

## **BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ÇİZİCİ**

Salih FADIL\*, Onur DEMİRKAYA,  
Orkun Sarper GEREN

**ÖZET:** Her kişisel bilgisayarda bulunan standart paralel port, bilgisayarla bir çok cihazın haberleşmesi için özelleştirilmiş bir bağlantı noktasıdır. Seri portun aksine paralel portla bilginin aktarılması daha hızlı ve daha az zahmetlidir. Bu projede, paralel portu kullanarak bilgisayarla haberleşen, 12 voltla beslenen iki dc motor sayesinde iki eksenle hareket eden, 30x30 cm<sup>2</sup>'lik bir çizici dizayn edilmiş ve hayata geçirilmiştir. Kontrolde güvenilirlikleri ve geri besleme gerektirmemeleri sebebiyle daha çok tercih edilen adım motorlarının yerine kullanılan dc motorlar cihazın çizim hızını arttırmış fakat kontrolleri için daha karmaşık bir devrenin kullanılmasına yol açmıştır. Ayrıca motorların sürücü devrelerindeki ayarlamalar ve kullanılan dişli sistemi sayesinde hassasiyet 0.13 mm'ye kadar indirilmiş ve hata payı oldukça azaltılmıştır. Makalede, çizicinin elektronik, mekanik kısımları ve yazılımı hakkında bilgi verilmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Standart paralel port, çizici, paralel porttan haberleşme

## **COMPUTER DRIVEN PLOTTER**

**ABSTRACT:** *Standard parallel port, commonly found on all PCs, is a specified connection point for a computer to communicate with various devices. Unlike a serial port, the transmission of the data from a parallel port is faster and simple. In this project, a 30x30 cm<sup>2</sup> plotter that moves in two directions with the help of two 12 V dc motors and has a connection to the computer via parallel port is designed and realized. Instead of using mostly preferred step motors: which do not need a feedback for control, dc motors are used making speed of the device higher and the control circuit more complex. Furthermore, a sensitivity level of 0.13 mm is obtained and the error tolerance is quite reduced with the adjustments of the driving circuits of the motors and the gear system used. In this paper, the electronics, mechanics and the software of the system are explained.*

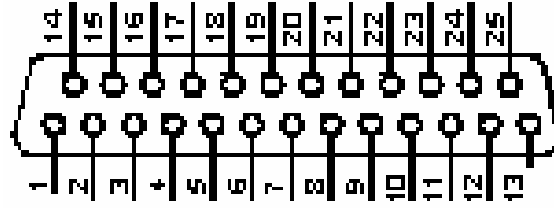
**KEYWORDS:** *Standard parallel port, plotter, communication through parallel port*

---

*\*Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik Kampüsü 26480, Eskişehir*

## I. GİRİŞ

Seri porta göre daha hızlı bir iletişim imkanı sağlayan paralel port, seri portun ihtiyaç duyduğu senkronizasyonu gerektirmediği için kişisel araştırmalarda ve projelerde daha çok tercih edilen bilgisayar bağlantı noktasıdır. Standart paralel port aynı anda 5 giriş ve 12 çıkışa imkan sağlayabilir. Bu port 4 kontrol, 5 durum ve 8 veri bitinden



oluşmaktadır ve genellikle bilgisayarın arkasında D-Sub 25 bacaklı dişi bir bağlantı soketi olarak bulunur (şekil 1).

**şekil 1.** D-Sub 25 Bacaklı dişi paralel port soketi.

IEEE 1284 standardı, paralel portla uyumlu üç çeşit soket belirlemiştir. Bunların en çok kullanılanlarından 1284-A, D tipi 25 bacaklı ve bilgisayarın arkasında bulunan soket ve bir diğeri 1284-B ise 36 bacaklı ve çoğu yazıcıda bulunan Centronics soketidir. Bu iki soketin bacak çıkışları Tablo 1’de verilmiştir [1].

Bu tabloda verilen SPP (standart paralel port) sinyallerinin isimlerinin önündeki “n” harfi bu sinyallerin düşük

seviyede olduğunda aktif oldukları (active low) anlamına gelmektedir. Donanımda ters çevrilen sinyaller ise yazıcı kartının donanımı tarafından mantıksal olarak ters çevrilen sinyaller anlamına gelmektedir.

Gerçekleştirilen çizici, elektronik, mekanik ve bilgisayar programı olarak üç ana başlık altında incelenebilir. Bunlardan ilk ikisi donanım, sonuncusu ise yazılım olarak adlandırılabilir.

## ***II. DONANIM***

### ***II.1 ELEKTRONİK***

Çizicinin elektronik kısımları güç kaynağı, tampon devre, kod çözücü, motor sürücü

**Tablo 1.** D-Sub 25 Bacaklı paralel port soketinin bacak numaraları

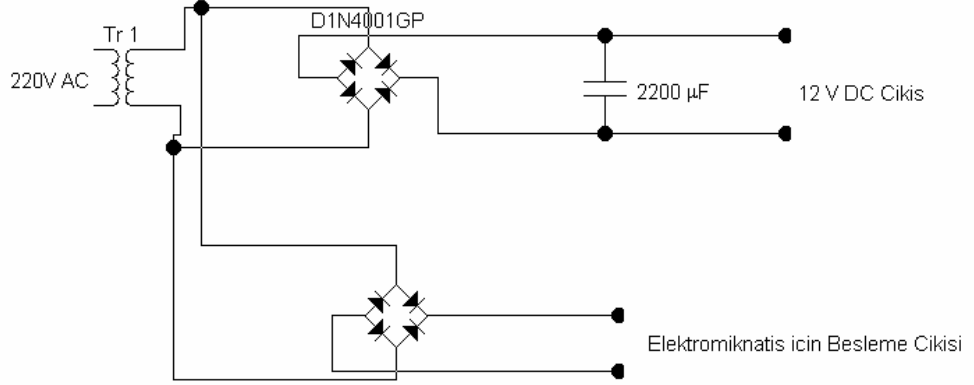
<b>Bacak No (D-Tipi 25)</b>	<b>Bacak No (Centronics)</b>	<b>SPP Sinyal</b>	<b>Bit ismi</b>	<b>Yön: Giriş/ Çıkış</b>	<b>Bit</b>	<b>Donanımda Ters Çevrilme</b>
1	1	nStrobe	C0	G/Ç	Kontrol	Evet
2	2	Data 0	D0	Ç	Veri	
3	3	Data 1	D1	Ç	Veri	
4	4	Data 2	D2	Ç	Veri	
5	5	Data 3	D3	Ç	Veri	
6	6	Data 4	D4	Ç	Veri	
7	7	Data 5	D5	Ç	Veri	

8	8	Data 6	D6	Ç	Veri	
9	9	Data 7	D7	Ç	Veri	
10	10	nAck	S6	G	Durum	
11	11	Busy	S7	G	Durum	Evet
12	12	Paper-Out / Paper-End	S5	G	Durum	
13	13	Select	S4	G	Durum	
14	14	nAuto-Linefeed	C1	G/Ç	Kontrol	Evet
15	32	nError / nFault	S3	G	Durum	
16	31	nInitialize	C2	G/Ç	Kontrol	
17	36	nSelect-Printer / nSelect-In	C3	G/Ç	Kontrol	Evet
18 – 25	19-30	Ground	Toprak	Toprak		

devreler, kızılötesi sensörler, sayıcı, sayıcı için yukarı/aşağı sürücüsü, son nokta anahtarları için sürücü, elektromıknatıs kontrol devresi olarak sıralanabilir. Aşağıda sırayla bunlara değinilecektir.

