

FARKLI SICAKLIK KONTROL SİSTEMLERİNİN TERMoeLEKTRİK TIP KİTİNİN PERFORMANSINA ETKİSİ

Raşit AHISKA, Uğur FİDAN ve Serkan DİŞLİTAŞ*

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500, Ankara

*Çorum Meslek Yüksekokulu, Hitit Üniversitesi, 19169, Çorum

ahiska@gazi.edu.tr, ufidan@gazi.edu.tr, dislitas@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 17.07.2007; Kabul/Accepted: 09.01.2008)

ÖZET

Kan, aşı, serum, ilaç v.b. tıbbi maddelerin bozulmadan saklanabilmesi için belirli sıcaklık koşullarında tutulması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak geliştirilmiş olan Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti hem birey hem de toplum sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen standartlara göre kanın depolanma sıcaklığı 2°C ile 10°C arasında olmalıdır. Bu çalışmada, bu standartlara uygun olarak ısıtma ve soğutma yapabilen Mikrodenetleyici Kontrollü Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti cihazının elektronik kontrol devreleri geliştirilmiştir. Cihazın iç sıcaklık kontrolü iki farklı yöntemle yapılmış ve kontrol sonuçları karşılaştırılmıştır. Birinci yöntemde analog sensörlü, ikinci yöntemde ise dijital sensörlü devre kullanılarak cihazın sıcaklık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma sonuçlarına göre, Dijital Sıcaklık Sensörlü Kontrol Sistemi (DSSKS) ile yapılan soğutma ve ısıtma işleminin daha fazla enerji tasarrufu sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Taşınabilir termoelektrik tıp kiti, mikrodenetleyici, kontrol, dijital sensör, analog sensör.

THE INFLUENCE OF THE DIFFERENT TEMPERATURE CONTROL SYSTEMS ON THE THERMOELECTRIC MEDICINE KIT'S PERFORMANCE

ABSTRACT

It is need that blood, vaccination, serom and medicine should be existed specific condition so that it is kept without spoil. Portable Thermoelectric Medicine Kit towards this aim. It has a great importance with regard to either person or public health. According to the standards, prepared by World Health Organization (WHO), blood storage temperature should become between 2°C and 10°C. In this study, it is implemented electronic circuits of microcontroller controlled portable thermoelectric medicine kit can produce heat and cool. The inside temperature control of this medicine kit are set by two different method and compared results. The temperature control of this kit is realized with analog sensor and digital sensor. According to the comparisons, control system with digital temperature sensor saves more energy-saving than with analog temperature sensor.

Keywords: Portable thermoelectric medicine kit, microcontroller, control, digital sensor, analog sensor.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kan, aşı, serum, ilaç v.b. tıbbi maddelerin bozulmasında en büyük etken, içinde buldukları ortamın sıcaklık değerleridir. Bu maddelerin bozulmadan saklanıp taşınabilmesi için ortam sıcaklığı Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen standartlara göre devamlı kontrol altında tutulmalıdır [1]. Tıbbi maddelerin taşınması ve korunması için farklı soğutma teknolojilerini kullanan

birçok kit geliştirilmiştir. Bunların önemli bir kısmını termoelektrik soğutmalı sistemler oluşturmaktadır [2-4]. Yapılan araştırmalar termoelektrik kitlerin avantajlarını ortaya koymuştur. Bu sistemlerin verimli çalışması kullanılan termoelektrik modülün kontrolüne bağlıdır. Bu amaca yönelik birçok analog ve dijital kontrol sistemi gerçekleştirilmiştir. Dijital sistemlerin analog sistemlere göre en büyük dezavantajı işlem zamanı gerektirmesidir. İşlem zamanı gerçek zaman (real time) uygulamalarında

önemli olmakla birlikte, günümüzde geliştirilen hızlı işlemciler sayesinde bu sorun giderilmiştir. Ancak kontrol sistemleri üzerindeki araştırmalar sıcaklık kontrolüyle sınırlı tutulmuştur. Termoelektrik kitlerin taşınabilir olmasından dolayı aküyle çalışabilmesi, bunların elektrik tüketimi açısından çok ekonomik olmasını gerektirir. Bu konuda yapılmış bir çalışmanın olmayışı eksiklik olarak görülmüş ve bu çalışmada önceden geliştirilen [2] termoelektrik kitin enerji tüketiminin kontrol sistemlerine göre nasıl davrandığı ele alınmıştır. Tasarımda kullanılan işlemciler sayesinde, sistem daha düşük maliyette ve daha küçük boyutlarda yapılabilmekte ve soğutma ortamı istenen sıcaklık sınırları arasında tutulabilmektedir [5]. Termoelektrik kitte kullanılan dijital kontrol sisteminin, analog kontrol sisteme göre daha randımanlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tıbbi maddelerin bozulmadan saklanması görevli olan kişilere işitsel ve görsel olarak ortamın durumu hakkında sürekli bilgi verilmesi de mümkün olmaktadır.

2. GELİŞTİRİLMİŞ TERMoeLEKTRİK TIP KİTİ SİSTEMİ (IMPROVED THERMOELECTRIC MEDICINE KIT SYSTEM)

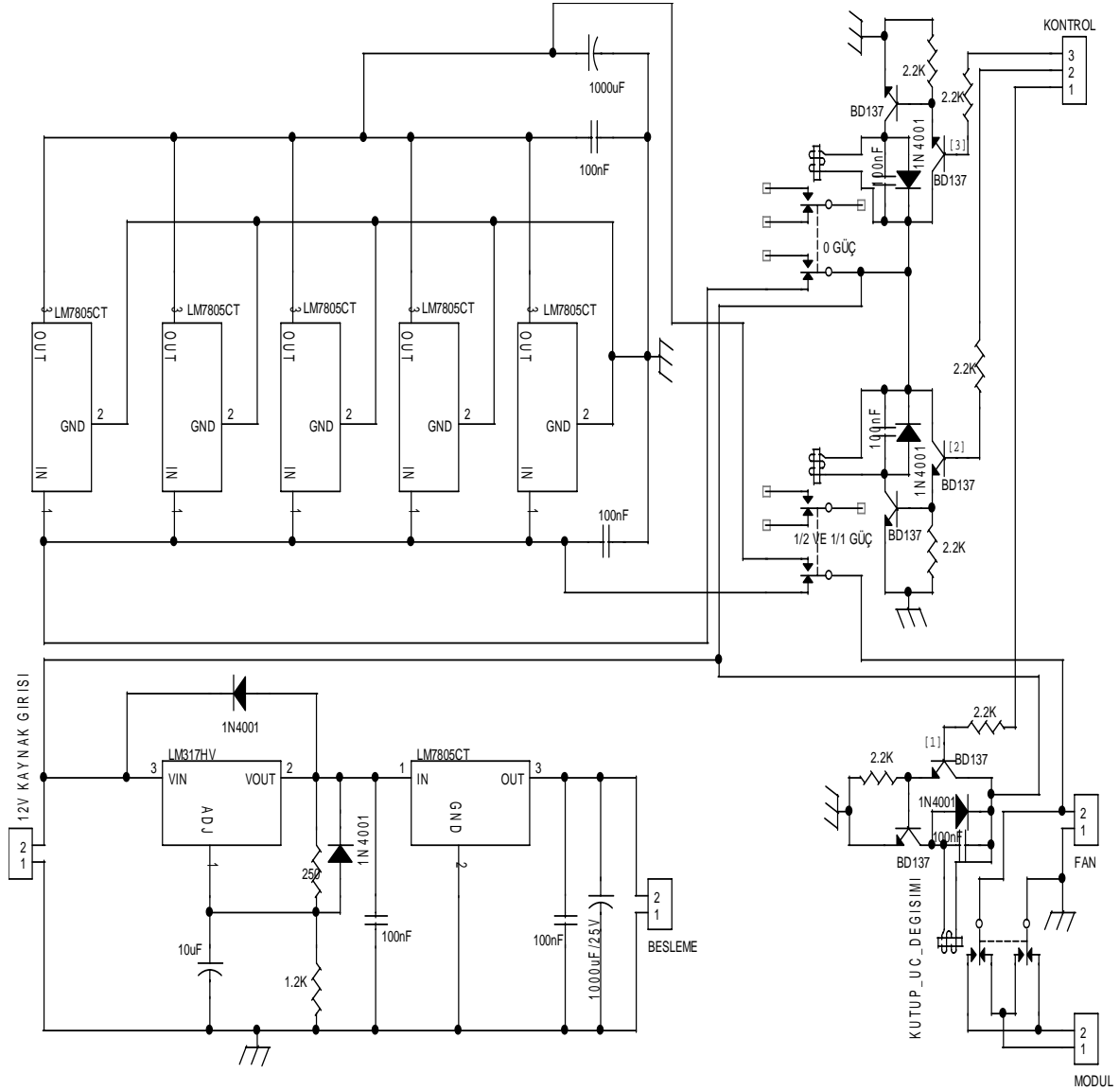
Elektronik kontrol sistemleri herhangi bir sıcaklık sensöründen gelen sinyale göre ana devrenin seçilen parametresini değiştirebilmektedir. Kontrol sistemleri sensör ve devre bakımından farklılık göstermektedirler. Sensör olarak analog ve dijital sistemler mevcuttur. Kontrol devreleri de aç-kapa (on-off), oransal (proportional), bulanık mantık (fuzzy logic) gibi kontrol yapma şekline göre farklı farklı sınıflandırılmaktadır [6-13]. Bu çalışmada on-off analog sensörlü ve on-off dijital sensörlü iki farklı devre tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu devreler AR-GE laboratuvarında geliştirilen termoelektrik tıp kitinin iç sıcaklık kontrolünde kullanılmıştır [2]. Laboratuvar şartlarında iki sistemin uygulama sonuçları karşılaştırılmıştır.

Termoelektrik Tıp Kiti cihazının kontrol sistemi güç kartı ve anakart olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Güç kartı, cihazın tam ve yarı güçte çalışması için gerekli DC gerilimleri üretmektedir. Anakartta kullanılan LM35DZ analog sıcaklık sensörü her 1°C'lik sıcaklık artışı için 10mV gerilim üretmektedir [14]. LM35DZ'nin ürettiği gerilim analog dijital dönüştürücü (ADC) tarafından dijitale dönüştürölmektedir. Anakarttaki 1N4001 ve 1N4048 diyotları ADC'nin referans gerilimini oluşturmaktadır. Kullanılan diyotlar sayesinde her 1°C'lik sıcaklık artışı için ADC çıkışında bir bitlik değişim sağlanmaktadır. ADC çıkışları mikrodenetleyiciyi sürebilmek için 8xBD137'den geçirilerek tamponlanmıştır. ASSKS'nin bundan sonraki çalışması Dijital Sıcaklık Sensörlü Kontrol Sistemi (DSSKS) ile aynıdır.

Termoelektrik Tıp Kiti cihazında, DSSKS'ye ait güç kartı devre şeması Şekil 1'de görölmektedir. Güç kaynağı anakart için gerekli olan besleme gerilimini sağlamaktadır ve LM317 ile LM7805 regüle entegreleri kullanılarak 7.5W gücünde yapılmıştır. Cihazın yarı güçte çalışması için gerekli gerilim, 5xLM7805 regüle entegreleri kullanılarak yapılan 8W'lık DC/DC dönüştürücü ile sağlanmaktadır. Anakarttan kontrol girişine gelen bilgi sinyallerine göre cihazın güç tüketimi ayarlanmaktadır.

Termoelektrik Tıp Kiti cihazında, DSSKS'ye ait anakart devre şeması Şekil 2'de görölmektedir. Anakartta görölen 'Kilit' girişı yazılım kilididir. Bu kilit kapalı olduğu sürece cihaz çalışmamakta ve LCD ekranına "Termoelektrik Tıp Kiti" yazdırılmaktadır. Cihaz, 'Çalışma Koşulu' girişine Lojik 1 verildiğinde soğutma koşulunda, Lojik 0 verildiğinde ise ısıtma koşulunda çalışacak şekilde mikrodenetleyici tarafından ayarlanmaktadır. 'Kaynak Seçimi' komütatörü sayesinde kullanılacak olan besleme kaynağı seçilmektedir. Cihaz istenildiğinde herhangi bir ortamı veya hastanın vücut sıcaklığını ölçebilmek için termometre olarak da kullanılabilir. Anakart üzerindeki 'Kontrol' çıkışı üzerinden güç kartındaki devrelerin kontrolü yapılarak kitin güç tüketimi ayarlanmaktadır.

Anakarttaki devre elemanları için gerekli olan DC gerilim güç kartı üzerinden gelen 'Besleme' girişı ile sağlanmaktadır. Cihazın çalışma şartlarını belirlemek amacıyla, dijital sıcaklık sensörü ile ortamın sıcaklığı sürekli ölçülerek elde edilen veriler mikrodenetleyicinin P3.2 portuna aktarılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken olan en önemli husus, sıcaklık kalibrasyonunun DS1820 tarafından otomatik olarak yapılmasından dolayı ilave bir devre elemanına ihtiyaç duyulmamasıdır [14]. Böyle bir avantaj sayesinde, değişen şartlara bağlı olarak ayrıca bir sıcaklık kalibrasyonu gerekmeceğinden, cihazın daha kararlı çalışması sağlanacak ve ayrıca cihazın seri üretimi kolaylaşacaktır. 'LCD Parlaklık' trimpotu yardımıyla 2x16 karakterlik akıllı göstergenin zemin ışığı ayarlanarak, ekrandaki karakterlerin daha net okunması sağlanmaktadır. Akıllı göstergenin içerisinde bir işlemci ile 192 ayrı karakteri barındıran bir karakter jeneratörü bulunmaktadır. Anakarttan LCD'ye giden 1, 2 ve 3 nolu uçlar, LCD'nin besleme ve parlaklık kontrol girişleridir. 4, 5 ve 6 nolu uçlar ise LCD'ye veri gönderilmesi veya verinin ekrandan tekrar okunması için gerekli olan kontrol uçlarıdır. 7-14 arası uçlar da LCD'nin veriyolunu oluşturmakta olup, bu uçlar kontrol girişlerine bağlı olarak komut veya veri yazılmasında kullanılmaktadır. Kullanıcıya sesli uyarıların yapılması amacıyla, anakart üzerinde yer alan ve NE555 entegresi ile yapılmış bir devre kullanılmaktadır (Şekil 2). Bu devre, mikrodenetleyiciden gelen komutla 750Hz'lik bir sinyal üretmekte ve BD137 ile gerçekleştirilen alçak frekans yükseltici sayesinde sesli uyarı yapmaktadır.



Şekil 1. DS1820 dijital sıcaklık sensörlü termoelektrik tıp kiti cihazı güç kartı devre şeması (Power card device chart of thermoelectric medicine kit with DS1820 digital temperature sensor)

Programlanan AT89LV52 mikrodenetleyici [16] sayesinde cihazın çalışma şartları belirlenmektedir. İki farklı kontrol sisteminde de, cihazın tüm çalışma durumu ve ortam sıcaklığı ekrana sürekli yazılarak kullanıcı bilgilendirilmektedir. Mikrodenetleyicinin sisteme yönelik olarak soğutma ve ısıtma koşulundaki çalışması Tablo 1'de görüldüğü gibi özetlenmiştir. Burada söz edilen sıcaklık değerleri, tıbbi maddelerin bozulmadan taşınması amacıyla Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından standart haline getirilmiş olan sıcaklık değerleridir [1]. Çalışma koşulluna ve ortama bağlı olarak sistemin güç tüketimi ile birlikte sesli ve görsel uyarıların düzenlenmesi mikrodenetleyici tarafından otomatik olarak yapılmaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

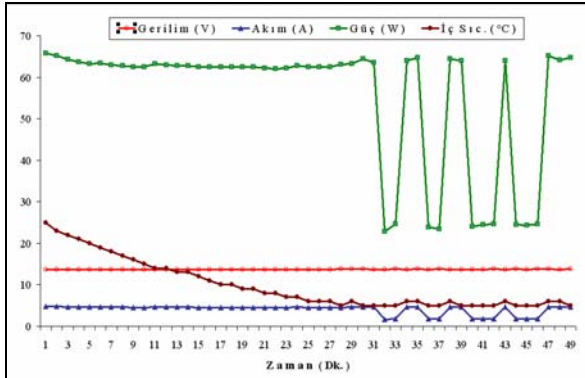
AR-GE'de geliştirilen Termoelektrik Tıp Kiti Peltier prensibi ile çalışmaktadır ve UNICEF

Dünya Sağlık Örgütü Standardına uygun olarak tasarlanmıştır [17-26].

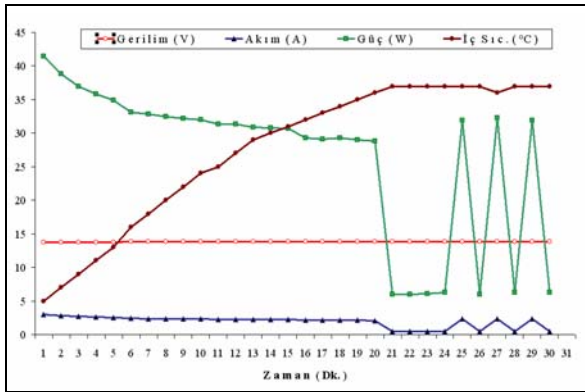
3.1. Güç Tüketimi (Power Consumption)

Tasarlanan analog ve dijital sıcaklık sensörlü devrelerin Termoelektrik Tıp Kitine uygulanmasıyla oluşturulan sistemler laboratuvar şartlarında sırayla test edilmiştir. Test süresi 1 saat tutulmuş ve bu süre içinde kit içindeki sıcaklığın sabit olması sağlanmıştır. Test süresince sıcaklık sensörünün gösterdiği iç sıcaklık ile birlikte akım ve gerilim değerleri de ölçülmüştür. Böylece iki farklı kontrol sisteminin, kitin güç tüketimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Termoelektrik Tıp Kiti soğutucu veya ısıtıcı olarak çalışabildiği için, hem soğutmada hem de ısıtmada her iki kontrol sistemi kullanılarak ayrı ayrı test işlemi yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

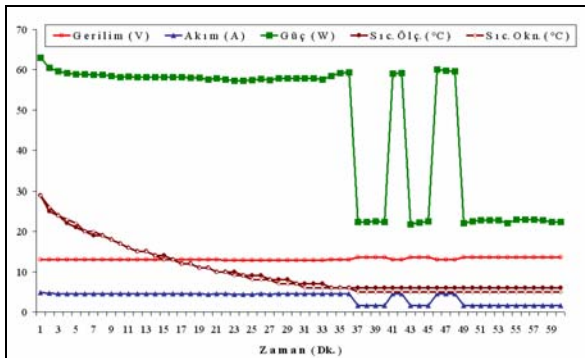
Soğutma ve ısıtma koşulunda; ASSKS'nin, güç tüketimi üzerindeki etkisi sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4'te görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre ASSKS'nin kullanılması ile 1 saatlik çalışma sonucunda ortalama güç tüketimi soğutmada 60W'tan 57W'a, ısıtmada ise 30W'dan 16W'a düşmüştür. Soğutma ve ısıtma koşulunda, DSSKS'nin güç tüketimi üzerindeki etkisi ise sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre DSSKS'nin kullanılması ile 1 saatlik çalışma sonucunda ortalama güç tüketimi soğutmada 60W'dan 47W'a, ısıtmada ise 30W'dan 12W'a düşmüştür.



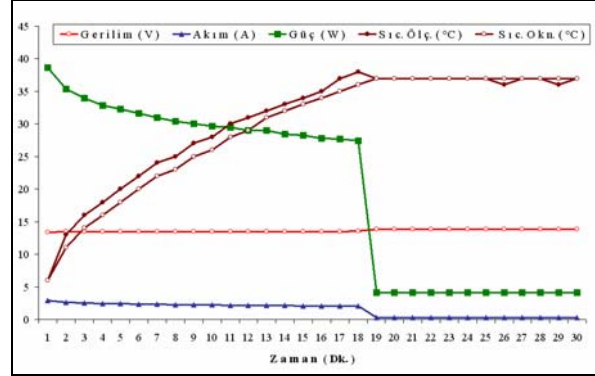
Şekil 3. ASSKS'nin soğutmadaki etkisi (Effect of ASSKS on cooling)



Şekil 4. ASSKS'nin ısıtmadaki etkisi (Effect of ASSKS on heating)

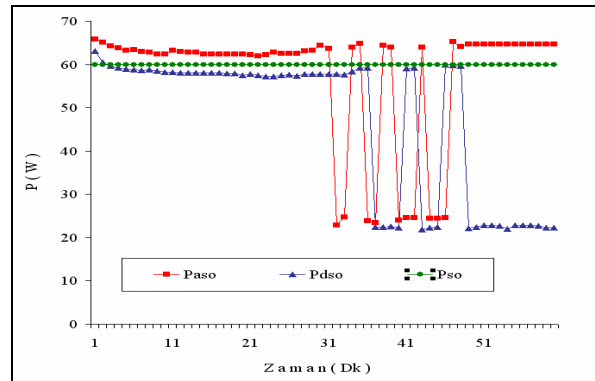


Şekil 5. DSSKS'nin soğutmadaki etkisi (Effect of DSSKS on cooling)



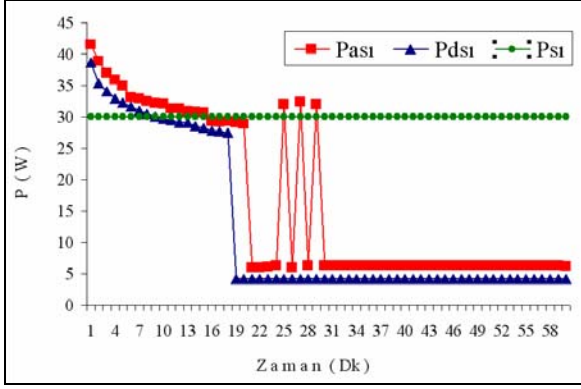
Şekil 6. DSSKS'nin ısıtmadaki etkisi (Effect of DSSKS on heating)

Soğutma koşulunda iken, kontrolsüz ve iki farklı kontrol sisteminin güç tüketimi üzerindeki etkileri Şekil 7'de görülmektedir. Burada Pso soğutmadaki kontrolsüz kitin tükettiği gücü, Pso soğutmadaki ASSKS'nin tükettiği gücü, Pdsi ise soğutmadaki DSSKS'nin tükettiği gücü göstermektedir. Kontrolsüz kitin güç tüketimi sabit olup 60W kadardır ve bu değer kontrollü sistemlere göre daha fazladır. Soğutma koşulunda DSSKS, ASSKS'ye göre daha fazla güç tasarrufu sağlamaktadır. Bu iki sistem arasındaki fark 10W'a kadar çıkmaktadır.



Şekil 7. Soğutma koşulunda ASSKS'nin, DSSKS'nin ve kontrolsüz sistemin güç tüketimine etkileri (Effect of ASSKS, DSSKS and non-control system to power consumption on cooling condition)

Isıtma koşulunda iken, kontrolsüz ve iki farklı kontrol sisteminin güç tüketimi üzerindeki etkileri Şekil 8'de görülmektedir. Kontrolsüz kitin güç tüketimi sabit olup 30W kadardır ve bu değer kontrollü sistemlere göre daha fazladır. Isıtma koşulunda da DSSKS, ASSKS'ye göre daha fazla güç tasarrufu sağlamaktadır. İki sistem arasında ortalama 4W'lık güç tüketim farkı meydana gelmektedir. Burada Pso ısıtmadaki kontrolsüz kitin tükettiği gücü, Pdsi ısıtmadaki ASSKS'nin tükettiği gücü, Pdsi ısıtmadaki DSSKS'nin tükettiği gücü göstermektedir.



Şekil 8. Isıtma koşulunda ASSKS'nin, DSSKS'nin ve kontrolsüz sistemin güç tüketimine etkileri (Effect of ASSKS, DSSKS and non-control system to power consumption on heating condition)

3.2. Geliştirilmiş Termoelektrik Tıp Kitindeki Yenilikler (A Comparison of The Current And Improved Thermoelectric Medicine Kit Systems)

DSSKS'ye sahip geliştirilmiş Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti cihazı, daha önce gerçekleştirilen Mikrodenetleyici Kontrollü Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti [2] cihazının kontrol sistemi geliştirilmiş halidir. Bu iki çalışma arasındaki farklar şu şekilde özetlenebilir:

a) İlk çalışmada sıcaklık ölçümü, National firmasına ait LM35DZ analog sıcaklık sensörü ile gerçekleştirilmiştir. Analog değerlerin mikrodenetleyiciye aktarılabilmesi için analog dijital dönüştürücü ve tampon devreleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise tüm bu işlemleri tek başına yapabilen DS1820 dijital sıcaklık sensörü kullanılmıştır.

