

**Makale
(Article)**

Jeotermal Enerji Kullanılarak Termoelektrik Jeneratör İle Elektrik Enerjisi Üretimi

Kemal ATİK*, **Ramazan KAYABAŞI****

*Karabük Üniversitesi Tek. Eğt. Fak. Makine Eğt. Böl., Karabük/TÜRKİYE

**Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük/TÜRKİYE

ramazankayabass@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada jeotermal enerji ile çalışan termoelektrik jeneratör imalatı yapılmıştır. 8 adet TEC1-12706T125 termoelektrik modülün kullanıldığı sistem laboratuvar şartlarında denenmiştir. Termoelektrik modüllerin bir yüzeyi sıcak su ile ısıtılmış diğer yüzeyi şebeke suyu ile soğutulurken elde edilen sıcaklık farkı ile elektrik enerjisi üretilmiştir. Üretilen elektrik enerjisi bir direnç üzerinde harcanarak gerilim, akım ve sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ayrıca üretilen elektrik enerjisi ile LED'li aydınlatma sistemi de çalıştırılmıştır. Bu yöntem ile kolay ve ucuz elektrik enerjisi elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Termoelektrik Modül, Termoelektrik jeneratör, Verim.

Producing Electricity With Thermoelectric Generator By Using Geothermal Energy

Abstract

A thermoelectric generator running on geothermal energy is produced in this study. 8 TEC1-12706T125 thermoelectric modules were used in the system to conduct the tests in laboratory conditions by heating one side with hot water, and the other side with the tap water. Electricity was generated by the temperature difference obtained. The electricity produced was wasted on a resistor and the voltage, current, and the temperature of the system were measured. Besides, a battery was charged with the generated electricity and a LED was fed for illumination. It was seen that electric energy can be produced easily and cheaply by this energy type.

Keywords : Thermoelectric module, Thermoelectric generator, Thermal efficiency

1. GİRİŞ

Dünyadaki genel elektrik üretim sistemlerinin çevresel ve ekonomik etkileri dikkate alındığında alternatif enerji kaynaklarına olan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Kömür, petrol, doğalgaz, LPG, odun, biyogaz, gibi tüm fosil yakıtlar ile hidrolik, rüzgâr, dalga enerjileri gibi enerji temini için kullanılan tüm enerji kaynakları sınırlıdır

Nükleer enerji, üretme ve geri dönüşüm sırasında çok büyük dikkat isteyen bir enerji türüdür. Yakıt olarak kullanılan maddelerin nükleer reaktörden çıkarıldıktan sonra depolandıkları yerlerde yüz yıllarca çevreye radyasyon yaymaya devam etmektedirler. Depolama bölgelerinden çevreye yayılan radyasyonun kimleri ne zaman nasıl ve ne kadar etkileyeceği bilinmemektedir.

Bu makaleye atıf yapmak için

Atik K, Kayabaşı R "Jeotermal Enerji Kullanılarak Termoelektrik Jeneratör İle Elektrik Enerjisi Üretimi" *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2009, (6), 59-64

How to cite this article

Atik K, Kayabaşı R "Producing Electricity With Thermoelectric Generator By Using Geothermal Energy" *Electronic Journal of Machine Technologies*, 2009, (6), 59-64

Jeotermal enerji varlığını dünyanın kuruluşundan bu yana sürdürmüş temiz bir enerji türüdür. Her geçen yıl yeni jeotermal alanlar bulunmakta ve kullanım alanları hızla artmaktadır. Enerji maliyetlerinin yükselme eğiliminde olduğu günümüzde jeotermal enerji alternatif kaynak olarak önemi artmaktadır.

Jeotermal kaynaklar akışkanların sıcaklıklarına ve taşıdıkları ısı enerjisine bağlı olarak düşük entalpili (akışkan sıcaklıkları 160 °C'den küçük), orta entalpili (akışkan sıcaklıkları 160 °C - 190 °C arasında), yüksek entalpili (akışkan sıcaklıkları 190 °C'den büyük) olarak ayrılmaktadırlar. Düşük ve orta entalpili kaynaklar özellikle ısıtma amaçlı kullanılırlar. Orta entalpili jeotermal akışkanın elektrik enerjisi üretiminde kullanımı için yeni teknolojilerin kullanımı şarttır. Düşük entalpili akışkanların kaplıca-termalizm uygulamaları için önemlidir. Yüksek entalpili akışkanlar ise; elektrik üretimi ve buna bağlı entegre diğer işlerde kullanılırlar [1].

Jeotermal enerjiden farklı yöntemlerle elektrik enerjisi üretmede de kullanılabilir. Yüksek sıcaklıktaki buhardan Santrallerde elektrik üretiminin yanı sıra düşük sıcaklıktaki kaynaklarda da termoelektrik jeneratörlerle elektrik enerjisi üretilebilmektedir.

Termoelektrik jeneratörler iki yüzeyleri arasında sıcaklık farkı olduğunda doğru akım üreten elemanlardır. TE jeneratör konusunda yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir:

Yapılan bir çalışmada ısı enerjisini direkt elektrik enerjisine dönüştüren ve bataryayı şarj eden bir sistem yapılmıştır. Bir mikro kontrolörle maksimum güç noktasını takip etmekte ve 7.99 W güç elde edilmiştir. Kullanılan TE eleman TEP1-1264-1.5' dir. Bu modülü farklı sıcaklık ve dirençler için denenmiştir [2].

Yapılan bir çalışmada bir sobanın yüzeyine yerleştirdikleri TE jeneratörden elektrik enerjisi elde edilmiştir. Sıcak kaynak olarak soba, soğuk kaynak olarak ise oda havası sıcaklığının kullanıldığı çalışmada elde edilen güç yaklaşık 4 W' tır [3].

Yapılan bir çalışmada güneş enerjisinden yararlanarak TE jeneratörden elektrik elde edilmesi ve bu elektrikle TE soğutma yapılmasını teorik olarak hesaplanmıştır. 30 kuzey enlemindeki bir bölgenin için bütün yıl ve farklı TE eleman sayıları için soğutma gücü hesaplanmıştır [4].

Yapılan bir çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren mikro denetleyici kontrollü termoelektrik jeneratör yapılmış ve sistem test edilmiştir [5].

Yapılan bir çalışmada güneş enerjisini yoğunlaştırarak termoelektrik jeneratörlerle elektrik üretimi yapılmıştır [6].

Bu çalışmada termoelektrik (TE) modül yardımıyla ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren termoelektrik jeneratör uygulaması yapılmıştır. Verimleri çok düşük olarak bilinen modüllerin seri olarak bağlanıp ısı değiştirici arasına yerleştirilmesi ile kullanım için gerekli olan voltajlara ulaşılmıştır. Kullanılan modül sayısı artırılmak suretiyle temiz ve kolay elde edilebilen jeotermal enerji bulunduğu her yerde elektrik enerjisine dönüştürülebilir.

2. TERMOELEKTRİK JENERATÖRLER

İki farklı metalden oluşan kapalı bir devrede birleşme noktaları farklı sıcaklıklarda bulunursa, bu yüzeyler arasında Jeul etkisi, Feuer etkisi, Peltier etkisi ve Seebeck etkisi geçerli olur. Seebeck etkisi; farklı iki malzemedeki bir devrede, iki jonksiyon (birleşme) farklı sıcaklıklarda olduğunda malzeme uçlarında ölçülen gerilimin sıcaklık farkıyla orantılı olduğunu ifade eder. Seebeck etkisine göre devreden ölçülen voltaj

$$V = \alpha \Delta T$$

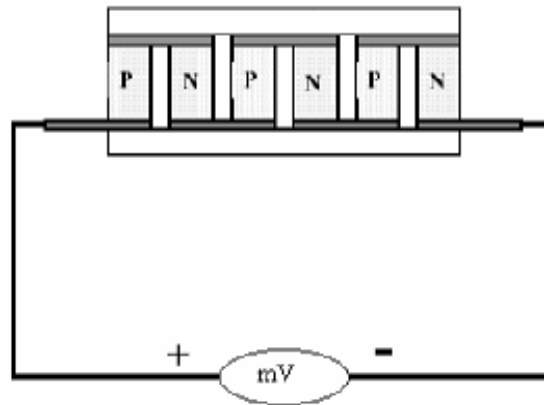
(1)

Burada α Seebeck katsayısı, ΔT sıcaklık farkıdır. α 'nın değeri; devreyi oluşturan malzemelerin özelliklerine bağlıdır.

$$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 \quad (2)$$

Burada α_2 ve α_1 kullanılan malzemelerin özellikleridir.

Örneğin bakır konstantan'dan yapılan bir termokupl için $\alpha = 40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 'dir. Yani her 1°C sıcaklık farkı için $40 \mu\text{V}$ 'luk voltaj üretir. α 'nın değeri $100 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 'dan büyük olan yarı iletkenlere, termoelektrik yarıiletkenler denir. N tipi yarıiletken için α değeri negatif, P tipi yarıiletken için α değeri ise pozitifdir. Şekil 1. de Bir TE modülde Seebeck voltajının ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 1. Bir TE modülde Seebeck Voltajının Ölçümü

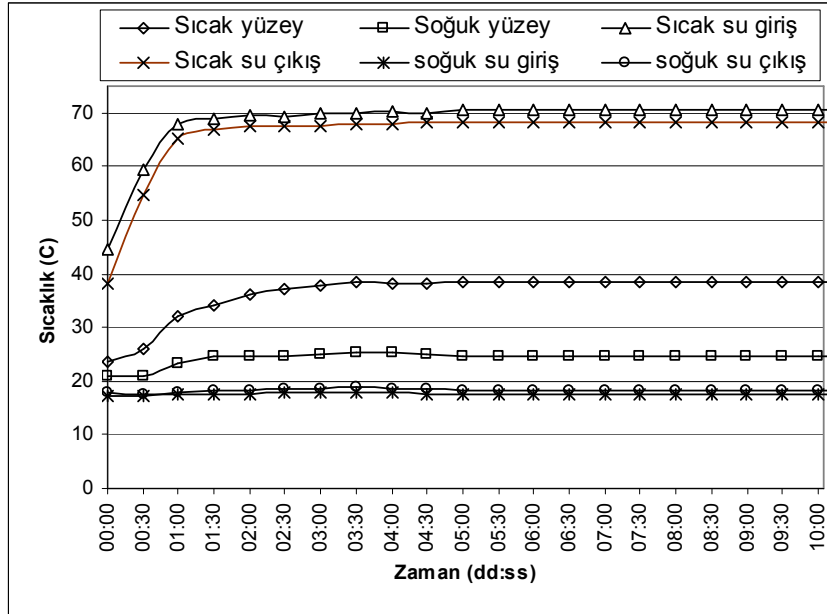
Termoelektrik jeneratörlerin özellikleri, hareketli parçalar içermemeleri, sessiz olmaları, uzun ömürlü olmaları, bakım gerektirmemeleri ve her pozisyonda çalışabilmeleridir.

3. MALZEME ve METOT

TE jeneratör içinde, ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren TEC1-12706T125 kodlu TE modülden 8 adet kullanılmıştır. Bir yüzeyden sıcak su, diğerinden şebeke suyu geçirilerek TE jeneratörün elektrik üretmesi için gerekli olan sıcaklık farkı oluşturulmuştur.

TE jeneratörden en fazla gücü alabilmek için dış direnç iç dirence eşit olarak 16Ω değerinde seçilmiştir. K tipi termokupullarla yapılan sıcaklık ölçümleri ve gerilim ölçümlerinde bilgisayar bağlantılı ADAM 4019+ modülü kullanılmıştır. Visual Basic 6.0 diliyle hazırlanmış olan programla sıcaklık ve gerilim değerleri ekranda okunmakta ve her saniye kaydedilmektedir. Deney süresince TE modül sıcak yüzey, soğuk yüzey, sıcak su giriş, sıcak su çıkış, soğuk su giriş, soğuk su çıkışı ile dış ortam sıcaklığı ve üretilen gerilim değerleri ölçülmüştür.

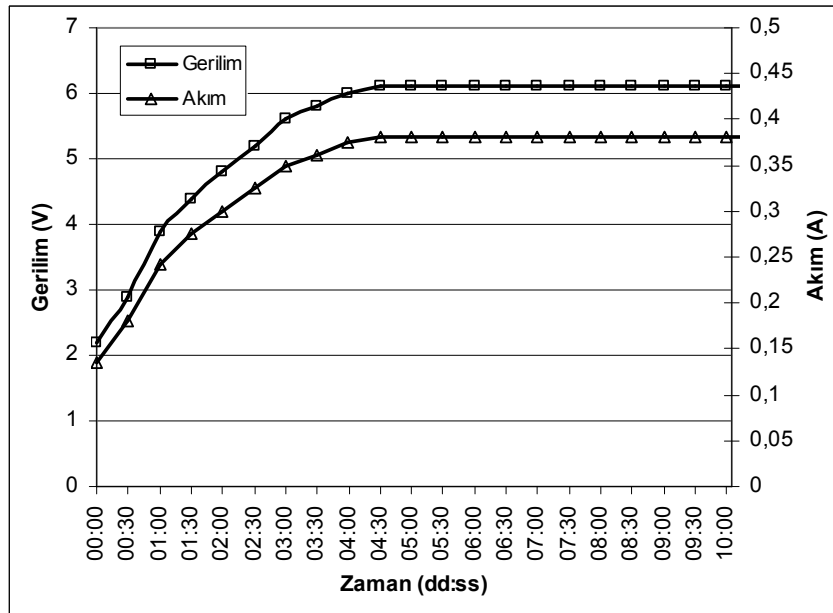
TE jeneratörün karakteristiğini anlamak için farklı su sıcaklıkları ve debilerde birçok deney yapılmıştır. Bu deneylerden birinde elde edilen verilerden Şekil 2. teki grafik oluşturulmuştur. Grafikten anlaşıldığı üzere gerilim ve akım değerleri sıcak su giriş ve soğuk su giriş sıcaklıklarına bağlı. Isı değiştiricinin yüzey sıcaklıkları jeotermal su ve kullanım suyuna bağlıdır. Jeotermal su ile kullanım suyu arasındaki sıcaklık farkı değişimi oranında yüzeyler arası sıcaklık farkı oluşmaktadır. Yüzeyler arası sıcaklık farkı ile gerilim değerleri orantılı olarak artmaktadır. Deneyler sırasında dış sıcaklık 25°C olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. Termoelektrik jeneratör için ölçülen sıcaklık değerleri grafiği

Şekil 3 te ise gerilim ve akım değerleri görülmektedir. % dakika gibi bir sürede sistem rejim haline gelmektedir. Üretilen güç 2.5 W a yakın bir değerdir.

Benzer bir deneyde ise LED li aydınlatma sistemi çalıştırılmıştır. Ekranda gözükten verilere göre sıcaklık farkı 10 °C ye ulaştığında gerilim değeri 5 V'a yaklaşmakta ve lambalar aydınlatmaya başlamaktadır. Gerilim değeri sıcaklık farkı arttıkça orantılı bir şekilde artış göstermektedir.

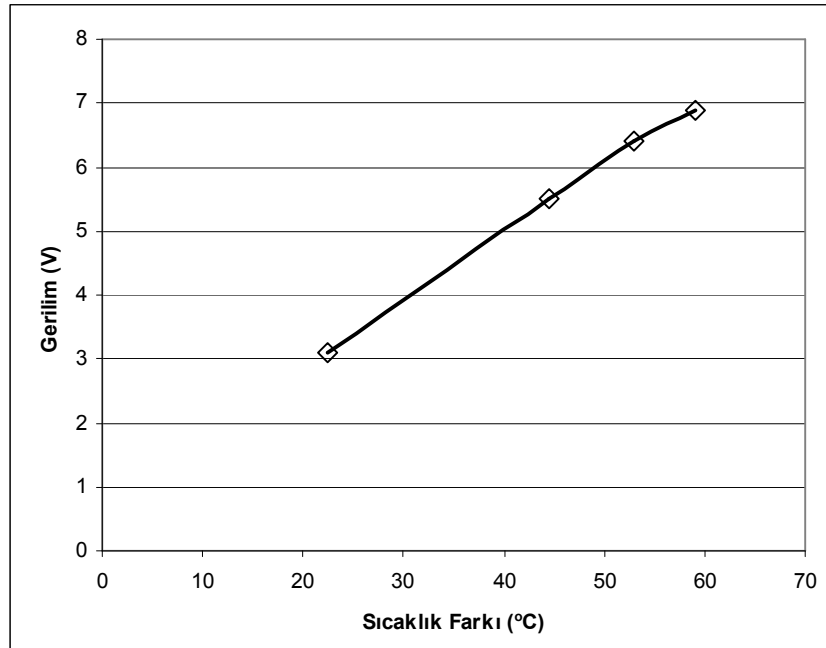


Şekil 3. Termoelektrik jeneratörden ölçülen sıcaklık farkı değerleri



Şekil 4. Üretilen elektrikle LED li aydınlatmanın çalıştırılması.

Farklı su sıcaklıkları için yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek; sıcaklık farkına bağlı olarak üretilen gerilimi gösteren bir grafik Şekil 5 te verilmiştir. Sıcaklık farkı ile üretilen gerilimin doğrusal olarak değiştiği görülmektedir.



Şekil 5. Sıcaklık farkına bağlı olarak üretilen gerilim değerleri

Sıcaklık ve gerilim değerleri grafiğinde görülmektedir ki sıcaklık farkı arttıkça üretilen gerilim değerleri artmaktadır. Sıcaklık farkı azaldıkça gerilim değerleri düşmektedir. Sıcaklık farkı 10 °C nin altına indiğinde gerilim okunabilmesine karşılık ledlerin ışığı azalmakta ve sönmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeotermal kaynakların sıcaklık değerleri termoelektrik jeneratörün çalışması için elverişli olduğu anlaşılmıştır.

Sıcak su girişi 70 °C için gerilim 6 V, üretilen elektriksel güç 2.5 W olarak bulunmuştur. Bu sistem ayrıca LED’li aydınlatma sistemini alıştırabilmiştir. Su sıcaklığı ile üretilen gerilim doğrusal olarak; güç ise parabolik olarak artmaktadır.

Jeotermal enerjinin sabit sıcaklığı sayesinde istenilen güçte TE jeneratör tasarımı yapmak mümkündür. Modül sayısı artırılarak; farklı ebatlarda tasarlanarak farklı ihtiyaçlara cevap vermesi mümkündür.

Termoelektrik jeneratörlerin benzer şekilde motorlardaki atık ısı, soba ve kazan yüzeylerinin ısısı, güneş enerjisi vb. ile çalışması mümkündür.

5. KAYNAKLAR

1. Ültanır, M. Ö., 1998, “Türkiye Açısından Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri 21. Yüzyıla girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Deęerlendirilmesi”, Tüsiad Raporu Yayın No:T/98-12/239,1998, İstanbul
2. Eakburanawat, J., Boonyaroonate, I, 2006, “Development of a thermoelectric battery charger with microcontroller- based maximum power point tracking technique”, Applied Energy, 83, 687–704
3. Nuwayhid, R.Y., Hamade, R., 2005, “Desing and Testing of a Locally Made Loop-Type Thermosyponic Heat Sink for Stove-top Thermoelectric Generators”, Renewable Energy, 30, 1101-1116.
4. Khattab, N.M., El Shenawy, E.T. 2006. “Optimal operation of thermoelectric cooler driven by solar thermoelectric generator”, Energy Conversion and Management, 47, 407-426,
5. Diřlitař, S., Ahiska, R. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Jeotermal Enerjisini Doğrudan Elektrik Enerjisine Dönüştüren Mikro Denetleyici Kontrollü Termoelektrik Jeneratör, International Advented Tecnologies Sempozyum, August 18-20, 2003, Ankara
6. Gür, S., Atik, K., Yogunlaştırıcılı Güneş Kollektörleri Ve Termoelektrik Jeneratörler Kullanarak Elektrik Üretimi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (Iats’09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye