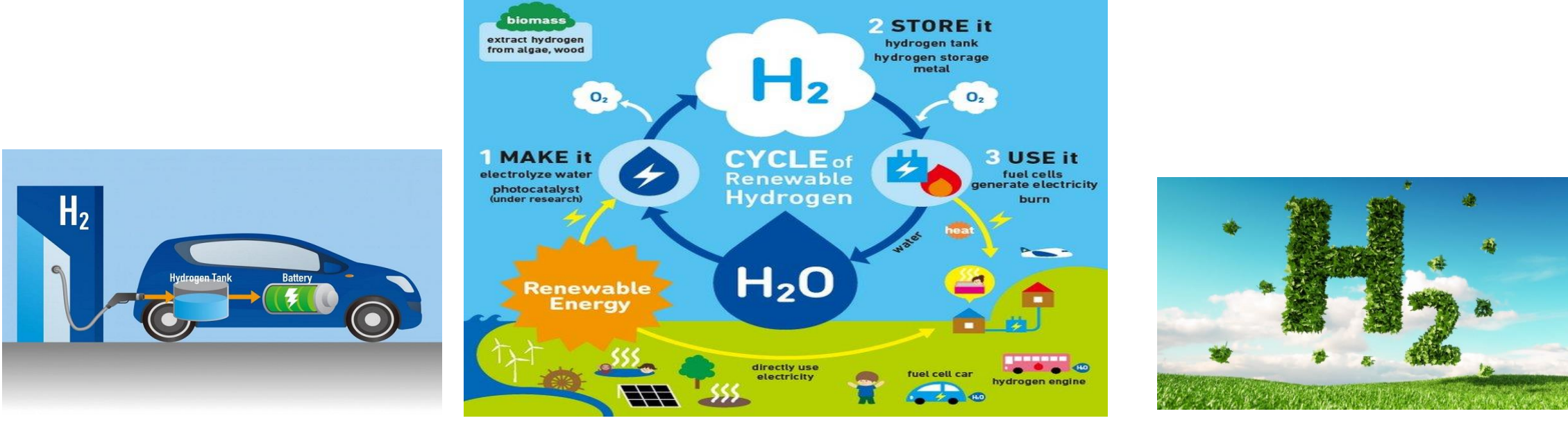


## ÖZET

Bu çalışmada hidrojeni model atık gazdan (karbondioksit) ayırmak için hidroksi etil selüloz (HES) ve polistiren sülfonik asit (PSSA) temelli membranlar üretilmiştir. Membran matrisi olarak HES polimeri seçilmiştir. Membranların gaz ayırma performansı, geçirgenlik ve H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> seçiciliğinin bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. H<sub>2</sub> geçirgenliğini artırmak için, HES matrisine farklı oranlarda PSSA polimeri dahil edilmiştir.

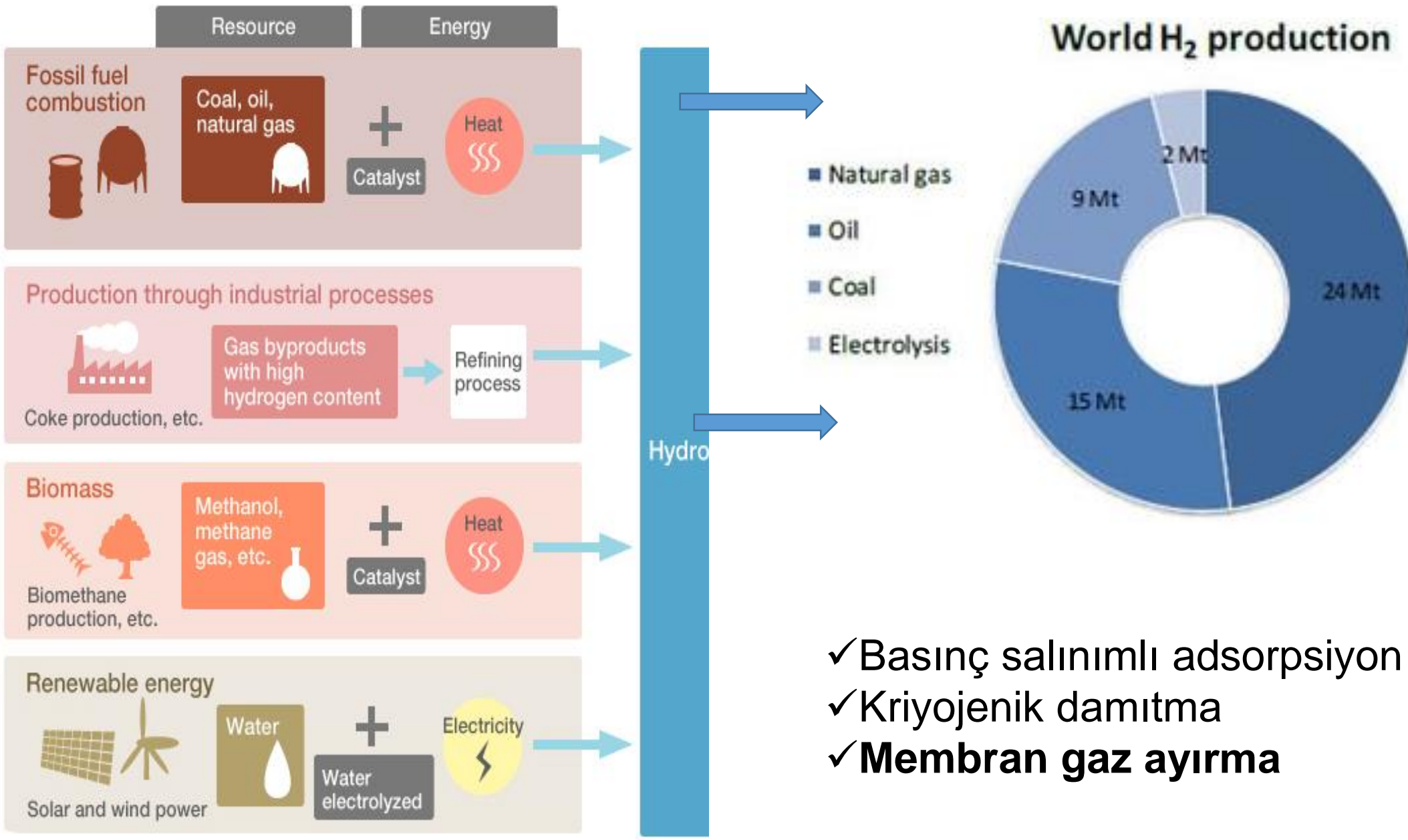
## 1.Giriş

**Hidrojen (H<sub>2</sub>)** "Yeşil enerji" gereksinimi karşılamak için önemli bir enerji taşıyıcısıdır ve enerji içeriği diğer temiz enerji kaynaklarına göre daha yüksektir. Yakıt hücreleriyle çalışacak olan geleceğin sıfır emisyonlu araçları için umut verici bir enerji kaynağıdır.



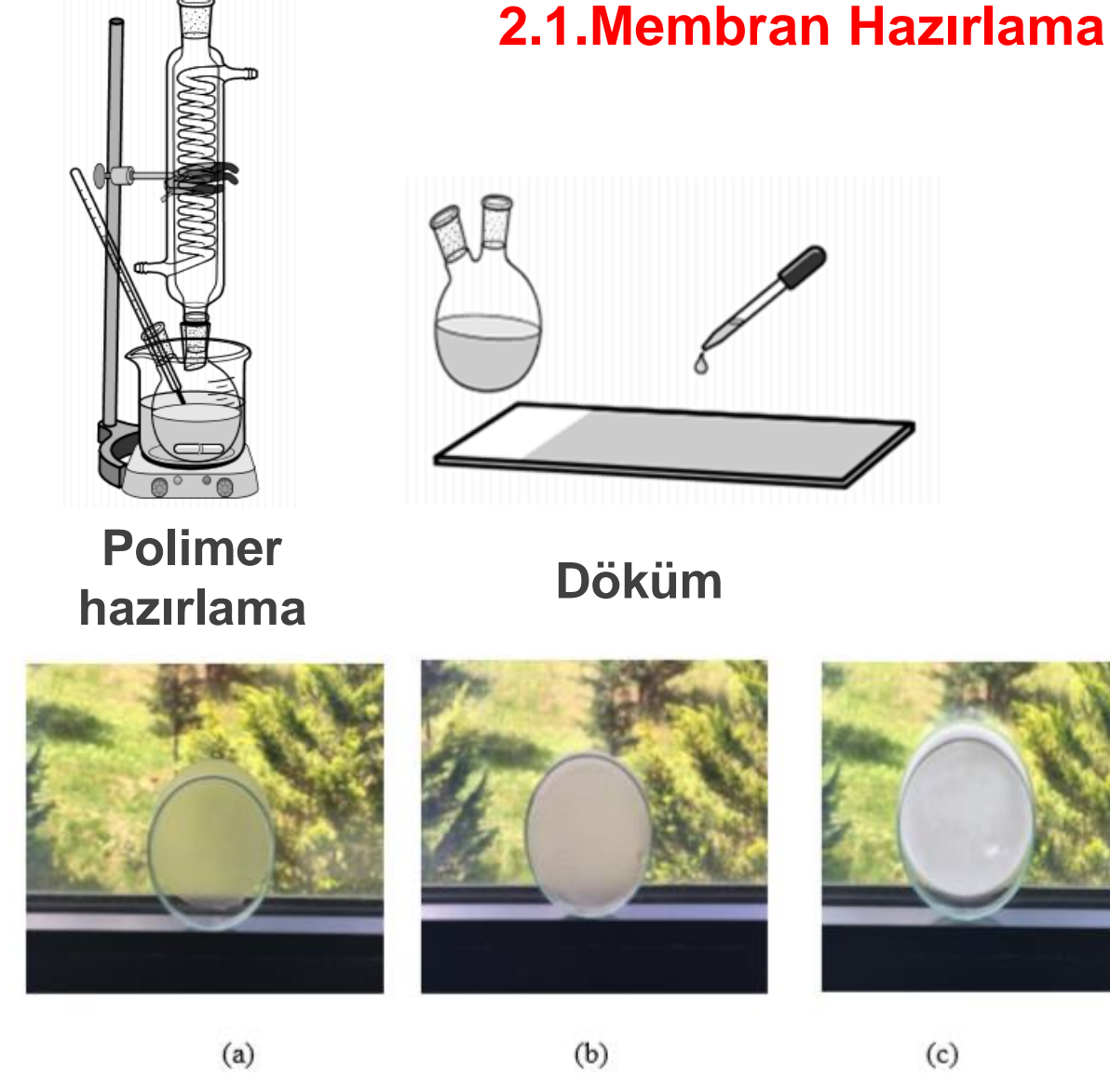
**Hidrojen** ya petrokimyasal süreçlerle üretilir ya da atıklardan fermantasyon yoluyla (biyohidrojen) üretilir. Özellikle yakıt pili uygulamalarında kullanılmak için biyohidrojen gazları çok fazla safsızlık içerir. Fermantasyon işleminden sonra reaktörde H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO dönüştürülmemiş CH<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>S bulunmaktadır. Bu gazlardan hidrojeni saf olarak çekmek için ileri ayırma tekniklerini kullanmak gerekmektedir.