Sistem, Şekil 2’de görüldüğü gibi iki farklı güç kaynağı tarafından beslenmektedir. Bu kaynaklardan ilki motor ve entegreleri, ikincisi ise elektromıknatısı beslemektedir. İlk kaynak çıkışındaki kondansatör sayesinde gerilimi 12V civarında dengeleyen ve dört adet 1N4001 diyottan oluşan bir köprü içeren tam dalga doğrultucudan oluşur. İkinci besleyici devre ise enerjilendiğinde 1.5 amper akım çeken elektromıknatısın güvenli bir şekilde çalışmasını sağlayabilmek için 4 amperlik bir doğrultucu içerir. Entegreler ise gerilim düşürücü entegreler (7805) tarafından 5V ile beslenmektedir [2].

Kullanılan bilgisayarın paralel portu ve sistemin güvenliği için çizicinin elektronik devresinin girişleri ve çıkışları VE kapılarında oluşan tampon devreden geçirilmektedir. Bu tampon devre, sistemde oluşabilecek kaçakların



bilgisayarda kalıcı

**Şekil 2.** Besleme Devresi.

hasarlar meydana getirmesini önlemekle kalmayıp analog sinyallerin TTL sinyallere çevrilmesine ve sistem tarafından anlaşılır hale gelmesine de yardımcı olmaktadır.

Sistemin kalbi sayılan ve bilgisayardan paralel port vasıtasıyla aldığı verileri sayıcıya ve motor sürücü devrelere iletmekle sorumlu olan 4x16 kod çözücünün girişleri yüksek seviyede aktif (active high), çıkışları ise düşük seviyede aktiftir [3]. Motorların hareketlerini

belirlemede ve sayıcıyı sıfırlamak ve yüklemekte kullanılan kod çözücü Tablo 2’de gösterilen, 15 komuttan oluşan bir komut listesine sahiptir.

Sistemde kullanılan motorların 12 voltluk dc motorlar olması, entegre çıkışları ve motorlar arasında bir sürücü devresi kullanılması ihtiyacını doğurmuştur.

Kod

**Tablo 2.** Kod çözücünün bacak atamaları

Bacak no:	Komut Kısaltması	Komut
0	Dur	Dur
1	Tgx-	Tam gerilim x negatif
2	Tgy+	Tam gerilim y pozitif
3	Tgy-	Tam gerilim y negatif
4	Ygx+	Yarım gerilim x pozitif
5	Ygx-	Yarım gerilim x negatif
6	Ygy+	Yarım gerilim y pozitif
7	Ygy-	Yarım gerilim y negatif
9	Loctr	Sayıcıyı yükle
10	Rectr	Sayıcıyı resetle
11	Tgx+	Tam gerilim x pozitif
12	Zasgı	Z aşağı
13	Zykrı	Z yukarı
14	Yzon	Yazılım açık
15	Yzoff	Yazılım kapalı

çözücünün çıkışı 5.25V’da 100mA civarındadır. Motor ise 12V’da 120mA akım çekmektedir. Fakat bu değer motorun yüklenmesi durumunda amperlere kadar yükselebilmektedir. Bu da sürücü devrelerde soğutma

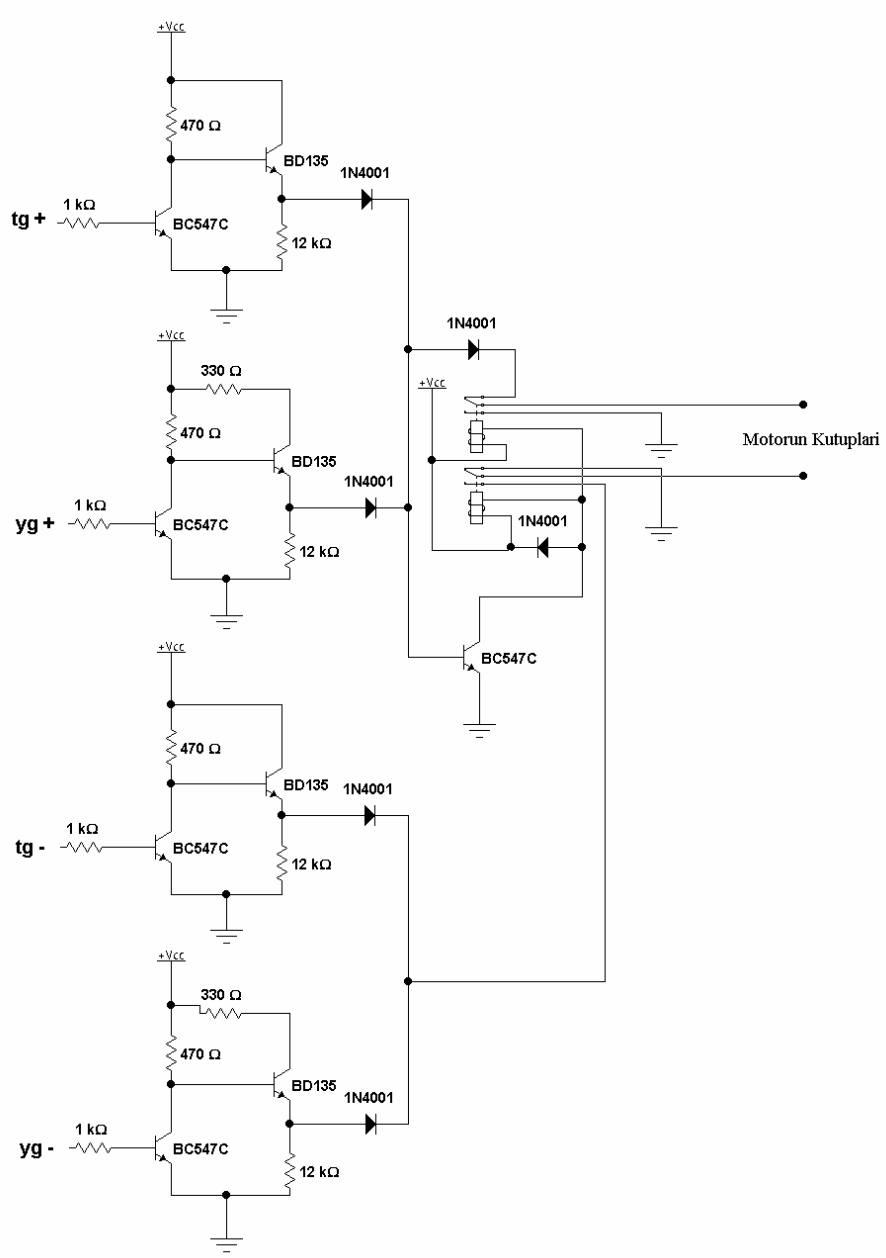
ihtiyacı duymaksızın 1.5 A akım geçirebilen BD135 güç tranzistörleri kullanılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Herhangi bir sebepten dolayı oluşabilecek aşırı akım çekilmesinde güç tranzistörlerinin yanması sonucunda, kod çözücünün ve devrenin geri kalanının korunması için bu güç tranzistörleri, ortak emiter kullanılarak bağlanmış, npn tipi, doyum modunda çalışan ve anahtarlama için kullanılan genel amaçlı tranzistörler (BC547) tarafından sürülmüştür. Motor sürücü devreler Şekil 3'de gösterilmiştir [2].

