

**T.C**  
**Ondokuz Mayıs Üniversitesi**  
**Mühendislik Fakültesi**  
**Kimya Mühendisliği**  
**KMB-405 Kimya Mühendisliği Laboratuvarı III**



**Deney 1: Yenilenebilir Enerji Sistemleri**

**Yrd.Doç.Dr. Berker FIÇICILAR**

**Ekim 2015**

**Deneyin Amacı:** Yenilenebilir enerji sistemleri deneyi kapsamında PEM (Proton Exchange Membrane: Proton Değişim Zarı) yakıt pilleri, PEM elektrolizörü, güneş panelleri gibi elektriksel enerji dönüşüm sistemlerinin tanıtılması amaçlanmıştır. Tüm deneyler Heliocentris 392 Fuel Cell Professional test sisteminde (Şekil 1) yapılacaktır.

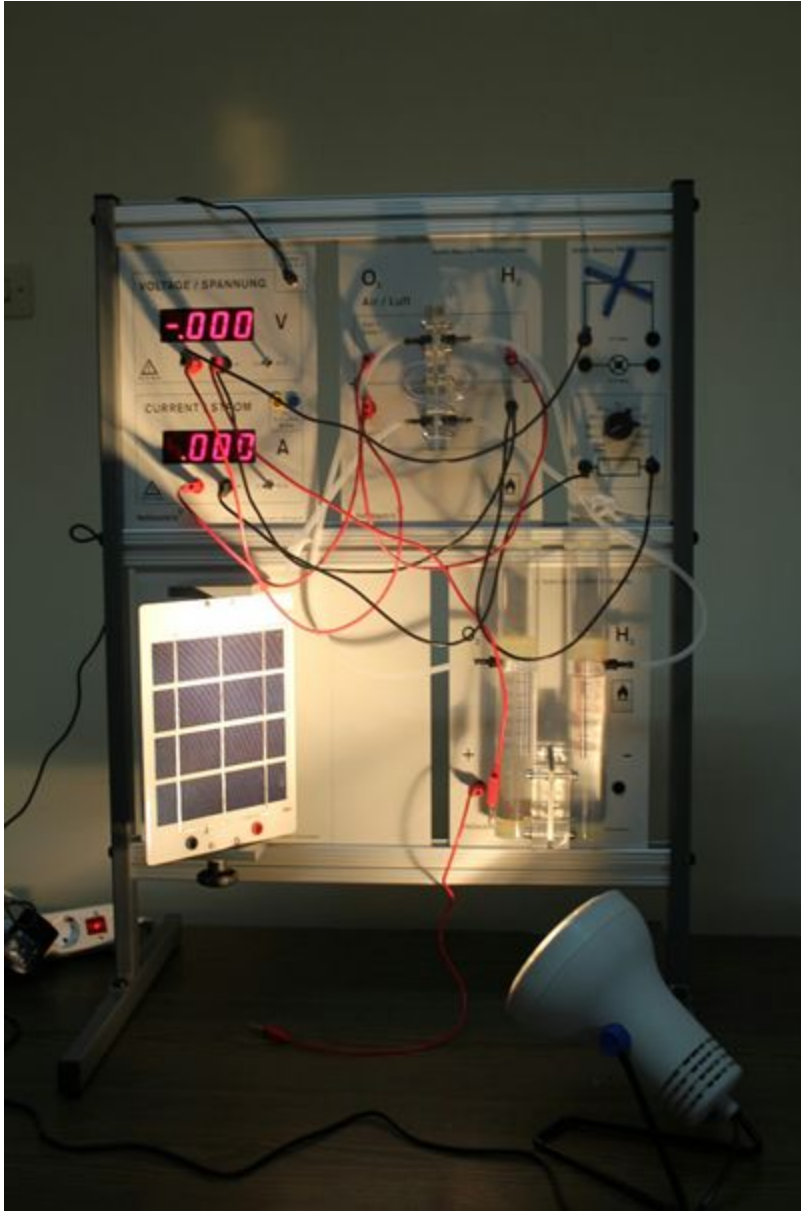
## Giriş:

