

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-7121-4

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ALANI

ELEKTRONİK UYGULAMALARI

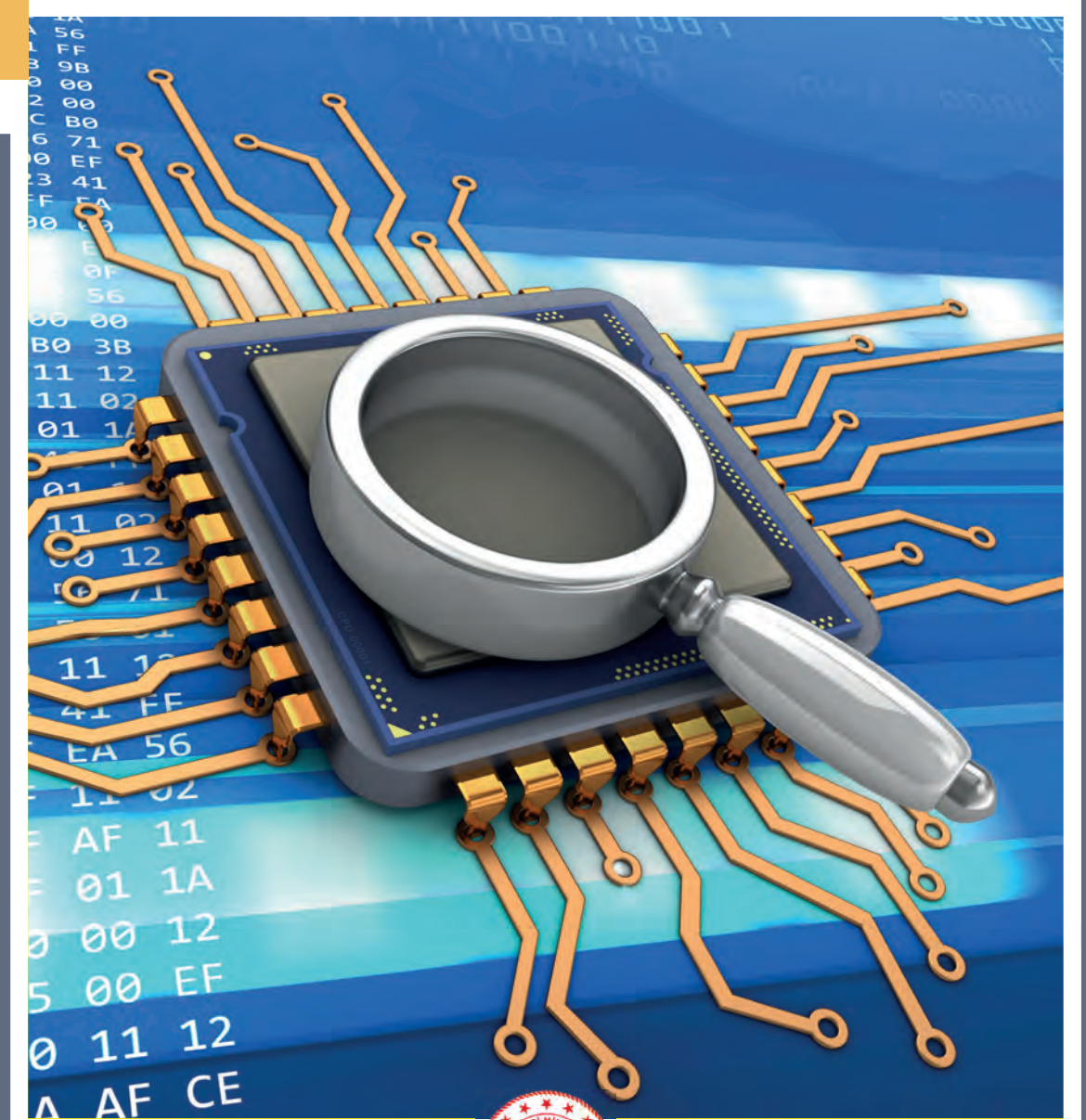
11-12 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ALANI

ELEKTRONİK UYGULAMALARI

11-12 DERS
MATERYALI



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ALANI

ELEKTRONİK UYGULAMALARI

11-12

DERS MATERYALİ

Yazarlar

Mehmet Salih ERDOĞAN

Sumru KAYA

Ufuk ERDOĞAN

Yakup ALTOK

Yalçın TIRAŞ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI	: 8343
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ	: 2235