Motorun ani olarak durdurulamamasından dolayı ortaya çıkabilecek hataları önleyebilmek için, motorlar ilk önce tam gerilim ile çalıştırılmakta ve çizimin belirli bir kısmı tamamlandıktan sonra besleme yarım gerilime düşürülmektedir. Eğer çizilecek miktar kullanıcı tarafından yazılımda önceden belirlenmiş değerden küçükse motor tamamen yarım gerilim ile beslenerek çizim yapılmaktadır. Bu da her motor için dört farklı girişe yol açmıştır. Tam gerilim devresi ile yarım gerilim devresi arasındaki fark, BD135'in kollektörü ve besleme gerilimi arasına bağlanan ve tranzistörün çıkışı ile emiteri arasındaki gerilimi bölmeye yarayan  $330\Omega$ 'luk dirençtir. Güç tranzistörünün çıkışı bir 1N4001 diyot üzerinden röleye bağlanmıştır. Bu röle, motorun hareket yönünün



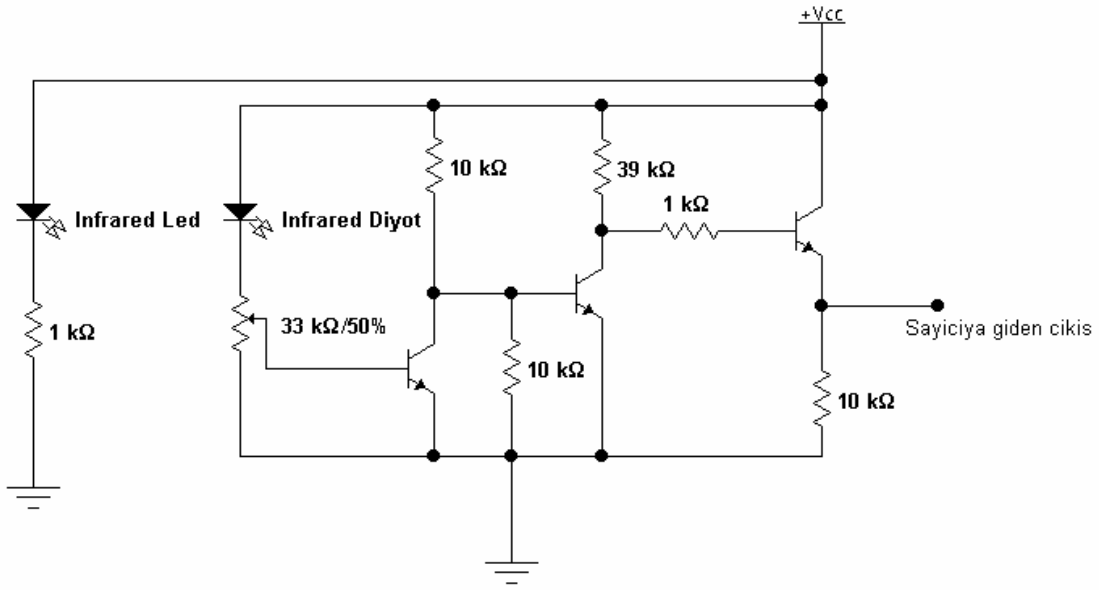
güvenli ve çabuk biçimde değiştirilmesini sağlamaktadır. Rölenin normal pozisyonunda, motorun pozitif kutbuna sürücü devreden gelen tam veya yarım gerilim verilmekte ve negatif kutbu ise toprağa bağlanmaktadır. Rölenin çekili durumunda ise kutuplar yer değiştirmekte ve motora ters bir gerilim uygulanmaktadır. Bu da, hareket halindeki motorda rotorun aniden durmasını sağlamakta ve rotorun atalet momentinden oluşabilecek çizim hatalarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Rölenin çekili durumunda, bobinin uçları arasında oluşabilecek yüksek değerdeki endüktif gerilimin tranzistörlere zarar vermemesi için bobinin uçlarının arasına bir diyot yerleştirmek yeterli olmuştur.

Çizim işleminin doğru olarak yapılabilmesi ancak bilgisayarın kalemin pozisyonunu doğru olarak bilmesiyle gerçekleştirilebilir. Motorların turunu sayarak kalemin pozisyonunu bilgisayara geri besleme olarak gönderebilmek için, Şekil 4’de görülen kızılötesi sensör devresi kullanılmıştır [4]. Üzerlerinde bir delik bulunan diskler



Şekil 3. Motor sürücü devreler.

