

Investigation of Heat Pipe for Solar Energy Applications

Engin Özbaş^{1*}, Yonis Mohamud²

¹Yesilyurt Demir Celik Vocational School, Ondokuz Mayıs University, Turkey

²Graduate School of Sciences, Ondokuz Mayıs University, Turkey

*Corresponding Author: engin.ozbas@omu.edu.tr

+Speaker: engin.ozbas@omu.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Güneş Enerjisi Uygulamalarında Isı Borusu Kullanımının İncelenmesi

Engin Özbaş^{1*}, Yonis Mohamud²

¹Yesilyurt Demir Celik Melek Yüksekokulu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

²Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

*Corresponding author: engin.ozbas@omu.edu.tr

+Speaker: engin.ozbas@omu.edu.tr

Sunum/Paper Type: Oral / Full Paper

Abstract – Energy is one of the indispensable needs of today. Different types of energy sources are used according to the needs. However, the importance of renewable energy sources is increasing due to the fact that fossil fuels are non-renewable energy sources and environmental factors. One of the most important and widespread renewable energy sources is solar energy. Solar energy is used in many thermal applications, especially electricity production. In all thermal applications including solar energy, additional systems can be used, especially in order to ensure good conduction of heat and increase the efficiency of the system in which it is applied. One of these additional systems is heat pipes. The heat pipe is a heat transfer device with high thermal conductivity that enables heat conduction. It is seen that heat pipes which have a wide usage area have been investigated and examined in many academic studies. In this study, especially the use of heat pipe in solar energy applications has been investigated. Academic studies on heat pipes were examined and the use of heat pipe in solar energy systems was classified. According to the classification, heat pipes are used in thermal solar collectors, photovoltaic thermal modules, solar wall applications, solar furnaces and concentrated solar energy systems. The aim of this study is to help young academicians in our country by reviewing these studies.

Keywords – Renewable Energy, Solar Energy, Heat Pipe, Types of Heat Pipe, Thermal Applications

Özet – Enerji günümüzün vazgeçilmez ihtiyaçlarından birisidir. İhtiyaca göre farklı tiplerde enerji kaynakları kullanılmaktadır. Ancak fosil kökenli yakıtların tükenebilir enerji kaynakları olması ve çevresel etkenlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gittikçe artmaktadır. En önemli ve yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de güneş enerjisidir. Güneş enerjisinden başta elektrik üretimi olmak üzere pek çok termal uygulamalarda yararlanılmaktadır. Güneş enerjisi dâhil bütün termal uygulamalarda özellikle ısının iyi bir şekilde iletilebilmesi ve uygulandığı sistemin verimini artırabilmesi açısından ek sistemler kullanılabilir. Bu ek sistemlerden bir tanesi de ısı borularıdır. Isı borusu ısının iletmesini sağlayan yüksek termal iletkenliğe sahip ısı transfer aletidir. Geniş bir kullanım alanına sahip olan ısı borularının pek çok akademik çalışmada araştırıldığı ve incelendiği görülmektedir. Bu çalışmada özellikle ısı borusunun güneş enerjisi uygulamalarındaki kullanımı araştırılmıştır. Akademik çalışmalar incelenerek ısı borusunun güneş enerjili sistemlerdeki kullanım alanı sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırmaya göre ısı boruları termal güneş kolektörlerinde, fotovoltaiik termal modüllerde, güneş duvarı uygulamalarında, güneş fırınlarında ve yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemlerinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar derlenerek ülkemizdeki genç akademisyenlere konu hakkında yardımcı olabilmek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler – Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Isı Borusu, Isı Borusu Tipleri, Termal Uygulamalar

I. GİRİŞ

Çevre kirliliği ve küresel ısınma gibi problemler ile beraber artan kişisel ve toplumsal enerji ihtiyacına katkı sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi ve belki de en önemlisi güneş enerjisidir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarından faydalanılarak pek çok uygulama yapılabilir. En yaygın güneş enerjisi uygulamaları su ısıtma ve elektrik üretimi üzerinedir. Doğrudan elektrik üretimi için fotovoltaiik

(PV) paneller kullanılırken dolaylı elektrik üretiminde güneş enerjisi önce ısı enerjisine sonrasında ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. [1]

Her sistemde olduğu gibi güneş enerjisi sistemlerinde de enerji tasarrufu sağlamaya ve verimi arttırmaya yönelik ek sistemler kullanılabilir. Bu ek sistemlerden birisi de ısı borusudur. Bu çalışmada güneş enerjisi sistemlerinde ısı borusu kullanımı incelenmiştir.