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

Pınar KILIÇ

Program Geliştirme Uzmanı

Zeki BİLGİLİ

Ölçme ve Değerlendirme

Uzmanı

Hatice GÜRDİL EGE

Rehberlik Uzmanı

Özge ÇEVİK

Görsel Tasarım Uzmanı

Tuğba SANCI

ISBN: 978-975-11-7121-4

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI

Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

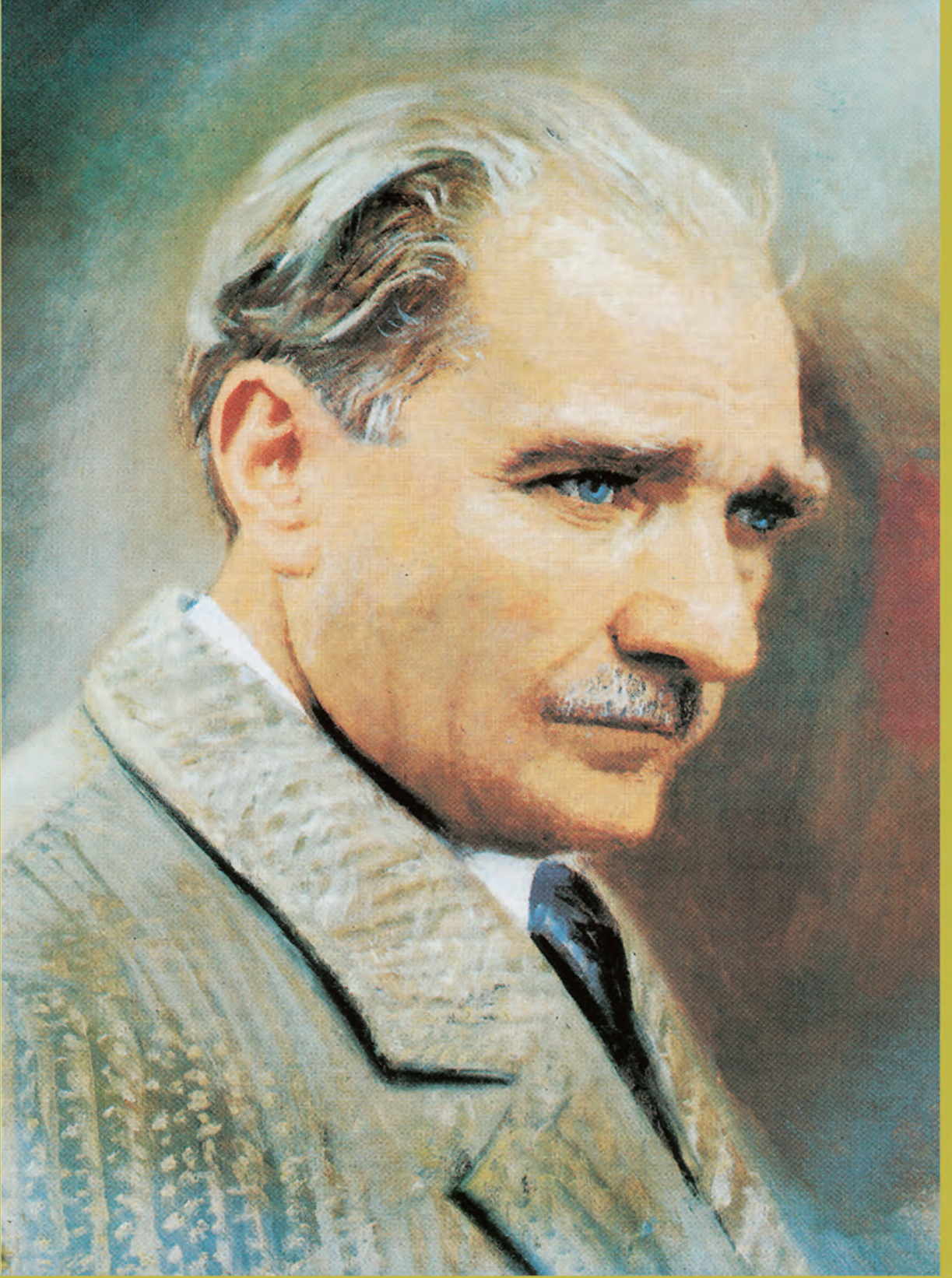
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	14

1. ANALOG DEVRE ELEMANLARI	18
1.1. DEVREYE GÖRE DİRENÇ SEÇİMİ İŞLEMLERİ	18
1.1.1. Direnç ve Öz direnç Kavramları	18
1.1.2. Direnç Çeşitleri	19
1.1.2.1. Sabit Değerli Dirençler	19
1.1.2.2. Değişken Değerli Dirençler	20
1.1.2.3. Ortam Etkili Değişken Dirençler	21
1.1.3. Direnç Renk Kodları	22
1.2. DEVREYE GÖRE KONDANSATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ	26
1.2.1. Kondansatör	26
1.2.2. Kondansatör Çeşitleri	28
1.2.3. Kondansatör Harf ve Rakam Kodları	31
1.2.4. LCR Metre ile Kondansatör Değerinin Ölçümü	32
1.3. DEVREYE GÖRE BOBİN SEÇİMİ İŞLEMLERİ	34
1.3.1. Bobin	34
1.3.1.1. Bobinlerde Zıt Elektromotor Kuvveti (EMK)	35
1.3.1.2. Bobin İnduktansını Etkileyen Faktörler	35
1.3.1.3. Bobinlerin AC ve DC Karşısında Davranışları	35
1.3.2. Bobin Çeşitleri	35
1.4. DEVREYE GÖRE DİYOT SEÇİMİ İŞLEMLERİ	37
1.4.1. Diyot	37
1.4.2. Diyot Çeşitleri	37
1.4.3. Dijital AVOMetre ile Diyot Sağlamlık Kontrolünün Yapılması	41
1.5. DEVREYE GÖRE TRANSİSTÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ	44
1.5.1. Transistörlerin Yapısı	44
1.5.2. BJT Transistör Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları	44
1.5.3. NPN ve PNP Transistörlerin Doğru Kutuplaması	44
1.5.4. BJT Transistörlerin Sağlamlık Kontrollerinin Yapılması	45
1.5.5. BJT Transistörlerin Anahtar Olarak Kullanılması	46
1.6. DEVREYE GÖRE TRANSFORMATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ	50
1.6.1. Transformatör	50
1.6.2. Kullanım Amacına Göre Transformatör Çeşitleri	51
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	53

