

PROGRAMLANABİLİR  
YÜKSEK AKIM DÜŞÜK VOLTAJ  
GÜÇ KAYNAĞI

590

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali OKUR

Mart 1986

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu  
onaylarım.

A. Özmen  
Danışman

Görevli Sınav Komisyonu (Jüri)

Doç. Dr. Atilla ÖZMEN

Yrd. Doç. Dr. M. Aydın BERKİ

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KORU

A. Özmen  
Berki  
Hüseyin Koru

A. Özmen  
Komisyon Başkanı

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tez Yazım Esasları'na uygundur. Shutling

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın gerçekleşmesine, gösterdikleri yakın ilgi ve yaptıkları önemli yardımlarla çok kıymetli katkıları olan tez hocam Sayın Doç.Dr.Atila ÖZMEN Bey'e ; teknik konularda sınırsız yardımları dokunan elektronik yüksek mühendisi Osman IŞIK Bey'e ve elektronik mühendisi Petek ARSLANOĞLU Hanımefendi'ye ; tez'in yazılmasına yardım eden kardeşim Yavuz OKUR'a teşekkürü bir borç bilirim.

## ÖZET

Bu tezde programlanabilir,mikrobilgisayarla kontrol edilebilen bir yüksek akım-düşük voltaj güç kaynağının tasarımı ve yapımı verilmektedir. Güç Kaynağı'nı oluşturan Analog'dan Dijital'e Çevirici,Dijital'den Analog'a Çevirici ve Akım Kaynağı ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Yapılan Güç Kaynağı,27 Volt ve 40 Amper'de çalıştırılmış ve Commodore 64 bilgisayarı ile kontrol edilmiştir. Güç Kaynağı kısmını genişleterek cihaz,daha yüksek akım verecek hale getirilebilir. Aletin yapımında yerli piyasadan kolaylıkla temin edilebilen elektronik parçaların kullanılmasına özen gösterilmiştir.

# **THE PROGRAMMABLE HIGH CURRENT - LOW VOLTAGE POWER SUPPLY**

## **ABSTRACT**

In this thesis, design and construction of a programmable, microcomputer controlled high current-low voltage power supply is described. Three main parts of the Power Supply namely Analog to Digital Converter, Digital to Analog Converter and the Current Source is explained in detail.

The Power Supply is operated at 27V 40A and controlled by Commodore 64 microcomputer. Output current can be increased by modifying the Current Source. The special care is taken to use locally available electronic components.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
TABLOLARIN LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	ix
BÖLÜM	
I - GİRİŞ .....	1
1 - Sunuş .....	1
2 - Devrenin Tanımı .....	2
II - DEVRENİN GENEL YAPISI VE	
KULLANILAN ELEMANLAR .....	4
1 - Devrenin Şeması .....	4
2 - Devrede Kullanılan Elemanlar .....	7
a - ADC0808 Analog'dan Dijital'e Çevirici	
Entegre Devre .....	7
b - DAC0801 Dijital'den Analog'a Çevirici	
Entegre Devre .....	12
c - 74LS374 Kilitleyici Entegre Devre .....	15
d - 74C32 Dörtlü İki Girişli OR Gate Entegre Devre:	17
e - 74LS32 İki Girişli OR Gate Entegre Devre ...	18
f - 4001BC Dörtlü İkiGirişli NORGate Entegre Devre:	18
g - 7417 Hexadecimal Buffer Entegre Devre .....	19
h - 7404 Hexadecimal Dönüştürücü Entegre Devre .	20
i - 7474 Flip-Flop Entegre Devre .....	21
j - LM741 İşlem Yükseltici Entegre Devre .....	22
k - 2N3055, BD178, BC237 Transistörler .....	24
l - Güç Diyotları .....	24
m - Kondansatörler .....	24

III - DEVRENİN ÇALIŞMA PRENSİBİ .....	: 25
1 - Analog'dan Dijital'e Çevirici Devre .....	: 25
2 - Dijital'den Analog'a Çevirici Devre .....	: 29
3 - Güç Kaynağı .....	: 31
IV - DEVRENİN MONTAJI VE DENENMESİ .....	: 38
1 - DAÇ ve ADÇ'nin Montajı ve El İle Test Edilmesi ....	: 38
2 - DAÇ ve ADÇ'nin Bilgisayar ile Testi .....	: 40
3 - Devrenin Montajı .....	: 43
4 - Devrenin İstenilen Çıkış Voltajındaki Kararlılığının İncelenmesi .....	: 45
a - ADÇ ve DAÇ'nin Denenmesi .....	: 45
b - Redresör Kısımının Denenmesi .....	: 47
c - DAÇ ve Güç Kaynağının Denenmesi .....	: 48
d - Sistemin Denenmesi .....	: 52
5 - Devrenin yüksek Akımda İncelenmesi .....	: 54
6 - Devreden Elde Edilen Sonuç .....	: 58
V - BASKILI DEVRELER VE DİZGİ FORMLARI .....	: 60
1 - Bilgisayara Giriş İçin Kullanılan Kart .....	: 60
2 - ADÇ+DAÇ+INTERFACE Kartı .....	: 63
3 - Güç Kaynağı Devresinin Kartı .....	: 64
4 - $\pm$ 5V Güç Kaynağı Kartı .....	: 65
5 - Commodore 64 Bilgisayarı İçin 'Yazma-Zaman' Grafikçi .....	: 66
6 - ADC0808'in Fonksiyon ve Zaman Şemaları .....	: 68
7 - Kullanılan Terimlerin Açıklaması .....	: 69
VI - KAYNAKLAR .....	: 70

## TABLOLARIN LİSTESİ

	Sayfa
1 - ADC0808'in Analog Girişlerinin Fonksiyonları .....	9
2 - ADC0808'in Pin Düzenlemesi .....	9
3 - DAC0801'in Pin Düzenlemesi .....	12
4 - 74LS374'ün Pin Düzenlemesi .....	15
5 - 74LS374'ün Teknik Özellikleri .....	16
6 - 74LS32'nin Fonksiyonları .....	18
7 - 7417'nin Fonksiyonları .....	19
8 - 7404'ün Alabileceği En Yüksek Değerler .....	20
9 - 7474'ün Fonksiyonları .....	21
10 - LM741'in Alabileceği En Yüksek Değerler .....	22
11 - ADÇ'nin Girişindeki Voltajın Bilgisayardan Okunan Desimal Değeri ile DAÇ'nin Çıkışındaki Voltajın Dijital Voltmetreyle Okunan Değeri .....	41
12 - ADÇ Desimal ve DVM Değerleri .....	48
13 - İstenen Voltaj ve Çıkış Akımı Değerleri .....	55



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	Sayfa
1 - a . Devrenin Blok Şeması .....	5
b . Devrenin Blok Şeması .....	6
2 - ADC0808'in İç Yapısı .....	11
3 - DAC0801'in Tipik Uygulamalarındaki Bağlantısı ....	13
4 - DAC0801'in İç Yapısı .....	14
5 - 74LS374 Kilitleyici Entegre Devrenin İç Yapısı ...	16
6 - 74C32 ve 74LS32 OR Gate Entegre Devrelerinin Pin Düzenlemesi .....	17
7 - 4001BC NOR Gate'in Pin Düzenlemesi .....	19
8 - 7404'ün Pin Düzenlemesi .....	20
9 - 7474'ün Pin Düzenlemesi .....	22
10 - LM741'in İç Yapısı .....	23
11 - LM741'in Pin Düzenlemesi .....	23
12 - ADÇ'nin Yapısı .....	28
13 - DAÇ'nin Yapısı .....	30
14 - Güç Kaynağı Devresi .....	32
15 - Paralel Bağlı İki Transistör .....	33
16 - $R_E$ Dirençli Paralel Transistörler .....	34
17 - V-Desimal Değişimini gösteren Grafik .....	42
18 - Devrenin Montajı .....	44
19 - ADÇ Desimal-DVM Değişimini Gösteren Grafik .....	50

20 - Devrenin Montaj Şeması .....	: 51
21 - Yüksek Akım Elde Edebilmek İçin Kullanılan Yük ...	: 54
22 - V-A Değişimini Gösteren Grafik .....	: 57
23 - a . Commodore 64 Bilgisayarına Giriş Kartı .....	: 61
b . Commodore 64 Bilgisayarına Giriş Kartının	
Baskı Devre Çizimi .....	: 62
24 - ADÇ+DAÇ+INTERFACE Kartının Baskı Devre Çizimi ....	: 63
25 - Güç Kaynağı Devresinin Baskı Devre Çizimi .....	: 64
26 - $\pm 5$ Volt Güç Kaynağının Baskı Devre Çizimi .....	: 65
27 - Commodore 64 Bilgisayarı İçin 'Yazma-Zaman' Grafiği :	66
28 - a . ADC0808'in Foksiyon Şeması .....	: 68
b . ADC0808'in Zaman Şeması .....	: 68

## BÖLÜM I - GİRİŞ

### I.1. SUNUŞ

Programlanabilir yüksek akım-düşük voltaj güç kaynakları, dünyada özel amaçlar için yapılan, ülkemizde ise henüz üzerinde yeterli çalışma yapılmamış bir konudur [1]. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu araştırmada ise mikrokomputer kontrollü bir yüksek akım-düşük voltaj güç kaynağının yapılması anlatılmaktadır. Güç kaynağının çıkışı, 0-27V ve 0-40A aralıklarında bilgisayar vasıtasıyla kontrol edilebilir ve ayarlanabilir. Çıkış regülelidir. Akım kaynağı güç transistörleri bloğundan oluşmuştur. Programlanabilir güç kaynağını teşkil eden üç ana bölüm şunlardır:

1. Analog'dan Dijital'e Çevirici Devre (ADC)
2. Dijital'den Analog'a Çevirici Devre (DAC)
3. Güç Kaynağı

ADC, dışarıdan aldığı 0 ile 5V aralığındaki analog sinyali dijital sinyale (ikili sayı sistemine) çevirir ve bunu bilgisayara verir. Bilgisayar ADC'den aldığı bu veriyi değerlendirerek DAC'ye dijital bir sinyal olarak iletir. DAC, aldığı bu dijital sinyali analog sinyale çevirir ve çıkış olarak bir referans voltaj ( $V_{ref}$ ) verir. Güç Kaynağı'nın çıkışı geribesleme tekniği ile kontrol edildiğinden referans voltaj ( $V_{ref}$ ) sayesinde Güç Kaynağı'nın çıkış akımı istenilen seviyede ayarlanır.

Bu devre,Commodore 64 bilgisayarı ile kullanılmak üzere tasarlandı [2]. Giriş ve çıkış portları olarak bilgisayarın DATA,ADDRESS ve CONTROL BUS'ları kullanıldı. Bilgisayar programı ise BASIC programlama dili kullanılarak yazıldı.

## 1.2. DEVRENİN TANIMI

Devrenin tasarımına başlanmadan önce yarı iletken firmalarının ürettikleri entegre devreleri tanıtan kitaplar tarandı [3]ve[4]. Entegrelerde bulunması istenen özellik,Commodore 64 bilgisayarlarına ait, okuma-yazma'nın zamana bağlı değişimini gösteren grafikte belirtilen sürelerle uyacak şekilde hızlı ve doğru çalışması şeklindeydi.Çıkışların tri-state olması da aranan bir diğer özellikti. Sonuçta kataloglardan bu özelliklere en çok uyan entegre devreler bulundu ve kullanıldı.

Güç Kaynağı devresi için de aynı şekilde güç transistörleri ve güç diyotları üzerinde araştırma yapıldı.Tercih edilen noktalardan biri de,devrenin tümü üzerinde kullanılan parçaların piyasada bol miktarda bulunmasıydı.

Devreden yüksek akım çekilmesi kullanılan güç transistör ve diyotlarında aşırı şekilde ısınmaya sebep olduğundan ,fazla ısınmayı önlemede alüminyum levhalar soğutucu olarak kullanıldı.

Kullanılan entegre devre ADC0808, 20mV (kesin değer yok; yaklaşık 18 ile 25mV arasında değişebiliyor) 'luk her voltajı desimal olarak (1) kabul eder. Yani bilgisayarda (1) sayısına 20mV, (2) sayısına 40mV, (3) sayısına 60mV,... karşılık gelir.

Buna göre, bilgisayarın okuduğu sayı (1) dijit arttığında voltajdaki artış 20mV olur. Aynı durum DAÇ için de sözkonusudur; DAÇ'nin aldığı dijital sinyaldeki (1) dijitlik artma, çıkışta yaklaşık 20mV'luk bir artışa sebep olmaktadır.

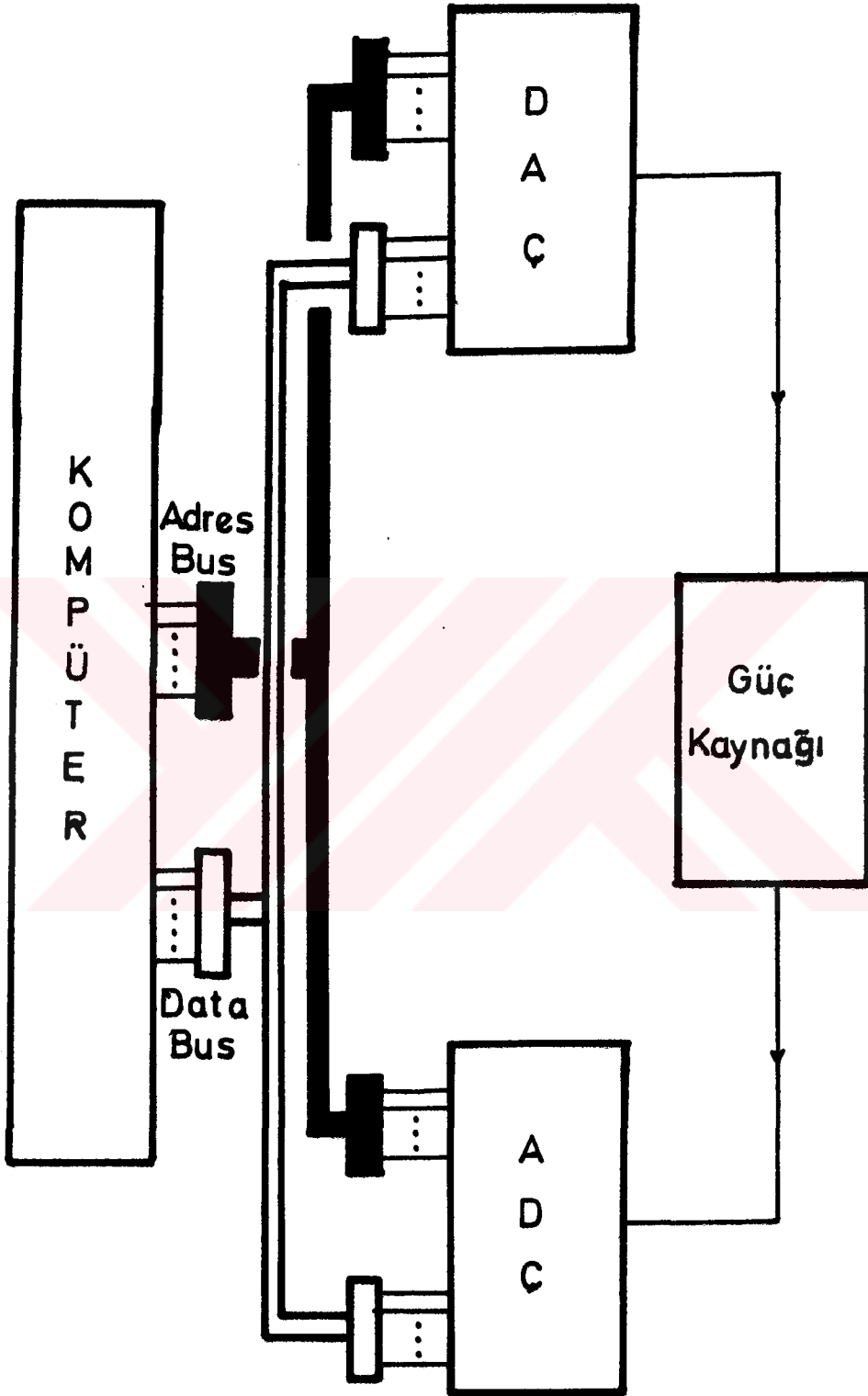
Yapılan devrenin bilgisayar kontrollü olması, güç kaynağının çıkış voltajının çok büyük bir doğrulukta olmasını sağladı (hata oranı, max. yaklaşık  $\pm 150\text{mV}$ ). Ayrıca Commodore 64, 2MHz clock'la çalıştığından güç kaynağının çıkışı çok hızlı olarak kontrol edilebildi.

## BÖLÜM II - DEVRENİN GENEL YAPISI VE KULLANILAN ELEMANLAR

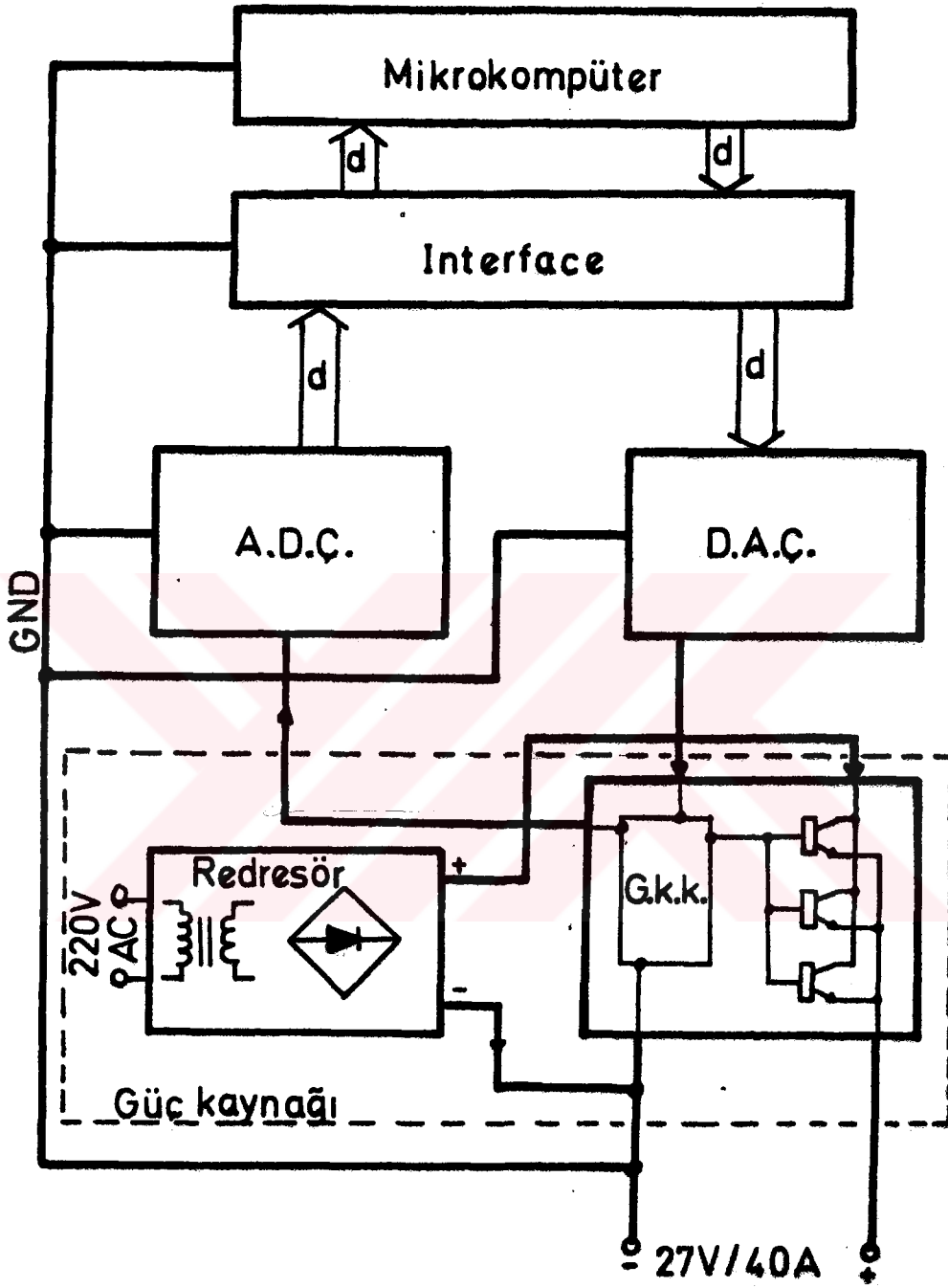
### II.1 DEVRENİN ŞEMASI

Devrenin çalışması genel olarak şöyle anlatılabilir: Güç Kaynağı'nın çıkışından geribesleme olarak alınan voltaj, bir bölücü devreden geçirilerek ADÇ'nin girişine verilir. ADÇ, bu voltajı dijital voltaja çevirerek kompüte verir. Kompüter bunu program içerisinde değerlendirerek DAÇ'ye dijital bir sinyal olarak iletir. DAÇ, aldığı bu bilginin karşılığında bir referans voltaj üretir. Güç Kaynağı, DAÇ'den aldığı bu referans voltaja göre çıkışını ayarlar.

Devrenin blok şeması Şekil.1a ve 1b'de verilmiştir.



Şekil.1.a. Devrenin Blok Şeması.



Sekil.1.b. Devrenin Blok Şeması



## II.2. DEVREDE KULLANILAN ELEMANLAR

Bu araştırmada entegre devreler, g transistörleri, g diyotları, direnç ve kondansatörlerden oluşan çeşitli devre elemanları kullanıldı. Bunlar:

- a. ADC0808 Analog'dan Dijital'e çevirici entegre devre
- b. DAC0801 Dijital'den Analog'a çevirici entegre devre
- c. 74LS374 Kilitleyici entegre devre
- d. 74032 Dörtlü İki Girişli OR Gate entegre devre
- e. 74LS32 İki Girişli OR Gate entegre devre
- f. 4001BC Dörtlü İki Girişli NOR Gate entegre devre
- g. 7417 Hexadecimal Buffer entegre devre
- h. 7404 Hexadecimal Dtrc entegre devre
- i. 7474 Flip-Flop entegre devre
- j. LM741 İşlem Yükseltici entegre devre
- k. 2N3055 , BD178 , BC237 Transistörler
- l. Güç Diyotları
- m. Kondansatörler

### II.2.a. ADC0808 ANALOG'DAN DİJİTAL'E ÇEVİRİCİ

#### ENTEGRE DEVRE

Sekiz ayrı girişi olan ve 8 Bit mikroişlemcilere direkt olarak bağlanabilen AD entegre devredir [3]. Çevirme işleminde ardıl yaklaşımlar tekniğini kullanır. ADC0808'in yapısında; bir tane yüksek empedanslı periyodik kesilmeyi düzenleme kararlaştırıcısı , analog anahtarlar serisinden oluşan 256R voltaj bllcs ve bir tane de ardıl yaklaşımları kaydeden (register) bllm bulunur.

TTL tri-state çıkışları sayesinde mikroişlemcilerle direkt olarak bağlanabilir. 8 ayrı analog sinyali ayrı ayrı işleyebilen ADC0808'in yapısal özelliklerinden dolayı haricen sıfır veya maksimum ayarı yapılmasına gerek yoktur.

ADC0808'in bazı özellikleri şöyle sıralanabilir:

- . Gelen sinyali çözümleme ..... : 8 Bit
- . Toplam hata miktarı ..... :  $\pm \frac{1}{2}$  LSB veya  $\pm 1$  LSB
- . Çalışma voltajı ..... : +5V DC
- . Düşük güç harcaması ..... : 15 mW
- . Veri değerlendirme süresi (çevrim zamanı) : 100 mikrosaniye
- . Çalıştığı sıcaklık aralığı ..... : -40°C'den +85°C'ye  
veya -55°C'den +125°C'ye
- . Okuma hatası yoktur.
- . Kilitleme devreli 8 ayrı girişi vardır.
- . Tek başına çalışabilme veya mikroişlemcilerle bağlanabilme kolaylığı
- . TTL seviyesinde çıkış
- . 5V kaynak girişi ile 0-5V arasındaki girişleri okuyabilir.
- . Sıfır veya maksimum ayarına ihtiyacı yoktur.

ADC0808'in alabileceği en yüksek değerler şunlardır:

- . Kaynak voltajı ( $V_{CC}$ ) ..... : 6,5V
- . Depolanan ısı aralığı ..... : -65°C'den +150°C'ye
- . Lehimleme ısı (10 saniyede) .... : 300°C
- . Herhangi bir pinin kontrol edilen giriş voltajı aralığı :  
-0,3V'tan ( $V_{CC}+0,3V$ )'a
- . Kontrol girişleri voltajları (Start,ALE,OE,AdresA,AdresB,  
AdresC) : -0,3V'tan +15V'a

Tablo.1 : ADC0808'in Analog Girişlerinin Fonksiyonları

Seçilen Analog Giriş	Adres Hatları		
	C	B	A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

Tablo.2 : ADC0808'in Pin Düzenlemesi

Fonksiyon	Pin Numarası	Pin Numarası	Fonksiyon
Giriş 3 ....	1	15	..... $2^{-6}$
Giriş 4 ....	2	16	..... ref(-)
Giriş 5 ....	3	17	..... $2^{-8}$ LSB
Giriş 6 ....	4	18	..... $2^{-4}$
Giriş 7 ....	5	19	..... $2^{-3}$
Start ....	6	20	..... $2^{-2}$
EOC ....	7	21	..... $2^{-1}$ MSB
$2^{-5}$ ....	8	22	..... ALE
OE ....	9	23	..... Adres C
Clock ....	10	24	..... Adres B
$V_{cc}$ ....	11	25	..... Adres A
ref(+) ....	12	26	..... Giriş 0
GND ....	13	27	..... Giriş 1
$2^{-7}$ ....	14	28	..... Giriş 2

ADC0808'e ait çevrim denklemleri aşağıdaki gibidir:

$V_{in}$  : kıyaslayıcının (comparator) çıkış voltajı ,

$V_{ref(+)}$  : ref(+) nin değeri ,

$V_{ref(-)}$  : ref(-) nin değeri ,

$V_{TUE}$  : toplam ayarlanamayan hata voltajı ( $V_{ref(+)} + 512$ ) ,  
olmak üzere:

- Dönüşüm kodları N ve N+1 aralığında ise ;

$$V_{in} = \left\{ (V_{ref(+)} - V_{ref(-)}) \left[ \frac{N}{256} + \frac{1}{512} \right] \pm V_{TUE} \right\} + V_{ref(-)}$$

- Çıkış kodu N civarında ise ;

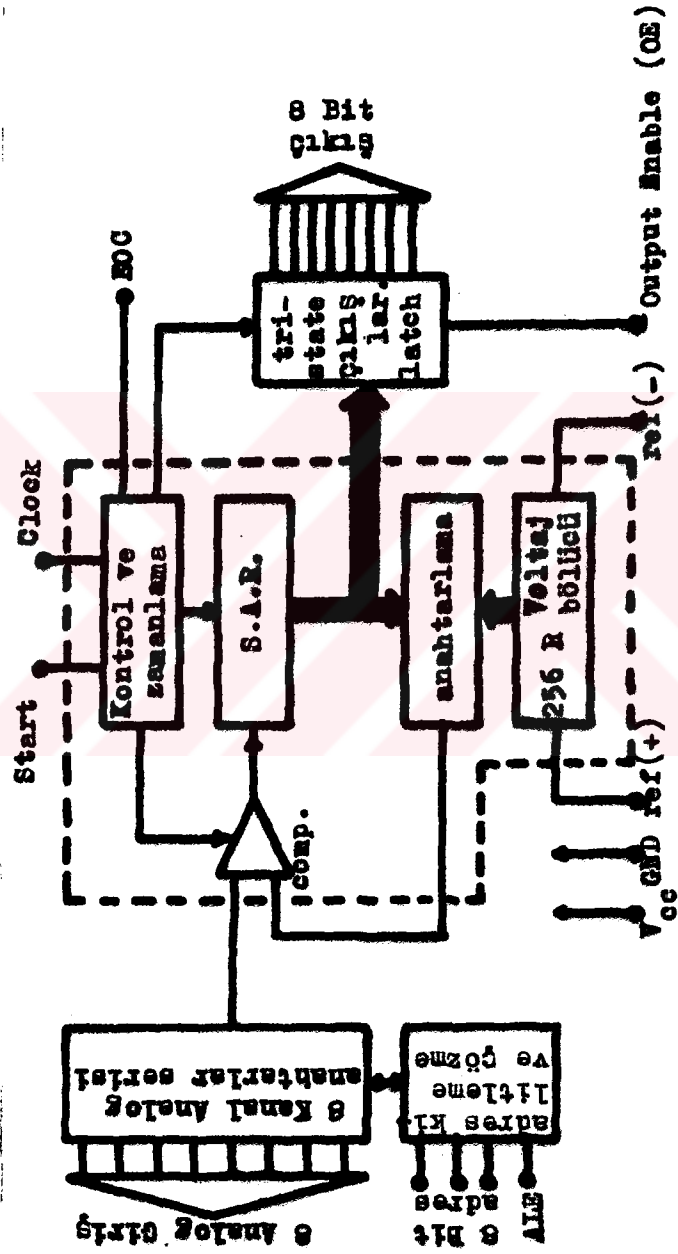
$$V_{in} = \left\{ (V_{ref(+)} - V_{ref(-)}) \left[ \frac{N}{256} \right] \pm V_{TUE} \right\} + V_{ref(-)}$$

- N çıkış kodu için girişin tamsayı (integer) olması ;

$$N = \frac{V_{in} - V_{ref(-)}}{V_{ref(+)} - V_{ref(-)}} \times 256 \pm \text{Mutlak doğruluk}$$

ile mümkündür.

ADC0808, 8080, 8085, Z-80, 6800, SC/MP mikroislemci ailelerinde kullanılabilecek şekilde imal edilmiştir. ADC0808'in iç yapısı Şekil.2'de gösterilmiştir.



Şekil.2.ADC0808'in iç yapısı

## II.2.b. DAC0801 DİJİTAL'DEN ANALOG'A ÇEVİRİCİ

### ENTEĞRE DEVRE

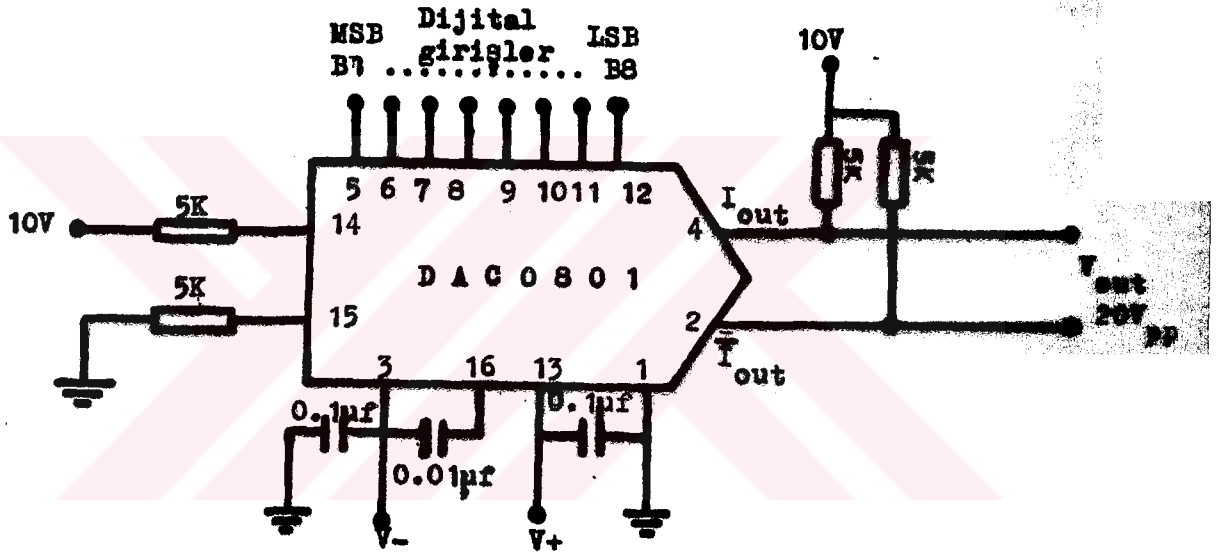
DAC0801, 8 Bit akım çıkışlı bir DAÇ entegre devredir [3]. Gelen bilgiyi akıma çevirme süresi yaklaşık 100 nanosaniyedir. DAC0801'in birbirini tamamlayan iki akım çıkışı sayesinde çıkış voltajları arasındaki fark  $20V_{pp}$  'yi bulabilir. Referans ile çıkış akımı arasındaki hata  $\pm 1$  LSB'dir.  $\pm 4,5V$  ile  $\pm 18V$  arasında çalışabilir. Devrenin genel özellikleri şöyle sıralanabilir:

- . Gelen bilgiyi akıma çevirmede harcanan zaman : 100 nanosaniye
- . Maximum hata ..... :  $\pm 1$  LSB
- . Aşırı sıcaklıktaki sapma :  $\pm \% 0,1$
- . Çıkış akımı max.'da iken açığa çıkan ısı :  $\pm 10$  ppm/ $^{\circ}C$
- . Voltaj çıkış aralığı :  $-10V$  ile  $+18V$
- . Geniş voltaj aralığı :  $\pm 4,5V$  ile  $\pm 18V$
- . Düşük güç harcaması :  $\pm 5V$ 'ta 33mW

Tablo.3 : DAC0801'in Pin Düzenlemesi

Fonksiyon		Pin Numarası	,	Pin Numarası	Fonksiyon
$V_{LO}$	.....	1		9	..... B5
$\bar{I}_{out}$	.....	2		10	..... B6
$V(-)$	.....	3		11	..... B7
$I_{out}$	.....	4		12	..... B8 LSB
MSB B1	.....	5		13	..... $V(+)$
B2	.....	6		14	..... $V_{ref}(+)$
B3	.....	7		15	..... $V_{ref}(-)$
B4	.....	8		16	..... Compensation

Şekil.3'te DAC0801'in tipik uygulamalarındaki bağlantısı gösterilmiştir. DAC0801 entegre devrenin iç yapısının gösterimi Şekil.4'tedir [3]. Gösterim şematiktir; entegredeki elemanların gerçek değerleri verilmemiştir.Şekil.4, entegrenin pinlerinin nereden alındığı ve entegrenin çalışması hakkında bir fikir edinmeye yardımcı olması faydalıdır.



Şekil.3 : DAC0801'in Tipik Uygulamalardaki Bağlantısı





## II.2.c. 74LS374 KİLİTLEYİCİ ENTEGRE DEVRE

Sekizli D tipi Flip-Flop'lu, tri-state çıkışlı, kilitlenebilir entegre devredir [4]. 8 Bit durum değişikliklerinde tetiklenen, tri-state çıkışlı kilitlenme özelliği bulunur. Birbirinden bağımsız olan Clock (CP) ve Output Enable (OE) sinyalleriyle kontrol edilir. Clock'ta Low'dan High'a geçiş şeklinde herhangi bir değişiklik olduğunda data uçlarındaki kararlı bilgi çıkışlara kilitlenir. Kararlı bilgi aktarımı için, clock gelmeden az önce data pinlerindeki bilgi kararlı durumda olmak zorundadır. OE sinyali (L) olduğunda çalışır ve tri-state çıkışlar açılır. OE sinyali (H) ise çıkışlar Hi-Z (yüksek empedans) durumunda olurlar. Hi-Z durumunda dışarıyla bilgi alışverişi tamamen kesilir. Erişim zamanı 19 nanosaniye; kaynak akımı 27mA'dır.

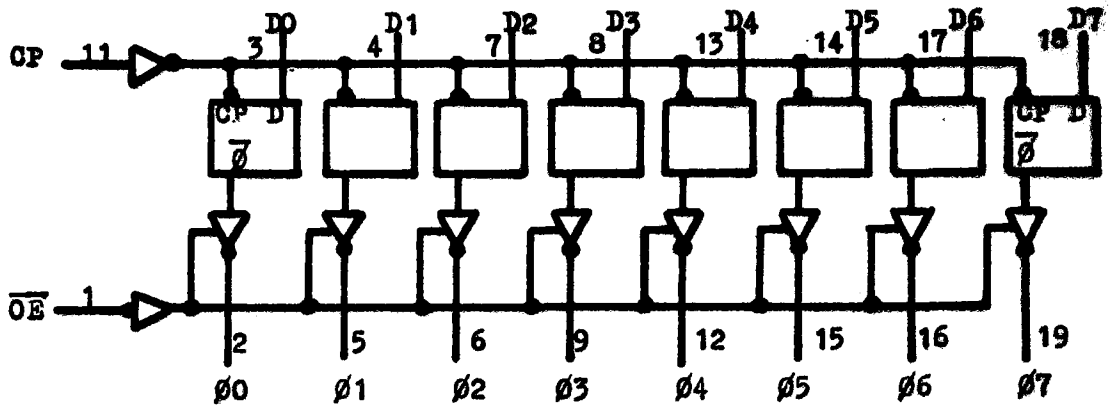
Tablo.4 : 74LS374'ün Pin Düzenlemesi

Fonksiyon	Pin Numarası	, Pin Numarası	Fonksiyon
OE .....	1	11	..... CP
Ø0 .....	2	12	..... Ø4
D0 .....	3	13	..... D4
D1 .....	4	14	..... D5
Ø1 .....	5	15	..... Ø5
Ø2 .....	6	16	..... Ø6
D2 .....	7	17	..... D6
D3 .....	8	18	..... D7
Ø3 .....	9	19	..... Ø7
GND .....	10	20	..... V <sub>cc</sub>

74LS374 Kilitleyici entegre devrenin iç yapısı Şekil.5'te gösterilmiştir.

Tablo.5 : 74LS374'ün Teknik Özellikleri

Parametreler	Min.	Nom.	Max.	Birim
. $V_{CC}$ Kaynak voltaja .....	4,75	5,0	5,25	V
. $V_{IH}$ Giriş voltajının yüksek sayılma sınırı .....	2,0			V
. $V_{IL}$ En yüksek düşük voltaj seviyesi			0,8	V
. $I_{IK}$ Giriş kesme akımı .....		-18,0		mA
. $I_{OH}$ Yüksek seviyede çıkış akımı ...		-2,6		mA
. $I_{OL}$ Düşük seviyede çıkış akımı ....		24,0		mA
. $T_A$ Hava şartlarından bağımsız çalıştığı ısı aralığı .....	0	70,0		°C



Şekil.5 : 74LS374 Kilitleyici Entegre devrenin iç yapısı

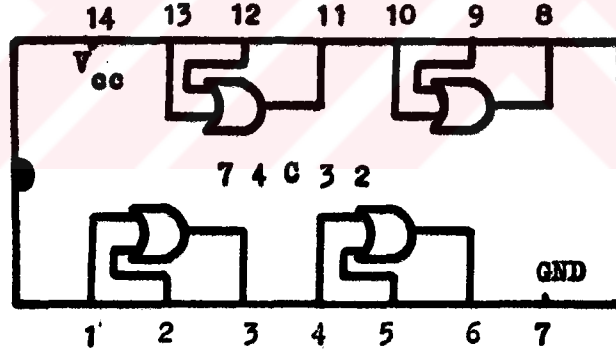
## II.2.d. 74C32 DÖRTÜ İKİ GİRİŞLİ OR GATE

### ENTEĞRE DEVRE

İçerisinde birbirinden bağımsız dört tane OR Gate bulunan bu entegre devre CMOS'dur [4]. TTL entegre devreleriyle aynı pin düzenlemesine sahiptir. Bütün girişleri statik elektriğe karşı korumalıdır. Sayılabilecek özellikleri şunlardır:

- . Geniş kaynak aralığı ..... : +3V'tan +15V'a kadar
- . Garanti edilmiş gürültü aralığı . : 1V
- . Yüksek gürültü koruması ..... : 0,45V
- . Düşük güç harcaması ve TTL benzerliği
- . Çıkışa buffer bağlamadan iki TTL bağlanabilir (Fan Out:2TTL).

Şekil.6 , 74C32'nin pin düzenlemesini göstermektedir.



Şekil.6 : 74C32 ve 74LS32 OR Gate entegre devrelerinin  
Pin Düzenlemesi

## II.2.e. 74LS32 İki Girişli OR Gate Entegre Devre

74LS32, iki girişli OR Gate'dir. Gecikme zamanı 14 nanosaniyedir. Kaynak voltajı +3V'tan +15V'a kadar olan bu entegre devrenin kaynak akımı 14mA'dir [4].

Tablo.6 : 74LS32'nin Fonksiyonları

Girişler		Çıkış
A	B	
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

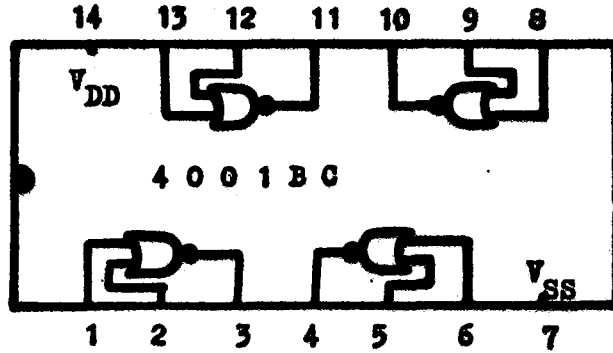
74LS32'nin pin düzenlemesi Şekil.6'da gösterilmiştir.

## II.2.f. 4001BC Dörtlü İki Girişli NOR Gate Entegre Devre

Dört tane birbirinden bağımsız iki girişli NOR Gate'i bulunan ve CMOS olarak üretilmiş olan bu entegre devrede, N ve P kanallarının değişik bağlantısı sayesinde simetrik kaynak voltajına eşit olan bir çıkış voltajı elde edilebilir [4]. Bütün girişleri statik elektriğe karşı korumalıdır. Özellikleri şunlardır:

- Geniş kaynak aralığı ..... : +3V'tan +15V'a
- Düşük güç harcaması ..... : 10nW
- Yüksek gürültü koruması ... : 0,45  $V_{DD}$

4001BC NOR Gate'in pin düzenlemesi Şekil.7'de gösterilmiştir.



Şekil.7 : 4001BC NOR Gate'in Pin Düzenlemesi

#### II.2.g. 7417 HEXADECIMAL BUFFER ENTEGRE DEVRE

7417'ye gelen sinyal hiçbir değişikliğe uğramadan çıkar. Kaynak akımı 25mA'dir. Gecikme zamanı; Low'dan High'a geçerken 6 nanosaniye, High'dan Low'a geçerken 20 nanosaniyedir. Devrenin kaynak voltajı +5V'tur.

Tablo.7 : 7417'nin fonksiyonları

<u>Giriş</u>	<u>Çıkış</u>
L	L
H	H

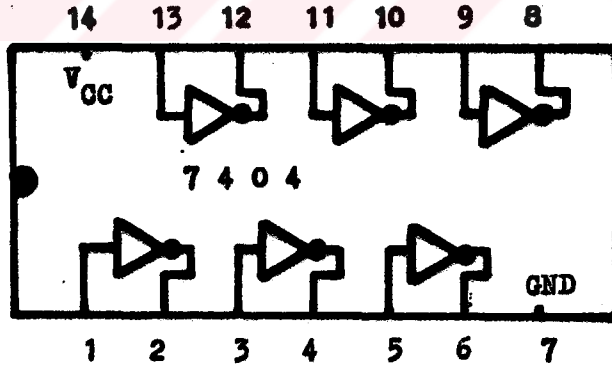
## II.2.h. 7404 HEXADECIMAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ ENTEGRE DEVRE

Gecikme zamanı 10 nanosaniye, kaynak akımı 12mA'dir.

Tablo.8 : 7404'ün Alabileceği En Yüksek Değerler

Parametreler	Min.	Max.	Birim
• $V_{cc}$ kaynak voltajı		7,0	V
• $V_{in}$ çıkış voltajı	-0,5	+5,5	V
• $I_{in}$ çıkış akımı	-30,0	+5,0	mA
• $V_{out}$ yüksek çıkıştaki voltaj aralığı	-0,5	+ $V_{cc}$	V
• $T_A$ çalışma sıcaklığı aralığı	0	70,0	°C

Şekil.8, 7404 Hexadecimal Dönüştürücü'nün pin düzenlemesini göstermektedir.



Şekil.8 : 7404'ün Pin Düzenlemesi

## II.2.1. 7474 FLIP-FLOP ENTEGRE DEVRE

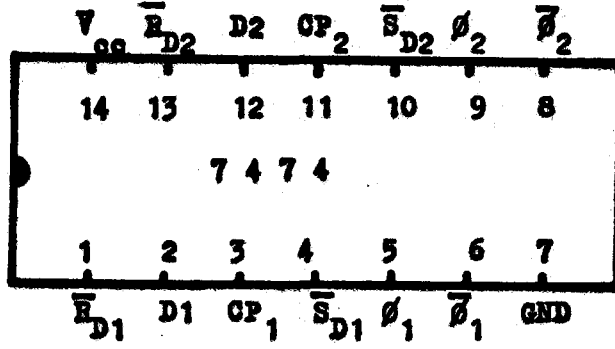
İçinde D tipi Flip-Flop bulunan bu entegre devrenin Data, Clock, Set, Reset girişleri ile  $\emptyset$  ve  $\bar{\emptyset}$  olarak iki çıkışı vardır. Set ve Reset girişleri Clock'tan bağımsız olarak Low sinyal görünce çalışırlar. Data pinine gelen bilgi Clock pinindeki sinyalin Low'dan High'a geçişlerinde  $\emptyset$  çıkışlarında görülür. Data girişlerindeki sinyal bu geçiş sırasında kararlı durumda olmalıdır. Maximum 25 MHz'de gelen sinyalleri algılayabilir. Devrenin kaynak akımı 17mA'dir.

Tablo.9 : 7474'ün fonksiyonları

ÇALIŞMA MODU	GİRİŞLER			ÇIKIŞLAR		
	$\bar{S}_D$	$\bar{R}_D$	CP	D	$\emptyset$	$\bar{\emptyset}$
. Clock'tan bağımsız set (ayarlama)	L	H	X	X	H	L
. Clock'tan bağımsız reset (sıfırlama)	H	L	X	X	L	H
. Belirsiz	L	L	X	X	H	H
. 1 Yükleme (set)	H	H	1	h	H	L
. 0 Yükleme (reset)	H	H	1	l	L	H

(Burada, X=Don't Care -istenmeyen- anlamındadır.)

7474'ün pin düzenlemesi Şekil.9'da gösterilmiştir.



Şekil.9 : 7474'ün Pin Düzenlemesi

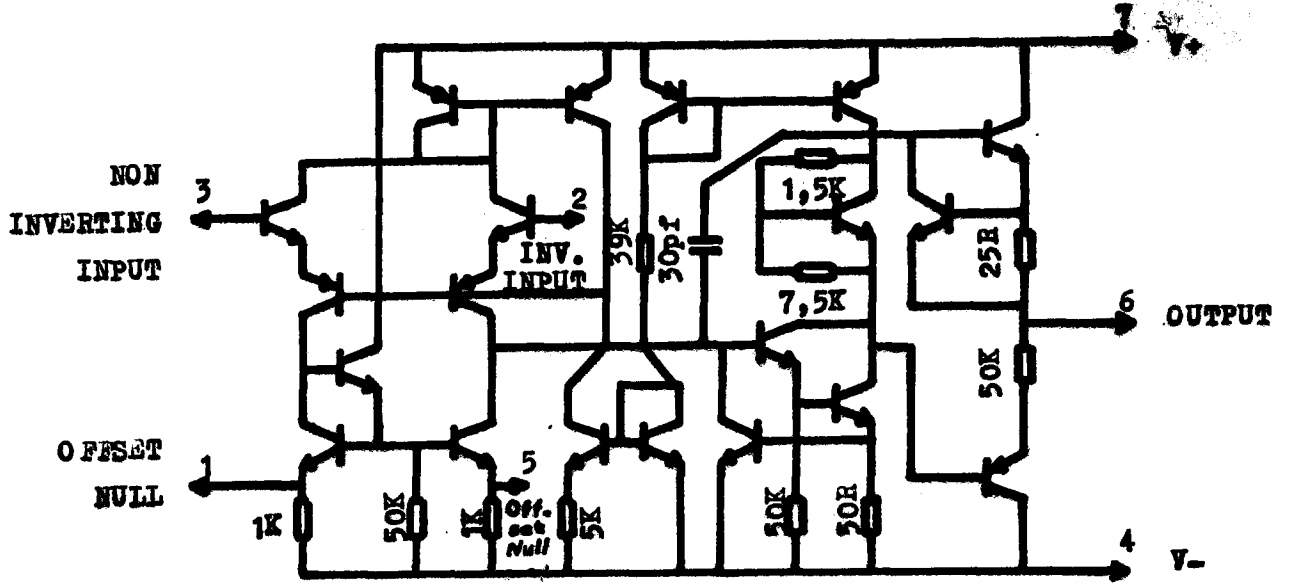
## II.2.j. LM741 İŞLEM YÜKSELTECİ ENTEGRE DEVRE

Şekil.10 ve 11'de LM741'in iç yapısı ve pin düzenlemesi gösterilmektedir. LM741'in alabileceği en yüksek değerler Tablo.10'daki gibidir.

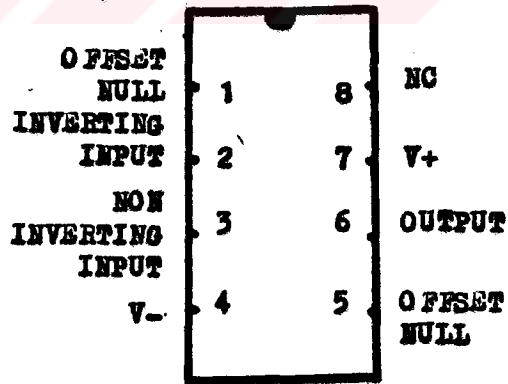
Tablo.10 : LM741'in Alabileceği En Yüksek Değerler

- Kaynak voltajı ..... :  $\pm 22V$
- Diferansiyel giriş voltajı ..... :  $\pm 30V$
- Giriş voltajı ..... :  $\pm 15V$
- Isı depolama aralığı ..... :  $-65^{\circ}C$  ile  $+150^{\circ}C$
- Lehimleme ısısı (10 saniye) .... :  $300^{\circ}C$





Şekil.10 : LM741'in iç yapısı



Şekil.11 : LM741'in Pin Düzenlemesi

## II.2.k. 2N3055,BD178,BC237 TRANSİSTÖRLER

2N3055 transistörlerin tipleri NPN'dir ve akım kazançları ( $h_{fe}$ ) yaklaşık 50'dir. Bu transistörler 100V, 15A'e dayanabilirler ve 117 W güç harcarlar.

