

Sürtünme Kaynak Makinesi Kontrol Ünitesinin Bilgisayar ile Tasarım ve Uygulaması

*Ramazan BAYINDIR, **Hakan ATEŞ

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü,
06500 Teknikokullar, ANKARA

**Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metalurji Eğitimi Bölümü,
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, bir sürtünme kaynak makinesinin bilgisayar ile kontrolü yapılmıştır. Çalışmada program geliştirme aracı olarak Visual Basic kullanılmıştır. Klavyeden girilen sürtünme süresi, sürtünme basıncı, yığma süresi, yığma basıncı ve frenleme süresi gibi kaynak değişkenleri, program aracılığıyla daha sonra kullanılmak üzere kaydedilebilmektedir. Ayrıca program, kaynak sürecinin görsel olarak izlenebilmesini sağlamaktadır. Yapılan numune birleştirme sonuçları bilgisayar kontrollü kumanda devresinin başarı ile çalıştığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : Sürtünme Kaynak Makinesi, Bilgisayar, Visual Basic, Mikrodenetleyici.

Design and Application of Friction Welding Machine Control Unit by Computer

ABSTRACT

In this study, a control unit for computer controlled friction welding machine has been designed and applied. Visual Basic program has been used as a program developer tool. With keyboard entered, welding parameters such as friction time, forging time and breaking time can be saved and used later. The written program also provides to render in visual images. It has been observed that this system worked successfully friction welding machine.

Keywords: Friction Welding Machine, Computer, Visual Basic, Microcontroller.

1. GİRİŞ

Sürtünme kaynağı teknolojisi 1950'li yıllardan beri hızlı bir gelişme kaydetmiş ve bir çok araştırmacıyı bu yönde çalışmaya sevk etmiştir. Sürtünme kaynağı ile bir çok malzemenin kaynağı mükemmel bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca birleşme yüzeyleri diğer kaynak teknolojilerinde olduğu gibi zedelenmemektedir. Sürtünme kaynağının kullanımının artmasıyla beraber bu makineleri kontrol edebilecek program ihtiyacı doğmuştur (1-3). Bu amaçla literatür incelendiğinde (4) sürtünme kaynak makinesinin değişik yöntemlerle kontrol edildiği görülmüştür. En kullanışlı ve ekonomik kontrol yönteminin mikrodenetleyici ile yapılan kontrol tekniği olduğu anlaşılmıştır. mikrodenetleyiciler RISC (Reduced Instruction Set Computer) mimari temelli bir denetleyicidir. RISC mimarisinde temel düşünce daha basit ve daha az komut kullanılmasıdır. Kullanım olarak esnek yapısı ve az elemana gereksinim duyması mikrodenetleyicileri popüler kılmaya başlamıştır. Günümüzde çok yaygın olarak kullanılmakta olan mikrodenetleyicilerin mikroişlemci temelli sistemlere göre bir çok avantajları vardır (5). Mikrodenetleyiciler otomobillerde, kameralarda, cep telefonlarında, fax-modem cihazlarında, çamaşır makinesi, fotokopi, radyo,

TV gibi sistemlerde ve daha bir çok alanda kolay programlama, güvenilirlik, ekonomiklik gibi faktörlerin daha iyi olması nedeniyle kullanılmaktadır (6-8).

Bu çalışmada sürtünme kaynak makinesinin bilgisayarla kontrolü yapılmıştır. Kaynak değişkenleri klavyeden girilmekte ve istenilirse bu değişkenler program aracılığıyla daha sonra kullanılmak üzere kaydedilebilmektedir. Benzer özellikteki iş parçalarının kaynaklanmasında yeniden bir düzenlemeye gidilmeden hafızadaki değerler kullanılabilir. Ayrıca program, kaynak sürecinin görsel olarak izlenebilmesini sağlamaktadır. Diğer kontrol teknikleri olan klasik kumanda, PLC (Programmable Logic Controller) ve mikrokontrolör ile yapılan sistemlerde değişik bir iş parçasının kaynaklanması için kaynak değişkenleri yeniden girilmelidir. Kontrol ünitesi ile ilgili deneysel çalışmalar imalatı Metalurji Eğitimi Bölümü'nde Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri desteği ile daha önce yapılan sürtünme kaynağı cihazı üzerinde laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmiştir. Sürtünme kaynağı ve sürtünme kaynağı parametreleri ile ilgili teorik bilgi Bölüm.2'de tanıtılmıştır. Bölüm.3'de kontrol devresi tasarımı ve uygulamasına ait aşamalar detaylı olarak verilmiştir. Bölüm.4'de sonuçlar verilerek çalışma sonuçlandırılmıştır.

2. SÜRTÜNME KAYNAĞI

Sürtünme kaynağı ile ilgili ilk patent 1891 yılında Amerikalı makineci I.H.Bevington tarafından alınmıştır. Daha sonraları konu ile ilgili 1924 yılında İngiltere ve Rusya, 1929 yılında Almanya patent almıştır. Başlangıçta boru ve plastiklerin kaynağında kullanılan bu yöntem, 1956 yılında Rus A.J. Chdicov iki metal çubuğu sürtünme kaynağı ile birleştirmeyi başarmıştır. Sürtünme kaynağı konusu ile ilgili gerçek bilimsel çalışmalar 1956 yılından sonra başlamıştır ve usulün uygulama alanlarının geliştirilmesi doğrultusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Biri sabit diğeri dönel harekete sahip veya ters yönde hareketli iki parça ara yüzeylerinde oluşturulan sürtünme yoluyla, mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilen ısıdan yararlanarak, eksenel basınç altında ara yüzeyde plastik deformasyon oluşturarak yapılan bir katı hal kaynak yöntemidir (9, 10). Sürtünme kaynağında, kaynak süresi boyunca sürtünen yüzeyler eksenel basınç altındadır ve ısıtma fazı veya sürtünme fazı olarak adlandırılan bu süreç plastik deformasyon sıcaklığı oluşuncaya kadar devam eder. Bu sıcaklıkta dönme hareketi ani frenleme yapılarak durdurulur ve eksenel basınç artırılarak yığılma oluşturulur (11-13). Bu kaynak tekniğinde ilave metal ve koruyucu gaze gerek yoktur. Çoğunlukla yuvarlak kesitli parçaların kaynağında kullanılan ve otomatik olarak yapılan bir işlem olan sürtünme kaynağı uygulamalarının genelde dairesel kesitli çubukların veya boruların kaynağından oluşturmaktaydı. Son zamanlarda, sürtünme için kullanılan dönme hareketi yanında, yörüngesel hareket, lineer titreşim hareketi ve açılmalı titreşim hareketi de uygulanabilir olmuştur. Böylece sürtünme kaynağı, enerji kaynağına bağlı olarak üç, hareket şekline göre ise beş grupta incelenebilir. Enerji kaynağına göre; sürekli tahrikli sürtünme kaynağı, volan tahrikli sürtünme kaynağı ve hibrit sürtünme kaynağıdır. Hareket şekline göre ise dairesel hareketli sürtünme kaynağı, lineer titreşim hareketli sürtünme kaynağı, açılmalı hareketli sürtünme kaynağı, radyal sürtünme kaynağı, yörüngesel hareketli sürtünme kaynağıdır (13, 14).

Yöntem üzerinde en etkili parametreler olan ve optimizasyonu gereken parametrelerin çevresel hız, sürtünme basınç kuvveti, sürtünme süresi, yığılma basınç kuvveti, yığılma süresidir. Bunların dışında numune geometrisi, malzemenin ısıl kapasitesi, malzemenin plastik

şekil değiştirme yeteneği ve parça boyundaki kısılma miktarı gibi parametrelerde söz konusudur (12, 13).

Ara yüzey sıcaklığı ve bağlantı kalitesi üzerinde en etkili parametre çevresel hız olarak görülmektedir. Yüksek çevresel hız yüksek ara yüzey sıcaklığı üretirken düşük çevresel hız yetersiz ısıtma sonucu kaynak bağlantısını olumsuz etkiler. Yüksek çevresel hızına bağlı olarak deformasyon hızının değişimi kaynak süresini kısaltır. Bununla birlikte, farklı metal bağlantıları için düşük hızlar, gevrek bir intermetalik fazın oluşumunu sınırlandırabilir.

Sürtünme basıncı, temas eden ara yüzeylerden oksitleri uzaklaştırabilecek, yüzeylerin atmosfer ile ilişkisini kesebilecek ve ara yüzeyde üniform bir ısıtma sağlayabilecek düzeyde olmalıdır. Basınç değişkeni, kaynak bölgesindeki sıcaklık derecesi ve eksenel kısılma ile kontrol edilebilir.

Sürtünme süresi, sürtünen yüzeylerdeki olası kalıntı ve pislikleri temizleyecek ve gerekli plastisite için üniform bir kaynak bölgesi sıcaklığına ulaşmayı sağlayabilecek düzeyde olmalıdır. Aşırı süre ise ısı tesiri altında kalan bölgenin (ITAB) genişlemesine ve aşırı yığılmaya sebep olacaktır.

Yığılma süresi, malzeme çifti ara yüzeyinde gerekli plastik deformasyonu oluşturmak ve sürtünme kaynağının oluşum mekanizmalarından biri olan difüzyonu hızlandırmak için yığılma basıncının uygulandığı süredir.

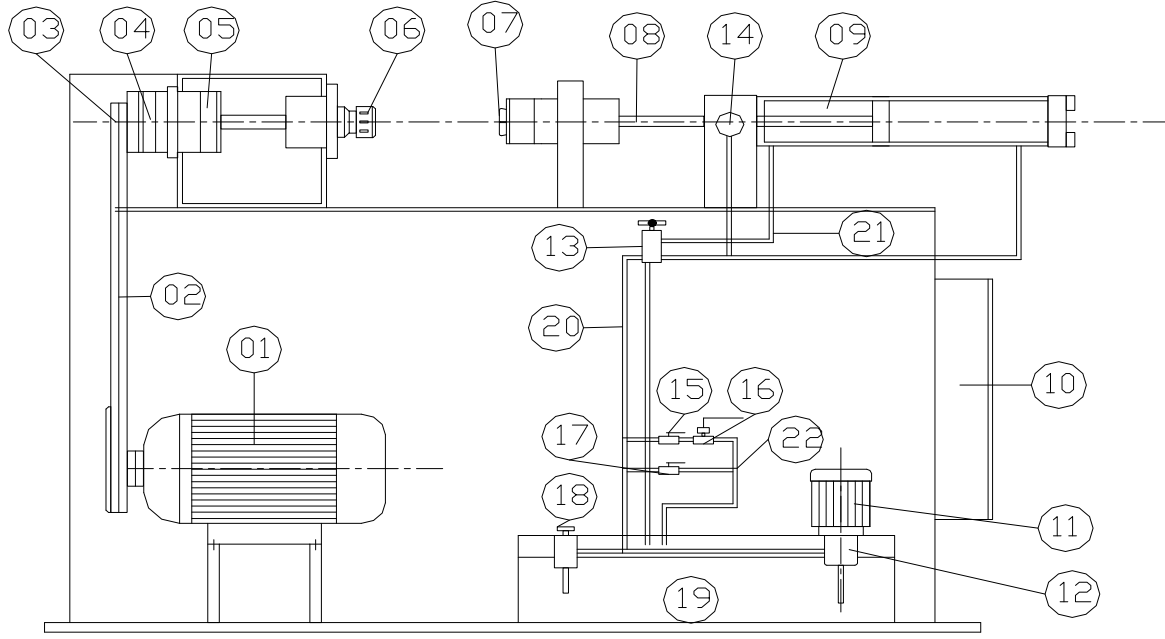
Yığılma basıncı, sürtünme periyodu sonrasında malzeme çifti arasında difüzyon mekanizmasını hızlandırmak amacıyla uygulanır. Yığılma basıncı, malzemelerin birleştirilebilmeleri için bu malzemelerin sıcak dövme mukavemetlerinin altında olmamalıdır. Buna karşın yığılma basıncı çok yüksek alınırsa aşırı metal deformasyonu oluşur ve bu aşırı yığılma sırasında kaynak bölgesinde metalik olmayan inklüzyonlar arzu edilmeden enine bir akış göstererek yeniden şekillenirler.

3. KONTROL DEVRESİ TASARIM VE UYGULAMASI

Şekil.1'de imalatı yapılan kaynak cihazının şematik görünüşü, Tablo.1'de ise ana parçaları verilmiştir.

Tablo.1 Sürtünme kaynak cihazının ana parçaları

| | | | |
|-------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1. Tahrik motoru | 7. CNC pensi | 13. Yön kontrol valfi | 19. Yağ deposu |
| 2. V Kayışı | 8. Piston kolu | 14. Manometre | 20. Emiş hattı |
| 3. Kasnak | 9. Çift etkili silindir | 15. Küresel vana | 21. Basınç hattı |
| 4. Yatak I | 10. Elektrik panosu | 16. Selenoid ventil (1. Güç) | 22. Dönüş hattı |
| 5. Yatak II | 11. Hidrolik motoru | 17. Güç vanası (2. Güç) | |
| 6. Rovelver pensi | 12. Hidrolik pompası | 18. Pompa basınç ayar regülatörü | |



Şekil 1. Sürtünme kaynak cihazının şematik görünüşü

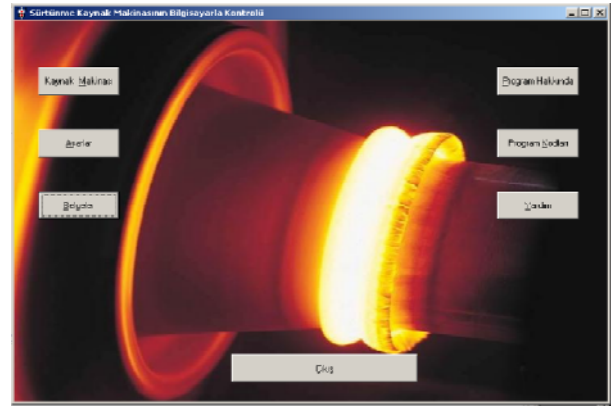
Sürtünme kaynak makinesinin bilgisayar ile kontrol edilebilmesi için bir mikrodenetleyici kullanılmıştır. Bilgisayar kontrollü sürtünme kaynağı sistemi üç ayrı ünite şeklinde incelenebilir. Kullanıcının gerekli değerleri girerek sürtünme kaynak makinesini kontrol edileceği görsel olarak hazırlanmış yazılım, bu kısım girilen verilere göre paralel port üzerinden mikrodenetleyiciyle iletişim kurar. Bilgisayardan gelen verilere göre çıkışa sinyal gönderen ve arada sinyal yalıtımı sağlayan mikrodenetleyici kontrol ünitesi, Kontrol ünitesinden lojik seviyesinde gelen bilgileri transistörler ve röleler yardımıyla sürtünme kaynak makinesine aktaran güç ünitesidir.

3.1. Yazılım

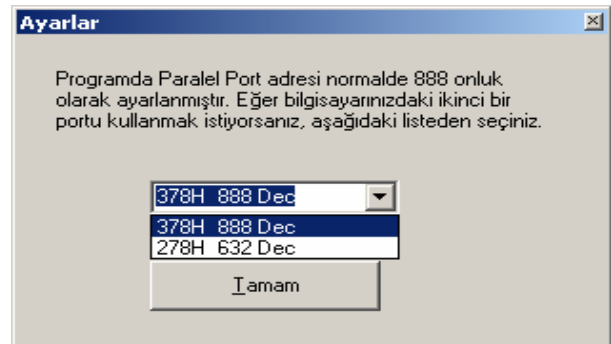
Program geliştirme aracı olarak, öğrenilmesi kolay olması, çok fazla uygulama bulunabilmesi, Windows ortamında çok rahat çalışabilmesi ve portlara erişilebilme için gerekli DLL dosyalarının daha kolay bulunabilmesi gibi nedenlerden dolayı Microsoft Visual Basic Programlama dili seçilmiştir (15, 16). Yazılım tamamlandıktan sonra taşınmasının daha kolay olması için bir setup dosyası içerisinde birleştirilmiştir. Böylece program içinde kullanılan DLL dosyaları da otomatik olarak kullanıcı sistemine eklenebilmektedir. Hazırlanan programı kurmak için CD içindeki Setup.Exe ikonuna tıklanılır. Daha sonra programın kurulacağı klasör seçilerek program kurulumu tamamlanır. Kurulum programı masaüstüne ve başlat menüsü içindeki programlar kısmına gerekli kısa yolları atamaktadır.

Program kurulumu bittikten sonra programlar içindeki kısayol çift tıklanılarak program çalıştırılır. Program çalıştırıldığında Şekil.2'deki bir pencere ekrana gelmektedir. Bu pencereden kontrol ünitesinin takılacağı

paralel port seçilebilir. Ayarlar düğmesinde tıklanıldığında Şekil.3'deki bir pencere ekrana gelecektir.



Şekil 2. Kaynak makinesi programı ana sayfa

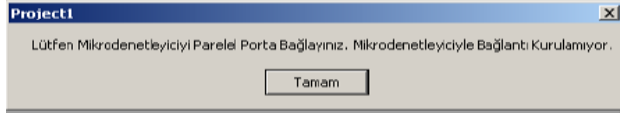


Şekil 3. Ayarlar penceresi

Bu pencerede açılan liste kutusuna tıklanılarak istenilen port adresi seçilebilir. Eğer seçim yapılmazsa program, paralel portun 378 hex adresinde olduğunu varsayacaktır (17). Yine ana pencereden çalışmada oluşturulan belgelere ve Visual Basic'te yazılan bu

programın ve kontrol ünitesinde bulunan mikrodnetleyicinin içerisindeki kaynak kodlara erişilebilir. Yardım butonuna tıklanılarak ta programın kullanılması ve oluşabilecek hatalar hakkında bilgi alınabilir.

Ana pencerede Kaynak makinesi butonuna tıklanılarak kaynak makinesi kontrol sayfası çağrılabilir. Bu durumda, eğer kontrol ünitesi bilgisayara bağlı değilse veya açık değilse program Şekil.4'deki hata mesajını verecektir.



Şekil 4. Mikrodnetleyiciyle iletişim kurulamıyor hata mesajı

Kontrol devresi bilgisayara bağlanıp tamam düğmesine tıklanıldığında Şekil 5'deki mesajla bilgisayar, kontrol ünitesinin bilgisayardan gelen verileri güç ünitesine aktarmaya hazır olduğunu belirtir.

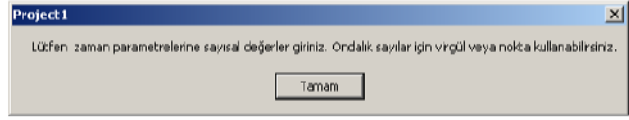


Şekil 5. Mikrodnetleyiciyle iletişim kuruluyor mesajı

Bu mesaj da onaylandıktan sonra kullanıcının gerekli kontrol değerlerini girebileceği Şekil.6'daki ara yüz ekrana gelmektedir.

Bu pencerede Sürtünme kaynağı için gerekli olan değişkenlerin ayarlanması, girilen değerlerin saklanması, daha önce saklanan değerlerin tekrar yüklenmesi,

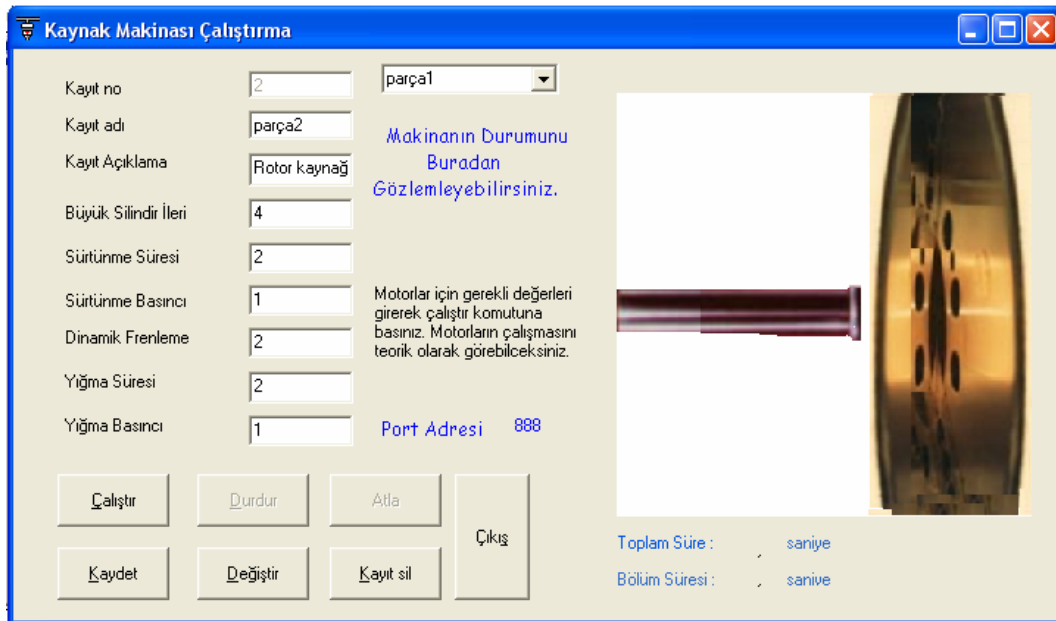
ması gerekir. Bu işlem yapıldığında program sayısal ifade girilmesi gereken yerlere girilen değerlerin sayısal olup olmadığına bakar. Eğer sayısal değilse Şekil.7'deki uyarı mesajını vererek kaydı iptal eder.



Şekil 7. Sayısal değer hata mesajı

Bu durumda girilen ifadeler tekrar gözden geçirilerek tekrar kayıt yapılmalıdır. Eğer doğru ifadeler girilmiş ise kayıt yapılır. Yapılan kayıt açılan liste kutusunda da görülebilir. Kayıt değiştirmek için önce değiştirilmek istenen kayıt, liste kutusunda seçilip tıklanılmak suretiyle yüklenir. Daha sonra istenilen değişiklik yapılarak değiştir butonuna tıklanılır. Kayıt silmek için silinecek kayıt liste kutusundan seçilerek kayıt sil butonuna tıklanılır. "Durdur" butonu sistem çalışırken oluşabilecek acil durumlarda sistemi durdurmak için kullanılır. "Atla" butonu ise o anda aktif olan adımı olduğu yerde bırakıp diğer adıma geçer. Örneğin kaynak makinesi sürtünme adımını uyguluyorken, bu adım için girilen süre dolmadan bu adım atlanılmak istenilirse "Atla" butonuna tıklanması yeterlidir. Pencerenin sağ tarafında ise uygulamanın daha görsel olması için uygulanan adıma ve süreye bağlı animasyon yapılmıştır. Yine bu animasyonlar yazılarla da daha açık hale getirilmeye çalışılmıştır. Pencerenin sağ alt tarafında ise her bir adım için ve toplam geçen süre gösterilmiştir.

Program her 50 ms içerisinde mikrodnetleyici ile haberleşmesini kontrol etmekte ve herhangi bir ileti-



Şekil 6. Kaynak makinesi çalıştırma programı

değiştirilmesi ve silinmesi mümkün olmaktadır. Girilen değerlerin saklanması için Kaydet düğmesine tıklanılır.

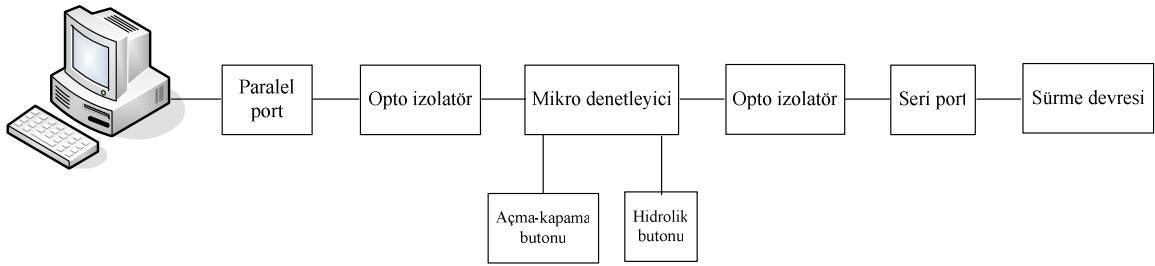
şim kopukluğunda kullanıcıyı uarmaktadır. Mikrodnetleyiciyle iletişim kurulamıyor şeklinde bir uyarı

mesajı almamak için kontrol ünitesinin bağlantıları tam yapılmalı ve mümkün olduğu kadar gürültülerden uzak tutulmalıdır.

3.2. Kontrol Ünitesi

Bu birim bilgisayardan aldığı sinyalleri gerekli yalıtım devrelerinden sonra güç ünitesine ulaştırmaktadır. Birimin merkezini PIC 16F84A mikrodeneleyicisi oluşturmaktadır. Mikrodeneleyici ile bilgisayar arasındaki sinyal yalıtımını opto izolatörler sağlamaktadır. Şekil.8'deki kontrol devresine ait genel bir şema verilmiştir.

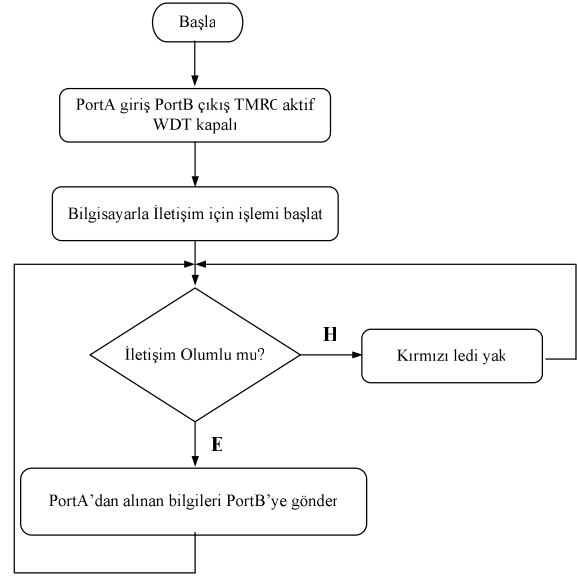
Bilgisayardan gelen girişler için mikrodeneleyicinin A portu (PORT A) kullanılmıştır. 'PORT B, 1.biti' bilgisayara bilgi göndermek, 'PORT B, 0.biti' ve 'PORT B, 2.biti' ise sistemin çalıştığı ve durduğunu gösteren uyarı ledleri ve PORT B'nin diğer beş biti çıkış kontrolü için kullanılmıştır. Ayrıca, sürtünme kaynak makinesine takılan parçaları sıkıştırmak ve bittiğinde bırakmak için 3 adet buton denetleyiciden bağımsız olarak kullanılmıştır. Kontrol ünitesinin bir tarafında 36 pinli dişi yazıcı konnektörü bilgisayar ile haberleşmeyi sağlarken, diğer taraftaki 9 pinli seri port konnektörü,



Şekil 8. Kontrol ünitesi blok diyagramı

mikrodeneleyici için gerekli enerjiyi güç ünitesinden almakta aynı zamanda bilgisayardan gelen sinyalleri yorumlayarak kaynak makinesini kontrol etmektedir.

Şekil.9'daki akış diyagramından da anlaşıldığı gibi mikrodeneleyici PORT A'dan aldığı bilgiyi PORT B'ye göndererek kaynak makinesini kontrol etmektedir. Bilgisayar ile iletişim kopukluğu olduğunda tekrar iletişim kurmaya çalışmakta eğer başaramazsa ikaz ledini yakarak sistemi durdurmaktadır. Eğer bu durma anında saniyenin 1/10 kadar bir değerinde tekrar iletişim kurabilirse kaldığı yerden devam etmektedir. Eğer hala iletişim kurulamazsa sistem durmaktadır. Çevredeki aşırı gürültü vb. gibi nedenlerden dolayı denetleyici, resetlenirse (enerjisi kesilmemek şartıyla) bilgisayardaki program 30-40 ms kadar bekledikten sonra tekrar iletişim kurarak kaldığı yerden devam etmeye çalışmaktadır. Eğer hala mikrodeneleyici cevap vermiyorsa program hata verecektir. Şekil.9'da mikrodeneleyiciye ait akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 9. Mikrodeneleyici programının akış diyagramı

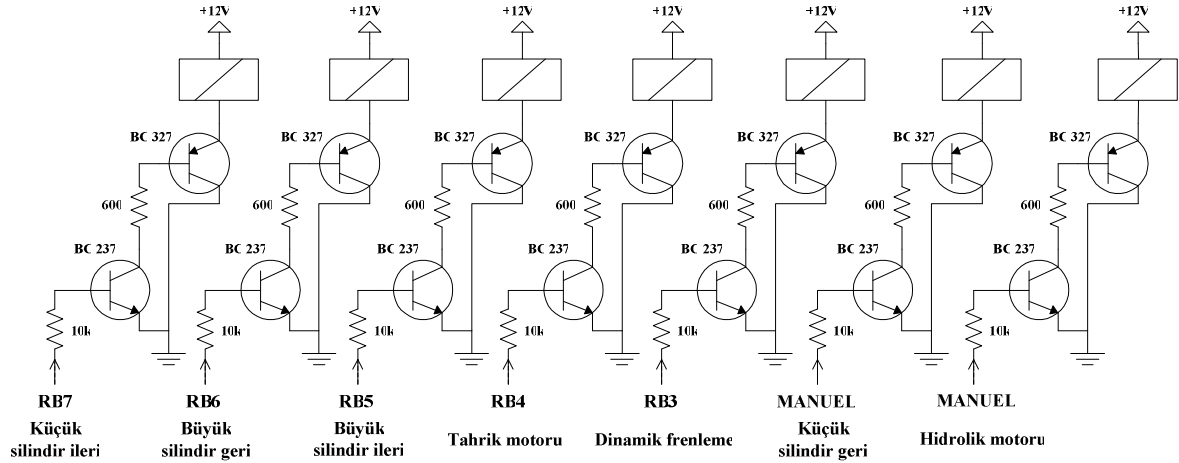
3.3. Güç Ünitesi (Sürücü Devresi)

Şekil.10'da verilen sürücü devresi kontrol ünitesinden gelen sinyalleri transistörler yardımıyla yükseltip röleleri sürmektedir. Röle çıkışları ise kaynak makinesi üzerindeki kontaktörlere bağlanmaktadır. Sürücü devresi içerisinde bulunan adaptör 220 Volt şebeke gerilimini 12 volta düşürerek röleler ve kontrol devresi için gerekli gerilimi sağlamaktadır.

Kontrol ünitesi sürücü devresinden 12 volt almakta bunu 5 volta düşürüp mikrodeneleyiciyi beslemektedir. Bu nedenle kontrol ünitesinden sürücü devresine gelen sinyaller 5V TTL seviyesinde olup yükseltilmesi ve güçlendirilmesi gerekmektedir. Çıkış devre elemanlarının çalışma gerilimi ise 220 voltur. Bu nedenle çıkış devre elemanlarını çalıştırılabilmesi için her bir çıkış transistörler yardımıyla güçlendirilmiştir. Sistemde motorları ve selenoid valfları kontrol eden kontaktörler BC 327 transistörünün emiterine bağlı olan röle tarafından enerjilendirilmektedir. Ayrıca sürücü devresi yardımıyla mikrodeneleyici çıkışının yüklenmesi önlenmiştir. Sürücü devresinde kullanılan çıkışlar

Tablo.2 PIC çıkış adresleri ve kontrol edilen röle çıkışları

| Giriş/Çıkış | Adres | Çalışma Durumu |
|-------------|-------|---|
| Çıkış | RB3 | Dinamik frenleme (DF) |
| Çıkış | RB4 | Tahrik motoru çalıştırılması (TM) |
| Çıkış | RB5 | Büyük silindir ileri çalıştırılması (BSI) |
| Çıkış | RB6 | Büyük silindir geri çalıştırılması (BSG) |
| Çıkış | RB7 | Küçük silindir ileri çalıştırılması (KSI) |
| Manuel | ----- | Küçük silindir geri çalıştırılması (KSG) |
| Manuel | ----- | Hidrolik motorun çalıştırılması (HM) |



Şekil 10. Güç ünitesi sürücü devresi

ve röle çıkışlarının kontrol ettiği adresler Tablo.2'de özetlenmiştir.

4. SONUÇ

Sürtünme kaynak makinesine değişik parametrelerin uygulanabileceği bilgisayar kontrol ünitesi tasarlanmış ve uygulaması yapılmıştır. Sistemin başarılı bir şekilde çalıştığının kontrolü için her bir kaynak parametresinde dört adet kaynaklı birleştirme denemesi yapılmıştır. Bilgisayardan girilen sürtünme süresi, sürtünme basıncı, yığma süresi, yığma basıncı ve frenleme süresi gibi kaynak parametreleri, çalışma esnasında otomatik olarak program aracılığıyla kaydedilebilmiş ve istenildiğinde tekrar kullanılabilmiştir. Bu sayede aynı veya benzer özellikli malzemelerin kaynağında yeniden ön denemelere gerek kalmaksızın çalışmalar yapılabilmiştir. Programın bir diğer özelliği de kaynak sürecinin görsel olarak görüntülenebilmesini sağlamış olmasıdır.

Geliştirilen bilgisayar kontrollü ünite sayesinde, kaynak parametreleri hassas bir biçimde kullanılabilirdiğinden imalat aşamasında meydana gelebilecek kullanıcı hataları ve bu nedenle ortaya çıkabilecek ekonomik kayıplar en aza indirilebilir. Ayrıca, gerçekleştirilen ünite ile yapılan hassas çalışmalardan dolayı ortaya daha kaliteli ve kabul edilebilir nitelikte kaynaklı birleştirmeler çıkmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Ateş, H., "Ferritik Süperaleşimlerin Sürtünme Kaynağı ile Kaynaklanabilirliklerinin Araştırılması", G.Ü. F.B.E., Doktora Tezi, Ankara, 2003.
- Ateş, H., Kurt, A., Türker, M., "Sürtünme Kaynağı", TMMOB Kaynak Teknolojisi II. Kongre ve Sergisi, Ankara, Kasım 1999.
- Ateş, H., Türker, M., Kurt, A., "Laboratuar Boyutlu Sürtünme Kaynak Cihazı Tasarımı ve İmalatı", III. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Ankara, 18-20 Ağustos 2003.
- Bayındır, R., Ateş, H., Öztürk, M., "Bir Sürtünme Kaynak Makinesi İçin PIC Kontrollü Kontrol Ünitesinin Tasarım Ve Uygulaması" Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2005 11 (1).
- Altınbaşak, O., "Mikrodenetleyiciler ve PIC programlama", İstanbul, Eylül 2000.
- Gümüşkaya, H., "Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi", Alfa Basım Yayıncılık Ltd. Şti., 25-36, İstanbul, Mart 1998.
- Gardner, N., "PIC Programlama El Kitabı", Editör: Elk. Müh. Gökhan Dinçer, Bileşim Yayıncılık, İnfogate, İstanbul, 1998.
- Microchip, PIC 16F84A Data Sheet, 2001.
- Mippa, E.F. (Coordinator), "Welding, Brazing And Soldering" 7 th edition, Vol. 6, pp. 609-646, ASM International, Materials park, Ohio, 1983.

10. Sluzalec, A., "Thermal Effects In Friction Welding" Int. J. Mech.Sci. Vol. 32(6), pp. 467-487, 1990.
11. Sluzalec, A., Sluzalec, A., "Solution of Thermal Problems in Friction Welding", Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 36(6), pp. 1583-1587, 1993.
12. Ateş, H., Türker, M., Kurt, A., "Friction Welding of MA 956 Iron Based Superalloy", PM 2004 World Congress, Vienna, Ausutria, 17-21 October 2004.
13. Kearns, W. H., " Friction Welding" Welding Handbook, Miami, 24-261, 1982.
14. Spindler, D.E., March "What Industry Needs To Know About Friction Welding" Welding Journal, pp. 34-42, 1994.
15. Yanık, M., "Microsoft Visual Basic Pro. Sürüm 6.0", Beta Yayınevi, İstanbul, Nisan 1999.
16. Karagülle, İ., Pala, Z., "Microsoft Visual Basic Pro Sürüm 5.0 ",Türkmen Kitabevi, İstanbul, 1997.
17. Axelson, J., "Her Yönüyle Paralel Port" Editör:Gökhan Dinçer, Bileşim Yayıncılık, İstanbul, 2000.

