

## GÜNEŞ ENERJİSİ KONVEKSİYON BACASI VE ENERJİ TASARRUFU

Hasan KÜLÜNK

Yıldız Üniversitesi, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, İZMİT

### ÖZET:

Bu çalışmada, güneş enerjisinin yakıt olarak kullanıldığı model bir konveksiyon bacasına ait genel prensipler belirtilmekte; konveksiyon ağırlıklı ısı transferi hesapları yapılmakta; sistemin elektrik enerjisi üretiminde kullanılabileceği gösterilmekte; enterkonekte sistemden uzak fakat güneş enerjisi bol kırsal yörelerimiz için sağlayacağı yaşam seviyesi ve enerji tasarrufu vurgulanmakta; İzmit koşullarında inşaatı planlanan  $10 \text{ m}^2$ 'lik bir santral ve bununla hedeflenen ölçümlerden bahsedilmektedir. "Knowhow" ve malzeme açısından hemen hiçbir sorunu olmayan güneş enerjisi konveksiyon bacası sisteminin özellikle kırsal kesimin elektrifikasyonu açısından bize çok uygun olduğu sonucuna varılmaktadır. Yapılan ön hesaplara göre,  $1 \text{ m}^2$ 'lik siyah yüzey yaklaşık  $1 \text{ W}$  civarında elektrik gücü vermektedir. Güneş ışınlarını emici yüzey dairesel ise, bu miktar daha iyileşmektedir. Bununla birlikte kapsamlı çalışmalara ve deneylere ihtiyaç bulunmaktadır.

## SUN ENERGY CONVECTION CHIMNEY AND ENERGY SAVING

### SUMMARY:

In this work: the general principles of a model convection chimney, which uses sun energy as fuel, are laid down. It is shown that the system can be used to produce electricity; in the country side where there is no network but plenty of sun, the improvement in the living standards by the use of sun energy, and energy saving are stressed; finally we refer to the planned- $10 \text{ m}^2$  - sun - power station and its measurements in the conditions of İzmit. It is also established that the electrification of our country side by the sun energy convection chimney system will create no problems in terms of know-how and materials. Rough calculations showed  $1 \text{ m}^2$ , black surface gives about  $1 \text{ Watt}$

electrical power. This increases if the sun energy absorbtion surfa is circular. However there is still need for more detailed work and experiments.

SEMBOLLER

- A : Siyaha boyalı alan ( $m^2$ )  
o<sub>p</sub> : Havanın ısınma ısısı ( $J/kg.°C$ )  
h : Yüzey film katsayısı ( $W/m^2.°C$ )  
H : Geçirgen örtüyle siyah yüzey arası uzaklık (m)  
k : Havanın ısı iletim katsayısı ( $W/m.°C$ )  
L : Kare sel siyah yüzeyin ayrıtı (m)  
m : Kütle sel hava debisi ( $kg/s$ )  
P : Üretilen elektrik gücü (W)  
Pr : Prandtl sayısı ( =  $\nu / \alpha$  )  
R : Baca yarıçapı (m)  
Re : Reynolds sayısı ( =  $u.L/\nu$  )  
T<sub>a</sub> : Çevre sıcaklığı ( $°C$ )  
T<sub>L</sub> : Lokal hava sıcaklığı ( $°C$ )  
T<sub>m</sub> : Maksimum hava sıcaklığı ( $°C$ )  
T<sub>s</sub> : Siyah yüzeyin sıcaklığı ( $°C$ )  
u : Çevreden giren soğuk hava çıkış hızı ( m/s )  
v : Bacayı terkeden sıcak hava çıkış hızı ( m/s )  
 $\alpha$  : Havanın ısı yayılım katsayısı (  $m^2/s$  )  
 $\rho$  : Havanın yoğunluğu ( $kg/m^3$ )  
 $\nu$  : Havanın kinematik viskozitesi ( $m^2/s$ )  
 $\Delta$  : Sıcaklık oranı [ =  $(T_s - T_L) / (T_m - T_a)$  ]

## 1- GİRİŞ

Ekonomik ve Sosyal bakımdan gelişmişliğin bir göstergesi olan enerji ve özellikle güneş enerjisi, halen ülkemizin de en çok ihtiyaç duyduğu ve önem verdiği bir husustur. Bu nedenle, IV. Beş Yıllık Kalkınma Planımızın 1483. Maddesi, her yıl hızla artan enerji talebimizin karşılanmasında sadece alışılmış enerji kaynaklarının değil, 21. yüzyılın enerji kaynağını oluşturan alışılmamış veya yeni enerji kaynaklarından da yararlanılmasını ilke olarak benimsemektedir, [ 1 ]. Öte yandan halen 3500 köyümüzden sadece % 32'si elektriğe kavuşturulmuş olup, geri kalan özellikle kırsal kesimdeki, enterkonekte sistemden uzak, yörelerimiz elektrik enerjisi beklemektedir. Bu yörelerde büyük santrallerin yapımı ve enerji dağıtımını ekonomik olmadığı için, çözüm olarak birkaç kW'lık lokal santraller akla gelmektedir. Bu görüşle ilgili olarak: güneş enerjisini direkt elektrik enerjisine çeviren güneş pillerinden oluşan panel santraller, [ 2 ]; rüzgâr ve biyogaz santralleri, [ 3 ], [ 4 ]; ısısal dönüşümlü (kule ve tarla tipi) güneş enerjisi santralleri, [ 5 ]; tuz tabakalı güneş havuzları, [ 6 ], [ 7 ] belirtilebilir. Ancak bu sistemler, biyogaz ve rüzgâr enerjisi elektrik santralleri hariç, ileri teknoloji istediğinden şimdilik bize uygun düşmemektedir.

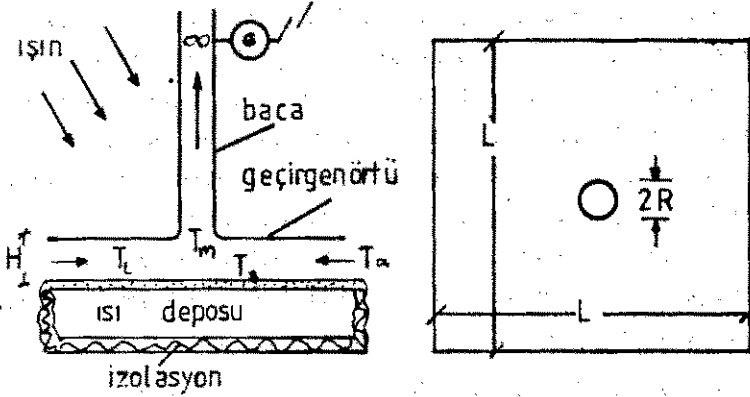
Kırsal yörelerimizin elektrifikasyonunda, ülkemizin bünyesine en uygun, yapımı basit, ekonomik, malzeme ve "know-how" sorunu olmayan tekniklerin belkide en önemlisi burada açıklanan elektrik santralidir. Bu sistem her ne kadar genel hatlarıyla biliniyorsa da bizim şartlarımıza en uygun modelin araştırılması ve geliştirilmesi gereklidir. Literatürde bu hususla ilgili kapsamlı çalışmalara pek rastlanmamaktadır, [ 8 ]. Bu tebliğdeki (12) nolu denklemin katsayısı hatalı olup, ayrıca ısı yayılım katsayısının üssü 5 yerine, sehven 15 olarak verilmektedir.

## 2- GÜNEŞ ENERJİSİ KONVEKSİYON BACASI

Güneş enerjisinin yakıt olarak kullanıldığı, hiçbir çevre sorunu doğurmayan, konveksiyon bacası elektrik santrali şematik olarak Şekil 1'de görülmektedir. Bu şeklin incelenmesinden; ısı deposu üzerindeki siyah zeminde iç bölgeye soğuk hava girdiği; bu hava kütlelerinin, siyah zemini örten geçirgen örtüden giren ışınlarla ısındığı; basınç ve sıcaklık gradyanları nedeniyle konveksiyon akımları oluştuğu; ısınan hava kütlelerinin bacada yükselerek bir rotörü çevirdiği ve böylece elektrik enerjisi üretildiği anlaşılmaktadır.

Isı deposunun kesitinin kare veya daire şeklinde seçilmesi halinde ısı transferi hesapları, tek parametreyle alan hesabı yapılması nedeniyle, öteki geometrilere kıyasla daha kolaydır.

Şekil 1'deki sistemde, konduksiyon ve radyasyonla ısı akışları, konveksiyona kıyasla, ihmal edilerek, ısı transferi hesapları sade hale getirilmektedir. Bu nedenle sisteme, konveksiyon bacası denilmektedir.



Şekil-1: Güneş enerjisi konveksiyon bacasının yandan ve üstten görünüşleri

### 3- ISI TRANSFERİ HESAPLARI

Şekil 1'de şematik olarak gösterilen güneş enerjisi konveksiyon bacası elektrik santralında, siyah zeminden havaya konveksiyonla aktarılan ısı enerjisiyle bu hava kütesine depo edilen ısı enerjisi eşitlenirse:

$$h.A. (T_s - T_L) = m.c_p. (T_m - T_a) \quad (1)$$

yazılabilir. Girdaplı akış hali için yüzey film katsayısı:

$$h = 0,036. (k/L).Pr^{1/3}.Re^{0,8} \quad (2)$$

alınır, soğuk hava girişiyle sıcak hava çıkışına süreklilik kanunu:

$$m = \rho \cdot u \cdot (4 \cdot L \cdot H) = \rho \cdot v \cdot (\pi \cdot R^2) \quad (3)$$