### Hidrojen Saflaştırma Yöntemleri

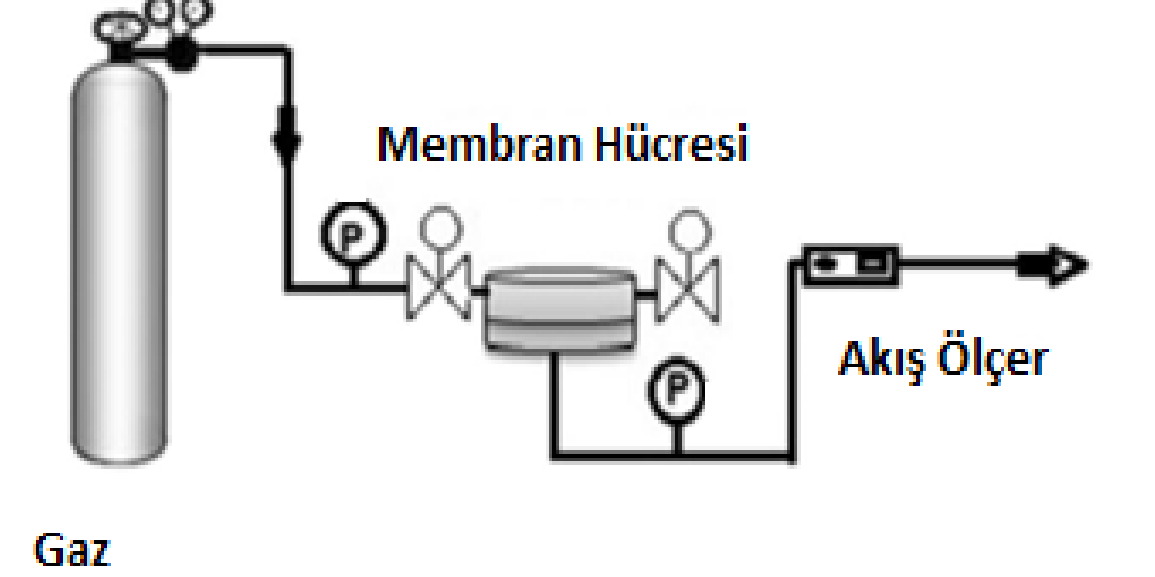


## 2.Malzeme ve Yöntem

### 2.1.Membran Hazırlama



### 2.2.Membran Gaz Ayırma



Şekil 1. Membran gaz geçirgenlik test sistemi

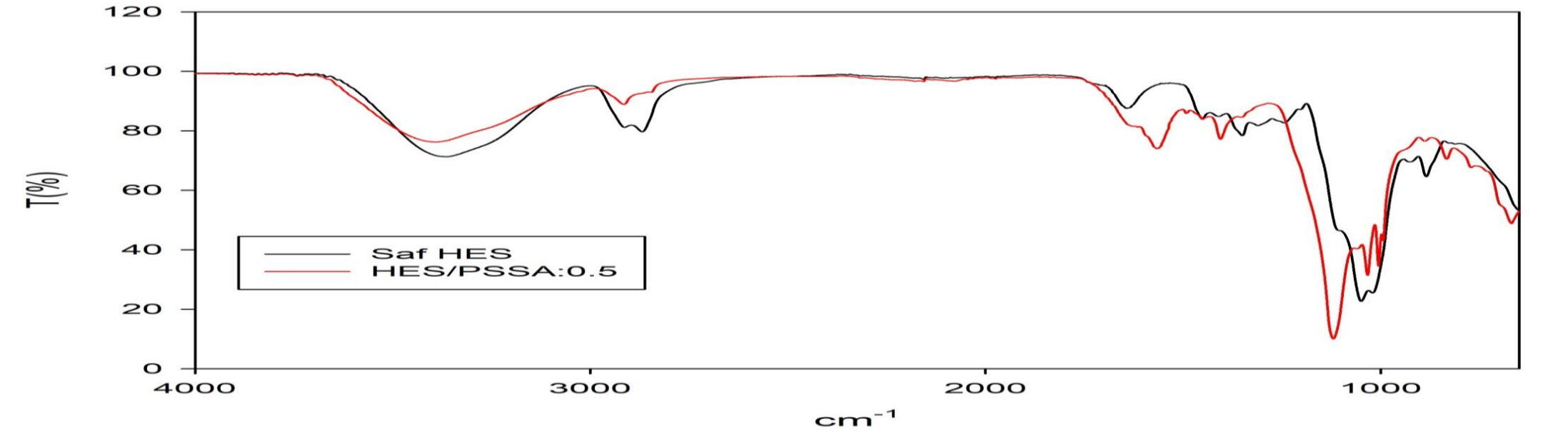
$$P/l = (Q)/(\Delta p \cdot A)$$

$$\alpha_{ij} = (P_i/l)/(P_j/l)$$

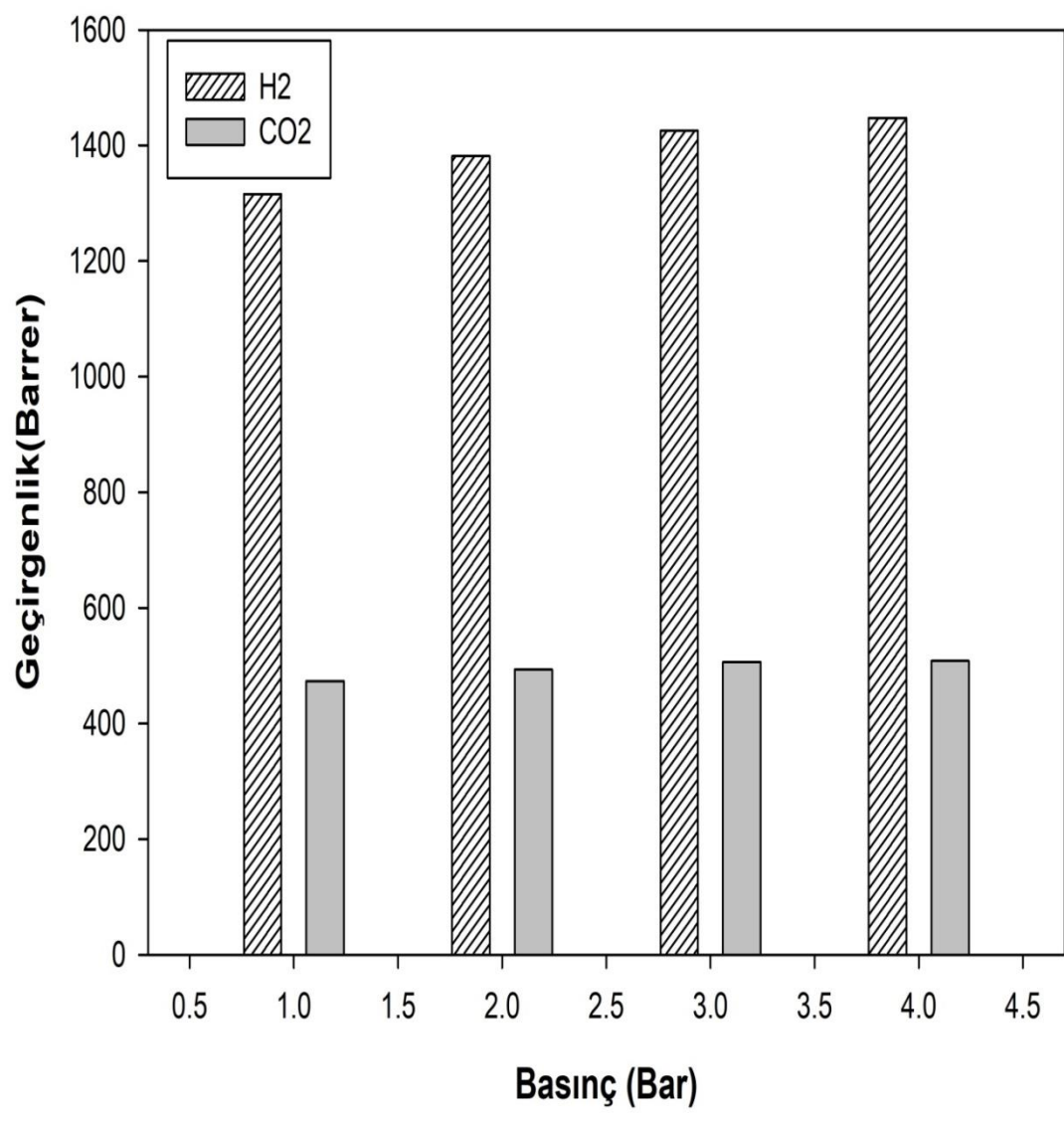
P (Barrer) : Gaz Geçirgenliği  
Q (l/s) : Gazın hacimsel akış hızı  
 $\Delta p$  (cmHg) : Membranın tarafları arasındaki basınç farkı  
A (cm<sup>2</sup>) : Etkin membran ayırma alanı  
l (cm) : Membran kalınlığı  
 $\alpha_{ij}$  : Ayırma faktörü

Membran gaz ayırma (MGS), gazların seçici olarak ayrılması için ortaya çıkan bir teknolojidir. MGS bakım kolaylığı, modüler olması, çevreci olması, ucuz olması ve enerjiyi etkin kullanması bakımından umut verici bir teknolojidir. MGS'nin verimliliği membran performansına bağlıdır.