Yakıt pilleri, elektrik üretmek veya gerektiğinde depolamakta kullanılacak elektriksel enerji dönüşüm sistemlerinin bir parçasıdır. Bu deneyde incelenen yakıt pili, düşük sıcaklıklarda çalışan Polimer Elektrolit Membran (PEM) yakıt pilleridir. Anotta hidrojen oksidasyon yarı tepkimesi, katotta oksijen indirgenme yarı tepkimesi gerçekleşmektedir. Deney sistemimizde, iki adet tekli yakıt hücresi bulunmaktadır. Bu iki yakıt hücresi gerektiğinde paralel veya seri bağlanabilmektedir. PEM yakıt pilinin anot tarafında, gaz difüzyon katmanı (GDL) ve bu katmanın membrana bakan yüzeyinde karbon destekli bir katalizör bulunmaktadır. Bu katalizör ile hidrojen protonlarına ayrışıp, seçici geçirgen katı polimer elektrolit membrandan geçerek protonlar katot kısmına ulaşır. Membran, elektronları geçirmediği için elektronlar dış devreden dolaşarak pilin katot bölümüne gelir ve oksidant oksijen ile birleşip su molekülünü oluşturur. Bu elektrokimyasal proses sürecinde; su, ısı ve elektrik açığa çıkar. Yakıt pilinin temel görevi, hidrojen gibi bir enerji taşıyıcısını kullanarak istenen güçte elektriği üretebilmektir.

Heliocentris sisteminde, bir lamba aracılığıyla güneş panelinin elektrik üretmesi sağlanmaktadır. Güneş panelinden elde edilen elektrik, PEM elektrolizörüne beslenmektedir. PEM elektrolizörü, deiyonize suyu parçalayarak belirli bir debide hidrojen ve oksijen üretmektedir. Elde edilen hidrojen ve oksijen gazları, PEM yakıt piline beslenmektedir. PEM yakıt piline bağlanan yük (dirençler) sayesinde yakıt pilinin performans eğrileri (güç ve polarizasyon), voltmetre ve ampermetre aracılığıyla saptanmaktadır.

## Deneyin Yapılışı:

**Gerekli Malzemeler:** Heliocentris 392 Fuel Cell Professional Test Sistemi, 1 L deiyonize su, piset, lamba, seramik dirençler, multimetre, termometre, kabarcık-ölçer düzeneği, sıvı sabun, puar, deney-veri kağıdı (bir kaç tane boş A4 kağıt), cetvel, tükenmez kalem, hesap makinesi.



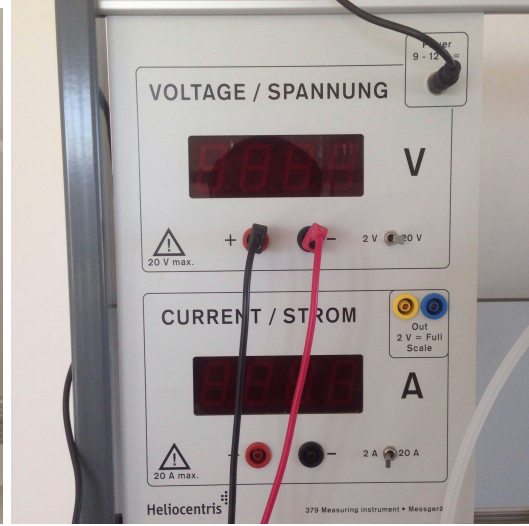
Şekil 1: Heliocentris 392 Fuel Cell Professional Test Sistemi

## Güneş Panelinin Test Edilmesi

0. Güneş paneli gerilimlerini kaydedebilmek için güneş panelinin artısı, voltmetrenin artısına bağlanır; güneş panelinin eksisi, voltmetrenin eksisine bağlanır.
1. Lamba kapalı iken güneş panelinin gerilimi ölçülür ve deney-veri kağıdına kaydedilir.
2. Lamba açıldığında, güneş panelinin gerilimi seçilen üç farklı lamba konumu ( $30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ ) ve üç farklı uzaklıklar (10 cm, 20 cm, 30 cm) için kaydedilir.
3. Elde edilen deneysel veriler tablolanır ve grafiği çizilir. Kısaca sonuçları tartışınız.



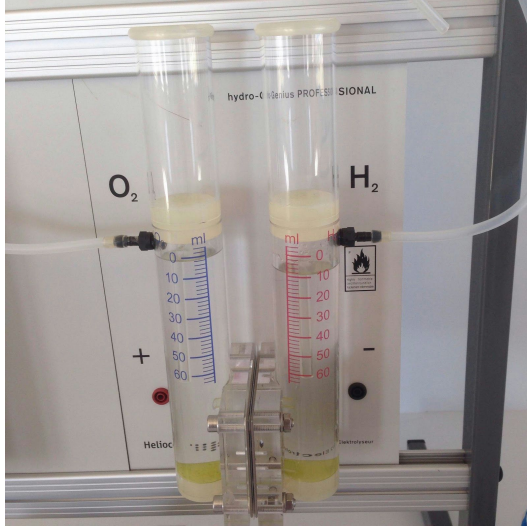
Şekil 2: Güneş Paneli



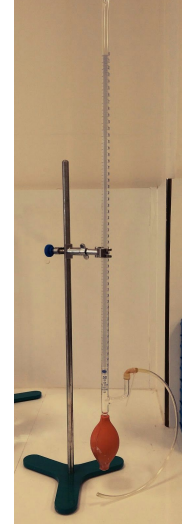
Şekil 3: Voltmetre ve Ampermetre

### PEM Elektrolizörünün Çalıştırılması

0. Siyah ve kırmızı bağlantı kabloları kullanılarak elektrolizörün artısı, güneş panelinin artısına; elektrolizörün eksisi, güneş panelinin eksisine bağlanır.
1. PEM elektrolizör hücresine (Şekil 4) bağlı su tanklarının sıfır seviyesinde olup olmadığı kontrol edilir. Su seviyeleri farklı bir konumda ise, pisete doldurulmuş deiyonize su ile tanktaki su seviyeleri sıfırlanır.
2. Kabarcık-ölçer düzeneği (Şekil 5) ile hidrojen ve oksijen akışları ölçülür. Kabarcık-ölçer düzeneğinin çalışma prensibini asistanınızdan öğreniniz.
3. PEM elektrolizöre verilen güç artırıldığında, hidrojen ve oksijen akış hızlarının nasıl etkilendiği gözleyiniz ve sonuçları kaydediniz.



**Şekil 4:** PEM Elektrolizör hücresi

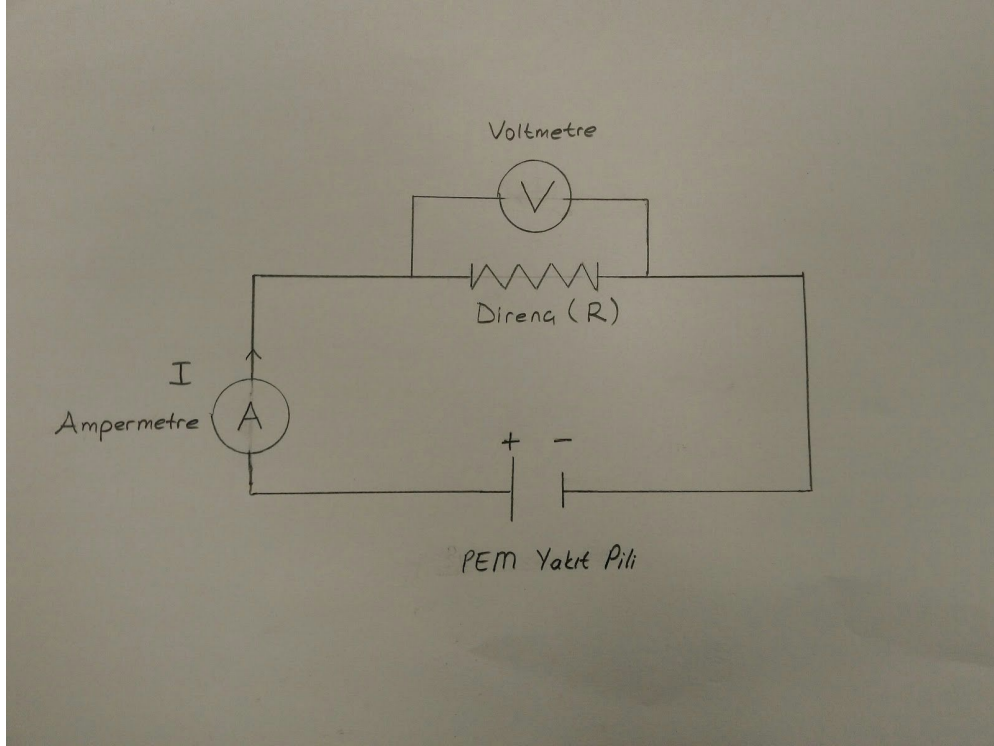


**Şekil 5:** Kabarcık-ölçer düzeneği

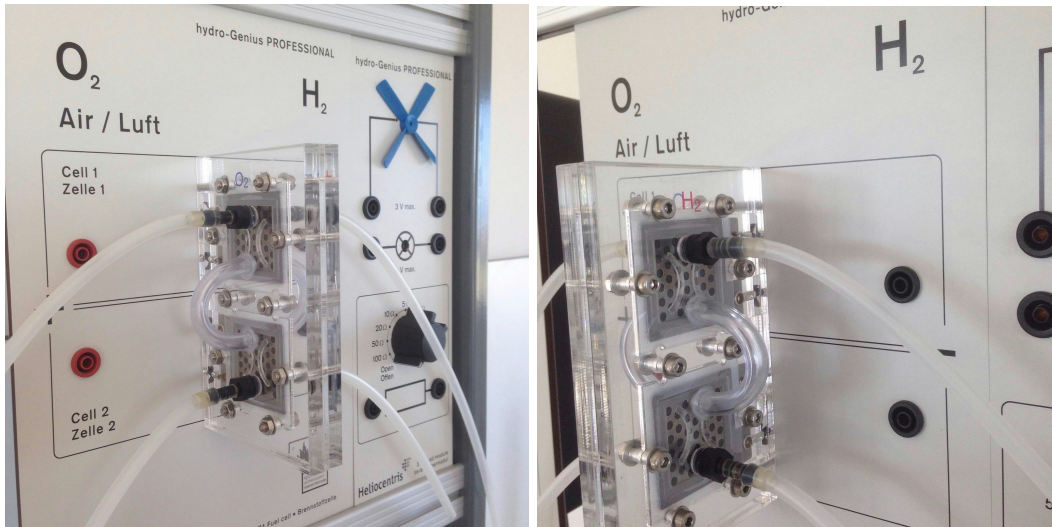
### **PEM Yakıt Pili'nin Çalıştırılması**

0. Tekli hücre testi ve ikili hücre testi için; güneş paneli, elektrolizör, PEM yakıt pili, voltmetre, ampermetre Şekil 6'daki gibi birbirine bağlanır.
1. Tekli PEM yakıt piline (Şekil 7) bağlanan dirençler değiştirilerek sistemin performansı (gerilim ve akım değerleri) kaydedilir.
2. Adım 1, ikili PEM yakıt pili hücresi için tekrarlanır.
3. Size sağlanan seramik dirençlerin gerçek değerleri multimetre aracılığıyla ölçülür.





**Şekil 6:** Yakıt pilinin bağlanmasına ilişkin gösterimsel şematığı



**Şekil 7:** PEM Yakıt Pili hücreleri

### Hazırlık Soruları:

1. PEM yakıt pilleri, güneş panelleri ve PEM elektrolizörünün çalışma prensiplerini araştırıp laboratuvar defterine kısaca yazınız.

2. Faraday yasası ve Nernst denklemini öğrenerek deney gününe geliniz.
3. 1 A ve 0,8 V'de çalışan bir tekli hücre yakıt pilinin altı saat sorunsuz çalışması için gerekli reaktant (hidrojen, oksijen veya hava) miktarlarını hesaplayınız.

## **Sonuçlar ve Tartışma:**

1. Güneş panelinden elde ettiğiniz gerilim-uzaklık eğrilerini tablo ve grafik halinde çiziniz.
2. PEM elektrolizöründen çıkan hidrojen ve oksijen gazlarının akış hızlarını farklı çalışma gerilimleri için bulunuz.
3. Heliocentris'e entegre dirençleri kullanarak tekli ve ikili yakıt pili hücresi için polarizasyon ve güç eğrilerini elde ediniz. Tablo ve grafik halinde rapora ekleyiniz.
4. Size sağlanacak seramik dirençler ile üçüncü adımı tekrar ediniz.
5. Heliocentris sisteminde kullanılan her bir malzemenin (örneğin; PEM yakıt pili ve PEM elektrolizör bileşenleri) özelliğini rapora ekleyiniz.

## **Kaynakça:**

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell)
2. <http://www.fchea.org/>
3. <http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/yakitpilleri/cev346-yakit-pilleri.pdf>