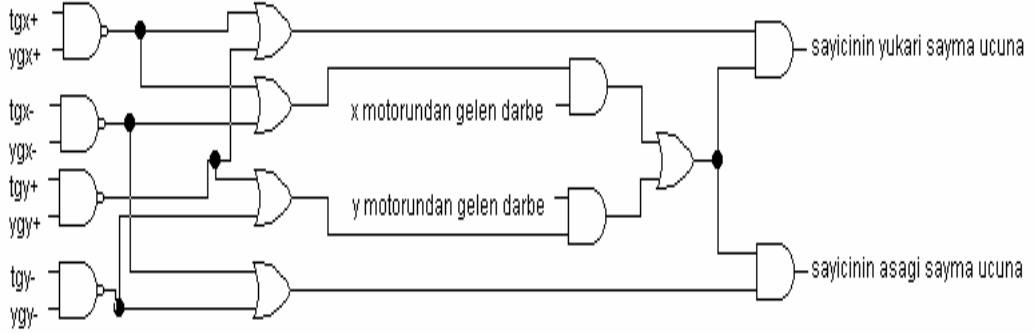
motorların rotoru üzerine yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerindeki deliklerin, motorun yanında bulunan kızılötesi (infrared) LED'lerin önünden her geçişlerinde kızılötesi diyotlar bir darbe üretir ve bu darbeler de tranzistörler yardımıyla kuvvetlendirilerek sayıcıya iletilir. Sistemde kullanılan sayıcının (74LS193) girişlerinin düşük seviyede



Şekil 4. Kızılötesi sensör devresi.

aktif olması aşağı ve yukarı olarak iki farklı sayma girişinin bulunması, kızılötesi sensör devresi ile sayıcı arasında Şekil 5'de görülen özel bir devrenin

kullanılmasını gerektirmiştir. Bu devre, paralel portun veri bitlerini “x ve y komutları” ve “pozitif ve



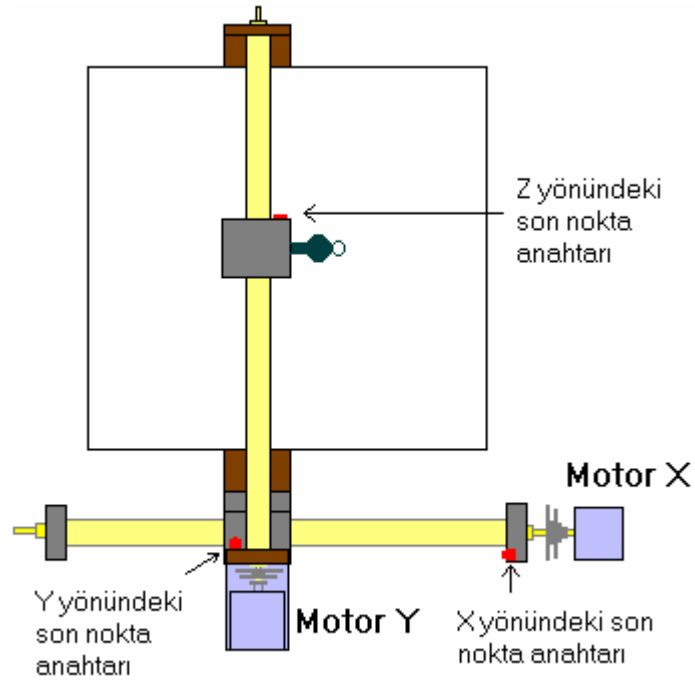
**Şekil 5.** Sayıcı için aşağı / yukarı sürücüsü.

negatif yönde hareket” olarak gruplandırır ve bunları ilgili motordan gelen darbelerle birleştirip aşağı veya yukarı sayma şeklinde iki farklı çıkış üretir. Bu devrede kullanılan VE kapılarının bir başka yararı ise, herhangi bir motorun diskindeki deliğin kızılötesi LED’in önünde durması halinde kızılötesi sensör devresinin devamlı “yüksek” darbe üretmesinin diğer motorun hareketini sayan sayıcıyı etkilemesini engellemektir. Bu, paralel portun veri bitlerinden gelen sinyallerin, sadece ilgili motordan gelen darbelerle VE kapıları kullanılarak birleştirilmesi ile sağlanmıştır.

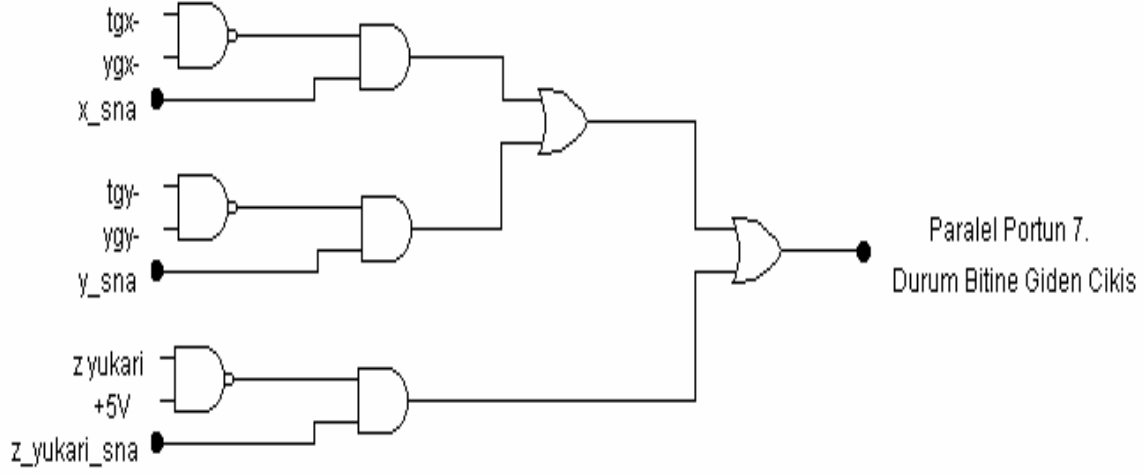
Şekil 6'da gösterildiği gibi sistemde üç adet son nokta anahtarı bulunmaktadır. Bunlardan ikisi x ve y yönünde, diğeri ise z yönünde son noktaya gelindiğini belirtir. İlk iki anahtar sayesinde kalemin çizim platformunun sonuna geldiği, üçüncü anahtar ile de kalemin z yönündeki en yüksek noktaya ulaştığı anlaşılmaktadır. Şekil 7'de gösterilen son nokta sürücü devreleri sayesinde, herhangi bir son nokta anahtarına basıldığında, ilgili motordan gelen hareket komutlarıyla birleştirilen anahtar sinyali 5Vluk bir sinyal üretilmesine sebep olur ve bu sinyal, paralel portun 7. durum biti ile bilgisayara iletilir. Sistemde bulunan başlatma özelliği, çizime başlamadan önce motorları çalıştırarak kalemin başlangıç noktası olarak kabul edilen (0,0) noktasına gelmesini sağlamaktadır. Bilgisayar, kalemin başlangıç noktasına geldiğini ve çizicinin işleme hazır hale geldiğini de bu anahtarlar sayesinde öğrenmektedir.

