

# PIC KULLANILARAK GÜÇ KARSAYISI ÖLÇÜM DEVRESİ TASARIMI VE SİMÜLASYON

Sabir RÜSTEMLİ<sup>1</sup>

Muhammet ATEŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

<sup>2</sup>Başkale Meslek Yüksekokulu Teknik Programlar Bölümü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

<sup>1</sup>e-posta: sabirrustemli@yyu.edu.tr

<sup>2</sup>e-posta: mts@yyu.edu.tr

**Özet:** Elektrik enerjisine olan talep her geçen gün artmaktadır. Artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için en ekonomik yöntemlerden biride güç katsayısının düzeltilerek mevcut tesislerin daha verimli olarak kullanılmasıdır. Elektrik güç sistemlerinde yükler genellikle endüktif karakterde olduklarından bağlı buldukları şebekeden aktif gücün yanında reaktif güçte çekerler. Bu yükler için gereken reaktif gücün belirli yöntemlerle karşılanması işlemi reaktif güç kompanzasyonu olarak adlandırılır. Reaktif güç kompanzasyonunun yapılabilmesi için güç katsayısının bilinmesi gerekir. Yapılan çalışmada AC akım şebekesine bağlı endüktif karakterdeki bir alıcının tasarlanan analog-dijital tüm devre ile güç katsayısı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya yönelik yapılan bu çalışmada alıcıya ait güç katsayısı mikrodnetleyici tabanlı olarak ölçülmüştür. Bu amaçla alıcının akım ve gerilim bilgileri aynı fazdan alınarak analog devre yardımıyla mikrodnetleyicinin girişine uygulanacak hale getirilmiştir. Analog devre çıkışından alınan bu akım ve gerilim bilgileri PIC16F877 mikrodnetleyicisine aktarılarak yazılan yazılım programı yardımıyla güç katsayısının değeri hesaplanarak LCD ekranda gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güç Katsayısı, Kompanzasyon, PIC16F877

## 1. Giriş

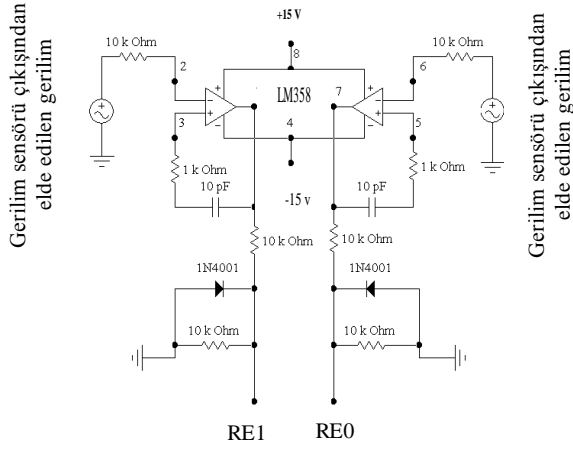
Elektrik güç sistemlerinde yükler genellikle motor türünde ve endüktif karakterli olduklarından şebekeden aktif gücün yanında reaktif güçte çekerler. Aktif güç alıcılar tarafından çeşitli enerji formlarına dönüştürülerek faydalı hale getirilir. Reaktif güç ise iş görmeyen güç olup, iletim ve dağıtım sistemlerini gereksiz yere yükler. Fakat AC akım motorlarında döner alanın, transformatörlerde ise manyetik alanın oluşturulabilmesi için reaktif güçte gereklidir. Bu nedenle iletim ve dağıtım sistemlerinden daha çok aktif güç iletebilmek için reaktif gücün ihtiyaç duyulan yerlerde karşılanması en uygun yöntemdir.

Alıcılardan oluşan bir işletmenin reaktif güç kompanzasyonunun yapılabilmesi için işletmenin güç katsayısının bilinmesi gerekir [1].

Günümüzde reaktif güç kompanzasyon sistemleri mikrodnetleyici tabanlı olarak yapılmaktadır. Mikro denetleyicinin bilgileri işleyip uygun yönetim gösterebilmesi için bilgilerin mikrodnetleyici girişine uygulanacak hale getirilmesi gerekir [2]. PIC16F877 mikrodnetleyicisinin 8 kbyte'lik program belleği vardır. Her bir bellek hücresi içerisinde 14 bit uzunluğunda program komutları saklanır. Program belleği elektriksel olarak yazılıp silinebilir olmasına rağmen, program çalışması sırasında sadece okunabilir [3]. Mikrodnetleyici tabanlı yapılan kompanzasyon sistemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu nedenle mutlaka sistemin güç katsayısı bilinmelidir. Bu alanda değişik ölçme teknikleri kullanılarak güç katsayısı ölçme işlemleri yapılmıştır. Bunlardan biride akım karşılaştırma tekniğini kullanarak çok hassas güç katsayısı bilgisinin ölçülmesidir [4].

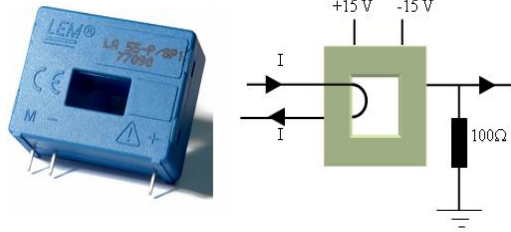
Mikrodnetleyicilerde çevresel arabirimler, bir tümleşik aygıt içinde birleştirildiğinden sistem hızı ve güvenilirliği artmış, maliyet azaltılmış ve kullanım kolaylığı sağlamakla birlikte karmaşık yapı ortadan kaldırılmıştır. Kapladığı alan, giriş-çıkış terminallerinin kullanılabilmesi ve hassasiyet boyutunda klasik kumanda sistemlerine göre PIC ile yapılan sistemlerin diğer sistemlere göre avantajlı olduğu görülmüştür [5,6]. Yapılan çalışmada AC akım şebekesine bağlı endüktif karakterli bir alıcıya ait akım ve gerilim sinyallerinden yola çıkılarak şebekeye bağlı olan alıcının güç katsayısı ( $Cos\phi$ ) tasarlanan analog-dijital tüm devre ile ölçülerek LCD ekranda gösterilmiştir. Güç katsayısının ölçme işleminde PIC16F877 mikrodnetleyicisi kullanılarak microchip firmasının kendi PIC serisi mikrodnetleyiciler için geliştirdiği MPLAM ve MPASM programlarından yararlanarak PIC16F877 mikrodnetleyicisinin şebekeye bağlı alıcının güç katsayısını ölçmesi için Assembler dilinde program hazırlanmıştır. Hazırlanan program leprog programı ve PIC programlama devresi kullanılarak PIC16F877 mikrodnetleyicisinin belleğine yüklenmiştir.

Şebekeye bağlı endüktif karakterdeki bir alıcının akım ve gerilim bilgileri analog devreler yardımıyla dijital bilgilere dönüştürülerek mikrodenetleyicinin girişlerine uygun hale getirilmiştir. Bu çalışmada endüktif karakterdeki alıcı olarak tek fazlı AC akım motorlarından asenkron motor kullanılmıştır. Motordan alınan akım ve gerilim sinyalleri dönüştürme işlemini yapan analog devre olarak şekil 1'deki sıfır geçiş dedektörü kullanılmıştır [7].



Şekil 1: Sıfır geçiş dedektörü

Endüktif karakterdeki alıcıdan alınan akım ve gerilim bilgilerinden; akım bilgisi akım sensörü ve gerilim bilgisi de gerilim sensörü yardımıyla sıfır geçiş dedektöründeki LM358 entegresinin 2 ve 6 numaralı pinlerine giriş yapılmıştır. LM358 entegresinin besleme gerilimi + 15 ve - 15 volt doğru gerilimdir. LM358 entegresine alternatif bir sinyal uygulandığında, alternatif sinyalin sıfır anlarında entegre çıkışı lojik olarak 1 (5 volt), alternatif sinyalin farklı olduğu anlarda ise lojik 0 (0 volt) çıkış verir. Motordan alınan akım sinyali sekonder çıkışı 50 mA olan ve dönüştürme oranı 1:1000 olan LA-55P akım sensörü kullanılmıştır. Şekil 2'de LA-55P akım sensörünün dış görünüşü ve devresi verilmiştir.

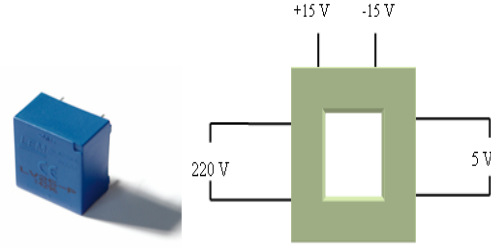


a) LA-55P akım sensörünün dış görünüşü. b) LA-55 P akım sensörünün devresi.

Şekil 2: LA-55P Akım sensörü.

Akım sensörünün çıkışına 100 ohm'luk bir direnç bağlanarak akım bilgisi LM358 entegresinin girişine uygun hale getirilmiştir. Gerilim sinyali için ise dönüştürme oranı 220/5 V olan LV-25P gerilim sensörü kullanılmıştır.

Şekil 3'te LV-25P Gerilim sensörünün dış görünüşü ve devresi verilmiştir.



b) LV-25P gerilim sensörünün dış görünüşü. b) LV-25 P gerilim sensörünün devresi.

Şekil 3: LV-25P Gerilim sensörü.

Akım ve gerilim sensörlerinin çıkışından elde edilen sinyaller LM358 entegresinin girişine uygulanmıştır [7].

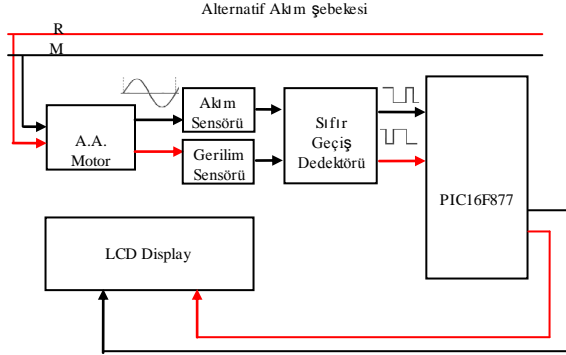
## 2. Güç katsayısının kontrolü

Güç katsayısı elektrik enerjisinin ne kadar verimli kullanıldığına bir göstergesidir. Güç katsayısının değeri ne kadar büyük olursa, elektrik enerjisi de bir o kadar verimli kullanılmış sayılır. Elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinde güç katsayısının düşük olması, daha fazla görünür gücün üretilmesi, bu da kablo kesitinin, devre elamanlarının ve diğer ölçme elemanlarının daha büyük güce göre seçilmesi anlamına gelir [1]. Bu nedenle elektrik şebekelerinde kalite ve verimliliğin sağlanabilmesi için reaktif güç kompanzasyon tesisleriyle güç katsayısının yükseltilmesiyle şebekelerde idealliği bozan en önemli faktörlerden biri olan düşük güç katsayısı sorunu ortadan kaldırılmış olur. Reaktif güç kompanzasyonu için senkron motorların uyartım akımlarının değiştirilmesi ile motorun kapasitif veya endüktif olarak çalıştırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca senkron motorun şebekeden çektiği reaktif gücün miktarı da uyartım akımı ile ayarlanabilmektedir. Bundan dolayı, senkron motorlar dinamik güç kompanzasyonu olarak kullanılmaktadırlar. Senkron motor güç kompanzasyonu olarak kullanılırken üzerinde herhangi bir yük yok ise, kaynaktan çekeceği aktif güç sadece mekanik kayıpları karşılamak içindir. Kondansatörlerin maliyetleri düşük, verimleri yüksek ve bakım masrafları yok denecek kadar az olmasından dolayı kondansatörler reaktif güç kompanzasyonu için kullanılmaktadır.

## 3. Güç katsayısı ölçüm devresi

Tasarlanan güç katsayısı ölçüm devresinde; alternatif akım şebekesine bağlı alternatif akım

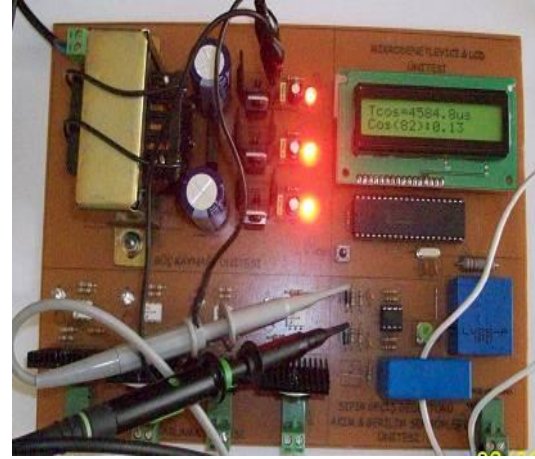
motorundan alınan akım ve gerilim bilgileri akım, gerilim sensörleri ve sıfır geçiş dedektörü ile mikrodenetleyicinin girişine uygun hale getirilmiştir. Tasarlanan güç katsayısı ölçüm devresinin blok şeması şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Tasarlanan güç katsayısı ölçüm devresinin blok şeması.

Sıfır geçiş dedektörü alternatif gerilimin sıfırdan geçtiği anda lojik olarak 1 sinyali üretir. Sıfır geçiş dedektöründen elde edilen lojik sinyaller mikro denetleyici girişinde kullanılır. Bu lojik sinyallerden gerilim sinyali PIC16F877 mikrodenetleyicisinin RE0 pinine, akım sinyali ise RE1 pin girişine uygulanmıştır [7]. Gerilim sinyali sıfırdan geçtiği anda PIC16F877 mikrodenetleyicisinin TIMER0 zamanlayıcısı çalıştırılmış, akım sinyali sıfırdan geçtiğinde ise durdurulmuştur. PIC16F877 mikrodenetleyicisine yüklenen yazılımla akım ve gerilim sinyalleri arasındaki fark  $\mu s$  cinsinden hesaplanır ve bu değere karşılık gelen güç katsayısı ( $Cos\phi$ ) yazılım programında hazırlanan tablodan seçilerek akım ve gerilim sinyalleri arasındaki  $\mu s$  derecesindeki zaman farkı ve bu zaman farkına karşılık gelen açının Cosinüs'ü LCD display'de gösterilir.

Tasarlanan güç katsayısı ölçüm devresi şekil 5'te verilmiştir.

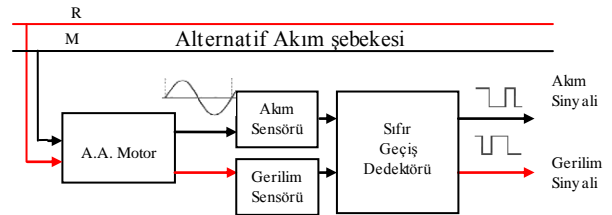


Şekil 5: Tasarlanan güç katsayısı ölçüm devresi.

#### 4. $Cos\phi$ metrenin simülasyonu

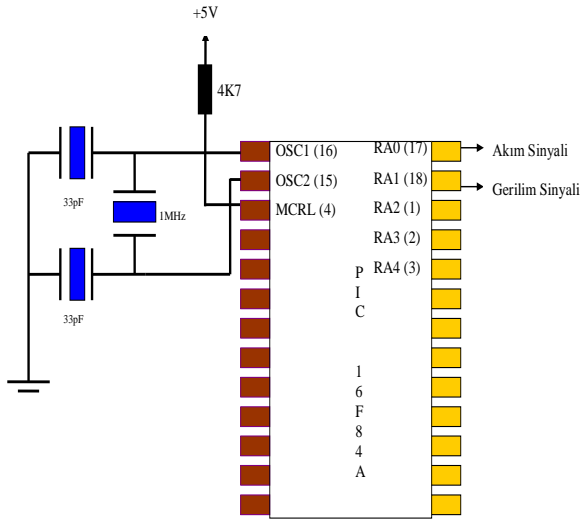
Proteus programı, elektronik alanında en yetenekli, devre çizimi, simülasyon ve animasyon yapabilen programlardan biridir [8]. Proteus programının devre çizim ve simülasyon programı olan Isis'in kütüphanesinde AC akım motoru olmadığından simülasyonda uygulamada kullandığımız motorun akım ve gerilim sinyallerinin sıfır geçiş dedektörü vasıtasıyla PIC16F877 mikrodenetleyicisinin girişlerine uygun hale getirilmiş akım ve gerilim sinyallerinin benzetimi yapılarak güç katsayısı ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon çalışmasında uygulamadaki AC akım motoruna ait sıfır geçiş dedektörü çıkışından elde edilen akım ve gerilim sinyallerini içeren devrenin benzetimi yapılarak güç katsayısı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Benzetimi yapılan devrenin blok diyagramı şekil 6'da verilmiştir.



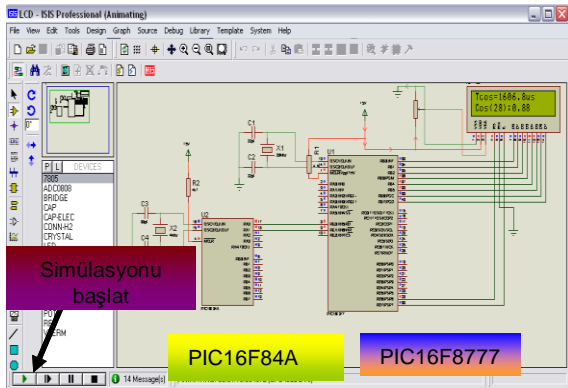
Şekil 6: Benzetimi yapılan devrenin blok diyagramı

Simülasyon çalışmasında şekil 6'daki devrenin yazılımla benzetimi yapılarak devre yerine Şekil 7'deki PIC16F84A mikrodenetleyicisi kullanılmıştır.



Şekil 7: Devrenin benzetimi

PIC16F84A mikrodenetleyicisinin buradaki işlevi uygulamada sıfır geçiş dedektörü çıkışından elde edilen akım ve gerilim sinyallerini üretmektir. PIC16F84A mikrodenetleyicisi tarafından üretilen bu akım ve gerilim sinyalleri PIC16F877 mikrodenetleyicisinin girişlerine uygulanmıştır. PIC16F877 mikrodenetleyicisi de PIC16F84A mikrodenetleyicisi tarafından üretilen bu akım ve gerilim sinyalleri arasındaki  $\mu s$  cinsindeki zaman farkını ve bu zaman farkına karşılık gelen açının Cosinüs'ünü hesaplayarak LCD display'de gösterir. Simülasyonda çalışmasında Isis programında çizilen  $Cos\phi$  metrenin devre şeması şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8:  $Cos\phi$  metrenin devre şeması.

Isis programında bulunan simülasyonu başlat komutu verilince PIC16F84A mikrodenetleyicisi

akım ve gerilim sinyallerini üretir, PIC16F877 mikrodenetleyicisi ise bu akım ve gerilim sinyalleri arasındaki zaman farkını ve bu zaman farkına karşılık gelen açının Cosinüs'ünü hesaplayarak LCD ekranda gösterir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

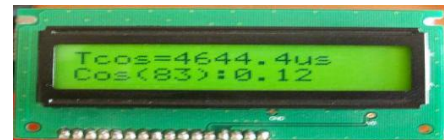
Alternatif akım şebekesine bağlı endüktif karakterli bir alıcının, tasarlanan analog-dijital tüm devre ile güç katsayısı ölçümü uygulaması yapılmıştır. Güç katsayısı ölçümü mikrodenetleyici tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca sıfır geçiş dedektörünün çıkışından alınan alıcıya ait akım ve gerilim sinyalleri osiloskop ekranında gösterilmiştir. Osiloskop ekranında gösterilen akım ve gerilim sinyalleri arasındaki faz farkı ile PIC16F877 mikrodenetleyicisinin ölçtüğü ve LCD ekranda göstermiş olduğu zaman ve derece türünden faz farkının hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 9'da sıfır geçiş dedektöründen elde edilen osiloskop ekran görüntüsü, şekil 10'da ise PIC16F877 mikrodenetleyicisinin ölçtüğü güç katsayısının LCD ekran sonucu verilmiştir.



Şekil 9 : Osiloskop ekran görüntüsü



Şekil 10: PIC16F877 Mikrodenetleyicisinin ölçtüğü güç katsayısının LCD ekran görüntüsü.

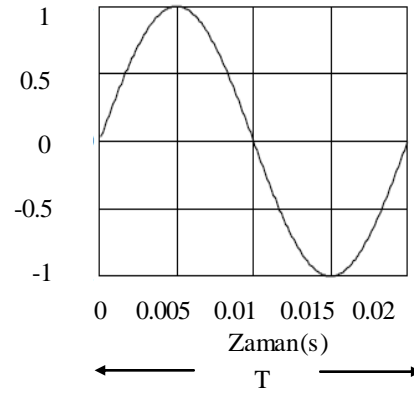
Osiloskop ekranında sıfır geçiş dedektörünün çıkışından elde edilen akım ve gerilim sinyallerinin genlikleri 5 Volt olması gerekirken 5 Volttan daha büyük genliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu da sıfır geçiş dedektöründe kullanılan sensörlerin, dirençlerin ve kondansatörlerin tam ideal olmadığını göstermektedir.

Alternatif Akım şebekesine bağlı Alternatif akım motoruna ait akım ve gerilim sinyalleri arasındaki faz farkı olan güç katsayısını ekranda gösterilecek şekilde  $\cos\phi$  metre ölçüm devresi tasarlanmıştır. Alternatif akım motorun akım ve gerilim bilgileri arasındaki faz farkına karşılık gelen derece ve zaman cinsine dönüştürme ve hesaplama işlemleri PIC16F877 mikrodenetleyicisi ile tasarlanan analog-dijital tüm devre ile sağlanmıştır.

Güç katsayısının ölçüm hızı TIMER0 zamanlayıcısı ve kullanılan osilatör frekansına bağlıdır. Yapılan çalışmada 20MHz osilatör kullanılarak akım ve gerilim bilgileri 0.4µs'de bir örneklenerek hassas bir ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada mikrodenetleyici kullanarak sisteme hassasiyet, esneklik ve kolaylık sağlanmıştır.

Tasarlanan  $\cos\phi$  metre devresinde ölçüm ve hesaplama işleminde kullanılan mikrodenetleyicinin kod koruma özelliğine sahip olması nedeniyle yazılımın başkaları tarafından okunmasına izin vermesi ve birçok kez programlanabilen (EEPROM) bellek içermesi ile yazılımın geliştirme imkânı tanınması diğer  $\cos\phi$  metre devrelerinden avantajlı olmasını sağlamaktadır.

Çalışmada şebeke gerilimi şekil 11'de gösterilen sinüsoidal dalga formu olarak kabul edilmiştir.



Şekil 11. Sinüsoidal dalga formu.

Burada; T sinüsoidal dalga formunun periyodu olarak tanımlanır. Şekil 11'deki sinüsoidal dalga formuna göre;

$$T = 20000\mu s \quad (1)$$

$$T = 360^\circ \quad (2)$$

(1) ve (2) eşitliklerinden faydalanarak  $1^\circ \cong 55.555556 \mu s$  elde edilir.

Mikrodenetleyicinin güç katsayısını ölçmesi için yazılan yazılım programında ise  $1^\circ = 55.5\mu s$  olarak alınmıştır. Bu da tasarlanan  $\cos\phi$  metrenin ölçüm sınırları  $0^\circ$  ile  $90^\circ$  arasında olduğundan  $\frac{1}{4}$  periyot yani  $90^\circ$  boyunca  $5\mu s$  ölçüm hatası bir başka deyişle  $0.01^\circ$ 'den küçük ölçüm hatasını olduğu eşitliklerden de gözlemlenmiştir.

## Kaynaklar

[1] Bayram, M. , “Kuvvetli Akım Tesislerinde Reaktif Güç Kompanzasyonu”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.

[2] Kaplan, O. , “PIC Denetimli Kondansatörün Gurupları ile Güç Katsayısının Düzeltilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.

[3] Altın Başak, O. , “Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama”, Melisa Matbaacılık, İstanbul, 2000.

[4] So, E. , “A New Current – Comparator –Based High – Voltage Low – Power –Factor Wattmeter”, IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol 48, 434 April, 1999.

[5] Moore, C. , Murray, I. , “An Elektronik Desing of a Low Braille Typewriter ”, İntelligent Information Systems Conference, New Zealand, 153- 157, 2001.

[6] Çolak,İ., Bayındır,R., “Klasik Yol Verme Metotların Denetleyici Yaralamıyla Gerçekleştirilmesi”, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi , 17 ( 1 ) 10-18 , 2005.

[7] Ateş, M . , “PIC Kullanarak Güç Katsayısı Ölçüm Devresi Tasarımı ve Simülasyon” , Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

[8] Şahin, H., “Bilgisayar Destekli Tasarım Proteus” , Atlas Yayıncılık Ve Elektronik, İstanbul, 2004.