2. TEMEL DEVRE UYGULAMALARI	56
2.1. SERİ DEVRE KURMA İŞLEMLERİ	56
2.1.1. Seri Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi	57
2.2. PARALEL DEVRE KURMA İŞLEMLERİ	60
2.2.1. Paralel Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi	62
2.3. SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRE KURMA İŞLEMLERİ	64
2.3.1. Seri-Paralel Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi	65
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	68

3. DOĞRU AKIM DEVRELERİ	72
3.1. TEKNİĞE UYGUN DOĞRU AKIM DEVRE KURULUMU İŞLEMLERİ	72
3.1.1. Doğru Akım Devrelerinde Devre Elemanlarının Bağlantılarını Yapma	72
3.1.2. Doğru Akım Devrelerinde Devre Elemanlarının Değerlerini Ölçme	74
3.1.3. Doğru Akım Devresi Devre Çıkış Sinyalinin Osilaskop ile Ölçülmesi	76
3.2. ÖLÇÜM AYGITI YÖNERGELERİNE GÖRE DOĞRU AKIM DEVRESİ ÖLÇME İŞLEMLERİ	78
3.2.1. Doğru Akım Devresi Elemanlarının Ölçümü Esnasında Devre ve Kendisinin Güvenli- ğini Sağlama	78
3.2.2. Doğru Akım Devresinde Kullanılacak Elemanların Ölçümlerini Yapma	80
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	81

4. LEHİMLEME	84
4.1. LEHİM TELİNİ SEÇME	84
4.1.1. Devrenin Niteliğine Göre Lehim Telini Seçme	85
4.2. HAVYA SEÇME	85
4.2.1. Havya Çeşitleri	86
4.2.1.1. Kalem (Rezistanslı) Havyalar	86
4.2.1.2. Tabanca (Transformatörlü) Havyalar	87
4.2.1.3. Gazlı Havyalar	87
4.3. LEHİM YAPMA VE SÖKME İŞLEMLERİ	90
4.3.1. Lehim Yapma	93
4.3.2. Lehim Sökme	104
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	107

5. BASKI DEVRE	110
5.1. DEVRE ELEMANLARINI SEÇME	110
5.1.1. Baskı Devre Plaketi	110
5.1.2. Elektronik Devre Elemanları Kılıf Çeşitleri	111
5.2. BASKI DEVRE ÇİZİMİ YAPMA	112
5.2.1. Baskı Devre Kalemi Metodu	112
5.2.2. Elektronik Çizim Programı ile Baskı Devre Hazırlama	116
5.2.3. Fotorezist Yöntemi Kullanarak Baskı Devre Hazırlama	118
5.2.4. Serigrafi Yöntemi Kullanarak Baskı Devre Hazırlama	119
5.3. BASKI DEVRE ERİTME ÇÖZELTİSİ HAZIRLAMA	121
5.3.1. Tuz Ruhı ve Perhidrol Karışımı ile Baskı Devre Plaketi Eritme	122
5.3.2. Demir Üç Klorür (FeCl ₃) Kullanarak Baskı Devre Plaketi Eritme	122
5.4. PERTİNAKSİN ÜZERİNDE BAĞLANTI NOKTALARINI DELME	124
5.4.1. Delik Delme Makineleri	124
5.4.2. Matkap Ucu (Delik Delme Ucu)	125
5.4.3. Baskı Devre Plaketi Delinmesi	125
5.4.4. Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketi Yerleştirme ve Lehimleme	126
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	131

6. GÜÇ KAYNAĞI	134
6.1. GÜÇ KAYNAĞI BASKI DEVRE PLAKETİNİ ÇIKARMA	134
6.1.1. Baskı Devre Plaketinin Çıkarılması	134

6.1.2. Baskı Devre Plaketinin Eritilmesi	138
6.1.3. Eleman Bacak Deliklerinin Matkap ile Delinmesi	140
6.1.4. Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketine İsimlerini Yazarak Yerleştirme ve Lehimleme	142
6.1.5. Devre Elemanlarının Güç Kaynağı Kutusuna Yerleştirilmesi	145
6.2. GÜÇ KAYNAĞINI TEST ETME	149
6.2.1. Statik Ölçüm	149
6.2.2. Dinamik Ölçüm	149
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	152

7. SMD ELEMANLAR VE ÇİPSETLER	156
7.1. SMD ELEMANIN LEHİMLENME İŞLEMLERİ	156
7.1.1. Sıcak Havalı Havya ile SMD Elemanın Sökülmesi	158
7.1.2. Sıcak Havalı Havya ile SMD Elemanın Lehimlenmesi	162
7.2. KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELERİN LEHİMLENME VE SÖKME İŞLEMLERİ	166
7.2.1. Sıcak Havalı Havya ile Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Sökülmesi	168
7.2.2. Sıcak Havalı Havya ile Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimlenmesi	172
7.3. ÇİPSETLERİN LEHİMLENME İŞLEMLERİ	176
7.3.1. Sıcak Havalı Havya ile Çipsetlerin Sökülmesi	177
7.3.2. Sıcak Havalı Havya ile Çipsetlerin Lehimlenmesi	181
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	186