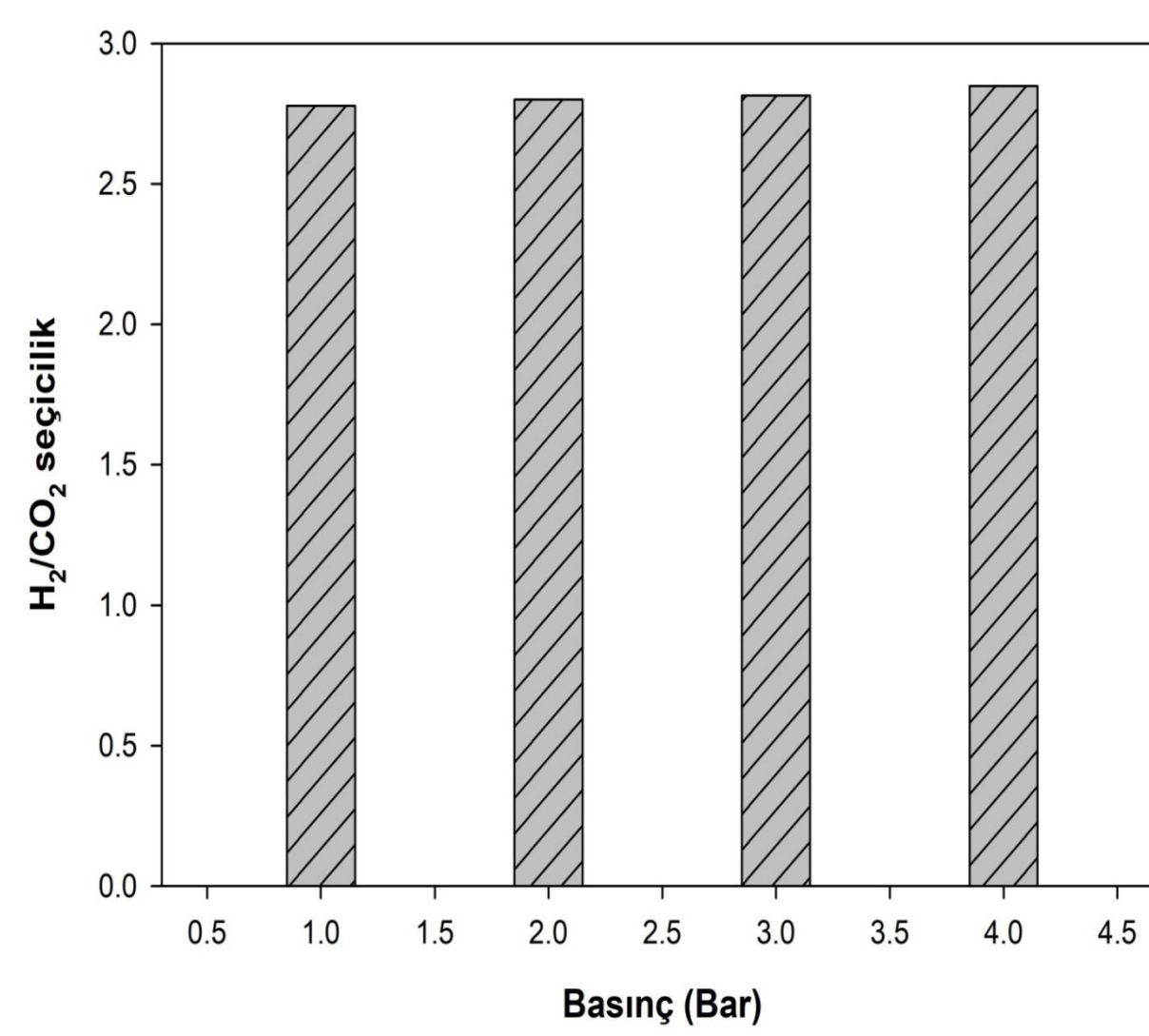
## 3.Bulgular ve Tartışma



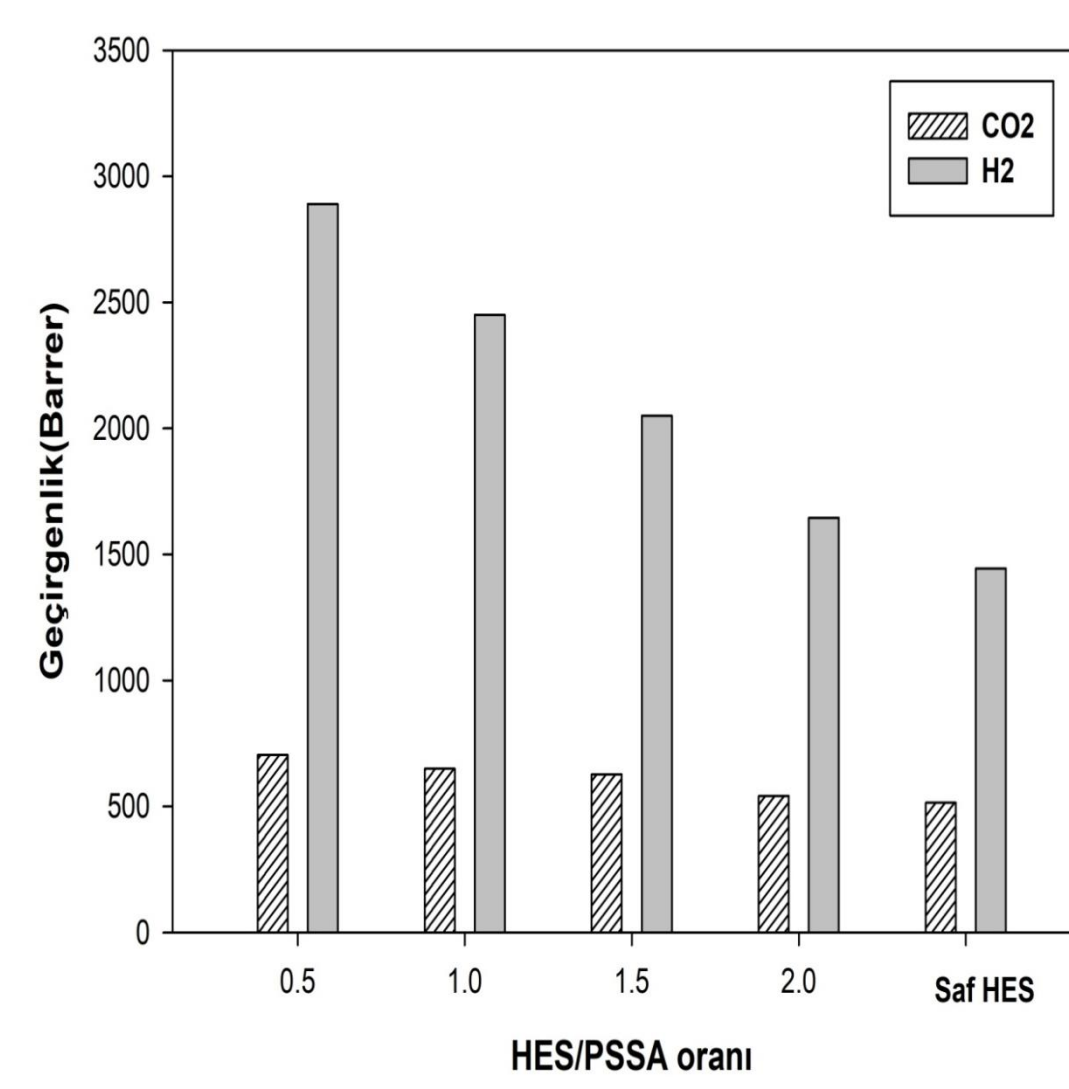
