



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

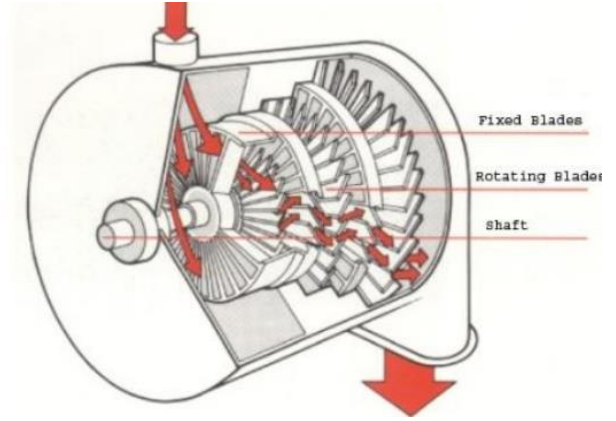
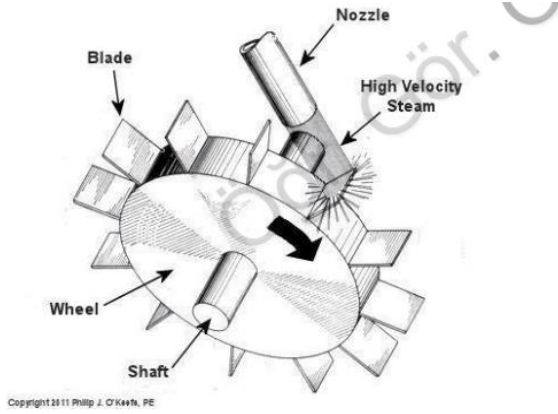
BÖLÜMÜ

AKIŞKANLAR LABORATUVARI

BUHAR TÜRBİNİ DENEYİ FÖYÜ

1. GENEL BİLGİLER

Buhar türbini, genel olarak yatay eksenli etrafında dönebilen bir rotor, bu rotor üzerine monte edilmiş ve rotorla beraber dönen hareketli kanatlar, türbin gövdesi, bu gövde içinde bulunan iç gövde, sabit kanat taşıyıcıları ve sabit kanatlardan meydana gelir. Rotor, her iki tarafından radyal yataklarla yataklanmıştır. Eksenel yatak, rotoru eksenel yönde sabitleştirir. Buharın türbinden dışarı kaçmasının söz konusu olduğu yerler labirentlerle donatılmıştır.



Buhar türbin gövdesi içerisine girerek türbinin tüm kanat basamaklarına akar. Buhar, türbinin içerisinde ilerlerken iş meydana getirir ve hacmi genişler. Bu nedenle basamaklar ilerledikçe türbinin sabit ve hareketli kanatlarının boyları daha uzun dizayn edilir. Buhar, faydalı enerjisini kanatlar yardımıyla rotora verdikten sonra çürük buhar kondenseye dökülür. Türbin çıkış tarafında bulunan jeneratörün rotoru, türbin rotoruna kaplinle bağlanmıştır.

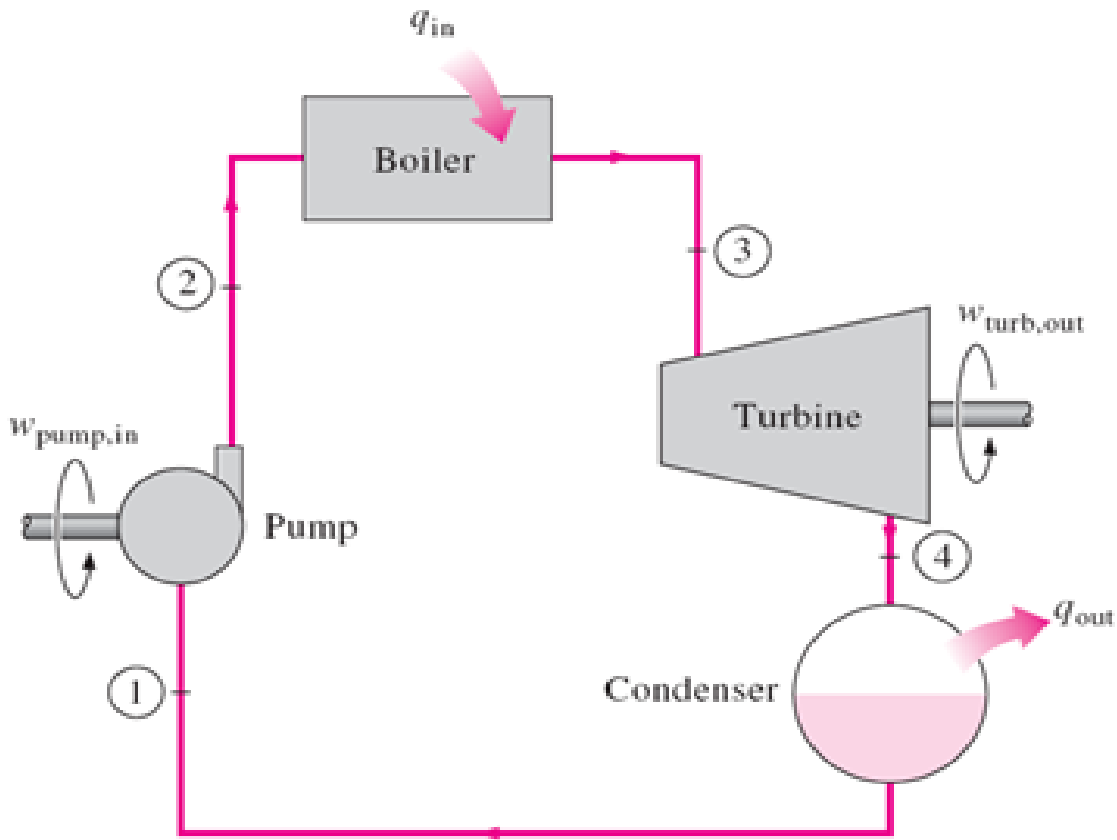


1.1. Deneyin Amacı

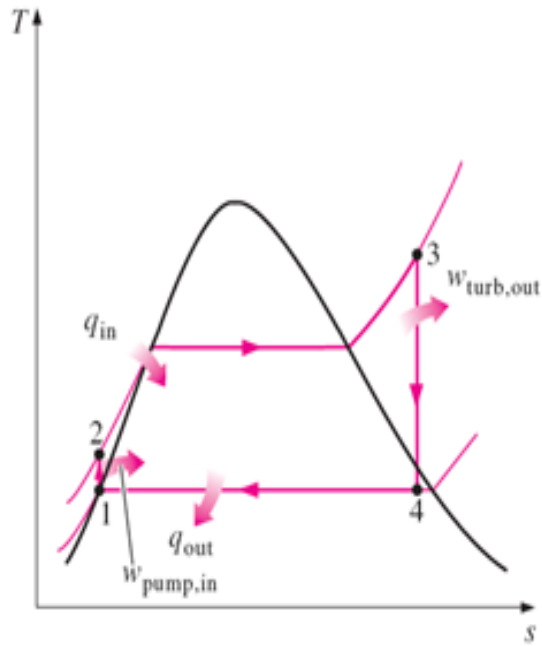
Yapılacak olan buhar türbini deneyi, endüstride yaygın olarak kullanılan rankine çevriminin ana ekipmanları olan buhar kazanı ve türbin-jeneratör veriminin bulunması amaçlanmaktadır. Deney düzeneğinde sıcaklık debi ve basıncın kademeli olarak değişebilmesinden dolayı, sistemin veriminin kademeli olarak nasıl artırabileceğimizi farklı ölçümlerle bulunabilir ayrıca yoğuşturucu çıkışındaki suyun termodinamik özellikleri ölçülebildiğinden için ekserji analizide yapılabilir.

2. TEORİ

Belirli iki sıcaklık sınırı arasında çalışan en yüksek verimli çevrim Carnot çevrimidir. Buharlı güç santralleri için ideal bir çevrim değildir. Carnot çevriminin uygulanmasında karşılaşılan sorunların birçoğu, kazanda suyun kızgın buhar haline ısıtılması ve yoğuşturucuda doymuş sıvı haline soğutulmasıyla giderilebilir. Oluşan bu çevrim, buharlı güç santrallerinin ideal çevrimi olan Rankine çevrimidir. İdeal Rankine çevrimi, içten tersinmezliklerin olmadığı dört hal değişiminden oluşur:



İdeal rankine çevrimi şematik diyagram



- | | |
|-----|---|
| 1-2 | Pompada izantropik sıkıştırma |
| 2-3 | Kazanda sabit basınçta ısı girişi |
| 3-4 | Türbinde izantropik genişleme |
| 4-1 | Yoğuşturucuda sabit basınçta ısı atılması |

Enerji analizi, termodinamiğin birinci kanunu olan, enerjinin korunumu prensibine dayanır. Enerjinin korunumu denklemleri, sistem ile çevre arasında gerçekleşen iş ve ısı etkileşimlerinin net etkisinden türetilir.

Birinci yasa, birden çok giriş ve çıkış olan sürekli akışlı bir kontrol hacmi için bu şekilde yazılır;

$$\dot{Q} - \dot{W}_{kh} = \sum_{\dot{c}} \dot{m}_{\dot{c}} \left(h_{\dot{c}} + \frac{V_{\dot{c}}^2}{2} + gz_{\dot{c}} \right) - \sum_{\dot{g}} \dot{m}_{\dot{g}} \left(h_{\dot{g}} + \frac{V_{\dot{g}}^2}{2} + gz_{\dot{g}} \right)$$

Denklem 'de ısı transferi terimi yok edilir, potansiyel ve kinetik enerji farkları ihmal edilirse adyabatik bir süreçte üretilen güç aşağıdaki denklemle bulunabilir.

$$\dot{W}_{kh} = \sum_{\dot{g}} \dot{m}_{\dot{g}} h_{\dot{g}} - \sum_{\dot{c}} \dot{m}_{\dot{c}} h_{\dot{c}}$$

Rankine çevrimin 4 ekipmanını için de yukarıda ki denklemi uyarlayabiliriz.

---Pompa için ısı transferi olmaması ve iş transferi olduğunda;

Pompa($q=0$) olduğu için ; $W_{pompa}=h_2-h_1$ ile gösterilir yada basınç farkından yararlanılarak

$W_{pompa}=v_1(P_2-P_1)$ olarak da ifade edilebilir. Denklemdaki v (özellik hacim) termodinamik tablolarında doymuş sıvı. ($v_1=v_{f@p1}$) bölümünden bulunur.

---Kazan da sisteme ısı girişi olur ancak herhangi bir ısı girişi olmadığından enerji denklemi aşağıdaki gibidir.

Kazan($w=0$) olduğu için $q_{kazan}=h_3-h_2$ ile gösterilir.

---Türbinde için ısı girişi olmadığından dolayı ve mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesinden dolayı ürettiği enerji aşağıdaki gibidir.

Türbin ($q=0$) olduğu için $W_{türbin}=h_2-h_1$ ile gösterilir.

--- Yoğuşturucu da sisteme ısı çıkışı olur ancak herhangi bir iş girişi olmadığından enerji denklemi aşağıdaki gibidir.

Yoğuşturucu ($w=0$) olduğu için $q_{yoğuşturucu}=h_3-h_2$ ile gösterilir.

Tüm çevrimlerde olduğu gibi basit Rankine çevriminin en önemli karakteristiği ısı verimidir. Daha önce tanımlandığı gibi ısı verim çevrimdeki net işin giren ısıya oranı:

$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_{giren}} = \frac{W_p + W_T}{Q_{giren}} = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4)}{(h_3 - h_2)}$$

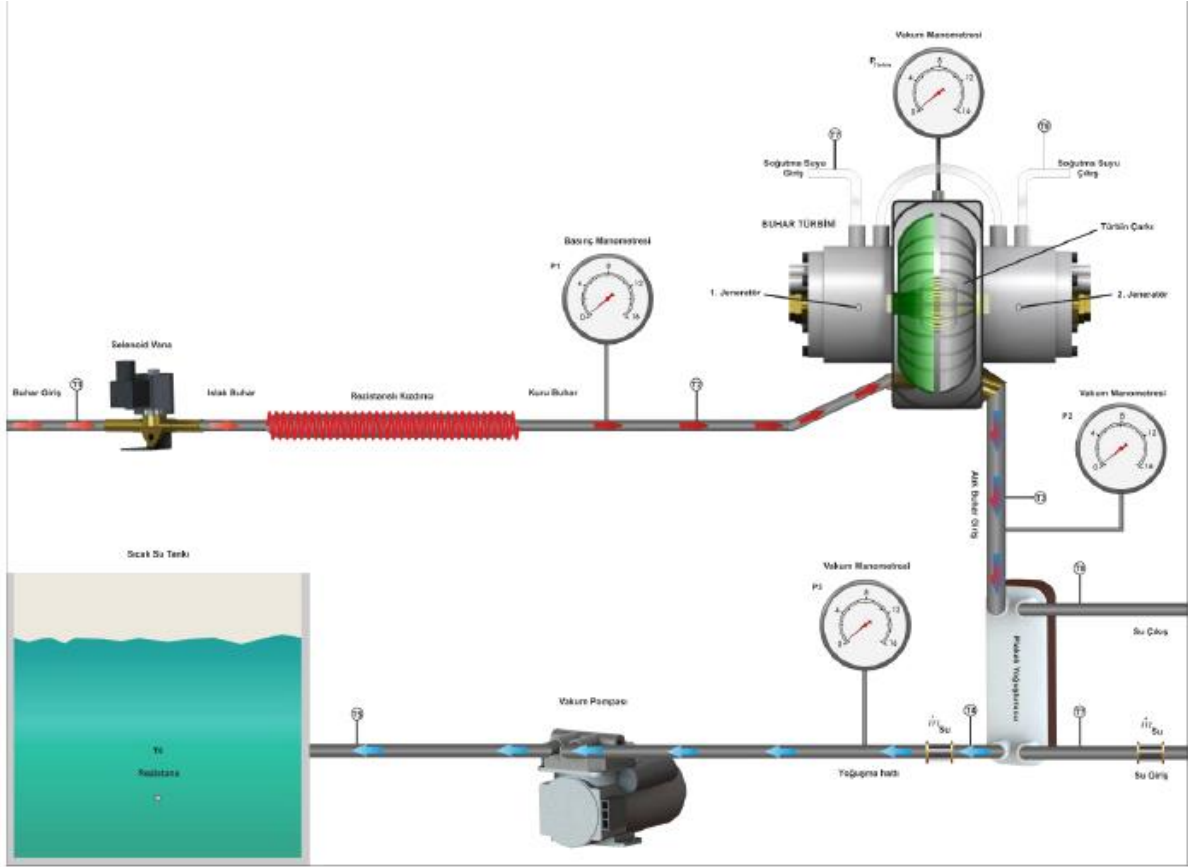
Çevresel parametreler referans durum olarak kabul edildiğinde, belirlenen durumdan çevresiyle dengede olduğu duruma gelinceye kadar, bir sistemden tersinir bir süreçte elde edilebilecek maksimum güç, sistemin faydalı güç potansiyelidir ve fiziksel ekserji olarak adlandırılır. Ekserji analizi, termodinamiğin ikinci yasasına dayanmaktadır. Birden çok giriş ve çıkışı olan sürekli akışlı bir süreç, P_o sabit basınç ve T_o sabit sıcaklığında bir ısı kaynağı gibi davranan çevreyle ısı alışverişinde bulunabilir. Bu tür süreç için ikinci yasa yazılacak olursa;

$$\dot{S}_{\text{üretim}} = \sum_{\dot{m}_{\dot{c}}} \dot{m}_{\dot{c}} s_{\dot{c}} - \sum_{\dot{m}_{\dot{g}}} \dot{m}_{\dot{g}} s_{\dot{g}} + \frac{\dot{Q}_{\text{çev}}}{T_o}$$

3. DENEY DÜZENEGİ



Şekil 2 Deney Düzenegi



MALZEMENİN ADI	ADEDİ	ÖZELLİĞİ
Elektrikli buhar kazanı	1	15 kW elektrik girişli, 4 bar basınçlı, 0,005 kg/s buhar debili
Buhar türbini	1	30 000 d/d, 1,2 kW elektrik çıkışlı, giriş-çıkış açısı 45°
Kondenser	1	18 kW kapasiteli, kaynaklı plakalı ısı değiştirici
Vakum pompası	1	Yağsız, diyaframlı tip ve 36 l/d debiye sahip diyaframlı
Su tankı	1	100 lt

Bu deney düzeneğinde 3 farklı deney yapılacaktır.

4. DENEYİN YAPILIŞI

1. Elektrikli buhar kazanının ve TE-660 cihazının fişini uygun prizlere takın.
2. Kazan su besleme hattını, TE-660 cihazındaki su deposuna bağlayın.
3. Kazan buhar çıkışını, TE-660 cihazı buhar girişine bağlayın.
4. Ana şalter açılmadan önce gerekli şebeke suyu bağlantısı yapılmalıdır. Suyun geçtiğinden emin olunduktan sonra ana şalter açılmalıdır. Zira şebeke bağlantısı yapılmadan ana şalter açılırsa sistem hava yapacağından su geçişi olmaz ve buhar türbini aşırı ısınacağından yanar.
5. Kazanın üzerindeki ana şalteri açın.
6. Kazan basıncı 4,5 bar'a ulaşırken dokunmatik ekran üzerinden ısıtıcıyı ve vakum pompasını çalıştırın, buhar giriş sıcaklığının 120 C ulaşmasını bekleyin.

7. Kazan üzerindeki küresel vanayı yavaşça açın.

8. Kontrol ve ölçüm menüsü üzerinden devir sayısının, elektriksel çıkış gücünün ve sıcaklıkların artışını gözleyin.

5. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

1.) Ölçülen değerleri tablolara yazınız

	Buhar Kütlesel Debisi			
Sıcaklık	m_{b1}	m_{b2}	m_{b3}	m_{b4}
Buhar giriş sıcaklığı(T1)				
Kuru Buhar sıcaklığı (T2)				
Atık buhar giriş sıcaklığı (T3)				
Yoğuşma hattı sıcaklığı(T4)				
Tank giriş sıcaklığı (T5)				
Tank sıcaklığı (T6)				
Soğutma suyu giriş sıcaklığı(T7)				
Soğutma suyu çıkış sıcaklığı(T8)				
Türbin suyu çıkış sıcaklığı (T9)				

Türbin giriş basıncı (P1)	
Türbin çıkış basıncı (P2)	
Yoğuşma hattı vakum basıncı (P3)	

2.) P-V ve T-S diyagramlarını çiziniz ve yorumlayınız.

3.) Kazanın, türbinin ve yoğuşturucunun ayrı ayrı verimlerini bulunuz?

4.) Sistemin verimini bulunuz?