Binalarda Enerji Tüketimi, Çevresel Etkileri ve Enerjinin Akılcı Kullanımı - II

Dr. Ayşe Gülbeden

ÖZET

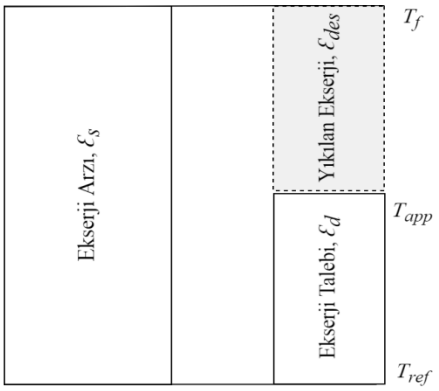
Makalenin ilk bölümünde, binaların enerji tüketimi ve çevresel etkileri üzerine bir değerlendirme yapılmıştı. Bu çalışmada ise, Termodinamiğin 2. Yasasını dikkate alan REMM, Rational Exergy Management Model'in (Akılcı Ekserji Yönetim Modeli) binalara uygulanmasındaki yaklaşım ele alınmıştır.

3. Enerjinin Akılcı Kullanımı, Akılcı Ekserji Yönetim Modeli (REMM)

Termodinamiğin birinci yasasına göre hesaplanan enerji verimi ve ikinci yasasına göre hesaplanan ekserji verimi, her ne kadar çevre, ekonomi, insan, tükenebilir enerji kaynakları dörtleminin ortak sürdürülebilirliği konusunda fikir verse de arz ve talep ekserjileri arasındaki dengeyi bir bütün olarak değerlendirebilecek metrikler bu güne kadar geliştirilmemiştir (Kılkış B.,2009). Akılcı Ekserji Yönetim Modeli (REMM), bu eksikliği gidermek üzere enerjinin akılcı kullanımı için, ikinci yasa çerçevesinde geliştirilmiş olan bir modeldir. Bu model kullanılarak tüm sistemler ortak ve eşdeğer bir ısıl platforma, ideal Carnot çevrimi temeline indirgenmekte ve ekserji arzlarının, ekserji taleplerine ne kadar uyumlu ve dengeli oldukları eşdeğer sıcaklık çizgesinde izlenebilmektedir.

Akılcı Ekserji Yönetim Modeline göre, ekserjinin akılcı kullanımı; herhangi bir (*i)* sisteminde arz (ε_s) ve talep (ε_d) ekserjileri arasındaki denge ile orantılıdır. Ne yazık ki, akılcı kullanılmadığı için arz edilen ekserjinin bir bölümü yararlı uygulama(lar) öncesinde ya da sonrasında yıkılır. Bu dengesizliğin ölçütü ***Akılcı Ekserji Yönetimi Verimi*** (Ψ_R) ile tanımlanır.

Genellikle bina uygulamalarında ekserji yıkımı, uygulama(lar)dan önce gerçekleşir. Güneş toplaçlarından sıcak su elde edilmesi, ekserjinin yararlı uygulamadan önce yıkılmasına örnek olarak verilebilir. Öyle ki; uygulama öncesinde faydalı iş yapma potansiyeli daha yüksek olan elektrik gücü üretme yeteneği dikkate alınmadığında, güneşten arz edilen ekserjinin büyük bölümü ne yazık ki kullanılmadan yıkılır.



Şekil 3.1. Ekserjinin yararlı uygulama öncesi yıkılması

Bu koşul için, T_{app} (ekserji talep noktasındaki sıcaklık), T_f (kaynak sıcaklığı ya da eşdeğer sıcaklık), T_{ref} ise referans çevre sıcaklığı olmak üzere, Akılcı Ekserji Yönetimi Verimi, Ψ_{Ri} (Kılkış Ş., 2011);

$$\Psi_{Ri} = \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_s} \tag{1.3}$$

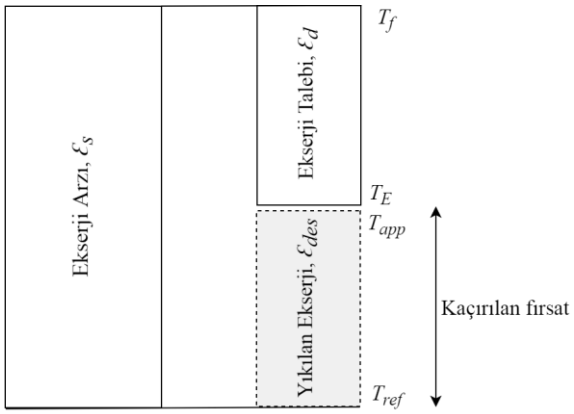
$$\Psi_{Ri} \leq 1$$

olarak tanımlanır.

Ψ_{Ri} ; (*i*) sisteminin akılcı ekserji yönetim verimi olup, birimsizdir ve maksimum değeri 1'dir.

Güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlar gibi yanma sıcaklığı yoktur. Bu nedenle hesaplamalarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kaynak sıcaklığı (T_f) yerine, ideal Carnot çevrimi tabanında hesaplanan sanal sıcaklıkları bir diğer ifade ile eşdeğer sıcaklıkları kullanılır.

Eğer ekserji yıkımı uygulama(lar)dan sonra gerçekleşirse, bu koşulda bir (*i)* sistemi için ***Akılcı Ekserji Yönetim Verimi*** (Ψ_{Ri}) , akılcı olmayan kısım çıkarılarak denklem 1.4'deki gibi hesaplanır (Kılkış, Ş., 2011).



Şekil 3.2. Ekserjinin yararlı uygulamadan sonra yıkılması

$$\Psi_{Ri} = 1 - \left(\frac{\varepsilon_{des}}{\varepsilon_s}\right) \tag{1.4}$$

PV paneller kullanılarak güneş enerjisinden elektrik gücü üretimi, ekserjinin uygulama(lar)dan sonra yıkılmasına örnektir. Uygulama sonrası ısınan gözelerden sıcak su elde edilme imkanı varken bu fırsatın kullanılmaması, arz edilen ekserjinin bir bölümünün heba edilmesi anlamına gelir. Bu durum Şekil 3.2'de kaçırılan fırsat olarak tanımlanmıştır.

Uygulamalara göre değişmekle birlikte, ekserjinin *uygulama öncesi yıkıldığı* koşulda, İdeal Carnot çevrimi tabanında Arz (ε_s) ve Talep Ekserjileri (ε_d) ile Ekserji Yıkımının (ε_{des}) hesaplanmasında (ısıtma için) sırasıyla aşağıdaki eşitlikler (1.5, 1.6, 1.7) kullanılır.

$$\varepsilon_s = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_f}\right) \tag{1.5}$$

$$\varepsilon_d = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_{app}}\right) \tag{1.6}$$

Eğer sistemde T_{ref} değerinden düşük sıcaklıklarda bir süreç var ise, T_o dış ortam tasarım sıcaklığı olmak, üzere denklem 1.5 ve 1.6 şöyle ifade edilir;

$$\varepsilon_s = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_o}\right) - \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_f}\right) \tag{1.5 a}$$

$$\varepsilon_d = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_o}\right) - \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_{app}}\right) \quad (1.6\ a)$$

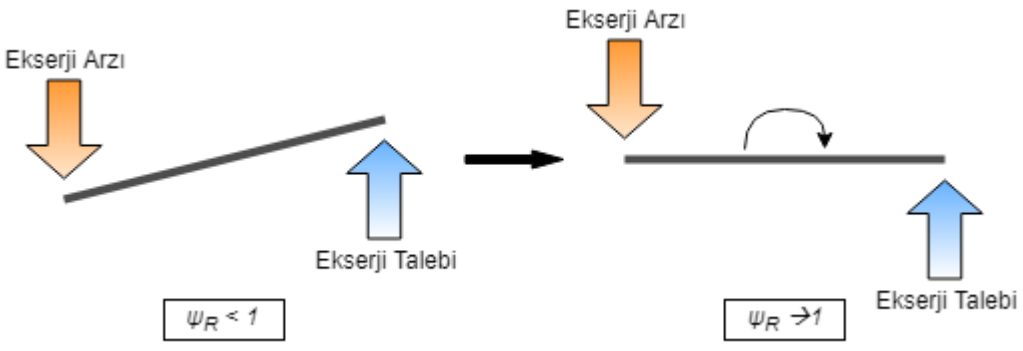
$$\varepsilon_{des} = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_E}\right) \quad (1.7)$$

T_E, atık enerjinin çıkış sıcaklığı.

Yararlı iş potansiyeli uygun zamanda ve uygun işlerde kullanılmazsa yıkılır. Yıkılan ekserji geri dönüşümsüzdür (irreversible). Enerji gibi geri kazanım olasılığı yoktur. Ne yazık ki, iş üretme yeteneği olmayan bu enerjiyi evrene hibe ederek entropi artışına katkı sağlamış oluruz. Ekserji yıkımı aynı zamanda gizli CO_2 salımlarına neden olur ve küresel ısınma potansiyelini (gwp) (Gıllenwater, 2010) artırır.

Akılcı ekserji yönetim verimi (Ψ_R) tüketilen bir enerji kaynağının kalitesinin (sıcaklık ve entalpi) ne denli iyi kullanılabildiğinin bir göstergesidir. Bir diğer ifade ile bir binanın, tesisin veya sistemin ürettiği faydalı işler için gerekli olan ekserjiler toplamının, aynı amaçla kullanılan sistem, kütle akışı veya enerji kaynaklarının potansiyel ekserjileri toplamına oranıdır. Burada sözü edilen potansiyel ekserji; herhangi bir akan veya depolanmış kütledeki, sistemdeki veya enerji kaynağındaki basınç, sıcaklık, entalpi ve ısıl değer gibi şartlardan itibaren çevredeki şartlara ulaşıncaya kadar gerçekleştirilebilecek en fazla toplam faydalı iş üretme potansiyelini ifade eder (Kılkış, B.,2009). Gerekli ekserji ise bir binanın, sistemin veya tesisin ürettiği faydalı işler için çevre şartlarına mümkün olan en yakın şartlarda çalışırken gerek duyduğu ekserjidir.

Binalarda enerji performansının sürdürülebilirliği, büyük ölçüde akılcı ekserji yönetim verimlerinin artmasına bağlıdır. İdeal koşul talep ve arz ekserjilerinin eşit olmasıdır ($\Psi_R = 1$).



Şekil 3.3. Arz ve talep ekserjilerinin dengesizliği

Bir sonraki yayında REMM'in uygulanması, binalarda temel ekserji bloğu ve modellemesi anlatılacaktır.

Kaynaklar

Kılkış, Ş., 2011, A Rational Exergy Management Model to Curb CO_2 Emissions in the Exergy-Aware Built Environments of the Future, PhD Thesis, *KTH Royal Institute of Technology*, Stockholm, Sweden.

Kılkış,B.,Kılkış,Ş.,2009,Energy and Exergy Efficiency Comparison of Poly-Generation and Co-genereation Systems, Conference Proceedings, (In Serbian), Proceedings of the *40th Congress on HVAC&R – KGH*, Belgrade, Vol. 22, pp: 474-486.

Gıllenwater,M.,2010, What is a Global Warming Potential? And which one do I use?, ghg, Management Institute.