b) İlk çalışmada kullanılan analog sıcaklık sensörünün bir dezavantajı kalibrasyon probleminin olmasıdır. Kalibrasyon için donanımsal çözümlerden yararlanılmıştır. Ancak cihazın zorlu ortam şartları içerisinde, devreler tarafından üretilen sıcaklık gürültüsü bu kalibrasyonları değiştirdiğinden cihazın çalışma kararlılığı da düşmektedir. Bu çalışmada kullanılan DS1820 dijital sıcaklık sensörü yazılımla çalıştığı için kalibrasyon problemi bulunmamaktadır.

c) Daha önce sadece ışıklı ikaz sistemine sahip olan cihaza, görsel ve işitsel ikaz ve bilgi sistemi eklenerek kullanıcının işleri kolaylaştırılmış ve insan faktöründen dolayı meydana gelebilecek hatalar en aza indirilmiştir.

d) Anakart ile güç kartı birbirinden ayrı tutularak, devrede düşük akımlı ve yüksek akımlı bölgeler birbirinden ayrılmıştır. Böylece devrelerin ürettiği ısının dağıtılması daha kolay hale gelmiş ve ısı gürültüsü azaltılmıştır.

e) Ateşi yüksek olan hastalara aşı, serum veya kan enjektinde edilememektedir. Bu amaçla cihaza

termometre opsiyonunun eklenmesiyle, kullanıcı istediği taktirde cihazı termometre olarak da kullanabilmekte ve hastanın ateşi kontrol edilebilmektedir.

f) Sistem sabit 12V gerilimle çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Ayrıca sisteme eklenen akü şarj devresi ile iç akü devamlı tam şarjda tutulmaktadır.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen standartlara uygun olarak ısıtma ve soğutma yapabilen Mikrodenetleyici Kontrollü Taşınabilir Termoelektrik Tıp Kiti cihazının iç sıcaklığının kontrol edilmesine yönelik analog ve dijital kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Laboratuvar şartlarında analog ve dijital kontrol sistemlerinin uygulama sonuçları karşılaştırılmıştır. Analog ve dijital sıcaklık sensörlü kontrol sistemlerin, kitin güç tüketimi üzerinde belirgin etkisi vardır. Kontrolsüz cihazın soğutma ve ısıtmada güç tüketimi sırasıyla 60W ve 30W olarak sabit iken, sıcaklık kontrollü sistemlerde bu güç daha azdır. İki kontrol sistemi birbiriyle karşılaştırıldığında ise, DSSKS'nin hem soğutmada hem de ısıtmada daha fazla enerji tasarrufu sağladığı görülmüştür.

Geliştirilen Termoelektrik Tıp Kiti cihazının kontrol sisteminde, daha güncel teknoloji kullanıldığından dolayı eleman sayısı azaltılmıştır. Bu sayede hem devre boyutları küçültülmüş hem de maliyet oldukça düşürülmüştür. Ayrıca cihazın çalışma kararlılığı yükseltilmiş ve birçok kullanım kolaylığı sağlanmıştır.

Yapılan araştırmalarda, özellikle termoelektrik soğutmalı sistemlerden oluşan sadece sıcaklık kontrolüyle sınırlı tıp kitlerinin geliştirildiği görülmüştür. Bu amaçla, tıbbi maddelerin WHO tarafından belirlenen standartlarda uygun olarak taşınması ve korunması amacıyla daha ekonomik, daha kullanışlı ve güç tüketimi düşük taşınabilir bir fonksiyonel tıp kitinin bu çalışmada geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Yazarlar, bu çalışmayı 07/2001-10 kodlu bilimsel araştırma projeleri kapsamında destekleyen Gazi Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkür eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Product Information Sheets, World Health Organization (WHO) UNICEF Catalogue, 2002.
2. Güler, N.F. ve Ahıska, R., "Design And Testing of a Microprocessor-Controlled Portable Thermoelectric Medical Cooling Kit", **Applied Thermal Engineering**, pp.1271-1276, 2002.