Çizicinin işleme hazır olmasıyla sayıcı sıfırlanır (resetlenir). Çizici, ilk önce x yönündeki hareketi, daha sonra da y yönündeki hareketi gerçekleştirerek çalışmaktadır. İstenen çizimin gerçekleştirilmesi için, kalemin çizilecek şeklin başlangıç noktasına gelmesi gerekmektedir. Bunun için, x ve y yönünde katedilecek mesafelerin motorların kaç turuna karşılık geldiği yazılım

tarafından hesaplanır. X motoru, attığı tur sayısını sayan sayıcıdaki değer bilgisayardaki bu değere eşit olana kadar çalışmakta ve sonra durmaktadır. Kalemın x eksenindeki yerinin bilinmesi için sayıcıdaki değer bilgisayara kaydedilir. Bundan sonra, Y motorunun hareketi için sayıcı tekrar sıfırlanır. Aynı işlemler y yönündeki hareket için de tekrarlanır. Böylelikle x ve y motorları için iki farklı sayıcı kullanılmasına gerek kalmaz. Sayıcının kullanılmasıyla kalemın platform üzerindeki yeri rakamsal veri olarak bilgisayara iletilmiş olur.



**Şekil 6.** Son nokta anahtarlarının yerleri.



**Şekil 7:** Son nokta anahtarları sürücü devresi.

Bilgisayarların ana kartları, bilgisayarın kapatılmasıyla beraber paralel porttaki bacaklara farklı değerler gönderir. Bazıları, tümü “yüksek”; bazıları ise tümü “düşük” seviyede sinyaller gönderir. Çiziciyi kullanacak bilgisayarın değişmesi ve böyle bir durumla karşılaşılmasında, çizicinin mekanik ve elektronik sisteminde meydana gelebilecek tehlikeli ve kalıcı hasarları önlemek için, sistemin bilgisayarın kapatıldığından haberi olması gerekmektedir. Bilgisayar açık olduğunda porttaki değerler dikkate alınmalı, kapalı

olduğunda ise ihmal edilmelidir. Bunu sağlamanın en güzel yolu bir set bir de reset girişi bulunan bir RS-flip flop entegresi (74LS279) kullanmaktır [5]. “Bilgisayar açık” sinyalinin “set” girişine, “bilgisayar kapalı” sinyalinin ise “reset” girişine bağlanması ilk sinyalin gelmesiyle açılan sistemin ikinci sinyal gelene kadar açık kalmasını ve ikinci sinyalle beraber kapanmasını sağlayacaktır.

Aynı mantık elektromıknatısın çekili kalmasını kontrol eden devre için de geçerlidir. Elektromıknatısın, yapılacak çizim başlayınca enerjilenmesi, çizim boyunca çekili durması ve çizimin bitmesiyle de normal pozisyonuna gelip kalemin yukarı kalkması gerekmektedir. Burada da kullanılacak bir RS-flip flop sorunu çözmeye yeterli olacaktır.

## ***II.2 MEKANİK***

Çizicinin mekanik aksamına ait genel görüntü Şekil 8’de verilmiştir. Çizicinin x ve y eksenindeki hareketleri iki ayrı 12 volt dc motor tarafından sağlanmaktadır. Her motor bir dişli sistemiyle birer sonsuz dişli mile bağlanmıştır. 1.5 mm diş genişliğine sahip bu dişli millerin üzerinde 3 cm genişliğinde, L şeklinde birer somun bulunmakta ve motorların dönmesiyle çevrilen millerin



üzerinde ileri ve geri hareket etmektedirler. Y motoru, X motorunun hareket ettirdiği somunun üzerine monte edilmiş, elektromıknatıs ise Y motorunun hareket ettirdiği somun üzerine kenetlenmiştir.

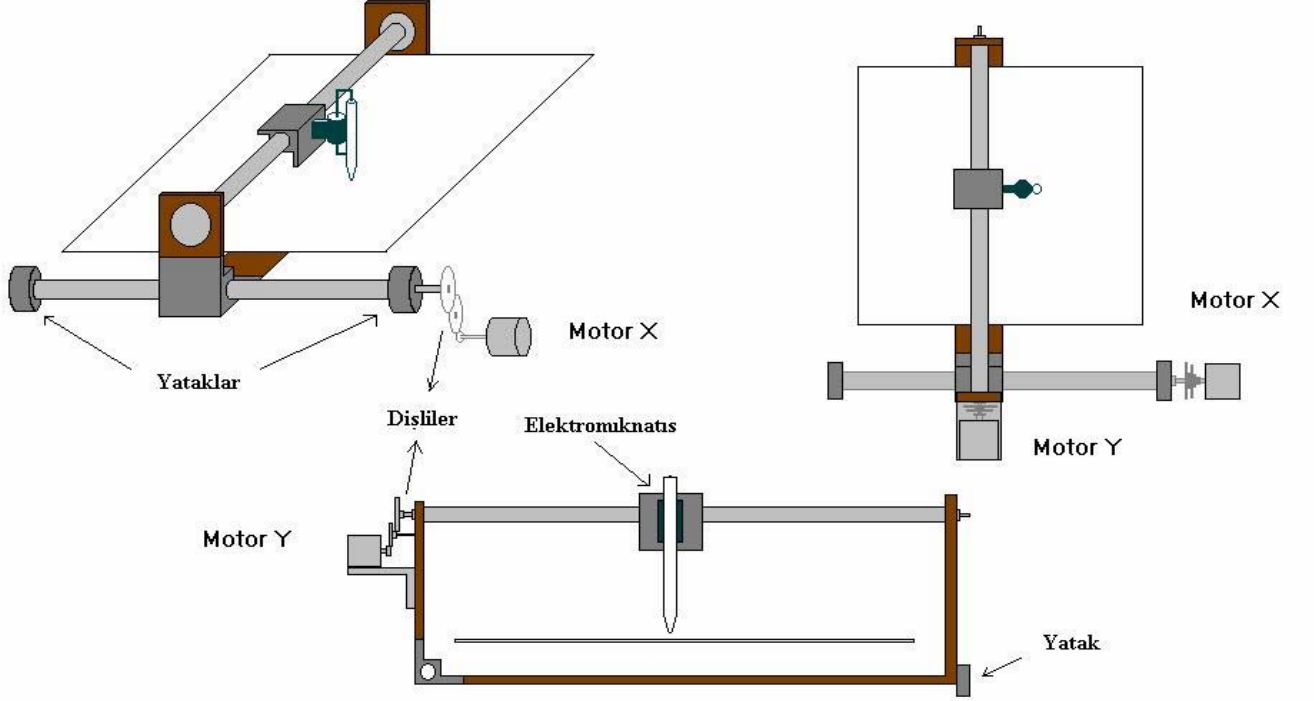
Hassasiyetin artırılması için gerekli olan dişli sistemi üç dişliden oluşmaktadır. Birinci dişlinin 15, orta dişlinin içte 13 dışta 53, son dişlinin ise 50 dişi bulunmaktadır.

$$\text{Devir Oranı} = 53/15 \times 50/13 = 13.589$$

Bu devir oranı motorun 13.589 tur atmasıyla, milin bir tur atacağını gösterir. Milin diş genişliği 1.5 mm olduğundan motorun kızılötesi sensörler tarafından kontrol edilebilen bir turu aşağıdaki denkleme göre

$$\text{Hassasiyet} = 1.5 \text{ mm} / 13.589 = 0.11 \text{ mm}$$

0.11 mm 'lık bir öteleme hareketi sağlamaktadır.