Uygulanır ve konveksiyon akımları için Lanchester-Betz limiti olarak bilinen (16/27) oranı kullanılırsa, [3] , üretilen güç:

$$P = 3,9 \cdot 10^{-31} \cdot (k \cdot L \cdot \Delta / c_p)^{15} \cdot (\rho^{14} \cdot R^4 \cdot H^{12} \cdot v^7 \cdot \alpha^5)^{-1} \quad (4)$$

olarak bulunur. Burada:  $L = 10^3$  m;  $H = 0,25$  m;  $R = 5$  m ve  $30^\circ\text{C}$ 'de 1 atmosfer basınçta kuru havanın fiziksel özellikleri alınırsa:

$$p = 8 \cdot 10^5 \cdot \Delta^{15} \quad (5)$$

bağıntısı bulunur. O halde, sistemin gücü sıcaklık oranına çok hassas olarak bağımlıdır.  $T_s = 120^\circ\text{C}$ ;  $T_L = 60^\circ\text{C}$ ;  $T_m = 87^\circ\text{C}$ ;  $T_c = 27^\circ\text{C}$  için  $\Delta = 1$  olup,  $P = 8 \cdot 10^5$  W çıkmaktadır. Bu güç,  $L^2 = 10^6$  m<sup>2</sup>'lik alandan elde edildiğine göre, m<sup>2</sup> başına 0,8 W'lık güç üretilmektedir. Güneş sabiti ( $1353$  W/m<sup>2</sup>) ile karşılaştırıldığında, bulunan güç yoğunluğu %0,06 civarındadır. Bu nedenle geniş kırsal alanlara ihtiyaç vardır.

Aynı siyah yüzeye sahip olan dairesel geometriye göre (564 m yarıçaplı daire) hesaplar yapıldığında güç 15 kat civarında artmaktadır. Bu geometrideki sistem daha iyi fakat yapımı zordur.

#### 4- DENEYSEL ÇALIŞMALAR

İzmit koşullarında  $10$  m<sup>2</sup>'lik siyah zeminle deneyler yapılması plânlanmıştır. Şubat 1985'de havaların açmasıyla başlanacak bu denemede özellikle: sıcaklık, basınç, hız, ışınım şiddeti, bağıl nem, güç ve güneş açılarıyla (zenit-deklinasyon-saat açıları) ilgili ölçümler; optimum sistem parametrelerinin tayini ve malzeme seçimi üzerinde çalışmalar yapılacaktır. Elde edilen bulgular yayınlanacaktır. Halen teorik çalışmalar devam etmektedir.

#### 5- SONUÇ

Her bakımdan pratik olan konveksiyon bacası elektrik santralının kapsamlı olarak incelenmesi kırsal yörelere elektrik enerjisi götürülmesinde bir alternatif olarak kullanılabilir. 100 haneyi aşmayan küçük köylere  $1000$  m<sup>2</sup> (32 m ayrıtlı kare) alanlı ve yaklaşık 1 kW gücünde bir konveksiyon bacası santrali yapılırsa bile, bununla; 0,125 HP gücün-

de (315 litre kapasiteli veya 11,2 ayak<sup>3</sup>) 4 tane buzdolabı; 65 W gücünde 1 tane TV; 300 W gücünde 4 kg kuru çamaşır kapasiteli çamaşır makinası ve 20 W'lık 20 tane ampulün çalıştırılması mümkündür.

Burada açıklanan sistemin benimsenmesi durumunda, bunun sağlayacağı enerji tasarrufu, getireceği yüksek yaşam seviyesi kuşkusuz çok değerlidir.

#### KAYNAKLAR

- 1- Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1979-1983, T.C. Devlet Planlama Teşkilâtı, Yayın No: 1664, Nisan 1979, Ankara, 394-407.
- 2- Külünk, H., Stimulation of Solar Electrification for Rural Areas and Agriculture and its Significance for Turkey, International Symposium on Mechanization and Energy in Agriculture, (1980), Ankara, 123 - 125.
- 3- Külünk, H., Eyice, S., Yeni Enerji Kaynakları, İzmit, Fotosan Ofset Matbaacılık, (1983), 82-101.
- 4- Gupta, M.C., An Integrated Renewable Energy System For a Rural Community, 5th Miami International Conference on Alternative Energy Sources, (1982), Florida, 667.
- 5- Külünk, H., Güneş Enerjisi ve Isısal Dönüşüm Sistemleri, Çağdaş Fizik, Sayı 10, (1980), 7-22.
- 6- Weinberger, H., The Physics of the Solar Pond, Solar Energy, Vol.8, (1964), 45 - 56.
- 7- Tabor, H., Large - Area Solar Collectors (Solar Ponds) for Power Production, Solar Energy, Vol.7, (1963), 189 - 194.
8. Lodhi, M.A.K., Solar Desert Chimney, International Symposium Workshop on Renewable Energy Sources, Lahore, (1983), 1999 - 216.