BD178 transistörün tipi PNP'dir ve 1A akıma dayanabilirler. Akım kazancı yaklaşık 100'dür.

BC237 transistör ise 100mA akıma ve 60V gerilime dayanabilir. NPN tipindedir. Akım kazancı yaklaşık 250'dir.

### II.2.1. GÜÇ DİYOTLARI

Redresör kısmında köprü devre olarak kullanılan RN1120 güç diyotları 20A akıma ve 1000V gerilimde çalışabilirler. Bu diyotların ilettime geçmesi için 1,5V'luk bir gerilim yeterlidir.  $\pm$  5V kaynakta kullanılan 1N4001 diyotları ise 1A akıma dayanabilirler.

### II.2.m. KONDANSATÖRLER

Kullanılan kondansatörlerin çoğunluğu devrede oluşabilecek gürültüleri izale etmek içindir. Redresör kısmında kullanılan 4700uF 63V'luk kondansatörler diyotlarla doğrultulan alternatif akımı tam bir doğru akıma dönüştürmek için gerekli olan elemanlardır.

## BÖLÜM III - DEVRENİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

### III.1. ANALOG'DAN DİJİTAL'E ÇEVİRİCİ DEVRE

Devrenin şeması Şekil.12'de verilmiştir.Bu devrede temel çevirme işlemini ADC0808 entegre devresi yapmaktadır.ADC0808'in giriş ve çıkışlarına NOR Gate,buffer ve Flip-Flop devreleri konulmuştur.Bu, ADC0808'in doğru çalışması ve bilgisayara uyum sağlaması içindir. ADC0808'in 0-5V aralığındaki voltaj seviyelerini okuyabilen 8 ayrı analog voltaj girişi vardır.Her analog girişin -ki bunlara IN0,IN1,...,IN7 numaraları verildi- okunabilmesi için onlara,yazılan bilgisayar programı içerisinde belirli bir adres verilmesi gerekir.Girişleri adresleyebilmek için son rakamı hexadesimal olarak 0,1,...,7 olan adresler tercih edilir.

ADC0808'in analog girişlerine gelen sinyalleri değerlendirebilmesi için bilgisayardan değişik zamanlarda okuma (O) ve yazma (Y) sinyalleri alması gerekir.Devre I/O1 ve O/Y girişlerindeki sinyallerin yüksek (H) veya düşük (L) olmasına göre çalışır.Yüksek(H) sinyal +5V , düşük (L) sinyal 0 ile 0,8V arasında olan sinyallerdir.

I/O1 ve O/Y girişlerini kullanarak ADC0808'e bilgisayardan yazma (Y) komutu verilince I/O1 ve O/Y girişlerinde başlangıçta (H) olan voltaj seviyesi (L) voltaj seviyesine iner.Bu sinyaller N17 ve N18 buffer'larından hiç bir değişikliğe uğramadan geçer. I/O1'den gelen sinyal N1 (NOR Gate) 'in sağ girişi

ile N2 (NOR Gate) 'in sol girişine (L) olarak gelir. O/Y 'den gelen (L) sinyal N3 (dönüştürücü) 'den (H) olarak çıkar ve N1'in sol ayağına gelir. O/Y 'den gelen sinyal,yine (L) olarak N2'nin sağ ayağına gelir. N1'e (H) ve (L) olarak gelen sinyal, N1'den (L) olarak çıkar ve ADC0808'in OE (Output Enable) pinine gelir. N2'ye (L) ve (L) olarak gelen sinyal N2'den (H) olarak çıkarak ADC0808'in Start ve ALE (Address Latch Enable) girişlerini tetikler. Start ve ALE'ye (H) sinyal gelince seçilen adresteki bilgi okunarak entegre içinde kilitlenir. I/O1 ve O/Y girişlerinden okuma (0) komutu verilirse,yani gelen O/Y sinyali (H) ise N1'den (H), N2'den (L) sinyal çıkar ve OE tetiklenir. OE'nin çalışmasıyla daha önceden yazılıp kilitlenmiş olan bilgi Data Bus'a sürülür ; Data Bus'a gelen bilgi program içerisinde değerlendirilir.

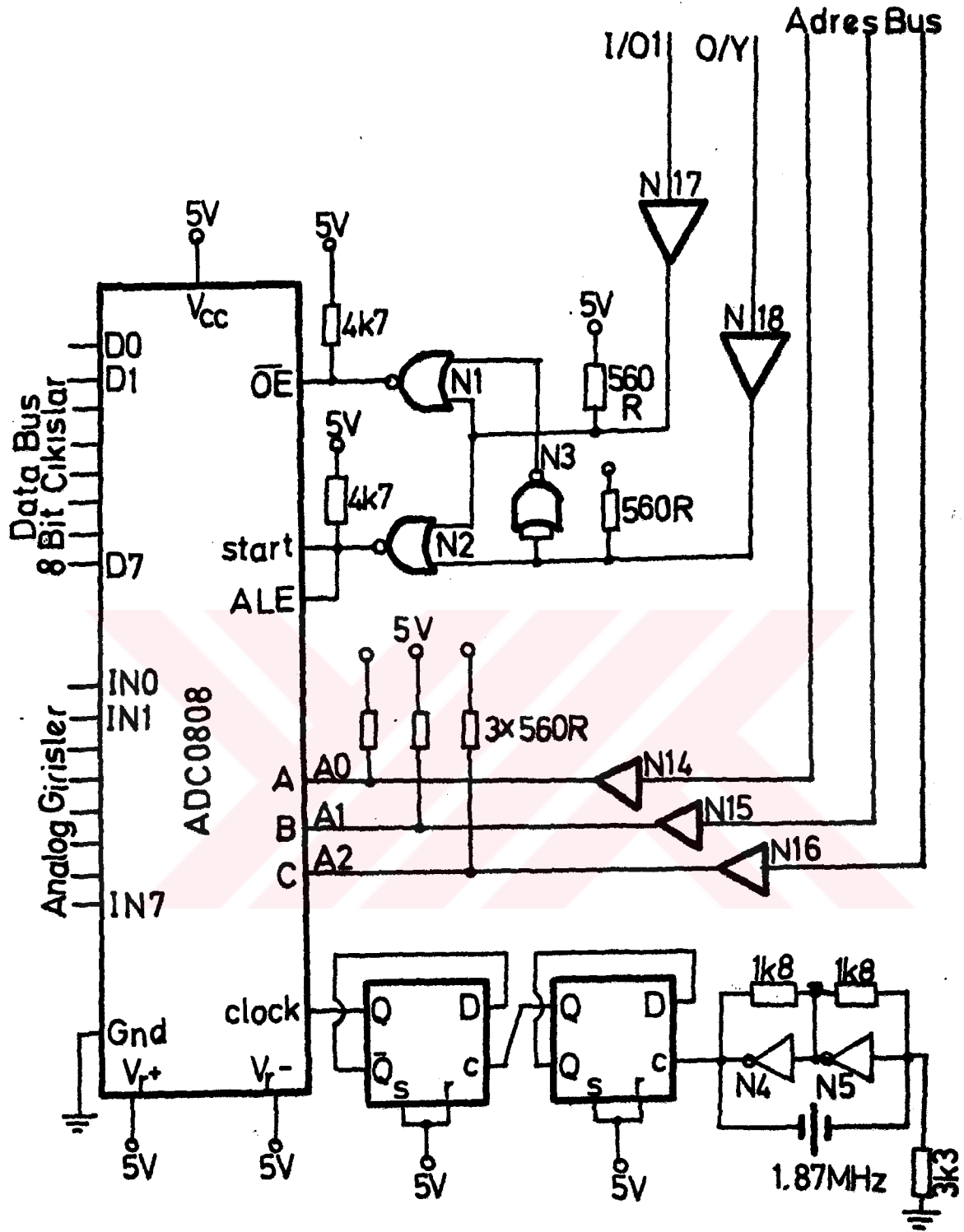
ADC'nin görevi; yazma sinyalini alınca girişlerdeki analog sinyalleri dijital sinyallere çevirip kilitlemek, okuma sinyalini alınca da kilitlemiş olduğu bilgileri tri-state çıkışlarından bilgisayarın Data Bus'ına vermektir. Data Bus'a gelen bilgi program içinde değerlendirilir ve okuma işlemi tamamlanmış olur. ADC0808'in çıkışları tri-state olduğundan bilgisayarın Data Bus'ına direkt bağlantı yapılabilir. ADC0808, Clock pininden aldığı sinyalle çalışır; bu maximum 1280 KHz olabilir. 640 KHz'den daha düşük bir sinyal uygulanırsa Start ve ALE pinlerine uygulanan sinyaller arasındaki gecikmeye gerek kalmaz. Burada bu kullanım tarzı uygulandı.

ADC0808'de  $V_{ref(+)}$  ve  $V_{ref(-)}$  arasındaki gerilim  $IN_0, IN_1, \dots, IN_7$  'lerden okunan bilginin karşılaştırılacağı değeri verir.

Daima;

$$\frac{V_{\text{ref}(+)} + V_{\text{ref}(-)}}{2} = V_{\text{cc}}$$

olmak zorundadır. Eğer  $V_{\text{ref}}=V_{\text{cc}}$  seçilirse ( $V_{\text{cc}}=5\text{V}$  için) her basamaktaki artış  $V_{\text{cc}}/256$  , yani yaklaşık  $20\text{mV}$  olur.



Şekil.12. ADÇ'nin yapısı

### III.2. DİJİTAL'DEN ANALOG'A ÇEVİRİCİ DEVRE

I/02 girişi programda belirlenen çıkışa göre Control Bus'tan bir sinyal alır. I/02, başlangıçta (H) sinyal seviyesindeyken Control Bus tarafından seçilince (L) seviyesine iner. Buffer'lardan bir miktar zaman kaybederek geçen sinyal, N25 (dönüştürücü)'den (H) olarak çıkar ve 74LS374 Kilitleyici entegre devresinin clock pinine bir sinyal verir. Bu gecikme süresi içinde clock'tan önce Data Bus'ta hazır olan bilgi (D0, D1, ..., D7) clock gelince  $\emptyset 0, \emptyset 1, \dots, \emptyset 7$  çıkışlarına kilitlenir. Bu çıkışlar yeni bir data okunana kadar hep aynı bilgiyi gösterirler.

74LS374 Kilitleyici ve DAC0801 DAÇ entegre devreleri, Dijital'den Analog'a Çevirici Devre'nin temel elemanlarıdır. 74LS374, DAC0801'in Data Bus'tan aldığı bilgiyi kilitleyebilme özelliği olmadığı için kullanıldı. 74LS374'te OE pininin topraklanması ise çıkışın sürekli olarak açık kalması amacıyla-  
dır. DAC0801, 74LS374'ten gelen bilgiyi okur ve bu bilginin karşılığı olarak bir analog akım üretir.  $I_o$  pininden alınan analog akım LM741 İşlem Yükseltici vasıtasıyla gerilime çevrilir.  $\bar{I}_o$  ve  $V_{IC}$  pinlerinin topraklanmasıyla çıkış gerilimi 0V ile  $V_{cc}$  arasında bir değerde olmuş olur.

DAÇ devresi, Şekil.13'te gösterilmiştir. Bu devrede, bilgisayar ve entegrelerin uyumlu çalışmaları için Buffer, NOR Gate, OR Gate, İşlem Yükseltici gibi elemanlar da kullanıldı. Sonuç olarak bu devrenin görevi; Data Bus'tan aldığı dijital sinyali analog'a çevirip güç kaynağının çıkışını ayarlama da kullanılan bir referans voltaj üretmek olarak özetlenebilir.





### III.3. GÜÇ KAYNAĞI

Güç Kaynağı'nın yapısında, Şekil.14'te de gösterildiği gibi, akım yükselticisi olarak 2N3055 transistörleri bloğu ve bu transistörleri DAÇ'den gelen referans voltajla çalıştırmak için gerekli olan yükseltici devre bulunur.

Transistör bloğunda 4 tane 2N3055 tipi transistör birbirlerine paralel bağlanmış durumdadır. Bu güç transistörlerinin çalışmasını açıklayabilmek için öncelikle transistörlerin genel yapıları üzerinde durulması gerekir:

Bir transistörün base akımı, emiter ve kollektör akımları cinsinden;

$$\begin{aligned} I_B &= I_C / h_{fe} \\ I_B &= I_E / (h_{fe} + 1) \end{aligned} \quad (1)$$

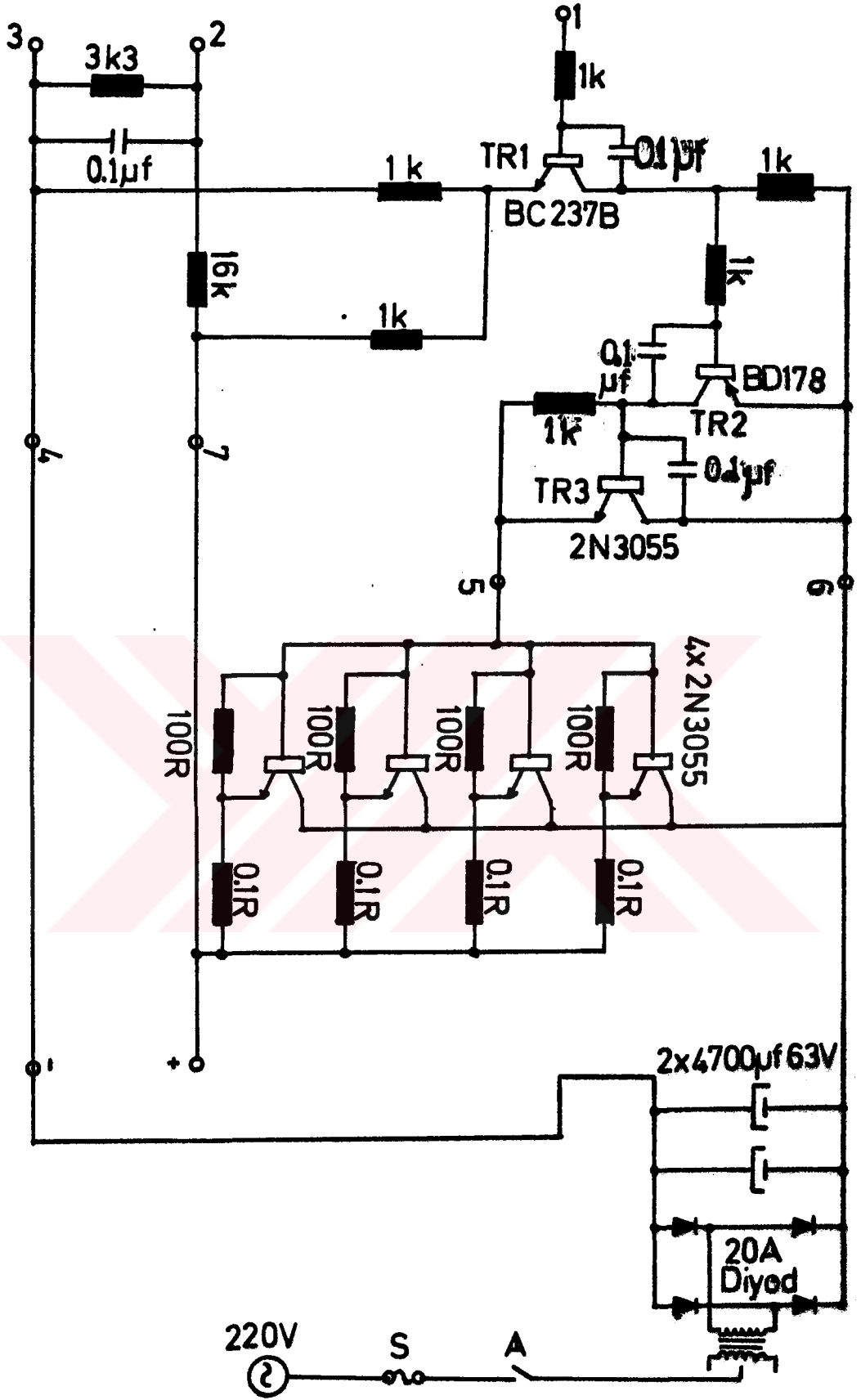
dir. Burada  $h_{fe}$ , transistörün kısa devre akım kazancıdır [5].

Base akımı cinsinden kollektör ve emiter akımları ise;

$$\begin{aligned} I_C &= h_{fe} \times I_B \\ I_E &= (h_{fe} + 1) \times I_B \end{aligned} \quad (2)$$

dir. Silisyundan yapılmış bir transistörün çalışabilmesi için base ve emiter akımları arasında 0,6V'luk bir gerilimin gerçekleşmesi gerekir. Aynı cins ve aynı fabrikanın üretimi dahi olsa transistörlerin çalışma gerilimleri birbirlerinden farklıdır.