**Şekil 8:** Çizicinin mekanik kısmının genel görünümü.

### ***III. YAZILIM***

Sistemin yazılımı 2 kısımdan oluşmaktadır:

- 1) Görsel kısım
- 2) İletişim kısmı

### ***III.1 GÖRSEL KISIM***

#### **CDP3030 İçin Çizim Programı**

Kullanıcının, fareyi kullanarak çizgiler ve çemberler çizmesine yardımcı olan bu yazılım, bir CAD programı sayılabilir ve Borland C++ Builder Professional kullanılarak Windows 9x altında çalışacak şekilde yazılmıştır. Kullanıcıya kolay ve pratik bir çizim imkanı veren bu program, çizilen doğruların ve eğrilerin kaydedilmesi, düzenlenmesi ve dosyalanmasını sağlamaktadır. Yazılım, gerçekteki uzunluk ve ekran pikselleri

arasındaki kıyaslama mantığıyla çalışmaktadır. 30x30 cm<sup>2</sup> olan çizim platformu ile ekran genişliği ve yüksekliği arasında bir oran olması gerekmektedir. Her kullanıcının bilgisayarının ekran çözünürlüğünün farklı olması ihtimali, bu yazılımın kullanıcı bilgisayarının ayarlarını tanıyan bir “auto-recognition” programı çalıştırması ile sorun olmaktan çıkmıştır.

Programın bir diğer özelliği ise, kullanılan bilgisayarın portunu tarayarak bulabilmesidir. Bu özellik, kullanılacak eski, yeni, sabit disksiz veya diskli her türlü bilgisayarın sahip olabileceği farklı port türlerinin ve sayısının program için bir sorun olmasını engellemiştir. Yazılım, çizilmesine imkan sağladığı normal ve eğimli doğruları ve

emberleri parametrik ifadeleri Şeklinde saklamaktadır. Bu özelliği ise, sonradan programa yapılabilecek eklemelerle daha karmaşık geometrik Şekiller çizilmesine yardımcı olacaktır. Kullanıcı programda yer alan pull-down menüler sayesinde istediği işlemi kolayca yerine getirebilmektedir. Bunlar aşağıda sırası ile açıklanmıŐtır.

Bu menülerden ilki “File” menüsüdür. Bu menü sayesinde yeni bir çizim sayfasının açılması, eski bir çizim projesinin açılması, izilenin kaydedilmesi ve farklı kaydedilmesi, yazıcıdan çıktısının alınması ve programdan çıkış komutlarına ulaŐılabilmektedir.

İkinci menü “Edit” menüsü ile çizilen Şeklin geri alınması ve yinelenmesi komutlarını sağlar.

Üçüncü menü olan “Settings” menüsü ile programda kullanılan çözünürlük, port adresi ve izim Şekli ayarlarının deĐiŐtirilmesi sağlanır. Bu menüden ulaŐılan “Drawing Settings” altmenüsü ile çizim rengi, kalem kalınlığı ve kalem çeŐidi ayarlanabilmektedir. Normal doğru, eğimli doğru ve çember olmak üzere üç kalem çeŐidi bulunmaktadır.

“Draw” menüsü ile ekranda çizilmiş şekillerin yazıcı veya çizici ile çizilmesi sağlanır. “Çizici ile çiz (Print with plotter)” komutu ile aşağıda anlatılacak olan ve çizici ile bilgisayar arasındaki haberleşmeyi sağlayan, yazılımın ikinci bölümü çalıştırılır. “Yazıcı ile çiz (Print with



printer)” komutu ise, çıktının bilgisayara bağlı olan yazıcıdan alınmasını sağlar. Şekil 9’da program yardımıyla yapılan bir çizimin ekran görüntüsü verilmiştir.

**Şekil 9.** Görsel program kullanılarak çizilmiş şekiller.

### ***III.2 İLETİŞİM KISMI***

İletişim yazılımının çalıştırılmasıyla Şekil 10'da görülen DOS penceresi açılır. Bu pencerede gerekli dosya ismi ve port adresi bulunmaktadır. Çizici, paralel portu kullanarak bilgisayarla haberleştiğinden ilk önce port adresinin bilinmesi gerekmektedir. Bunu BIOS'un 0x0408 adresine başvurarak öğrenen program, diğer portların dolu olup olmadığını da kontrol eder ve dolu olmaları durumunda kullanıcıdan bunlardan birini seçmesini bekler. Yalnız bir portun boş olması yeterlidir. Boş bir port bulunmazsa program hata verip kendini kapatmaktadır. Bu program diğer portlara bağlanmış bulunan tarayıcı, yazıcı ve çizici aletlere zarar vermeksizin çalışmaktadır.

Program herhangi bir DOS sürümü altında çalışabilmektedir. Fakat güvenli bir işlem için 6.22 veya daha yüksek bir sürüm tercih sebebidir. Program çizim programından çalıştırılmışsa, dosya ismi bu kısımdan elde edilir. Eğer program manuel olarak çalıştırılmışsa aşağıdaki gibi bir dosya isminin girilmesi gerekmektedir.

A:\communi.exe demo.kit |  
←

```

MS-DOS
8 x 12
Enter the file name to draw...
Demo.kit
parm 0 is E:\TC\COMMUN~1.EXE
argv1 is <null>
filename is Demo.kit

*****
*
*           GDP 3030 Drawing Aid
*       Communications Software
*
*       Onur DEMIRKAYA   &   Orkun Sarper GEREN
*           -=2001=-
*
*****

Scanning For LPT Ports.....
Port Found.....
Address assigned to LPT1 is 378h
No port found for LPT2
No port found for LPT3

```

**Şekil 10.** İletişim yazılımı çalıştırıldığında beliren pencere.

Dosya isminin alınmasıyla program dosyayı hafızaya bir dizi olarak açar. Yazılımdaki dosyalar Notepad gibi herhangi bir text editörü ile görülebilir. Tablo 3’de standart bir doğrunun dosya yapısı görülmektedir.

**Tablo 3.** Standart doğru dosya yapısı

X Başlangıç piksel değeri	Y Başlangıç piksel değeri	X Bitiş piksel değeri	Y Bitiş piksel değeri	Kalınlık	Renk
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Çemberin çiziminde başlangıç noktası trigonometrideki birim çemberdeki  $0^\circ$  olarak kabul edilmekte ve bu noktadan itibaren 360 derece dönerek bir çember çizilmektedir. Çemberin dosya yapısı Tablo 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Çemberin dosya yapısı

Çemberin merkezinin X piksel değeri + Yarıçap (piksel olarak)	Çemberin merkezinin Y piksel değeri	Sıfırdan küçük bir değer	Yarıçap (piksel olarak)	Kalınlık	Renk
---	-------------------------------------	--------------------------	-------------------------	----------	------

İletişim yazılımı, bir doğruyu bir çemberden dosya yapısındaki sıraların üçüncü sütunu yardımıyla ayırdetmektedir. Herhangi bir doğrunun sıfırdan düşük bir uzunluğu bulunması imkansız olduğundan program bu sırayı yalnız çemberler için uygulamaya koymaktadır. Hesaplamalar için gerekli olan ekran çözünürlüğü ve hassasiyet katsayısı değerleri ve eski bir çizimin açılabilmesi için gerekli olan ekran renginin saklanabilmesi için ayrılan, dosyanın ilk satırının yapısı Tablo 5'de verilmiştir. Dosyalar ilk satırdan başlanarak sona doğru sırayla okunacaktır. Son satırda, C dilindeki EOF sinyali ile program son satırı tanıyacaktır.



**Tablo 5.** Dosyaların ilk satırının dosya yapısı

Ekran çözünürlüğünün X değeri	Ekran çözünürlüğünün Y değeri	Ekranın rengi	Hassasiyet	Boş	Boş
-------------------------------------	-------------------------------------	------------------	------------	-----	-----

Çizilen doğrular altı farklı gruba ayrılabilir: Birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü bölgedeki, dikey ve yatay doğrular. Bilgisayardaki piksel numaraları aşağıya doğru arttığından, bu programdaki bölgelere ayırma işlemi analitik düzlemdekinin tersine olacaktır. Böylelikle analitik düzlemdeki birinci bölge programdaki dördüncü bölge, dördüncü bölge ise birinci bölge olarak kabul edilmektedir. Program, çizilmesi istenen eğimli doğruları olabildiğince kısa yatay ve dikey doğrulara bölerek çizilmesini sağlar. Bu işlem zamanını arttırmakta fakat hassas bir çizim sağlamaktadır. Çemberin eğimli çizimi de aynı mantık kullanılarak yapılmaktadır.

Çizilebilen bir diğer şekil olan çember de yedinci farklı grup olarak ele alınabilir. Aradaki tek fark doğrudaki izlenecek adımlar x eksenine göre, çemberde ise açıya göre belirlenmektedir. Çemberdeki hassasiyet, 360 derecenin verilen hassasiyet katsayısına bölünmesiyle elde edilecektir. Tablo 6'da verilen iki formül kullanılarak, çember dört açısal bölgeye ayrılabilir.

Herhangi bir doğrunun veya eğrinin çizilebilmesi için ilk önce başlangıç noktasına karşılık gelen X ve Y değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu yapıldıktan ve kalem o bölgeye ulaştıktan sonra çizim başlar ve gidilecek mesafenin  $\frac{3}{4}$ 'ü tam gerilim ile katedildikten sonra yarım gerilime geçilip çizim tamamlanır. Bu işlem hızını

**Tablo 6.** Çember için bölgeler ve karşılık gelen denklemler

$$x = \text{yarıçap} * \cos(\text{açı})$$

$$y = \text{yarıçap} * \sin(\text{açı})$$

Açı	x-pozisyonu	y-pozisyonu
0-90	merkez x – cos(açı) * yarıçap	merkez y – sin(açı) * yarıçap
90-180	merkez x – cos(açı) * yarıçap	merkez y + sin(açı) * yarıçap
180-270	merkez x + cos(açı) * yarıçap	merkez y + sin(açı) * yarıçap
270-360	merkez x + cos(açı) * yarıçap	merkez y – sin(açı) * yarıçap

azaltmakla beraber hata miktarını sıfıra yaklaştırmaktadır. Çizicinin ana parçalarının çalışması açıklandıktan sonra, tüm sistemin nasıl çalıştığı aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

Kullanıcının, görsel kısmı kullanarak herhangi bir şekli çizmesi ile çizilen şekil yukarıda gösterildiği gibi dosyalanır. Program, çizilmesi istenen şeklin başlangıç ve bitiş noktalarını belirler ve bu noktalara motorların kaç tur atmasıyla ulaşılabileceğini hesaplar. “Çizici ile çiz” komutunun seçilmesiyle, tüm bu veriyi paralel portun kontrol bitlerini kullanarak çizicinin elektronik devresine aktarmaya yarayan iletişim programı çalıştırılır. Burada bulunan kod çözücü, iletilen bu veriyi deşifre ederek motor sürücü devrelere ve elektromıknatısın sürücü devresine iletir. Çizime başlamadan önce kalem, motorlar sayesinde başlangıç noktası olarak kabul edilen (0,0) noktasına getirilir. Bundan sonra, çizim kalemin şeklin başlangıç noktasına götürülmesi ile başlar. Bu noktaya gidilmesiyle elektromıknatıs çalışır ve kalem aşağıya doğru hareket edip platforma dokunur. Çizim boyunca motorların attığı tur kızılötesi sensör devrelerle saptanmakta ve sayıcı ile sayılıp bilgisayardaki programa, paralel portun durum bitleri vasıtası ile iletilmektedir. Böylelikle kalemin çizim platformu üzerindeki yeri, geri besleme olarak bilgisayara iletilmiş olur. İstenilen şeklin çizilmesi için gerekli manevralar yerine getirilip bitiş noktasına ulaşıldıktan sonra kalem yukarı doğru hareket eder ve çizim tamamlanmış olur. Şekil 11’de verilen blok

şema sistemin işleyişini göstermektedir. Kod çözücü, programdan gelen komutların deşifre edilmesini; motorlar ve elektromıknatis, üç yöndeki hareketi; kızılötesi sensör devreler ve sayıcı kalemin pozisyonunun bilinmesini sağlamaktadır.

#### ***IV. SONUÇ VE ÖNERİLER***

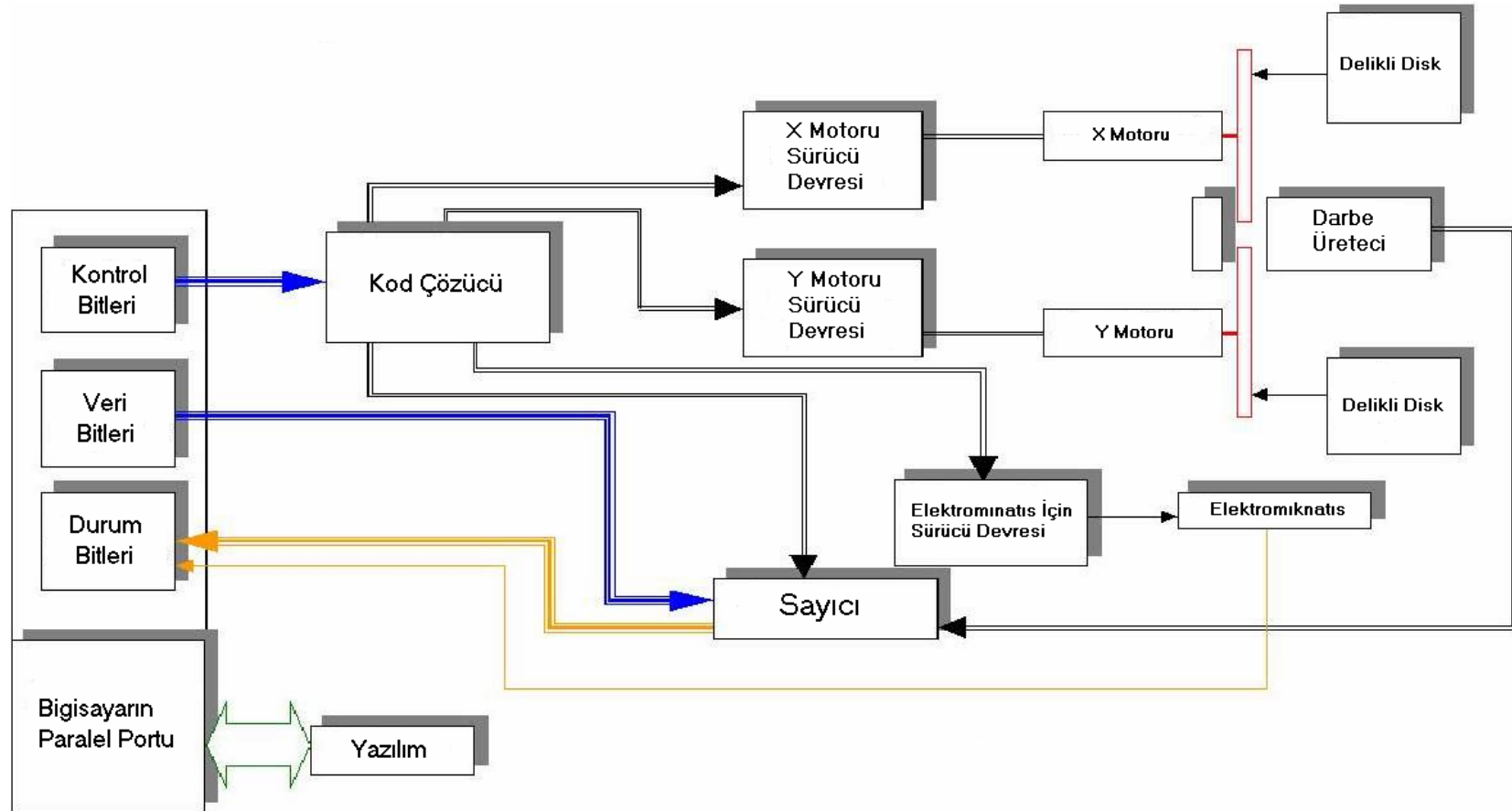
Bu projede basit çizim işlemlerini yerine getirebilen, küçük boyutlu fakat hassas bir çizici tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu çizici ile kalem kafası değiştirilerek birçok kesim işlemi, baskı devrelerin çizim ve delim işlemi gerçekleştirilebilir [6]. Bu, çizicinin devresinde yapılacak küçük elektronik değişiklikler ve sistemde yapılacak birkaç mekanik değişiklikle sağlanabilir. Daha güçlü motorların kullanılması halinde sistemin çizim hızı artacak fakat bunların durdurulması için kullanılacak elektronik aksam daha karmaşık bir hal alacaktır.

Yazılımın geliştirilmesi olası bazı kısımları bulunmaktadır. Görsel kısım, ayarların değiştirilmesine kolaylık sağlayabilecek toolbox gibi birkaç özelliğın de eklenmesi ile kullanıcıya daha rahat bir kullanım imkanı sunabilir. İletişim kısmında, çizim işlemini durdurmak

veya iptal etmek için yapılacak değişiklikler sistemin geliştirilmesindeki diğer açık kapılardır.

Tasarlanana çizici halihazırda sadece geliştirilen yazılım yardımıyla kullanılmaktadır. Çizicinin başka çizim programlarından gönderilen şekilleri çizebilmesi için bu programlar yardımıyla oluşturulan şekillere ait dosyaların yapısı yukarıda verilen tablolardaki yapıya dönüştürülmelidir. Bunun için ayrı bir dönüştürme programına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada bu tür dönüştürme programları üzerinde çalışılmamıştır.

Mekanik kısmın daha sağlam bir malzemedan yapılması harici etkenlerin etkisini azaltacak ve daha kalın dişlilerin kullanılması ve uygun bir yağlama ile beraber daha sessiz bir işlem sağlanacaktır. Kullanılan dişlilerin sayısının ve kalitesinin artırılması ile daha hassas bir sistem elde edilebilir. Sistemdeki malzemelerin daha hafif maddelerden yapılmış olması, çizicinin ağırlığını azaltacak ve genel performansını artıracaktır.



Şekil 11. Sistemin blok şeması.

**KAYNAKLAR**

- [1] M. Tischer, “*PC Intern, System Programming*”, Data Becker, GmbH, Duesseldorf, Germany, 1995.
- [2] S. Sedra, C. Smith, “*Microelectronic Circuits*”, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1991
- [3] H. Bayram, “*Dijital Elektronik*”, Özkan Matbaacılık, Ankara, 1996.
- [4] İ. Kanık, “*Optoelektronik Devreler*”, İnkılap Kitabevi, İstanbul, 1987.
- [5] H.Taub, “*Digital Circuits and Microprocessors*”, McGraw-Hill International Book Company, International Student Edition, 1982.
- [6] S. Fadıl, M. Arslan, M. Ünlü, “*Bilgisayar Kontrollu Baskılı Devre Delgi Cihazı*”, V. Bursa Bilgisayar Heberleşme Sempozyumu ve Fuarı, 18-22 Kasım, 1998, Bursa, sayfa 26-29.