

# TÜRKİYEDE SÜRDÜRÜLEBİLİR GELİŞME: ENERJİ SEKTÖRÜNÜN EKSERJİ BİLİNÇLİ OPTİMİZASYON GEREKSİNİMLERİ

Prof. Dr. Birol İ. Kılıç

ASHRAE Teknik Faaliyetler Yürütme Kurulu Üyesi

Boğaziçi Üniversitesi

31 MAYIS 2005 İSTANBUL



GREENWAY TECHNOLOGIES INTERNATIONAL

Think Beyond the Green.....

## Sürdürülebilir Gelişmenin Dört Ögesi

• İNSAN

• ÇEVRE

• ENERJİ

• EKONOMİ



## Sürdürülebilir Kalkınmanın İnsan, Çevre, Enerji, Ekonomi Dörtlemi

- İnsan Konfor ve refah ister  
İnsanlar zamanlarının en az % 70 ini binalarda geçirmektedir. Binalar toplam enerji tüketimimizin % 35 inden, CO<sub>2</sub> in % 20 sinden sorumludur. Ucuz ve bol enerji ister
- Çevre Enerjinin bilinçli kullanımını **EKSERJİ** ve tasarrufunu ister **VERİM**
- Enerji Ucuz ve sonsuz değildir
- Ekonomi Kendi kuralları vardır

## EKSERJİ NEDİR?

"The absurdity of cutting butter with a chainsaw is immediately obvious to anyone." [Simpson, M. and Kay, J. 1989]

- **Potansyel Ekserji:** Her hangi bir akan veya depolanmış kütledeki, sistemdeki veya enerji kaynağındaki sıcaklık, basınç, entalpi ve ısı değer gibi şartlardan itibaren çevredeki şartlara ulaşana kadar gerçekleştirilebilecek en fazla toplam faydalı iş üretme potansyelini,
- **Gerekli Ekserji:** Bir binanın, tesisin, veya sistemin ürettiği faydalı işler için çevre şartlarına mümkün olan en yakın şartlarda çalışırken gerek duyduğu ekserjisi,
- **Ekserji Verimi:** Bir binanın, tesisin, veya sistemin ürettiği faydalı işler için gerekli ekserjiler toplamının aynı amaçlarla kullanılan sistem, kütle akışı veya enerji kaynaklarının potansyel ekserjileri toplamına oranını, ifade eder.

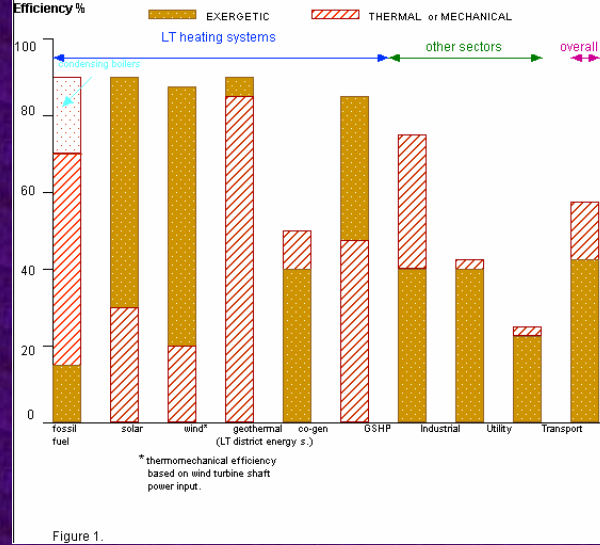


Figure 1.

## ENERJİ BİLANÇOMUZ

- Yıllık Tüketim: > 85 MToe
- Tüketilen enerjinin % 75 i dış bağımlı
- Jeotermal enerji potansyeli .....18 MToe  
(Sadece % 7 sini kullanıyoruz)
- Santrallerin Atık Isısı .....16 MToe  
(Hiç kullanmıyoruz)
- Toprak Isısı .....16 MToe  
(Hiç Kullanmıyoruz) 50 MToe

## TERMİK SANTRALLER

Ülkemizde sadece elektrik gücü elde etmek için tasarlanmış olan ve kamuya ait 19 adet termik santral vardır. Toplam kurulu kapasite 35,000 MWe dolayında olup yaklaşık 15,000 MWe toplam kapasiteli santraller de inşa halindedir. Ayrıca Aydın Germencikte 25 MWe gücünde jeotermal elektrik santrali kurulmaktadır. Denizli Kızıldere jeotermal sahasında 17.5 MWe kurulu gücünde bir jeoelektrik santral bulunmaktadır.

Sadece Ambarlı termik santralının (350 MWe doğal gaz santralinden ve 650 MWe fuel-oil santralinden olmak üzere) kullanılabilir atık ısı 1000 MWt olup İstanbul'da 200,000 konutun ısıtılmasına yeterlidir.

# ADAPAZARI ATIK ENERJİ PROJESİ

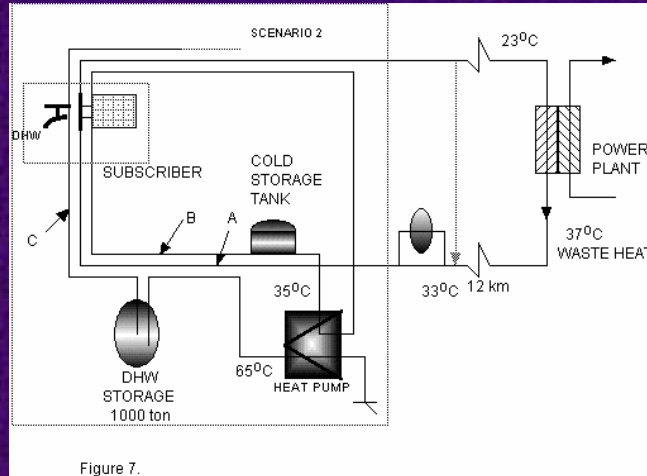


Figure 7.

## ADAPAZARI: OLASI FAYDA

ATTRIBUTES	SPACE HEATING OPTIONS (for 10,000 homes)			EXISTING POWER PLANT (combined-cycle)
	LOW- ENTHALPY DH (Scenario2)	CONVENTIONAL DH (single cycle)	INDIVIDUAL HEATING*	
Annual energy saving	<b>100 GW-h/year</b>	N/A	N/A	
Annual fuel saving	<b>10<sup>7</sup> m<sup>3</sup> nat. gas/year</b>	N/A	N/A	
Installation cost	<b>65 x 10<sup>6</sup> US\$**</b>	120 x 10 <sup>6</sup> US\$	40 x 10 <sup>6</sup> US\$	
Reduction in airborne pollutants	<b>13,000 ton hydrocarbons/year</b>	NA	NA	
EF	<b>25.4</b>	1.5	0.3	1.25
SF	<b>227.3</b>	54.9	54.9	
Thermal Efficiency*** (without district heating)	NA	NA	0.95	0.57
Thermal Efficiency*** (with district heating)	<b>0.70</b>	0.6	NA	0.66

\* High efficiency, condensing type natural gas fired residential boilers (comfort cooling equipment excluded).

\*\* Includes 2,000 home comfort cooling.

\*\*\* For combined-cycle plant, it is overall conversion efficiency.

## BU ENERJİ KAYNAKLARIMIZI NİÇİN DEĞERLENDİRMİYORUZ?

- Çünkü ekserji verimini tanımıyoruz
- Sürdürülebilir kalkınma çözümlerinde anahtar rol oynadığını bilmiyoruz.
- Enerji planlamalarında ve optimizasyon çalışmalarına ekserji parametresini katmıyoruz.

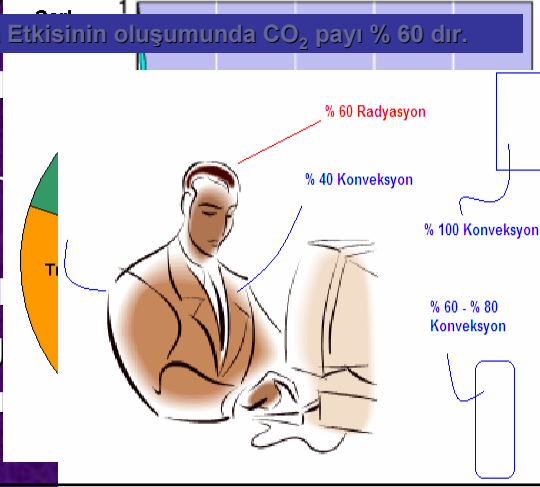
## Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) Annex 37 (2003) belgesi hedefleri

