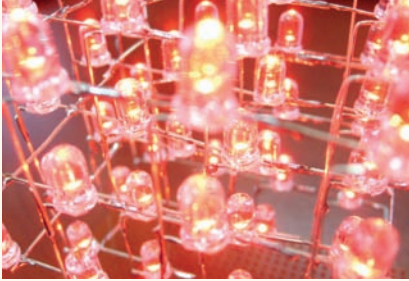


Kendimiz Yapalım

Yavuz Erol*

LED Küpü



Bu ay üç boyutlu dizilen 64 adet LED ile 4x4x4'lük bir LED küpü yapacağız. Elektronikseverlerin çok ilgisini çekecek bu proje dekoratif uygulamalarda kullanılabilir. Projenin yapımı biraz zahmetli olsa da ortaya çıkan sonuç etkileyici ve tatmin edicidir.

Proje için gerekli malzemelerin listesi aşağıda verilmiştir. Projenin maliyeti 15 YTL kadardır.

Malzeme listesi

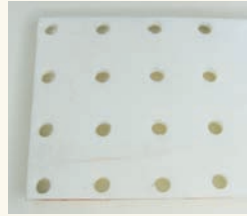
Malzeme Listesi	
PIC16F877A mikro denetleyici	1 adet
5mm kırmızı LED (şeffaf kılıfı)	64 adet
LM7805 gerilim regülatörü	1 adet
220nF/63V kutupsuz kondansatör	1 adet
100uF/35V elektrolitik kondansatör	1 adet
4.7k direnç (0.25W)	1 adet
1k direnç (0.25W)	1 adet
47 ohm direnç (0.25W)	16 adet
4MHz rezonans (3 pinli)	1 adet
1N4001 diyot	1 adet
BC327 PNP transistör	4 adet
40'li entegre soketi	1 adet
6cm x 13cm delikli bakır plakot	1 adet
9V alkalin pil veya DC güç kaynağı	1 adet

LED küpünün temel elemanları LED'ler olduğundan uygun özellikte LED seçimi çok önemlidir. Şekil 1'de görülen ışık şiddeti yüksek, 5 mm çaplı, saydam kılıflı LED'ler için uygundur.



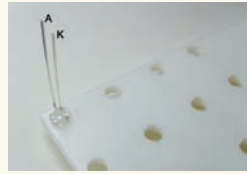
Şekil 1: 5 mm çaplı, kırmızı LED'ler

LED'lerin düzgün dizilmesini kolaylaştırmak için Şekil 2'de görülen delikli şablonu hazırlamak yararlı olur. Bu işlem için plastik ya da tahta bir yüzey üzerine 4 satır ve 4 sütun şeklinde 18 mm aralıklı 16 nokta işaretlenir. Ardından 5 mm çaplı matkap ucu takılı matkapla işaretli yerler dikkatlice delinir.



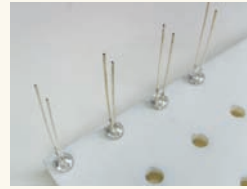
Şekil 2: Delikli şablon

İlk LED, Şekil 3'te görüldüğü gibi yuvaya yerleştirilir. LED'in uzun olan anot bacağı şekildeki gibi hizalanmış olmalıdır.



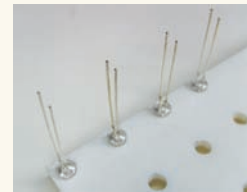
Şekil 3: LED yerleşimi

Öteki LED'ler de benzer şekilde birinci satıra yerleştirilir.



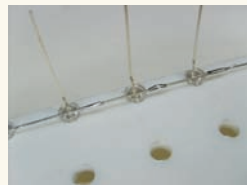
Şekil 4: Satır yerleşimi

LED'lerin katot uçları Şekil 5'teki gibi sağa doğru kıvrılır.



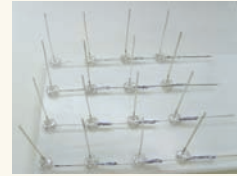
Şekil 5: Katot uçlarını kıvrırma

Hava ile bu uçlar lehimlenir.



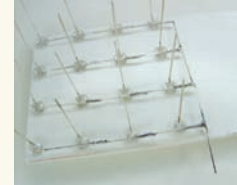
Şekil 6: Lehimleme işlemi

Benzer şekilde öteki satırlara yerleştirilen LED'lerin de katot uçları sağa kıvrılır ve lehimlenir. Böylece her satırda bir adet katot ucu boşta kalır.



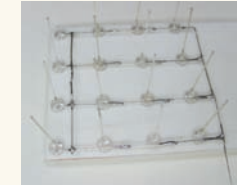
Şekil 7: Bütün satırları hazırlama

Bu katot uçları Şekil 8'de görüldüğü gibi aşağı doğru kıvrılarak birbirine lehimlenir. Böylece düzlem oluşturacak şekilde dizili LED grubu için tek bir katot ucu elde edilmiş olur.



Şekil 8: Katot uçlarını birleştirme

Sağlamlığı arttırmak için sert bir telle soldaki katot uçları da birbirine lehimlenir.



Şekil 9: Harici tel ile lehimleme

Lehimleme işleminin ardından LED'ler yavaşça şablondan çıkarılır. Bu işlem sırasında her LED parmakla hafifçe dışa doğru itilir. LED'lerin bacakları hassas olduğu için sağa sola çok esnetmemek gerekir.



Şekil 10: Hazır durumdaki LED düzlemi

Aynı işlemler dört kez yinelenir. Böylece her birinde 16 LED olan dört ayrı LED grubu hazırlanmış olur.



Şekil 11: LED grupları

Kendimiz Yapalım

Bu LED gruplarını üç boyutlu olarak birleştirebilmek için LED'lerin anot bacalarını Şekil 12'deki gibi kıvrırmak gerekir. Bir kargaburun ya da pense yardımıyla her LED'in anot bacağı önce sola doğru eğilir. Ardından biraz pay bırakılarak aşağı doğru kıvrılır.



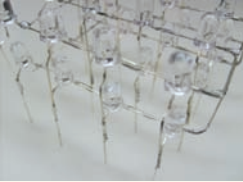
Şekil 12: Anot uçlarını hazırlama

Lehimleme işlemi Şekil 13'teki gibi yapılır. Her anot ucu alttaki anot ucuyla birleştirilir.



Şekil 13: LED gruplarını lehimleme

Şekil 14 ve Şekil 15'te bu işlemin nasıl yapıldığı yakından görülüyor.

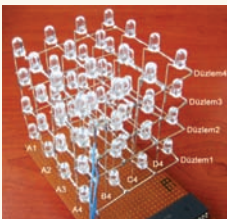


Şekil 14: İki grubun lehimlenmesi

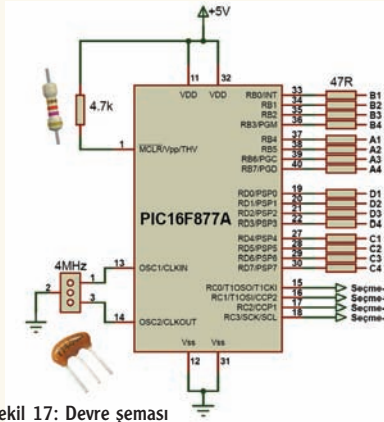


Şekil 15: Grupların üstten görünüşü

Bu işlemler öteki LED grupları için de yinelenir. Şekil 16'da görüldüğü gibi LED küpü dört düzlemden oluşur. Düşeyde aynı hizada olan anot uçları birbirine lehimlidir. Her düzlemin katot uçları da birbirinden bağımsızdır.



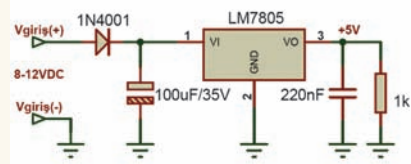
Şekil 16: LED küpünün görünüşü



Şekil 17: Devre şeması

Şekil 17'de LED küpünün elektronik devresi görülüyor. PIC16F877A mikro denetleyici LED sürücüsü olarak çalışıyor. Osilatör bölümünde 4 MHz'lik rezonatör var. PORT B ve PORT D'nin 16 pini 47 ohm'luk birer direnç üzerinden LED'lerin anot uçlarına bağlıdır. PORT C'nin ilk 4 pini de doğrudan transistörlerin baz uçlarına bağlıdır. PNP türündeki bu transistörler, her düzlemdaki LED'lerin katot uçlarını toprak seviyesine çekmek için kullanılır. Yani PIC tarafından baz ucuna lojik-0 uygulanan transistör iletime geçer ve ilgili düzlemin katot ucunu toprağa (kaynağın eksi ucuna) bağlar. Böylece tarama mantığıyla, düzlemler sırayla seçilebilir ve LED'lerin tamamı yakılabilir.

Elektronik devrenin çalışması için gereken +5 V'luk gerilim, Şekil 18'deki regülatör devresiyle sağlanır. Güç kaynağı olarak 9 V'luk alkali pil ya da regüleli adaptör kullanılabilir.



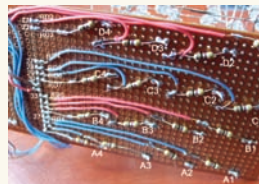
Şekil 18: Regülatör devresi

Elektronik devrenin bakır plakete üzerine yerleştirilmiş durumu Şekil 19'da görülüyor.

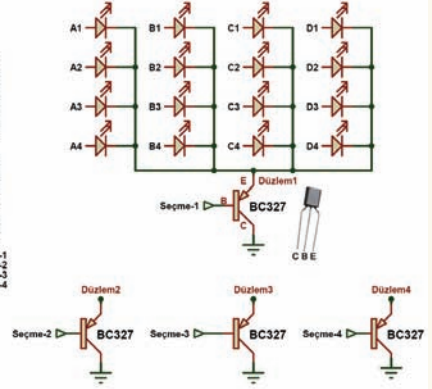


Şekil 19: Bakır plaketteki yerleşim planı

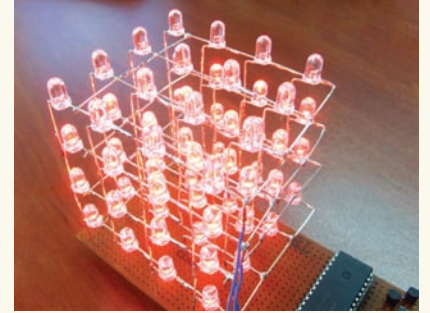
Kartın alttan görünüşü Şekil 20'deki gibidir. LED'lerin 16 anot ucuyla PIC portları arasındaki bağlantı şekil üzerinde daha ayrıntılı görülüyor.



Şekil 20: Alttan görünüşü



LED küpünün çalışır durumdaki görünüşü Şekil 21'deki gibidir.



Şekil 21: LED küpünün son durumu

PIC mikrodenetleyiciye yüklenen program sayesinde çok çeşitli ışık efekti ve animasyon oluşturulabilir. Aşağıda örnek bir C programı verilmiştir. Bu program bütün LED'leri 100 ms aralıkla yakan bir programdır.

```
#include <pic.h>
#include <delay.c>
// Konfigürasyon ayarları (4MHz rezonatör)
__CONFIG(XT&WDTDIS&PWRRTEN&LVPDIS);
main(void){
    unsigned char a,i,secme[4]={0xFE,0xFD,0xFB,0xF7};
    TRISB=0x00; // Hepsini çıkış (8 adet LED için)
    TRISD=0x00; // Hepsini çıkış (8 adet LED için)
    TRISC=0x00; // Hepsini çıkış (4 transistörü seçmek için)

    PORTC=0xFF; // Hiçbir transistör seçili değil
    PORTB=0x00; // LED'ler sönmük
    PORTD=0x00;

    // 64 adet LED'i sırayla yakmak için
    for(a=0;a<4;a++){
        PORTC=secme[a]; // düzlemi seç
        for(i=0;i<8;i++){ // RD0'dan RD7'ye
            PORTD=1<<i;
            DelayMs(100);
        }
        PORTD=0;
        for(i=0;i<8;i++){ // RB0'dan RB7'ye
            PORTB=1<<i;
            DelayMs(100);
        }
        PORTB=0;
    }
} // Program sonu
```

PIC programının tamamını ve projenin video görüntülerini Kendimiz Yapalım köşesinin web sayfasında bulabilirsiniz.

Fırat Üniv. Elek-Elektronik Müh. Bölümü
yerol@firat.edu.tr