









ENERJİ VERİMLİLİĞİ

KLİMA TESİSATI



Enerji Verimliliği Kavramları, COP, EER, ESEER, IPVL

Enerji verimliliği, elde edilen enerjinin bu enerjinin elde edilmesi için kullanılan enerjiye bölünmesi ile elde edilen değerdir. Basit ifade ile bir koyup birden fazla alma sanatıdır. Birden fazla alma ne kadar yüksek ise sistemin enerji verimliliği o kadar fazla demektir. İklimlendirme, soğutma ve ısıtma cihazlarının enerji verimliliğinin hesaplanmasında bu mantık kullanılmaktadır. Soğutma ve ısıtma uygulamalarında enerji verimliliğini belirlemek için bazı kavramlar kullanılmaktadır. Bu kavramların tanımlanmasında birim farklılığı sistemin anlık ve sezonluk çalışması göz önünde bulundurulmuştur.

		A $EER > 3.20$		A $COP > 3.60$
		B $3.20 \geq EER > 3.00$		B $3.60 \geq COP > 3.40$
		C $3.00 \geq EER > 2.80$		C $3.40 \geq COP > 3.20$
		D $2.80 \geq EER > 2.60$		D $3.20 \geq COP > 2.80$
		E $2.60 \geq EER > 2.40$		E $2.80 \geq COP > 2.60$
		F $2.40 \geq EER > 2.20$		F $2.60 \geq COP > 2.40$
		G $2.20 \geq EER$		G $2.40 \geq COP$

Performans Katsayısı (COP)

Performans katsayısı; çıkış enerjisinin giriş enerjisine oranıdır. Normalde ısı pompasında veya soğutucudaki ısıtma verimliliğinin ne kadar olduğunu ölçmek için kullanılır. Isıtma amaçlı kullanılan ısı pompalarında **COP** değeri ise aşağıda verilen formül ile hesaplanabilir.

COP (Isıtma Etkinlik Katsayısı) = Kondenser Isıtma Kapasitesi (kW) / Harcanan Toplam Enerji (kW)

Enerji Verimlilik Oranı (EER)

Enerji Verimlilik Oranı (EER), bir soğutma cihazında evaporatörde elde edilen soğutma kapasitesinin (kW), cihazın tükettiği toplam elektrik enerjisine (kW) oranıdır. **EER** değeri yalnızca soğutma amaçlı kullanılmaktadır. O zaman eşitlik şu şekilde yazılabilir.

EER (Enerji Verimlilik Oranı) = Evaporatör soğutma kapasitesi (kW) / Harcanan Toplam Enerji (kW)

EER Değerinin Hesaplanması

Isıtma ve soğutma cihazlarının enerji tüketiminin sınıflandırılması COP ve EER değerleri ile belirlenmektedir. Standartlar kısmında bunlarla ilgili geniş bilgi verilmiştir. Bu değerler belirli şartlar altında yapılan test ve alınan ölçümler sonucu oluşan değerlerdir. Uygulamada çalışma şartları sürekli değişken olduğundan COP ve EER değerleride sürekli değişmektedir. Bu yüzden bu değerler anlık değerlerdir. Uygulamada EER'nin hesaplanabilmesi için aşağıda

verilen ölçümler yapılmalıdır. Genleşme vanası giriş sıcaklığı (akışkan sıvı), evaporatör çıkış sıcaklığı (akışkan doymuş buhar veya kızgın buhar), akışkanın debisi (genleşme vanasından önce, sıvı hattı) ve sistemin harcadığı toplam enerji (**kompresör**, kondenser fanı, evaporatör fanı, vb.) ölçülmelidir. Ölçüm cihazlarının kalibre edilmiş standartlara uygun olması unutulmamalıdır.

Örnek 1:

Aşağıdaki yapılan ölçüm sonuçlarına göre R-22 ile çalışan hava soğutmalı split klimanın EER değerini bulunuz.

- TXV veya kılcal giriş sıcaklığı = 40°C
- Evaporatör çıkış sıcaklığı = 10°C
- Akışkan debisi = 0,07 kg/s
- Cihazın çektiği toplam güç = 3,8 kW

Çözüm 1:

TXV veya kılcal giriş sıcaklığı=40°C sıvı için (R-22 doymuş buhar tablosu, $h_1=249,6$ kJ/kg)
Evaporatör çıkış sıcaklığı=10°C buhar için (R-22 doymuş buhar tablosu, $h_2=408,6$ kJ/kg)

$$EER = Q_{evap} / Q_{toplam} = m \cdot (h_2 - h_1) / Q_t = 0,07 \cdot (408,6 - 249,6) / 3,8 = 11,13 / 3,8 = 2,92$$

Örnek 2:

Bir bira soğutma sisteminde ikincil akışkan olarak etilen glikol kullanılmaktadır. Yapılan ölçümlerde aşağıda verilen değerler elde edilmiştir. Cihazın EER değerini hesaplayınız.

