

İnsan Vücudu Sıcaklığını Sürekli Olarak Ölçen Cihaz Tasarımı



**Prof. Dr. Doğan İbrahim ve
Doç. Dr. Şahin Ahmedov**

Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşa, TRNC

ÖZET

İnsan vücudunun sıcaklığı çok hassas bir şekilde beyin tarafından kontrol edilmektedir. Sıcaklıkta olan değişiklikler genellikle birçok hastalıkların başlangıcını veya devam ettiğini göstermektedir. Bundan dolayı vücut sıcaklığının sürekli olarak hassas bir şekilde ölçülmesi son derece önemlidir. Bu yazımızda, vücut sıcaklığını sürekli olarak ölçüp SD kart üzerinde saklayan ve NEU-TM (Near East University Temperature Measurement) olarak isimlendirilen mikrokontrolör destekli bir cihaz tasarımından bahsedilmektedir.

GİRİŞ

İnsan vücudu sıcaklığı 36.5°C civarında olup bu sıcaklık çok hassas bir şekilde sürekli olarak vücut tarafından kontrol edilmektedir. Hemen bütün bakteriyel ve virüsle bulaşan hastalıklarda vücut sıcaklığı 40°C üzerine çıkmaktadır. Bazı hastalık durumlarında ise vücut ısısı düşmektedir.

Vücut sıcaklığının değişimi de birçok hastalıkların başlangıcında veya seyrinde büyük bir önem taşımaktadır. Vücut sıcaklığı normal olarak ölçülmek istendiği zaman basit veya sayısal termometre ile ölçülmektedir. Sayısal termometrenin avantajları daha hassas oluşu ve çok daha erken zamanda ölçüm vermesidir. Bu durum bilhassa bebeklerin ve çocukların sıcaklıklarını ölçerken son derece önemlidir.

İnsan vücudu sıcaklığı, kan basıncı, dakikada nabız sayısı ve solunum sayısı ile beraber vücudun 4 vital (yani hayati önem taşıyan) parametrelerinden biridir. Son araştırmalar normal vücut sıcaklığının 35.5°C ile 37.7°C arası seyir ettiğini ve onun en düşük, sabahları ve en yüksek akşam saatlerinde

olduğunu savunmaktadır[1]. Normal şartlar altında insanların çoğunda vücut sıcaklığının değişim aralığı 1°C civarında olduğu bilinmektedir. Fakat, çeşitli dış ve iç etkenler sayesinde vücut sıcaklığının gün içinde değişmesine sebep olmaktadır.

Vücut sıcaklığı, vücudun iç ısısını dışa yansıtmasıdır. Vücut sıcaklığının sabit kalması, vücut ısı üretim girdisinin vücut ısı çıktısıyla olan dengeye bağlıdır. Dolayısıyla, egzersiz, hastalık, heyecan, değişik hava koşulları gibi bu ve diğer faktörler insan vücudunun sıcaklığını değiştirmektedir[2]. Böylece vücut sıcaklığının, ısı üretimini sağlayan metabolizma ile bağlantılı olması, söz konusu parametreyi insanın ister fiziksel performansın ister hastalık durumunun değerlendirilmesinde kullanımına fırsat vermektedir.

Günümüzde kullanımda olan vücut sıcaklığı ölçüm yöntemleri genelde kısa süreli ölçüm içermekte ve kişinin günboyu değişen sıcaklığı hakkında herhangi bir bilgi taşımamaktadır. Diğer taraftan vücut sıcaklığını sürekli olarak ölçmek için hastanelerde oldukça pahalı cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar taşınabilir (portabl) olmayıp sadece hasta hareket halinde değilken, örneğin yatırırken ölçüm yapmaktadırlar. Oysa örneğin romatizma gibi kollajenoz tipi hastalıkların bir grubunun, gizli belirtilerinden birinin vücut sıcaklığının gün içindeki hafif artışıdır. İnsanın günlük faaliyetini kısıtlamadan vücut sıcaklığının sürekli ölçümünü sağlayarak bu tip sorunların erken tespitini sağlamak mümkündür. Ayrıca, yüksek performanslı sporcuların özelliklerinden biri olan vücut sıcaklığının farklılığını aralıksız ölçmekle tespit etmek mümkündür.

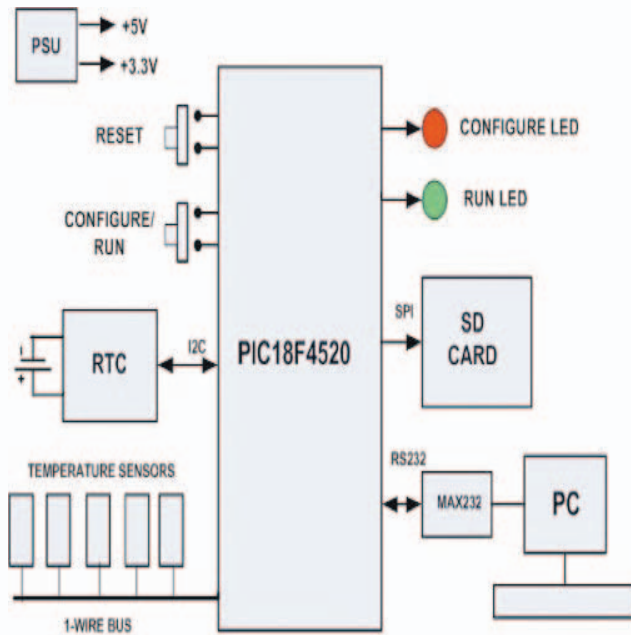
Böylece vücut sıcaklığının gün boyunca sağlanabilecek ölçümü hem sağlık hem de hastalıkların izlenmesi (monitoring) için önem taşımaktadır. Vücut sıcaklığını sürekli olarak ölçmek için piyasada da çeşitli cihazlar bulunmaktadır. Fakat bu cihazlar genellikle oldukça pahalıdırlar.

Bu yazımızda, vücut sıcaklığını sürekli olarak ölçmek için tasarımı yapılmış olan bir elektronik cihazdan bahsedilmektedir. NEU-TM olarak adlandırılan bu cihaz mikrokontrolör tabanlı olup cihazda iki tane sıcaklık sensörü kullanılmıştır (bu miktar kolaylıkla artırılabilir). Buna ilaveten, ölçülmüş olan sıcaklık verilerini saklamak için devrede bir SD kart flaş bellek bulunmaktadır. Ölçülmüş olan sıcaklıklar gerçek

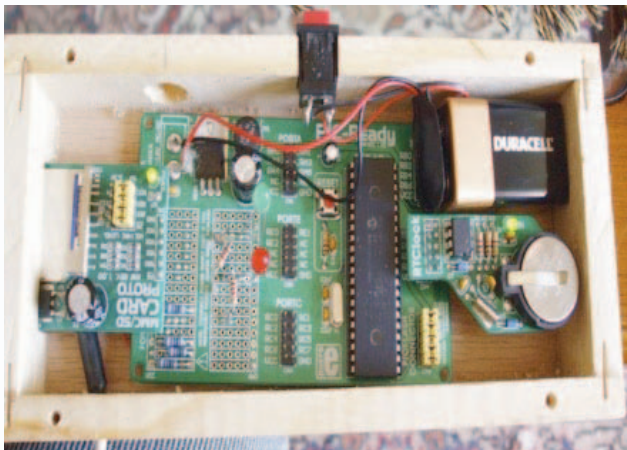
tarih ve zamana göre SD kart üzerinde açılmış olan bir dosyada önceden belirtilmiş olan zaman aralıklarında saklanmaktadır.

SICAKLIK ÖLÇÜM CİHAZI TASARIMI

Bu yazımızda tasarımı yapılmış olan cihaz (NEU-TM) mikrokontrolör tabanlı olup, taşınabilir (portabl) ve pil ile çalışmaktadır. Cihazın blok şeması Şekil 1 de gösterilmiştir. İki tane sıcaklık sensörü olan cihazın resmi ise Şekil 2 de gösterilmiştir. Vücut sıcaklığı ölçümü için SD kart cihaza takılır, cihazın her iki sensörü de vücudun belirli yerlerine yerleştirilir ve cihaz başlatılır.