Şekil.15'teki gibi paralel bağlanmış iki transistörün  $I_{e1}$  ve  $I_{e2}$  emiter akımları şöyle hesaplanır:



Sekil.14. Güç kaynağı devresi

Burada;  $r_e$  = transistörlerin emiter direnci

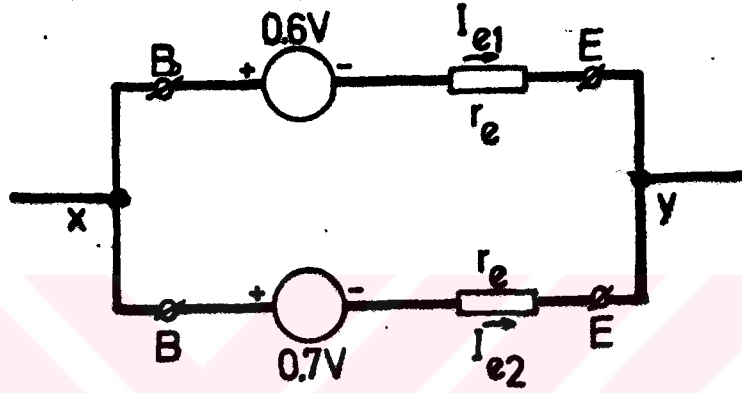
$V_A$  = birinci transistörün çalışma gerilimi

$V_B$  = ikinci transistörün çalışma gerilimi

$I_{e1}$  = birinci transistörün emiter akımı

$I_{e2}$  = ikinci transistörün emiter akımı

dır.



Şekil.15 : Paralel bağlı iki transistör

Şekildeki x ve y noktaları arasındaki gerilim;

$$V_{xy} = V_A + r_e \cdot I_{e1}$$

$$V_{xy} = V_B + r_e \cdot I_{e2}$$

$$V_{xy} = V_A + r_e \cdot I_{e1} = V_B + r_e \cdot I_{e2} \quad (3)$$

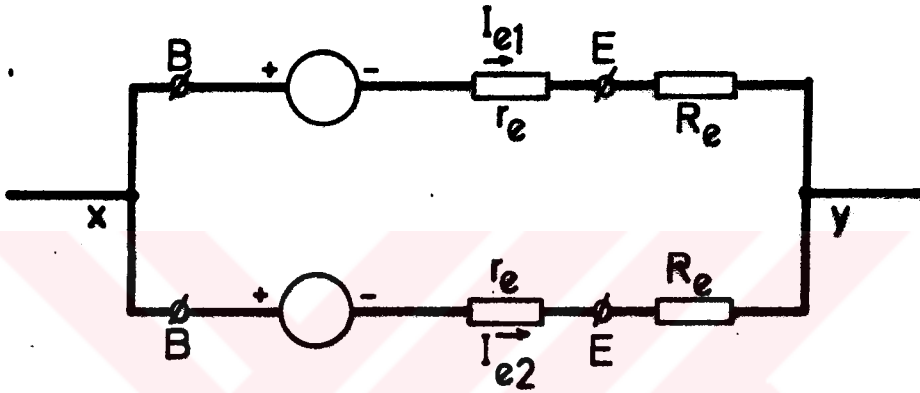
olur.Örnek olarak, bu iki transistörden 10A akım çekilsin.Yani,

$$I_{e1} + I_{e2} = 10A \quad (4)$$

olsun.  $r_e = 0,02 \text{ Ohm}$  kabul edilsin. (4) denkleminde  $I_{e1}$  çekilip (3)'te yerine konulur ve çözülürse;

$$I_{e1} = 7,5A \quad , \quad I_{e2} = 2,5A$$

bulunur. Bu demektir ki, birinci transistörden 7,5A'lık akım geçerken ikinci transistörden 2,5A'lık akım geçmektedir. Amaç her transistörden eşit miktarda akım çekmek olduğundan transistörlerin emiterlerine dışarıdan ek bir direnç bağlamak gerekir. Bağlanan direncin değeri 0,1 Ohm olsun. Bu tür dirençler piyasada standard olarak bulunmadığından kullanılan direnç çapı 0,5mm olan telden bobin şeklinde sarılarak yapıldı.



Şekil.16 :  $R_E$  dirençli paralel transistörler

Şekildeki devrenin  $I_{e1}$  ve  $I_{e2}$  emiter akımlarını hesaplayalım. x ve y noktaları arasından 10A akım geçsin ve  $r_e = 0,02 \text{ Ohm}$  ,  $R_E = 0,1 \text{ Ohm}$  olsun.

$$V_{xy} = V_A + (r_e + R_E) \cdot I_{e1}$$

$$V_{xy} = V_B + (r_e + R_E) \cdot I_{e2}$$

$$V_A + (r_e + R_E) \cdot I_{e1} = V_B + (r_e + R_E) \cdot I_{e2} \quad (5)$$

$$I_{e1} + I_{e2} = 10A$$

$$I_{e1} = 10 - I_{e2}$$

(5) denkleminin çözümü sonunda ;

$$I_{e2} = 4,58A \quad , \quad I_{e1} = 5,42A \quad \text{bulunur.}$$

Güç transistörleri bloğunda emitere bağlanan 0,1 Ohm'lık direncin amacı transistörlere akımın eşit olarak dağıtılması içindir. Transistör bloğunda, her transistörde base ve emiter arasında 100 Ohm'lık bir direnç vardır. Transistörlerde çalışma anındaki sıcaklık artışına bağlı olarak, kollektörden base'e doğru akan bir  $I_{CO}$  akımı vardır. Düşük sıcaklıklarda bu ihmal edilebilir. Ancak transistörün sıcaklığı arttıkça  $I_{CO}$  ihmal edilemeyecek değerlere ulaşır. Bu, base akımını arttırır ve emiter akımının da artmasına sebep olur. Yüksek sıcaklıklarda transistörün bu akımdan etkilenip çıkış akımının kontrolsüzce yükselmesini önlemek için emiter ile base arasına 100 Ohm'lık direnç konuldu.

Güç transistörlerinin çıkışından 16A akım çekilsin. Bu durumda her transistörden ortalama 4A akım geçer. Bloktaki transistörlerin  $h_{fe}$  akım kazançları ortalama 19 olsun. Bloğun toplam base akımı ;

$$I_B = I_E / (h_{fe} + 1) \cdot 4$$

$$I_B = 4000 / (19 + 1) \cdot 4$$

$$I_B = 200 \cdot 4$$

$$I_B = 800mA$$

olur. Güç transistörlerinin emiter ve base'leri arasındaki dirençler base akımlarına göre çok daha küçük akım çekerler. Dolayısıyla hesaplamalarda bu akımlar ihmal edilebilirler.

$$(Çekilen akım = 0,6V / 100 Ohm = 6mA)$$

TR3'ün base akımı  $h_{fe} = 39$  kabul edilerek hesaplanırsa  $I_B = 20mA$  olarak bulunur. TR3'ün base ve emiteri arasına bağlanan 100 Ohm'lık dirençten 6mA akım geçer.

Bu da base akımına ilave edilirse ;

$$I_B = 20mA + 6mA = 26mA$$

olur.TR3'ün base'inden 26mA'lık akımın geçmesi transistör bloğunun çıkışından 16A'lık akımın elde edilmesine sebep olmaktadır.

TR2'nin kollektöründen 26mA akım geçmektedir.TR2'nin base akımı  $h_{fe} = 40$  kabul edilerek hesaplanırsa ;

$$I_B = I_C / h_{fe}$$

$$I_B = 0,65mA$$

olur.Transistörün emiter ile base'i arasında 0,6V'luk çalışma gerilimi ve R6 direnci üzerinde 0,65V'luk gerilim vardır.Bu ikisinin toplamı R5 direnci üzerinde 1,25V'luk gerilim olarak görülür.

TR1'in kollektörüne  $(1,25mA + 0,65mA = 1,9mA)$ 'lık bir akım gelir.TR1'in base akımı akım kazancı 100 kabul edilerek hesaplanırsa ;

$$I_B = 0,019mA$$

bulunur.0,019mA'lık akım R1 direnci üzerinde 0,019V'luk bir gerilim meydana getirir.TR1'in emiter'inden geçen akım ;

$$I_E = (h_{fe} + 1) \cdot I_B$$

$$I_E = 101 \cdot 0,019 = 1,919mA$$

olur.R2 direnci üzerinde 1,919V gözlenir.Buna TR1'in base emiter çalışma voltajı 0,6V ilave edilirse ;

$$0,6 + 1,919 = 2,519V$$

bulunur.R2 direnci giriş voltajının hassasiyetini ayarlamaktadır.R2 direnci daha büyük olursa maximum çıkış elde edebilmek

için girişten daha yüksek bir voltaj vermek gerekir.

Bu hesaplamalarda yaklaşık olarak verilen akım kazancı ( $h_{fe}$ ) değerleri aslında bu tip transistörlerin alabileceği minimum değerlerdir.

Güç Kaynağı'nda geribesleme çıkıştan alınan voltajın (örnek voltaj) ADÇ'ye verilmesi, DAÇ'den alınan referans voltajın Güç Kaynağı'na giriş voltajı olarak verilmesiyle sağlanır. Bilgisayar Güç Kaynağı'nın çıkış voltajını okuyarak giriş voltajını istenilen seviyeye göre ayarlar.

Güç Kaynağı devresinin beslemesini yapan redresör devresi AC 22V / 40A'lık bir transformatör, 4 tane 40A güç diyodu ve 2 tane 4700uF 63V kondansatörden oluşmaktadır. Redresör devresinin çıkışı DC 31V<sub>rms</sub>'dir. Redresör çıkış voltajı regülelidir.

ADÇ ve DAÇ'nin bulunduğu karttaki entegre devreleri besleyebilmek için sabit -5V ve +5V verebilen bir kaynak yapıldı. Bu kaynakta LM7805 ve LM7905 voltaj regülatörleriyle çıkışın sabit ve temiz olması sağlandı.

## BÖLÜM IV - DEVRENİN MONTAJI VE DENENMESİ

### IV.1.DAÇ VE ADÇ'NİN MONTAJI VE EL İLE TEST EDİLMESİ

DAÇ ve ADÇ devresini oluşturan elemanlar(Ekz.Şekil 12-13) 135x195mm ebadında bir baskı devre plaketi üzerine monte edildi-ler.Sistemin çalışması için gerekli olan sinyal değerlerinden daha önce bahsedilmişti.Bu bilgiler ışığında hazırlanan DAÇ + ADÇ + Interface kartı,gerekli sinyaller dışarıdan el ile verilerek test edildi.

İlk olarak kart üzerindeki ADÇ kısmı denendi.Bunun için , DAÇ kısmını devre dışı bırakabilmek amacıyla sürekli olarak I/02'ye (H) sinyal,I/01'e (L) sinyal verildi.Data Bus'a bağlanacak olan pinlerin uçlarına test için LED'lerin anotları,GND'a (toprak) ise LED'lerin katodları bağlandı.A0,A1 ve A2 pinleri gerekli sinyallere bağlanarak okunulması istenen girişin adresi elde edildi.O/Y girişi (L) sinyale bağlanarak ADÇ'nin bu girişe kilitlenmesi ve çevirme işleminin başlaması sağlandı.Arkasından O/Y girişi (H) sinyale bağlanarak çevrimin sonucu LED'lerde görüldü.Binary olarak görülen Data'da (1)'ler yanan LED'lerle,(0)'lar sönlük LED'lerle tespit edildi.Bilindiği gibi ADÇ ve DAÇ'deki 20mV'luk artış desimal olarak (1) dijitalik artışa karşılık gelir.Data Bus'a bağlanan LED'lerde 20 sayısı 00101000 olarak görülür.Bu çıkışta  $20 \times 20 = 400\text{mV}$ 'luk bir voltaja karşılıktır.



ADÇ'nin girişine, 10 K Ohm lineer bir potansiyometre yardımıyla 5V'luk kaynak gerilimi bölünerek, 0 ile 5V arasında değişik değerler verildi. Bu değerlerin binary karşılığı LED'ler üzerinde gözlemlendi ve sonuçta, ortalama 18 ile 25mV'luk bir artışın desimal olarak (1) dijital artışa sebep olduğu bulundu. Desimal olarak maximum değer olan 255 , 4.97V'luk bir girişle elde edildi.

ADÇ kısmının testi bitirildikten sonra; I/O1 sinyali (H)'a, I/O2 sinyali (L)'a bağlanarak DAÇ kısmı çalıştırıldı. Gözlem için Data Bus'a bağlanan pinler (H) veya (L)'a bağlanmak suretiyle desimal sayılar oluşturuldu. Bu değerlere karşılık gelen analog gerilim ise, çıkışa bağlanan dijital voltmetre ile tespit edildi.

#### IV.2. DAÇ VE ADÇ'NİN BİLGİSAYAR İLE TESTİ

Devrenin kontrollü aşağıdaki bilgisayar programı ile yapıldı. ADÇ'nin analog girişlerinden 0 ile 5V arasında verilen sinyaller bu program ile değerlendirildi ve DAÇ'nin bunun karşılığı olarak bir voltaj üretmesi sağlandı. Bilgisayar programı BASIC programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

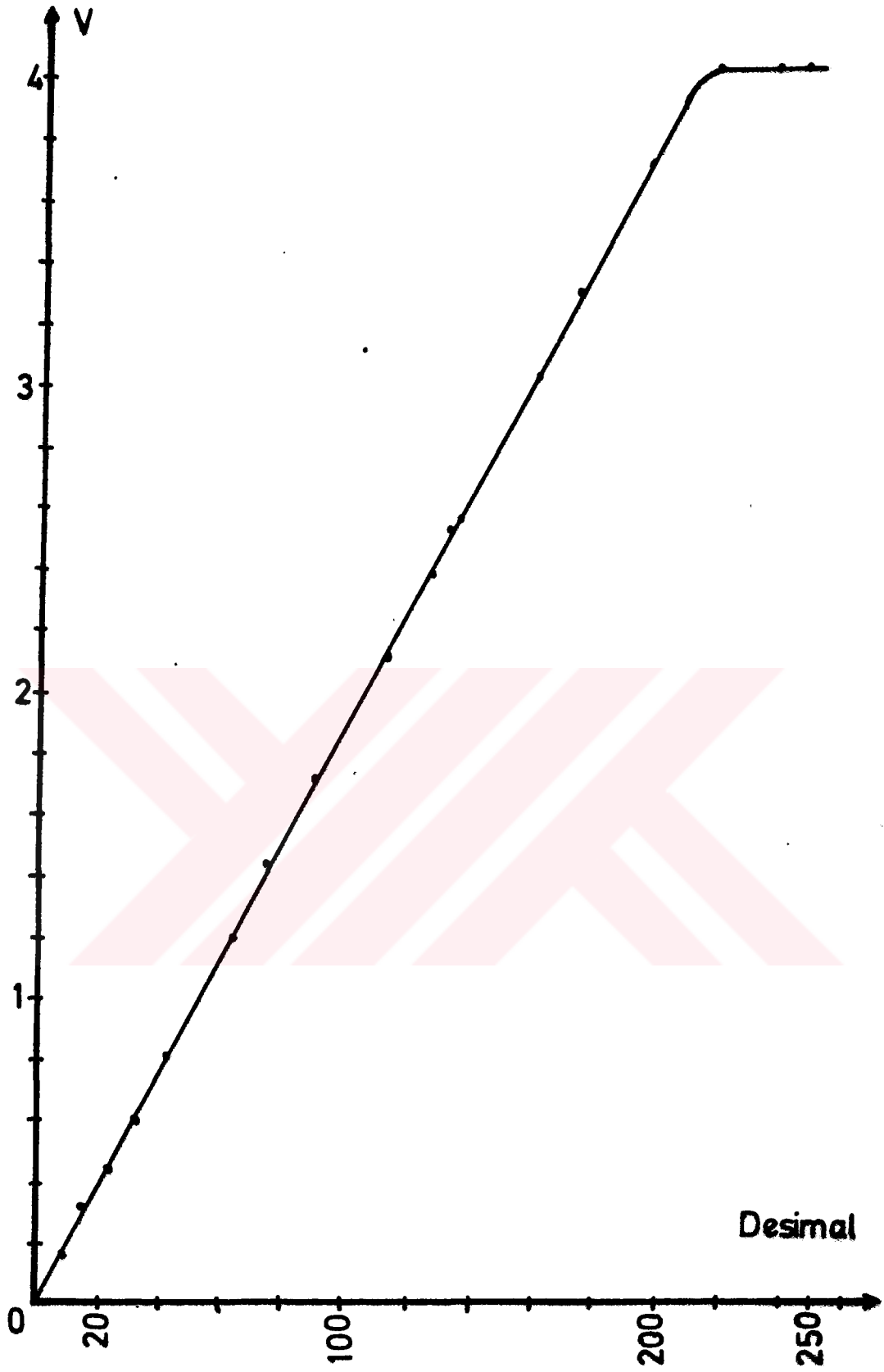
```
10 K=0
20 FOR I=0 TO 1
30 POKE 56832+I,0
40 POKE 56832+I,0
50 FOR N=0 TO 100 : NEXT
60 D=PEEK (56832+I)
70 D=PEEK (56832+I)
80 PRINT "OKUNAN DEGER ="; D
90 K=K+D
100 NEXT
110 K=K/2
120 PRINT "ORTALAMA DEGER ="; K
130 POKE 57088,K
140 POKE 57088,K
150 FOR I=0 TO 2500 : NEXT
160 GO TO 10
```

Bilgisayardan okunan değerlerle dijital voltmetreden okunan değerler bir tablo olarak gösterilebilir.

Tablo.11.ADÇ'nin girişindeki voltajın bilgisayardan okunan desimal değeri ile DAÇ'nin çıkışındaki voltajın dijital voltmetre ile okunan değeri

<u>1.GİRİŞ</u>	<u>2.GİRİŞ</u>	<u>ORTALAMA DEĞER</u>	<u>DAÇ ÇIKIŞ VOLTAJI (V)</u>
0	0	0	0
18	0	9,0	0,170
18	17	17,5	0,318
17	31	24,0	0,450
19	46	32,5	0,603
18	67	42,5	0,806
18	111	64,5	1,200
18	133	75,5	1,435
18	162	90,5	1,712
18	208	113,0	2,110
255	0	127,5	2,390
18	249	133,5	2,530
19	255	136,5	2,560
67	255	161,0	3,030
92	255	174,5	3,300
139	255	197,0	3,720
182	255	219,0	4,030
242	255	248,0	4,030
255	255	255,0	4,030

Bu tabloya uygun olarak okunan voltajın desimal değerinin çıkış voltajına göre değişimini gösteren grafik Şekil.17'de çizilmiştir.



Sekil.17. V-Desimal Değişimini Gösteren Grafik

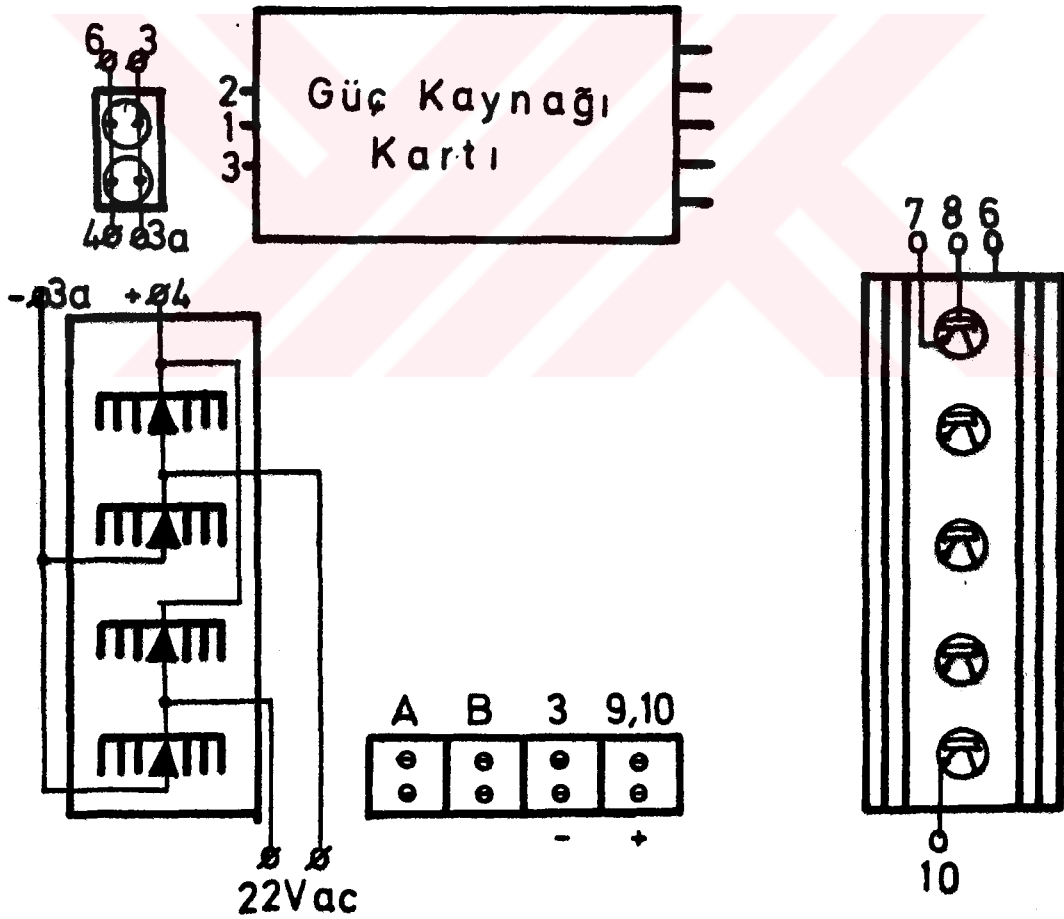
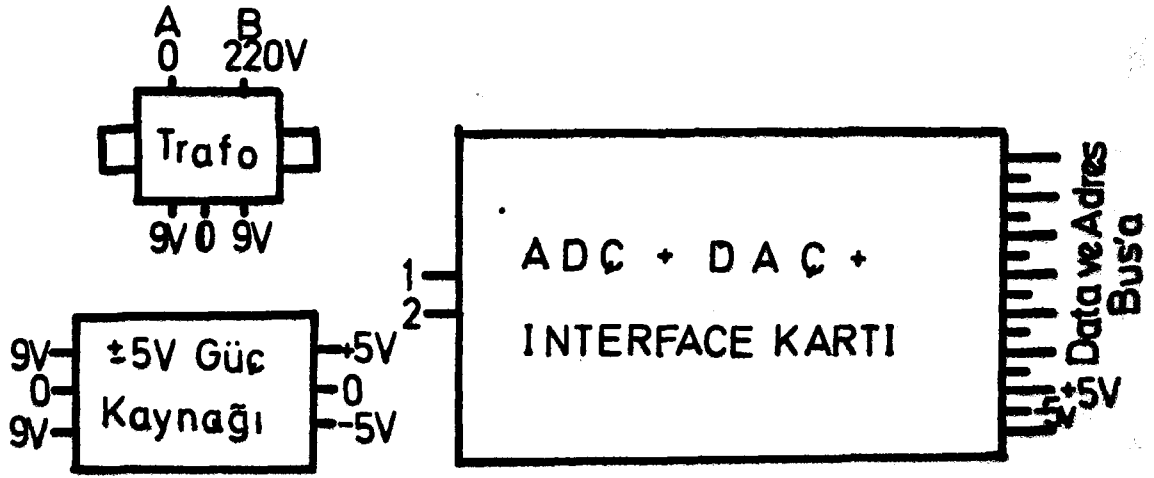
#### IV.3. DEVRENİN MONTAJI

Devrenin montajı bir saç levha üzerine aşağıdaki elemanların monte edilmesiyle gerçekleştirilmiştir:

- 1.ADC + DAÇ + Interface devre elemanlarının montajlı olduğu baskı devre kartı
- 2.Güç kaynağı devresinin (soğutucuya takılan güç transistörleri hariç) montajlı olduğu baskı devre kartı
- 3.Güç transistörlerinin montajlı bulunduğu 28 cm'lik çift kanatlı alüminyum soğutucu
- 4.Redresör katını oluşturan güç diyodlarının montajlı olduğu tek kanatlı soğutucu alüminyumlar
- 5.Redresör katında 4700uf 63V kondansatörler
- 6.+5V / -5V kaynak kartı
- 7.0 - 220V girişli, 9V - 0V - 9V çıkışlı transformator
- 8.0 - 220V girişli, 22V - 0V çıkışlı 40A 880W 'lık redresör besleme transformatorü

Güç transistörlerinin monte edildiği alüminyum soğutucunun şasesi transistörlerin ortak kollektörüdür. Dolayısıyla alüminyumun saç levhadan izole edilmesi gerekir. Aynı durum güç diyotları içinde geçerlidir. Bu yüzden soğutucular ile saç levha arasına fiber'den oluşan bir izolasyon tabakası konuldu.

Devrenin montajı şekil.18'de verilmiştir.



Sekil.18. Devrenin montajı

#### IV.4. DEVRENİN İSTENİLEN ÇIKIŞ VOLTAJINDAKİ KARARLILIĞININ İNCELENMESİ

Tasarımı yapılan devre, çıkışta sabit bir yük varken çıkış voltajını değiştirerek istenilen akımın elde edilmesi prensibine göre çalışır. "Çıkış akımının kararlı olabilmesi için çıkış voltajının kararlı olması şarttır" gerçeğinden hareketle öncelikle voltaj kararlılığının sağlanması konusunda çalışıldı. Devre elemanlarının montajı 60x40cm ebadında bir sac levha üzerine yapıldı.

Devrenin denenmesi, önce her elemanın ayrı ayrı; daha sonra birleştirilerek bir sistem olarak denenmesi mantığıyla gerçekleştirildi. Bunun için yapılan işlemlerde şu sıra takip edildi:

- a. ADÇ ve DAÇ'nin denenmesi
- b. Redresör kısmının denenmesi
- c. DAÇ ve Güç kaynağının denenmesi
- d. Sistemin denenmesi

##### 4.a. ADÇ VE DAÇ'NİN DENENMESİ :

Daha önce Bölüm IV.1'de yapıldığı gibi, ADÇ'ye dışarıdan 0 - 5V aralığında sinyaller verilerek ADÇ'nin bunu dijital'e çevirdiği ve bilgisayarında kaydettiği gözlemlendi. ADÇ'nin girişine gelen voltajı okuyabilmek için bilgisayara şu program verildi.

```
10 FOR I=0 TO 1
20 POKE (56832+I,0) : POKE (56832+I,0)
30 FOR T=0 TO 1 : NEXT T
40 PRINT "OKUNAN DEGER ="; K
```

```
5Ø K=PEEK (56832+I) : K=PEEK (56832+I)
6Ø FOR J=Ø TO 1ØØØ : NEXT J
7Ø NEXT I
8Ø GO TO 1Ø
```

ADÇ'nin girişindeki her 20mV'luk artış bilgisayarda (1) dijitallik artmaya sebep olur. ADÇ'nin girişine verilen voltajlarla bilgisayardan okunan sayılar arasında da bu bağıntı görüldü. Bu aynı zamanda Bölüm IV.1'de elde edilen sonuçlarada uymaktadır.

DAÇ'ye bilgisayardan değişik desimal sayılar vererek bunun karşılığında değişen değerlerde çıkış voltajları görüldü. DAÇ'nin çıkışını kontrol edebilmek için bilgisayara şu program verildi:

```
1Ø FOR K=Ø TO 255
2Ø POKE 57Ø88,K : POKE 57Ø88,K
3Ø PRINT K
4Ø FOR J=Ø TO 1ØØØ : NEXT
5Ø NEXT K
6Ø GO TO 1Ø
```

ADÇ'nin girişine verilen gerilim ile DAÇ'nin çıkış geriliminin yaklaşık aynı olduğu görüldü. Aşağıdaki bilgisayar programı kullanılarak ADÇ ve DAÇ birlikte denendi. Bilgisayardan verilen ve elde edilen verilerin izlenmesini kolaylaştırmak için yavaş çalışan bir program yazıldı.

```
1Ø INPUT ``ISTENILEN GERILIM =`` ; V
2Ø INPUT ``OLCME PERİYODU =`` ; T
```



```
3Ø A=Vx255/27
4Ø D=Ø
5Ø PØKE 56832,Ø : POKE 56832,Ø
6Ø FOR J=Ø TO 1 : NEXT
7Ø K= PEEK (56832) : K= PEEK (56832)
9Ø IF K>A+4 THEN GOTO 15Ø
1ØØ IF K<A-4 THEN GOTO 16Ø
11Ø PRINT ``ISTENILEN GERILIME ULASILDI``
12Ø FOR L=Ø TO 5ØxT
13Ø GOTO 5Ø
15Ø D=D-1 : POKE 57Ø88,D : GOTO 12Ø
16Ø D=D+1 : POKE 57Ø88,D : GOTO 12Ø
```

#### 4.b. REDRESÖR KISMININ DENENMESİ :

Redresör kısmı 0 - 220V giriş/ 0 - 22V çıkışlı besleme transformatörü, güç diyotlarından oluşmuş doğrultucu köprü devre ve çıkış filtre kondansatörlerinden oluşmuştur. Transformatörün girişinde dijital voltmetreyle 218V AC, çıkışında 22V AC voltaj okundu. Kondansatörlerin çıkışında ise 28V DC voltaj gözlemlendi. AC'den DC'ye dönüşümünde şu formül uygulanır [6]:

$$V_{DC} = 2 \times V_{AC} - 2V_D \quad (V_D: \text{diyot gerilimi})$$

$$V_{DC} = \text{yaklaşık } 27V \text{ DC}$$

bulunur. DC voltajdaki düşme diyotlar üzerindeki voltaj düşmesinden kaynaklanmaktadır.

#### 4.c.DAÇ VE GÜÇ KAYNAĞININ DENENMESİ :

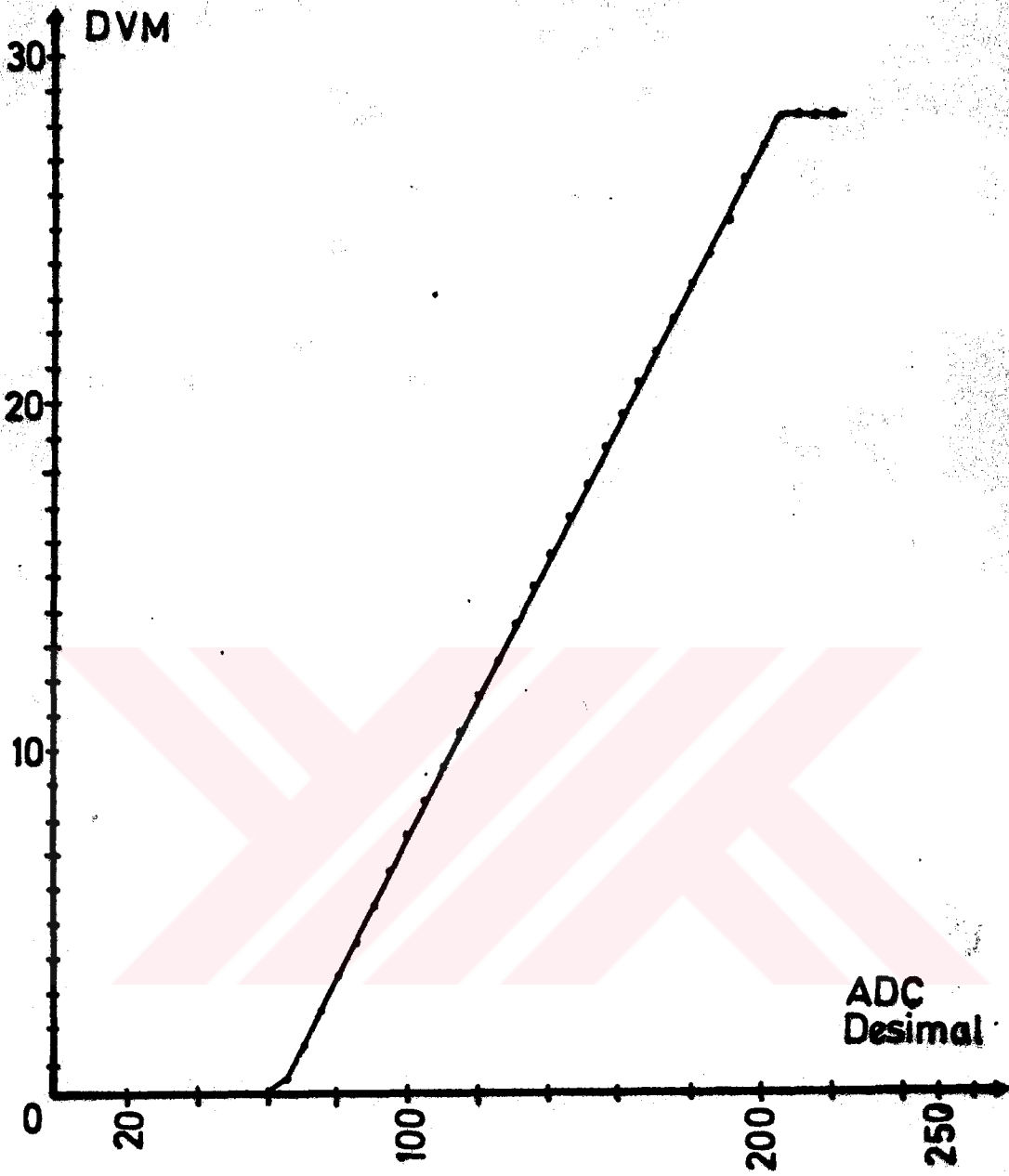
Güç kaynağının çıkışına 50 Ohm 11W taş direnç bağlandı. Bilgisayardan değişik gerilimler verilerek çıkış dijital voltmetre ile okundu.Çıkış voltajında osiloskopla  $\pm 150\text{mV}$ 'luk bir salınım gözlemlendi.Bilgisayardan okunan ADC'nin girişine gelen voltajın desimal karşılığı ADC DESİMAL ,güç kaynağının çıkışından dijital voltmetreyle okunan değerler DVM olmak üzere şu tablo oluşturuldu :

Tablo.12: ADC Desimal ve DVM Değerleri

<u>ADC DESİMAL</u>	<u>DVM</u>
0	0
10	0
40	0
55	0
60	0,064
65	0,508
70	1,486
75	2,480
80	3,470
85	4,450
90	5,460
95	6,450
100	7,500
105	8,490
110	9,510
115	10,460
120	11,480
125	12,500
130	13,630
135	14,610
140	15,630

<u>ADÇ DESİMAL</u>	<u>DVM</u>
145	16,580
150	17,590
155	18,580
160	19,640
165	20,500
170	21,400
175	22,300
180	23,300
185	24,200
190	25,200
195	26,400
200	27,300
205	28,200
210	28,200
215	28,200

Bu değerlere göre çizilen grafikte görüldüğü gibi ADÇ DESİMAL ile DVM birbirleriyle lineer olarak bir artış gösterir.  
(Şekil.19.)



Sekil.19. ADC Desimal - DVM Deęisimini  
Gösteren Grafik



#### 4.d. SİSTEMİN DENENMESİ :

Güç kaynağının (+) çıkışından ADC'nin girişine bir geri besleme hattı konuldu. Böylece devre sistem olarak denenmeye hazır hale getirildi. Bilgisayara şu program verildi :

```
5  POKE 57088,0
10  INPUT "İSTENİLEN GERİLİM =";V
15  INPUT "ÖLCME PERİYODU =";T
17  PRINT V
20  A % = V x 255/27
25  IF V < 11 THEN D=A%/40 : GOTO 40
26  IF V < 16 THEN D=A%/15 : GOTO 40
28  IF V < 19 THEN D=A% - 10 : GOTO 40
29  IF V = 19 THEN D=A% - 17 : GOTO 40
30  IF V < 22 THEN D=A% - 21 : GOTO 40
31  IF V < 24 THEN D=A% - 30 : GOTO 40
32  IF V < 25 THEN D=A% - 35 : GOTO 40
33  D=A% - 40
40  POKE 57088,A%
50  POKE 56832,0 : POKE 56832,0
60  H=3+A%
70  K=PEEK (56832) : K=PEEK (56832)
75  PRINT K,A%,D
80  IF K > A%+1 THEN 110
90  IF K < A%-3 THEN 120
100 PRINT "İSTENİLEN GERİLİME ULASILDI"
110 D=D-1 : POKE 57088,D : GOTO 130
120 D=D+1 : POKE 57088,D
```

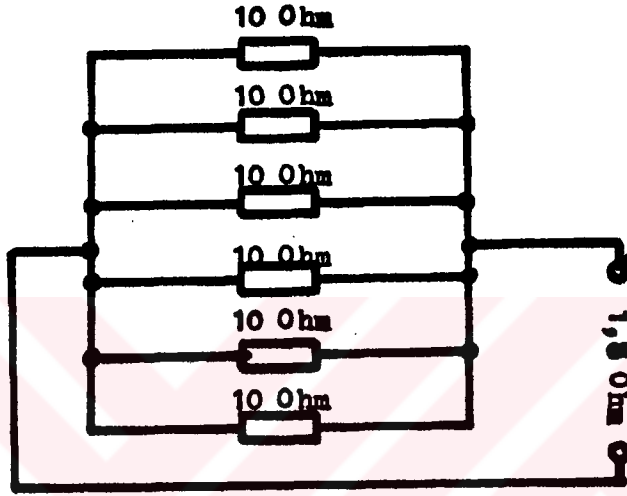
13Ø FOR J=Ø TO TxØ : NEXT

14Ø GOTO 5Ø

Güç kaynağının çıkışına yine 50 Ohm 11W taş direnç takıldı.Çıkış voltajını gözleyebilmek için çıkışa bir osiloskop takıldı.Program çalıştırılarak bilgisayardan istenilen voltajların çıkışta  $\pm 150\text{mV}$ 'luk bir hatayla gerçekleştiği tespit edildi.

#### IV.5. DEVRENİN YÜKSEK AKIMDA İNCELENMESİ

Devreden yüksek akım elde edebilmek için Şekil.21'de gösterilen yük kullanıldı.Kullanılan yük 6 tane 10 Ohm'lık direncin birbirlerine paralel bağlanmasıyla elde edildi. Yünün çıkış direnci 1,8 Ohm'dur.



Şekil.21 : Yüksek Akım Sağlayabilmek İçin  
Kullanılan Yük

Bilgisayardan değişik voltajlar verilerek çıkış akımının da değiştiği gözlemlendi.Kullanılan yükün direnci 25V'ta 15A akım çekmek için hesaplanmıştır.Yükün direnci düşürülerek devreden daha yüksek akım çekmek her zaman mümkündür. Bilgisayardan çıkışta olması istenilen voltaj (V) ile yük üzerinde ölçülen akım (A) arasında yapılan ölçmeler Tablo.13'te gösterilmiştir.



Tablo.13: İstenen Voltaj ve Çıkış Akımı Değerleri

( V= Bilgisayardan istenen voltaj ,

A= Çıkış akımı ,

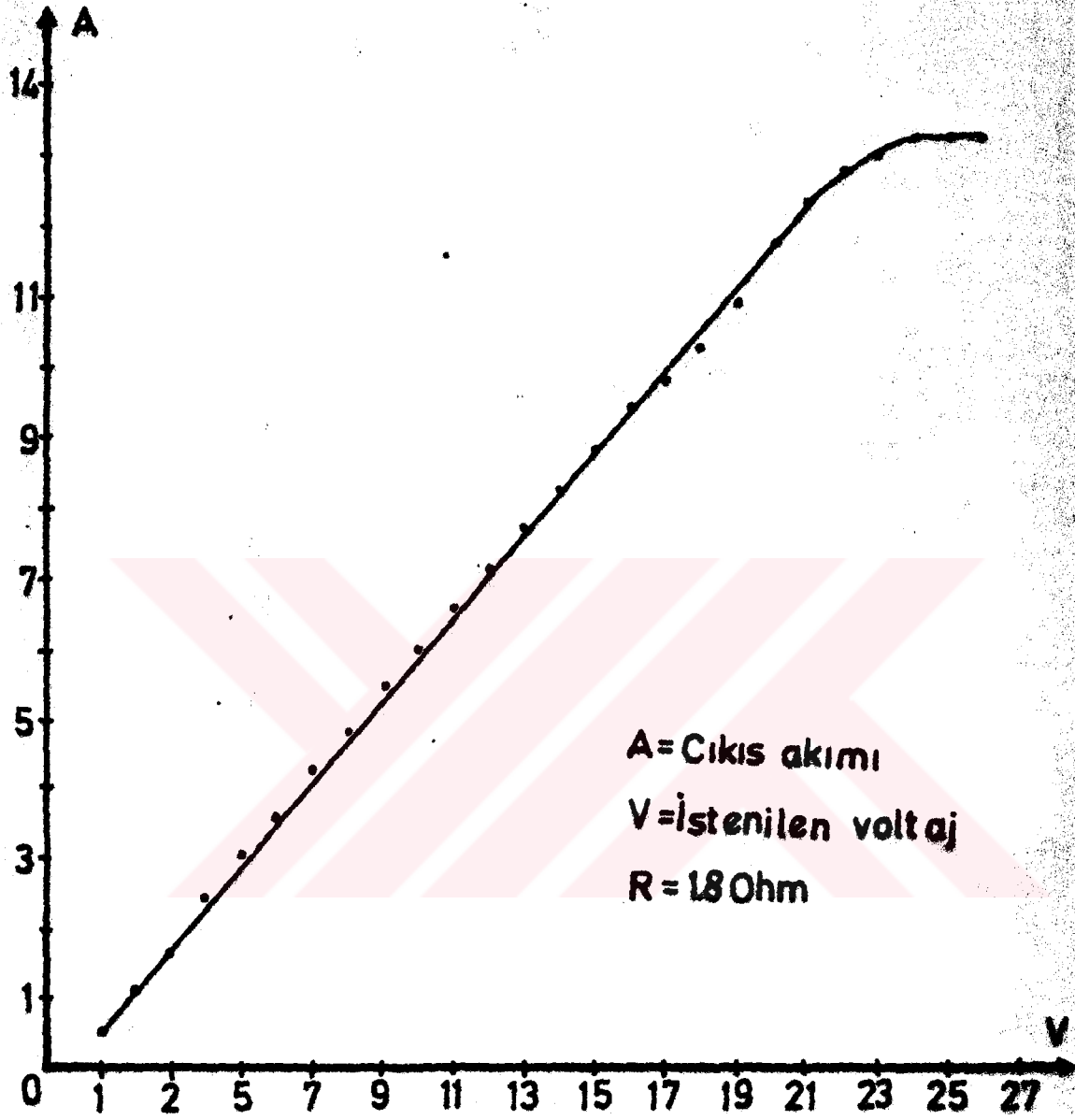
T= Teoriye göre olması gereken akım .)

<u>V</u>	<u>A</u>	<u>T</u>
1	0,6	0,55
2	1,2	1,11
3	1,7	1,66
4	2,5	2,22
5	3,1	2,77
6	3,6	3,40
7	4,3	3,80
8	4,9	4,40
9	5,5	5,00
10	6,0	5,60
11	6,6	6,11
12	7,1	6,60
13	7,7	7,20
14	8,25	7,70
15	8,75	8,30
16	9,40	8,80
17	9,75	9,40
18	10,20	10,00
19	10,90	10,50
20	11,70	11,10
21	12,30	11,60
22	12,80	12,20
23	13,00	12,70
24	13,20	13,30
25	13,20	13,80

Ölçülen akım ile teoride olması gereken akım arasındaki fark, kullanılan ampermetrenin hassas olmamasından ileri gel-

mektedir. Ayrıca güç kaynağının çıkışındaki  $\pm 150\text{mV}$ 'luk  
voltaaj salınımı da çıkış akımında değişikliğe sebep olmuştur. Tablo.13'te gösterilen verilerden çizilen grafik şu  
şekildedir :





Sekil.22. V - A Değişimini Gösteren Grafik

#### IV.6. DEVREDEN ELDE EDİLEN SONUÇ

Grafiklerde de görüldüğü gibi, doğrusal hat üzerinde olmayan sapmaların ve 50 Ohm'lık yükte deney yapıldığında Osiloskop'ta istenilen gerilim üzerinde gözlenen  $\pm 150\text{mV}$ 'luk salınımların asıl nedeni, tasarlanan güç kaynağının aynı zamanda bir yükseltici görevi görmesindendir. Gözlemler sonucu, DAÇ'nin çıkışındaki  $100\text{mV}$ 'luk bir artışın Güç Kaynağı'nın çıkışında  $1\text{V}$ 'luk bir artışa sebep olduğu bulundu. Bu artış bir bölücü direnç devresi üzerinden geçerek ADÇ'nin girişine  $171\text{mV}$  olarak gelir.

$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out}$$

$$V_{in} = \frac{3,3}{16+3,3} \times 1 = 170,98 \text{ mV}$$

$$\text{Desimal artış} = 171 : 20 = 8,55 = 8 \text{ veya } 9$$

$171\text{mV}$ 'luk artış, ADÇ'nin çıkışında desimal olarak 8 veya 9 değerinde olan bir artışa karşılık gelir. Oysa bilgisayar programında ADÇ'de okunan rakam ile istenilen gerilimin desimal karşılığı arasındaki farkın  $(-3, +1)$  aralığında olması gerekir. DAÇ'nin çıkışındaki küçük artışlar ADÇ'nin girişine geri besleme olarak büyük bir artış şeklinde gelmektedir. Bu fark bilgisayar programı içerisinde değerlendirilerek çıkış voltajı ayarlanır. Osiloskop'ta gözlenen  $\pm 150\text{mV}$ 'luk salınının kaynağı budur.

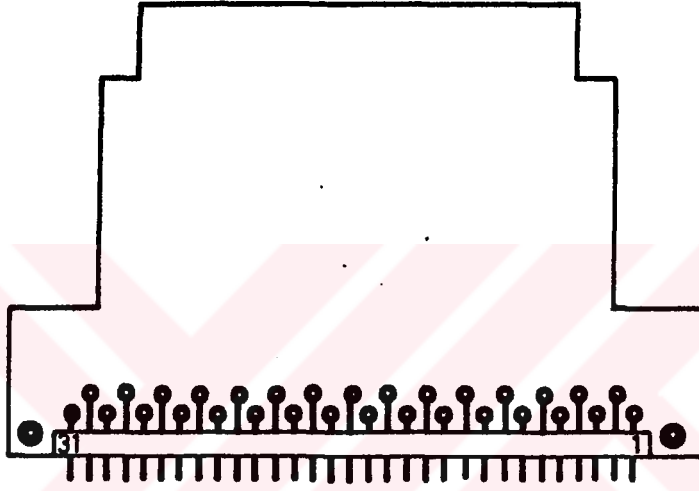
Yapılan cihaz amacına ulaşmıştır.Ancak bilgisayar programında BASIC programlama dilinin kullanılmış olması cihazın yavaş çalışmasına neden olmuştur.Cihazın daha hassas çalışabilmesi için sisteme uygun bir mikroişlemcinin kullanılması ve bilgisayar programının da o mikroişlemcinin makina diliyle (machine language) yazılmış olması gerekir.

## BÖLÜM V - BASKILI DEVRELER VE DİZGİ FORMLARI

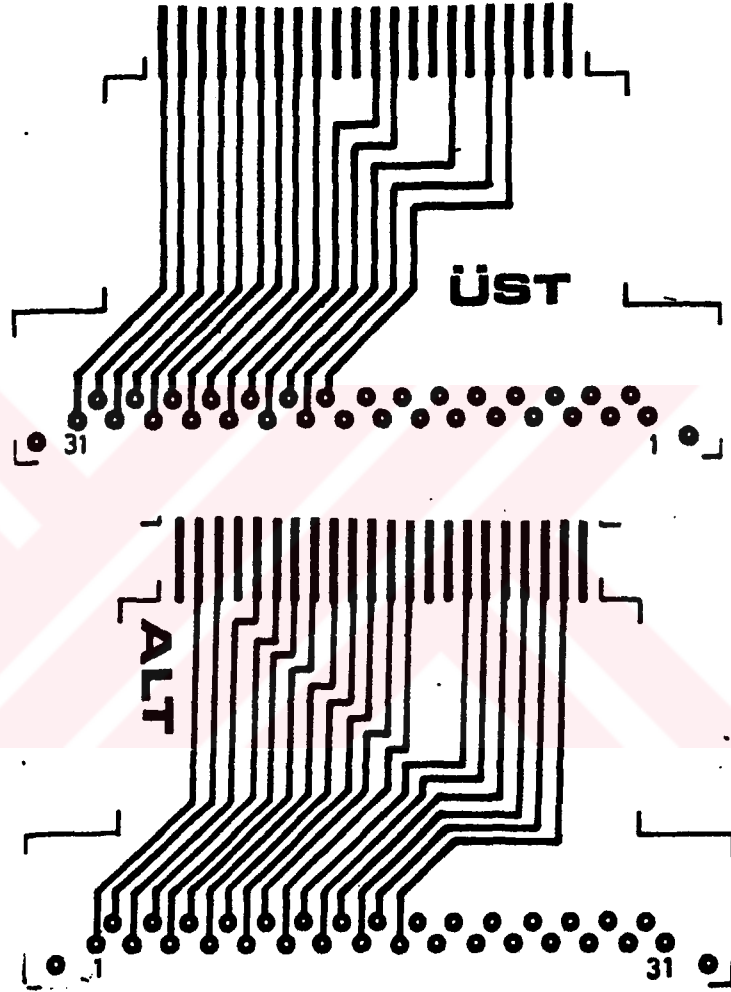
### V.1. BİLGİSAYARA GİRİŞ İÇİN KULLANILAN KART

Commodore 64 bilgisayarının Data,Address ve Control Bus'larına ADÇ+DAÇ'den oluşan devrenin bağlanabilmesi için aşağıda çizimi verilen baskı devre kartı kullanıldı. Kart çift taraflıdır.Yani kartın alt ve üst kısımlarında ayrı ayrı bağlantı pinleri vardır.Bu şekilde bir kart olmadan Commodore 64 bilgisayarının bir devreye kumanda etmesi çok zordur.

