

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILACAK BATARYA YÖNETİM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

UMAS 2017'de sunulmuş ve genişletilmiş bildiridir.

Yunus MARAL¹ Fikret POLAT² Melih AKTAŞ³

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa,
TÜRKİYE

²Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Düzce, TÜRKİYE

³Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Düzce,
TÜRKİYE

melihaktas@duzce.edu.tr

Özet- Doğru akım (DC) ile çalışan, değişik güçlerde üretilebilen, akımın verilen yönüne göre bir tarafı aşırı soğuyan diğer tarafı ise aşırı ısınan elektronik aletlere peltier denir. Peltier, elektriksel olarak seri bağlı, ısı olarak paralel bağlı P ve N tipi yarı iletken malzemelerden oluşur. Alt ve üst yüzeyi seramik kaplıdır. Seramik, ısı olarak iletken, elektriksel olarak yalıtkan özelliği sağlar. Genel olarak peltierlerin COP değerleri düşüktür. Yani uzaklaştırmak istediğiniz yük için konvansiyonel buzdolabı çevrimlerine (refrigeration cycle) oranla sisteme çok daha yüksek bir enerji vermeniz gerekmektedir. Avantajları ise konvansiyonel buzdolabı çevrimlerine göre daha basit ve daha sorunsuz sistemlerdir. Bir de konvansiyonel buzdolabı çevrimlerinde kullanılacak olan kompresörde belli güçlerin altına inildiğinde fiyatları artmakta ve verimlilikleri azalmaktadır (bu verimlilik azalması sonucu da sistemin COP' si azalmaktadır). Bu çalışmada peltier malzemelerin elektrikli araç bataryalarının soğutulmasında kullanılabilme kapasitesi araştırılmış ve batarya ünitesinin ısı gücünün ölçümüyle ilgili deney düzeneği kurulmuştur. Deney düzeneğinde, sıcaklık değerlerini kayıt etmek için gerekli veri toplama sistemi, suyun debisini ölçmek için rotametre, sıcaklık ölçümleri için termokuple elemanları, veri toplama sistemini bağlamak için netbook bilgisayar, suyun giriş ve çıkış sıcaklıklarını okumak için gerekli karıştırıcı ara elemanlar (T-junction), pompanın devrinin kontrolünü sağlayan frekans kontrol cihazı bulunmaktadır. Yapılan deneyler sonucunda ortam, su giriş-çıkış ve batarya sıcaklık değerleri ölçülmüş ve karşılaştırmalı olarak grafikler elde edilmiştir. Deneyler esnasında peltier ile bataryaların etkin bir şekilde soğutulabildiği ve bataryanın güvenli sıcaklık aralığı olan -20 ile 60 derece arasında tutulabildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Batarya yönetim, Peltier, Elektrikli araç.

DETERMINATION OF LEAF SPRING FATIGUE LIFE FOR VEHICLE SUSPENSION SYSTEM

Abstract-Leaf springs are suspension components that provide driving comfort and safety. They store energy generated by loads on the chassis and powertrain. Leaf spring, a portion of the road from sudden force is transferred to the chassis, decreasing by absorbing the force of friction between the plates. Therefore, one of the important parts

of the vehicle are exposed to moving the variable load of the suspension system is used, that the leaf spring. In this study static analysis was performed with data received from bumpy road. Than front and rear leaf string fatigue life analysis were performed and determined.

Key Words- Suspension Components, Leaf Springs, Fatigue Analysis.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Termoelektrik soğutma sistemleri, sıcaklık dengelemesi veya ortam sıcaklığının altında bir soğutmanın gerektiği uygulamalarda kullanılan, hareket eden elemanı olmayan, ısı pompası olarak kullanılan cihazlardır[1-3]. Termoelektrik soğutma, N ve P tipi yarı iletken metal çiftlerinden oluşmuş bir veya daha çok modülden, bir doğru akımın geçmesi ile elde edilir[2-4]. Termoelektrik soğutma, akımın yönüne bağlı olarak zıt uçlarda gözlenen sıcaklık artışı ve azalışını açıklayan Peltier etkisine dayanır[3]. Termoelektrik modülü oluşturan N tipi ve P tipi yarıiletken malzemeler elektriksel olarak seri, ısıl olarak paralel bağlıdır. Teknolojinin gelişimine paralel olarak, elektronik malzemelerin optimum verimde çalışabilecekleri sıcaklık aralıkları da önceden belirlenebilmektedir. Dolayısıyla bu tür malzemelerin soğutulması günümüz teknolojisi açısından son zamanlarda daha da önem arz etmektedir. Termoelektrik soğutma sistemlerinin tasarımı, analizi ve uygulamaları ile ilgili konularda çeşitli çalışmalar yapılmış olup araştırmacıların konuya ilgisi günden güne artmaktadır. Termoelektrik soğutucuların diğer soğutma sistemlerine göre birçok üstünlükleri vardır. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir[4,6]:

- Termoelektrik soğutucular, bir nesnenin sıcaklığını çevre sıcaklığının altına düşürürken, çevredeki sıcaklık ne olursa olsun, nesne sıcaklığını dengede tutarlar.
- Kullanım amacına göre ısıtıcı veya soğutucu olarak kullanılabilirler.
- Miliwatt'tan Kilowatt'a kadar değişen bir yelpazedeki uygulamalar için kullanılabilir.
- Peltier elementler çeşitli voltaj ve ebatlarda olabilirler, 6-12-24 V çalışanları vardır.
- Peltier soğutucuların hareketli herhangi bir parçası yoktur. Dolayısıyla az bakıma ihtiyaç vardır.
- Peltier soğutucular uzun ömürlüdürler. Ömür testlerinde sürekli rejimde 100.000 saat çalışabildikleri görülmüştür.
- Peltier soğutucular, herhangi bir soğutucu akışkanı içermez. Dolayısıyla doğa ve çevre dostudurlar.
- Pozisyona bağımlı değildirler. Yatay veya dikey her konumunda çalışabilirler. Hatta yerçekimsiz ortamda bile çalışırlar.
- Çok hassas, sıkı ve küçük ortamlarda çalışabilirler.

Termoelektrik soğutucuların dezavantajları ise şöyle sıralanabilir:

- Peltierin sıcak yüzü ile soğuk yüzü arasında yaklaşık 50-60°C sıcaklık farkı vardır. Dolayısıyla peltier ile çok düşük sıcaklıklara ulaşmak istiyorsak sıcak yüzeyi, çok iyi soğutmak zorundayız. Aksi halde peltier yanabilir.
- Bilgisayar için peltier destekli soğutma çözümleri tercih edilmemektedir. Nedeni kullanım güçlüğüdür. Her şeyden önce peltier çok fazla güç çektiği için sistemin bağlı olduğu güç kaynağı dışında bir güç kaynağına bağlanmalıdır. Elektrik sarfiyatı çok yüksek olduğu için günlük kullanıma uygun değildir.
- Peltier ile yaşanabilecek diğer bir olası sorun elektrik kesildiğinde karşımıza çıkar. Elektrik kesilince bilgisayar ile birlikte peltier de kapanır ve sıcak yüzeyindeki ısı soğuk yüzeye ve oradan soğuttuğumuz parçaya akmaya başlar ki bu da istenmeyen sonuçlar doğurabilir.
- Peltier soğutucuların soğutma ve ısıtma katsayıları(COP) düşüktür. 0.3-0.7 arasındadır. Oysa klasik soğutma makinalarında bu değer 2-4 arasındadır.

- Peltier soğutucular, yüksek soğutma yükleri için uygun değildirler, buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemleri ile rekabet etmeleri mümkün değildir.
- DC besleme gerektirirler.

Termoelektrik modüllü soğutma uygulamaları ile ilgili ilk çalışma Rusya'da St.Petersburg'daki Loffe Enstitüsünde prototip olarak yapılmıştır.

Peltier malzemenin mevcut zaman içindeki durumu ve gelişiminin incelendiği bir çalışmada, peltier kullanılarak dizayn edilmiş standart bir hava-hava modüler soğutma ünitesi için, soğutma gücü ve soğutma tesir katsayısının (COP), çok yüksek termoelektrik verim elde edilmesine etkisi ve sistemin maliyeti incelenmiştir. Ayrıca peltier soğutucunun COP değeri küçük bir kompresörün COP değeri ile karşılaştırılmıştır. Peltier malzeme ile soğutmada, peltier malzemenin dış ve iç yapısında kullanılan malzemelerin ve yarı iletkenlerin soğutmaya olan etkisi de araştırılmıştır. Peltier soğutucunun soğutma sistemleri içindeki yeri; performansı, kompakt yapısı, kullanım alanları ve ekonomik boyutu göz önüne alındığında, peltier modüllerin 10–15 yıl içerisinde mikroelektronik alanındaki büyük gelişime benzer bir şekilde gelişeceği belirtilmiştir[5,6].

2006 yılında yapılan bir çalışmada, elektrik enerjisinin bulunmadığı yerlerde soğutma yapabilmek için elektrik enerjisi ihtiyacını güneş pilinden alan termoelektrik soğutucu imal edilmiştir. Dış ölçüleri 29x29x29 cm ebatlarında olan kabinin ısı kazancını karşılayan termoelektrik modül ve bu termoelektrik modülün elektrik enerjisi ihtiyacını sağlayabilen fotovoltaik sistem (güneş pili) seçimi yapılmıştır. Yapılan sistem farklı dış şartlarda deneysel olarak çalıştırılmış, rejim haline gelmesi gözlemlenmiştir. Termoelektrik soğutucunun soğutma tesir katsayısı (STK) ve güneş pilinin verimini bulmak için; kabin iç ve dış sıcaklıkları, termoelektrik modülün sıcak ve soğuk yüzey sıcaklıkları, güneş pilinden çekilen akım ve gerilim ile güneş ışınım şiddeti değerleri ölçülmüştür. Yapılan deneylerde; 17,80°C dış sıcaklık ve 775 W/m² ışınım şiddetinde kabin içi sıcaklık 4,90°C'ye kadar düşmüştür. Termoelektrik soğutucu için STK 0.90 ve güneş pilinin verimi ise %10 dolaylarında olmuştur. Sistem maliyeti oldukça yüksektir. Burada en büyük payı enerji maliyeti, yani güneş pili almaktadır. Bu sistem şebeke geriliminin olmadığı yerler için uygundur. Ayrıca ülkemizde yaygın olmayan güneş pilleri ve termoelektrik soğutma için örnek bir uygulamadır[7,8].

Bir başka çalışmada, termoelektrik soğutma ile hava soğutma sistemini birlikte kullanarak düşük akustik gürültü ve düşük güç tüketimi ile CPU soğutması amaçlanmıştır. Sonuç olarak, 12 W güç harcayan, 40 dB'den daha az akustik fan gürültüsüne sahip olan kompakt ve sessiz bir soğutma cihazı geliştirilmiştir. Bu çalışma ile bilgisayar işlemcilerinde, hava soğutma sistemi termoelektrik soğutucu ile birlikte kullanıldığında fan gürültüsünün azaltılabileceği ve ısı emicinin soğutma performansının artırılacağına açıklığa çıkarılmıştır[6,9].

Termoelektrik soğutma ile ilgili hem yurtdışı hem de yurtiçinde farklı alanlarda birçok çalışma yapılmıştır. Ancak peltier malzemenin elektrikli araç batarya yönetim sisteminde kullanılması ile ilgili çalışmalar daha başlangıç seviyesindedir ve pratiğe dökülmediği görülmüştür. Bu çalışmada batarya ünitesinin ısı gücünün ölçümüyle ilgili deney düzeneği kurulmuş, sistemin ısı performansı için bazı ölçümler gerçekleştirilmiş ve deney verileri toplanmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada batarya ünitesinin ısı gücünün ölçümüyle ilgili deney düzeneği kurulmuş ve deney düzeneği için gerekli olan aşağıdaki donanımlar sağlanmıştır.

- Sıcaklık değerlerini kayıt etmek için gerekli veri toplama sistemi
- Suyun debisini ölçmek için rotametre

- Sıcaklık ölçümleri için termokupl elemanları
- Veri toplama sistemini bağlamak için netbook bilgisayar
- Suyun giriş ve çıkış sıcaklıklarını okumak için gerekli karıştırıcı ara elemanlar (T-junction)
- Pompanın devrinin kontrolünü sağlayan frekans kontrol cihazı

Deney düzeneği Şekil 1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. Deney Düzeneği (Experimental Setup)

Su çevrimi sisteme devamlı dışarıdan su eklenerek gerçekleştirildi. Deney esnasında sıcak yüzeyi soğutmak için kullanılan döküm parçaya giren suyun giriş ve çıkış sıcaklıklarını ölçmek için termokupllar direk olarak giriş-çıkış borularının üzerine yapıştırıldı. Suyun debisi, ortam sıcaklığı ve bataryanın üzerindeki 3 noktada sıcaklık ölçümleri yapıldı. Sıcaklık ölçümleri için termokupl elemanları yüzeylere alüminyum bantlar ile yapıştırıldı. Bataryanın üzerine yerleştirilen üç termokupl elemanından 1 tanesi Şekil 2’ de görüldüğü gibi peltierin yakınına, diğer 2 tanesi de bataryada ısının esas üretildiği yer olan gövde kısmına yerleştirildi. Peltieri çalıştırmak için sisteme bir de DC güç kaynağı bağlandı ve peltierin çektiği akım ve uygulanan gerilim gözlemlendi.



Şekil 2. Isıl Ölçümler İçin Kurulan Deney Düzeneği (Experimental Setup for Thermal Measurements)

Yapılan çalışmada 4 set deney verisi toplandı.

Set 1: Peltierin performansını görmek için sistem çalışmazken sadece peltier çalıştırıldı.

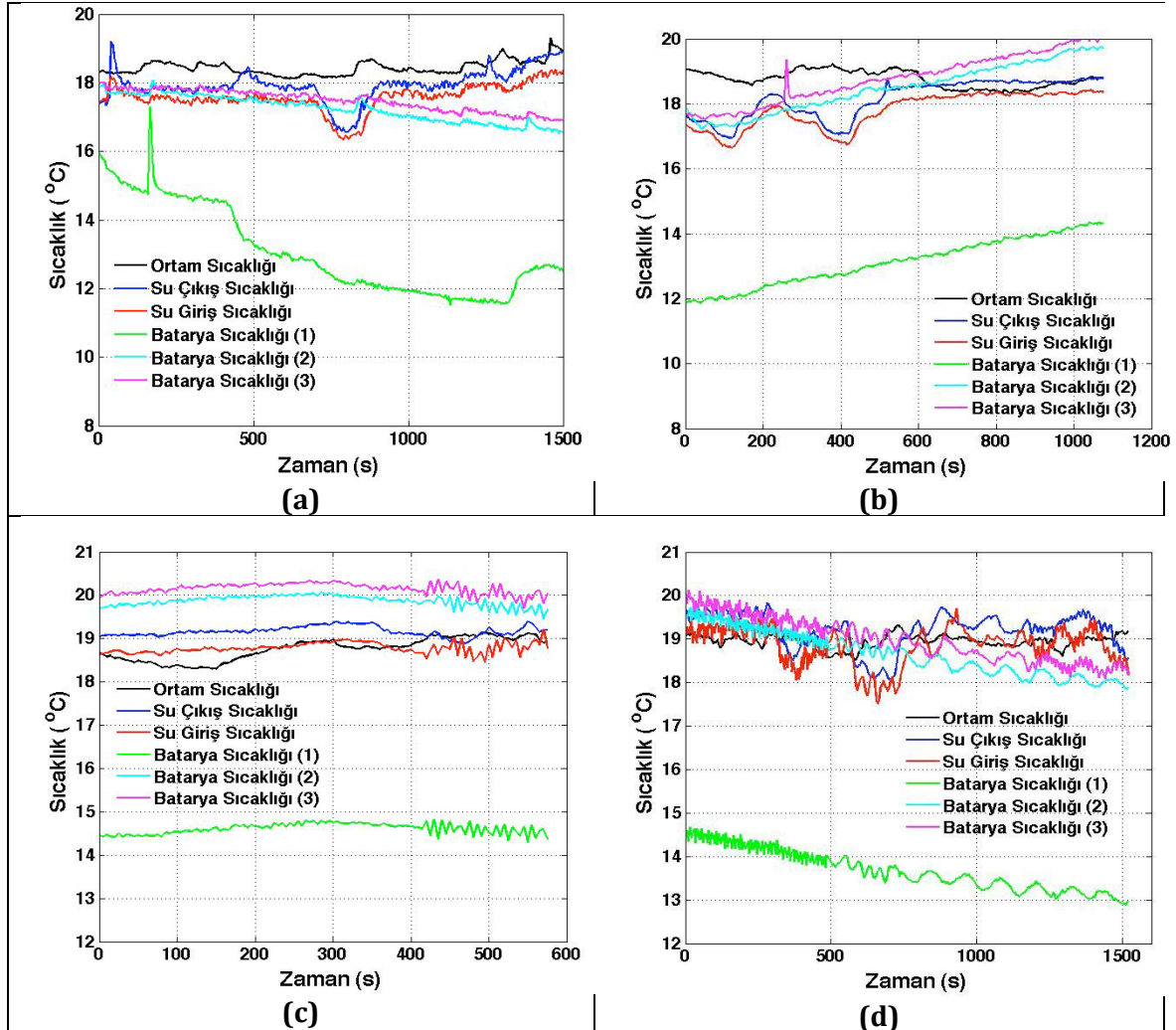
Set 2: Sistem yaklaşık 18 dk boyunca sarj edildi ve sistemin ısıl performansına bakıldı.

Set 3: Yaklaşık 14 dk boyunca sistem çalışmazken sadece peltier çalıştırıldı (bu sırada şarj bağlantıları sökülüp deşarj bağlantıları yapıldı).

Set 4: Sistem yaklaşık 25 dk boyunca deşarj edildi ve sistemin ısıl performansına bakıldı.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Toplanan sıcaklık verilerinin zamana karşı grafikleri Şekil 3' te verilmiştir.



Şekil 3. Ölçülen Sıcaklıkların Zamana Bağlı Grafikleri (a) Set 1, (b) Set 2, (c) Set 3, (d) Set 4
(Time-Dependent Graphs of Measured Temperatures (a) Set 1, (b) Set 2, (c) Set 3, (d) Set 4)

Set 1' de peltiere verilen akım ve voltaj değerleri değiştirilerek (2A-4.27V, 4A-8.45V, 5.56A-11.80V) peltierin soğuk yüzeyindeki sıcaklık gözlemlendi. Buradaki sıcaklığın amper, voltaj ve suyun debisine bağlı olduğu gözlemlendi. Verilen amper ve voltaj artarken soğuk taraftaki sıcaklığın da düştüğü gözlemlendi.

Set 2' de sistem şarj edildi ve bu süreçte sisteme 39A akım verildi. Bataryadaki gerilim bu aşamada 35V' du. 18 dk' lık şarj işleminin sonunda bataryaya gerilimi 35.3 V' a çıktı. Şekil 4-(b)'de görüldüğü üzere 40A akım verilen şarj sürecinde bataryanın sıcaklığı ve su giriş-çıkış sıcaklıkları

zamanla artmaktadır, Buradaki gözlenen durumun nedeni peltierin çalışma koşulları sistemin bu sıcaklıklar için olan ısı yükünü karşılayamamaktadır.

Set 3' te şarj-deşarj arasındaki geçiş yaklaşık 14 dakika sürdü ve bu sürede ölçümler alınmaya devam edildi Bu süre zarfında görüldüğü üzere sıcaklıklar sabit bir seyir izlemektedir. Aslında bu aşamada sistemde yükün olmamasından dolayı batarya sıcaklıklarının düşmesi beklenmektedir, ancak bu aşamada sistem kararlı rejimde olamadığı için sistemin üzerinde birikmiş olan ısı yükü boşalmaktadır. 14 dakikadan daha uzun beklememiz halinde sıcaklıklarda düşme gözlemlenecektir.

Set 4' tedeşarj süresi yaklaşık 25 dakika sürdü. Deşarj işlemi için gerekli bağlantılar yapıldı vedeşarj işleminde sisteme ısıtıcı yükler bağlanarak sistemden 10A akım çekildi. Şekil 4-(d)'de görüldüğü üzere 10A' lik akımın çekildiğideşarj sürecinde batarya sıcaklıkları ve su giriş- çıkış sıcaklıkları azalma eğilimindedir. Çekilen akımın düşük olması nedeniyle peltierin çalışma koşulları sistemin bu sıcaklıklar için olan ısı yükünü fazlasıyla karşılamaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Her 4 set için hesaplanan ortalama değerler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Deneilerde ölçülen değerlerin ortalama değerleri (Mean values of measured values in experiments)