II. ISI BORUSU

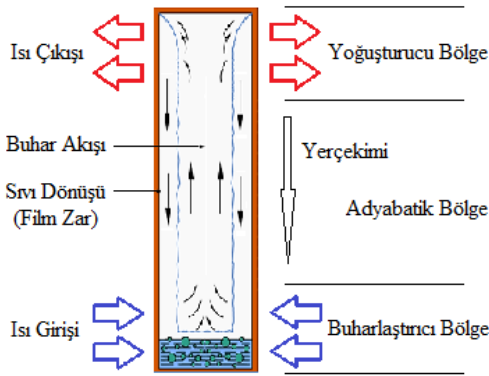
Isı kaynağı ile termal teması sayesinde kapalı yapısı içerisinde bulunan çalışma akışkanının buharlaşması ve yoğunlaşması işlemlerinin gerçekleştiği ısı transfer cihazıdır. Isı kaynağından aldığı enerjiyi buharlaşarak bünyesine alan çalışma akışkanı ulaşması gerektiği yere vardığında taşıdığı ısı enerjisini ileterek yoğunlaşır. Böylece ısı kaynağından aldığı ısı enerjisini bir başka noktaya taşımış olur [1].

III. ISI BORUSU TIPLERİ

Yapılan çalışmalar incelendiği güneş enerjisi uygulamalarında kullanılabilen ısı boru tipleri aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılabilir [2].

A. Fıtılsız Termosifon Isı Borusu

Bu tip ısı borularında çalışma akışkanının dönüşü yer çekimi etkisiyle sağlanmaktadır. Bundan dolayı dikey konumlandırılır. Termosifon olarak da adlandırılan ısı borusu basit tasarıma, düşük maliyete ve yüksek güvenilirliğe sahiptir. Şekil 1'de fıtılsız termosifon tip ısı borusu görülmektedir.



Şekil 1. Fıtılsız Termosifon Tip Isı Borusu [3]

B. Fıtilli Isı Borusu

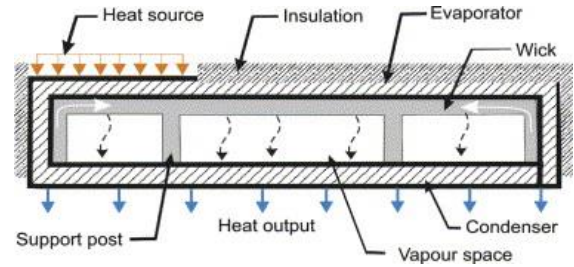
Genellikle yatay konumlandırılan bu ısı borularında çalışma akışkanının dönüşü fitil yardımıyla sağlanmaktadır. Fitil olarak toz parçacıklar, metal elyaf ağ yapısı, oluklu yapı vb. kullanılabilir. Şekil 2'de fıtilli ısı borusunun iç yapısına dair görseller bulunmaktadır.



Şekil 2. Fıtilli Isı Borusu Fitil Tipleri [4]

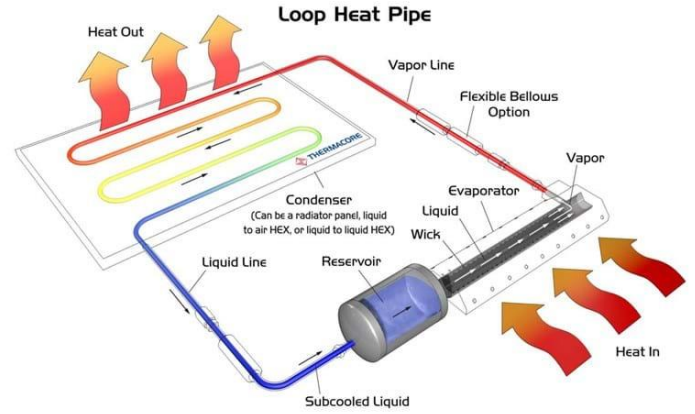
C. Düz Plaka Isı Borusu

Şekil 3'de görüldüğü gibi geleneksel dairesel yapının aksine dörtgen yapıdadır. Minyatür tasarıma, düşük maliyete ve yüksek güvenilirliğe sahiptir.



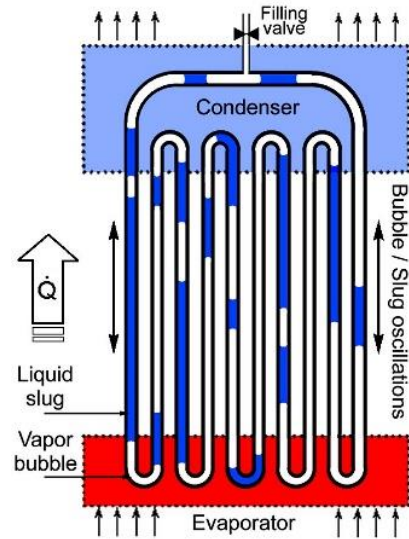
Şekil 3. Düz Plaka Tip Isı Borusu [5]

D. Döngüsel Tip Isı Borusu



Şekil 4. Döngüsel Tip Isı Borusu [6]

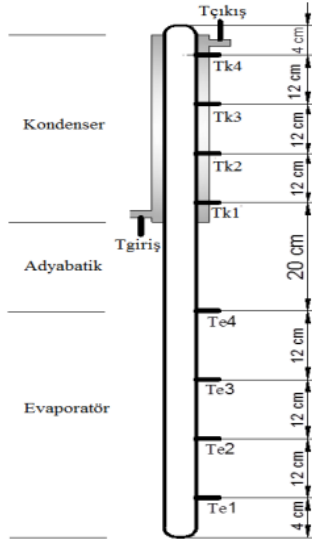
E. Atımlı (Pulsating) Tip Isı Boruları



Şekil 5. Atımlı (Pulsating) Tip Isı Borusu [7]

IV. ISI BORUSUNDA TERMAL DİRENÇ

Termal direnç, malzeme veya nesnenin bir ısı özelliğidir ve ısı akışına gösterilen zorluk olarak ifade edilebilir. Isı akışının olduğu her yerde termal direnç bulunmaktadır. Bu durum ısı boruları için de geçerlidir. Kullanılan malzeme ve çalışma akışkanına göre termal direnç farklılık gösterir. R ile gösterilir ve birimi K/W'dır [8].



Şekil 6. Termosifon Tip Isı Borusu Sıcaklık Ölçüm Noktaları [8]

Şekil 6’da termosifon tip ısı borusu için sıcaklık ölçüm noktaları görülmektedir. Bu tip ısı borusunun termal direnci evaporatör ve kondenser bölümleri arasındaki ölçüm noktalarının sayısı dikkate alınarak hesaplanan ortalama sıcaklık farkının ısıtıcı gücüne oranlanmasıyla bulunur [8].

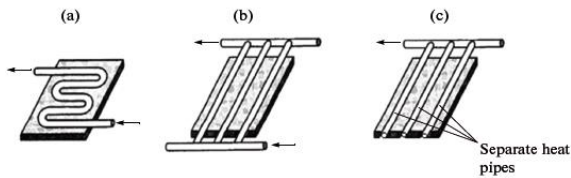
$$\Delta T = \left(\frac{T_{e1} + T_{e2} + T_{e3} + T_{e4}}{4} \right) - \left(\frac{T_{k1} + T_{k2} + T_{k3} + T_{k4}}{4} \right)$$

$$R = \frac{\Delta T}{Q_{giriş}}$$

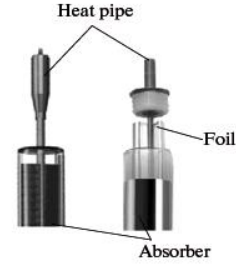
Termal direncin düşük olması ısının evaporatörden kondensere daha iyi taşındığını gösterir. Termal direnci düşürmek için farklı boru malzemeleri, farklı çalışma akışkanları kullanılabilir. Günümüzde nano-teknolojinin gelişmesiyle birlikte ısı borularında nano-parçacık kullanımı ile termal direncin azaltılmasına yönelik pek çok çalışma yapılmaktadır.

V. GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARINDA ISI BORUSU

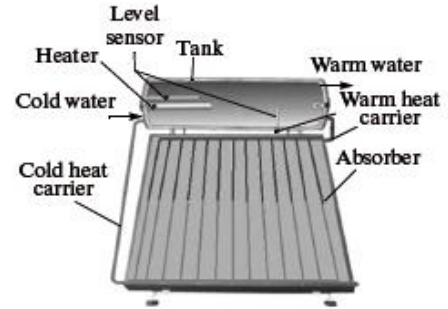
A. Termal Güneş Kolektörlerindeki Uygulamaları



Şekil 7. Düzlemsel Kolektör Uygulamaları [2]

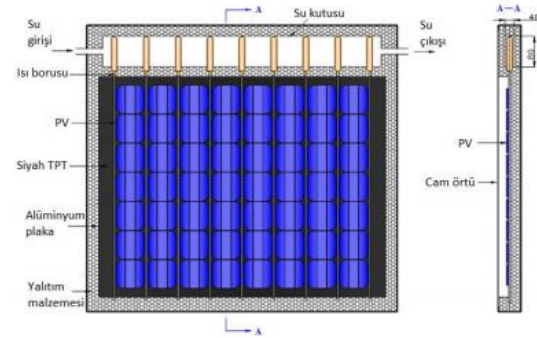


Şekil 8. Vakumlu Cam Tüp Uygulamaları [2]



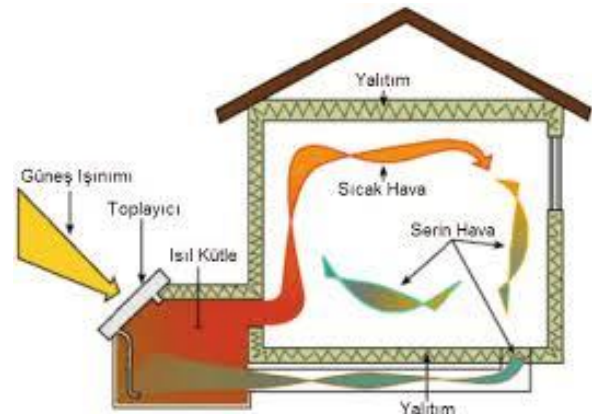
Şekil 9. Vakum Tüplü Kolektör Uygulamaları [2]

B. Fotovoltaik Termal Modüllerdeki Uygulamaları



Şekil 10. PV/T Uygulamaları [9]

C. Güneş Duvarı Uygulamaları



Şekil 11. Güneş Duvarı Uygulamaları [10]

D. Güneş Fırını Uygulamaları



Şekil 12. Güneş Fırını Uygulamaları [11]

E. Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Uygulamaları



Şekil 13. Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Uygulamaları [12]

KAYNAKLAR

- [1] E. Özbaş, "Experimental Study of Thermal Performance and Pressure Differences of Different Working Fluids in Two-phase Closed Thermosyphons Using Solar Energy", Journal of Polytechnic, 22 (1): 121-128, 2019.
- [2] S. M. Khairnasov and A. M. Naumova, "Heat Pipes Application to Solar Energy Systems", Applied Solar Energy, 52 (1): 47-60, 2016.
- [3] D. Jafari, A. Franco, S. Filippeschi, P. Di Marco, "Two-phase closed thermosyphons: A review of studies and solar applications", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53: 575-593, 2016.
- [4] <https://www.radianheatsinks.com/heatpipe/>
- [5] R. Boukhanouf, A. Haddad, M.T.North, C. Buffone, "Experimental investigation of a flat plate heat pipe performance using IR thermal imaging camera", Applied Thermal Engineering, 26 (17-18): 2148-2156, 2006.
- [6] <https://www.jhcss.com.au/products-1/thermal-management/heat-pipes-heat-exchangers>
- [7] http://iramis.cea.fr/spec/Phoce/Vie_des_labos/Ast/ast_visu.php?id_ast=2271
- [8] E. Çiftçi, A. Sözen, E. Karaman, "TiO₂ İçeren Nanoakışkan Kullanımının Isı Borusu Performansına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi", Politeknik, 19 (3): 367-376, 2016.
- [9] E. Kırtepe, A. Güngör, "Binalarda Bütünleşik Güneş Enerjisi Uygulama Örnekleri", 13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 303-328, 2017.
- [10] R. K. Demircan, A. B. Gültekin, "Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi", 2nd International Sustainable Buildings Symposium, 839-847, 2015.
- [11] H. İ. Varyenli, M. B. Özdemir, H. Kaçmaz, F. Kılıç, "Farklı Tipteki Güneş Ocaklarının Tasarımı, İmalatı ve Performanslarının Deneysel İncelenmesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part: C, Tasarım ve Teknoloji, 2(4): 333-342, 2014.
- [12] <https://www.elektrikde.com/yogunlastirilmis-gunes-sistemleri-csp/>

VI. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan sınıflandırma ve görsellerden anlaşıldığı gibi hemen hemen bütün güneş enerji sistemlerinde ısı borusu kullanımı mümkündür. Isı borusunun yapısı gereği oluşturduğu termal direncin istenmeyen bir durum olması özellikle PV/T sistemlerinde atık ısının değerlendirilmesi noktasında daha yaygın kullanılabilirdiği düşünülebilir. Özellikle termosifon tip ısı borusunun daha yaygın kullanımı olduğu için bu tip ısı borularının termal direncinin öneminden ve hesabından bahsedilmiştir. Termal direncin azaltılmasına yönelik çalışmalar ile güneş enerjisi uygulamalarında ısı borusunun daha etkili kullanılabilirdiği ön görülmüştür. Enerji tasarrufuna ve verimliliğinin artırılmasına yönelik AR-GE ve akademik çalışmalarda ısı borusu kullanımına ağırlık verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

VII. SONUÇ

Bu çalışmada ısı borusu tipleri ve yapıları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda ısı borusunun enerji tasarrufu ve verimliliğine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Güneş enerji sistemlerindeki uygulamaları araştırılarak farklı kullanım alanları anlatılmıştır. Bu çalışma ile ülkemizdeki genç akademisyenlere konu hakkında bilgi verilmesi ve ileride güneş enerjili ısı borusu tasarımları hakkında yardımcı olunabilmesi amaçlanmıştır.