Şekil 1. Cihazın blok şeması aşağıda görülmüyor.



Şekil 2. Gerçekleştirilen cihazın resmi yukarıda görülmektedir.

Tasarımı yapılmış olan cihaz her dakika vücut sıcaklığını algılar ve 0.5°C bir hassasiyetle SD kart üzerinde açılmış olan bir dosyada ASCII

formatında saklar. Sıcaklık verilerine ilave olarak, ölçüm yapılmış olan zaman (tarih ve saat) da kart üzerinde her satırda saklanır. Böylece, toplanmış olan bu verilere dayalı olarak daha sonra, SD kart bir PC'ye takılıp sıcaklık değişikliği ile ilgili çeşitli istatistiksel çalışmalar ve analizler yapıp grafikler çizilebilir.

Donanım

Cihazın elektronik devresi Şekil 3 de gösterilmiştir. Şimdi cihazın çalışmasına daha yakından göz atabiliriz.

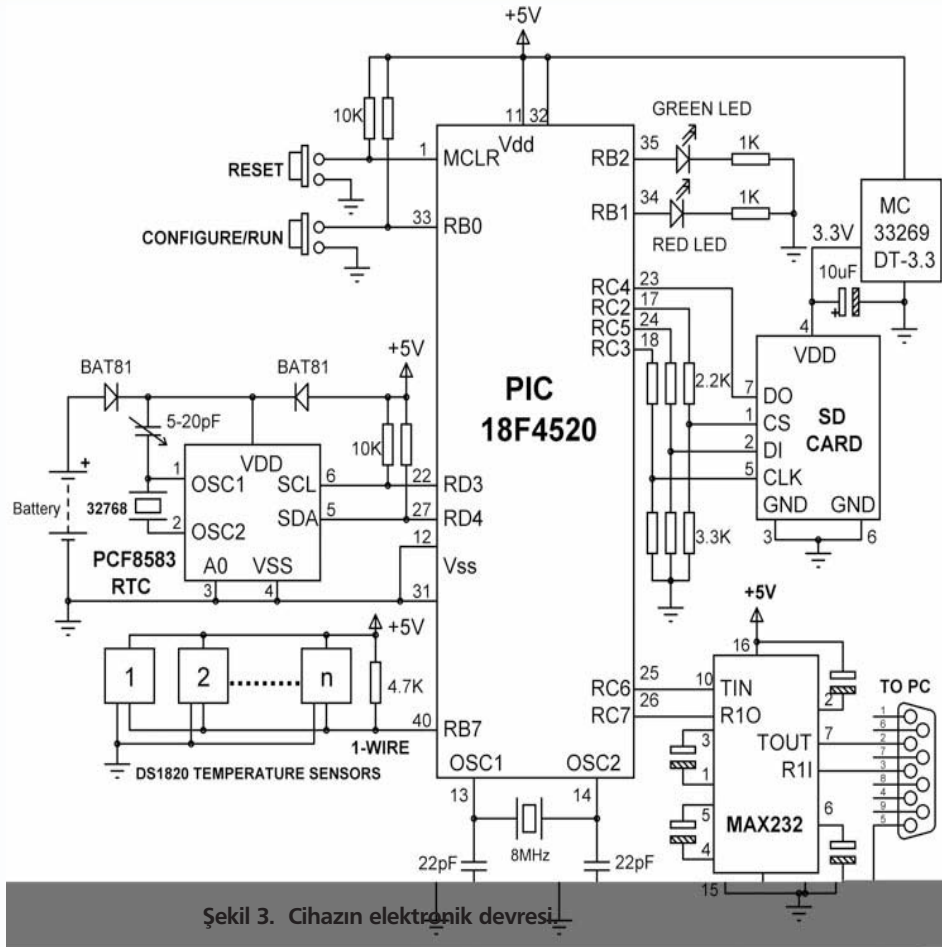
NEU-TM cihazı Microchip firmasının üretmiş olduğu PIC18F4520 mikrokontrolör [3] etrafında kurulmuştur. Oldukça güçlü olan bu mikrokontrolör başlıca şu özelliklere sahiptir:

- 40 bacaklı entegre devre
- 32 K-bayt flaş program belleği
- 1536 bayt RAM bellek
- 256 bayt EEPROM bellek
- 36 giriş/çıkış portu
- 13 kanal ve 10 bit analog-sayısal çevirici
- Analog karşılaştırıcı
- 4 adet zamanlama/sayaç devresi
- Dış ve iç kesmeler
- SPI, I2C ve USART desteği
- 40MHz kadar çalışma hızı
- 8 x 8 çarpma devresi
- C derleyici için optimize edilmiş
- Uyku modu
- Düşük akımda çalışma özelliği

Şekil 3 den görüleceği gibi mikrokontrolörün Reset bacağı (MCLR), dıştan reset yapabilmek için bir butona bağlanmıştır. Aynı zamanda RB0 kapı (port) bacağına **konfigür/çalış (Configure/Run)** isimli bir buton bağlanmıştır. NEU-TM cihazın iki modu bulunmaktadır: **Konfigürasyon modu**, ve **Çalışma modu (Run)**. Konfigürasyon modunda gerçek zaman tarih ve saat RS232 seri hattına bağlanmış olan bir PC ile cihaza yüklenmektedir.

Aynı zamanda devrenin çalışması için gerekli olan parametreler daha sonra da göreceğimiz gibi yine seri hat ile mikrokontrolöre yüklenmektedir. Çalışma modunda cihaz önceden belirtilmiş zaman aralıklarında sıcaklık verilerini toplayıp SD karta gerçek tarih ve saat bilgileri ile birlikte yazmaktadır.

NEU-TM cihazın RD3 ve RD4 kapı (port) bacakları PCF8583 modeli bir gerçek zaman entegre devreye bağlanmıştır. Devre çalışmadığı zamanlarda gerçek zamanı doğru olarak saklamak için bu tümleşik devre (entegre devre) küçük bir pil ile çalıştırılmaktadır. I2C protokolu ile çalışan bu tümleşikten (entegreden) her saniye gerçek zaman tarih ve saati okumak mümkündür.



Şekil 3. Cihazın elektronik devresi.

Devrenin PORT C kapı bacaklarına (RC2 – RC5) bir SD kart adapteri bağlanmıştır. SD kart giriş bacakları ve mikrokontrolör çıkış bacaklarında olan gerilim uyumsuzluğundan dolayı devrede direnç kullanılıp mikrokontrolör çıkış gerilimleri düşürülmüştür. SD kart 3.3V gerilim ile çalışmaktadır. Şekil 3 de görüleceği gibi gerekli olan bu gerilim MC33269 DT-3.3 modeli bir regülatör kullanılarak elde edilmiştir. +5V giriş gerilimi olan bu entegre 3.3V ve regüle edilmiş çıkış gerilimi vermektedir.

Cihazın RC6 ve RC7 port bacakları RS232 seri kapı (port) giriş ve çıkış kapıları (portları) olarak kullanılmıştır. Mikrokontrolör çıkış ve giriş gerilimlerini RS232 uyumlu seviyeye çıkarmak için devrede MAX232 modeli RS232-TTL gerilim çevirici tümleşik (entegre) devre kullanılmıştır. 4 tane kapasitör ile çalışan bu devre mikrokontrolörün çıkış gerilimini RS232 seviyeye dönüştürmekte ve aynı zamanda PC den gelen RS232 gerilimi mikrokontrolör için uygun olan TTL seviyeye dönüştürmektedir. MAX232 tümleşik (entegre) devre[4] 9 bacaklı bir terminal (konnektör) ile PC ye takılmaktadır.

NEU-TM cihazında sıcaklık ölçümü için Dallas [5] firmasının ürünü olan DS1820 tipi sayısal sıcaklık sensörü kullanılmıştır. 1-Tel protokolü ile çalışan bu sensörler 0.5°C kadar hassas sıcaklık ölçümü yapabilmektedirler. 1-Tel protokolüne göre devreye sadece bir kablo ile

(güç kaynağı ve toprak hattına ilaveten) birden çok sensör bağlanabilmektedir. Şekil 3 de sensörlerin kapı (port) RB7 bacağına nasıl bağlandıkları gösterilmiştir. Her sensörün kendine özgü (has) 64 bit bir kodu bulunmaktadır. Birden çok sensör kullanılan bir sistemde herhangi bir sensörden veri okumak için o sensörün kodunu 1-tel üzerinde göndermemiz gerekmektedir. Böylece, sadece kodu gönderilen sensör cevap vermektedir. Sensör kodları üretici firma tarafından verilmemekle birlikte herhangi bir sensörün kodunu bulmak için bu maksatla hazırlanmış geliştirme kitleri kullanılabilir, veya program yazılıp sensörün kodu

kolaylıkla okunabilir. NEU-TM cihazında sadece 2 tane DS1820 tip sensör kullanılmıştır.

DS1820 sensörü 3 bacaklı olup şu özelliklere sahiptir:

- 1-Tel protokol uyumlu
- Sıcaklığı -55°C dan +125°C kadar ölçülebilir
- Sıcaklık termostat özelliği
- 9 bit sayısal çıkış
- 200ms sıcaklık çevirim zamanı

DS1820 sıcaklık sensörünün çıkışı 16 bit formattadır, fakat pratik uygulamalar için sadece 8 bit kullanılmaktadır. 9.uncu bit ise işareti (eksi veya artı) belirtmektedir. Tablo 1 de DS1820 sensörünün çıkışına örnek verilmiştir. Pozitif sıcaklık ölçümlerinde, sıcaklığı °C olarak bulmak için okumuş olduğumuz değeri 2 ile bölmemiz gerekmektedir. Örneğin, okumuş olduğumuz 9 bit sıcaklık değeri "0 001 10010" (decimal 50) ise, 2 ile böldüğümüzde gerçek sıcaklık +25°C olarak bulunur. Negatif sıcaklık ölçümlerinde ise okumuş olduğumuz değer tersini alıp 1 ilave etmemiz ve daha sonra da 2 ile bölmemiz gerekmektedir. Örneğin, okumuş olduğumuz değer "1 11001110" ise, tersini alıp 1 ilave edince "0 00110010" elde ederiz. Bu değeri ise 2 ile böldüğümüzde gerçek sıcaklık olan -25°C bulunmuş olur.

Sıcaklık	DS1820 çıkışı
+125°C	0 11111010
+25°C	0 00110010
0°C	0 00000000
-25°C	1 11001110
-55°C	1 10010010

Tablo 1 DS1820 çıkış örnekleri

Sıcaklık DS1820 çıkışı +125°C 0 11111010
+25°C 0 00110010 0°C 0 00000000 -25°C 1
11001110 -55°C 1 10010010

Sekil 3 de görüleceği gibi devrede PORT B nin RB1 ve RB2 bacaklarına kırmızı ve yeşil olmak üzere 2 tane LED bağlanmıştır. Daha sonra da açıklandığı gibi, bu LEDler cihazın modunu ve aynı zamanda çalıştığını göstermektedirler.

Konfigürasyon Modu

Bu moda girmek için konfigür/çalış (Configure/Run) butonunun basılı tutulup cihazın reset yapılması (reset butonunun basılması) gerekmektedir. Reset butonu bırakılınca konfigür/çalış butonu da bırakılabilir. Konfigürasyon modunda kırmızı LED yanıp bu modda olduğumuzu göstermektedir. Bu mod cihazı veri toplamaya başlamadan önce konfigür yapmak için seçilmektedir ve bundan dolayı cihazın RS232 seri iletişim ile bir PC nin seri kapısına (portuna) (örneğin COM1) bağlanması gerekmektedir. PC üzerinde ise HyperTerm veya benzeri bir terminal emülasyon programı çalıştırılıp şu seri iletişim parametreleri seçilmelidir: 2400 baud, 8 veri biti, 1 stop biti, ve paritisiz.

Konfigürasyon modunda şu parametreler konfigür yapılabilir:

- Gerçek zaman tarih ve saat
- Veri toplama aralığı (dakika olarak)
- Kullanılan sensör sayısı
- Her sensörün 64 bit kodu

Çalışma Modu

Bu modda sıcaklık verileri toplanmaktadır. Çalışma moduna girmek için sadece Reset butonunu tıklamak yeterlidir. Bu moda girince ilk olarak SD kart kontrol edilir ve devrede kart yoksa her iki LED de yakılıp hata olduğu belirtilir. Aksi halde sıcaklık verileri toplama işlemi başlar ve seçilmiş olan zaman aralıklarında sensör sıcaklıkları ve tarih ve saat okunup SD karta yazılır. Şekil 4 de SD kart üzerine yazılmış örnek veri gösterilmiştir. Bu örnekde 2 tane sensör olduğu kabul edilmiştir.

```
29/11/08 14:29:01,22.5,22.5
29/11/08 14:30:01,31.5,23.5
29/11/08 14:31:01,31.0,24.0
29/11/08 14:32:01,25.5,23.5
29/11/08 14:33:01,26.0,23.5
29/11/08 14:34:01,28.0,23.5
29/11/08 14:35:01,28.5,28.0
29/11/08 14:36:01,24.5,24.0
29/11/08 14:37:01,23.5,28.0
29/11/08 14:38:01,28.5,24.0
29/11/08 14:39:01,27.0,27.5
29/11/08 14:40:01,24.0,29.0
29/11/08 14:41:01,23.5,24.0
29/11/08 14:42:01,23.5,23.5
```

Şekil 4. SD kart üzerine yazılmış örnek veriler

Yazılım

NEU-TM cihazın yazılımı için MikroElektronika firmasının üretmiş olduğu mikroC [6] derleyicisi kullanılmıştır. Oldukça popüler olan bu derleyiciyi kullanmanın esas amacı derleyicinin standart C dilini desteklemiş olması ve aynı zamanda SD kart ve RS232 seri iletişim için çok sayıda fonksiyonu desteklemiş olmasıdır. mikroC ile SD kart üzerinde dosya açılıp dosyaya istenilen veriler çok kolaylıkla yazılabilir.

Konfigürasyon modunda program PC ile iletişim kurup gerekli olan konfigürasyon parametrelerini kullanıcıdan okur. Bu veriler, kaybolmaması için mikrokontrolörün EEPROM belleğinde saklanmaktadır. Böylece, güç kaynağı (pil) kapatıldıktan sonra veri toplama aralığı, sensör sayısı, ve her sensörün 64 bit kodu emniyetli olarak saklanmış olur.

Çalışma modunda ise program sonsuz bir döngü içerisinde çalışır ve belirtilmiş olan veri toplama aralıklarında şu işlemleri yapar:

- Gerçek zaman tarih ve saati oku
- Her sensörün sıcaklığını oku
- Sıcaklığı °C a dönüştür
- Tarih, saat ve sıcaklık verilerini SD kart üzerinde sakla
- Veri toplama aralığı kadar bekle
- Yukarıdaki işlemleri tekrarla

Veri toplama işleminin durdurulması için Konfigür/Çalış butonunun 15 saniye kadar basılı tutulması gerekmektedir. Böylece, LED söndükten sonra SD kart emniyetle yuvasından çıkarılabilir.

SONUÇ VE İLERİSİ İÇİN ÇALIŞMALAR

Bu yazımızda mikrokontrolör tabanlı, ve vücut sıcaklığını sürekli olarak ölçüp bir SD kart üzerinde dosya olarak saklayan, NEU-TM isimli bir elektronik cihaz tasarımından bahsettik. Pil

ile çalışan ve taşınabilir olan cihaz sayesinde insan vücudunun sıcaklığının değişimi her dakika ölçülüp saklanmaktadır.

İleri çalışmalarımızda tasarımı yapılmış olan cihazın gerçek hastalar tarafından kullanımını inceleyecek ve bu konuda hastalık ve sıcaklık değişimi arasındaki bağıntıları araştıracağız.

Bu çalışmanın yazarları ve kısa biyografileri aşağıya alınmıştır:

Prof. Dr. Doğan İbrahim

Lefkoşa doğumlu olup ilk Üniversite eğitimini İngiltere'nin Salford Üniversitesinde Elektronik Mühendisliği üzerine (BSc) tamamlamıştır. Daha sonra sırasıyla Manchester Üniversitesinde ve Londra City Üniversitesinde Master ve Doktora çalışmalarını tamamlayan Prof. Dr. Doğan İbrahim'in bilgisayar ve elektronik konularında çok sayıda teknik makalesi ve kitabı bulunmaktadır. Prof. İbrahim'in ilgi alanları, mikrokontrolör destekli sistem tasarımı, kontrol sistemleri, ve uzaktan eğitimidir.

Doç Dr. Şahin Ahmedov

Bakü doğumlu olup tıp lisans eğitimini

Azerbaycan Devlet Tıp Enstitüsünde tamamlamıştır. Daha sonra Rusya Tıp Akademisi'nin Bilim-Araştırma Cerrahi Merkezinin Anestezi ve Yoğun Bakım Ana Bilim dalı üzerinde Doktora çalışmalarını tamamlamıştır. Ayrıca ABD'nin tıp doktorlarına yönelik USMLE sınavlarını başarıyla tamamlayan Doç.Dr.Şahin Ahmedov geleneksel (konvansiyonel) ve alternatif tıbbın yanısıra biomedikal araştırmalar konusunda çok sayıda yayınlara imza atmıştır.

KAYNAKÇA

[1]Sund-Levander M., Forsberg C., Wahren LK. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. Scand J Caring Sci, 2002 Jun;16(2):122-128.

[2]Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems. 6th Edit.Thomson. 2007.

[3]Microchip web sitesi:

<http://www.microchip.com>

[4]Maxim web sitesi:

<http://www.maxim-ic.com>

[5]Dallas web sitesi:

<http://www.micro-ide.com/downloads/ds1820.pdf>

[6]MikroElektronika web sitesi:

<http://www.mikroe.com>

Çamaşır ve Bulaşık Makinelerinde Tasarruf Tedbirleri

Çamaşır makinelerinde harcanan elektrik enerjisinin büyük bir bölümü suyu ısıtmak için kullanılır.

Enerji Tasarruf Noktaları

1. Yüksek sıcaklıkta yıkamak yerine ılık veya soğuk suyla yıkamalı, durulama ise soğuk su ile yapılmalıdır.
2. Yıkama programları tam kapasite çalıştırılmalıdır.
3. Eğer mümkünse çamaşırlar dışarıda güneş ve rüzgardan yararlanarak kurutulmalıdır. Zorunlu olmadıkça kurutma makineleri kullanılmamalıdır.
4. Kurutmalı çamaşır makinası alınacak ise bunların çamaşır kuruduğu zaman üniteyi kapatan, nem sensörlü olanları tercih edilmelidir.
5. Önden yüklemeli makineler, üstten yüklemeli makinalara göre daha az enerji tüketirler.

BULAŞIK MAKİNELERİ

Bu aletlerin seçiminde de, kapasitesi, kaplayacağı alan gibi faktörlerin yanı sıra enerji tüketim değerleri göz önünde alınmalıdır. Her zaman tam kapasite doldurulamayan kullanımlar için tek sepetli yıkama programı olanlar tercih edilebilir.

Enerji Tasarruf Noktaları

1. Bulaşıkları ön durulamaya tabi tutmak gereksizdir, gerektiği durumlarda sıcak su yerine soğuk su kullanılmalıdır.
2. Bulaşıkların sanitasyonu için yüksek sıcaklıkta yıkama arzu edilmedikçe 55°C su sıcaklığı yeterlidir.
3. Tam kapasite dolmadıkça çalıştırılmamalıdır.