Şekil 2. Saf HES ve HES/PSSA membranların FTIR analizi



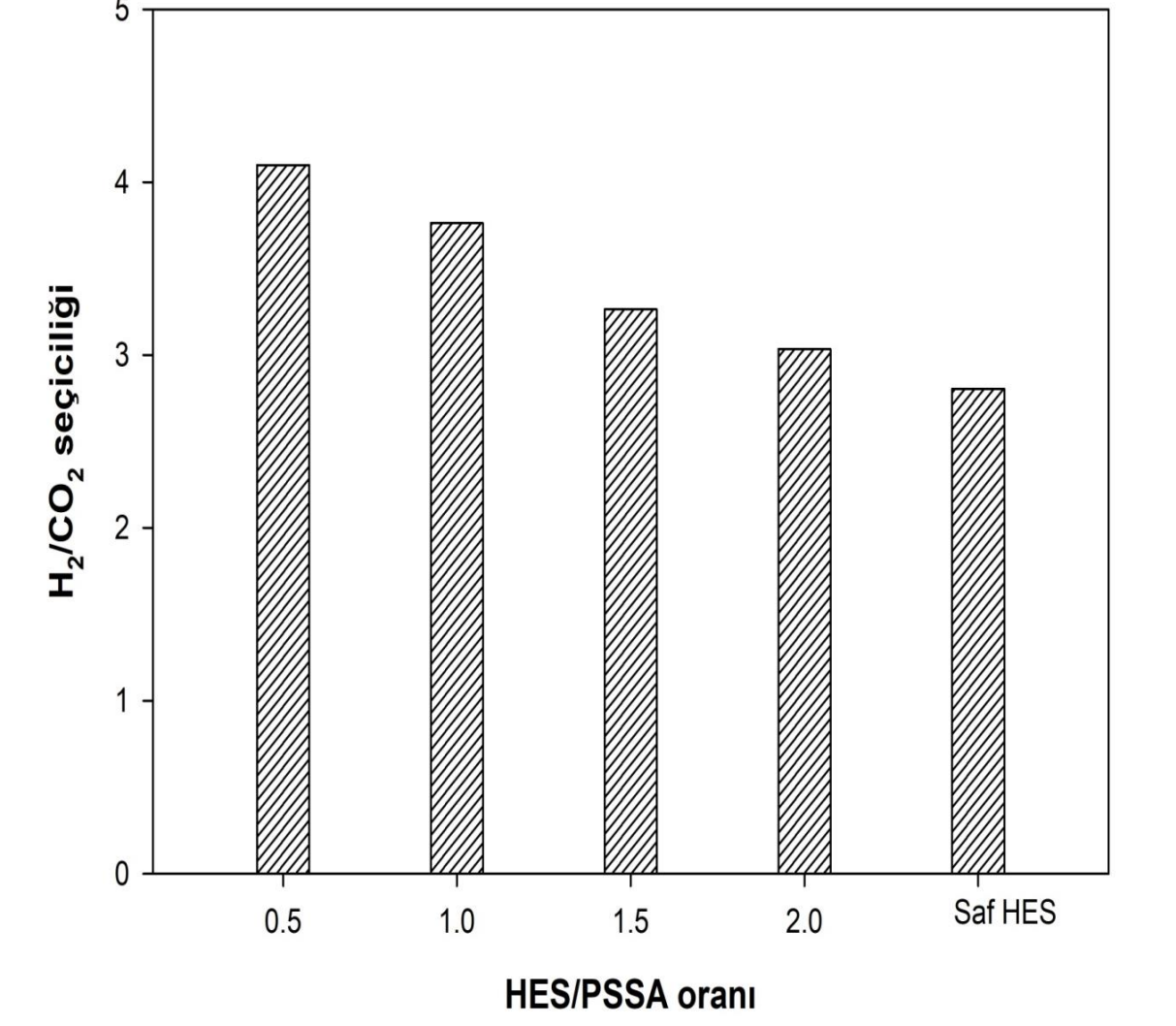
Şekil 3. Basıncın gaz geçirgenliklerine etkisi



Şekil 4. Basıncın seçiciliğe etkisi (Saf HES)



Şekil 5. PSSA oranının gaz geçirgenliklerine etkisi (4 bar basınç farkı)



Şekil 6. PSSA oranının H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> seçiciliğine etkisi (4 bar basınç farkı)

## 4.Sonuçlar

- ✓ Bu çalışmada basınç farkının ve saf etil selüloz membrana eklenen stiren gruplu polimerik membranın hidrojen ve karbondioksit gaz geçirgenlik değerlerine etkisi incelenmiştir.
- ✓ Basıncın geçirgenlik değerlerini artırıcı etkisi olduğu ancak bunun çok düşük olduğu görülmüştür.
- ✓ Basınç farkı 1 Bar'dan 4 Bar'a arttıkça H<sub>2</sub> geçirgenliği 1315.7'den 1445'e ve CO<sub>2</sub> geçirgenliği ise 473.7'den 515'e yükselmiştir.
- ✓ Basıncın seçicilik üzerine etkisi ise neredeyse yoktur ve seçicilik değerleri sabit kalmıştır.
- ✓ HES polimerine eklenen PSSA ise hidrojen seçicilik ve gaz geçirgenliklerini arttırmıştır.
- ✓ Kütlece HES/PSSA oranı 0.5 olduğunda H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> seçicilik değeri 2.8'den 4.1'e yükselmiştir. 4 Bar basınç altında en yüksek H<sub>2</sub> geçirgenliği 2890 ve en yüksek CO<sub>2</sub> geçirgenliği ise 705 olarak elde edilmiştir.

## Kaynaklar

- ✓ Kumar, R., Saraswat, V. K. & Kumar, M. (2017). Hydrogen gas separation with controlled selectivity via efficient and cost effective block copolymer coated PET membranes. *Int. J. Hydrog. Energy*, 42(31), 19977-19983.
- ✓ Bakonyi, P., Nemestothy, N., & Belafi-Bako, K. (2013). Biohydrogen purification by membranes: An overview on the operational conditions affecting the performance of non-porous, polymeric and ionic liquid based gas separation membranes. *Int. J. Hydrog. Energy*, 38(23), 9673-9687.
- ✓ Bernardo, P., Drioli, E. & Golem, G. (2009). Membrane gas separation: A review/state of the art. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, 4638-4666.
- ✓ Phair J. W. & Badwal, S. P. S. (2006). Materials for separation membranes in hydrogen and oxygen production and future power generation. *Sci. Technol. Adv. Mater.*, 7, 792-805.
- ✓ Nigiz, F.U. (2020). Synthesis and characterization of graphene nanoplate-incorporated PVA mixed matrix membrane for improved separation of CO<sub>2</sub>. *Polym. Bull.*, 77, 2405-2422.