

Bilgisayar Monitörü Güç Yönetimi İçin Elektrik Enerjisi Tasarruf Kartı Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

Design and Implementation of Electric Energy Savings Card for Computer Monitor Power Management

Serdar ÇİÇEK^a ve Ersan KABALCI^{b*}

^a Lafarge Aslan Anadolu Teknik ve Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, 41700, Darıca, Kocaeli

^b Nevşehir Üniversitesi, Hacı Bektaş Veli Meslek Yüksekokulu, Teknik Programlar, 50800, Nevşehir

Geliş Tarihi/Received : 15.06.2009, Kabul Tarihi/Accepted : 15.09.2009

ÖZET

Enerji tasarrufu, günümüzde üzerinde durulan en önemli konulardan birisidir. Hayatın hemen hemen her alanında kullanılan bilgisayarların da, daha az güçte ve verimli bir şekilde kullanılması enerji tasarrufu için çok önemlidir. Enerji tasarrufu için bilgisayarlar daha az güçte çalışacak şekilde tasarlanabilmektedir fakat bilgisayarların kullanılmadığı zaman periyotlarında enerji harcaması, enerji tasarrufu açısından tam tersi bir etki yapmaktadır. Bilgisayarın bileşenleri içinde en fazla enerji tüketen birimlerden birisi monitördür. Dolayısıyla bilgisayarın kullanılmadığı zaman aralıklarında monitörün kapatılması enerji tasarrufu için çok önemlidir. Bu konuda kullanıcılar, bilgisayarı kullanmayacağı sürede; monitörü kapatmakta, yazılımsal güç yönetim modunu kullanmakta ya da monitörü açık bırakmaktadır. Bu çalışmada, bilgisayarın kısa veya uzun sürelerde kullanılmadığı zamanlarda, kullanıcı bilgisayar başından kalktığında monitörü otomatik olarak kapatan, kullanıcı bilgisayar başına geldiğinde monitörü otomatik olarak açan bir kontrol kartı tasarlanmış ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede diğer tüm tasarruf yöntemlerinden daha fazla elektrik enerjisi tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : *Enerji tasarrufu, Bilgisayar monitörü güç yönetimi, Mesafe ölçüm algılayıcısı.*

ABSTRACT

Nowadays, the energy saving is one of the most important issues focused on. It is also very important to increase energy savings of computers by dissipating less power as being one of the most widely used device in daily life. The computers can be designed with less power demand in order to save energy. However, it is a handicap to leave monitors working in short or long time periods while computer is not being used actively. The monitor is one of the most energy-consuming unit of computer components. Therefore, shutting down the computer monitor while not being used, either short or long time period, is very effective for the energy savings. To provide this, users either turn the screen off or use the software-driven power management mode or leave the screen on. In this study, a control card which turns the screen off automatically when the computer is not used for a long or short time, when the user leave the computer on and automatically turns it on when the user come back to use the computer has been designed and implemented. In this way, more than any other electricity energy saving method has been provided to save energy.

Keywords : *Energy savings, Power management of computer monitor, Distance measuring sensor.*

* Yazışılan yazar/Corresponding author. E-posta adresi/E-mail address : kabalci@nevsehir.edu.tr (E. Kabalci)

1. GİRİŞ

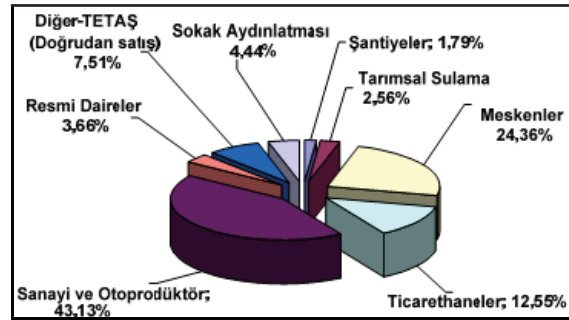
Enerji taleplerinin sürekli artmasına karşılık enerji kaynaklarının azalması, enerjinin daha verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmıştır (Özgür ve Heperkan, 1995). Bu bağlamda verimli bir şekilde enerji üretiminin yanında, enerjiyi kullanan cihazların verimliliği ve son kullanıcı noktasındaki bilinçli kullanım da çok önemlidir.

Kullanım kolaylığı ve temizliği nedeni ile elektrik enerjisinin toplam enerji tüketimi içindeki payı büyüktür. Elektrik enerjisi üretimi için çeşitli kaynaklardan faydalanılmaktadır. Dünyada üretilen elektrik enerjisinin, % 82'si fosil ve nükleer kaynaklarından, % 18'i ise barajlar, güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi hidrolik ve yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilmektedir (Çolak v.d., 2008).

Enerji verimliliği, sadece enerji için kullanılan fosil yakıtlarının azalması ve enerji üretim maliyetlerinin artması nedeniyle önemli değildir. Enerji verimliliği, özellikle 21. yüzyılda çevre kirliliği, küresel ısınma gibi problemlerin çözümü için de önemlidir. Bu nedenle, elektrik enerjisi üretimi için ilk önce yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmelidir. Bunlara ek olarak da elektrik enerjisinin verimli kullanılması gerekmektedir (Matsumoto ve Yanabu, 2005). Enerji verimliliği; kaynakların tükenmesi, çevre kirliliği, ekolojik dengenin bozulması, yüksek enerji maliyetleri gibi birçok zararlı etkiyi yok edeceğinden dünyada çeşitli önlemler alınmaya başlanmıştır. Dünyada ilk enerji verimliliği çalışmaları, Batılı sanayileşmiş ülkeler ve Japonya tarafından petrol krizlerinden sonra enerji fiyatlarındaki artıştan dolayı 1970 yılında başlamıştır. Avrupa'da ise, 1992 yılında Avrupa Birliği'nin (AB) önderliğinde 15 ülkenin katılımıyla çalışmalar başlamıştır (Kavak, 2005).

