

# BİR SÜRTÜNME KAYNAK MAKİNESİ İÇİN PIC KONTROLLÜ KONTROL ÜNİTESİNİN TASARIM VE UYGULAMASI

**\*Ramazan BAYINDIR, \*\*Hakan ATEŞ, \*Mehmet ÖZTÜRK**

\*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, 06500-Beşevler/Ankara

\*\*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metalürji Eğitimi Bölümü, 06500-Beşevler/Ankara

Geliş Tarihi : 10.03.2004

## ÖZET

Bu çalışmada, kolay programlanabilen, düşük maliyetli ve yüksek hassasiyetli bir sürtünme kaynak makinesi kontrol ünitesi tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kontrol devresinin tasarımında bir denetleyici kullanılmıştır. Sürtünme süresi, yığma süresi ve frenleme süresi gibi parametreler tuş takım kullanarak ayarlanmıştır. Cihaz oluşturulduktan sonra Yapılan birleştirme işlemlerinin sonuçlarından sistemin başarı ile çalıştığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** Denetleyici, Sürtünme kaynak makinesi

## DESIGN AND APPLICATION OF PIC CONTROLLED CONTROL UNIT FOR A FRICTION-WELDING MACHINE

### ABSTRACT

In the present study, an easy programmable, low cost and high sensitively control unit has been designed and implemented for a friction welding machine. For this aim, a microcontroller has been used for design of control circuit. Parameters such as friction time, forge time and breaking time have been set up by using keypad. It has been observed from joint of the samples that the system works successfully.

**Key Words :** Microcontroller, Friction welding machine

### 1. GİRİŞ

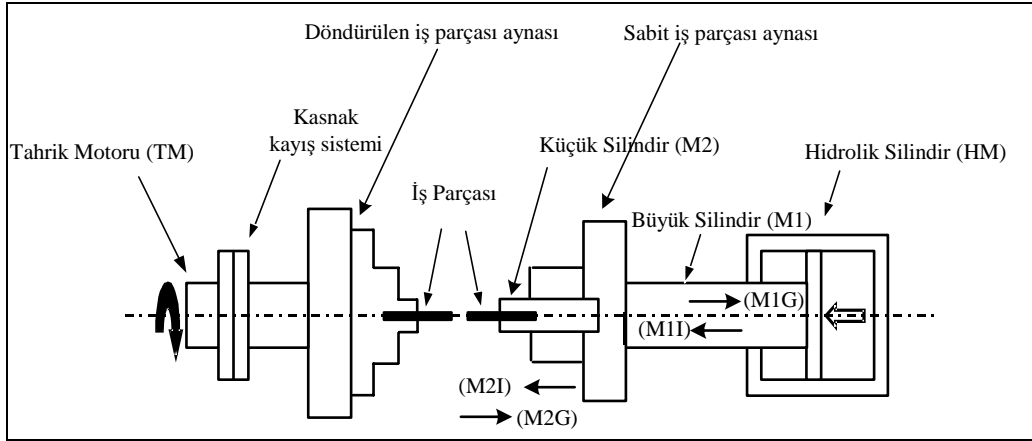
Sürtünme kaynağı, dışardan herhangi bir ısı kaynağı kullanmadan iş parçalarının ara yüzeylerinde oluşturulan sürtünme sonucu mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüştürülmesiyle yapılan bir tekniktir (Sluzalec and Sluzalec, 1993). Mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesi ile malzeme ve enerjiden tasarruf sağlanmaktadır. Hızla değişen teknolojisi ile beraber yeni imalat yöntemleri ortaya çıkarak çeşitli sektörlerde uygulanmaktadır. Sürtünme kaynak yöntemi yeni ve hızla gelişen bir teknik olup, kaynak teknolojisinde önemli bir yere sahiptir. Bu kaynak yöntemi ile daha az zamanda; daha ekonomik, daha

kolay ve daha güvenli üretim yapılabilmektedir. Genel olarak bakıldığında, sürtünme kaynak yöntemi ile üretilmiş bir mühendislik malzemesi, CNC torna ile imal edilmiş bir parçaya göre iki kat, klasik tornada imal edilmiş olana göre ise dört kat daha düşük maliyet gerektirmektedir (Dabak, 1995).

Sürtünme kaynağı, sürekli tahrikli, volan tahrikli ve kombine yöntemler olmak üzere üç değişik şekilde uygulanmaktadır. Direk sürtünme kaynağı olarak da bilinen sürekli tahrikli sürtünme kaynağı tekniğinde, gerekli olan enerji sürekli bir tahrik grubu tarafından sağlanır. Parçalardan biri motor ünitesine bağlı iken önceden belirlenen sabit bir hızda döndürülerek, diğer parçaya aksel bir basınçla temas ettirilir.

Yeterli derecede ısı girdisi sağlandığında dönme frenleme ile sistem en kısa sürede durdurulur. Uygulanan kaynak kuvveti zamanla artırılarak yığıma yapılır daha sonra da numune soğumaya bırakılır (Ateş ve ark., 1999). Volan tahrikli sürtünme kaynağında, volan önceden ivme kazandırılarak sabit parça volan tarafındaki dönen parçaya temas ettirilir. Uygulanan basıncın etkisi ile

belli bir süre sonunda sistem durdurulur. Yığıma sonucunda birleşme gerçekleştirilir. Kombine kaynak tekniğinde, sürekli tahrikli ve volan tahrikli tekniklerin birlikte kullanıldığı görülür. Kombine yöntem daha çok büyük kütleli parçalar için tercih edilir. Şekil 1'de sürtünme kaynağı donanımı ait şema görülmektedir (Anon., 1993; Spindler, 1994).



Şekil 1. Sürtünme kaynağı donanımı

Çoğu demir ve demir dışı alaşımlar, alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımları, çeşitli toz metal parçalar, nikel ve alaşımları, molibden ve niyobyum gibi malzemeler sürtünme kaynağı ile birleştirilebilirler. Sürtünme kaynağı aynı zamanda ısıl ve mekanik özellikleri açısından oldukça farklı malzemelerin birleştirilmelerinde de kullanılabilir. İçerisinde farklı yapılar bulunan malzemeler ile içerisinde kırılma faz oluşan malzemeler sürtünme kaynağı ile birleştirilebilir (Ateş, 2003). Bu yöntem aynı zamanda otomotiv, kesme ve delme takımları, hidrolik, havacılık ve uzay sanayileri ile aşınmış, kopmuş eğrilmiş parçaların tamir edilmelerinde kullanılmaktadır.

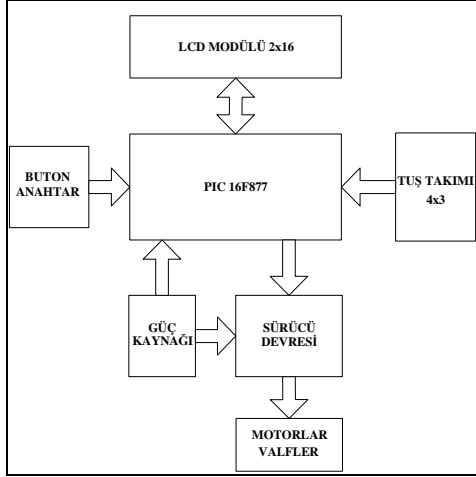
Sürtünme kaynağı esnasında toz, dolgu malzemesi ve koruyucu atmosfere gerek olmayışı, toplam enerji giderlerinin diğer birleştirme yöntemlerine göre çok küçük oluşu, diğer yöntemlere nazaran daha temiz oluşu, ısı tesiri altında kalan bölgenin çok dar oluşu, ön ve son temizlik gerektirmemesi gibi bazı avantajlara sahiptir.

Kaliteli ve tekrarlanabilir birleştirmeler elde edebilmesi için sürtünme kaynak makinelerinin hassas bir şekilde kontrolü gereklidir. Mevcut kullanılan kontrol ünitelerinde kaynak için gerekli olan parametreler bir defada girilmekte olup kaynak parametreleri değiştirilmesi gerektiğinde, kontrol ünitesinin yeniden programlanması gerekmektedir

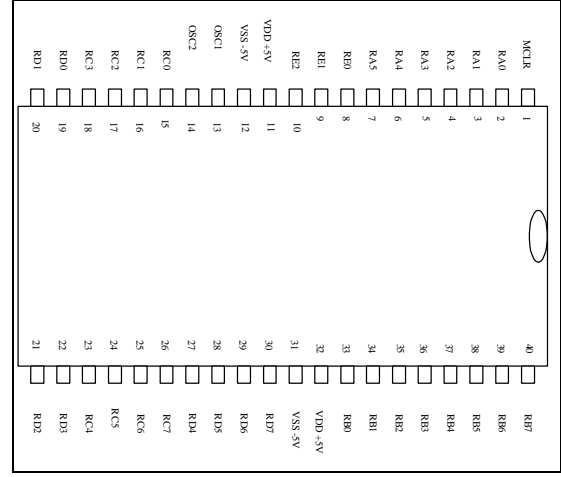
(Ateş ve Bayındır, 2002; 2003). Sunulan çalışmada bu problemin çözümü amacıyla mevcut sistemlere alternatif olabilecek yeni bir kontrol ünitesi sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistemin otomasyonu için gerekli olan PIC programı assembler dilinde hazırlanmıştır. Sürtünme süresi, yığıma süresi ve frenleme süresi gibi parametreler tuş takım kullanarak kontrol edilmiştir. Yeni kontrol ünitesi kullanılarak, yapılan deneysel çalışma sonunda sürtünme kaynak makinesinin başarı ile çalıştırıldığı görülmüştür.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada, denetleyici tabanlı programlanabilir sürtünme kaynağı kontrol ünitesi tasarlanmış ve uygulaması yapılmıştır. Şekil 2'de kontrol ünitesinin blok diyagramı verilmiştir. Büyük silindirin ilerleme süresi, sürtünme süresi, kuvveti, yığıma süresi, parçanın bırakılması ve büyük silindirin geri çekilmesi gibi kaynak yapılabilmesi için gerekli olan kaynak parametreleri parçaya göre yapılan kontrol sistemi ile tuş takımı yardımıyla ayarlanabilmektedir. Bu amaçla PIC 16F877 denetleyici kontrol sisteminin gerçekleştirilmesi için kullanılmıştır.



Şekil 2. Kontrol ünitesinin blok diyagramı



Şekil 3. PIC16F877'nin pin görünüşü

Uygulaması yapılan kontrol ünitesinin özelliği kaynak parametrelerinin tamamı tuş takımı yardımı ile 100 ms hassasiyetle ayarlanabilmektedir. Girilen tüm parametrelerin minimum ve maksimum değerleri, güvenlik açısından büyük silindirin maksimum ilerleme süresi olarak 0-25.6 s arasında seçilmiştir. Mikro denetleyici 8 bitlik ( $2^8:256$ ) olduğundan dolayı kayıtcı maksimum 256 sayısını saklayabilir. Yani 8 bitlik işlem yaparak maksimum 100 ms x 256:25.6 s oluşturulabilir. Aynı zamanda 25.6 s kayıtcının saklayabileceği maksimum değerdir. İstenildiğinde 25.6 s farklı değerler elde etmekte mümkündür.

## 2. 1. PIC 16F877 Denetleyici

Microchip firması tarafından geliştirilen PIC 16F877 entegresinin üretim amacı çok fonksiyonlu lojik uygulamalarının hızlı ve ucuz bir denetleyici ile yazılım yoluyla karşılanmasını sağlamaktadır. 8031 ve 8051 ailesine göre fiyat, çevre birimleri, kolay programlama, kullanım esnekliği ve ucuzluğu gibi üstün özelliklere sahiptir (Gümüşkaya, 1998; Altınbaşak, 2000). Şekil 3'de PIC 16F877'nin pin görünüşü verilmiştir. PIC 16F877 40 pine sahiptir. Bunlardan 33 tanesi I/O pini, iken diğer 7 pin PIC'in çalıştırılması için kullanılmaktadır. PIC 16F877 368 byte'lık RAM'a sahiptir. 3 tane zamanlayıcı/sayıcı, 2 tane algılama/karşılaştırma/ PWM modülü, 2 tane seri porta ve 8 kanallı 10 bitlik A/D dönüştürücüye sahiptir. Denetleyicilerde çevresel arabirimler, bir tümleşik aygıt içinde birleştirildiğinden sistem hızı ve güvenilirliği artırılmıştır. Maliyet azalmıştır. Kullanım kolaylığı sağlanmakla birlikte karmaşık yapı ortadan kaldırılmıştır. Program verileri değerlendirilerek portları kullanmak suretiyle dış ortama dijital sinyaller gönderir. Dış ortama gönderilen bu sinyallerin akımı yeterli olmadığı durumda yükselteç devreleri (röle, transistör, v.s) ile yükseltilecek kumanda edilecek cihaza uygulanır.

Bir denetleyici, kullanıldığı sistemin, bir çok özelliğini aynı anda gözleme, ihtiyaç anında gerçek zamanda cevap verme ve sistemi denetleme işlemlerinden sorumludur. PIC denetleyicileri aşağıdaki nedenlerden dolayı endüstriyel uygulamalarda geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Bodur, 2002).

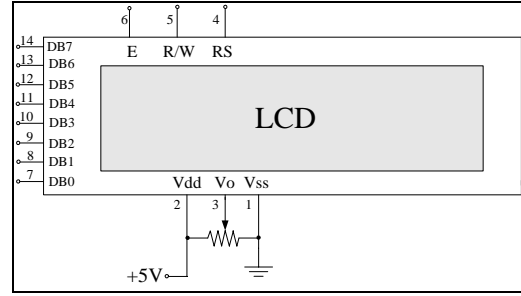
- Kontrol devresinin işlevi yazılımla sağlandığından, kontrol devresini tasarlamak, klasik otomatik kumanda bir devrenin tasarımından daha kolaydır.
- Bütün kontrol işlevleri yazılımla gerçekleştiğinden, farklı uygulama ve çalışma programlarını sağlamak son derece kolaydır.
- Donanımın değiştirilmesine gerek kalmaksızın yazılımın değiştirilmesi yeterlidir.
- Röleli kontrol devrelerine göre çok daha az yer kaplarlar.
- Güvenilirliği yüksek, bakımı kolaydır.
- Devrelerde arıza aramayı kolaylaştırır.
- Bilgisayarla ve diğer kontrolörlerle haberleşme olanağı vardır. Bu özellikleri ile bilgisayarlı otomasyon çalışmalarına olanak sağlar.
- Kötü çevre koşullarında, özellikle tozlu ortamlarda, röleli kumanda devrelerine göre daha güvenlidir.

## 2. 2. Likit Kristal Ekran (LCD)

LCD göstergede besleme için 3 uç ayrılmıştır. Bunlar Vdd, Vss, Vo'dur. Vdd 5 volt besleme, Vss toprak ve Vo LCD göstergenin karakter parlaklık ayar ucudur. LCD göstergeleri çalıştığı sıcaklık koşullarına bağlı olarak normal sıcaklık ve

genişletilmiş sıcaklık aralığında çalışan şekilde ikiye ayrılabilir. Başka bir ayırmda göstergede kullanılan sıvıların çeşidine göre yapılabilir. LCD göstergeler 40 karaktere ve 4 satıra kadar değişik seçenekler sunar. LCD göstergeler 80 adet karaktere kadar kodu saklayabilmek için dahili bir RAM bulundurlar. Bu RAM'a Gösterge Veri RAM'a (DDRAM) denir. Örneğin bir satıra 40 karakter veri girildi. Ama LCD bir anda 16 karakter görüntülemektedir. Diğer karakterlerin görüntülenmesi için ekranda yazı kaydırılabilir. Arzu edilen herhangi bir noktaya karakter yazmak istenirse bunun için önce DDRAM'daki adresi belirtilmelidir. LCD gösterge önceden programlanmış veya kullanıcı tarafından tanımlanan karakterleri gösterebilmektedir. LCD kontrolörü aynı zamanda Karakter Üretici RAM (CGRAM) olarak adlandırılan ve kullanıcı tarafından tanımlanabilen 8 karakter içeren bir hafızaya sahiptir. LCD gösterge ile 8 bit, 4 bit paralel ve ayrıca tek kablo ile seri iletişim yapılabilir. 8 bitte, 8 bitlik karakterin bir periyotta tamamı iletilir. 4 bitte, 8 bitlik karakterin düşük dörtlüğü ve yüksek

dörtlüğü olmak üzere iki periyotta iletilir. Seri iletimde ise 8 bitlik bilginin bitleri arka arkaya dizilmiş şekilde belli aralıklarla iletilir. Aktifleşme E ucu bütün LCD işlemlerinde gereken ana kontrol hattıdır. Her bit işlem RS ve R/W hatlarının durumlarını belirler. Eğer yapılan işlem, bir komutun veya bir verinin LCD'ye yazılması ise veri LCD veri yoluna yerleştirilir ve bu anda aktifleme hattı darbesi gönderilir. Bu darbe 0-1-0 şeklinde pozitif darbedir. LCD, blok şeması Şekil 4'de ve pin bağlantısı Tablo 1'de özetlenmiştir (Karakaş, 2002).



Şekil 4. LCD blok şeması

Tablo 1. LCD PIN Bağlantısı

| Pin Numarası | Görevi  |
|--------------|---|
| Pin1         | VSS; GND (şase)   |
| Pin2         | VDD; +5V  |
| Pin3         | Vo; potansiyometre bağlanarak, parlaklık ayarı yapılır  |
| Pin4         | RS; Bilgi ucu   |
| Pin5         | R/W; LCD'nin data alma verme durumunu belirler  |
| Pin6         | Enable; Aktifleme ucu   |
| Pin7-Pin14   | DB0-DB7; Data bağlantı uçları(8 bit). Bunlar LCD'ye data bitlerini gönderirler ve ekranda nereye ne yazıldığını denetlerler |
| Pin15-Pin16  | Ekran arka aydınlatma ledi gerilim uçları (pin 15: +5 volt, pin 16 :şase )  |

### 2. 3. Sürücü Devresi Valfler ve Motorlar

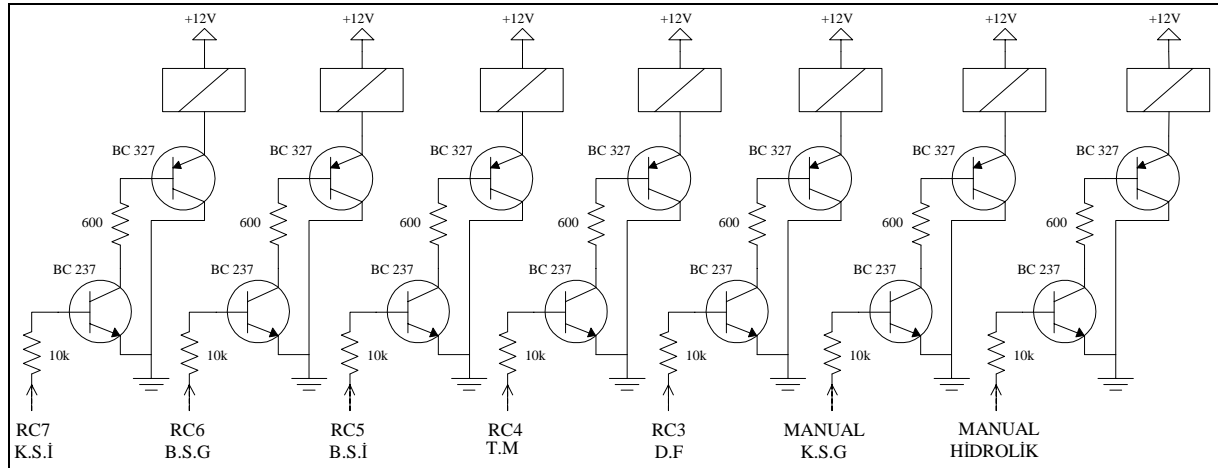
Sürücü Devresinde Kullanılan PIC Giriş-Çıkış ve Role Çıkışlarının Kontrol Ettiği Elemanlar Tablo 2'de Özetlenmiştir.

Tablo 2. PIC Giriş-Çıkış ve Role Çıkışlarının Kontrol Ettiği Elemanlar

| Giriş/Çıkış | Adres | Çalışma Durumu                            |
|-------------|-------|---|
| Giriş       | RA1   | Sistemi durdurma butonu : Reset           |
| Çıkış       | RC3   | Dinamik frenleme (DF)                     |
| Çıkış       | RC4   | Tahrik motoru çalıştırılması (TM)         |
| Çıkış       | RC5   | Büyük silindir ileri çalıştırılması (BSI) |
| Çıkış       | RC6   | Büyük silindir geri çalıştırılması (BSG)  |
| Çıkış       | RC7   | Küçük silindir ileri çalıştırılması (KSI) |
| Manuel      | ----- | Küçük silindir geri çalıştırılması (KSG)  |
| Manuel      | ----- | Hidrolik motorun çalıştırılması (HM)      |

Sürücü devresinde kullanılan çıkışlar ve röle çıkışlarının kontrol ettiği adresler Tablo 2'de özetlenmiştir. PIC çıkış gerilimi 5 voltur. Çıkış devre elemanlarının çalışma gerilimi ise 220 voltur. Şekil 5'de transistörlü sürücü devresi verilmiştir. Bu nedenle çıkış devre elemanlarını çalıştırılabilmek

için her bir çıkışa transistörlü sürücü devresi bağlanmıştır. Sistemde motorları ve selenoid valfları kontrol eden kontaktörler BC 327 transistörünün emiterine bağlı olan röle tarafından enerjilendirilmektedir. Ayrıca sürücü devresi yardımıyla PIC çıkışının yüklenmesi önlenmiştir.

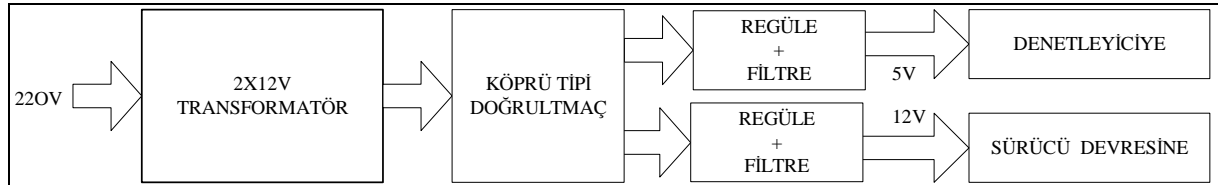


Şekil 5. Transistörlü sürücü devre şeması

PIC'de üretilen lojik 0 ve 1 sinyalleri ile BC 237 transistörü kontrol edilmektedir. Bu transistör ise BC 327 transistörünün beyz akımını sağlamaktadır. BC 327 transistörü iletime geçtiğinde röle üzerinden kontaktörün bobininden akım geçerken, transistörler kesimde iken kontaktör bobininden akım geçmemektedir. Böylece düşük akım ile yüksek akımlarla çalışan devreler rahatlıkla kontrol edilebilmektedir.

## 2. 4. Güç Kaynağı

Denetleyici, 2V-6V arası tam dalga doğrultulmuş regüleli gerilim ile sorunsuz çalışabilmekte olduğundan, standart TTL entegre voltajı olan ve lojik 1 sayılan +5V gerilim ile beslenmektedir. Sürücü devresinde kullanılan manyetik röleler 50 mA çekmekte ve 12V gerilimle çalıştığından güç kaynağından 12V ve 12 Volttan bağımsız 5V gerilim alınmıştır. Güç kaynağının blok şeması Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Güç kaynağı blok şeması

## 2. 5. Butonlar ve Anahtarlar

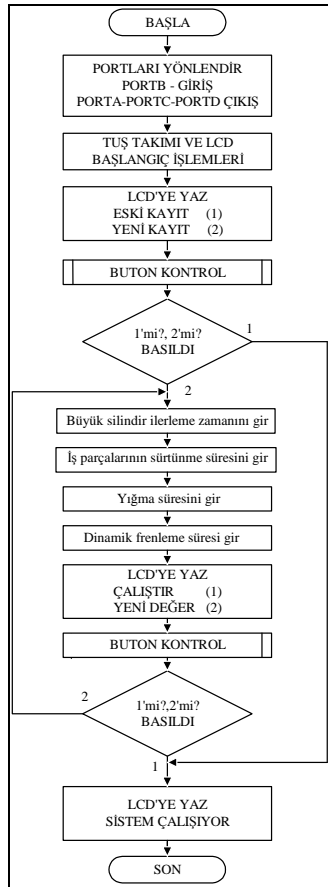
Donanımda, sürücü devresi üzerinde sistemin enerjisini açıp kapatmada ve hidrolik motorun enerjisini açıp kapatmada kullanılan iki adet 0-1 kalıcı tip anahtar, kontrol devresi üzerinde zamanların girilmesinde kullanılan 4x3 matris tuş takımı, bir adet sistemin durdurulmasını sağlayan ve iki adet de küçük silindirin ileri-geri gitmesini sağlayan kontağı normalde açık üç adet buton (Reset-Aç-Kapa) bulunmaktadır. Sürücü devresindeki anahtar, sistemin tamamının enerjisinin açılıp kapatılmasını sağlar. Kontrol ünitesindeki anahtar, hidrolik motorun enerjisinin el ile açılıp kapatılmasını sağlar. Reset butonu, sistemin durdurulup başa dönmesini sağlar. Aç butonu, küçük silindirin ileri giderek birleştirilecek parçanın yerleştirilmesi için pens ağzının açılmasını sağlar,

birleştirme bittikten sonra sistem otomatik olarak küçük silindirin ileri gitmesini sağlayacaktır. Kapa butonu ise küçük silindirin geri giderek pens ağzı kapatmasını ve parçanın silindire tutunmasını sağlar.

## 3. YAZILIM

Programa ait akış diyagramı Şekil.7'de verilmiştir. Enerji verildiğinde program başla noktasına gider h'00' noktasına gelir, bütün değerler sıfırlanır, portlar yönlendirilir. Sistem çalışmaya hazır hale gelir ve ilk olarak enerji verildiğinde ekranda "eski kayıt için" 1, "yeni kayıt için" 2'nin tuşlanması gerektiren bir menü belirir. Burada kullanıcı en son girdiği zamanları tekrar kullanmak istediğinde 1 tuşlayarak denetleyicinin eepromunda kayıtlı olan zamanları

kullanarak sistemi çalıştırabilir. Sistemin çalışma zamanları değiştirilmek istendiğinde 2 tuşlanarak yeni kayıta geçilir. Yeni kayıta ilk önce büyük silindirin ileri zamanı istenir. Sayı hatalı veya 25.6 saniyeden büyük girildiğinde ekranda hata uyarısı (hatalı ise; hatalı giriş büyük ise; yüksek rakam) verip zamanı yeniden isteyecektir. İkinci olarak sürtünme süresi zamanını, üçüncü olarak yığma süresini ve son olarak frenleme süresini ister. Kullanıcı herhangi bir sıradan zaman girmeden bir sonrakine ulaşamaz. Zaman ayarları yapıldıktan sonra denetleyici zamanların eeprom'a yazılmasını sağlar, buda elektrik kesilmesinde ve aynı parçaların arka arkaya kaynaklanmasında büyük kolaylık sağlar. Sonra ekranda "çalıştır için" 1, "yeni kayıt için" 2'nin tuşlanmasını gerektiren bir menü daha belirir. Burada zamanların değiştirilmesi gerekiyorsa 2 tuşlanır, sistemin çalıştırılması isteniyorsa 1 tuşlanır. 1'in tuşlanması halinde denetleyici eepromdaki zamanları okuyarak sistemi çalışması için hazırlar ve ekranda dikkat sistem çalışıyor uyarısı belirdikten sonra sistem çalışır. Sistemin çalışması, sürücü devrelerine bağlanan ledler ile izlenebildiğinden kontrol ünitesinde herhangi bir hata belirdiğinde kolayca bulunacaktır. Ekranda, çalışma sona erdi uyarısı belirerek sistem duracaktır. Yeni bir çalışma için reset butonuna basılır.



Şekil 7. Programa ait akış diyagramı

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada üretim amacı çok fonksiyonlu lojik uygulamaların hızlı ve ucuz olarak yapılması olan denetleyici ile denetleyici tabanlı sürtünme kaynak makinesi kontrol ünitesi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Şekil 8'de gerçekleştirilen kontrol ünitesine ait fotoğraf verilmiştir. Kullanılan kontrol ünitesi ile gerekli parametrelerin 100 ms hassasiyetle değiştirilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 8. Gerçekleştirilen kontrol ünitesine ait fotoğraf

Uygulamada fiyat, çevre birimleri, kolay programlama, kullanım esnekliği ve ucuzluğu gibi üstün özelliklere sahip olmasından dolayı PIC serisi 16F877 denetleyicisi tercih edilmiştir. Yardımcı röle, zaman rölesi gibi elemanlara gerek kalmaksızın otomasyon gerçekleştirildiği için uygulama çalışması oldukça sade ve çok hassas bir kontrol ünitesi oluşturulmuştur. Deneysel çalışma bölümünde çalışma şekli açıklanan PIC kontrol sistemli sürtünme kaynak cihazı ile birleştirme işlemleri yapılmıştır. PIC kontrollü sürtünme kaynak cihazı laboratuvar şartlarında çalıştırılmıştır.

Yapılan iş parçası birleştirme test çalışmaları ile sürtünme süresi, sürtünme basıncı, yığma süresi ve yığma basıncı gibi kaynak parametreleri ve uygulanma süreleri farklı malzemeler için tuş takım

yardımı ile değiştirilerek daha pratik ve kolay bir şekilde ayarlanmaktadır. Kaynak parametrelerinin tuş takımı yardımı ile görerek çok hassas kontrolü, değişik bileşimdeki malzeme çiftlerinin birleştirilmelerine ve optimum kaynak parametrelerinin tespitine imkan sağlamıştır.

## 6. KAYNAKLAR

Altınbaşak, O. 2000. "Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama", 11-24, Eylül, İstanbul.

Anonymous, 1993. ASM Handbook, "Welding, Brazing and Soldering", Vol. 6, p. 150-155.

Ateş, H., Bayındır, R. 2002. "PLC Kontrollü Sürtünme Kaynak Cihazı Tasarımı ve Uygulaması", Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 3-4, 97-104.

Ateş, H., Bayındır, R. 2003. "PIC Kontrollü Sürtünme Kaynak Makinesi Tasarımı ve Uygulaması", Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 3-4, 107-114.

Ateş, H. 2003. "Ferritik Süper Alaşımların Sürtünme Kaynağı ile Kaynaklanabilirliklerinin

Araştırılması" Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ateş, H., Kurt, A., Türker, M. 1999. "Sürtünme Kaynağı", TMMOB Kaynak Teknolojisi II. Kongre ve Sergisi, 125-132, Kasım, Ankara.

Bodur, Y. 2002. "Adım Adım PIC Micro Programlama", Infogate, 106-118, İstanbul.

Dabak, S. 1995. "Sürtünme Kaynak Makinesi İmalî SAE 8620-1040 Malzemelerin Kaynağı ile Mekanik ve Metalografik İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Gümüşkaya, H. 1998. "Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi", Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti., 25-36, Mart, İstanbul.

Karakaş, H. 2002. "İleri PIC 16F84 Uygulamaları-I", 93-129, Eylül, İstanbul.

Sluzalec, A., Sluzalec, A. 1993. "Solution of Thermal Problems in Friction Welding", Int. J. Heat Mass Transfer, Vol.6, No.6, p.1583-1587.

Spindler, D. E. 1994. "What Industry Needs To Know About Friction Welding", Welding Journal, March, 1994. p. 34-42.