ÇİFT TARAFLI KART



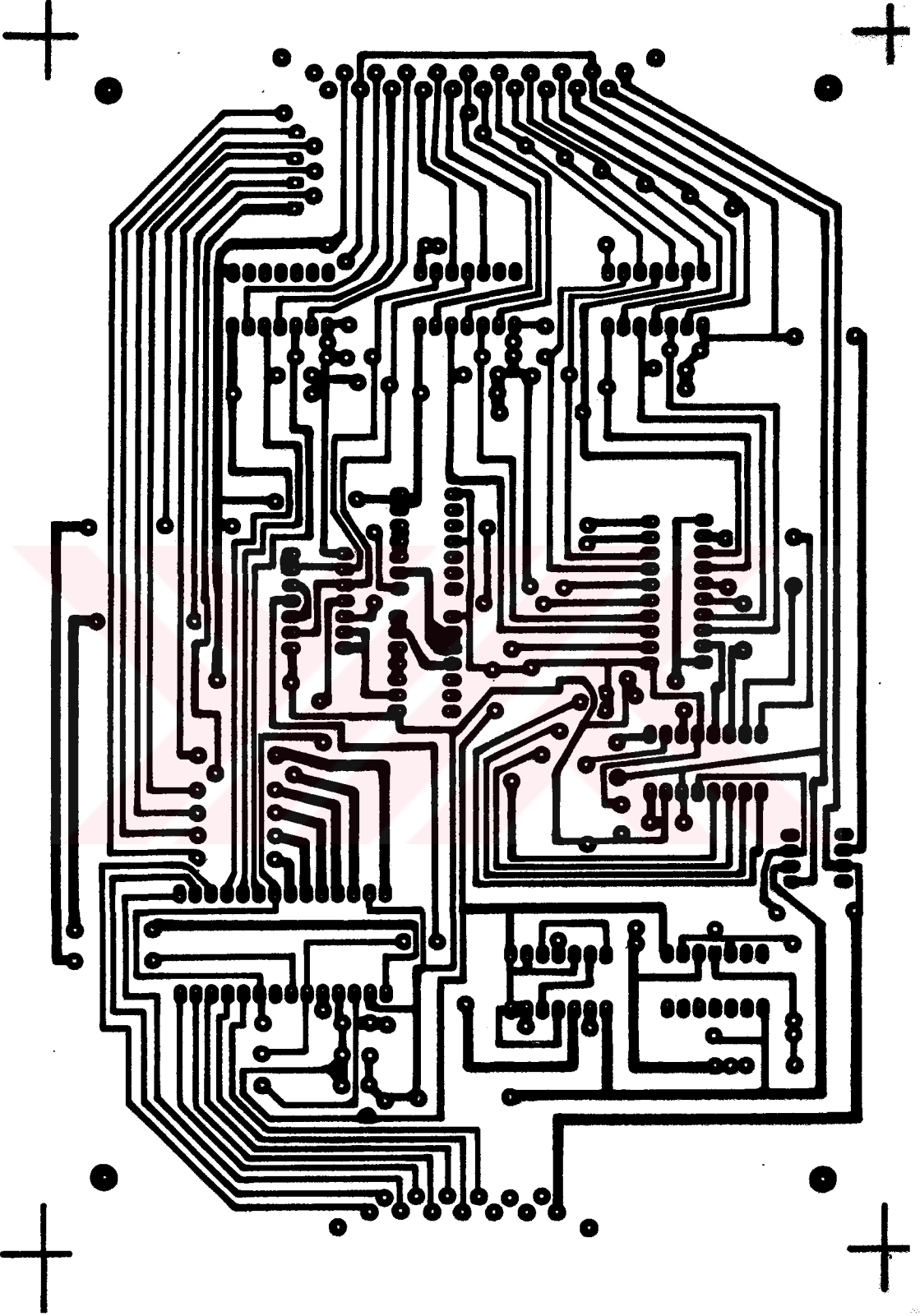
Şekil.23 : a . Commodore 64 Bilgisayarına Giriş Kartı



Şekil.23 : b . Commodore 64 Bilgisayarına Giriş Kartının  
Baskı Devre Çizimi



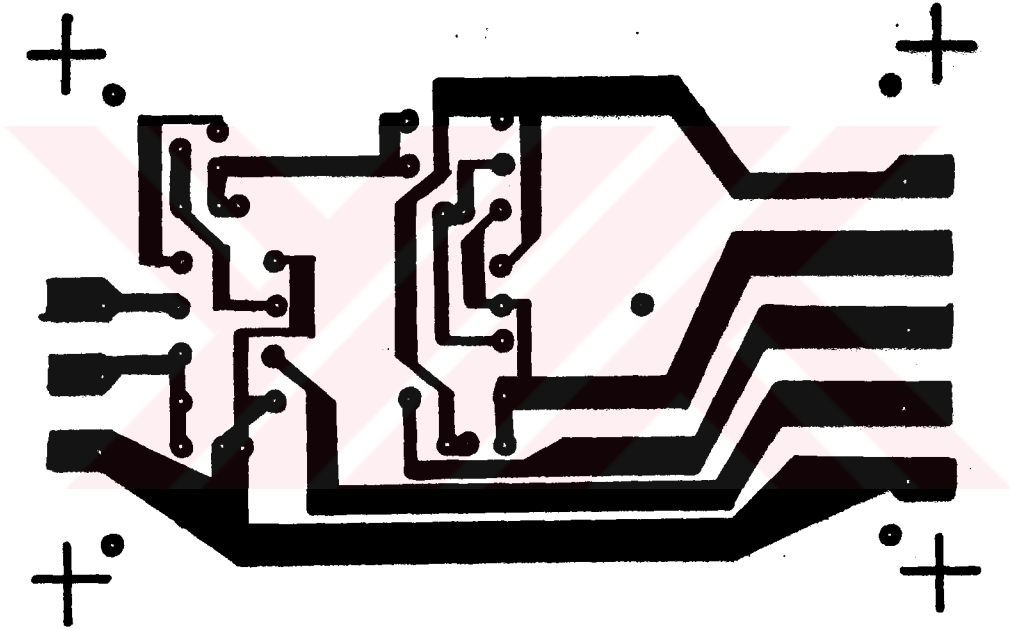
V.2. ADÇ + DAÇ + INTERFACE KARTI



Şekil.24 : ADÇ+DAÇ+INTERFACE Kartının Baskı Devre Çizimi

### V.3. GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİNİN KARTI

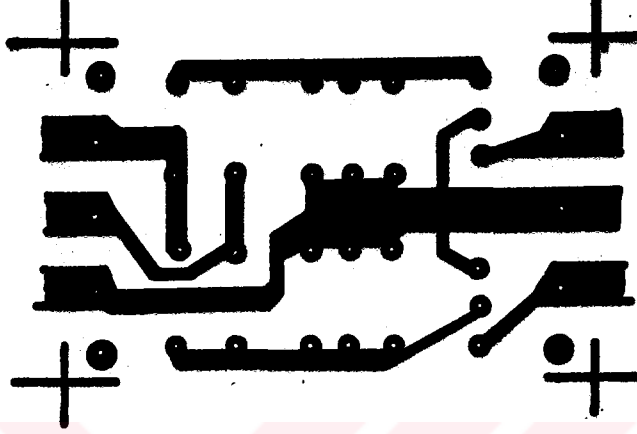
Bu kartın üzerinde güç transistörleri hariç Güç Kaynağını kontrol eden diğer devreler bulunur. Şekil.25'te Güç Kaynağı devresinin baskı devre çizimi görülmektedir. Bu çizimde birinci terminal, DAÇ devresinin çıkışından alınan  $V_{ref}$  voltajının girişidir. İkinci terminal, çıkıştan alınan voltajı bölerek yaklaşık maksimumunda 5V'a indiren ve ADÇ devresinin analog girişlerine veren terminaldir.



Şekil.25 : Güç Kaynağı Devresinin Baskı Devre Çizimi

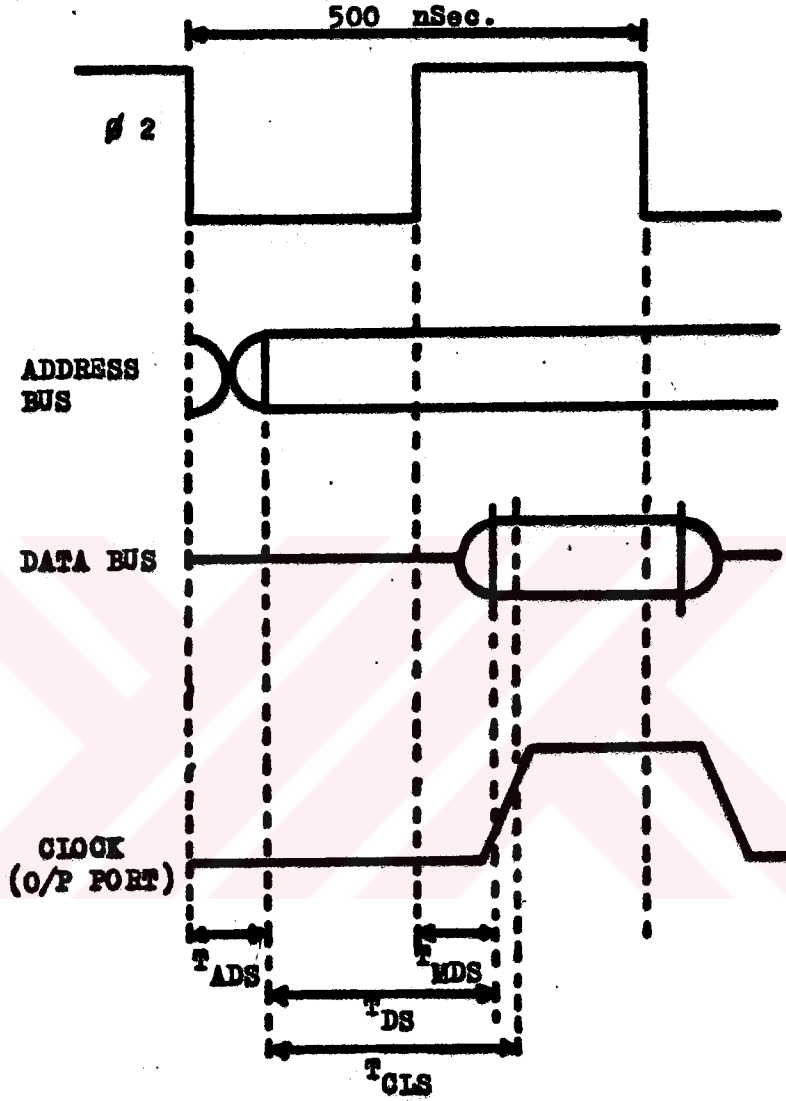
#### V.4. $\pm 5$ VOLT GÜÇ KAYNAĞI KARTI

Bu kart, kullanılan entegre devrelerin çalışmalarını sağlamak için gereken  $-5V$  ve  $+5V$  'luk gerilimlerin temin edilmesi için kullanıldı.



Şekil.26 :  $\pm 5V$  Güç Kaynağı'nın baskı devre çizimi

V.5. COMMODORE 64 BİLGİSAYARI İÇİN 'YAZMA-ZAMAN'  
GRAFIĞI



Şekil.27 : Commodore 64 Bilgisayarı İçin  
'Yazma-Zaman' Grafiği

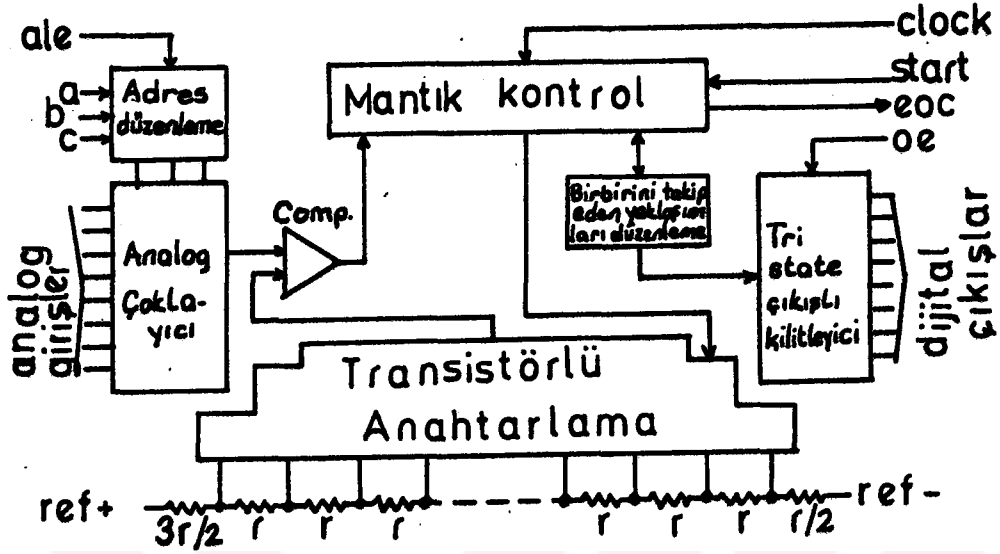
$T_{MDS}$  = DATA BUS'ın kararlı duruma gelebilmesi için gereken  
zaman : 75-100 nanosaniye

$T_{ADS}$  = ADDRESS BUS'ın kararlı olabilmesi için gereken  
zaman : 75-100 nanosaniye

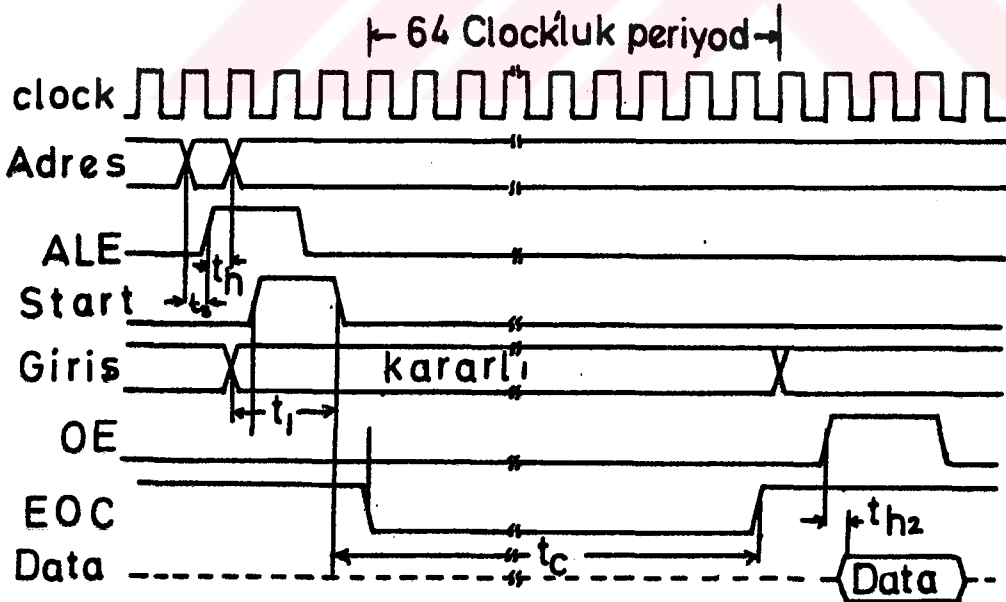
$T_{DS}$  = ADDRESS BUS kararlı duruma geçtikten sonra DATA BUS'ın kararlı duruma geçebilmesi için gereken zaman :  
yaklaşık 220 nanosaniye

$T_{CLS}$  = ADDRESS BUS kararlı duruma geçtikten sonra doğru datayı okuyabilmek için çıkış kilitleyicinin clock'unun gecikme zamanı : yaklaşık 230 nanosaniye

V.6. ADC0808'in FONKSİYON VE ZAMAN ŞEMALARI



Şekil.28 : a. ADC0808'in Fonksiyon şeması



Şekil.28 : b. ADC0808'in Zaman şeması

## V.7. KULLANILAN TERİMLERİN AÇIKLAMASI

**FAN OUT** : Bir elektronik devrede kullanılan mantık kapıları aynı aileden ise,yani hepsi CMOS veya TTL ise,mantık kapılarından bir tanesinin çıkışına araya buffer konulmadan N tanesi bağlanabilir.Eğer kullanılan mantık kapıların değişik ailelerden ise (biri TTL,biri CMOS ise) bunların ancak FAN OUT'larında belirtilen miktar kadarı buffer'sız bağlanabilir; FAN OUT belirtilmemişse çıkışa ancak bir tane mantık kapısı bağlanabilir.

**TRI-STATE OUTPUT** : Çıkışları başka entegrelerin çıkışlarıyla ile ortak bağlanabilen entegre devrelerde kullanılan bir çıkış biçimidir.Bu sayede bilgisayarın Bus'ına bağlanan entegrelerin bir tanesinin çıkışındaki bilgi diğer entegrelerin çıkışlarındaki bilgilere zarar vermez.Bu entegrelerde çıkışı kontrol eden pinde doğru sinyal yoksa çıkışlar Hi-Z (yüksek empedans) olur.Eğer kontrol pininde doğru sinyal varsa girişteki bilgi çıkışta aynen görülür.

**CMOS** : Complametary Metal Oxide Semiconductor

**TTL** : Transistor Transistor Logic

**KAYNAKLAR**

- 1 - Thomas,M.E.,and Louw,A., `` A programmable high current/  
low voltage power supply `` J.Phys.E.Sci.Instrum,Vol.17  
(1984)
- 2 - Commodore 64 User's Guide (1985)
- 3 - Linear Data Book,National Semiconductor Corporation (1981)
- 4 - CMOS Data Book,National Semiconductor Corporation (1981)
- 5 - Leblebici,D.,Elektronik Devreleri,İTÜ (1983)
- 6 - Kind,D.,An Introduction to High Voltage Experimental  
Technique,METU (1978)
- 7 - Taub,H.,and Schilling,D.,Digital Integrated Electronics,  
McGraw Hill,New York (1982)
- 8 - Tüzünalp,Ö.,Elektronik Uygulamaları,Hacettepe-Taş Kitapçılık  
(1985)

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi