

4. ÇEVİRİMLER

(Ref. e makaleleri)

Rankine Çevrimi

Basit güç ünitelerinin ideal veya teorik çevrimi, Şekil-1'de görülen Rankine çevrimi ile tanımlanır. Çevrim, uygun bir şekilde bağlantılanmış dört cihazdan oluşur. m = çevrimin kütle akışını gösterdiğinde,

1. Kazan ve Buhar Jeneratörü; buhar, yakıt enerjisi ile elde edilir.

İzobarik ısı girişi:

Kazana verilen ısı, Q^*_1 (kJ/sa),

$$Q^*_1 = m^* (h_1 - h_4) \quad Q_1, \text{ kJ/kg} = \frac{Q^*_1 \text{ kJ/sa}}{m^* \text{ kg/sa}} = h_1 - h_4$$

2. Türbin; türbinde buharın genişlemesiyle iş yapılır.

İsentropik genleşme:

Türbin işi, W^*_1 (kJ/sa),

$$W^*_1 = m^* (h_1 - h_2) \quad W_1, \text{ kJ/kg} = \frac{W^*_1 \text{ kJ/sa}}{m^* \text{ kg/sa}} = h_1 - h_2$$

3. Kondenser veya Yoğunlaştırıcı; yoğunlaştırıcıda eksoz buharı suya dönüştürülür.

İzobarik ısı çıkışı: Kondenserden atılan ısı, Q^*_2 (kJ/sa),

$$Q^*_2 = m^* (h_2 - h_3) \quad Q_2, \text{ kJ/kg} = \frac{Q^*_2 \text{ kJ/sa}}{m^* \text{ kg/sa}} = h_2 - h_3$$

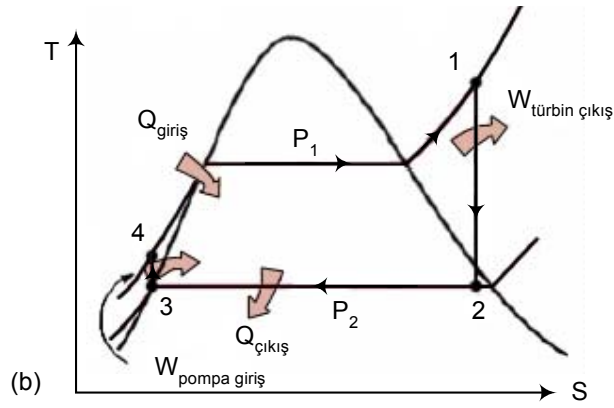
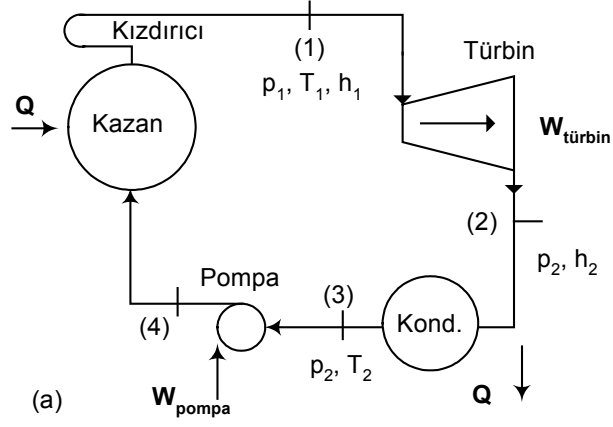
4. Pompa; kazan besleme pompası kondensatı kazana döndürür.

İsentropik sıkıştırma: Giren iş, W^*_2 (kJ/sa),

$$W^*_2 = m^* (h_4 - h_3) \quad W_2, \text{ kJ/kg} = \frac{W^*_2 \text{ kJ/sa}}{m^* \text{ kg/sa}} = h_4 - h_3$$

Çevrimden alınan net iş, $W_{\text{net}} = W_1 - W_2$

Rankine çevriminin termal verimi, $\eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_1}$



- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 → 2: isentropik genişleme (buhar türbini) | $W_{\text{türbin}}^* = m (h_1 - h_2)$ |
| 2 → 3: izobarik ısı çıkışı (kondenser) | $Q_{\text{çıkış}}^* = m (h_2 - h_3)$ |
| 3 → 4: isentropik sıkıştırma (pompa) | $W_{\text{pompa}}^* = m (h_3 - h_4)$ |
| 4 → 1: izobarik ısı girişi (kazan, buhar jeneratörü) | $Q_{\text{giriş}}^* = m (h_1 - h_4)$ |

Şekil-1(a) Rankine çevriminin akım diyagramı, (b) T – s diyagramı

ÖRNEK

6 MPa basınçta ve 350 °C sıcaklıkta buhar kazanından çıkan kızgın buhar, türbin çıkışından sonra 10 kPa da yoğunlaşmaktadır. İdeal Rankine çevriminin verimini hesaplayınız.

Çözüm:

$$P_3 = P_2 = 10 \text{ kPa} \quad T = 350 \text{ }^\circ\text{C} \quad P_1 = P_4 = 6 \text{ MP} = 6000 \text{ kPa}$$

Pompa:

$$m^{\bullet}_3 = m^{\bullet}_4 = m^{\bullet}$$

$$m^{\bullet}_3 h_3 + W^{\bullet}_{pompa} = m^{\bullet}_4 h_4$$

$$W^{\bullet}_{pompa} = m^{\bullet} (h_4 - h_3)$$

$$dh = T dS + v dP$$

İsotropik sıkıştırma, $dS = 0$

$$dh = v dP$$

$$\Delta h = h_4 - h_3 = \int_3^4 v dP$$

$$v \cong v_3 = \text{sabit}$$

$$h_4 - h_3 \cong v_3 (P_4 - P_3)$$

$$W^{\bullet}_{pompa} = m^{\bullet} (h_4 - h_3) \cong m^{\bullet} v_3 (P_4 - P_3)$$

$$W_{pompa} = \frac{W^{\bullet}_{pompa}}{m^{\bullet}} = v_3 (P_4 - P_3)$$

$$P_3 = P_2 = 10 \text{ kPa} = 0.01 \text{ Mpa doygun sıvı}$$

$$h_3 = h_f = 191.8 \text{ kJ/kg} \quad v_3 = v_f = 0.00101 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\text{tablo-2})$$

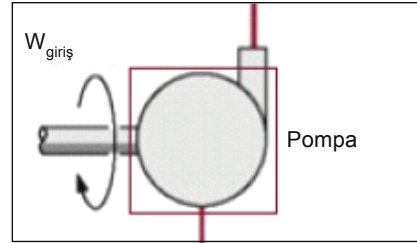
$$W_{pompa} = 0.00101 (6000 - 10) = 6.05 \text{ kJ/kg}$$

Çevrime (pompa) giren iş,

$$W_{pompa} = h_4 - h_3$$

$$h_4 = W_{pompa} + h_3$$

$$h_4 = 6.05 + 191.8 = 197.85 \text{ kJ/kg}$$



Buhar Kazanı:

$$m^{\circ}_4 = m^{\circ}_1 = m^{\circ}$$

$$m^{\circ}_4 h_4 + W^{\circ}_{giriş} = m^{\circ}_1 h_1$$

$$Q^{\circ}_{pompa} = m^{\circ} (h_1 - h_4)$$

$$P_1 = P_4 = 6 \text{ MPa}$$

$$T_1 = 350 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad h_1 = ?$$

$$h_1 = 3030.7 \quad s_1 = 6.3040 \quad (\text{tablo-3})$$

Kazana verilen ısı,

$$Q_{giren} = \frac{Q^{\circ}_{giren}}{m^{\circ}} = h_1 - h_4$$

$$q_{giren} = 3030.7 - 197.85 = 2832.8 \text{ kJ/kg}$$

Türbin:

$$m^{\circ}_1 = m^{\circ}_2 = m^{\circ}$$

$$m^{\circ}_1 h_1 + W^{\circ}_{türbin} = m^{\circ}_2 h_2$$

$$W^{\circ}_{türbin} = m^{\circ} (h_1 - h_2)$$

$$s_2 = s_1$$

$$P_2 = P_3 = 10 \text{ kPa} = 0.01 \text{ MPa} \quad h_2 = ?$$

$$s_f = 0.6491 \text{ kJ/kg.K} \quad s_g = 8.1510 \text{ kJ/kg.K} \quad s_{fg} = 7.5018 \text{ kJ/kg.K} \quad (\text{tablo-2})$$

$$s_2 = s_f + x_2 s_{fg}$$

$$x_2 = \frac{s_2 - s_f}{s_{fg}} = \frac{6.3040 - 0.6491}{7.5018} = 0.754$$

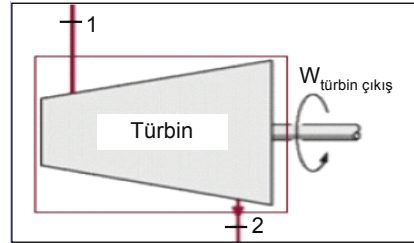
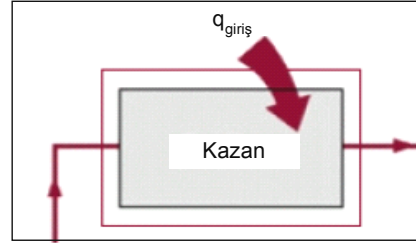
$$h_2 = h_f + x_2 h_{fg}$$

$$h_3 = h_f = 191.8 \quad h_g = 2584.6 \quad h_{fg} = 2392.8 \quad (\text{tablo-2})$$

$$h_2 = 191.8 + 0.754 (2584.6 - 191.8) = 1996 \text{ kJ/kg}$$

Türbin işi ve verim:

$$h_1 = 3030.7 \quad h_2 = 1996$$



$$W_{\text{türbin}} = h_1 - h_2$$

$$W_{\text{türbin}} = 3030.7 - 1996 = 1034.7 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}}$$

$$W_{\text{net}} = 1034.7 - 6.05 = 1028.6 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{giren}}} = \frac{1028.7}{2832.8} = 0.363$$

$$\eta = \%36.3$$

Kondenserden atılan ısı:

$$q_{\text{çıkan}} = h_2 - h_3$$

$$h_2 - h_3 = 1996 - 191.8 = 1804.2 \text{ kJ/kg}$$

$$1 \text{ kW (kJ/s)} = 3600 \text{ kJ/kg}$$

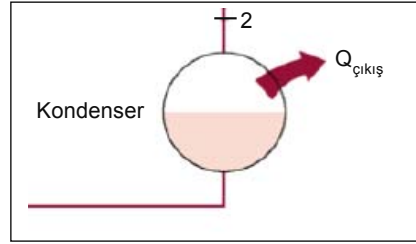
$$\text{Teorik buhar hızı} = \frac{3600 \text{ kJ/kg}}{1034.7 \text{ kJ/kg} \times 1 \text{ kW.sa/kg}}$$

$$\text{Teorik buhar hızı} = 3.48 \text{ kg/kW.sa}$$

Enerji dengesi:

$$(Q_{\text{giriş}} - Q_{\text{çıkış}}) - (W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}}) = 0$$

$$(2832.8 - 1804.2) - (1034.7 - 6.05) = 0$$



ÖRNEK

400 psig basınç ve 720 °F da buhar verildiğinde, 14.7 psia (1 atm) atmosferik eksoz basıncında (geri basınç), Rankine çevriminin verimi ne olur?

Çözüm:

$$P_3 = P_2 = 14.7 \text{ psia} \quad T = 720 \text{ } ^\circ\text{F} \quad P_1 = P_4 = 400 \text{ psig} = 414.7 \text{ psia}$$

Pompa:

$$v \cong v_3 = \text{sabit} \quad h_4 - h_3 \cong v_3 (P_4 - P_3)$$

$$W_{\text{pompa}}^* = m^* (h_4 - h_3) \cong m^* v_3 (P_4 - P_3)$$

$$W_{\text{pompa}} = \frac{W_{\text{pompa}}^{\bullet}}{m^{\bullet}} = v_3 (P_4 - P_3)$$

$$P_3 = P_2 = 14.7 \text{ psia doygun sıvı} \quad h_3 = ? \text{ Btu/lb} \quad h_4 = ? \text{ Btu/lb}$$

$$h_3 = h_f = 180.15 \quad v_3 = v_f = 0.016715 \text{ ft}^3/\text{lb} \quad (\text{tablo-5})$$

$$W_{\text{pompa}} = 0.016715 (414.7 - 14.7) = 6.69 \text{ Btu/lb}$$

Çevrime (pompa) giren iş,

$$W_{\text{pompa}} = h_4 - h_3 \quad h_4 = W_{\text{pompa}} + h_3$$

$$h_4 = 6.69 + 180.15 = 186.84 \text{ Btu/lb}$$

Buhar Kazanı:

$$m_{\bullet 4} = m_{\bullet 1} = m^{\bullet}$$

$$m_{\bullet 4} h_4 + W_{\text{giriş}}^{\bullet} = m_{\bullet 1} h_1$$

$$Q_{\text{pompa}}^{\bullet} = m^{\bullet} (h_1 - h_4)$$

$$P_1 = P_4 = 414.7 \text{ psia} \quad T_1 = 720^{\circ}\text{F} \quad h_1 = ? \text{ Btu/lb}$$

h_1 ve s_1 , Mollier diyagramından okunur veya kızgın buhar tablosundan hesaplanır.

$$h_1 = 1373.5 \text{ Btu/lb} \quad s_1 = 1.6497 \text{ Btu/lb.R} \quad (\text{tablo-6})$$

Kazana verilen ısı,

$$Q_{\text{giren}}^{\bullet} = \frac{Q_{\text{giren}}^{\bullet}}{m^{\bullet}} = h_1 - h_4 = 1373.5 - 186.84 = 1186.7 \text{ Btu/lb}$$

Türbin:

$$m_{\bullet 1} = m_{\bullet 2} = m^{\bullet}$$

$$m_{\bullet 1} h_1 + W_{\text{türbin}}^{\bullet} = m_{\bullet 2} h_2 \quad W_{\text{türbin}}^{\bullet} = m^{\bullet} (h_1 - h_2)$$

$$P_2 = P_3 = 14.7 \text{ psia} \quad h_2 = ? \text{ Btu/lb} \quad h_3 = h_f = 180.15 \text{ Btu/lb}$$

$$s_2 = s_1 = 1.6497 \quad s_f = 0.3121 \quad s_g = 1.7567 \quad s_{fg} = 1.4446 \quad (\text{tablo-5})$$

$$s_2 = s_f + x_2 s_{fg}$$

$$x_2 = \frac{s_2 - s_f}{s_{fg}} = \frac{1.6497 - 0.3121}{1.4446} = 0.926$$

$$h_2 = h_f + x_2 h_{fg}$$

$$h_f = 180.15 \quad h_g = 1150.56 \quad h_{fg} = 970.4 \quad (\text{tablo-5})$$

$$h_2 = 180.5 + 0.926 (970.4) = 1082 \text{ Btu/lb}$$

Türbin işi ve verim:

$$h_1 = 1373.5 \quad h_2 = 1082$$

$$W_{\text{türbin}} = h_1 - h_2 = 1373.5 - 1082 = 291.5 \text{ Btu/lb}$$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}} = 291.5 - 6.69 = 284.8 \text{ Btu/lb}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{giren}}} = \frac{284.8}{1186.7} = 0.24 \quad \eta = \%24$$

Kondenserden atılan ısı:

$$q_{\text{çıkan}} = h_2 - h_3$$

$$h_2 - h_3 = 1082 - 180.15 = 901.9$$

$$1 \text{ kW (kJ/s)} = 3413 \text{ Btu/h}$$

$$\text{Teorik buhar hızı} = \frac{3413 \text{ Btu/lb}}{291.5 \text{ Btu/lb} \times 1 \text{ kW.sa/lb}} = 11.7 \text{ lb/kW.sa}$$

Enerji dengesi:

$$(Q_{\text{giriş}} - Q_{\text{çıkış}}) - (W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}}) = 0$$

$$(1186.7 - 901.9) - (291.5 - 6.7) = 0$$

ÖRNEK

Yukarıdaki verilen örnekteki veriler aynı olmak üzere, geri basınç 2 in Hg (mutlak) için Rankin çevriminin verimi ne olur?

Çözüm:

Pompa:

$$2 \text{ in Hg} \times 0.4912 = 0.9824 \text{ psi} \cong 1 \text{ psi}$$

$$P_3 = P_2 = 1 \text{ psia} \quad h_3 = ? \quad h_4 = ?$$

$$h_3 = h_f = 69.74 \quad v_3 = v_f = 0.016136 \quad (\text{tablo-5})$$

$$W_{\text{pompa}} = v_3 (P_4 - P_3)$$

$$P_4 = 400 + 14.7 = 414.7 \text{ psia}$$

$$W_{\text{pompa}} = 0.016136 (414.7 - 1) = 6.67 \text{ Btu/lb}$$

Çevrime (pompa) giren iş,

$$W_{\text{pompa}} = h_4 - h_3$$

$$h_4 = W_{\text{pompa}} + h_3$$

$$h_4 = 6.67 + 69.74 = 76.41 \text{ Btu/lb}$$

Buhar Kazanı:

$$P_1 = P_4 = 414.7 \text{ psia} \quad T_1 = 720 \text{ }^\circ\text{F} \quad h_1 = ?$$

h_1 ve s_1 , Mollier diyagramından okunur veya kızgın buhar tablosundan hesaplanır.

$$h_1 = 1373.5 \text{ Btu/lb} \quad s_1 = 1.6497 \text{ Btu/lb.R}$$

Kazana verilen ısı,

$$Q_{\text{giren}} = h_1 - h_4$$

$$Q_{\text{giren}} = 1373.5 - 76.41 = 1297.1 \text{ Btu/lb}$$

Türbin:

$$P_2 = P_3 = 1 \text{ psia} \quad h_2 = ?$$

$$h_3 = h_f = 69.74 \quad s_2 = s_1 = 1.6497$$

$$s_f = 0.13266 \quad s_g = 1.9779 \quad s_{fg} = 1.8453 \quad (\text{tablo-5})$$

$$s_2 = s_f + x_2 s_{fg}$$

$$x_2 = \frac{s_2 - s_f}{s_{fg}} = \frac{1.6497 - 0.13266}{1.8453} = 0.822$$

$$h_2 = h_f + x_2 h_{fg}$$

$$h_f = 69.74 \quad h_g = 1105.8 \quad h_{fg} = 1036.0 \quad (\text{tablo-5})$$

$$h_2 = 69.74 + 0.822 (1036.0) = 921.33 \text{ Btu/lb}$$

Türbin işi ve verim:

$$h_1 = 1373.5 \quad h_2 = 921.33$$

$$W_{\text{türbin}} = h_1 - h_2$$

$$W_{\text{türbin}} = 1373.5 - 921.33 = 452.17 \text{ Btu/lb}$$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}}$$

$$W_{\text{net}} = 452.17 - 6.67 = 445.5 \text{ Btu/lb}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{giren}}} = \frac{445.5}{1297.1} = 0.34$$

$$\eta = \%34$$

Kondenserden atılan ısı:

$$Q_{\text{çıkan}} = h_2 - h_3$$

$$h_2 - h_3 = 921.33 - 69.74 = 851.6 \text{ Btu/lb}$$

$$1 \text{ kW (kJ/s)} = 3413 \text{ Btu/h}$$

$$\text{Teorik buhar hızı} = \frac{3413 \text{ Btu/lb}}{452.17 \text{ Btu/lb} \times 1 \text{ kW.sa/lb}}$$

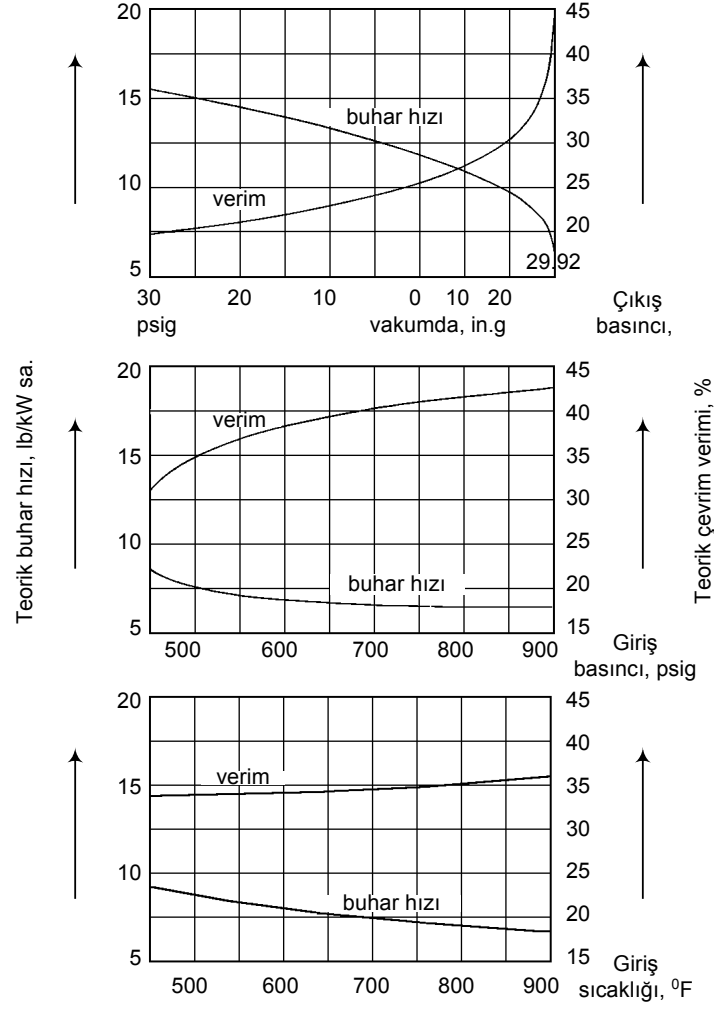
$$\text{Teorik buhar hızı} = 7.55 \text{ lb/kW.sa}$$

Enerji dengesi:

$$(Q_{\text{giriş}} - Q_{\text{çıkış}}) - (W_{\text{türbin}} - W_{\text{pompa}}) = 0$$

$$(1297.1 - 851.6) - (452.17 - 6.67) = 0$$

Bu iki örnek problemin sonuçları kıyaslandığında, çıkış (eksoz) basıncındaki düşüşün verimi yükselttiği ve buhar hızını azalttığı görülür (Şekil-2).



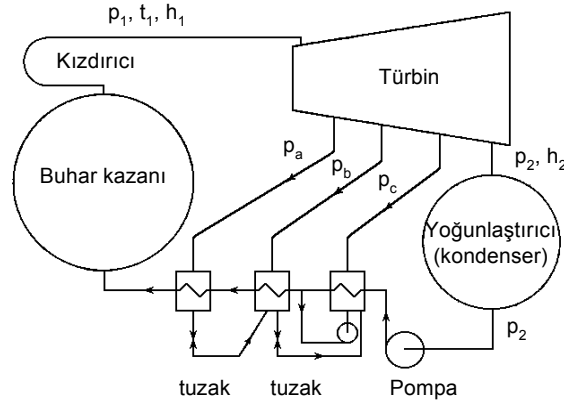
Şekil-2: Buhar hızı ve çevrim verimine, (a) çıkış basıncının (başlangıç buhar basıncı 400 psig, sıcaklığı 720 °F), (b) giriş basıncının (başlangıç buhar sıcaklığı 720 °F, çıkış basıncı 2 in. mutlak civa), (c) buhar sıcaklığının (başlangıç buhar basıncı 400 psig, çıkış basıncı 2 in. mutlak civa) etkisini gösteren diyagramlar.

Rejeneratif (Geliştirilmiş) Çevrim

Rankine çevriminde görülen örnek problemlerde, kazan ve kızdırıcıya verilen ısının büyük bir kısmı kondenserde çıkan, yani atılan ısıdır. Motor verimi %100 den az olan bir türbinde, kondensere giren buharın entalpisi, ideal çevrimden daha yüksektir; bu nedenle atılan enerji de büyük olur.

Şekil-3'de buharın türbinden birkaç ara basınç kademesinde (p_a , p_b , p_c) çekildiği ve arasından besleme suyu geçen yüzey-tipli ısıtıcılar üzerinde yoğunlaştırıldığı bir rejeneratif çevrim görülmektedir. Yoğunlaşan buharın verdiği enerji, besleme suyunun sıcaklığını ve entalpisini yükseltir. Çekilen buhar türbinde iş yaptığından ve kalan enerjisi de sisteme geri döndüğünden (çok az ısıma kayıpları hariç), hemen hemen %100 verim alınır. Diğer taraftan, kondensere ulaşan buhar, kalan enerjisinin büyük bir kısmını soğutma suyuna verir; bu durumda buharın kullanım verimi Rankine çevriminde elde edilenden daha yüksek olmaz.

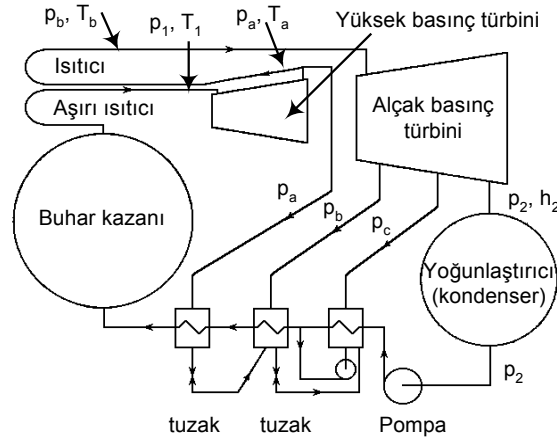
Çekilen buharın miktarı (ağırlığı) besleme suyu tarafından yoğunlaştırılan miktarla sınırlıdır; ısıtıcıların sayısı ve başlangıç buhar koşullarına bağlı olarak trotil akışın %10-30 u arasında değişir. Genel olarak birimin büyüklüğüne, başlangıç buhar basıncına ve yakıt fiyatına göre 3 den 6 ya kadar ısıtıcı kullanılabilir.



Şekil-3: Rejeneratif çevrim

Isıtmalı - Rejeneratif Çevrim

50 000 kW kapasiteden büyük birimlerin kullanıldığı merkezi sistemlerde ısıtmalı-rejeneratif çevrimler kullanılır. Başlangıç buhar koşulları en az 1450 psig ve 1000 °F dır. Buhar, yüksek basınç türbininde orta bir basınca (p_a) genişledikten sonra tekrar buhar-üretim sistemine döner. Buradan, sıcaklığı başlangıç sıcaklığına yakın olan ikinci bir kızdırıcıdan geçer ve ikinci bir türbinde kondenser basıncına genişler. Besleme suyunu ısıtmak için buhar çekişi, rejeneratif çevrimde olduğu gibidir. Her iki türbin aynı kasada olabileceği gibi, tek bir jeneratörle birleştirilen ayrı birimler, veya ayrı jeneratörlerle çalıştırılan birimler olabilir. Isıtmalı-rejeneratif bir çevrimin yakıt tüketimi, benzer buhar ve çıkış koşullarındaki rejeneratif bir çevrime kıyasla % 4 – 5 daha azdır (Şekil-4).



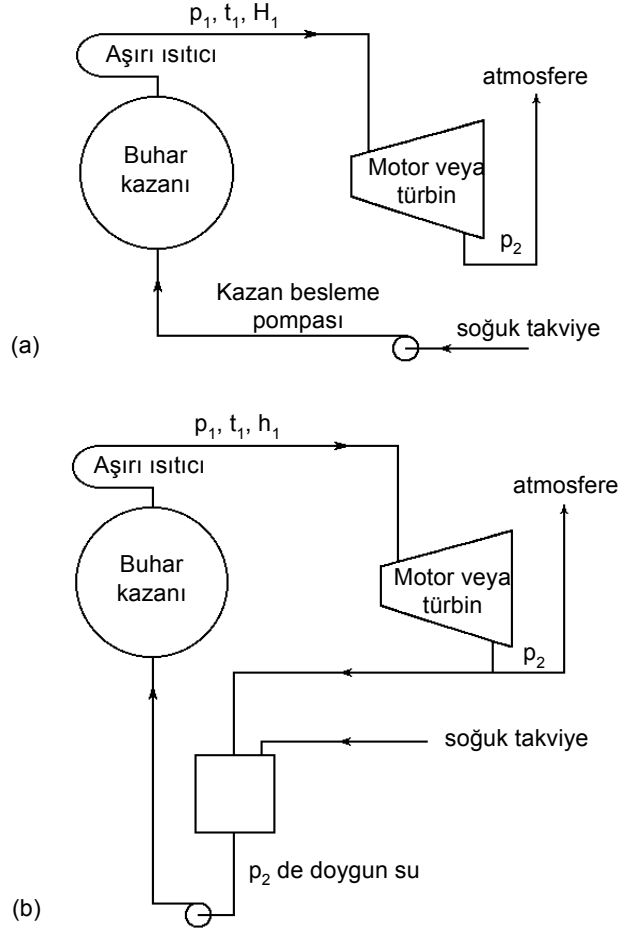
Şekil-4: Isıtmalı rejeneratif çevrim.

Endüstriyel Güç Üniteleri Çevrimleri

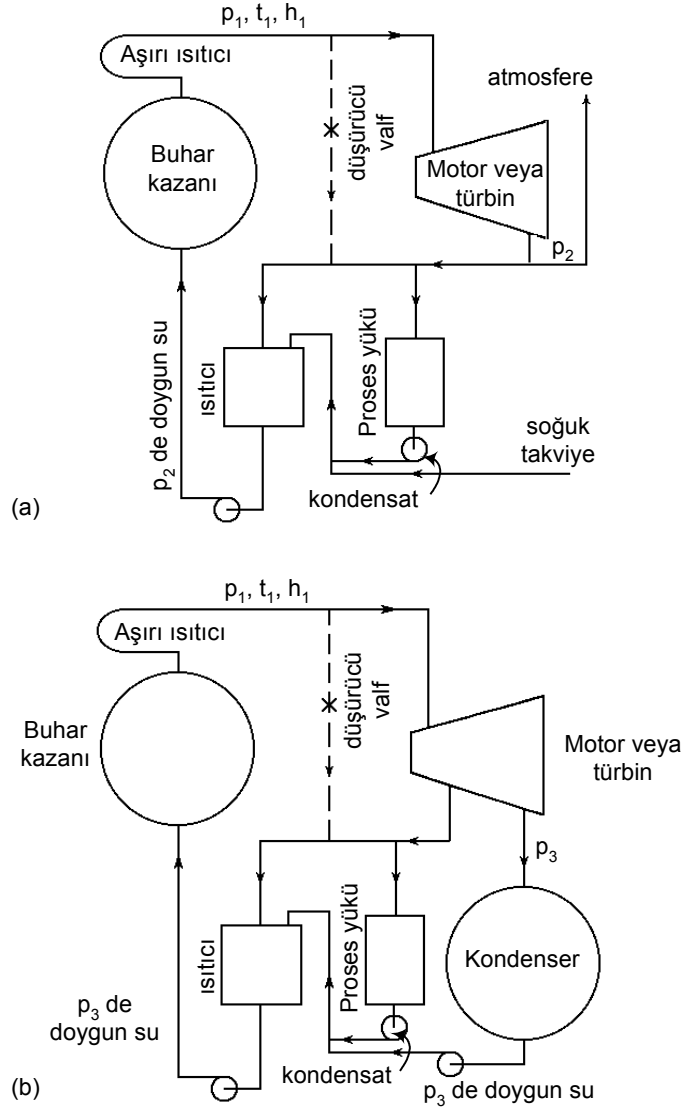
Şekil-5(a)'da çok basit bir güç ünitesi çevrimi görülmektedir. Burada sadece güç üretilmektedir. Buhar-üretim birimine verilen enerjinin büyük bir kısmı atmosfere atılır. Bu tip bir çevrim, atık yakıt kullanılan taşınabilir sistemlerde uygundur.

Şekil-5(b)'deki sistemde, yukarıdaki çevrime doğrudan-bağlı bir besleme suyu ısıtıcısı eklenmiştir; böylece eksoz sisteminde enerjinin bir kısmı ısıtıcıda geri kazanılır ve atmosfere kaçış azalır.

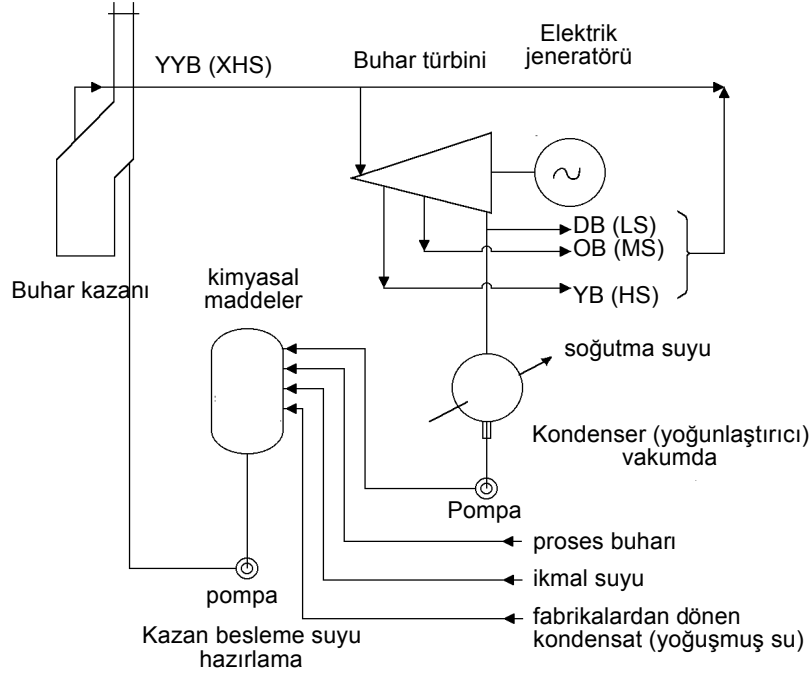
Şekil-6(a)'da Şekil-5(b) deki sisteme bir proses yükü eklenmiş ve çıkan buharın absorblatılarak kaçması azaltılmıştır. Şekil-6(b)'de bir otomatik-çekiş türbini vardır; bununla bir kondenser düşük basınca ve bir proses yükü de orta basınca getirilir.



Şekil-5: (a): Atmosfere açık çevrim,
(b) beslenme suyu ısıtıcısı olan, atmosfere açık çevrim



Şekil-6: (a) Proses buhar yükü bulunan, yoğunlaştırıcısız çevrim, (b) proses buhar yükü ve otomatik-çekişli türbin bulunan, yoğunlaştırıcılı çevrim



*Şekil-7: Büyük bir sanayi tesisinde tipik bir buhar dengesi;
DB: düşük basınçlı, OB: orta basınçlı, YB: yüksek basınçlı, YYB: çok yüksek basınçlı buharları gösterir.*

Sanayi tesislerinde buharın kullanım çevrimi, şematik olarak Şekil-7'de gösterilmiştir. Tesislerin genel enerji dengeleri çoğunlukla bu gibi şematik çevrimler üzerinde hesaplanarak kurulur ve sonra detaylandırılır.

Modern Petrokimya ve Rafineri tesislerinde, fabrikaların ihtiyacı olan buharın üretilmesi dışında, ihtiyaç olan enerji seviyesinin üzerine buhar üretilerek fazla buhardan elektrik elde edilir. Burada söylenenler, fabrika buhar dengesi şemasından (Şekil-7) kolayca görülür. Kazandan üretilen buhar yüksek enerji seviyesindedir. Mesela $p = 100 \text{ atm}$, $t = 480 \text{ }^\circ\text{C}$ gibi, yani elektrik üretimine elverişli yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıklı kızgın buhardır. Bu buhar elektrik türbinine gönderilip elektrik üretilirken, türbinin muhtelif noktalarından da fabrikalarda kullanılacak buhar alınır.

Çok yüksek basınçtaki buhar enerjisi ile, türbinden çekilen (alınan) buharın enerji seviyesi arasındaki fark, enerji elektrik üretiminde kullanılmış demektir. Tabii bu

dönüşüm her çevrimde olduğu gibi belli bir verimle gerçekleşir. Fabrikalara gerekli proses buharı böylece daha ekonomik elde edilmiş olur.

Türbinlerin çoğunda bir de yoğunlaştırıcı bulunur. Fabrikaların ihtiyacı olmayan ancak kazanlarda üretilmiş buharın enerjisinden tümüyle yararlanmak için buhar yoğunlaştırılır. Yoğunlaşma sırasında sıcaklık 100°C 'nin altına düşürüldüğünde, dışarıyla (atmosfer ile) temas da kesilmişse, vakum yaratılmış olur. Örneğin, $p = 1$ in Hg (25.4 mm Hg) mutlak basınç altında bulunan suyun sıcaklığı 26°C dir. Oysa $p = 1.4 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ basınçtaki doymuş buharın ve suyun sıcaklığı 110°C dir.

Fabrikalarda ısıtma işlemlerinde, mekanik enerji elde edilmesinde, veya proseslerde doğrudan yahut dolaylı katılarak kullanılan buharın mümkün olan miktarda geri kazanılmasına çalışılır. Geri kazanılan, yoğunlaşmış buharlara kondensat adı verilir. Bazı fabrikalarda proses gereği buhar da üretilebilir; bunlarda çevrime dahil edilirler.

Kazan besleme suyu, elektrik üretiminden gelen kondensat, fabrikalardan geri dönen kondensat, ve ikmal suyu ısıtma için kullanılan buharın yoğunlaşması ile oluşan, sulardan oluşur.