- 1- Küresel enerji kaynaklarının akılcı kullanımı ve sürdürülebilir bir çevre için bina ısıtma soğutma ve klima sistemlerinde yüksek kaliteli (yüksek ekserjili) fosil yakıtları ve buna bağlı olarak üretilen elektrik enerjisini ikame edecek olan az ekserjili enerji kaynaklarının analizi ve potansiyel yararlarının araştırılması,
- 2- Mevcut ısıtma soğutma ve klima sistemlerinin incelenerek az ekserjili sistemlere dönüştürme teknolojilerinin araştırılması ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine katkıda bulunacak analiz ve değerlendirme yöntemlerinin ve gereklilerinin hazırlanması ve yaygın kullanımı,
- 3- Az ekserjili seçeneklerin geliştirilmesi için stratejik yöntemler geliştirmek, örnek uygulamalar yapmak, tasarım araç ve gereçleri ile tasarım kılavuzları hazırlamak.

## Mevcut Isıtma, Havalandırma ve Klima (HVAC) Sistemlerinin sorunları

*HVAC sistemleri yüz yıllı aşkın bir süredir değişmemiştir.*

- Yıllık birincil enerji kaynak tüketiminin % 25'i HVAC sistemlerinde gerçekleşmektedir. Sera Etkisinin oluşumunda CO<sub>2</sub> payı % 60'dır.
- Bu sistemler atık ve alımları uyumlu değildir.
- Ekserji verim %10'un altındadır.
- Çevreyi büyük ölçüde kirletmektedir.
- Esnek ve adaptif değildir.
- İnsan fizyolojisine uygundur.
- Pasif binalarla ve yapılar uyumlu değildir.
- Enerji depolayamaz.

