

## Makale

# HVAC SİSTEMLERİNDE ETKİNLİK VE VERİM TANIMLARI\*

## (II. BÖLÜM)

**Yard. Doç. Dr. Arif HEPBAŞLI**

Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü ve Mühendislik Fakültesi Makina

Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova/İZMİR

**Yard. Doç. Dr. Arif HEPBAŞLI**

1958 yılında İzmir'de doğdu. İzmir Motor-Teknik Lisesi'ni bitirdikten sonra (1976), yükseköğrenimini sırasıyla, lisans, Selçuk Üniversitesi (1980), Yüksek Lisans ve Yabancı Dil Hazırlık Sınıfı, İTÜ (1985) ve doktora (aynı zamanda DESA A.Ş. 'de çalışarak) Selçuk Üniversitesi'nde 1990 yılında tamamladı. İş hayatında ise S. U. 'de Araş. Gör. (1982-1986), DESA A.Ş. 'de Proje Başmühendisi ile Planlama ve Kalite Sağlama Md. Yrd. (1986-1992) ve AKZOKEMİPOL A.Ş. 'de (Boya Fabrikası) Mühendislik ve Yatırımlar Md. Yrd. (1992-1993) ve Simplot ve Beşikçioğlu A.Ş. 'de Bakım-Onarım Müdürü (1993-1995) görevlerinde bulundu. Celal Bayar Uni. Müh. Fakültesi'nin Makina ve Gıda Müh. Bölümleri'nde dersler verdi (1995-1996)1. 1996 yılından beri Ege Uni. Güneş En. Enst. ve Müh. Fakültesi Makina Müh. Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır, aynı zamanda Enstitü Müdür Yardımcısıdır. Isı tekniği ilgi alanı olup son zamanda Enerji Yönetimi üzerine çalışmalar yapmaktadır. Evlidir, Almanca ve İngilizce bilmektedir.

Yazarın, etkinlik ve verimlilik kavramlarını tanımladığı ve değişik kazan türlerine uyguladığı çalışmasının birinci bölümü bir önceki sayımızda yayınlanmıştır. Bu sayıda; makaleye kalınan yerden devam edilmektedir.

### 2.16. Güneş Enerjili Sistemlerde Verim

$\eta_{aK}$ ,  $\eta_{gK}$ ,  $\eta_{gP}$ ,  $\eta_{PVt}$ ,  $\eta_{GK}$ ,  $\eta_{gK}$

#### 2.16.1. Kollektör (Toplayıcı) Verimi

$\eta_{aK}$ ,  $\eta_{gK}$  Toplayıcıdan alınan enerjinin, toplayıcı üzerine gelen güneş ışınımına oranı "toplayıcı verimi" olarak adlandırılır(57). Kollektör verimini belirlemek için en basit yöntem, kullanılan kolektörün tanımlanması, giriş ve çıkış sıcaklıkları, akışkan debisi ve kolektör yüzeyine gelen güneş şiddetinin ölçülmesidir(58).

##### 2.16.1.1. Anlık Verim

$\eta_{aK}$  Kollektör (toplayıcı anlık verimi,  $\eta_{aK}$ , aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir(59):

$$\eta_{Ak} = 100 \cdot Q_f / A_t \cdot G_T \quad (34a) \quad \text{Burada;}$$

$Q_f$ : Toplayıcıdan alınan faydalı ısı, W

$A_t$ : Toplam toplayıcı yüzey alanı, m<sup>2</sup>

$G_T$ : Toplayıcı üzerine gelen anlık güneş ışınımı, W/m<sup>2</sup>

##### 2.16.1.2. Günlük Verim

$\eta_{gK}$  Günlük ortalama toplam verim, gün boyunca toplayıcıdan alınan yararlı ısının, aynı zaman aralığında toplayıcı üzerine gelen güneş ışınımına oranı olup, aşağıdaki şekillerde yazılabilir(59):

$$\eta_{gK} = 100 \int_0^t Q_f dt / [A_t \int_0^t G_T dt] \quad (34ab)$$

Burada, yararlı ısı,  $Q_u$  kararlı hal koşullarında çalışan bir toplayıcıda,

$$Q_f = A_t F_t \cdot [G_T (\tau\alpha) - U_L (T_{kg} - T_{kç})] \quad (34c)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Burada;

$F_t$ : Toplayıcı ısı kazanç faktörü, birimsiz

$U_L$ : Toplam ortalama ısı geçiş (toplam ısı kayıp) katsayısı,  $W/m^2K$

$\tau\alpha$ : Toplayıcı yutma-geçirme çarpımı, birimsiz

$T_{kg}$ : Akışkanın toplayıcıya giriş sıcaklığı,  $^{\circ}C$

$T_{kç}$ : Çevre sıcaklığı,  $^{\circ}C$

$dt$ : Zaman aralığı

#### 2.16.2. Güneşli Pişirici Verimi

$\eta_{gP}$  Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketiminin büyük bir kısmı evsel sektörlerdeki pişirme için kullanılır. Bu bağlamda, güneşli ısıtıcılar alternatif olarak ele alınır. Güneşli pişiricilerin farklı modelleri söz konusu olup, genel olarak, reflektör ve sıcak kutu tipi olarak iki gruba ayrılabilirler. Uygulamada, %25-30 arasında pişirme verimleri görülür. Güneşli pişiricinin verimi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir(60,61):

$$\eta_{gP} = 100 \cdot [m_{p1} \cdot C_{pk} \cdot (T_{p2} - T_{p1}) + m_{p2} \cdot (T_{s2} - T_{s1})] / [A_p \cdot C \cdot G_T \cdot dt] \quad (3)$$

Burada;

$m_{p1}$ : Pişirme kaplarının kütlesi, kg

$C_{pk}$ : Pişirme kapları malzemesinin özgül ısı,  $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$

$T_{p1}$ : Pişirme kaplarının ilk sıcaklığı,  $^\circ\text{C}$

$T_{p2}$ : Pişirme kaplarının son sıcaklığı,  $^\circ\text{C}$

$m_{p2}$ : Pişirme kaplarındaki suyun kütlesi, kg

$T_{s1}$ : Suyun ilk sıcaklığı,  $^\circ\text{C}$

$T_{s2}$ : Suyun son sıcaklığı,  $^\circ\text{C}$

$A_p$ : Pişirici penceresi alanı,  $\text{m}^2$

$C$ : Konsantrasyon oranı

### 2.16.3. Fotovoltaik-Isıl (PV/T) Hibrit Sistemi Günlük Verimi

$\eta_{PVT}$  Bir fotovoltaik-ısı (PV/T) hibrit sistemi; bir ünite de iki farklı güneş sisteminden (ısı ve fotovoltaik) oluşur. Böyle bir sistemin son çıktıları; ısı ve elektrik enerjisinin her ikisidir.

Bu çerçevede, Fotovoltaik-Isıl (PV/T) Hibrit Sistemi Günlük Verimi,  $\eta_{PVT}$ , aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir(62).

$$\eta_{PVT} = 100 \frac{\text{Toplam Isıl Enerji} + \text{Toplam Elektrik Enerjisi}}{\text{Kollektöre Gelen Toplam Güneş Işınımı}} \quad (36)$$

$$\eta_{PVT} = 100 \frac{m_{ss} \cdot C_{su} \cdot (T_{ilk} - T_{son}) + \int P_E \cdot dt}{A_t \int I \cdot dt} \quad (36)$$

Burada;

$m_{ss}$  : Sistemdeki suyun kütlesi, kg

$C_{su}$  : Suyun özgül ısısı, J/kg °C

$T_{ilk}$  : Suyun ilk sıcaklığı, °C

$T_{son}$  : Suyun son sıcaklığı, °C

$t$  : Zaman aralığı, s

$P_E$  : Pannelle üretilen fotovoltaik enerji, W

Bunun yanı sıra, ortalama günlük güneş hücresi verimi,  $\eta$  Gü, hücre yüzey alanı; Ahücre olmak üzere,

$$\eta_{Gü} = (\text{Toplam Elektrik Enerjisi} / \text{Toplam Güneş Işınımı}) \cdot 100 \quad (37a)$$

$$\eta_{Gü} = (\int P_E \cdot dt / A_{\text{hücre}} \cdot \int I \cdot dt) \cdot 100 \quad (37b)$$

bağıntısıyla bulunabilir<sup>(62)</sup>.

#### 2.16.4. Net Güneş Enerjisi Kullanma Verimi

$\eta_{GK}$  Bu verim; güneş enerjisi destekli sıcak su ısıtıcılarında (elektrikli veya yakıtlı bir destekleme tankı olan) kullanılır. Şayet yakıt yakılan su ısıtıcısı, güneş enerjisi sisteminin destekleyicisi olarak kullanılıyorsa,  $\eta_{GK}$ 'nın hesaplanmasında yakıtlı su ısıtıcısının yanma verimi ve durma (çalışmaya hazır tutma) kaybı gözönüne alınmalıdır.  $\eta_{GK}$ , aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir<sup>(63)</sup>:

$$\eta_{GK} = (H_{SN} / H_{SG}) \cdot 100 \quad (38a)$$

Burada;

$H_{SN}$ : Net güneş enerjisi katkısı, kJ

$H_{SG}$ : Kollektöre gelen brüt güneş enerjisi, kJ

Tamamen elektrik ( $H_{E1}$ ) ve güneş enerjisi destekli su ısıtıcısı ( $H_{E2}$ ) arasındaki elektrik enerjisi tüketimi farkı olan,  $H_{SN}$ ,

$$H_{SN} = H_{E1} - H_{E2} = m_{su} \cdot C_{su} \cdot (T_{o\check{c}} - T_{og}) + H_{EK} - H_{E2} \quad (38b)$$

eşitliği ile bulunabilir.

Burada;

$m_{su}$ : Suyun kütlesi, kg

$C_{su}$ : Suyun özgül ısısı, kJ/kg °C

$T_{og}$ : Suyun ortalama giriş sıcaklığı, °C

$T_{o\check{c}}$ : Suyun ortalama çıkış sıcaklığı, °C

$H_{EK}$ : Elektrikli tankın ölçülen veya hesaplanan ısı kaybı, kJ

#### 2.16.5. Güneş Enerjili Kurutucu Verimi

$\eta_{gk}$  Kurutma sisteminin verimi, sistem kurutma verimi,  $\eta_{gk}$  nemi buharlaştırmak için

gerekli enerjinin, kurutucuya gönderilen havanın ısısına oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir(59.64).  $\eta_{Gk} = (m_{bs} \cdot L_b / S_i) \cdot 100$  (39a) veya

$$\eta_{gk} = (m_{bs} \cdot L_b / G_T \cdot A_f) \cdot 100$$

(39)

bağıntılarıyla ifade edilebilir(59,64).

Burada;

$m_{bs}$ : Buharlaşacak suyun miktarı, kg

$L_b$ : Buharlaşma gizli ısısı, kJ/kg

$S_i$ : Belirli bir anda güneş yoğunluğu, kJ

#### 2.16.6. Nem Alma Verimi

$\eta_{na}$  Bu parametre, güneş kollektörü içindeki maldan nemin gerçek buharlaşmasının belirlenmesi için daha fazla yararlıdır. Isıtılan havanın nemi absorbe etme kapasitesinin ne kadar verimli kullanıldığının direkt bir ölçüsüdür. Nem alma verimi, kurutma odasındaki havayla alınan nemin, havanın nemi absorbe etme (teorik) kapasitesine oranı olarak tanımlanır ve;



$$\eta_{na} = 100.(w_{\zeta h} - w_{gh}) / (w_{an} - w_{gh}) \quad (4)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir<sup>(59)</sup>.

Burada;

$w_{\zeta h}$  : Kurutma odasını terkeden havanın mutlak nemi, kg su buharı/kg kuru hava

$w_{gh}$  : Kurutma odasına giren havanın mutlak nemi, kg su buharı/kg kuru hava

$w_{an}$  : Kurutucuya giren havanın adyabatik doymuş nemi, kg su buharı/kg kuru hava

#### 2.16.7. Güneş Kollektörlerinin Kombinasyonu ile Etkinlik Katsayıları

Güneş enerjisinden ısıtma ısısının elde edilmesinde, ısıtma ısısının zamana göre büyük salınımlar göstermesi, bu enerjinin kullanılmasında ilave sistemleri gündeme getirir. Bunlar; depo (pompa işi şeklinde), ısı pompası ve yakıt ısıtması olarak üç grupta değerlendirilebilir. Bu ilave sistemlerin birbirleriyle kombinasyonuna bağlı olarak, yeni kombine etkinlik katsayıları ortaya çıkart<sup>(65)</sup>.

##### 2.16.7.1. İlave Isıtma Olmadan, Güneş Kollektörleri ve Isı Pompasının Kombinasyonu ile Yıllık Isıtma Etki Katsayısı (IEKy,g)

Yoğuşturucuda verilen ısı miktarı;  $Q_{yo}$ , ısı pompası kompresörünün tahrik işi;  $WIP$  ve ısı pompası dışında ilave düzenekler (pompa, ayarlayıcı vb) için gerekli elektrik enerjisi;  $W_{il}$  olmak üzere, toplam etki katsayısı,  $IEKy,g$ , aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.<sup>(65)</sup>

$$IEKy,g = Q_{yo} / (WIP + W_{il}) \quad (41a)$$

Isı pompasının ısıtma etki katsayısı,  $IEK_{ip}$ , (2b) bağıntısının kullanılmasıyla,

$$IEK_{ip} = Q_{yo} / WIP \quad (41b)$$

şeklinde yazılabilir. (41b)'deki  $Q_{yo}$  çekilip (41a)'da yerine yazılır ve gerekli düzenlemeler yapılırsa,

$$IEKy,g = IEK_{ip} / (1 + (W_{il} / WIP)) \quad (41c)$$

bağıntısı elde edilir. (41c), tüm ısıtma periyodu (yıllık) boyunca için aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$IEK_{Ty,g} = IEK_{TIP} / (1 + (W_a / WIP)) \quad (41d)$$

##### 2.16.7.2. İlave Isıtma, Güneş Kollektörleri ve Isı Pompasının Kombinasyonu ile Yıllık Isıtma Etki Katsayısı (IEKy,ig)

Isı pompasıyla sağlanan yıllık ısıtma ısısı  $QIPy$ 'nin relatif payı,  $a_{IP}$  ve ısıtma kazanıyla sağlananki,  $b_{JK}$ , yani;

$a_{IP} + b_{IK} = 1$  ise, ısı pompasının payı, EIP ve ısıtma kazanınki, EIK, olmak üzere harcanması (ödenmesi) gereken yüksek değerlerde enerji (ekserji),  $E_y$ ,

$$E_y = EIP + EIK \quad (42a)$$

veya

$$E_y = (a_{IP} \cdot Q_{IPy} / IEK_{Ty,gl}) + b_{IK} \cdot Q_{IPy} \quad (42b)$$

olarak bulunabilir(65).

Isı pompalarında olduğu gibi, güneş enerjili ısıtma sistemlerinde, kazanılan yıllık ısıtma ısı (kJ/yıl),  $Q_{kj}$  ve harcanması gereken yüksek değerlerde enerji veya ısı, yani ödenmesi gereken enerji (kJ/yıl),  $E_j$ , olmak üzere  $IEK_g$ ,

$$IEK_g = Q_{kj} / E_j \quad (43)$$

şeklinde yazılabilir.

Böylece, (42b) bağıntısındaki  $E_y$ ;  $E_j$ 'de yerine yazılır ve gerekli düzenlemeler yapılırsa, yıllık ısıtma etki katsayısı,  $IEK_{y,igi}$ ,

$$IEK_{y,igi} = 1 / ((a_{IP} / IEK_{Ty,gl}) + b_{IK}) \quad (44)$$

bulunur.

Burada  $a_{IP}$ ; ısı pompası aracılığıyla güneş enerjisiyle karşılanan ısıtma ısının payı ve  $b_{IK}$ ; (yakıtla ısıtılan) ilave ısıtma ile sağlanan ısıtma ısının payıdır.

## 2.17. Ayırma Derecesi

$\eta$  ad Hava filtreleri, havadan yaklaşık 10 mg/m<sup>3</sup>'ye kadar konsantrasyonlarda toz ve diğer kirleticilerin ayrılması için kullanılan düzeneklerdir. Tüm filtrelerde ayırma derecesinin sabit olmadığı, bilakis değiştiği unutulmamalıdır. Filtrelerin testi ile ilgili olarak, ASHRAE 52-68 Testi mevcuttur (bunun eşdeğeri, DIN'de vardır). Filtrelere karar vermede kullanılan iki kavram; ayırma derecesi ve verimdir. Filtre verimi, bir faktörle düzeltilen; (temiz hava miktarı - ham hava miktarı) / temiz hava miktarı oranı olarak tanımlanır. Filtre sınıflarına göre, ayırma derecesi ve filtre verimleri (örneğin; EU 2 için,  $\eta$  ad = %65-80 ve EU 9 için ise, filtre verimi %95'den büyüktür) belirlenmiştir. Filtrelerde ayırma derecesi, ham ve temiz havanın toz konsantrasyonlarının ölçülmesiyle, aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir(66);

$$\eta_{ad} = 100 \cdot (g_{ham} - g_{temiz}) / g_{ham} \quad (45)$$

Burada;

$g_{ham}$ : Ham havanın toz konsantrasyonu,  $mg/m^3$

$g_{temiz}$ : Temiz havanın toz konsantrasyonu,  $mg/m^3$

Bunun yanısıra, geçiş derecesi olarak adlandırılan,  $D(\%)$ ,

$$D = 100 - \eta_{ad} \quad (45)$$

tanımı da kullanılabilir<sup>(66)</sup>.

#### 2.18. Siklon Toplam Verimi

$\eta$  TS Siklonlar; partikülleri, gaz veya sıvı bakımından merkezkaç kuvvetleri ile ayırmak için kullanılan düzeneklerdir. Teğetsel girişli siklonlarda, siklon gövdesine teğetsel olarak giren gaz-parti-kül karışımı, burada dönerek, vorteks hareketi oluşturur. Vorteks içinde merkezkaç kuvvetleri etkisiyle, partiküller siklon duvarına itilir ve gazdan ayrılır<sup>(67)</sup>.

Toplam verim,  $\eta_{TS}$ , siklonda birim zaman tutulan partikül miktarının, siklona giren partikül miktarına oranı olarak adlandırılır. Bu verim fraksiyonel verim ( $\eta_{Dp}$ ) ile aynı büyüklükteki tanelerinin gaz içindeki fraksiyonu ( $F_{Dp}$ ) kullanılarak, aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir<sup>(67)</sup>:

$$\eta_{TS} = \sum_{D_p} \eta_{Dp} \cdot F_{Dp} \quad (46)$$

Gaz içindeki partiküller genellikle aynı büyüklükte değildir. Aynı büyüklükteki partiküllerin tutulma verimine “fraksiyonel verim,  $\eta_{Dp}$ ” denir.

ve

$$\eta = \{1 - \exp[-2(C_{si} \cdot \psi)^{1/(2n+2)}]\} \cdot 100 \quad (47)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir<sup>(68)</sup>. Burada,  $I$ ; Stokes sayısı ile bir sabitin çarpımı olup, siklon işletme şartlarına bağlı bir katsayı,  $C_{si}$ ; siklon tasarım katsayısı ve  $n$ ; boyutsuz vorteks bileşenidir.

## 2.19. Yıllık ve Günlük Tesis Faktörü (YTF, GTF)

Yıllık Tesis Faktörü, yıl boyunca üretilen elektrik enerjisinin, yıllık saat sayısı (genellikle 8760) ile tesisteki tüm makinelerin toplam üretilme yeteneğine (kurulu üretim kapasitesi) çarpımının oranı olarak adlandırılır. Bu faktör, güç tesislerinin işletilmesinde önemli bir özelliktir. Çünkü, üretim yapan ekipmanın ne denli iyi kullanıldığını gösterir. Bunun yanısıra, Günlük Tesis Faktörü (GTF)'de kullanılabilir(20).

Gün Başına Üretilen Elektrik Enerjisi

$$GTF = \text{-----} (48)$$

(Saat/Gün) x Kurulu Üretim Kapasitesi

## 2.20. İkinci Yasa Verimi

$\eta_{II}$  Şu ana kadar yapılan verim ve etkinlik tanımları, sadece termodinamiğin birinci yasası göz önüne alınarak yapıldı. Bu yüzden, bunlara birinci yasa verimi denir. Birinci yasa verimi veya bazen adlandırıldığı gibi dönüşüm verimi(20), olabilecek en iyiyi ölçü olarak almaz. Bu yüzden bazen yanlış değerlendirmelere yol açabilir. Başka bir deyişle, birinci yasa verimi mühendislik sistemleri için tek başına bir başarı ölçüsü değildir. Bu yetersizliği gidermek için, ikinci yasa verimi,  $\eta_{II}$ , kullanılır(15).

### 2.20.1. Çeşitli Ekipmanlar İçin İkinci Yasa Verimi

İkinci yasa verimi, gerçek ısı veriminin, aynı koşullarda olabilecek en yüksek (tersinir) ısı verime oranıdır(15).

Isı makineleri için, aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\eta_{II,IM} = \eta_{th} / \eta_{th,tr}$$

(49a)

İş yapan makineler için; makinadan elde edilen yararlı işin, elde edilebilecek en çok işe (tersinir) oranı olarak tanımlanır.

$\eta_{II,IY} = 100 \cdot W_y / W_{tr}$  (49b) Kompresör ve soğutma makineleri gibi, iş gerektiren makineler için; gerekli en az (tersinir) işin, yapılan yararlı işe oranıdır.

$\eta_{II,IG} = 100 \cdot W_{tr} / W_y$  (49c) Soğutma makinesi ve ısı pompası için ikinci yasa verimi, etkinlik katsayılarıyla,

$\eta_{II,EK} = 100 \cdot EK / EK_{tr}$  (49d) şeklinde ifade edilebilir.

Isı pompaları için, Alman literatüründe(65), ekserjetik verim  $\zeta_{IP}$  tanımı kullanılır. Enerji; kullanılabilirliği bakımından üçe ayrılır. a) Ekserji: Sınırsız dönüştürülebilir enerji, örneğin; mekanik ve elektrik enerji,

b) Sıcaklığı, şayet çevre sıcaklığının üstünde ise, ısı gibi, sınırlı dönüştürülebilir enerji,

c) Anerji: Dönüştürülemeyen enerji, örneğin; çevre sıcaklığındaki iç enerji

Bu çerçevede,

$$\text{Enerji} = \text{Ekserji} + \text{Anerji} (50a)$$

şeklinde tanımlanır. Isı pompalarının tasarımında, belli bir ekserjetik verim  $\zeta_{IP}$  kabulüne göre,  $T_y$  ve  $T_b$ , sırasıyla, yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcı sıcaklıkları olmak üzere, (49d)'nin diğer bir şekli olan,  $\zeta_{IP} = 100 \cdot EK / (T_y / (T_y - T_b))$  (50b) bağıntısı kullanılır. Bir bakıma, "ikinci yasa

verimi" kavramı yerine "ekserjetik verim" ifadesi kullanılır.

### 2.20.2. Kullanılabilirlik Tanımına Göre İkinci Yasa Verimi

$\eta_{II,K}$  İkinci yasa verimi, literatürde(20) farklı şekillerde de tanımlanabilir. İkinci yasa verimini tanımlanmasının amacı, tersinir hal değişimlerine ne denli yaklaşıldığının belirlenmesidir. Bu bakımdan, ikinci yasa veriminin değeri en kötü durumda sıfır (kullanılabilirliğin tümüyle yok edilmesi), en iyi durumda %100 (kullanılabilirliğin tümüyle korunması) olacaktır. Bu yüzden ikinci yasa verimi(15), aşağıdaki şekilde de tanımlanabilir.

Sistemden Elde Edilen Kullanılabilirlik

$$\eta_{II,K} = 100 \text{-----} (51a) \text{ Sisteme Sağlanan Kullanılabilirlik}$$

Yok edilen Kullanılabilirlik ("Tersinmezlik")

$$\eta_{II,K} = 100 \text{-----} (51b) \text{ Sisteme Sağlanan Kullanılabilirlik}$$

### 2.20.3. Enerji Absorpsiyon Etkinliği

$\eta_{ab}$  Bir kazanın ocağının performansı, yanma verimi ve enerji absorpsiyon etkinliğinin belirlenmesiyle değerlendirilebilir. Yanma verimi, ocakta açığa çıkan enerjinin (hava ön ısıtma hariç), yakıtın üst ısı değerine oranı olarak tanımlanır. Ocağın enerji absorbe etme sıcaklığı, yani ocak duvarlarındaki suyun sıcaklığı, aslında referans veya oda sıcaklığının üstünde olduğu için, yanma gazlarındaki enerjinin bir kısmı ocaktaki absorpsiyon için kullanılamaz. Kullanılabilirlik oranı, ek; enerji absorbe etme sıcaklığı üstündeki gazdaki duyulur enerjinin, hava ön ısıtıcısı dahil, açığa çıkan enerjiye oranı olarak ifade edilir. Bu oranın payı, kullanılabilir enerji; açığa çıkan enerjiden Tab enerji-absorpsiyon sıcaklığında gazdaki enerjinin çıkarılmasıyla bulunur. Enerji değerleri oda sıcaklığı üstünde ölçülür(20).

Açığa çıkan enerji,  $E_a$  (MJ/h) ve absorpsiyon entalpisi,  $hab$  (kJ/kg) olmak üzere, kullanılabilirlik oranı; ek;

$$ek = (E_a - hab) / E_a = 1 - (hab / E_a) \text{ (52a)}$$

bağıntısıyla bulunabilir. Enerji absorpsiyon etkinliği,  $\eta_{ab}$ ; ocakta absorbe edilen enerjinin ( $E_{ab}$ ), kullanılabilir enerjiye oranı olarak,  $\eta_{ab} = (E_{ab} / (E_a - hab)).100 = (E_{ab} / (ek.E_a)) . 100$  (52b) bağıntısıyla hesaplanabilir.

### 2.21. By-Pass Faktörü (BF) veya Serpantin Verimi

$\eta_{sv}$  İklimlendirme sistemlerinde, soğutucu serpantinler yaygın olarak kullanılır ve bu serpantinlerin performansını tahmin etmek için, BF(%) veya  $\eta_{sv}$  tanımları gündeme gelir. Hava, bir serpantinin dış yüzeyi boyunca geçtiği zaman, havanın sadece bir kısmı gerçekten yüzeye temas eder ve soğutulur. Borular arasında bir boşluk olduğu için, bu doğaldır(23). Temas (kontakt) Faktörü (TF), soğutma yüzeyine temas eden ve böylece soğutulmuş serpantinden geçen havanın oranı olarak tanımlanır. By-pass Faktörü (BF) ise, yüzeye temas etmeyen ve böylece soğutulmayan havanın oranı olarak ifade edilir. Yüzeyden by-pass olan havanın miktarı, borunun boyutuna ve yerleşimine, havanın hızına, boru sıralarının sayısına ve yerleşimine bağlıdır(23).

Bu tanımlardan,

$$TF + BF = 100 \text{ (53a)}$$

yazılabilir. Sadece soğutma yüzeyine temas eden havanın soğutulduğu ve neminin alındığı farz edilir. By-pass havası, herhangi bir işleme tabi tutulmaz ve girdiği koşullarda serpantini terk eder.

Soğutucu serpantinin dış yüzeyindeki sıcaklık, serpantin boyunca her yerde aynı değildir. Bununla beraber, Etkin Yüzey Sıcaklığı (EYS) olarak adlandırılan ortalama serpantin yüzey sıcaklığı tanımı kullanılır. Bu, yüzeye temas eden soğutulmuş havanın sıcaklığı (cihaz çıkış noktası) olarak düşünülebilir. Bütanımdan, havanın hepsi yüzeye temas eden serpantin boyunca geçiyorsa (TF =%100), hava, EYS'ye eşit sıcaklıkta serpantini terkedecektir. Bu hava, EYS, havanın çıkış noktası sıcaklığı altında olduğu zaman doymuş olur. Çünkü, nem yok edilir.

Yukarıdaki açıklamalardan, bir serpantinın Temas Faktörü (TF);

Serpantin Proses Hattı Uzunluğu

$$TF = 100 \text{ ----- (53b)}$$

Doyma Hattı Boyunca EYS'ye

Uzanan Hattın Toplam Uzunluğu

eşitliğinden hesaplanabilir.

Pratikteki serpantinlerde, EYS'ye ulaşamaz. Bir serpantin verimi tarif edildiğinde, EYS'ye ulaşma halinde verim, %100 değerindedir (başka bir deyişle, TF - %100). Pratikteki serpantinlerde verim ise, %85-90 mertebesindedir (69).

Bu çerçevede, serpantin verimi;  $\eta_{sv}$ ,  $\eta_{SV} = (100 - BF)$  (54) şeklinde yazılabilir.

## 2.22. Hava Yıkayıcı Nemlendirme Verimi

$\eta_{HY}$  Hava yıkayıcıları, su sıcaklığına göre havanın aynı zamanda ısıtılması veya soğutulması için, gerek nemlendirici gerekse nem alıcı olarak kullanılırlar. Bunlar, (üst) yüzeyli ısı değiştircilerine (doğrudan temas olmayan) kıyasla, havanın akan veya pülverize olmuş suyla doğrudan temaslı olduğu ısı değiştircileridir. Böyle bir adyabatik hava yıkayıcısının nemlendirme derecesi (veya nemlendirme verimi tanımı da kullanılır);  $\eta_{HY}$ ,

$$\eta_{HY} = (\Delta\omega / \Delta\omega_h) \cdot 100 \quad (55a)$$

veya

$$\eta_{HY} = (1 - e^{-\mu k}) \cdot 100 \quad (55b)$$

bağıntılarıyla hesaplanabilir.

Burada;

$\Delta\omega_h$  : Soğutma sınırına kadar nem farkı, g/kg

$\mu$  : Su hava sayısı (S/H)

k: Sabit'dir.

k değeri, belirli yıkayıcı için deneysel olarak bulunabilir. Bu değer, su ile havanın giriş koşulları ve su-hava sayısından bağımsız olup, yaklaşık 2 ile 5 arasındadır<sup>(66)</sup>. Bununla beraber, hava hızı, yıkayıcı uzunluğu, nozul (meme) tipi gibi birçok parametreye bağlıdır.  $\Delta\omega / \Delta\omega_h$  oranı yerine yaklaşık olarak  $\Delta T / \Delta T_h$  kullanılabilir ( $\Delta T_h$  : Soğutma sınırına kadar sıcaklık farkı). Her ikisi arasındaki fark az olup, pratikte ihmal edilebilir.

Ticari yıkayıcılarda, 2.5 bar'lık nozul basıncı ve 3 m/s'lik ortalama hava hızında, nemlendirme verimi;

- Tek sıralı, hava yönünde püskürtmeli, 2 m ve 3 m yıkayıcı uzunlukları için, sırasıyla,  $\eta_{HY} =$



### 2.23. Cihaz Verimi

$\eta_{CV}$  Bazı cihazların verimini göstermek üzere, örneğin; doğal gazlı bir cihazın performansının değerlendirilmesinde, bu verim tanımı kullanılır. Gaz yakıtlı bir cihazda,  $V$ ; gazın hacimsel debisi ( $m^3/s$ ),  $Q_{IK}$ ; cihazın ısıl kapasitesi ( $kW$ ) ve  $H_u$  yakıtın alt ısıl değeri ( $kJ/m^3$ ) olmak üzere, cihaz verimi.  $\eta_{cv} = (Q_{IK} / (V \cdot H_u)) \cdot 100$  (56)

şeklinde tanımlanabilir(63).

[3]2.24. Pompa  $\eta_p$  veya Fan  $\eta_F$  Verimi Pompa ve fanlarda enerji kullanımının verimi,

$\eta_{P.F.}$   $\eta_{P.F.} = (\text{Güç Çıkışı} / \text{Güç Girişi}) \cdot 100$  (57) şeklinde ifade edilebilir. Her iki terim aynı birimlerde olmalıdır. Şayet güç girişi fan veya pompa muindeki güç olarak alınıyorsa, buna "Fren Beygir Gücü" denilir ve verim, sadece pompa veya fanıdır. Şayet güç girişi motorda gerekli olan ise, motor ve pompa veya fanın kombine verimi bulunmalıdır(23). Hacimsel debi,  $V$  ( $m^3/s$ ) ve pompanın toplam basma yüksekliği,  $\Delta p$  (Pa) olmak üzere, bir pompanın güç çıkışı,  $P_G(W)$ , aşağıdaki bağıntıyla bulunabilir(66):  $P_G = V \cdot \Delta p$  (58) **2.25. Termodinamik Çevrimlerin Verimleri**

#### 2.25.1. Etkin (Faydalı Verim veya Toplam Isıl) Verim

$\eta_{T,th}$  Değişik termodinamik çevrimlerini (veya sistemlerini) kıyaslamak ve değerlendirmek için, "verim" terimi kullanılır. Bir sistemin işletme verimi sistemde oluşan tersinmezlikleri yansıtır.

Etkin verim,  $\eta_{T,th}$ , makina milinden alınan faydalı işin ( $W_F$ ), buhara verilen ısı miktarına ( $Q_b$ ) oranı olarak adlandırılır. Bu değer, bir makinanın ısıdan yararlanmasına karar vermek için önemlidir. Buhar kuvvet makinalarında, makina gücü ve buhar tüketiminin ölçülmesiyle,  $\eta_{T,th} = (W_p / Q_b) \cdot 100$  (59a) veya

$\eta_{T,th} = \eta_{ad,t} \cdot \eta_{th,t} \cdot \eta_{me}$  (59b) bağıntılarından bulunabilir(66).

Burada,  $\eta_{ad,t}$ ; adyabatik verim (makinadaki iç kayıpların dikkate alındığı),  $\eta_{th,t}$ ; ısı verim ve  $\eta_{me}$ ; mekanik verim olup, aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir: Adyabatik verim,  $\eta_{ad,t}$  türbinde yapılan gerçek işin, giriş hali ile çıkış basıncı arasında izantropik bir genişleme olması durumunda elde edilecek işe oranı olup, şu şekilde ifade edilebilir(15):  $\eta_{ad,t} = (\text{Gerçek Türbin işi} / \text{izantropik Türbin işi}) \cdot 100 = (W_{g,t} / W_{iz,t}) \cdot 100$  (60a) Adyabatik türbin işi, entalpi değişimine eşit olacaktır ve (60a) bağıntısı şu şekilde de yazılabilir:

$$\eta_{ad,t} = 100 \cdot (h_1 - h_{2g}) / (h_1 - h_{2s}) \quad (60b)$$

$h_b$  ( $kJ/kg$ ); besi suyunun entalpisi ve üretilen ısı ( $h_1 - h_b$ ) olmak üzere, ısı verim,  $\eta_{th,t} = 100 \cdot (h_1 - h_{2s}) / (h_1 - h_b)$  (60c)

ve  $W_e$  ( $kJ/kg$ ); etkin iş (faydalı iş, makinanın miliyle verilen iş) ve  $W_{gt} = h_1 - h_{2g}$  ( $kJ/kg$ ); gerçek türbin işi olmak üzere, mekanik verim,  $\eta_{me} = (\text{Etkin veya Faydalı İş} / \text{Adyabatik İş}) \cdot 100 = (W_e / W_{gt}) \cdot 100$  (60d) bağıntılarıyla hesaplanabilir.

Bunun yanısıra,  $W_g$ ; gerçek iş ve  $W_{ter}$ ; tersinir iş olmak üzere, mekanik verim,  $\eta_{me} = 100 \cdot W_g / W_{ter}$  (60e) bağıntısıyla bulunabilir. Burada, tersinir prosesin bir adyabatik proses (sistemin sınırları boyunca ısı transferini içeren) olma gerekliliği yoktur(70).

## 2.25.2. Relatif Verim ( $\eta_r$ )

Relatif (izafi) verim; tersinir işin ( $w_{tr}$ ), izantropik işe ( $w_{izen}$ ) oranı olarak, aşağıdaki şekilde hesaplanabilir<sup>(70)</sup>:

$$\eta_r = 100 \cdot w_{tr} / w_{izen} \quad (61a)$$

Diğer makinalar ile kıyaslamalarda,  $\eta_{T,th}$  yerine çoğunlukla özgül ısı tüketimi,  $q_{öl}$  (kJ/kWh) veya özgül buhar tüketimi,  $m_{öb}$  (kg/kWh), aşağıda gösterildiği gibi kullanılır<sup>(66)</sup>.

$$q_{öl} = 360000 / \eta_{T,th} \quad (61b)$$

$$m_{öb} = 360000 / [\eta_{T,th} \cdot (h_1 - h_{bs})] - q_{öl} / (h_1 - h_{bs}) \quad (61c)$$

[3]2.26. Kompresör  $\eta_{ad,K}$  ve Pompanın  $\eta_{ad,P}$  Adyabatik Verimi Bir kompresörün adyabatik verimi, gazı, verilen basınca izantropik hal değişimiyle sıkıştırmak için gerekli işin, gerçek işe oranı biçimde tanımlanır ve aşağıdaki şekilde ifade edilebilir<sup>(15)</sup>:

$$\eta_{ad,K} = (\text{izantropik Kompresör İş}/\text{Gerçek Kompresör iş}) \cdot 100 = (W_{s,k} / W_{g,k}) \cdot 100 \quad (62a)$$

Sıkıştırılan gazın kinetik ve potansiyel enerji değişimleri küçük olduğu zaman, adyabatik kompresörün sıkıştırma işi, entalpi değişimine eşit olur ve (62a) no'lu denklem,

$$\eta_{ad,K} = 100 \cdot (h_{2s} - h_1) / (h_{2g} - h_1) \quad (62b) \text{ şeklini alır.}$$

Sıvının kinetik ve potansiyel enerjilerindeki değişim ihmal edildiği zaman, P1 ve P2 sırasıyla, giriş ve çıkış basınçları,  $v$ ; girişteki özgül hacim olmak üzere, bir pompanın adyabatik verimi,

$$\eta_{ad,P} = (W_{s,P} / W_{g,P}) \cdot 100 - [v \cdot (P_2 - P_1) / (h_{2g} - h_1)] \cdot 100$$

şeklini alır<sup>(15)</sup>.

Bazı durumlarda, kompresörlerde silindir çevresine kanatlar veya su bölmeleri konularak, isteyerek soğutma yapılır. Bu durumda, izantropik sıkıştırma modeli yerine, soğutmanın yapıldığı sıkıştırma işlemleri için, mükemmeli simgeleyen model olarak, tersinir sabit sıcaklıkta sıkıştırma alınabilir, bu çerçevede, izotermal verim,  $\eta_{I,K}$ , aşağıdaki bağıntı yarımıyla bulunabilir:  $\eta_{I,K} = (W_{T,K} / W_{g,k}) \cdot 100$  (64) Burada,  $W_{T,K}$  ve  $W_{g,k}$ , sırasıyla, tersinir sabit sıcaklıkta sıkıştırma ve gerçek hal değişimi sırasında kompresöre verilen işi gösterir<sup>(15)</sup>.

### 2.27. Isıtma Toplam Verimi

$\eta_{T,IS}$  Isıtma giderleri önemli ölçüde; yakıta bağlı giderler, işletme giderleri (bakım ve kullanma) ve yatırımla ilişkili giderler olmak üzere üç kısımda ele alınabilir. Bunlardan ilk ikisinin hesaplanmasında, ısıtma toplam verimi söz konusudur. •

Bu çerçevede,  $\eta_k$ ; kazan verimi,  $\eta_d$ ; dağıtım verimi ve  $\eta_{df}$ ; durma kayıplarıyla ilgili düzeltme faktörü olmak üzere, ısıtma toplam verimi,  $\eta_{T,IS}$ ,  $\eta_{T,IS} = \eta_k \cdot \eta_d \cdot \eta_{df}$  (65a) bağıntısıyla bulunabilir.

Kazan verimi,  $\eta_k$ , daha önce verilen bağıntılar kullanılarak veya imalatçı verilerinden hesaplanabilir.  $\eta_{df}$ , bina içindeki boru hattı kayıpları için, %95-98 ve bina dışındaki ısı üretimi için, yaklaşık %85 alınır. Boru hatlarının iyi yalıtımıyla iyileştirme mümkündür.

$\eta_{df}$ , aşağıdaki bağıntı yardımıyla yaklaşık olarak hesaplanabilir:

$$\eta_{df} = 100 / \{ [(b_{ih} / b_t) - 1] z_{ih} + 1 \} \quad (65)$$

Burada;

$b_{ih}$  : Kazanın hazırlık süresi, h/yıl

$b_t$  : Kazanın tam işletme saati, h/yıl

$z_{ih}$  : İşletmeye hazırlık kaybı (durma kaybı)

$z_{ih}$  değeri, deneylerle belirlenir. Büyük kazanlarda 0.01-0.02, küçük kazanlarda 0.02-0.03, depo kazanlarında 0.03-0.04 ve en uygunsuz durumlarda 0.06-0.08 tutar<sup>(66)</sup>.

## 2.28. Jeotermal Enerji Projesi Deđerlendirme Faktörleri

Bir jeotermal enerji projesinin genel olarak değerlendirilmesi için çeşitli faktörler tanımlanmış ve limitleri belirlenmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır<sup>(71-72)</sup>:

### 2.28.1. Jeoakışkan Etkinlik Katsayısı (JE veya GE)

Jeotermal kuyulardan sürdürülebilir en yüksek debide birim zamanda alınan ısı, U (MWth,) ve sürdürülebilir en yüksek jeotermal akışkan miktarı, M (ton) olmak üzere, jeoakışkan etkinlik katsayısı; JE,

$$JE = U/M \quad (66)$$

şeklinde tanımlanabilir. Fizibil limitler;  $0.04 < JE < 0.22$ 'dir.

### 2.28.2. Jeotermal Sistem Etkinlik Katsayısı (JSE veya GSE)

Co; sıcaklık piklemesi ve/veya ekipmanın gerektiğinden büyük seçilmesi durumları olmadan bölge kapasitesi (MWt veya eşdeğeri) olmak üzere, JSE;

$$JSE = Co / C \quad (67)$$

şeklinde ifade edilir. Fizibil limitler;  $0.65 < JSE < 1.0$ 'dir.

## 2.28.3. Ekipmanın Gereğinden Büyük Seçilme Faktörü (EBF veya OF)

Bu faktör, aşağıda verilen bağıntı yardımıyla bulunabilir. Fizibil değerler,  $1 \leq EBF \leq 1.3$ 'dir.

$$EBF = 0.85(T^* - T_{it}) / (T_{ak} - T_{it})^z \quad (6)$$

Burada;

$T^*$  : Ortalama akışkan tasarım sıcaklığı, °C

$T_{it}$  : İç tasarım sıcaklığı, °C

$T_{ak}$  : Alçak sıcaklık uygulamalarında akışkan sıcaklığı, °C'dir.

$z$  : Faktör, birimsiz

Yukarıda belirtilen faktörlerin yanısıra, bölge termal güç yoğunluğu (Min. 12 MW/km<sup>2</sup>), bölge ısıtması için kişi başına düşen primer boru hattı (12-200 m/kişi), yatırım maliyeti (Elektrik: max. 1000 \$/kWe, Isı: max.600\$/kWe), gürültü kirliliği (20dB), sistemin güvenilirliği (ort. %80) gibi diğer faktörler söz konusudur(71).

### 2.29. Santral ile İlgili Kıyaslama Faktörleri

Santralların değerlendirilmesinde ve/veya kıyaslanmasında aşağıda belirtilen çeşitli faktörler kullanılır(73):

İşletilen Günlerin Sayısı

$$\text{İşletme Faktörü (İF)} = 100 \text{ ----- (69a)}$$

Takvim Günü Sayısı

Yıl Boyunca Ort. Güç

$$\text{Yük Faktörü (YF)} = 100 \text{ ----- (69b)}$$

Maksimum Güç

Yıl Boyunca Ort. Güç

$$\text{Kullanma Faktörü (KF)} = 100 \text{ ----- (69c)}$$

Güç Çıkışı

İlave Güç

İlave Güç Oranı (İGO) = 100 ----- (69d)

Yıllık Enerji Üretimi

### 2.30. Volumetrik Verim

$\eta_{vt}$ ,  $\eta_{tp}$ ,  $\eta_{vg}$  Volumetrik verim, pistonlu makinalarda, örneğin; soğutma sisteminin kalbi olan bir kompresörde, kompresörün soğutma kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir büyüklüktür. Her strokta silindire alınabilen soğutucu akışkan buharının teorik hacmi;  $V_{s1}$  ve piston süpürme hacmi;  $V_s$  olmak üzere, teorik volumetrik verim;  $\eta_{vt}$ ;  $\eta_{vt} = 100 \cdot V_{s1} / V_s$  (70a) şeklinde tanımlanabilir. Burada,  $V_s$ , süpürme hacmi;  $d_s$ , silindir hacmi ve  $S$ , strok olmak üzere,

$V_s = S \cdot \pi d_s^2 / 4$  (70b) bağıntısıyla hesaplanabilir(74).

Diğer taraftan, sıkıştırma sırasında piston çevresinden kartere soğutucu akışkan sızması olur. Buna benzer nedenlerden ötürü, silindire daha az ağırlıkta soğutucu akışkan emişi ve pompalması yapılabilir. Bu hususun göz önünde bulundurulmasıyla,  $V_g$ ; silindire emilip pompalanabilen soğutucu akışkan buharının gerçek hacmi olmak üzere,  $\eta_{tp}$ ; ısıl (termik) ve pompalama verimi,  $\eta_{tp} = 100 \cdot V_g / V_{s1}$  (71) şeklinde tanımlanabilir.

Isıl ve pompalama verimi göz önüne alınarak, volumetrik verim,  $\eta_{vg}$ ;  $\eta_{vg} = 100 \cdot V_g / V_s$  (72a) bağıntısı ile hesaplanabilir(74).

Soğutma sistemlerinde, kondenserde yoğuşma basıncı;  $P_K$ , soğutucu ünitede (buharlaştırıcı) buharlaşma basıncı;  $P_B$ ,  $\eta$ ; politropik üs ve  $V_{sö}$ ; silindir ölü hacmi olmak üzere,  $\eta_{vg}$ ;

$$\eta_{vg} = 100 \cdot V_g / V_s = \eta_{tp} \{ 1 - (V_{sö} / V_s) [(P_K / P_B)^{1/n} - 1] \} \quad (72b)$$

bağıntısından da bulunabilir(74).

### 2.31. Isı Değiştirici Performans Göstergeleri

$\epsilon$ ,  $P$ ,  $\eta_{kan}$ ,  $E_k$ ,  $\eta_{tyv}$  Bir ısı değiştiricinin analizinin yapılmasında, esas itibariyle,  $\epsilon$ -NTU (Etkinlik-NTU),  $P$ -NTU (Sıcaklık Etkinliği-NTU) ve LMTD (Ortama Logaritmik Sıcaklık Farkı) olmak üzere üç yöntem (genelde  $\epsilon$ -NTU ve LMTD) kullanılır.  $\epsilon$ -NTU yöntemi ( $P$ -NTU yöntemi;  $\epsilon$ -NTU yönteminin başka bir şeklidir); bir ısı değiştiricisinin performansının belirlenmesinde tercih edilir. Bunun yanısıra, LMTD yöntemi de kullanılabilir. Ancak, bu durumda hesaplarda iterasyon gerekir (70.75,76) Bu yöntemlerin uygulanmasında, etkinlik ve verim tanımları sözkonusudur. Aşağıda, bunlar kısaca açıklanacaktır. **2.31.1. Etkinlik**

$\epsilon$  Etkinlik,  $\epsilon$ , bir ısı değiştiricisinin gerçek ısı transfer debisinin (ısı transfer hızının),  $q_g(W)$ , maksimum olası ısı transferi debisine,  $q_{max}(W)$ , oranı olup (boyutsuz,  $0 \leq \epsilon \leq 1$  aralığında) aşağıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanabilir:  $\epsilon = q_g / q_{max}$  (73) ve

$$\epsilon = C_{1a} \cdot (T_{1a,g} - T_{1a,\phi}) / C_{min} \cdot (T_{1a,g} - T_{1s,g}) \quad (74a) \text{ veya}$$

$\epsilon = C_{1s,a} \cdot (T_{1s,\zeta} - T_{1s,g}) / C_{min} \cdot (T_{1a,g} - T_{1s,g})$  (74b) Burada;

$C_{1a}$  : Isıtan akışkanın ısı kapasite debisi, V/K,

$T_{1a,g}$  : Isıtan akışkanın giriş sıcaklığı, °C

$T_{1a,\zeta}$  : Isıtan akışkanın çıkış sıcaklığı, °C

$C_{1s,a}$  : Isınan akışkanın ısı kapasite debisi, W/K

$T_{1s,g}$  : Isınan akışkanın giriş sıcaklığı, °C

$T_{1s,\zeta}$  : Isınan akışkanın çıkış sıcaklığı, °C

$C_{min}$  : Minimum ısı kapasite debisi ( $C_{1a}$  ve  $C_{1s,a}$ 'dan hangisi küçükse, ona eşittir.), W/K

### 2.31.2. Sıcaklık Etkinliği (P)

$\epsilon$  -NTU yöntemindeki etkinliğin  $\epsilon$ , P-NTU yöntemindeki benzeri olan sıcaklık etkinliği, P; aşağıdaki şekilde tanımlanır.  $P = (T_{\zeta,1} - T_{g,1}) / (T_{g,2} - T_{g,1})$  (75)

Burada;

$T_{g,1}$  : Akışkanın giriş sıcaklığı (Birinci akışkan tarafındaki), °C

$T_{\zeta,1}$  : Akışkanın çıkış sıcaklığı (Birinci akışkan tarafındaki), °C

$T_{g,2}$  : Akışkanın giriş sıcaklığı (İkinci akışkan tarafındaki), °C

### 2.31.3. Kanat Verimi

$\eta$  kan Kanatlar, esas itibarıyla yüzey alanını (şöz konusu akışkan tarafındaki ısı geçiş katsayısı izafi olarak düşük olduğu zaman) ve bunun sonucu olarak toplam ısı geçiş miktarını artırmak için kullanılır. Kanat verimi kavramı; kanatın soğutma veya ısıtma durumuna bağlı olarak kanat yüzeyinden veya yüzeyine taşınım ve kanat boyunca iletim nedeniyle, kanat ve çevre akışkanı arasındaki sıcaklık potansiyelindeki azalmayı hesaba katar. Kanat verimi (veya kanat sıcaklık etkinliği), kanat tabanından olan gerçek ısı geçiş debisinin (ısı transfer hızının),  $q_{kan}$ , (birim zamanda geçen ısı miktarı), tüm kanatın taban (dip) sıcaklığında olması sağlandığında (başka bir deyişle, kanat malzemesinin ısı iletkenliği sonsuz olduğunda) kanat tabanından olan maksimum olası ısı geçiş debisine,  $q_{k,max}$  oranı olarak adlandırılır ve aşağıdaki şekilde hesaplanabilir(70,75):

$\eta_{kan} = 100 \cdot q_{kan} / q_{k,max} \leq \eta_{kan} = 100 \cdot q_{kan} / h \cdot A_{kan,y} \cdot (T_{ta} - T_{sa})$  (76b) Burada;

$h$  : Isı taşınım katsayısı, W/m<sup>2</sup>K

$A_{kan,y}$  : Kanatın yüzey alanı, m<sup>2</sup>

$T_{ta}$  : Kanat tabanı (dibi) sıcaklığı, °C

$T_{sa}$  : Akışkan sıcaklığı (serbest akım koşullarında), °C

### 2.31.4. Kanat Etkinliği

$\epsilon_k$  Etkin yüzey alanının artırılmasıyla, yüzeyden transfer edilen ısıyı artırmak için kanatlar kullanılır. Bununla beraber, kanatın kendisi orijinal yüzeyden olan ısı geçişine karşı bir iletim direnci gösterir. Bu nedenden ötürü, kanatların kullanılmasıyla ısı geçiş debisinin artacağına hiçbir garantisi yoktur. Bunun belirlenmesi, kanat etkinliğinin,  $\epsilon_k$ , değerlendirilmesiyle yapılır. Kanat etkinliği; kanatlı durumdaki ısı geçiş debisinin (ısı geçiş hızının), kanatların bulunmamasındaki ısı geçiş debisine oranı olarak tanımlanır ve  $\eta_{kan}$ , tabandaki kanat kesit alanı olmak üzere, aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir:  $\epsilon_k = q_{kan} / h \cdot A_{kan,k} \cdot (T_{ta} - T_{sa})$  (77) Herhangi bir rasyonel tasarım için,  $\epsilon_k$ 'nin değeri mümkün olduğunca büyük olmalıdır ve genelde,  $\epsilon_k \geq 2$  olmadıkça, kanatların kullanımı seyrek olarak doğrulanır(75). **2.31.5. Toplam**

### Yüzey verimi

$\eta_{tyv}$  Tek bir kanatın performansını karakterize eden kanat veriminden  $\eta_{kan}$  farklı olarak, toplam yüzey verimi,  $\eta_{tyv}$ , kanatların yerleşimini ve kanatların yerleştirildiği taban yüzeyini karakterize eder(75). Kanatların (genel anlamda uzatılmış yüzeylerin) bulunduğu bir ısı değiştiricisinde, ısı geçişi; kanatların  $\eta_{kan} < \%100$  ve esas yüzeyin  $\eta_{kan} = \%100$  her ikisinden olur. Bu durumda, toplam ısı geçiş debisi toplam yüzey verimi (etkinliği) veya uzatılmış yüzey verimi,  $\eta_{tyv}$ ,

$$\eta_{tyv} = 100 \cdot q_{kan,t} / q_{k,max} \quad (78)$$

$$\eta_{tyv} = 100 \cdot q_{kan,t} / h \cdot A_{top} \cdot (T_{ta} - T_{sa}) \quad (78)$$

bağıntılılarıyla hesaplanabilir. Burada,  $q_{kan,t}$  ve  $A_{top}$  sırasıyla, toplam ısı geçiş debisi ( $W$ ) ve toplam yüzey alanıdır.  $A_{top}$ ; kanatlı,  $A_{kan}$  ve kanatsız (veya taban) yüzey alanların,  $A_{tab}$  toplamıdır ( $A_{top} = A_{kan} + A_{tab}$ ).

Bunun yanısıra, toplam yüzey verimi,  $\eta_{tyv}$  (74b)'nin sadeleştirilmiş şekli olan,

$$\eta_{tyv} = 100 \cdot (A_{tab} / A_{top}) + \eta_{kan} \cdot (A_{kan} / A_{top}) \quad (78)$$

veya

$$\eta_{tyv} = 100 - (A_{kan} / A_{top}) \cdot (100 - \eta_{kan}) \quad (78)$$

bağıntıları kullanılarak hesaplanabilir(70,75). Burada,  $\eta_{tyv} \geq \eta_{kan}$  olduğuna dikkat edilmelidir.



## 2.32. Enerji Performans Ölçümleri (EKİ, EGİ)

Enerji muhasebesi, enerji tüketiminin ve giderlerin dikkatle izlenmesi için kullanılan bir sistemdir. Temel bir enerji muhasebe sistemi; enerji kullanımının izlenmesi, enerji kullanımının kaydedilmesi ve performans ölçümü olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. Performans ölçümü, kJ/m<sup>2</sup> veya kJ/birim üretim olarak basit bir indeksten karışık bir standard sistemine kadar bir aralıkta bulunur(77).

### 2.32.1. Enerji Kullanım İndeksi (EKİ)

Bir yapının enerji performansının çok temel ölçümüne, Enerji Kullanım İndeksi (EKİ) denir. Bu terim, şartlandırılan hacmin birim m<sup>2</sup> başına kJ olarak kullanılan yıllık enerjinin miktarını açıklar. EKİ'yi hesaplamak için, yapıda kullanılan enerjinin hepsi belirlenmeli, toplam kJ miktarı tablo halinde çıkarılmalı ve şartlandırılan hacmin m<sup>2</sup> başına toplam değeri belirlenmelidir. Buna göre EKİ (kJ/m<sup>2</sup>-yıl);

Toplam Yıllık Enerji Kullanımı

$$EKİ = \text{-----} (79)$$

Şartlandırılan Hacmin Toplam Yüzey Alanı

ifadesiyle hesaplanabilir.

### 2.32.2. Enerji Gider İndeksi (EGİ)

Diğer yararlı bir indeksi ise, Enerji Gider İndeksi (EGİ)'dir. Şartlandırılan hacmin birim m<sup>2</sup> si başına yıllık kullanılan enerjinin birim para birimi olarak bir ifadesidir. EGİ'yi hesaplamak için, yapıda kullanılan enerjinin tümü belirlenmeli, toplam enerji gideri tablo halinde çıkarılmalı ve şartlandırılan hacmin m<sup>2</sup> başına toplam değeri belirlenmelidir. Buna göre EGİ (birim para / m<sup>2</sup>-yıl);

Toplam Yıllık Enerji Gideri

$$EGİ = \text{-----} (80)$$

Şartlandırılan Hacmin Toplam Yüzey Alanı

## 3. SONUÇ

"Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) Sistemi eri "nde, örneğin; yeni bir kazan veya bir iklimlendirme sistemi satın alınacağı zaman, cihazın kapasitesini ve verimini belirtmek için kullanılan farklı isimler, sayılar ve kısaltmalar (sözcük kısaltmalar veya sözcüklerin baş harflerinden oluşan kısaltılmış harfler) ile karşı karşıya kalınır. Bunun yanısıra, ülkemizde farklı ülkelerin norm, kural ve standartları kullanılmaktadır. Bu da bir bakıma kavram kargaşasına yol açabilmektedir.

Bu çerçevede, değişik HVAC sistemleri kıyaslandığı zaman, doğru seçimler yapabilmek için, bu terimlerin (verim ve etkinlik kavramları) nasıl belirlendiğini ve birbiriyle ilişkisini anlamak büyük önem taşır. Literatürde, sözü geçen terimlerin hepsi toplu olarak pek bulunmamaktadır. Bu çalışmada, bu terimlerin mümkün olduğunca büyük bir kısmı (ama hepsi değil) bir araya getirilmiş, anlamları ve kıyaslama standard değerleri sunulmuştur. Bir bakıma, burada sözü geçen kavramların bu konuda çalışanlar tarafından daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

## KAYNAKLAR

1. [www.airabc.com/seer.html](http://www.airabc.com/seer.html), Central Air Conditioner Efficiency Rating: What a SEER Really Means to You, Aralık 1998.
2. [www.roguevalleyheat-air.com/info.html](http://www.roguevalleyheat-air.com/info.html), Information about Heating and Air-Conditioning in Grants Pass, Aralık 1998.
3. [www.hannabery.com/hvacwords.htm](http://www.hannabery.com/hvacwords.htm), Hannabery HVAC-HVAC Definitions, Aralık 1998.
4. [www.energy.ca.gov/glossary/glossary-d-f.html](http://www.energy.ca.gov/glossary/glossary-d-f.html), Energy Glossary Letter D to F, Aralık 1998.
5. [www.hvac-city.com/hv0100002.htm](http://www.hvac-city.com/hv0100002.htm), HVACCity Definitions, Aralık 1998.
6. [www.comfornet.com/cn-gloss/glossary.htm](http://www.comfornet.com/cn-gloss/glossary.htm), Comfornet-Heating and Cooling Glossary, Aralık 1998.
7. [www.indoorcomfort.com/glossary.htm](http://www.indoorcomfort.com/glossary.htm), HVAC Glossary, Aralık 1998.
8. [www.eande.lbl.gov/cbs/vh/glossary.html](http://www.eande.lbl.gov/cbs/vh/glossary.html), Home Energy Saver: Glossary of Energy Terminology, Aralık 1998.
9. [www.rebholtz.com/glos.htm](http://www.rebholtz.com/glos.htm), HVAC Terms Air Conditioning Furnaces Air Filtering RMI, Aralık 1998.

10. [http://www.pnl.gov/fta/2\\_appc.htm](http://www.pnl.gov/fta/2_appc.htm), Federal Technology Alert, Ground-Source Heat Pumps Applied to Commercial Facilities, Appendix C, Performance and Ef-ficiency Terminology Defined, Aralık 1998.
11. [www.heil-ca.com/choosing.htm](http://www.heil-ca.com/choosing.htm), Choosing a Heating System, Aralık 1998.
12. [www.ebward.com/glossary.htm](http://www.ebward.com/glossary.htm), Glossary of Terms, Aralık 1998.
13. Miles, L., Heat Pumps Theory and Service, Delmar Publishers Inc., 1994.
14. Tesisat Dergisi, Isı Pompası Sistemleri Hakkında Genel Bilgiler, Sayfa: 57, Sayı: 30, Kasım/Aralık, 1997.
15. Çengel, Y. ve Boles, M. (Çeviren: Derbentli, T), Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Literatür Yayıncılık, 1996.
16. Energy Efficiency Office, EEO, Economic Use of Oil-Fired Boiler Plant, Best Practice Programme, İngiltere, 1993.
17. ENERCON, Turning of Boilers and Furnaces for High Efficiency, Yayın No: 88-100, The National Energy Conservation Center, Pakistan, Mart 1988.
18. Böhm, G, Kazanların Ekonomikliği, Kavramlar ve Uygulamalar, Bölüm I, Türkçe Çeviri, Doğal Gaz Dergisi, Sayı: 49, Sayfa: 124-128, Mart-Nisan 1997.
19. VIESMANN, Planlama Kılavuzu, Baca gazı Ekonomizeri, Şubat 1998.
20. Sorensan, H.A., Energy Conversion Systems, JohnWiley & Sons, Inc., 1983.
21. [www.eren.doe.gov/consimerinfo/energy\\_sa-vers/glossary.html](http://www.eren.doe.gov/consimerinfo/energy_sa-vers/glossary.html), Energy Savers: Glossary, Aralık 1998.
22. [www.energy.ca.gov/efficiency/applian-ces/...ump/deffhmpmp..htm](http://www.energy.ca.gov/efficiency/applian-ces/...ump/deffhmpmp..htm), Central Air Conditioners and Heat Pumps Definitions, Aralık 1998.
23. Pita, G.E., Air Conditioning Principles and Systems, Prentice Hall Career & Technology Prentice-Hall, Inc., New Jersey, Sayfa: 406, 1989.
24. [www.nu.com/partners/glossary.htm](http://www.nu.com/partners/glossary.htm), NU-Glossary of Electric Utility Terminology, Aralık 1998.
25. [www.cbpower.com/a-c-htm](http://www.cbpower.com/a-c-htm), Corn Belt Power Cooperative-Air Conditioning, Aralık 1998.
26. Reistad, G. M., Eiger, D. F. ve Lang, S., Desing and Available Energy Analysis of a Heating-Only Resi-dential Heat Pump for the Western Pasific Northwest, ASHRAE, Hİ-85-10, No. 4, Part 2B, Vol. 91, 555-572, 1985.
27. [www.bellandcompany.com/def.htm](http://www.bellandcompany.com/def.htm), Definitions and Terms, Aralık 1998.
28. Langley, B.C., Heat Pump Technology, Systems Design, Installation, and Troubleshooting, Prentice-Hall, Inc., 1989.
29. [www.nahbrc.com/homebase/factshee/gene-ral.htm](http://www.nahbrc.com/homebase/factshee/gene-ral.htm), Energy Efficiency in Remodeling General, Aralık 1998.
30. [www.klearview.com/acdef.htm](http://www.klearview.com/acdef.htm), Room Air Condi-tioner Definitions, Aralık 1998.
31. [www.heatexchange.com/glossary.htm](http://www.heatexchange.com/glossary.htm), Glossary of Heating and Air Conditioning Terms, Aralık 1998.
32. [www.hammock.ifas.ufl.edu/txt/fairs/3748](http://www.hammock.ifas.ufl.edu/txt/fairs/3748), Glossary, Aralık 1998.
33. [www.acca-ntx.org/terminology.htm](http://www.acca-ntx.org/terminology.htm), Conditioning Terminology, Aralık 1998.
34. [www.roguevalleyheat-air.com/ac.htm](http://www.roguevalleyheat-air.com/ac.htm), Air Conditioning for Medford, Grants Pass and Ashland Area, Aralık 1998.
35. Havrella, R.A., Heating, Ventilating, and Air Conditioning Fundamentals, Prentice-Hall, Inc., 1995.
36. [www.ugi.com/gas/glossary.htm](http://www.ugi.com/gas/glossary.htm), UGI Gas Service Glossary, Aralık 1998.
37. [www.jacksonemc.com/news\\_glossary.htm](http://www.jacksonemc.com/news_glossary.htm), Glossary. The Golden Triangle, Aralık 1998.
38. Fanney, A.H., The Measured Performance of Re-sidential Water Heaters Using Existing and Proposed Department of Enerhy Test Procedures, ASHRAE Trans., Vol. 96, Part 1, 1990.
39. ASHRAE Standard, Method of Testing for Rating Commercial Gas, Electric, and Oil Water Heaters, AN-

SI/ASHRAE 118.1, 1993.

40. Derbentli, T, Bölge Isıtması ve Kojenerasyonun Ekonomik Olurluluğu, Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 210, Sayfa: 61-69, İstanbul, 24-25 Ekim 1993.

41. Koçak, T. ve Gülsen, O., Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon, Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 210, Sayfa: 35-58, İstanbul, 24-25 Ekim 1998.

42. Hepbaşlı, A., Kazanlarda Enerji Tasarrufu Önlemleri, 5. Türk-Alman Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Sayfa: 365-374, İzmir, 19-21 Nisan 1995.

43. VIESMANN, Binalarda CO2 Azaltılması, Mesleki Yayınlar Serisi No. 6, Mart 1998.

44. TS 4041, Kazanlar-Anma Isıl Gücü ve Verim Deneyleri Esasları, UDK 621.793, Ankara, Ekim 1983.

45. DİN 1942, Abnahmeversuche an Dampferzeugern (VDI.Dampferzeugerregeln), Juni 1979.

46. TS 2357, Buhar Üreticileri Kabul Deneyleri Esasları, 1976.

47. Eastop, T.D. ve Croft, D.R., Energy Efficiency, For Engineers and Technologists, Longman Group UK Limited, pp. 80-81, 1996.

48. Witte, L., Schmidt, P.S. ve Brown, D.R., "Energy Conservation in Combustion Systems", Industrial Energy Management and Utilization, pp. 164-241, Springer-Verlag, 1988.

49. Thumann, A. ve Mehta, P.D., Handbook of Energy Engineering, pp. 195-200, The Fairmont Pres, İne, 1991.

50. VIESMANN, Ust Isıl Değer Tekniği, Mesleki Yayınlar Seri No. 1, Şubat 1998.

51. VIESMANN, Konutlarda Kullanma Suyu Isıtılması, Mesleki Yayınlar Seri No. 2, Mart 1998.

52. VIESMANN, Düşük Enerji İhtiyaçları Evler İçin Sistem Tekniği, Mesleki Yayınlar Seri No. 5, Mart 1998.

53. VIESMANN, Gaz Yakıtlı Kondenzasyon Kazanı 8-65 kW Arası, Planlama Kılavuzu, Şubat 1998.

54. Action, D.R., New Directions in Energy Technology, Optimizing BTU Utilization in the Boiler Room, Chapter 83, pp. 5511-517, U.S.A., 1985.

55. Reay, D.A., industrial Energy Conservation, A Handbook for Engineers and Managers, Pergamon Press, pp. 199-305, 1977.

56. EIE, Sanayide Enerji Yönetimi Esasları, Cilt III, Bölüm 11. Buhar Sistemleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi, Ankara, Ocak 1997.

57. Kılıç, A. ve Öztürk, A., Güneş Enerjisi, Kıpış Dağıtımçılık, İstanbul, 1983.

58. Altuntop, N., Tekin, Y. ve Çınar, G., Güneşli Döşemeden Isıtma Sisteminin Modellenmesi, Güneş Günü Sempozyumu ve Fuarı Bildiriler Kitabı, 19-21 Haziran 1998.

59. Brenndorfer, B. ve Diğ., Solar Dryers, Their Role in Past-Harvest Processing, Commonwealth Science Council, 1985.

60. Nahar, N. M., Performance and Testing of an Improved Hot Box Solar Cookerenergy Conversion and Management, Vol. 30, No. 1, pp. 9-16, 1990.

61. Nahar, N.M., Marshall, R.H. ve Brinkworth, B. J., Studies on a Hot Box Solar Cooker with Transparent Insulation Materials, Energy Conversion and Management, Vol. 35, No. 9, pp. 787-791,1994.

62. Agarwal, R. K. ve Garg, H. R, Study of a Photo-voltaic Thermal System Thermosyphonic Solar Water Heater Combined with Solar Cells, Energy Conversion and Management, Vol. 35, No. 7, pp. 605-620,1994.

63. Stricker, S., Optimizing Performance of Energy Systems, pp. 60-65, Battelle Memorial Institute, 1985.

64. Sharma, V. K., Colangelo, A. ve Spagna, G., Experimental Performance of an Indirect Type Solar Fruit and Vegetable Dryer, Energy Conversion and Management, Vol. 34, no. 4, pp. 293-308,1993.

65. Kirn, H., Waermepumpen, Band 1: Einführung und Grundlagen, Verlag C. F. Müller Karlsruhe, 5. Aufla-ge, 1981.

66. Recknagel/Springer, Taschenbuch für Heizung + Klima Technik, 61. Ausgabe, 1981-1982.

67. Tanyeri, H., Toz Tutma İçin Uygun siklon Verimi, Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt: 29, Sayı: 343,1988.
68. Dündar, E., Optimum Siklon Tasarımı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Bitirme Projesi, 1998.
69. Isısan Çalışmaları, Klima-Havalandırma Tesisatı, No.: 158, Sayfa: 169,1998.
70. Kreith, F. ve West, R.E., Landbook of Energy Efficiency, CRC Press, Inc., 1997.
71. Kılış, İ. B., ve Eltez, M., Advances in Geother-mal Energy Use, ASHRAE Journal, Vol. 38, No. 10, pp. 40-48, Oct. 1996.
72. Eltez, M., Jeotermal Enerji Raporu, TUBITAK-TTGC, Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu, III. Alt Grup, Çevre Dostu ve Yenilebilir Enerji Kaynakları Teknolojileri, Ekim 1997.
73. JGEA Annual Report, Japan Geothermal Update, Geothermal Bulletin, Geothermal Resources Council, Vol. 27, No. 6, pp. 181-184, September 1998.
74. Savaş, S., Soğuk Depoculuk ve Soğutma Sistemlerine Giriş, Cilt I, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1987.
75. Incropera, F.P. ve De Witt, D.R, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, Inc., 1990.
76. Cengel, Y., Heat Transfer A Practical Approach, The McGraw-Hill Companies, 1998.
77. Kennedy, W.I, Turner, W. C. ve Capehart, B. L., Guide to Energy Management, The Fairmont Press, Inc., 1994.

## **KISALTMALAR**

ARI : İklimlendirme ve Soğutma Enstitüsü, Amerika. (Air-Conditioning and Refrigeration Institute)

ASHRAE : Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği. (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers)

Böl. : Bölüm

Btu : British Thermal Unit (İngiliz Isı Birimi)'in kısaltılmış şekli olup, ısı enerjisi birimi (1 kWh-3412 Btu)

Btu/h : Bir ısıtma ekipmanının ısıtma kapasitesini ölçmek için kullanılan bir ısı birimidir.

Eş. : Eşitlik

Eşş. : Eşitlikler

EYS : Etkin Yüzey Sıcaklığı, °C

HVAC : Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (Heating, Ventilating, and Air-Conditioning)

U.S.D.O.E. : Amerikan Enerji Departmanı (The U.S. Department of Energy)

TS : Türk Standardı

## GÖSTERİMLER

### Latin Harfleri

$A_1, A_2, B$  : Faktör, Eşş. (6a), (6b) ve (7c), Birimsiz

$A_{\text{hücre}}$  : Hücre Yüzey Alanı, Eş. (37b),  $m^2$

$a_{\text{IP}}$  : Isı Pompası Aracılığıyla Güneş Enerji Karşılana Isıtma Isısının Payı, Eşş. (42) (44), Birimsiz

$A_{\text{kan}}$  : kanatlı Yüzey Alanı, Eşş. (78c) ve (78d)

$A_{\text{kan,k}}$  : Tabandaki Kanat Kesit Alanı, Eş. (77),

$A_{\text{kan,y}}$  : Kanatın Yüzey Alanı, Eş (76b),  $m^2$

$A_{\text{tab}}$  : Kanatsız (Taban) Yüzey Alanı, Eş. (78c)

$A_{\text{top}}$  : Toplam Yüzey Alanı, Eşş. (78b), (78c) (78d),  $m^2$

$A_p$  : Pişirici Penceresi Alanı, Eş. (35),  $m^2$

$A_t$  : Toplam Kollektör Yüzey Alanı, Eşş. (34b), (34c), (36b) ve (39d),  $m^2$

**bakınız: 37**

<b>b</b>	: Kazanın Yıllık Çalışma Süresi, Eş. (31), h/yıl
<b>BF</b>	: By-pass Faktörü, Eşş. (53a) ve (54), %
<b>b<sub>H</sub></b>	: Durma Süresi (Çalışmaya Hazır Tutma Süresi) Böl. (2.12.7), h/yıl
<b>b<sub>ih</sub></b>	: Kazanın Hazırlık Süresi, Eş. (65b), h/yıl
<b>b<sub>IK</sub></b>	: Isıtma Kazanıyla (yakıtlı) sağlanan Isıtma Isısının Payı, Eşş. (42b) ve (44), birimsiz
<b>b<sub>t</sub></b>	: Kazanın Tam İşletme Saati, Eş. (65b), h/yıl
<b>b<sub>VK</sub></b>	: Kazan Anma Isı Gücüne Göre Tam Kullanma Süresi, Eş. (31), h/yıl
<b>C</b>	: Konsantrasyon oranı, Eş. (35)
<b>C<sub>ia</sub></b>	: Isıtma Akışkanının Isıl Kapasite Debisi, Eş. (74a), W/K
<b>C<sub>is,a</sub></b>	: Isınan Akışkanın Isıl Kapasite Debisi, Eş. (74b), W/K
<b>C<sub>min</sub></b>	: Minimum Isıl Kapasite Debisi, Eşş. (74a) ve (74b), W/K
<b>C<sub>o</sub></b>	: Sıcaklık Piklemesi Ve/Veya Ekipmanın Gerektiğinden Büyük Seçilmesi Durumları Olmadan Bölge Kapasitesi, Eş. (67), MW <sub>t</sub> veya Eşdeğeri
<b>C<sub>pi</sub></b>	: Suyun Özgül Isısı, Eş. (16), Wh/kg°C
<b>C<sub>pk</sub></b>	: Pişirme Kapları Malzemesinin Özgül Isısı, Eş. (35), kJ/kg°C
<b>C<sub>psu</sub></b>	: Suyun Özgül Isısı, Eş. (14a), kWh/kg°C
<b>C<sub>s</sub></b>	: Çıkış Suyunun Özgül Isısı, Eş. (26b), kJ/kg°C
<b>C<sub>si</sub></b>	: Siklon Tasarım Katsayısı, Eş. (47a)
<b>C<sub>su</sub></b>	: Suyun Özgül Isısı, Eşş. (36b) ve (38b), kJ/kg°C
<b>D</b>	: Hava Filtresi Geçiş Derecesi, Eş. (45b), %
<b>d<sub>s</sub></b>	: Silindir Çapı, Eş. (70b), m
<b>dt</b>	: Suyun Isındığı Saat Aralığı, Eşş. (35), (36b) ve (37b)
<b>E<sub>a</sub></b>	: Açığa Çıkan Enerji, Eşş. (52a) ve (52b), MJ/h
<b>E<sub>ab</sub></b>	: Absorbe edilen Enerji, Eş. (52b), MJ/h
<b>EBF</b>	: Ekipmanın Gereğinden Büyük Seçilme Faktörü, Eş. (68), Birimsiz
<b>EF</b>	: Enerji Faktörü, Eş. (2.10), Birimsiz
<b>EGİ</b>	: Enerji Gider İndeksi, Eş. (80), Birim Para/m <sup>2</sup> -yıl
<b>E<sub>IK</sub></b>	: Isıtma Kazanının Ekserjisi, Eş. (42a), kJ/yıl
<b>EIO</b>	: Elektrik-Isı Oranı, Eş. (21), Birimsiz
<b>E<sub>IP</sub></b>	: Isı Pompasının ekserjisi, Eş. (42a), kJ/yıl
<b>E<sub>il</sub></b>	: Sıvı ve Gaz Yakıtlı Su Isıtıcılarının Pompa, Fan, vb.leri İçin Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi, Eş. (14b), kWh

**bakınız:38**

$E_j$	: Harcanması Gereken Yüksek Değerde Enerji, Eş. (43), kJ/yıl	$H_{SN}$	: Net Güneş Enerjisi Katkısı, Eş. (38a), kJ
EK(COP)	: Etki Katsayısı, Eşş. (2a), (2b), (10), (13) ve (49d), Birimsiz	$H_u$	: Yakıtın alt Isıl Değeri, Eşş. (7a), (26c), (27a) ve (56), kJ/kg, kJ/m <sup>3</sup>
$E_{k_u}$	: Tersinir Durumda Etki Katsayısı, Eş. (49d), Birimsiz	IEK	: Isıtma Etki Katsayısı, Eşş. (2b) ve (2c), Birimsiz
$e_k$	: Kullanılabilirlik Oranı, Eş. (52a), Birimsiz	IEK <sub>g</sub>	: Güneş Enerjili ısıtmalarda Isıtma Etki Katsayısı, Eş. (39), Birimsiz
EKI	: Enerji Kullanım İndeksi, Eş. (79), kJ/m <sup>2</sup> -yıl	IEK <sub>IP,u</sub>	: Tersinir Isı Pompasının Etki Katsayısı, Eş. (4), Birimsiz
EKYD(IPLV)	: Entegre Edilmiş Kısmi Yük Değeri, Böl. (2.6), Birimsiz	IEKT <sub>IP</sub>	: Tüm Isıtma Periyodu (Yıllık) Boyunca Isı Pompasının Etki Katsayısı, Eş. (41d)
EVO(EER)	: Enerji Verimlilik Oranı, Eş. (9), Btu/h-W	IEK <sub>y,u</sub>	: İlave Isıtma Olmadan, Güneş Kolektörleri ve Isı Pompasının Yıllık Kombinasyonu ile Isıtma Etki Katsayısı, Eşş. (41a), (41c) ve (41d), Birimsiz
$E_y$	: Isı Pompası ve Isıtma Kazanının Toplam Ekserjisi, Eş. (42a), kJ/yıl	IEK <sub>y,u</sub>	: İlave Isıtma, Güneş Kolektörleri ve Isı Pompasının Kombinasyonu ile Yıllık Isıtma Etki Katsayısı, Eş. (44), Birimsiz
EYO	: Enerjiden Yararlanma Oranı, Eş. (20), Birimsiz	IF	: İşletme Faktörü, Eş. (69a), %
$F_{Dp}$	: $D_p$ Çapındaki Taneciklerin Duman Gazı İçindeki Fraksiyonu, Eş. (46)	IGO	: İlave Güç Oranı, Eş. (69d), %
$B_{ham}$	: Ham Havanın Toz Konsantrasyonu, Eşş. (45a) ve (45b), mg/m <sup>3</sup>	IMPF(HSPF)	: Isıtma Mevsimsel Performans Faktörü, Eşş. (11a) ve (11b), Btu/h-W
$B_{temiz}$	: Temiz Havanın Toz Konsantrasyonu, Eş. (45a), mg/m <sup>3</sup>	IO	: Isı Oranı, Eş. (22), Birimsiz
$G_T$	: Kolektör Üzerine Gelen Anlık Güneş Işınımı, Eşş. (34a), (34b) ve (35), W/m <sup>2</sup>	JE veya GE	: Jeoakışkan Etkinlik Katsayısı, Eş. (66), MW <sub>in</sub> /ton
GTF	: Günlük Tesis Faktörü, Eş. (48), Birimsiz	JSE	: Jeotermal Sistem Etkinliği, Eş. (67), Birimsiz
$h$	: Isı Taşınım Katsayısı, Eşş. (76b), (77), (78a) ve (78b), W/m <sup>2</sup> K	k	: Sabit, Eş. (55b)
$h_i$	: Giriş Hali Entalpisi, Eşş. (60a), (60b) ve (60c), kJ/kg	KF	: Kullanma Faktörü, Eş. (69c), %
$h_{2g}$	: Çıkış Hali Entalpisi (Gerçek Durumda), Eşş. (60a), (60b) ve (60c), kJ/kg	KWT	: kW/ton, Eş. (12)
$h_{2s}$	: Çıkış Hali Entalpisi (İzantropik Durumda), Eşş. (60a), (60b) ve (60c), kJ/kg	$L_b$	: Buharlaştırma Gizli Isısı, Eş. (39a), kJ/kg
$h_{ab}$	: Absorpsiyon Entalpisi, Eşş. (52a) ve (52b), kJ/kg	M	: Sürdürülebilir En Yüksek jeotermal Akışkan Miktarı, Eş. (66), (ton)
$h_{bs}$	: Besi Suyu Entalpisi, Eş. (60c), kJ/kg	$m_b$	: Üretilen Buharın Kütleli Debisi, Eşş. 26a), (27a) ve (27b), kg/s
$h_d$	: $T_d$ Sıcaklığında Kazana Dönen Suyun Entalpisi, Eşş. (26a), (27a) ve (27b), kJ/kg	$m_{bs}$	: Buharlaştıracak Suyun Miktarı, Eş. (39a), kg
$H_{E1}$	: Tamamen Elektrik Sistemi İçin Gerekli Elektrik Enerjisi, Eş. (38b), kJ	MEVO	: Mevsimsel Enerji Verimlilik Oranı (SEER), Böl. (2.8), Birimsiz
$H_{E2}$	: Güneş Enerjisi Destekli Sistemin Ölçülen Elektrik Tüketimi, Eş. (38b), kJ	$M_i$	: i'inci (i-1'den 6'ya kadar) Su çekilişi için Çekilen Su Kütlesi, Eş. (16), kg
$H_{EK}$	: Elektrikli Tankın Ölçülen (veya Hesaplanan) Isı Kaybı, Eş. (38b), kJ	$m_{ob}$	: Ozgül Buhar Tüketimi, Eş. (5c), kg/kWh
$h_g$	: Çıkış Şartlarındaki Buharın Entalpisi, Eşş. (26a) (27a) ve (27b), kJ/kg	$m_{p1}$	: Pişirme Kaplarının kütlesi, Eş. (35), kg
$H_o$	: Yakıtın Üst Isıl Değeri, Eşş. (7a), (7c) ve (27b), kJ/kg	$m_{p2}$	: Pişirme Kaplarındaki Suyun Kütlesi, Eş. (35), kg
$H_{SG}$	: Kolektöre Gelen Brüt Güneş Enerjisi, Eş. (38a), kJ	MPP(SPF)	: Mevsimsel Performans Faktörü, Böl. (2.9), Birimsiz

**bakınız: 39**

$m_s$	: Üretilen Sıcak Suyun Kütleli Debi, Eş. (26b), kg/s	$Q_{21}$	: İlk Ortama Verilen Isı Miktarı, Isı Makinasına Verilen Isı, Sağlanan Yakıt Enerjisi, Eş. (2b), (18b) ve (20), kW
$m_{ss}$	: Sistemdeki Suyun Kütleli, Eş. (36b), kg	$q_1$	: Işınım Kaybı, Eş. (23a), (23b), (24a) ve (24b), %
$m_{su}$	: Suyun Kütleli, Eş. (38b), kg	$Q_{1K}$	: Cihazın Isıl Kapasitesi, Eş. (56), kW
$M_{su}$	: Bir Günde Isıtılan Suyun Kütleli, Eş. (14a), kg	$Q_{1L}$	: Isıtma Sezonu Boyunca Verilen İlave Isıtma Enerjisi, Eş. (11b), Btu/h
$M_{su3}$	: Üç Çekiş Süresince Uzaklaştırılan Suyun Kütleli, Eş. (15), kg	$Q_{1P}$	: Isıtma Sezonu Boyunca Isı Pompasıyla Verilen Isıtma Enerjisi, Btu/h, Eş. (11b), kW
$m_y$	: Yakıtın Kütleli Debi, Eş. (26c), (27a) ve (27b), kg/s	$Q_{1PY}$	: Isı Pompasıyla Sağlanan Yıllık Isıtma Isısı, Eş. (42b), kJ/yıl
$n$	: Vorteks bileşeni, Eş. (47a); Polotropik Us, Eş. (72b), Birimsiz	$Q_k$	: Kullanılan Isı, Eş. (21), kW
$P$	: Sıcaklık Etkinliği, Eş. (75), Birimsiz	$q_{kan}$	: Kanat Tabanından Olan Gerçek Isı Geçiş Debi (Transfer Hızı), Eş. (76a), (76b) ve (77), W
$P_1$	: Giriş Basıncı, Eş. (63), kPa	$q_{kan,t}$	: Toplam Isı Geçiş Debi (Transfer Hızı), Eş. (78a) ve (78b), W
$P_2$	: Çıkış Basıncı, Eş. (63), kPa	$q_{kc}$	: Kül ve Cürufu Yanmamış Karbon Kaybı, Eş. (24a), %
$P_B$	: Soğutucu Ünitede (Buharlaştırıcı) Buharlaştırma Basıncı, Eş. (72b), kPa	$Q_{kj}$	: Güneş Enerjili Isıtmalarda Kazanılan Yıllık Isıtma Isısı, Eş. (43), kJ/yıl
$P_E$	: Pannel Üretilen Fotovoltaik Enerji, Eş. (36b) ve (37b), W	$q_{k,max}$	: Tüm Kanatın Taban (Dip) Sıcaklığında Olması Sağlandığında Kanat Tabanından Olan Maksimum Olası Isı Geçiş Debi (Transfer Hızı), Eş. (76a), W
$P_G$	: Pompa Güç Çıkışı, Eş. (58), W	$Q_{21}$	: Soğutulan Ortamdan Çekilen Isı Miktarı, Isı Makinasının Çevreye Verdiği Isı, Eş. (2a) ve (18b), kW
$P_K$	: Kondenserde Yoğuşma Basıncı, Eş. (72b), kPa	$q_{max}$	: Olası Maksimum Isı Geçiş Debi (Transfer Hızı), Eş. (73), W
$S_s$	: Saatte Su Isıtıcısıyla Tüketilen Enerjinin Çevre Sıcaklığıyla İlişkili Suyun Enerji Miktarına Oranı, Eş. (14b), h <sup>-1</sup>	$Q_{ns}$	: Net Soğutma Kapasitesi, Eş. (9), Btu/h
$q_A$	: Baca Gazı Kaybı, Eş. (6a), (6b), (6c) ve (31b), %	$q_{oi}$	: Özgül Isı Tüketimi, Eş. (61b) ve (61c), kJ/kWh
$q_b$	: Blöf Kaybı, Eş. (23a), %	$Q_{ou}$	: Suyun 70°F (21.1°C)'dan 160°F (71.1°C)'ye Isıtılması İçin Gerekli Isı Enerjisi, Eş. (14a), kWh
$Q_b$	: Buhara Verilen Isı Miktarı, Eş. (59a), kJ	$Q_{og}$	: Test Süresince Tüketilen Toplam Enerji, Eş. (15), kWh
$q_B$	: Üst Isıl Değerden Sağlanan Verim Kazancı, Eş. (7a), %	$Q_Y$	: Yararlı Isı (Anma Isı Gücü), Eş. (25), kW
$q_{bg}$	: Baca Gazı Kaybı, Eş. (23a), (23b), (24a) ve (24b), %	$Q_y$	: Yakıtta Verilen Enerji, Eş. (5b), kW
$Q_{bg}$	: Baca Gazı Kaybı, Eş. (5b), kW	$Q_{YB}$	: Buhar Kazanlarında anma Isı Gücü, Eş. (26a), kW
$q_{co}$	: Baca Gazlarındaki Yanmamış Gazlardan Doğan Isı Kaybı, Eş. (24a) ve (24b), %	$Q_{YK}$	: Katı ve Sıvı Yakıtlı Kazanlarda Kazana Verilen Isı Miktarı (Yanma veya Yakma Isı Gücü), Eş. (25) ve (26c), kW
$Q_c$	: Çekilen Isı Miktarı, Eş. (12), ton soğutma	$Q_{yo}$	: Yoğusturucuda Verilen Isı miktarı, Eş. (41a) ve (41b), kW
$q_{dt}$	: Kazan Durma (İşletmeye Hazır Tutma) Faktörü, Eş. (31), Birimsiz		
$q_{dg}$	: Baca Gazı Kaybı, Eş. (5a), %		
$q_{di}$	: Duyulur Isı Payı, Eş. (31b), %		
$q_{dx}$	: Diğer Dış Kayıplar, Eş. (23a), %		
$Q_{el}$	: Elektrik Isıtıcı veya Brülör Ünitesiyle Verilen Isıl Enerji, Eş. (14b), W		
$q_g$	: Gerçek Isı Geçiş (Transfer Hızı) Debi, Eş. (73), W		
$q_p$	: Gizli Isı Payı, Eş. (31b), %		



**bakınız: 40**

$Q_{YS}$	: Sıcaksu ve Kızgın su Kazanlarında kazana Verilen Isı Miktarı, Yanma (veya Yakma) Isı Gücü, Eş. (26), kW	$T_{ji}$	: İç Tasarım Sıcaklığı, Eş. (68), °C
S	: Strok, Eş. (70b), m	$T_{kç}$	: Çevre Sıcaklığı, Eş. (34c), °C
SEK	: Soğutma Etki Katsayısı, Eşş. (2a) ve (2c), Birimsiz	$T_{kz}$	: Akışkanın Toplayıcıya Giriş Sıcaklığı, Eş. (34c), °C
$SEK_{SM,ir}$	: Tersinir Soğutma Makinasının Etki Katsayısı, Eş. (3), Birimsiz	$T_L$	: Düşük Sıcaklıkta Isıl Enerji Deposu, Eşş. (3), (4) ve (19), K
$S_i$	: Belirli Bir Anda Güneş Yoğunluğu, Eş. (39a), kJ	$T_{oç}$	: Suyun Ortalama Çıkış Sıcaklığı, Eş. (38b), °C
$T_{bg}$	: Besleme Havası Giriş Sıcaklığı, Eş. (32), °C	$T_{og}$	: Suyun Ortalama Giriş Sıcaklığı, Eş. (38b), °C
$T^*$	: Ortalama Akışkan Tasarım Sıcaklığı, Eş. (68), °C	$T_{p1}$	: Pişirme Kaplarının İlk Sıcaklığı, Eş. (35), °C
$T_{ab}$	: Enerji-Absorpsiyon Sıcaklığı, bölüm 2.20.3, K	$T_{p2}$	: Pişirme Kaplarının Son Sıcaklığı, Eş. (35), °C
$T_{ak}$	: Alçak Sıcaklık Uygulamalarında Akışkan Sıcaklığı, Eş. (68), °C	$T_s$	: Soğuksu Giriş Sıcaklığı, Eş. (26b), °C
$T_b$	: Buharlaştırıcı Sıcaklığı, Eş. (50b), K	$T_{sa}$	: Akışkan Sıcaklığı (Serbest Akım Koşullarında), Eş. (78b), °C
$T_{bç}$	: Besleme Havası Çıkış Sıcaklığı, Eş. (32), °C	$T_{s1}$	: Suyun İlk Sıcaklığı, Eş. (35), °C
$T_{bg}$	: Baca Gazı Sıcaklığı, Eşş. (6a) ve (6b), °C	$T_{s2}$	: Suyun Son Sıcaklığı, Eş. (35), °C
$T_{ç,1}$	: Akışkanın Çıkış Sıcaklığı (Birinci Akışkan tarafındaki), Eş. (75), °C	$T_{son}$	: Suyun Son Sıcaklığı, Eş. (36b), °C
$T_{ç6}$	: Suyun Çıkış Sıcaklığı, Eş. (16), °C	$T_{ta}$	: Kanat Tabanı (Dibi) Sıcaklığı, Eşş. (77) ve (78b), °C
$T_{ç03}$	: uç Çekiş Süresince Ortalama Su Çıkış Sıcaklığı, Eş. (15), °C	$T_y$	: Yoğuşturucu Sıcaklığı, Eş. (50b), K
$T_{eg}$	: Egzost Havası Giriş Sıcaklığı, Eş. (32), °C	$T_{yh}$	: Yakma Havası Sıcaklığı, Eşş. (6a) ve (6b), °C
TF	: Temas (Kontakt) Faktörü, Eşş. (53a) ve (53b), %	U	: Jeotermal Kuyulardan Sürdürülebilir En Yüksek Debide Birim Zamanda Alınan Isı, Eş. (66), (MW <sub>en</sub> )
$T_g$	: Sıcaksu Çıkış Sıcaklığı, Eş. (26b), °C	V	: Gazın Hacimsel Debisi, Eşş. (56) ve (58), (m <sup>3</sup> /s)
$T_{g,1}$	: Akışkanın Giriş Sıcaklığı (Birinci Akışkan tarafındaki), Eş. (75), °C	$V_g$	: Soğutucu Akışkan Buharın Gerçek Hacmi, Eşş. (71) ve (72b), m <sup>3</sup>
$T_{g,2}$	: Akışkanın Giriş Sıcaklığı (ikinci Akışkan tarafındaki), Eş. (75), °C	$V_s$	: Piston Süpürme Hacmi, Eşş. (70a), (72a) ve (72b), m <sup>3</sup>
$T_{g03}$	: Uç Çekiş Süresince Ortalama Su Giriş Sıcaklığı, Eş. (15), °C	$V_{s1}$	: Soğutucu Akışkan Buharının Teorik Hacmi, Eşş. (70a) ve (71), m <sup>3</sup>
$T_{g6}$	: Suyun Giriş Sıcaklığı, Eş. (16), °C	$V_{s6}$	: Silindir Olü Hacmi, Eş. (72b), m <sup>3</sup>
$T_{H1}$	: Yüksek Sıcaklıkta Isıl Enerji Deposu, Eşş. (3), (4) ve (19), K	$V_1$	: Depolama Tankındaki Suyun Hacmi, Eş. (14b), L
$T_{ia,ç}$	: Isınan Akışkanın Çıkış Sıcaklığı, Eş. (74a), °C	v	: Özgül Hacim, Eş. (62), m <sup>3</sup> /kg
$T_{ia,g}$	: Isınan Akışkanın Giriş Sıcaklığı, Eşş. (74a) ve (74b), °C	$w_e$	: Etkin İş (Faydalı İş, Makinanın Milliyle verilen İş), Eş. (60d), kJ
$T_{is,ç}$	: Isınan Akışkanın Çıkış Sıcaklığı, Eş. (74b), °C	$w_{el}$	: Yük Koşullarında Elektrik Tüketim Miktarı, Eş. (12), kW
$T_{is,g}$	: Isınan Akışkanın Giriş Sıcaklığı, Eşş. (74a) ve (74b), °C	$w_F$	: Makina Milinden Alınan Faydalı İş, Eş. (59a), kJ
$T_{ilk}$	: Suyun İlk Sıcaklığı, Eş. (36b), °C	$w_{g,k}$	: Gerçek Kompresör İş, Gerçek Hal Değişimi Sırasında Kompresöre Verilen İş, Eşş. (62a) ve (64), kJ

**bakınız: 41**

$w_{g,P}$	: Gerçek Pompa İşi, Eş. (60), kJ	$\mu$	: Su Hava Sayısı (S/H), Eş. (55b)
$w_{g,t}$	: Gerçek Türbin İşi, Eşş. (60a) ve (60d), kJ	$\eta_{ad}$	: Hava Filtresi Ayırma Derecesi, Eşş. (45a) ve (45b), %
$W_{IL}$	: Isıtma Sezonu Boyunca İlave Isıtma Sistemi-ne Verilen Elektrik Enerjisi, Eş. (11b), W	$\eta_{ad,K}$	: Kompresör Adyabatik Verimi, Eşş. (62a) ve (62b), %
$W_{ii}$	: Isı Pompası Dışında İlave Düzenekler (Pompa, Ayarlayıcı, vb.) İçin Gerekli Elektrik Enerjisi, Eşş. (41a), (41b), (41c) ve (41d), kW	$\eta_{ad,P}$	: Pompa Adyabatik Verimi, Eş. (64), %
$W_{IP}$	: Isıtma Sezonu Boyunca Isı Pompasına Verilen Elektrik Enerjisi, Isı Pompası Kompresörünün Tahrik İşi, Eşş. (11b), (41a), (41b), (41c) ve (41d), W, kW	$\eta_{ad,t}$	: Adyabatik Türbin Verimi, Eşş. (59b), (60a) ve (60b), %
$w_{izen}$	: İzentropik İş, Eş. (61a), kJ	$\eta_{aK}$	: Anlık kollektör Verimi, Eş. (34a), %
$w_{iz,t}$	: İzentropik Türbin İşi, Eş. (60a), kJ	$\eta_{AK}$	: Anma Isı Gücündeki Kazan Verimi, Eş. (31), %
$W_{net,çikan}$	: Isı Makinasının Yaptığı Net İş veya Isı Makinasında Üretilen İş, Alınan (Çıkan) Net İş, Eşş. (18a), (18b), (20), (21) ve (22), kW	$\eta_{BH}$	: Buhar Hattı Verimi, Eş. (33a), %
$W_{net,g}$	: Verilen Net Elektrik Enerjisi, Eş. (2a), W	$\eta_{BK}$	: Buhar Kullanıcı Verimi, Eş. (33a), %
$w_{s,k}$	: İzentropik Kompresör İşi, Eş. (62a), kJ	$\eta_{CV}$	: Cihaz Verimi, E. (56), %
$w_{s,P}$	: İzentropik Pompa İşi, Eş. (63), kJ	$\eta_d$	: Dağıtım Verimi, Eş. (65a), %
$w_{TK}$	: Tersinir Sabit Sıcaklıkta Sıkıştırma Strasında Kompresöre Verilen İş, Eş. (64), kJ	$\eta_{d,i}$	: Günlük kullanma ısı verimi, Eş. (30), %
$W_{te}$	: Verilen Toplam Elektrik Enerjisi, Eş. (9), W	$\eta_{dr}$	: Durma Kayıplarıyla İlgili Düzeltme Faktörü, Eş. (65a), %
$W_{te}$	: Elde Edilebilecek En Çok (Tersinir) İş, Eşş. (49) ve (61a), kJ	$\eta_{Dp}$	: Seçilen $D_p$ İçin Fraksiyonel Siklon Verimi, Eş. (46), %
$W_y$	: Makinadan Elde Edilen Yararlı İş, Eş. (49b), kJ	$\eta_F$	: Fan verimi, Böl. (2.24), %
YF	: Yük Faktörü, Eş. (69b), %	$\eta_{gk}$	: Güneş Enerjili Kurutucu Verimi, Eş. (39a), %
$(Y/G)_g$	: Gerçek Yakıt-Hava Oranı, Eş. (8), Birimsiz	$\eta_{gk}$	: Günlük Ortalama Toplam Kollektör Verimi, Eş. (34d), %
$(Y/G)_t$	: Teorik Yakıt-Hava Oranı, Eş. (8), Birimsiz	$\eta_{GK}$	: Net Güneş Enerjisi Kullanma Verimi, Eş. (38a), %
YT	: Yakıt Tasarrufu, Eş. (33b), %	$\eta_{gP}$	: Güneşli Pişirici Verimi, Eş. (35), %
YTF	: Yıllık Tesis Faktörü, Böl. (2.19), Birimsiz	$\eta_{Gu}$	: Ortalama Günlük Güneş Hücresi Verimi, Eş. (37b), %
z	: Faktör, Eş. (68), Birimsiz	$\eta_{HY}$	: Hava Yakayıcı Nemlendirme Verimi, Eşş. (55a) ve (55b), %
$z_{hb}$	: İşletmeye Hazırlık Kaybı (Durma Kaybı), Eş. (65b)	$\eta_{GK}$	: Geri Kazanım Testlerinden Elde Edilen Isı Geri Kazanım Verimi, Eş. (14b), Boyutsuz
<b>Yunan Harfleri</b>		$\eta_{i,K}$	: İzotermal Kompresör Verimi, Eş. (64), %
$\epsilon$	: Etkinlik (Isı Değiştiricilerinde), Eşş. (73), (74a) ve (74b), Birimsiz	$\eta_{II}$	: İkinci Yasa Verimi, Böl. (2.20), %
$\epsilon_k$	: Kanat Etkinliği, Eş. (77), Birimsiz	$\eta_{II,ER}$	: Soğutma Makinası ve Isı Pompası İçin, etkinlik Katsayılarıyla İkinci Yasa Verimi, Eş. (49d), %
$\alpha$	: Kondenzasyon Sayısı, Eşş. (7c) ve (31c), Birimsiz	$\eta_{II,IG}$	: İş Gerektiren Makinalar İçin İkinci Yasa Verimi, Eş. (49c), %
$\psi$	: Siklon Çalışma Şartlarına Bağlı Katsayı, Eş. (47a)	$\eta_{II,IM}$	: Isı Makinaları İçin İkinci Yasa Verimi, Eş. (49a), %
$\Delta\omega$	: Nem Farkı, Eş. (55a), g/kg	$\eta_{II,IY}$	: İş Yapan Makinalar İçin İkinci Yasa Verimi, Eş. (49b), %
$\Delta\omega_b$	: Soğutma Sınırına Kadar Nem Farkı, Eş. (55a), g/kg	$\eta_{II,K}$	: Kullanılabilirlik Tanımına Göre İkinci Yasa Verimi, Eş. (51a) ve Eş. (51b), %
$\eta_{ab}$	: Enerji Absorpsiyon Etkinliği, Eş. (52b), %	$\zeta_{IP}$	: Ekserjetik Verim, Eş. (50b), %

**bakınız: 42**

$\eta_{is}$ : Isıtıcı Verimi, Eş. (28), %	(49a), %
$\eta_k$ : Kazan Verimi, Eş. (23b), %	$\eta_{th,C}$ : Carnot Isı Makinası Verimi, Eş. (19), %
$\eta_{Ka}$ : Kazan Verimi, Eş. (28), %	$\eta_{th,t}$ : Türbin Isıl Verimi, Eşş. (59b) ve (60c), %
$\eta_{kan}$ : Kanat Verimi, Eşş. (76a) ve (76b), %	$\eta_{t,p}$ : Termik (Isıl) ve Pompalama Verimi, Eş. (71), %
$\eta_{Kb}$ : Kazan Verimi, Eş. (29), %	$\eta_{th,tr}$ : Tersinir Makinalar İçin Isıl Verim, Eş. (49a), %
$\eta_{ki}$ : Kazan Isıl verimi, Eş. (23a), %	$\eta_{TS}$ : Toplam Siklon Verimi, Eş. (46), %
$\eta_{KK}$ : Yoğuşmalı (Kondenzasyon) Kazanlarda Kazan Verimi, Eş. (31a), %	$\eta_{yv}$ : Toplam Yüzey Verimi, Eşş. (78a), (78b), (78c) ve (78d), %
$\eta_{kTS}$ : TS 4041'e Göre Dolaysız Yöntemde Kazan Verimi, Eşş. (25), (27a) ve (27b), %	$\eta_{vg}$ : Termik (Isıl) ve Pompalama Verimi Göz Önüne Alınarak Volumetrik verim (Gerçek Volumetrik Verim), Eşş. (72a) ve (72b), %
$\eta_{kTSD}$ : TS 4041'e Göre Dolaylı Yöntemde Kazan Verimi, Eşş. (24a) ve (24b), %	$\eta_{vt}$ : Teorik Volumetrik Verim, Eş. (70a), %
$\eta_{kyk}$ : Kazan Sisteminin Yıllık Kullanma Isıl verimi, Eş. (31), %	$\eta_y$ : Yanma Verimi, Eşş. (5a) ve (28), %
$\eta_{me}$ : Mekanik Verim, Eşş. (59b) ve (60d), %	$\eta_{YB}$ : Yakıt/Buhar (Yakıt/kW) Verimi, (Böl. 82.13)
$\eta_N$ : Norm Kullanma Isıl verimi, Eş. (30), %	$\eta_{ye}$ : Yeni Verim, Eş. (33b), %
$\eta_{or}$ : Orijinal Verim, Eş. (33b), %	$\eta_{ygt}$ : Gaz Türbinlerinde Yanma Verimi, Eş. (8), %
$\eta_P$ : Pompa Verimi, Böl. (2.24), %	$\eta_{yk}$ : Yıllık Yakıt Kullanma verimi, Eş. (1), %
$\eta_{P,F}$ : Pompa veya Fan Verimi, Eş. (57a), %	$\eta_{yü}$ : Yakıtın Ust Isıl Değerinden Faydalanılmaksızın Yanma Verimi, Eş. (6c), %
$\eta_{PVT}$ : Fotovoltaik-Isıl (PV/T) Hibrit Sistemi Günlük verimi, Eş. (36b), %	$\eta_{yuf}$ : Yakıtın Ust Isıl Değerinden Faydalanılması Durumunda Yanma Verimi, Eşş. (7b) ve (7c), %
$\eta_{PY}$ : Proses Yüzey Verimi, Eş. (33a), %	$\Delta p$ : Pompanın Toplam Basma Yüksekliği, Eş. (58), Pa
$\eta_r$ : Relatif (İzafi Verim), Eş. (57a), %	$\Delta p$ : Toplam Basma Yüksekliği, Eş. (58), Pa
$\eta_S$ : Sıcaklık verimi, Eş. (32), %	$\rho_{su}$ : Suyun Yoğunluğu, Eş. (14b), kg/L
$\eta_{SV}$ : Serpantin verimi, Eş. (54), %	$\Delta T_1$ : Giriş Suyu ile Isıtılan Su Arasındaki Sıcaklık Farkı, Eş. (14a), °C
$\eta_{T,IS}$ : Isıtma Toplam verimi, Eş. (65a), %	$\Delta T_2$ : Depolama Tankındaki Su ile Çevre Havası Arasındaki Sıcaklık Farkı, Eş. (14b), °C
$\eta_{T,th}$ : Etkin (veya Faydalı Verim, Toplam Isıl) Verim, Eşş. (59a), (59b), (61b) ve (61c), %	
$\eta_{TB}$ : Buhar sistemi Toplam Verimi, Eş. (33a), %	
$\eta_{th}$ : Isıl Verim, Eşş. (18a), (18b), (20), (21), (22) ve	