

GÜNEŞ HAVUZLARI

H. Mete SÖKMEN

1955 yılında Ankara'da doğdu. Orta öğrenimini Kadıköy Ortaokulu ve Haydarpaşa Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1979 yılında Hacettepe Üniversitesi Kimya Fakültesi'nden Yüksek Lisans derecesiyle mezun oldu. H. Ü. Mühendislik Fakülte'sinde uzman ve araştırma görevlisi olarak, Van Pres Döküm Kromaj A.Ş. 'de Teknik Müdür Yard., CBS Boya ve Kimya San. A.Ş.'de Araştırma Mühendisi, STFA Ekspertiz ve Müşavirlik A.Ş.'de proje mühendisi olarak hizmet verdi. Halen TÜBİTAK-MAM Enerji Sistemleri Bölümü'nde araştırmacı olarak çalışmaktadır.

Yücel ERDALLI

1956 yılında Nevşehir'de doğdu. Orta öğrenimini Tekirdağ Namık Kemal Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 1982 yılında Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1984 yılından bu yana TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde araştırmacı olarak çalışmaktadır.

GİRİŞ

Güneş havuzuyla ilgili ilk çalışmalar, 1902 yılında A. von Kaleczinsky'nin güneş havuzlarını, güneş kollektörleri olarak kullanması ile başlamıştır. Bu konuda sırasıyla Tabor (1959, 1961, 1963, 1964), Weinberger (1964), Elala ve Levin (1965), Tabor ve Matz (1965) tarafından, havuz performansına etki eden çeşitli faktörleri belirlemek için, gerek laboratuvar gerekse pilot çalışmalar gerçekleştirilmiş ve havuz tabanında 95 dereceye varan sıcaklıklar bulunmuştur. Bu çalışmaların neticesi olarak elektrik enerjisi üretebilecek büyük ölçüdeki havuzların ekonomik analizleri yapılmıştır [3].

GÜNEŞ HAVUZU TEKNOLOJİSİ

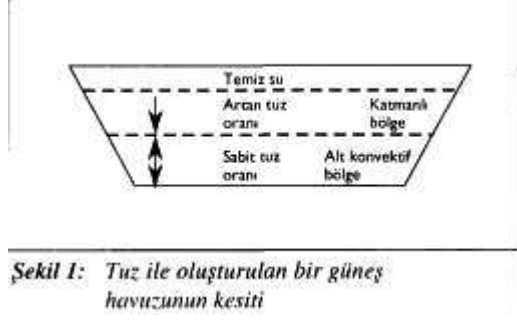
Güneş havuzları, tuzlu suyun kaynama noktasının altındaki sıcaklıklarda güneş enerjisinin toplanmasını ve depolanmasını sağlar. Havuzun birim alan için ortalama olarak kazanılan enerji, aynı depolama sıcaklığında çalışan düzlemsel kollektörle kıyaslandığı zaman, havuzun düşük maliyet ve büyük ısı depolama kapasitesi gibi avantajları vardır. Ancak havuzlar çatılar üzerine ve yüksek eğimli yerlere kurulamazlar. Küçük havuzların toprağa karşı izole edilememesi, verimi düşürür.

Güneş havuzlarında genellikle kullanılan tuzlar, sodyum klorür ve magnezyum klorürdür. Güneş havuzları işletme kolaylıkları ve imalatındaki kolay teknolojiye dolayı kullanışlıdır. Biyolojik organizmaların kontrolü ve havuzun temizliği genellikle yüzme havuzuna benzer. Güneş havuzundan ısıyı çekmek için akışkanı pompalamak gerekirken, toplama ve depolama tamamen pasiftir. Yüksek buharlaşma olan bölgelerde, havuzun su seviyesinin eksilmesini önlemek için havuz, su ile takviye edilir. Bu amaç için deniz suyu ve birçok göl suları, düşük tuz içeriğinden kullanılabilir.

Isıl verim suyun berraklığına bağlı olduğu için, suyu mümkün olduğu kadar temiz tutmak önemlidir. Zamanla, böcekler, yapraklar, toz ve rüzgarın getirdiği parçalar havuzun içine düşer. Bu parçalar eğer üst ve orta bölgelerde kalırsa, depolama bölgesine ulaşarak güneş ışığının şiddetini zayıflatır. Bu malzemeler, zaman içinde havuzun dibinde birikir, bir kısmı ise havuz yüzeyinin üzerinde yayılarak kirlenmeyi hızlandırır. Deniz yosunu ve bakterilerin büyümesi, suyun berraklığını azaltır. Bunun için bakır sülfat veya klorür ilavesi yapılır. Toz ve parçacıklar eğer havuz yüzeyinde bulunuyorsa, bunlar yüzeyden temizlenebilir. Birkaç santimetre üstten pompayla alınan su bir filtreden geçirilir ve tekrar havuz yüzeyine geri bırakılır. Bu işlem ışık geçirgenliğini artırır ve havuzun içinde kalan organik madde miktarını azaltır. Dolayısıyla havuza uygulanan kimyasal madde ilavesinin sıklığı azalır.

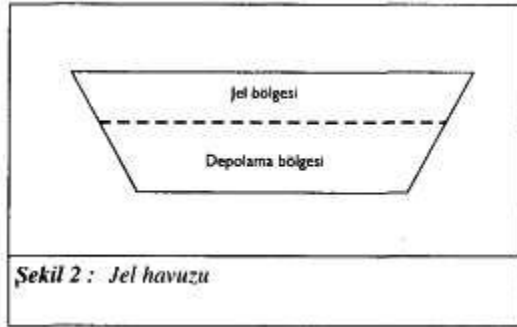
Güneş havuzlarının üç temel tipi vardır. Birinci tip tuz katmanlı güneş havuzudur. Tuz katmanlı bir güneş havuzunda su içinde belli derişimlerde tuz bulunur. Tuz yoğunluğu havuzun üst taraflarında düşüktür. Ancak dibe doğru gidildikçe arlar. Güneş ışığı havuzdaki su tarafından, özellikle siyah taban tarafından absorblanarak, suyun sıcaklığı yükselir. Tuz katmansız havuzlarda, havuzun alt tarafında ısınan su, üstteki soğuk sudan kendisini daha az yoğun bularak, yüzeye doğru yükselir, burada da ısı kaybolur. Tuz katmanlı havuzda, havuzun alt tarafındaki sıcak tuzlu su, üstteki soğuk tabakaya göre daha yoğundur. Ancak tuzlu su, üstündeki daha az tuzlu su. daha soğuk tabakayı aşamaz ve altta kalır. Havuzun üst kısımlarında konveksiyonun önlenmesi, havuzun alt kısımlarının sek sıcaklıklara, hatla hallerde kaynama noktasına ulaşmasına yol açar (1).

Şekil 1'de güneş havuzunun şematik diyagramı görülmektedir. Burada üç ayrı bölge vardır.

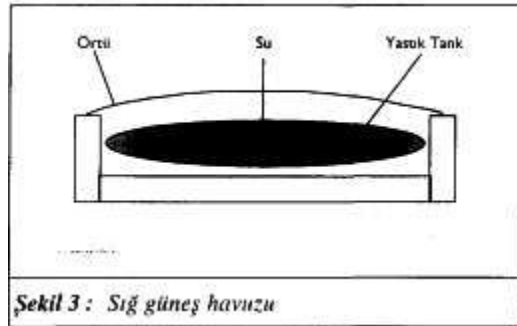


1. Üst konvektif bölge veya yüzey tabakası: Havuzun 0.3 m üstünde oluşan, rüzgar ve yüzey soğuması olan homojen bölgedir. Bu bölge, uygun minimum derinlikle muhafaza edilmelidir. Bakım olarak havuzun yüzeyi temiz su ile yıkanır ve tuz değişim bölgesinin üstüne biraz deniz suyunun ilavesi yapılır.
2. Katmanlı bölge : Farklı derişimlerde tuz içerir ve farklı sıcaklıkta tabakalar vardır.
3. Alt konvektif bölge : Havuzun dibinde homojen bölge olup, enerjinin çekildiği, ısı depolama bölgesidir.

İkinci tip güneş havuzu, Şekil 2'de kesiti gösterilen "jel" havuzudur. Güneş havuzunun üst kısmındaki konveksiyonu önlemenin diğer bir yolu jel kullanmaktır. Eğer yapılabilecek bir jel, sudan daha az yoğun ve optik olarak geçirgense, bu jel su kütlelerinin üstünde durabilir. Bu durum ısı kaybına karşı izolasyonu sağlar ve jel altında bulunan su kütlelerinin güneş tarafından ısıtılması gerçekleşir. Jel; güneş havuzunda bulunan büyük miktardaki tuz ihtiyacını ortadan kaldırır.



Üçüncü tip güneş havuzu sığ güneş havuzudur (Şekil 3). Bu tip bir havuzda sıvı, plastik "yaşlıklar" içinde tutulur. Yaşlıklar kalın beton dilime yerleştirilir ve cam ile kapatılır. Isıtılacak olan su yastıklara gün boyunca pompalanır ve güneş tarafından ısıtılır. Gece olunca su, depoya pompalanır. Bu tip güneş havuzu, tuz ile kararlı güneş havuzuna göre; daha pahalı olmasına rağmen, toplanan suyun içilebilir su olması avantajına sahiptir.



ÖRNEK UYGULAMALAR

Sıcak Su Isıtması

Güneş havutlarının sıcak su ısıtması için mükemmel potansiyelleri vardır. Bu uygulama için 2000 m²'lik bir güneş havuzu Miamişurg, Ohio'da inşa edilmiş olup, halen kullanılmaktadır. Bu havuz açık bir yüzme havuzunu ilkbahar ve sonbaharda ısıtmaktadır. Yüzme havuzu ısıtması, güneş enerjisinin uygulanmasında oldukça uygundur. Çünkü alınan ısı düşük sıcaklıktadır. El Paso, Texas'da inşa edilmiş bir güneş havuzu da, gıda sanayine sıcak su sağlamaktadır (2).

Güneş havuzunun daha genel uygulaması ise endüstride proses için (60°C) sıcak su kaynağı olarak kullanılmasıdır. Böyle havuzların toplam verimi, bölgenin güneşlenme değerleri ve gereken su sıcaklığına bağlı olarak, % 15-40 arasında değişir

Bina Isıtması

Isının depolanma kabiliyeti, kışın bina ısıtması olarak havuzların kullanılmasını sağlayabilir. Havuz düşük sıcaklıklarda bir ön ısıtıcı olarak kullanıldığı zaman, daha yüksek verim elde edilir. İstenilen son sıcaklığa ulaşmak için konvansiyonel enerji kaynakları ile birleştirilebilir. ABD ve Portekiz'de sera ısıtması için güneş havuzları inşa edilmiştir.

Hububat Kurutulması

Güneş havuzları, ılıman zirai bölgelerde hububatın kurutulması için idealdir. Çünkü güneş havuzu maximum sıcaklığa yazın sonuna doğru ulaşır ve havuz tahıl kurutma mevsiminin başında enerjisinin çoğunu depolanmış olarak tutar.

Elektrik Üretimi

İsrail'de çalışma sıcaklığı maksimum 80-90°C arasında olan güneş havuzları vardır. Lut gölü bölgesinde, 7500 m²'lik bir alana sahip olan elektrik üreten büyük bir havuz bulunmaktadır. İsrail Ölü Deniz'de yapılan 250.000 m²'lik güneş havuzu 5 MW, Orta Avustralya'da küçük güneş havuzlu güç istasyonları 20-200 kW aralığında elektrik üretmektedir. Batı Çin'deki kırıç ve seyrek nüfuslu Oinghai ve Xingiang bölgelerinde de benzer uygulamalar vardır (2,4).

Diğer Uygulamalar

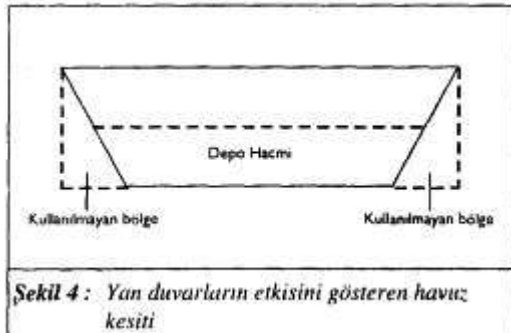
Cape Verde adaları gibi, güneşli ve kuru iklimlerde, suyun tuzunun giderilmesi için güneş havuzundan alınan ısı kullanılmaktadır.

Güneş havuzu, tuz yatakları veya tuzlu göllerde maden ayırma çalışmalarında kullanılabilir. Bu çalışmalar, güneş havuzunun en düşük maliyeti kullanımınıdır. Arjantin'de, sodyum sülfat kullanan 400 m²'lik tuz katmanlı güneş havuzu ticari olarak kullanılmaktadır.

GELİŞEN GÜNEŞ HAVUZU TEKNOLOJİLERİ

Tuzsuz Havuzlar

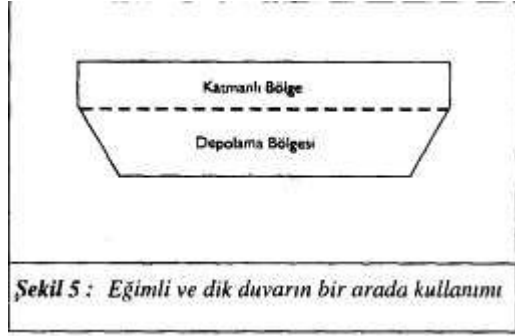
Eğer tuz kirliliğinden oluşan çevre problemi ortadan kaldırırsa güneş havuzlarını sorunsuz çalıştırmak mümkündür. Tuzsuz havuzlar, tuzun bulunmadığı veya ticari güneş havuzundaki tuzların çevreye zarar verdiği durumlarda avantajlıdır. Tuzsuz havuzların en büyük avantajı büyük miktarlardaki tuzun olmamasıdır. Böylece çevreyi tehdit problemi ortadan kaldırılır. Tuzsuz havuzlar aynı zamanda yüzeydeki buharlaşmayı minimuma indirerek kurak bölgelerde kullanılmasını sağlarlar. Havuz akışkanı atmosfere açık değildir, bundan dolayı iyi ışık geçirgenliğini sağlamak daha kolaydır. Bakım ise tuz katmanlı güneş havuzlarından daha azdır.



Alternatif Tuzlar

Güneş havuzları zirai bölgeler için uygun enerji kaynakları olarak kullanılır. Çünkü düşük sıcaklık uygulamaları mümkündür. Ancak toprağın veya suyun kirliliği kesinlikle istenmez. NaCl hem toprak, hem de su için

kirleticidir. Tuz kirliliğinin tehdi, zirai bölgelerde güneş havuzunun ticari gelişiminde en büyük engeldir. Son zamanlarda tuz katmanlı havuzlarda amonyum gübresinin kullanılması başlatılmıştır. Böylece NaCl'den kaynaklanan çevre problemleri ortadan kaldırılır. Gencide havuzun üst bölgesinden her yıl aşırı sağanak yağmurlar veya yıkama nedeniyle taşan su, toprağın ihtiyacı olan azotu geri kazandırır, toprağa fosfor ve potasyum bilinen yollarla ihtiyacı kadar verilir. Tarlanın geri kalanı uygun Azot-Fosfor-Potasyum kombinasyonu ile gübrelenir. Bir takım amonyum tuzlarının termofiziksel özelliklerinin tetkikinde, amonyum nitrat ve amonyum sülfatın her ikisinin de NaCl'e eşdeğer hidrodinamik kararlılık verdiği görülmektedir. Amonyum tuzları zaten yaygın olarak kullanılmaktadır. Gübrelili havuzun ekonomik yönü, NaCl havuzu ile mukayese edilirse, tuz maliyetinde büyük bir fark oluşur. NaCl havuzu için, tuzun maliyeti, başlangıçta girer ve ilave maliyet taşma ile olabilir. Gübrelili havuzda maliyet aynı şekilde başlangıçta girer, fakat taşma ile oluşan ilave maliyet artışı yoktur, çünkü tamamı gübre olarak kullanılır (2),



GENEL DİZAYN NOKTALARI

Bir güneş havuzu normal bir havuzdan oldukça farklıdır. Enerjiyi verimli bir şekilde toplamak amacıyla dizayn kriterlerinin yerine getirilmesi gerekir. Havuzun şekli ve derinliği güneş enerjisini maksimum miktarda toplayacak, ancak minimum maliyette olacak şekilde düşünülmelidir. Aynı zamanda ısı kayıplarını azaltmak için çevre alandaki yeraltı su akıntılarında izole edilmesi gerekir. Diğer parametreler ise ısı etkisi ve çevreye tuzlu su sızıntısıdır (1).

Havuzun Şekli

İdeal bir güneş havuzu toprağa olan ısı kayıplarını azaltmak için daire şeklinde olmalıdır. Ancak bu durum her zaman için pratik değildir. Havuzun verimli olması için 1000 m²'den daha büyük olmalıdır. Yan duvarlar dikey, eğimli veya her iki durumda kombinasyonu şeklinde olabilir. Katmanlı bölgenin derinliği, 1 veya 1.5 metreden daha azdır. Dikey yan duvarlar yukarıya doğru gidildikçe tuz akışını azaltır. Yan duvarların eğimi dikeyden yataya doğru değiştiğinde, katmanlı bölgedeki tuz naklinin yukarıya doğru olan hareket hızı artar. Dik yan duvarların tuz nakil hızı en az olurken, eğimli duvar inşasının maliyeti yüksek olur. Üstelik dikey yan duvarlar, havuzun yüzeyindeki arzu edilmeyen yansıma dalga hareketini artırır. Eğimli duvarlar, güneş havuzunun depo bölgesi içine gölgelerin düşmesini engeller. Ancak, küçük havuzlar için, eğimli yan duvarlar Şekil 4'te görüldüğü gibi depolama bölgesini oldukça azaltırlar. Bu nedenle 1000 m²'den daha az olan küçük güneş havuzları için, havuzun depolama bölgesinin Şekil 5'deki gibi yapılması uygun olmaktadır.

Toprak Yapısı

Güneş havuzlarının inşasında çok değişik toprak tipleri kullanılır. Toprak, güneş havuzu depolama bölgesinden ısıyı kaçırdığından, havuzun performans hızı üzerinde etkisi vardır. Toprak nemlendiği zaman, izolasyon değeri ve ısı iletimi değişir. İdeale bir güneş havuzunun altındaki toprağın kuru olması gerekir. Ancak bunu pratikte yapmak çok zordur. Küçük miktardaki nem bile ısıyı, kuru olan aynı toprağa göre iki misli hızla uzaklaştırır. Bu nedenle güneş havuzu dizayn edilirken etrafındaki ve altındaki toprağın nemini azaltmak önemlidir. Nemli büyük bir kısmı yeraltı su hareketi, yağmur suyu veya tuzlu su kaçağı olarak oluşur (1).

Kararlı Yoğunluk Derecesini Oluşturmak ve Bakımını Sağlamak

Başlangıçtaki tuz konsantrasyonunu oluşturmak amacıyla kullanılan yol; tabandan üstteki kısma doğru azalan derişimlerde tuz çözümlerini hazırlayarak tabakalar halinde ilave etmektir. Bir metre derinliğindeki bir havuz için bu tabakalar altı veya sekiz katman olabilir. Daha düşük yoğunluktaki katmanlar mevcut olanların üzerinde yüzdürülebilir.

Doldurma sırasında olabilecek türbülent karışma ve moleküler difüzyon, merdiven şeklinde oluşturulan ve birbirlerine oldukça yakın derişimde olan belli derişim dereceleri tarafından engellenir. Hirschman (1970) tarafından çok çeşitli tuzlar, örneğin magnezyum klorür (MgCl₂), sodyum nitrat (NaNO₃), sodyum klorür (NaCl) gibi tuzlar önermiştir. Magnezyum klorür (MgCl₂) ve sodyum nitrat, sodyum klorürden daha yüksek doyumluk yoğunluklarına sahiptir. Bu nedenle havuz sıcak olduğu zaman daha fazla kararlılık elde edilebilir.

Havuzun yüzeyinin şeffaf plastik örtüyle örtülmesi fayda sağlar. Bu şekildeki ilave bir izole tabakayla, buharlaşma kayıpları azaltılır. Havuza toz ve yağmurun girmesi engellenir, rüzgarın oluşturduğu yüzey akımları önlenir.

Diğer bir problem tuz kaybıdır ve havuz, tabanından çözeltilerin sızması ile olur. Bunu önlemek için havuz tabanı geçirgen olmayan plastik veya kauçuk tabaka ile kaplanabilir. Güneş havuzunun tabanında yüksek sıcaklıklar olduğundan, organik maddenin bozulması mümkün olup, havuzun altında gaz kabarcıkları oluşabilir. Güneş havuzunun tabanı gaz kabarcıklarının dışarı atılabilmesi için merkezden biraz eğimli olmalıdır. Havuzun ısınması süresince oluşan gaz kabarcıkları yan duvarlara doğru kümeler. Oluşan kabarcıklar, yoğunluk farkıyla yukarıya doğru yükselirken, tabandaki çamuru yukarıya getirirler, bunu önlemek için gaz olan noktalara çek valfler yerleştirilebilir. Gaz kabarcıklarının gelişigüzel yüzeye çıkması, güneş havuzunun katmanlarına büyük zarar verir (1,3).

KAYNAKÇA

1. Solar, Ponds, R. Peter Fyntı, Ted H. Short, The Ohio State University, February 1983.
2. Regional applications of solar ponds, R.J. Hull, Sustainable Development of Natural Resource in the Third World, Columbus, Ohio, September 1985.
3. Solar Energy Engineering, Edited by A.A.M. Sayigh, Academic Press, 1977.
4. Renewable Energies, P. Dunn, Pergamon Press, 1986.