| | Set 1 | Set 2 | Set 3 | Set 4 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Sisteme verilen akım (A) | --- | 40 | --- | 10 |
| Ortam Sıcaklığı (°C) | 18,44 | 18,76 | 18,75 | 18,94 |
| Suyun Giriş Sıcaklığı (°C) | 17,58 | 17,79 | 18,78 | 18,83 |
| Suyun Çıkış Sıcaklığı (°C) | 17,94 | 18,15 | 19,16 | 19,2 |
| Batarya Sıcaklığı (1) (°C) | 13,07 | 13,11 | 14,61 | 13,67 |
| Batarya Sıcaklığı (2) (°C) | 17,23 | 18,47 | 19,87 | 18,65 |
| Batarya Sıcaklığı (3) (°C) | 17,48 | 18,77 | 18,77 | 18,97 |
| Peltiere verilen akım (A) | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Peltiere verilen gerilim (V) | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| Suyun debisi (L/dk) | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

Bu hesaplanan değerlere göre sistemden atılan toplam ısı

$$Q = mc_p(T_{giriş} - T_{çıkış}) = \rho V c_p(T_{giriş} - T_{çıkış}) \quad (1)$$

ifadesiyle hesaplanabilir. Peltiere verilen güç de;

$$\dot{W} = VI \quad (2)$$

ifadesiyle hesaplanabilir. Sistemden çekilen ısı güç ise;

$$\dot{Q}_{batarya} - \dot{Q}_{ortam} = \dot{Q} - \dot{W} \quad (3)$$

ifadesiyle hesaplanabilir. Burada \dot{Q}_{ortam} sisteme ortamdan iletilen ısıyı göstermektedir. Bataryadan üretilen ısı da;

$$\dot{Q}_{batarya} = R_{batarya} I^2 \quad (4)$$

ifadesiyle hesaplanabilir. Burada R bataryaların direncini göstermektedir. Yeni bir Li-Ion bataryanın iç direnci yaklaşık 5 mΩ' dur. Yukarıdaki denklemler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda bataryalardan çıkan ısı değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Hesaplanan ısı değerler (Calculated heating values)

| | Set 1 | Set 2 | Set 3 | Set 4 |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Q(W) | 50,2 | 50,2 | 52,9 | 51,5 |
| W(W) | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Q_{ortam} | 16,2 | 9 | 18,9 | 17 |
| Q_{batarya} | --- | 7,2 | --- | 0,45 |

Yapılan deneyler sonucunda bataryadan atılmak istenilen ısı güç için peltiere göreceli yüksek bir enerji verilmekte ve sonuçta döndürülen su ile hem bataryadan çekilen ısı hem de peltiere verilen enerjinin sistemden uzaklaştırıldığı görülmektedir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] H.Bulut , ‘‘Termoelektrik Soğutma Sistemleri’’ Soğutma Dünyası Sayı 31 Sayfa 9-16,2005
- [2] S.B. Riffat, and X. Ma., ‘‘Thermoelectrics : a review of present and potential applications’’, Applied Thermal Engineering, Volume 23, ss:913-935.2003.
- [3] S. Godfrey, ‘‘An introduction to thermoelectric coolers’’, Electronics Cooling, Volume 2, No 3, ss:30-33.1996
- [4] G. Yalçınkaya,, ‘‘Termoelektrik modül ile soğutma ve deneysel elektrik üretimi’’, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 34-44.2008
- [5] J. G. Stockholm,, ‘‘Current state of peltier cooling’’, IEEE 16th International Conference on Thermoelectrics, Germany, 37–46, 1997
- [6] S.O. TAN, ‘‘Sunucuların Peltier Modüller İle Soğutulması Sisteminin Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi’’ Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, 2013
- [7] K. Atik, ve H. Çakır, ‘‘Doğrudan Bağlantılı Fotovoltaik Soğutma Sistemi’’ ,Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 3, ss:33-37.2006
- [8] C. Yavuz, M. Özkaymak, M. Kaya, ‘‘Termoelektrik Modüllü Su Soğutucusunda Farklı Hava Debilerinin Sistem Performansına Etkileri ‘’ e-Journal of New World Sciences Academy 2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 2A0044
- [9] M. Ikeda,, T. Nakamura,, Y. Kimura, and H. Noda, ‘‘Thermal performance of thermoelectric cooler (TEC) integrated heat sink and optimizing structure for low acoustic noise / power consumption’’, 22nd IEEE Semi-Therm Symposium, Dallas, 144-151 2006