Türkiye'de ilk planlı enerji tasarrufu çalışmaları 1981 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nce (EİE) başlatılmıştır. Bu çalışmalar artarak devam etmiştir. Bu çalışmalar sonucunda 2008 yılı enerji verimliliği yılı ilan edilmiştir. EİE, enerji verimliliği için sanayi tesisleri ve ilköğretim ile ortaöğretim öğrencileri arasında verimli enerji kullanımına yönelik yarışmalar düzenlemekte ve çeşitli eğitimler vermektedir (Gençoğlu ve Özbay, 2007). Enerji verimliliği çeşitli alanları kapsamaktadır. Bu alanlar; binalarda enerji verimliliği, sanayide enerji verimliliği, ulaşımda enerji verimliliği, ev aletlerinde enerji verimliliği gibi alanlardır. Şekil 1'de Türkiye'de 2006 yılında tüketilen enerjinin kullanım alanları verilmiştir. Buradan anlaşıldığı gibi tüketilen enerjinin büyük kısmını sanayi kuruluşları harcamaktadır. Sanayi kuruluşlarından sonra ise en fazla elektrik meskenlerde harcanmaktadır.

Meskenlerde harcanan elektrik, ev-bina aydınlatması ve elektrikli ev aletlerinde kullanılmaktadır. Meskenlerde aydınlatma için harcanan elektrik enerjisinin tasarrufu için birçok çalışma yapılmıştır. Aydınlatma amaçlı kullanılan elektrik enerjisinin miktarını azaltmak için kullanılan en verimli yol, akkor flamanlı lambalar yerine enerji tasarruflu kompakt floresan lambaların kullanılmasıdır (Onaygil v.d., 2005). Ayrıca aydınlatma için gerekli ışık şiddeti hesabı doğru yapılmalı, gereksiz aydınlatmadan kaçınılmalıdır. Hatta aydınlatma seviyesinin kontrolünün değişik parametrelere göre otomatik olarak yapıldığı sistemler aydınlatmadan daha fazla tasarruf sağlamaktadır (Yapar, 2007).



Şekil 1. Türkiye'de tüketilen enerjinin kullanım alanları (Çolak v.d., 2008).

Elektrikli ev aletlerinde elektrik tasarrufu için ilk önce kullanılan soğutucuların, elektrikli ocaklar ve fırınların, çamaşır makinelerin, bulaşık makinelerinin, CRT-LCD-Plazma televizyonların v.b. enerji tasarruflu olmasına dikkat edilmelidir (Waide v.d., 1997).

Verimli cihazlar kullanmak yanında bilinçli kullanım da enerji tasarrufu için çok önemlidir. Bekleme (standby) durumunda bırakılan televizyon, bilgisayar v.b. cihazlar yıllık bazda büyük bir enerji tüketimine neden olmaktadır. Cihazların bekleme durumunu kontrol eden ve bekleme konumunda daha az enerji harcamalarını sağlayan cihazlarda geliştirilmiştir (Heo v.d., 2008).

Evlerde, ofislerde ve sanayide yaygın olarak kullanılan diğer bir cihaz ise kişisel bilgisayarlardır (PC). PC bileşenleri içinde en fazla güç harcayan birimlerden biri ise monitördür. Tablo 1'de 15" LCD ve CRT monitörün değişik güç seçeneklerinde harcadığı elektrik enerjisi verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere monitör güç (power) düşmesinden kapatılmış olsa bile az bir miktar enerji harcamaktadır. Bu enerji monitörün güç devresinde harcanan enerjidir. Monitör uyku (sleep) modunda ise yine kayda değer bir enerji harcamaktadır.

Tablo 1. Monitör güç harcamaları (Microsoft, 2009).

Kapalı Mod		Uyku Mod	Aktif Mod
LCD (15")	0.39 W/h	0.59 W/h	15.81 W/h
CRT (15")	5 W/h	15 W/h	90 W/h

PC'lerin kullanılmadığı kısa veya uzun zaman periyotlarında, PC monitörleri ya güç düğmesinden kapatılmalı ya da uyku moduna alınmalıdır. Büyük oranda elektrik enerjisi tasarrufu için bu gereklidir, fakat kullanıcılar genelde bu iki işlemi pek uygulamamaktadır. Bunun önlemek için monitörlerde yazılım ile gerçekleştirilen güç seçenekleri ayarları (power management) bulunmaktadır. Bu ayarlar ile kullanıcılar, belli bir süre herhangi bir işlem yapılmaması durumunda monitörlerinin otomatik olarak uyku moduna geçmesini sağlayabilmektedirler. Yapılan bir araştırmaya göre monitör, hardisk vb. bileşenler için bilgisayar güç yönetim ayarlarını kullanarak yıllık 50 dolara yakın bir tasarruf yapılabilmektedir (Korn v.d., 2006).

Dünyadaki bilgisayar kullanıcıların yarısı, kullanım performanslarını etkileyeceklerini düşündüklerinden dolayı monitörlerinin güç seçenekleri ayarlarını kullanmamaktadır. Bunun için kullanıcıların bilgisayar başında olup olmadıklarını anlamak için farklı teknikler geliştirilmiştir. Termal sensör ile kullanıcının monitör yakınına gelip gelmediği tespit edilip ona göre monitörü açan, kullanıcı monitör etrafından uzaklaştığında monitörü kapatan sistemler tasarlanmıştır. Ayrıca kullanıcının monitör başına gelip gelmediği anlamak için kamerayla görüntü işleme tekniği ile algılama yapan sistemler de geliştirilmiştir. Fakat bu sistemler hem pahalı hem de karışık devre sistemleri ve algoritmalar içermektedir (Moshnyaga v.d., 2008).

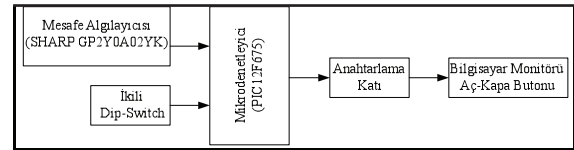
Buraya kadar verilen bilgiler ile elektrik enerjisi tasarrufunun gerekliliği ve elektrik enerjisinin tasarrufu için yapılan çalışmalar tartışılmıştır. Ayrıca bilgisayar monitörü için kullanıcının bilgisayar başına gelip gelmediğine göre monitörü açıp kapatan sistemler incelenmiştir. Bu çalışmada, bugüne kadar bilgisayar monitörü güç yönetimi için gerçekleştirilen donanım sistemlerinden maliyet olarak daha ucuz, elektronik sistem olarak daha basit yapıda bir donanım çözümü gerçekleştirilmiştir.

2. KONTROL KARTI SİSTEMİ

Kontrol kartı sistemi, istenen durumlarda bilgisayar monitörünün açma-kapama butonunu kontrol edecek şekilde tasarlanmıştır. Kontrol kartı, bilgisayar önündeki kullanıcının bilgisayar ekranına göre mesafesini ölçerek, kullanıcının bilgisayar başında olup olmadığını anlamaya yönelik tasarlanmıştır. Sistem; mesafe ölçen algılayıcı, mesafe seçmek için ikili dip switch anahtar, mikrodenetleyici kontrol

birimi, sürücü ve anahtarlama elemanlarından oluşmaktadır.

Kullanıcının bilgisayar başında bulunup bulunmadığını tespit etmek için mesafe ölçüm algılayıcısı kullanılmıştır. Kontrol kartında, kullanıcının isteğine göre mesafe ayarını yapabilmesi için ikili dip switch anahtar kullanılmıştır. Bu dip-switch sayesinde, $2^n=2^2=4$ ayrı mesafe seçimi yapılabilmektedir. Bilgisayar monitörünün açma-kapama butonunu kontrol etmek için bir röle kullanılmış ve NPN tipi bir transistör ile sürülmüştür. Tüm işlemleri kontrol etmek için ise PIC12F675 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Kontrol kartı sisteminin blok diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Bilgisayar monitörü elektrik enerjisi tasarruf kontrol kartı blok diyagramı.

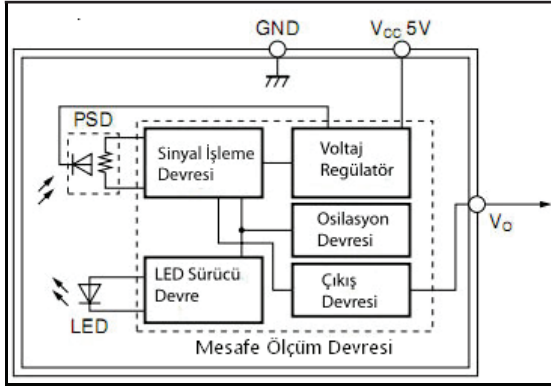
2. 1. Mesafe Ölçüm Algılayıcısı

Çalışmada mesafe ölçümü için SHARP firmasının GP2Y0A02YK model kızıl ötesi mesafe algılayıcı elemanı kullanılmıştır. SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısı, dokunmasız anahtarlama uygulamalarında, ATM cihazlarında, fotokopi cihazlarında, dizüstü bilgisayarlar da, ekranlarda ve robot uygulamalarında kullanılabilir. SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısı, 20 cm ile 150 cm arasında nesnelere mesafe ölçümünü yapabilmekte ve mesafe değerini analog voltaj olarak çıkışa aktarmaktadır. Algılayıcı ortalama 33mA akım çekmektedir. Algılayıcının 3 adet ucu bulunmaktadır. Bunlar, + besleme (5V), şase (GND) ve çıkış ucudur (V_0). Algılayıcının görünümü Şekil 3a'da verilmiştir (Sharp, 2006).



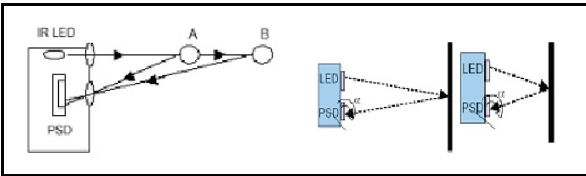
Şekil 3a. SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısı görünümü (Robotics World, 2009).

Şekil 3a'da görüldüğü gibi algılayıcı iki gözden oluşmaktadır. Algılayıcının bir gözünden modüleli kızıl ötesi ışık gönderilmektedir. Gönderilen ışık, önündeki nesneye çarparak yansır. Yansıyan ışık belli bir açı ile algılayıcının diğer gözüne gelir. Bu gözde bulunan bir lens gelen ışığı algılayıcı elemana odaklar. Gelen ışık pozisyon algılayıcı dedektör (Position Sensitive Detector-PSD) tarafından yorumlanır. PSD birimi tarafından algılanan mesafe, analog voltaj olarak çıkışa (V_o) aktarılır. Şekil 3b'de SHARP GP2Y0A02YK mesafe algılayıcısının blok diyagramı görülmektedir (Sharp, 2006).



Şekil 3b. SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısı blok diyagramı.

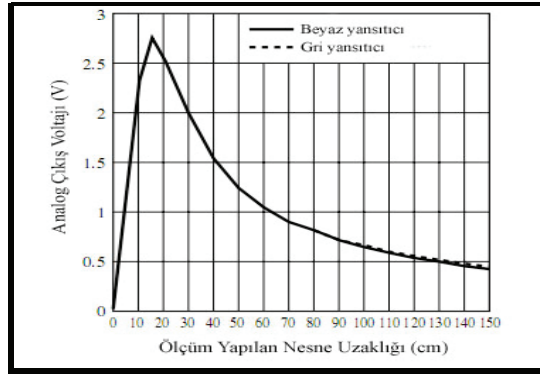
Mesafe algılayıcı eleman tarafından gönderilen kızılötesi ışık, algılayıcı önündeki nesnenin mesafesine göre ters orantılı olarak belli bir açıda gelir. Yakın olan nesneden yansıyan ışık daha büyük bir açı ile gelirken, uzak bir nesneden yansıyan ışık daha küçük bir açı ile gelir. Şekil 4'de farklı uzaklıklarda ki nesnelere yansıyan ışığın geliş açıları görülmektedir (Hayırsever ve Erdem, 2006).



Şekil 4. Farklı uzaklıklardaki nesnelere yansıyan ışığın geliş açıları.

SHARP GP2Y0A02YK, nesne tarafından yansıyan ışığın açısını yorumlamakta ve nesnenin mesafesini 0.4V ile 2.5V arasında bir gerilim değeri ile çıkışa aktarmaktadır. Algılayıcının çıkış gerilim değeri doğrusal (lineer) değildir. Şekil 5'te SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısının ölçülen nesne mesafesine göre çıkış gerilim eğrisi görülmektedir. Şekil 5'de görüldüğü gibi yansıtma özelliği %90 olan beyaz nesnelere yansıtma özelliği %18 olan gri tonlu nesnelere karşı mesafe ölçümünde çıkış geriliminde neredeyse hiç fark yoktur. Bu da çeşitli renklerdeki nesnelere karşı çıkış voltajının bir fark olacağı şekilde değişmeyeceği anlamına gelmektedir.

Çıkış voltajı nesne mesafesi arttıkça azalmaktadır. Mesafe ölçüm işleminin doğru bir şekilde yapılabilmesi için algılayıcı direkt güneş ışığına veya çok yüksek ışık kaynağına maruz bırakılmamalıdır (Sharp, 2006). SHARP GP2Y0A02YK algılayıcısı, besleme enerjisi geldiğinde 44 ms içinde ölçüme hazır hale gelmektedir. Algılayıcı ölçüme hazır hale geldikten sonra her 38.3 ± 9.6 ms de ölçüm yapmaktadır. Böylece algılayıcı, kullanıcının hiç bir hareketini kaçırmamaktadır.



Şekil 5. Ölçülen nesne uzaklığına göre algılayıcının çıkış sinyali voltajı eğrisi.

2. 2. Kontrol Birimi

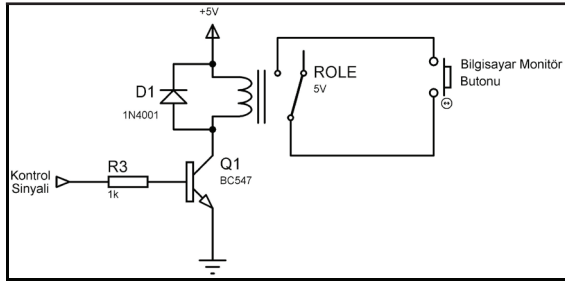
Sistem genel kontrolü için PIC12F675 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu Mikrodenetleyici; 20Mhz'e kadar çalışma frekansına, 4Mhz'lik dâhili osilatöre, birer adet 8 ve 16 bit sayıcı/zamanlayıcı birimine, analog karşılaştırıcı birimine, 4 kanal 10 bit analog-dijital dönüştürücü (ADC) birimine, 64 byte SRAM hafızasına, 128 byte EEPROM hafızasına, 1Kbyte program hafızasına sahip olan 8 pinli bir mikrodenetleyicidir. Tercih edilen Mikrodenetleyici, sahip olduğu özelliklere rağmen çok ekonomik bir üründür. PIC12F675'nin dâhili 4 Mhz'lik osilatör içermesi, harici kristal ve kondansatör elemanlarının kullanılması zorunluluğunu ortadan kaldırmıştır. Böylece, PIC12F675 mikrodenetleyicisinin ekonomik olmasının yanında harici elemanlara da ihtiyaç duymaması tasarlanan kontrol kartının üretim maliyetini de düşürmektedir (Microchip, 2007).

Algılayıcıdan analog sinyal olarak gelen mesafe bilgisi PIC12F675 mikrodenetleyicisi içinde bulunan 10 bitlik ADC sayesinde dijital bilgiye dönüştürülmüş ve yorumlanmıştır. ADC biriminde, referans gerilim olarak 5V (V_{REF}) alınmıştır. Böylece 10 bitlik (n) ADC birimi için 1 LSB (adım büyüklüğü) değeri Eşitlik (1) kullanılarak hesaplandığında yaklaşık 4.8875855mV değerindedir. Ayrıca, PIC12F675 mikrodenetleyicisi içinde bulunan ADC birimi 4Mhz'lik çalışma frekansında, analog sinyali dijital bilgiye çevirme işlemini 500 ns. gibi çok kısa zamanda gerçekleştirebilmektedir. Bu değerler, SHARP GP2Y0A02YK mesafe algılayıcısının ürettiği mesafe bilgisini çok iyi derecede dijital bilgiye dönüştürmek için yeterlidir.

$$1 \text{ LSB (Adım Büyüklüğü)} = \frac{V_{REF}}{2^n} \quad (n, \text{ADC bit sayısı}) \quad (1)$$

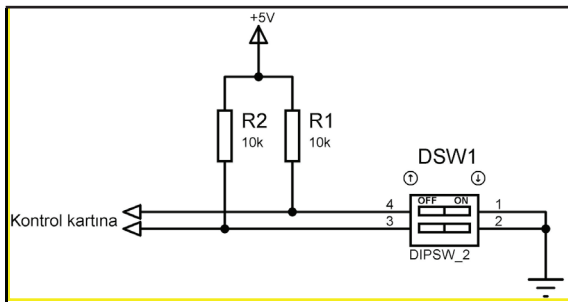
Yorumlanan mesafe bilgisi ile monitör butonu kontrol edilmektedir. Monitör butonunu kontrol etmek için sürücü ve anahtarlama elemanları kullanılmıştır. Anahtarlama için NPN tipi BC547 transistör ile kontrol edilen 5V'luk röle kullanılmıştır. Röle kontaklarının çekilip bırakılması sırasında oluşabilecek ters EMK'nın transistörü bozmasını önlemek için röle besleme uçlarına ters bir diyot (1N4001) bağlanmıştır. Şekil 6'da anahtarlama ve sürücü devresi görülmektedir. Kontrol sinyali geldiğinde röle sürülerek röle kontaklarının çekip bırakması sağlanmış olacak ve bilgisayar monitörü açma kapama butonuna bir kez basılıp bırakma işi otomatik olarak yaptırılmış olacaktır.

Farklı kullanıcılar bilgisayar ile çalışırken farklı mesafelerde bilgisayar ekranından uzakta durmaktadır. Kontrol kartı, kullanıcının bilgisayar ile çalışma mesafesini bilmeli ve ona göre monitörü açıp kapatmalıdır. Bu nedenle kontrol kartında kullanıcının isteğine göre mesafe ayarını yapabilmeleri için ikili dip switch anahtar kullanılmıştır.



Şekil 6. Anahtarlama ve sürücü devresi.

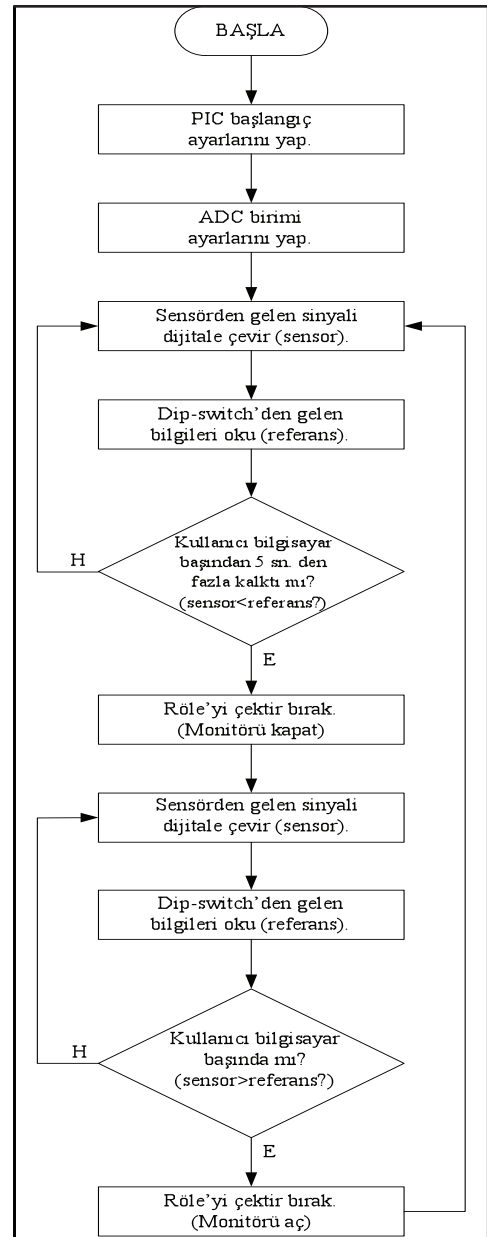
Bu dip-switch sayesinde, $2^n=2^2=4$ ayrı (00, 01, 10, 11) mesafe seçimi yapılabilmektedir. Programda, her seçim sırayla 30, 60, 90, 110 cm. uzaklığı temsil edecek şekilde kullanılmıştır. Şekil 7'de ikili dip-switch anahtarının bağlantısı görülmektedir.



Şekil 7. İkili dip-switch bağlantısı.

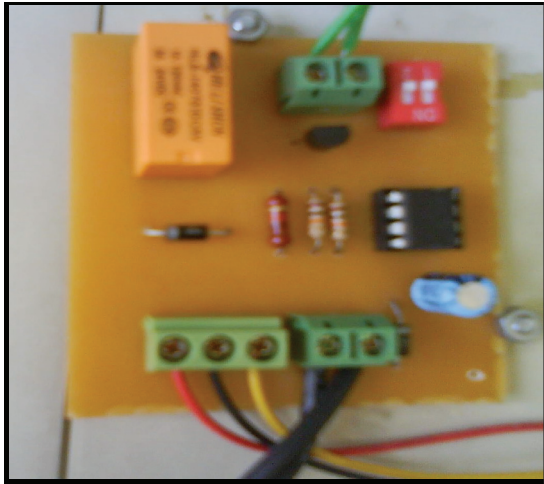
Kontrol kartında kullanılan mikrodenetleyici programı, C programlama dilinde CCS C derleyici programı kullanılarak yazılmıştır. Kontrol programı, bilgisayar monitörünün ilk anda açık olduğunu varsayarak çalışmaktadır. Yazılan programın akış diyagramı Şekil 8'de verilmiştir.

Programda, ilk önce mikrodenetleyicinin başlangıç ve ADC birimi ayarları yaptırılmaktadır. Ardından SHARP GP2Y0A02YK mesafe algılayıcısından gelen mesafe sinyali dijital bilgiye dönüştürülmektedir. Elde edilen değer, "sensor" değişkenine kaydedilmektedir. Bu işlemden sonra kullanıcının ayarladığı dip-switch bilgisi "referans" değişkenine kaydedilmektedir. Dip-switch ile seçilen konumlar program aracılığı ile belli mesafe değerlerinin (30, 60, 90, 110 cm.) dijital bilgi karşılığına eşitlenmiştir. Bu şekilde tüm girdi bilgileri okunduktan sonra "sensor" değişkeni değeri, "referans" değişkeni değeri ile karşılaştırılmıştır. Eğer "sensor < referans" şartı 5 sn. boyunca sağlanıyorsa kullanıcı bilgisayardan kalkmış demektir. Bu durumda röle kontağı sürülerek röle kontakları çekilir ve 1 sn. sonra röle enerjisi kesilerek röle kontağı tekrar bırakılır.

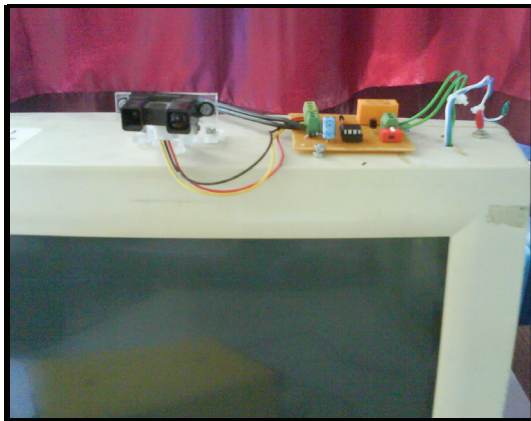


Şekil 8. Bilgisayar monitörü elektrik enerjisi tasarruf kartı programının akış diyagramı.

Böylece butona basıp çekme görevi yerine getirilerek bilgisayar monitörü kapatılır. Kullanıcının monitör önünden çekildikten sonra 5 sn. beklenmesinin amacı; kullanıcının bilgisayarın yan tarafına uzanması, yere eğilmesi v.b. gibi durumlarda monitörün gereksiz yere kapanıp açılmasını önlemektir. Bu işlemlerden sonra, mikrodenetleyici sürekli olarak mesafe algılayıcısından ve dip-switch'den gelen bilgileri okumakta ve "sensor" ile "referans" değerini karşılaştırma işlemine devam etmektedir. "sensor>referans" şartı sağlanana kadar girdi bilgilerini okuma işlemi devam eder ve monitör kapalı kalır. "sensor>referans" şartı sağlandığında kullanıcı bilgisayara dönmüş demektir. Program bu esnada tekrar roleyi çektiyip bırakır. Böylece monitör butonuna basma çekme işlemi yaptırılmış olur ve monitör açılır. İşlemler bu şekilde devam eder. Şekil 9'da gerçekleştirilen bilgisayar monitörü güç yönetimi için elektrik enerjisi tasarruf kartı görülmektedir. Mesafe algılayıcısının monitöre yerleştirilebilmesi ve kullanıcının kendisine göre yukarı aşağı hareket ettirilebilmesi için pleksiglas malzemeden bir düzenek yapılmıştır. Şekil 10'da gerçekleştirilen sistemin komple bilgisayar monitörüne yerleştirilmiş deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 9. Gerçekleştirilen bilgisayar monitörü enerji tasarruf kartı.



Şekil 10. Gerçekleştirilen sistemin bilgisayar monitörüne yerleştirilmiş deney düzeneği.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLAR

Gerçekleştirilen sistem, 14" BEKO marka bilgisayar monitörü üzerinde denenmiştir. Dört ayrı durum göz önüne alınarak bilgisayar monitörünün çektiği akım ölçülmüş ve güç tüketimi hesaplanmıştır. İlk durumda, bilgisayar ekranı normal çalışma sırasında iken çekilen monitör akımı ölçülmüştür. İkinci durumda, bilgisayara bir ekran koruyucu koyulmuş ve ekran koruyucu çalışırken monitörün çektiği akım ölçülmüştür. Üçüncü durumda, bilgisayar güç yönetim ayarlarından monitör 1 dakika boyunca kullanılmadığında ekranı kapatacak şekilde ayarlanmış ve sistem monitörü kapatınca monitörün çektiği akım ölçülmüştür. En son olarak da tasarlanan kontrol kartı sistemde takılı iken, kart ekranı otomatik olarak kapattığında monitörün çektiği akım ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda monitörün harcadığı güç, tüm ölçümler için monitör gerilim değeri 220V alınarak Eşitlik (2)'de verilen eşitlik ile hesaplanmıştır. Ölçüm sonuçları ve monitör güç tüketim değerleri Tablo 2'de görülmektedir.

$$P(\text{Güç}) = U(\text{Gerilim}) \times I(\text{Akım}) \quad (2)$$

Tablo 2'deki ölçüm sonuçları incelendiğinde, ekran koruyucu kullanıldığında enerji tasarrufu yok denilebilir çünkü ekran koruyucu çalışırken monitör aktif durumdadır. Bilgisayar güç yönetim ayarlarından monitör kapatıldığında ise, Eşitlik (3)'te görüldüğü gibi 57,2W/h'lik bir tasarruf söz konusudur.

Tablo 2. Ölçüm sonuçları ve güç tüketim değerleri.

Ölçüm Durumu	Besleme Gerilimi (V)	Monitörün Çektiği Akım (A)	Monitörün Harcadığı Güç (W/h)
Monitör normal çalışma anında	220	0,3	66
Ekran koruyucu çalışırken	220	0,29	63,8
Bilgisayar güç yönetim ayarları ile monitör kapandığı zaman	220	0,04	8,8
Gerçekleştirilen kontrol kartı ile monitör kapandığı zaman	220	0,02	4,4

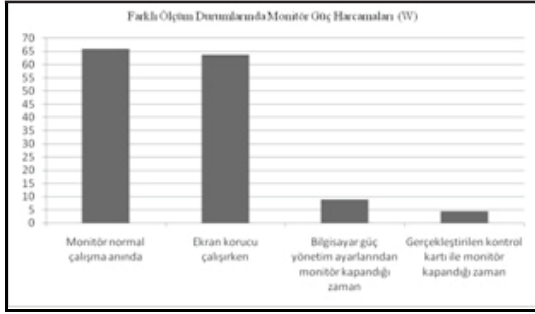
$$66W - 8,8W = 57,2W \quad (3)$$

Gerçekleştirilen kontrol kartı ile monitör kapandığında ise Eşitlik (4)'te görüldüğü gibi 61,6W'lık bir tasarruf söz konusudur.

$$66W - 4,4W = 61,6W \quad (4)$$

Eşitlik (3) ve Eşitlik (4)'ten görüldüğü gibi, en fazla enerji tasarrufu tasarlanan kontrol kartı ile

sağlanmıştır. Kullanıcıların çoğunun bilgisayar güç yönetim ayarlarını kullanmadığı düşünüldüğünde (Mashnyaga v.d., 2008), gerçekleştirilen kontrol kartı ile otomatik kapanma sağlandığında tasarruf edilen elektrik enerjisi çok daha yüksek değerde olacaktır. Şekil 11’de yapılan ölçüm durumları için bilgisayar monitörü güç harcamaları grafiksel olarak daha net görülmektedir.



Şekil 11. Farklı ölçüm durumlarında monitör güç harcamaları.

Kontrol kartının güç tüketimi çok düşük seviyededir. Tablo 3’te kontrol kartının çalışma gerilimi ve çektiği akım ölçümleri ile harcadığı güç görülmektedir.

Tablo 3. Gerçekleştirilen kontrol kartı ölçümleri.

Gerçekleştirilen Kontrol Kartı Ölçümleri		
Besleme Gerilimi (V)	Çektiği Akım (A)	Harcanan Güç (W)
5	0.03	0,15

Elde edilen enerji tasarrufu aşağıdaki örnek ile incelendiğinde sonuçlar daha açık bir şekilde irdelenmiş olacaktır:

Bir işyerindeki çalışanın, haftada 5 gün, günde 8 saat bilgisayar ile çalıştığı ve bilgisayar başından günde toplam 15 dakika ayrıldığını referans alırsak, Eşitlik (5)’te hesaplandığı gibi kullanıcı ayda toplam 300 dakika yani 5 saat bilgisayar başından ayrılmış olur. Kullanıcı ayda toplam 5 saat bilgisayar başından kalkar ve hiçbir tasarruf seçeneği kullanılmazsa, Tablo 2’deki ölçüm sonuçlarına göre ayda 330W (Eşitlik 6), ekran koruyucu devrede olursa 319W (Eşitlik 7), bilgisayar güç yönetim ayarları kullanılırsa 44W (Eşitlik 8), gerçekleştirilen kontrol kartı kullanıldığında ise 22W (Eşitlik 9) elektrik enerjisi harcaracaktır.

$$T=5 \text{ gün} \times 4 \text{ haftax}15 \text{ dakika}=300 \text{ dakika}=5 \text{ saat} \quad (5)$$

$$P_{\text{normal_5h_1}}=66W \times 5 \text{ saat} = 330W \quad (6)$$

$$P_{\text{ekoruyucu_5h_1}}=63,8W \times 5 \text{ saat} = 319W \quad (7)$$

$$P_{\text{güçayar_5h_1}}=8,8W \times 5 \text{ saat} = 44W \quad (8)$$

$$P_{\text{kart_5h_1}}=4,4W \times 5 \text{ saat} = 22W \quad (9)$$

Eşitliklerden görüldüğü gibi bilgisayar kullanılmadığı zamanlarda en tasarruflu yöntem gerçekleştirilen kontrol kartı kullanıldığında sağlanmıştır. Kullanıcıların genelde monitör güç yönetim ayarlarını kullanmadığı dikkate alındığında, verilen örneğe göre bir kullanıcı ayda 308W (Eşitlik 10) elektrik enerjisi tasarruf etmiş olur. Aynı kullanım süresi ve şartı ile Türkiye genelinde 100.000 kullanıcı olduğu düşünülürse ayda 30.8 MW (Eşitlik 11) elektrik enerjisi tasarruf edilir.

$$P_{\text{tasarruf_ay_1}}=330W - 22W= 308W \quad (10)$$

$$P_{\text{tasarruf_ay_100.000}}=308W \times 100.000=30.8MW \quad (11)$$

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, bilgisayar monitörü güç yönetimi için yazılımsal çözüm yerine donanımsal bir çözüm geliştirilmiştir. Donanımsal çözüm olarak, bilgisayar monitörü güç yönetimi elektrik enerjisi tasarruf kartı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen kontrol kartı, bilgisayar kullanıcısı bilgisayar başından kalktığında otomatik olarak monitörü kapatmakta ve kullanıcı döndüğünde monitörü otomatik olarak açmaktadır. Ayrıca, kullanıcı kontrol kartını film izlemek gibi durumlar için istediği zaman devre dışı bırakabilmektedir. Sonuçta bilgisayar monitörü güç yönetimi için yapılan termal sensörlü veya kamera tabanlı görüntü işleme gibi başka donanımsal çözümlerden daha ekonomik ve çok daha az güç harcayan bir cihaz gerçekleştirilmiştir.

Kullanıcıların, genelde monitör güç yönetim ayarlarını kullanmadığı veya monitörün kapanması için uzun süreler verdiği dikkate alındığında gerçekleştirilen kontrol kartı büyük oranda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ülke bazındaki bilgisayar kullanıcıları dikkate alındığında, tasarruf edilen elektrik enerjisi ekonomiyeye büyük bir katkı sağlayacaktır.

Devrede kullanılan 5V çalışma gerilimine sahip algılayıcı yerine daha düşük gerilim değerlerinde çalışan bir algılayıcı kullanıldığında kontrol kartının güç tüketimi daha da düşürülebilir. Sistemin bilgisayar monitörü ile tümleşik veya seri üretim şeklinde üretildiği düşünüldüğünde maliyeti oldukça düşecektir.

KAYNAKLAR

- Çolak, İ., Bayındır, R. ve Demirtaş, M. 2008. Türkiye'nin Enerji Geleceği. Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi. 1 (2), 36-44.
- Gençoğlu, M.T. ve Özbay, E. 2007. "Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri" **XII. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi**, 14-18 Kasım 2007. Eskişehir.
- Hayırsever, İ., Erdem, H., 2006. "Mikrodenetleyici Tabanlı Doğrusallaştırma" **Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu**, 31 Mayıs - 2 Haziran 2006. İstanbul. s. 22-27.
- Heo, J., Hong, C.S., Kang, S.B. and Jeon, S.S. 2008. Design and Implementation of Control Mechanism for Standby Power Reduction. IEEE Transactions on Consumer Electronics. Vol. 54 (1), 179-185.
- Kavak, K. 2005. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezi. 1-72.
- Korn, D., Huang, R., Bolioli, T. and Walker, M. 2006. "Computer power management for enterprises - A practical guide for saving up to \$100 per seat annually in electricity" **14th IEEE International Symposium on Electronics and the Environment**, May 08-11. San Francisco, CA. 161-166.
- Matsumoto, Y. and Yanabu, S. 2005. A Vision of Electric Power Architecture for the Next Generation. Electrical Engineering in Japan. Vol. 150 (1), 18-25.
- Microchip, 2007. PIC12F675 DataSheet. Microchip Technology Incorporated, USA.
- Microsoft 2009. Saving Costs and Energy with Windows Vista 18 s. Microsoft Corporation.
- Moshnyaga, V.G., Hashimoto, K. and Suetsugu, T. 2008. "A Hardware Design for Camera-Based Power Management of Computer Monitor", **11th Euromicro Conference on Digital System Design**, Sep 03-05. Parma, ITALY. 203-209.
- Onaygil, S., Erkin, E. ve Güler, Ö. 2005. "Konutların Aydınlatılmasında Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Bir Pilot Bölge Çalışması İle İncelenmesi" **1. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu**, 17-18. Mayıs 2005. Kocaeli. 187-191.
- Özgür, D. ve Heperkan, H. 1995. "Sanayide Enerji Verimliliği" **II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi**, Ekim 1995. İzmir. (2), 659-669.
- Robotics World, 2009. Robot Eyes Sensors web sayfası, http://www.roboworld.com.sg/roboshop/product_list.aspx?Category=Robot+Eyes+n+Sensors, Mart 2009.
- Sharp, 2006. GP2Y0A02YK Long Distance Measuring Sensor DataSheet. SHARP Corporation.
- Waide, P., Lebot, B. and Hinnells, M. 1997. Appliance Energy Standards in Europe. Energy and Buildings, Vol. 26 (1),45-67.
- Yapar, T. 2007. Aydınlatma Otomasyonu İle Enerji Tasarrufu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 1-108.