3. Shields C.E., McPeak D.W., Rothwell J.C., *et al*, Investigation of materials and Methods for Air Delivery of Whole Blood and Blood Products, **Military Medicine**, Vol 133 (1968) 614 – 621
4. Haynes, D.H. ve Monaghan, W.P., Blood Storage and Transport in the Field Using A Portable Thermoelectric Refrigerator: Assessment of Potential Use, **Military Medicine**, Vol 149, pp. 184-188, 1984.
5. H. Gümüřkaya, "**Mikroiřlemciler ve 8051 Ailesi**", Alfa yayınları, 1998.
6. Schleicher, M. ve Blasinger, F., "**Control Engineering : A Guide For Beginners**", M. K. Juchheim GmbH & Co, Germany, 2000.
7. Gürdal, O., "**Algılayıcılar ve Dönüřtürücüler**", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, pp.429-454, 2000.
8. Santos, J., "**Fundamentals of Direct Digital Control Systems - Energy User News**", ABI/INFORM Trade & Industry, pp.30-33, 2001.
9. Yogendran, G.H., "**Real Time Digital Control System for Power System Analog Simulator**", M.Sc., Department of Electrical and Computer Engineering, University of Manitoba, 2000.
10. Dođan, İ., "Teaching Digital Control Using A Low-Cost Microcontroller-Based Temperature Control Kit", **International Journal of Electrical Engineering Education**, 40, 3, pp. 175-187, 2003.
11. Garrett, C.J. ve Apostolakis, G.E., "Automated Hazard of Digital Control Systems", **Reliability Engineering and System Safety**, 77, 1-17, 2002.
12. Wavelength Electronics, "**Optimizing Thermoelectric Temperature Control Systems**", Technical Note TN-TC01 Rev C., 2005.
13. Alter, D. M., "**Thermoelectric Cooler Control Using TMS320F2812 DSP and a DRV592 Power Amplifier**", SPRA873 Application Report Texas Instruments, 2003.
14. National Semiconductor web site: <http://www.national.com/pf/LM/LM35.html> (20.05.2007).
15. Dallas Semiconductor, DS1820 1-Wire™ Digital Thermometer Catalogue, 1998.
16. Atmel, AT89LV52 Microcontroller Datasheet.
17. Melcor Corporation web site: Thermoelectric Engineering Handbook, <http://www.melcor.com/handbook.html> (20.05.2007).
18. Tetch Corporation web site : <http://www.tetch.com/publications> (20.05.2007).
19. Riffat, S.B. ve Ma, X., "Thermoelectrics: A Review Of Present And Potential Applications", **Applied Thermal Engineering**, 23(8): 913–935, 2003.
20. Astrain, D. ve Vian, J.G., Dominguez, M., "Increase of COP In The Thermoelectric Refrigeration By The Optimization of Heat Dissipation", **Applied Thermal Engineering**, 23, 2183–2200, 2003
21. Stevens, R., M., "**Design of a Portable Thermoelectric Refrigeration System For The Transportation of Human Blood**", M.Sc. Thesis, Department of Mechanical Engineering, Mississippi State University, 1994.
22. Trelles, J., P., "**Numerical Analysis Of Latent Heat Thermal Energy Storage For Solar Thermoelectric Vaccine Refrigeration**", M.Sc. Thesis, Energy Engineering, University Of Massachusetts, 2003.
23. Ahıska, R., Güler, N.F. ve Savař, Y., Termoelektrik Sođutucusunun Özelliklerinin Araştırılması, **Politeknik Dergisi**, Cilt:2, Sayt:3, s 89-94, 1999.
24. Ahıska, R., Demirel, H. ve Erkal, B., "Post Traumatic Protection of Brain in Rats Using Rat Termohypotherm Device", **G.U. Journal of Science**, 17(4):29-38, 2004.
25. Iřık, H., "A New Microcontroller Supervised Thermoelectric Renal Hypothermia System", **Journal of Medical Systems**, Vol. 29, No. 5, 2005.
26. Atik, K. ve Çakır, H., "Dođrudan Bağlantılı Fotovoltanik Soğutma Sistemi", **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 3, 33-37, 2006.