Ölçülen değerler:

- Etilen glikol evaporatör giriş sıcaklığı = - 1°C
- Etilen glikol evaporatör çıkış sıcaklığı = - 4,5°C
- Etilen glikolün debisi = 3,5 kg/s
- Toplam enerji tüketimi= 40 kW
- Etilen glikolün özgül ısısı = 9,78 kJ/kg°C

$$EER = Q_{evap} / Q_{toplam} = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) / Q_t = 3,5 \cdot 9,78 \cdot (-1 - (-4,5)) / 40 = 119,8 / 40 = 2,99$$

Chillerlerin Kısmi Yükteki Verimin Hesaplanması

Chillerlerin soğutma amaçlı mevsimlik veya yıllık verimliliğini ifade eder. Bir sezon boyunca elde ettiğiniz soğutma kapasitesinin (kW) aynı sezonda soğutma cihazlarının tükettiği toplam elektrik enerjisine (kW) oranıdır. Bu oranlamada farklı birimler de kullanılmaktadır. Soğutma sistemlerinde verim hesapları sadece tam yükte değil, kısmi yüklerde de hesaplanmalıdır. Özellikle chillerler %100 tam yükte çok az bir süre çalışırlar. Bu amaçla chillerlerin %75, %50 ve %25 kapasitelerdeki performans değerlerine göre ortalama ESEER veya IPLV değerleri hesaplanmaya çalışılmaktadır. Tablodaki a, b, c ve d değerleri chillerin %olarak yükleme oranlarını (çalışma kapasitesini) ifade etmektedir. a= %100 kapasitede EER değerini, b= %75 kapasitede EER değerini, c= %50 kapasitede EER değerini ve d= %25 kapasitede EER değerini göstermektedir. ESEER değeri Avrupa çalışma şartlarına ve IPLV ise Amerika çalışma şartlarına göre formüle edilmiştir. Formüllerde verilen katsayılar, o bölgede

kondenser hava ve su giriş sıcaklıklarına göre mevsimlik veya yıllık için ortalama çalışma yüzdesini ifade etmektedir. Örneğin Avrupa'da (ESEER) kondenser hava giriş sıcaklığı 35°C olan hava soğutmalı chiller'in yılda veya sezonda toplam çalışma süresinin %3'nü %100 (a) kapasite ile çalıştığını kabul etmektedir. Ama bu değer Amerika (IPLV) şartları için %1 olarak alınmıştır. Aynı şekilde Avrupa'da (ESEER) kondenser su giriş sıcaklığı 22°C olan su soğutmalı chiller'in yılda veya sezonda toplam çalışma süresinin %41'ni %50 (c) kapasite ile yaptığını kabul etmektedir. Amerika'da ise kondenser su giriş sıcaklığı 18,3°C'de %45 oranında çalıştığını göstermektedir. Bu değerlerin bölgesel olarak değiştiği görülmektedir. ESEER veya IPLV değerleri cihazların kısmi yüklerdeki verimliliğini ortaya koyduğu için cihaz alımı esnasında, cihazların verimlilik açısından karşılaştırılmasında önemli bir değerdir.

Eurovent standartlarına göre **ESEER** (European Seasonal Energy Efficiency Ratio); (Avrupa Mevsimsel Enerji Verimlilik Oranı) olarak adlandırılır. Tablo 2.4'te Eurovent standartlarına göre chillerlerin kısmi yük oranları verilmektedir. Avrupa Eurovent standartlarına göre ESEER değeri aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$ESEER = 0,03xEERa + 0,33xEERb + 0,41xEERc + 0,23xEERd$$

Tablo 2.4 Eurovent standartlarına göre su soğutma grupları (chiller) kısmi yük oranları

Sembol	Yükleme oranı, kapasite (%)	Hava soğutmalı chiller Kondensere hava giriş sıcaklığı (°C)	Su soğutmalı chiller Kondensere su giriş sıcaklığı (°C)
a	100	35	30
b	75	30	26
c	50	25	22
d	25	20	18

AHRI standartları göre ise IPLV (Integrated Part Load Value); Entegre Edilmiş Kısmi Yük Değeri olarak ifade edilebilir. Tablo 2.5'te AHRI standartlarına göre chillerlerin kısmi yük oranları verilmektedir. AHRI standartlarına göre IPLV değeri aşağıda verilen formül ile hesaplanır.

$$IPLV = 0,01xEERa + 0,42xEERb + 0,45xEERc + 0,12xEERd$$

Tablo 2.5 AHRI standartlarına göre su soğutma grupları (chiller) kısmi yük oranları

Sembol	Yükleme oranı, kapasite (%)	Hava soğutmalı chiller Kondensere hava giriş sıcaklığı (°C)	Su soğutmalı chiller Kondensere su giriş sıcaklığı (°C)
a	100	35	29,4
b	75	26,7	23,9
c	50	18,3	18,3
d	25	12,8	18,3

Mevsimlik Isıtma Performansı Faktörü (HSPF)

Genellikle ısı pompalarının ısıtma verimliliğini tespit etmek için kullanılan bir terimdir. Isı pompasının BTU cinsinden mevsimsel ısıtma değerinin, tükettiği enerjiye oranıdır (BTU/Wh).

Yıllık veya Mevsimlik Enerji Verimliliği (AFUE)

AFUE, kazan ve kombi gibi ısıtma cihazlarının yıllık veya mevsimlik enerji verimliliğini belirlemek için kullanılan bir kavramdır. Yıllık veya mevsimlik yakıt kullanım verimliliği, ısıtma cihazlarının yıllık veya mevsimlik yakıt verimliliğini ifade etmektedir. Yıllık veya mevsimlik olarak ısıtma cihazlarında kullanılan yakıtın ne kadarının ısıtma amaçlı enerjiye dönüştüğünü göstermekte ve yüzde olarak ifade edilmektedir. Yıllık veya mevsimlik yakıt kullanım verimliliği, kazan ve kombilerde kullanılan fan, pompa ve kontrol elemanlarının elektrik tüketimini dikkate almaz. Ölçü olarak sadece yakıtın verimliliğini dikkate alır.