, bu elektrokimyasal işlemde çıkan yan ürün sadece su, ısı ve elektrik akımıdır. Yakıt hücresi şematik diyagramı Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Yakıt hücresi şematik diyagramı

Yakıt hücreleri, yeni enerji üretim teknolojisi olarak bilinen ticari güç üretim sistemlerinin gelişiminde; termik, nükleer ve hidrolik sistemlerin ardından dördüncü kuşak teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Yapılan öngörülere göre 2010 yılına kadar yakıt hücrelerinden elde edilen toplam güç 20000 MW'a ulaşacaktır. Özellikle Fosforik Asit Yakıt Hücreleri için son yıllarda çok sayıda gösterim tesisi kurulmuş ve araştırmalar yoğun olarak sürdürülmektedir.

2. Yakıt Hücresi Çeşitleri

Kullanılan elektrolit malzeme çeşidine göre sınıflandırılabilen yakıt hücreleri beş tiptir. Bunlar, Alkalın Yakıt Hücresi (AYH), Fosforik Asit Yakıt Hücresi (FAYH), Erimiş Karbonat Yakıt Hücresi (EKYH), Katı Oksit Yakıt Hücresi (KOYH) ve Proton Değişim Membranı Yakıt Hücresi (PDMYH) olarak sıralanabilir. Her bir hücre tipi için işletim özellikleri Tablo 1'de karşılaştırmalı olarak verilmektedir (1).

Tablo 1. Yakıt Hücresi tiplerinin karşılaştırılması.

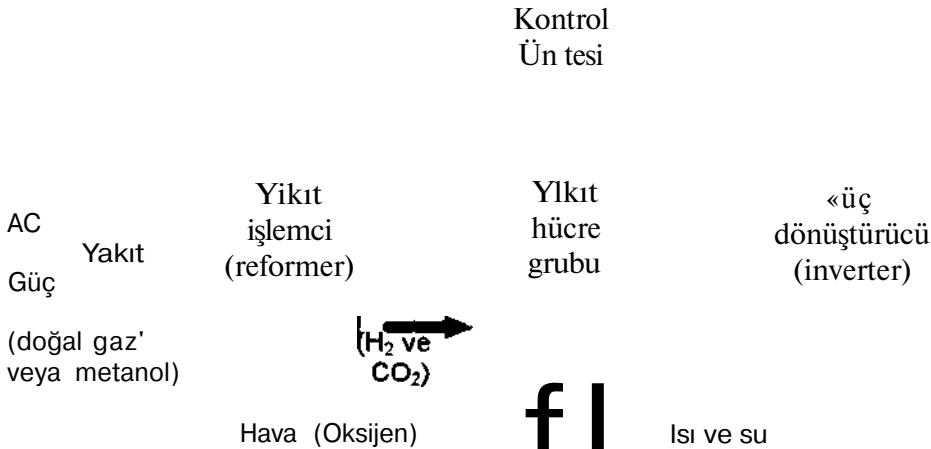
Parametre	AYH	FAYH	KOYH	EKYH	PDMYH
İşletim sıcaklığı (°C)	80	200	1000	650	85
Platin Kullanımı	Yok	Var	Yok	Yok	Var
Güç Yoğunluğu (W/kg)	35-105	120-180	15-20	30-40	350-1500

Verim (%)	42-73	40-47	45-50	50-57	40-60
Atık Isı Kullanımı	Yok	Sınırlı	Var	Var	Yok
H ₂ Yakıt Kaynağı	Saf H ₂	İşlenmiş metanol, doğal gaz	Doğal gaz	Doğal gaz	İşlenmiş metanol, doğal gaz
Ticari Kullanım	?	92/93	2000	1998	1998

3. Güç Üretim Sistemi

Tek bir hücre gerilimi 1 volttan daha az olduğundan, gerekli elektrik enerjisini üretmek için birden *fazla* yakıt hücresini seri ve paralel bağlayarak kullanmak gereklidir. Komple bir yakıt hücresi güç üretim sistemi bir yakıt kaynağı, bir hava kaynağı, bir soğutma ünitesi ve bir de kontrol ünitesi içeren bir araba motoruna benzetilebilir. Uygulama sahasındaki bir yakıt hücresi güç üretim sistemi, ek olarak elektriksel yükün kullanacağı AC gerilimi üretmek üzere bir DC/AC dönüştürücüsü gerektirir. Eğer hidrojen saf olarak sağlanamazsa, hidrojen ve CO₂ ihtiva eden metanol ve doğal gaz gibi hidrokarbon yakıtlardan hidrojen elde edecek bir yakıt işleme ünitesi de gerekebilir. CO₂ bir sera gazıdır. Yakıt hücresinde yüksek verim nedeniyle diğer teknolojiler ile karşılaştırıldığında oldukça az CO₂ üretilmektedir. Bir yakıt hücresi tipik olarak yanma işlemi içermediğinden yanma esaslı teknolojilerden daha fazla elektrik üretmektedir. Bataryanın tersine yakıt hücresi şarj gerektirmez ve yakıt sağlandığı sürece kesintisiz güç üretimine devam eder (3).

Bir yakıt hücresi güç üretim sistemi, Şekil 2'de görüldüğü gibi yakıt hücre grubu, metanol veya doğal gaz vb. fosil yakıtlardan hidrojen zengini gaz üretilen bir yakıt işleme ünitesi, hücrede üretilen DC gerilimi ticari kullanım için AC gerilime çeviren güç dönüştürücü (inverter) ile sistemin tüm işleyişini denetleyen bir kontrol ünitesinden meydana gelmektedir (2).



Şekil 2. Yakıt hücresi güç üretim sistemi.

5. Yaralanılan Kaynaklar

1. YUE, T.C.P., (1994), "Special Research" Goepel Shields & Partnere Vancouver Canada.
2. "Environmentally Clean Power for Stationary and Transportation Systems", (1993), Ballard Annual Report 1993, *Canada*.
3. DOUGLAS J., (1994), "Solid-State Fuel Cells", EPRI Journal.
4. "Fuel Cells, Gentle to the Earth, Supplies", (1992), Fuji Electric Review, Vol.38.
5. SHIBATA K., (1992), "The Tokyo Electric Power Company (TEPCO) Fuel Cell Evaluation Program", Journal of Power Sources, Vol. 37.
6. ÖZDEMİR, E. ve KILIÇASLAN, I. (1994) "Yakıt Hücresi ile Güç Üretimi ve Geleceğe ilişkin Beklentiler", Türkiye 6. Enerji Kongresi, İzmir
7. ÖZDEMİR, E. ve UYAR, T.S., (Kasım 1994), "Yakıt Hücreleri ile Güç Üretimindeki Gelişmeler", Kaynak Dergisi.

¹ SCR : SCR katalizörü