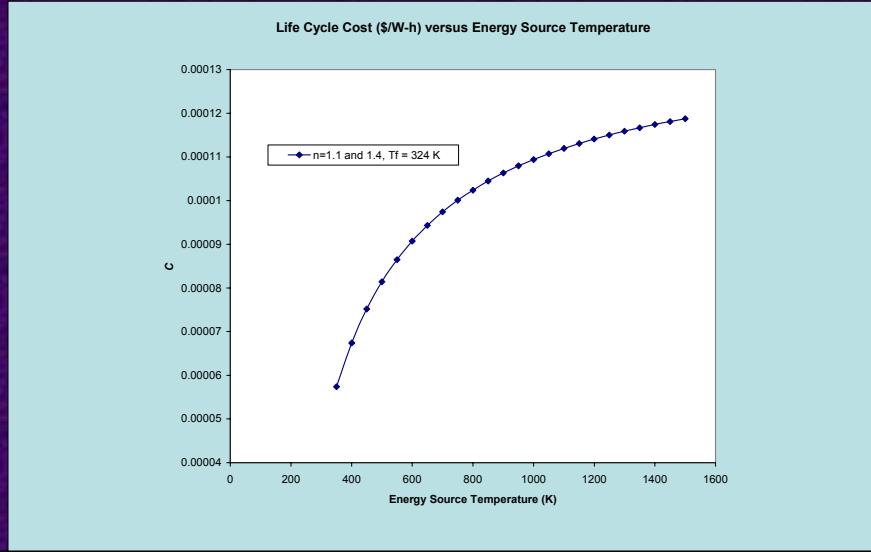


## EKSERJİ DAHİL OPTİMİZASYON

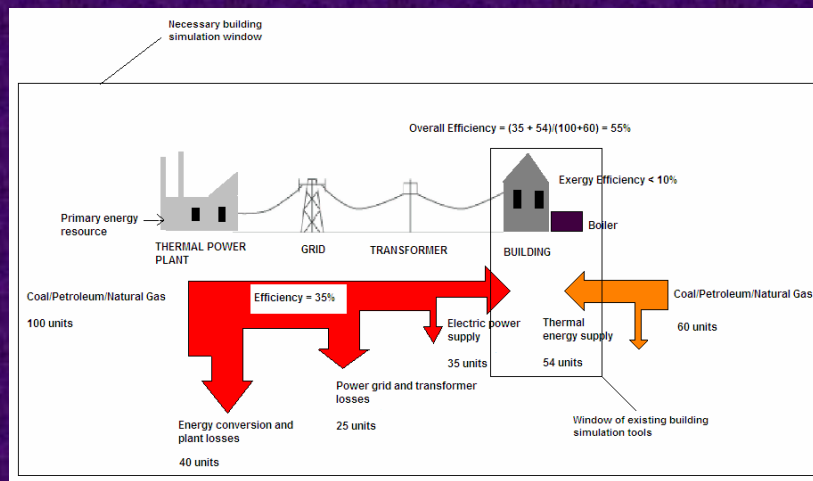
$$C = C_{hp} SF_{hp} + C_{cw} SF_{cw} + \frac{C_e}{\psi} = \left( \frac{C_{hp}}{C_1} \right) (T_f - T_a) + \frac{C_{cw} C_2}{(T_f - T_a)^n} + \frac{C_e \left( 1 - \frac{T_g}{T_f} \right)}{\varepsilon_{\min}}$$

The first term relates to the plant performance, the second term relates to the distribution system performance including terminal HVAC units, and the third term relates to the exergy waste of the entire system. Absolute sign is for cooling operations.

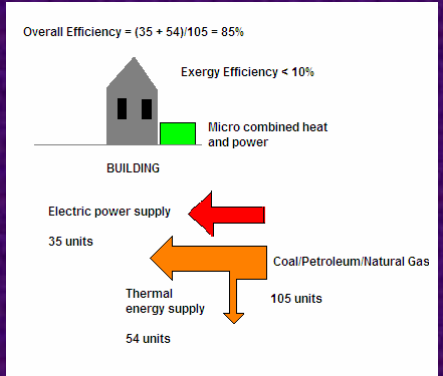
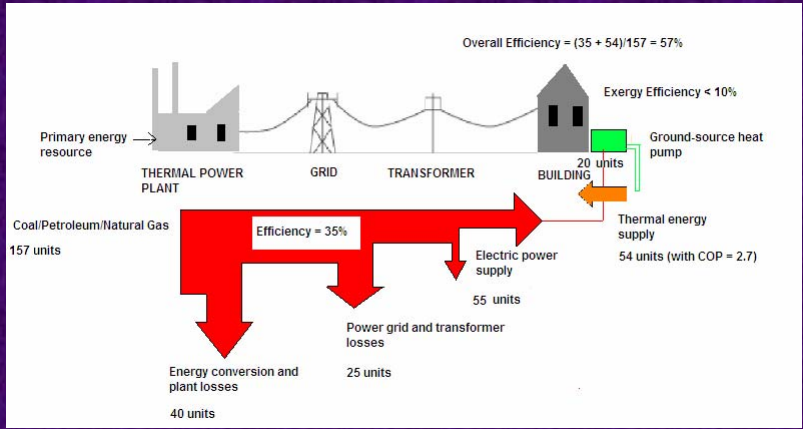
# BİNA ISITMASINDA KAYNAK SICAKLIĞININ ETKİSİ

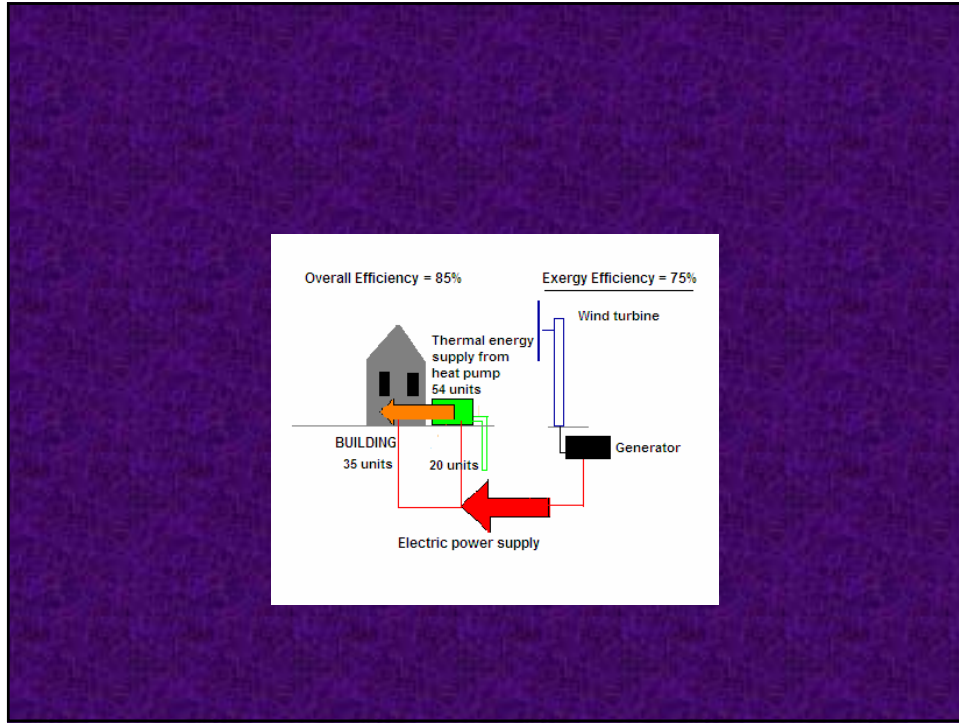


# BİNA ISITMASINDA SEÇENEKLER



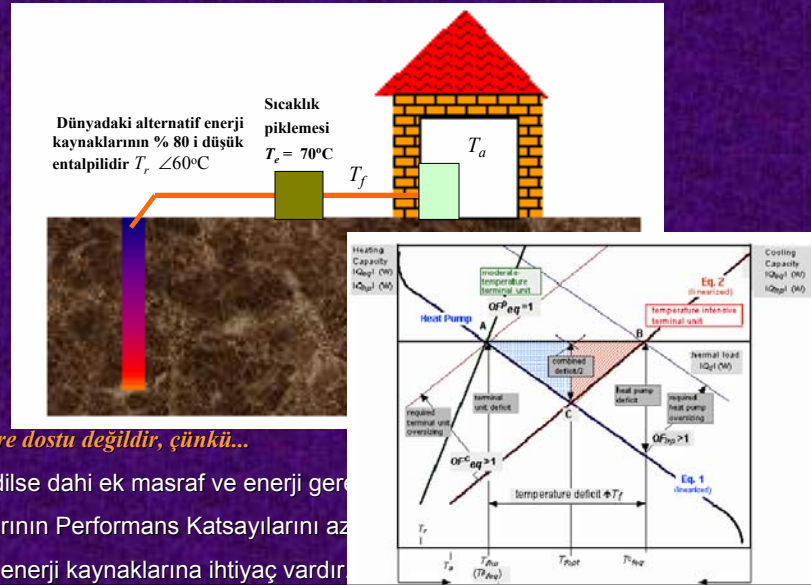




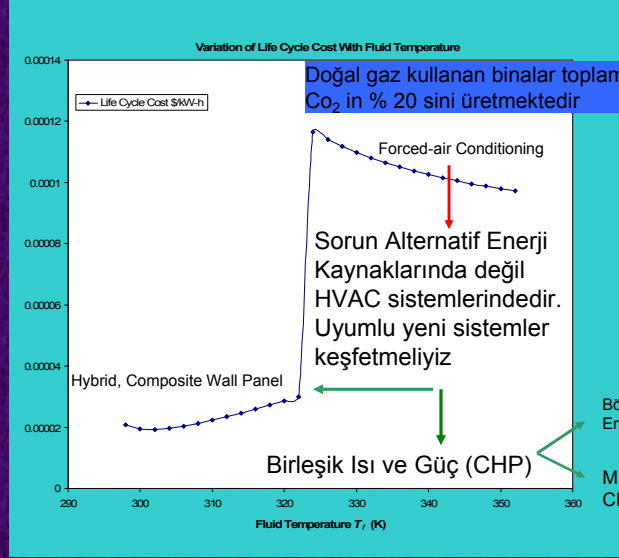


HVAC sistemleri atık ve alternatif enerji kaynakları ile uyumlu değildir.

*Cihaz büyüme ve/veya pikleme gerektirir...*



Ekserji verimi  $\psi$  tüketilen bir enerji kaynağının kalitesinin (sıcaklık ve entalpi) ne denli iyi kullanılabildiğinin bir göstergesidir. Bu verim düştükçe çevre kirlenmektedir. Mevcut HVAC sistemlerinin ekserji verimi %10 un altındadır.



Ekserji verimi gözetenmediği sürece yeşil binalar tam yeşil olamaz.....

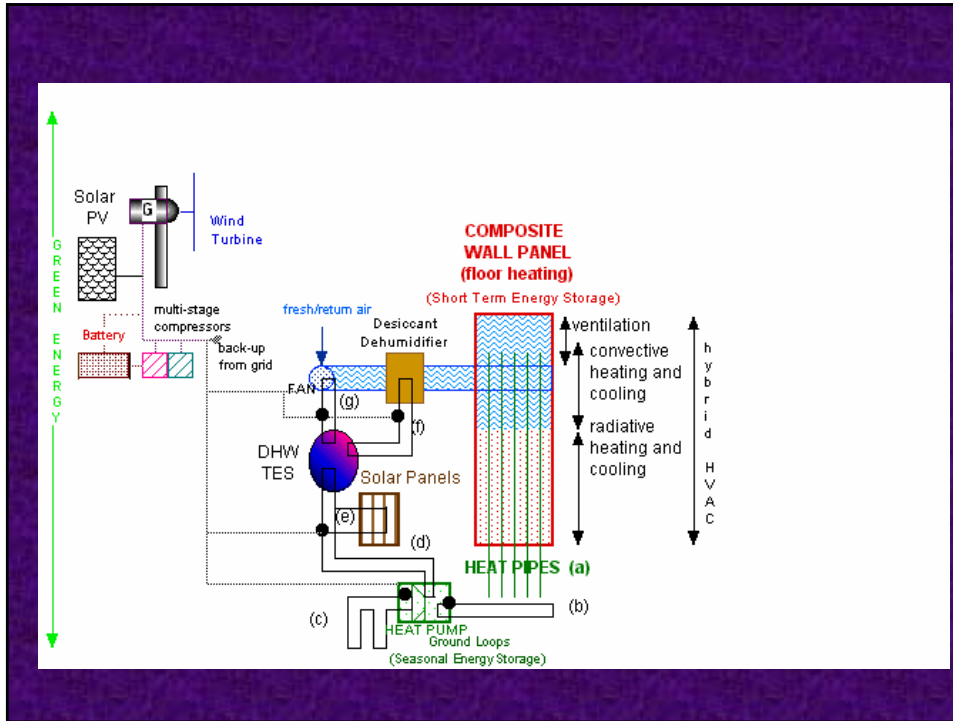


Table 1. Annual Energy Savings Compared to Conventional Forced-Air Conditioning and Domestic Hot Water Supply System.

Thermal Energy (Btu)		Electrical Energy (kW <sub>e</sub> -h)		1 <sup>st</sup> Law Efficiency <sup>1</sup>		2 <sup>nd</sup> Law Efficiency		
Comp. Wall	Forced-air	Comp. Wall	Forced-air	Comp. Wall	Forced-air	Heat P.	Comp. Wall	Forced-air
$1.15 \times 10^8$	$2.4 \times 10^8$	2,400	15,000	92%	80%	+30% pt. Improved	56%	6%
[52% saving]: $1.25 \times 10^8$ Btu/y/house		[84% saving]: 12,600 kW <sub>e</sub> -h/y/house		12% pt. improvement		30% - (56% - 6%) = 80% pt. improvement 7.6 ton/y house hydrocarbon emission eliminated		

<sup>1</sup> Including distribution losses according to ASHRAE Standard 152, and factored-in the energy savings.

## AMAÇ

- TÜBİTAK Vizyon 2003-2023 ve Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) Annex 37 (2003) belgesi hedeflerinde yer alan binaların düşük ekserjili ısıtma soğutma sistemleri ile donatılarak bu sektörde fosil yakıtların ikamesi

## Yeni Çözüm: Melez, Tümleşik Duvar Paneli

- Melez tümleşik duvar paneli konvektif ve radyant sistemlerin tüm elemanlarını ve fonksiyonlarını tek bir üniteye toplar. Ekserjik verimi çok yüksektir.
- Bu duvar paneli diğer tüm konfor, tesisat, statik, elektrik, elektronik, aydınlatma, hijyen ve elektronik sistem ve kontrol elemanlarını da kapsar.
- Duvara, tavana, veya döşemeye yerleştirilebilir, bina elemanı olarak yapıya entegre edilebilir.
- Tüm alternatif ve atık enerji kaynaklarına duvar paneli entegre edilebilir.