8. TEMEL MANTIK DEVRELERİ	190
8.1. SAYI SİSTEMLERİ İLE İŞLEM YAPMA	190
8.1.1. Sayı Sistemleri	190
8.1.1.1. Onlu (Desimal) Sayı Sistemi	191
8.1.1.2. İkili (Binary) Sayı Sistemi	191
8.1.1.3. Sekizli (Octal) Sayı Sistemi	191
8.1.1.4. On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemi	191
8.1.2. Sayı Sistemleri Arasındaki Dönüştürmeler	191
8.1.2.1. İkili (Binary) Sayı Sistemini Onlu (Desimal) Sayı Sistemine Çevirme	191
8.1.2.2. Onlu (Desimal) Sayı Sistemini İkili (Binary) Sayı Sistemine Çevirme	192
8.1.2.3. İkili (Binary) Sayı Sistemini On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemine Çevirme	194
8.1.2.4. On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemini İkili (Binary) Sayı Sistemine Çevirme	195
8.2. MANTIKSAL (LOJİK) KAPI DEVRELERİNİ KURMA	197
8.2.1. Mantıksal Kapılar	197
8.2.1.1. VE Kapısı (AND Gate)	197
8.2.1.2. VEYA Kapısı (OR Gate)	197
8.2.1.3. DEĞİL Kapısı (NOT Gate, Inverter)	198
8.2.2. Mantıksal Kapi Entegresini Katalogdan Bulma	198
8.2.3. Entegre Bacaklarına Göre Devre Bağlantılarını Yapma	199
8.2.4. Mantıksal Kapıların Girişlerine Anahtarlama Elemanı Takma	201
8.2.5. Mantıksal Kapıların Çıkışına LED ve Röle Bağlantısı Yapma	201
8.2.6. Entegrenin Enerji Bağlantılarını Yapma	202
8.2.7. Mantıksal Kapi Devresini Çalıştırma	205
8.3. MANTIK DEVRELERİNİ BOOLEAN MATEMATİĞİ İLE SADELEŞTİRME	208
8.3.1. Mantıksal Devreyi Sadeleştirme	208

8.3.2. Sadeleştirilen İfadenin Dalga Diyagramını Çizme	215
8.3.3. Sadeleştirilen İfadenin Doğruluk Tablosunu Hazırlama	217
8.4. MANTIK DEVRELERİNİ KARNOUGH (KARNO) HARİTASI İLE SADELEŞTİRME	220
8.4.1. İki Değişkenli Karno Haritası	221
8.4.2. Üç Değişkenli Karno Haritası	222
8.4.3. Dört Değişkenli Karno Haritası	226
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	232

9. TÜMLEŞİK DEVRELER	236
9.1. KODLAYICI (ENCODER) UYGULAMALARI	236
9.1.1. BCD Kodlayıcı (8421 Kodlayıcı)	236
9.1.2. Sekizli Kodlayıcı (Oktal Kodlayıcı)	239
9.1.3. On Altılı Kodlayıcı (Hexadecimal Kodlayıcı)	242
9.1.4. Yedi Segment Display Kod Çevirici	245
9.2. KOD ÇÖZÜCÜ (DECODER) UYGULAMALARI	248
9.2.1. İkiden Dörde Kod Çözücü	248
9.2.2. BCD Kod Çözücü	251
9.2.3. Dörtten On Altıya Kod Çözücü	254
9.3. ÇOKLAYICI (MULTIPLEXER) UYGULAMALARI	257
9.3.1. Dörtten Bire Çoklayıcı (4 x 1 Multiplexer)	257
9.3.2. Sekizden Bire Çoklayıcı (8 x 1 Multiplexer)	260
9.3.3. On Altıdan Bire Çoklayıcı (16 x 1 Multiplexer)	263
9.4. AZALTICI (DEMULTIPLEXER) UYGULAMALARI	266
9.4.1. Birden Dörde Azaltıcı (1 : 4 Demultiplexer)	266
9.4.2. Birden Sekize Azaltıcı (1 : 8 Demultiplexer)	268
9.4.3. Birden On Altıya Azaltıcı (1 : 16 Demultiplexer)	271
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	274

10. FLİP-FLOPLAR	278
10.1. OSİLATÖR SEÇME	278
10.1.1. İşlemsel Yükselteç (OPAMP) ile Kare Dalga Osilatör Devresi	278
10.1.2. Multivibratör	281
10.1.2.1. Kararsız Multivibratör (Astable Multivibratör)	281
10.1.2.2. Çift Kararlı Multivibratör (Bistable Multivibratör)	283
10.1.2.3. Tek Kararlı Multivibratör (Monostable Multivibratör)	284
10.2. ENTEGRE ve KRİSTAL ile OSİLATÖR DEVRELERİ YAPMA	285
10.2.1. Kristal Osilatör	285
10.2.1.1. Transistörlü Kristal Osilatör	286
10.2.1.2. İşlemsel Yükselteçli Kristal Osilatör Devresi	287
10.2.2. 555 Entegresinin Osilatör Olarak Kullanılması	288
10.2.2.1. 555 Entegresinin Tek Kararlı Multivibratör Olarak Çalıştırılması	288
10.2.2.2. 555 Entegresinin Çift Kararlı Multivibratör Olarak Çalıştırılması	289
10.2.2.3. 555 Entegresinin Kararsız Multivibratör Olarak Çalıştırılması	289
10.3. FLİP-FLOP UYGULAMALARI YAPMA	291
10.3.1. RS Flip-Flop	292
10.3.2. JK Flip-Flop	292

10.3.3. D Flip-Flop	295
10.3.4. T Flip-Flop	296
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	299

11. SAYICILAR	302
11.1. TETİKLEME İŞARETİNİN VERİLİŞİNE GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA	302
11.1.1. Asenkron Sayıcılar	302
11.1.1.1. Asenkron İleri Sayıcı	303
11.1.1.2. Asenkron Geri Sayıcı	305
11.1.1.3. Asenkron İleri/Geri Sayıcı	308
11.1.1.4. Asenkron Sayıcı Tasarımı	310
11.1.2. Senkron Sayıcılar	313
11.1.2.1. Senkron İleri Sayıcı	313
11.1.2.2. Senkron Geri Sayıcı	315
11.1.2.3. Senkron İleri/Geri Sayıcı	317
11.1.2.4. Senkron Sayıcı Tasarımı	320
11.2. SAYININ KODLANMASINA GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA	325
11.2.1. İkili (Binary) Sayıcı	325
11.2.2. BCD (Binary Code Decimal, İkili kodlanmış onlu) Sayıcı	327
11.2.3. Mod Sayıcı	330
11.2.4. Kaskat Sayıcı	332
11.2.5. Halka(Ring) Sayıcı	334
11.2.6. Johnson Sayıcı	336
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	339

12. KAYDEDİCİLER	342
12.1. BİLGİNİN YÜKLENMESİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA	342
12.1.1. Paralel Girişli Kaydediciler	342
12.1.2. Seri Girişli Kaymalı Kaydediciler	345
12.1.2.1. Sağa Kaymalı Kaydediciler	345
12.1.2.2. Sola Kaymalı Kaydediciler	347
12.1.2.3. Sağa Sola Kaymalı Kaydediciler	349
12.2. BİLGİ GİRİŞ-ÇIKIŞ ŞEKLİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA	352
12.2.1. Seri Giriş- Seri Çıkışlı (SISO) Kaydediciler	352
12.2.2. Seri Giriş- Paralel Çıkışlı (SIPO) Kaydediciler	354
12.2.3. Paralel Giriş- Paralel Çıkışlı (PIPO) Kaydediciler	356
12.2.4. Paralel Giriş- Seri Çıkışlı (PISO) Kaydediciler	358
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	361

CEVAP ANAHTARLARI	362
KAYNAKÇA	365

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

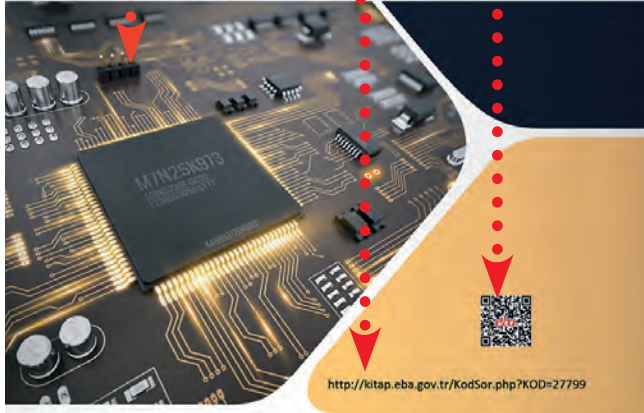
Öğrenme birimi linkini gösterir.

Öğrenme birimi görselini gösterir.

Öğrenme birimi karekodunu gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Konu başlıklarını gösterir.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27799>

5. ÖĞRENME BİRİMİ

BASKI DEVRE

KONULAR

- 5.1. DEVRE ELEMANLARINI SEÇME
- 5.2. BASKI DEVRE ÇİZİMİ YAPMA
- 5.3. BASKI DEVRE ERİTME ÇÖZÜLTİSİ HAZIRLAMA
- 5.4. PERTİNAKSİN ÜZERİNDE BAĞLANTI NOKTALARINI DELME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Elektronik şemadan baskı devre kalemli yardımı ile baskı devre çizme
- Bilgisayar çizim programı yardımı ile baskı devre çizme
- Baskı devre plaketine baskı devreyi aktarma
- Baskı devre plaketi üzerindeki gereksiz bakır tabakayı eritme
- Baskı devre plaketi üzerindeki delikleri matkap yardımı ile delme
- Baskı devre plaketine elektronik devre elemanlarını yerleştirme

TEMEL KAVRAMLAR

- Baskı devre plaketi (Pertinaks)
- Baskı devre görünüşleri
- $FeCl_3$
- Hobi matkap

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

3. Elektronik devrelerdeki devre elemanlarının birbirleri ile elektriksel bağlantısını yapmak için iletken tel dışında nasıl bir malzeme kullanılabilir?
4. Bakır eritmek için hangi tür kimyasal maddeler kullanılır?
5. İş parçası üzerinde silindirik delik açmak için hangi iş aletleri kullanılabilir?

Öğrenme birimi numarasını gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

Öğrenme biriminin temel kavramlarını gösterir.

Öğrenme biriminin başında yapılacak ön çalışmaları gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Konu ile ilgili notları gösterir.

Öğrencilerin yapacağı çalışmaları gösterir.

Tabloları gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

Konu başlıklarını gösterir.

Uygulama etkinliklerini gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

5. BASKI DEVRE

Elektronik devreler; direnç, diyot, transistör, kondansatör gibi birçok devre elemanının birbirine bağlanmasıyla oluşturulan düzeneklerdir.

5.1. DEVRE ELEMANLARINI SEÇME

Baskı devre plaketi tasarımı yapılırken kullanılacak plaket ve devre elemanlarının özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir.

5.1.1. Baskı Devre Plaketi (Pertinaks)

Baskı devre plaketi diğer bir ismi ile PCB [printed circuit board (printid sörküd bord)] elektronik devreyi oluşturan devre elemanlarını bir arada tutmak ve devre elemanlarının birbirine elektriksel bağlantısını yapmak için kullanılan bakır kaplı plakadır.

NOT

Havyanın ucunu lehim teli ile kaplayarak gümüş rengini almasını sağlamaya **kalaylama** işlemi denir.

SIRA SİZDE

7432 (VEYA kapısı) entegresinin kataloğunu internet arama motorunu kullanarak arayıp entegre içindeki OR kapılarının ayak bağlantılarını bulunuz.

1

Örnek : 125 KΩ değerindeki 5 bantlı direncin renk kodlarını yazınız. Direncin tolerans değeri $\pm 10\%$ 'dir.

Çözüm : Direnç 5 bantlı olduğu için ilk 3 bant sayı değerini, 4. bant çarpanı, 5. bant da toleransı gösterir.

→ 1. bant sayı değerine karşılık gelen renk kahverengi,

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

- (....) SMD devre elemanları yüzey montajlı devre elemanlarıdır.
- (....) Sıcak hava havyası, SMD elemanların sökülmesinde kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

- SMD elemanların lehimlenmesinde genellikle lehim kullanılır.

1. UYGULAMA

Transistörlü F-F Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketine Lehimlemek Süre: 20 dk.

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü F-F devre elemanlarının baskı devre plaketine lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 1.1'de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 1.1: İletken Maddelerin Öz Dirençleri

İletkenin Cinsi	İletkenin Öz Direnci
Gümüş	0,016
Bakır	0,0178

Görsel 1.1: Ragle ile ipek üzerinden boya çekilmesi

DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırıldı.		
3. Elektronik çizim programı kütüphanesinden elemanlar seçildi.		
4. Devre oluşturularak çalıştırıldı.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

Sayfa numaralarını gösterir.

Kitap adını gösterir.

Yapılan uygulamaların değerlendirmelerini ve kontrol listesini gösterir.

Uygulamaların görsellerini gösterir.

Konu ile ilgili örnekleri gösterir.

Ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27795>

1.

**ÖĞRENME
BİRİMİ**

ANALOG DEVRE ELEMENLARI

KONULAR

- 1.1. DEVREYE GÖRE DİRENÇ SEÇİMİ İŞLEMLERİ
- 1.2. DEVREYE GÖRE KONDANSATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ
- 1.3. DEVREYE GÖRE BOBİN SEÇİMİ İŞLEMLERİ
- 1.4. DEVREYE GÖRE DİYOT SEÇİMİ İŞLEMLERİ
- 1.5. DEVREYE GÖRE TRANSİSTÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ
- 1.6. DEVREYE GÖRE TRANSFORMATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Devreye göre direnç seçimi
- Devreye göre kondansatör seçimi
- Devreye göre bobin seçimi
- Devreye göre diyot seçimi
- Devreye göre transistör seçimi
- Devreye göre transformatör seçimi

TEMEL KAVRAMLAR

- Bobin
- Direnç
- Diyot
- Kondansatör
- Transformatör

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Devre elemanları üzerine yerleştirilen renk kodlarının avantajları nelerdir?
2. Yarı iletken elemanların imalatında en çok hangi elementler kullanılır?



1. ANALOG DEVRE ELEMANLARI

Bilgi aktarımı, analog ve dijital formda sinyaller kullanılarak yapılır. Herhangi bir analog sinyali işleyen ve bir analog çıkış sağlayan elektronik devrelere **analog devre** denir.

1.1. DEVREYE GÖRE DİRENÇ SEÇİMİ İŞLEMLERİ

Direnç, elektrik devrelerinde elektrik akımına karşı direnen, zorluk çıkaran devre elemanı olarak kullanılmaktadır.

1.1.1. Direnç ve Öz Direnç Kavramları

Direnç, elektrik akımına karşı zorluk gösteren devre elemanıdır (Görsel 1.1). Direncin bu özelliğinden yararlanılarak elektronik devreler üzerinde elektrik akımı belirli değerlerde tutulup kontrol edilebilir. Elektrik akımının istenilen değerlerde kontrol edilebilmesi için farklı değerlerde dirençler üretilir. Üretilen bu dirençlerin değerini üretimi esnasında kullanılan maddelerin miktarı belirler.



Görsel 1.1: Dirençler

Direnç

Bir elektrik devresinde akım akışına karşı oluşan etkinin ölçümüdür. Dirençler “R” harfi ile gösterilir. Birimi ohm (Ω)’dur. İletkenin öz direnci, kesiti ve boyu iletkenlerin direncini etkiler. İletkenin boyu uzadıkça direnci artar, iletkenin kesiti arttıkça direnci azalır.

Öz direnç

Birim uzunluk (1 metre) ve birim kesitteki (1mm^2) iletkenin direncine **öz direnç (ρ)** denir. Öz direnç maddenin cinsine bağlı bir katsayıdır. İyi bir iletkenin öz direnç sıfıra yakındır.

Bazı iletkenlerin öz direnç değerlerine göre sıralanışı Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1: İletken Maddelerin Öz Dirençleri

İletkenin Cinsi	İletkenin Öz Direnci
Gümüş	0,016
Bakır	0,0178
Altın	0,023
Alüminyum	0,0285
Demir	1



1.1.2. Direnç Çeşitleri

Dirençler, sabit değerli dirençler ve değişken değerli dirençler olmak üzere ikiye ayrılır.

1.1.2.1. Sabit Değerli Dirençler

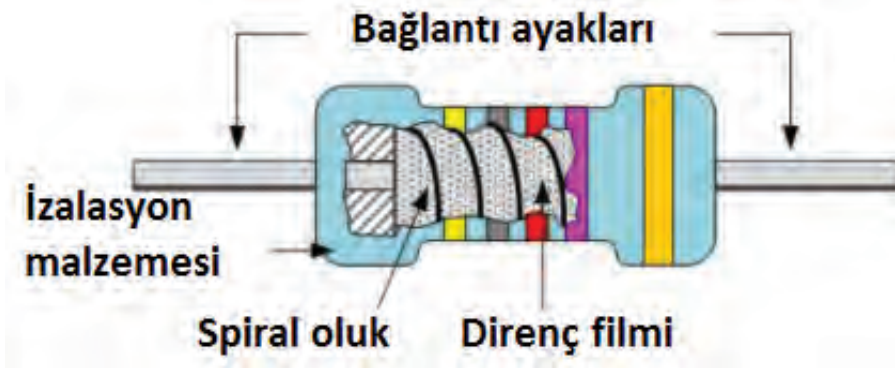
Değerleri değişmeyen dirençlerdir.

- **Karbon Direnç:** En çok kullanılan direnç tipidir (Görsel 1.2). Toz hâlindeki karbon ve reçine eritilerek elde edilir. Karışımdaki karbon oranı direncin değerini belirler.



Görsel 1.2: Karbon direnç

- **Film Direnç:** Bu tür dirençler şerit şeklinde yalıtkan bir gövde etrafında sarıldıklarından film direnç olarak tanımlanır (Görsel 1.3). Toleransı en küçük dirençtir.



Görsel 1.3: Film direnç

- **Entegre Direnç:** Tek bir kılıf içine birden çok direnç konularak oluşturulmuş dirençlerdir (Görsel 1.4). İçindeki dirençlerin değerleri birbirine eşittir. Bu tip dirençlerde birden çok bağlantı ucu vardır. Bu uçlardan biri ortak uçtur. Diğer uçlar her bir direncin diğer ucu olarak kullanılır. Entegre dirençler **sıra direnç** olarak da adlandırılır. Dijital devrelerde sıklıkla tercih edilir. Düşük güçlüdür.



Görsel 1.4: Entegre direnç



- **SMD (Yüzeye Monte Edilebilen Eleman) Direnç:** Yüzey montaj teknolojisi ile üretilen devrelerde direnç olarak küçük boyutlu ve çok az yer kaplayan SMD dirençler kullanılır (Görsel 1.5). SMD dirençler standart kılıf yapılarında üretilir. Yüzey montajlı teknoloji ile üretilen devrelerde SMD dirençler kullanılır. SMD sabit dirençler, genellikle siyah renkli ve yassı elemanlardır. Düşük akım çekilen devrelerde kullanılır.

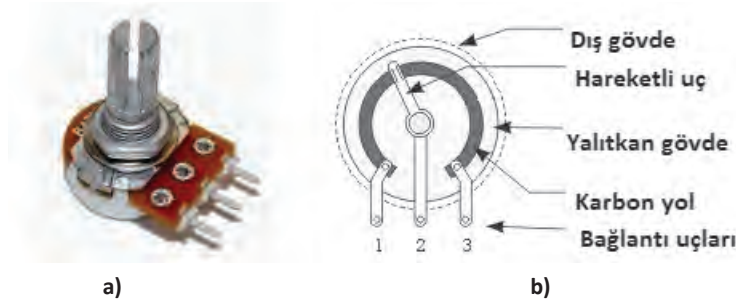


Görsel 1.5: SMD dirençler

1.1.2.2. Değişken Değerli Dirençler

Değişken değerli dirençler iki ayrı başlık altında incelenir. Bunlardan ilki üzerindeki ayar düğmesi ile istenilen değere ayarlanabilen dirençler, diğeri ise ortamdaki ışık ve ısı ile direnci değişen dirençlerdir.

- **Potansiyometre:** Elektronik devrelerde direnç değerinin sık sık değiştirilmesi gerektiği durumlarda kullanılan ayarlı direnç türüdür. Genellikle karbon veya karbon içerikli maddelerden üretilir. Farklı tiplerde üretilse de çalışma mantıkları aynıdır. Genellikle üç tane ucu olur. Üzerindeki kol döndürülerek direnç değeri azaltılır ya da arttırılır. Potansiyometreler lineer, logaritmik ve çok turlu olmak üzere üç çeşittir. Görsel 1.6:a'da potansiyometre, Görsel 1.6:b'de potansiyometrenin iç yapısı görülmektedir.



Görsel 1.6: a) Potansiyometre b) Potansiyometrenin iç yapısı

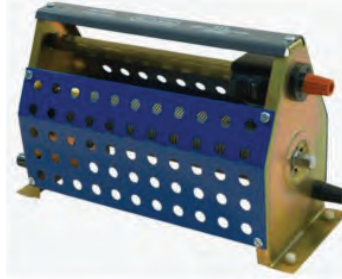
- **Trimpot:** Çalışma şekli ve iç yapısı potansiyometreye benzer (Görsel 1.7). Yapısal olarak potansiyometreden farklıdır. Potansiyometre gibi elle ayarlanmaz. Direnç değeri ince uçlu bir tornavida yardımıyla değiştirilir.



Görsel 1.7: Çeşitli yapıdaki trimpotlar



- **Reosta:** Diğer ayarlı direnç türlerine göre üzerinden daha yüksek güçte akım akabilen ayarlı dirençtir (Görsel 1.8). Çok büyük olduğu için kullanımı yaygın değildir. Direnç değeri üzerinde bulunan sürgüyle ayarlanır. Genel olarak krom-nikel direnç teli kullanılarak üretilir.

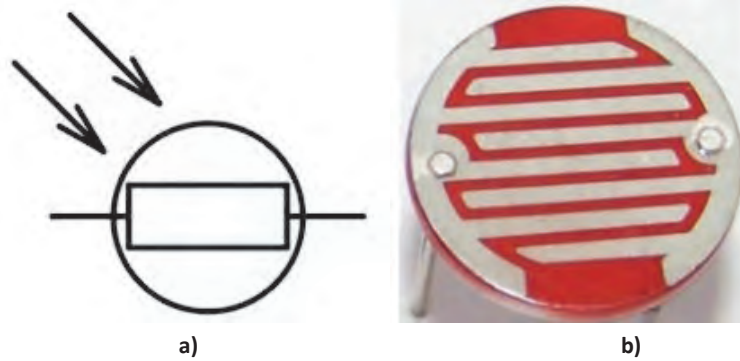


Görsel 1.8: Reosta

1.1.2.3. Ortam Etkili Değişken Dirençler

Ortam etkili değişken dirençler, ışık etkisiyle ve ısı etkisiyle değeri değişen dirençlerdir. Işık etkisiyle değeri değişen dirence **LDR (fotodirenç)** denir. Isı etkili değişken dirençlere **termistör** de denir. Üzerlerine uygulanan sıcaklığa göre direnç değerleri değişir. İki tipi vardır. Biri NTC diğeri ise PTC'dir.

- **LDR (Light Dependent Resistor):** Fotodirenç olarak da ifade edilebilir. Ortam ışığına göre direnci değişen devre elemanıdır. Kadminyum sülfür, selenyum, germanyum, silisyum gibi ışığa çok duyarlı maddelerden üretilir. Aydınlıkta az direnç karanlıkta çok direnç gösterir. Görsel 1.9:a'da LDR (Fotodirenç) sembolü, Görsel 1.9:b'de LDR (Fotodirenç) görülmektedir.



Görsel 1.9: a) LDR(Fotodirenç) sembolü b) LDR(Fotodirenç)

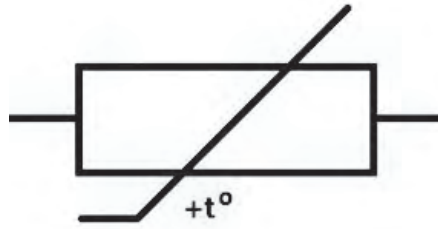
- **NTC (Negatif Isı Katsayılı Termistör):** Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça direnci azalır. Sıcaklığı düştükçe direnci artar. Bu nedenle ters ısı etkili direnç olarak ifade edilir. Görsel 1.10 a'da NTC sembolü, Görsel 1.10 b'de NTC görülmektedir.



Görsel 1.10: a) NTC sembolü b) NTC



- **PTC (Pozitif Isı Katsayılı Termistör):** Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça direnci artar. Sıcaklığı azaldıkça direnci azalır. Bu nedenle düz ısı etkili direnç olarak ifade edilir. Görsel 1.11:a'da PTC sembolü, Görsel 1.11:b'de PTC görülmektedir.



a)



b)

Görsel 1.11: a) PTC sembolü b) PTC

1.1.3.Direnç Renk Kodları

Sabit dirençlerin değeri genellikle üzerine yerleştirilen renk bantları yardımı ile bulunur. Dört renk ve beş renk olmak üzere ikiye ayrılır. Direnç üzerindeki renkler okunarak direnç değeri ve toleransı okunabilir. Tablo 1.2'de direnç renk kodları tablosu verilmiştir.

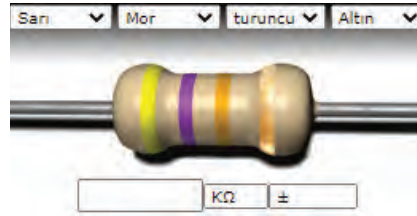
Tablo 1.2: Direnç Renk Kodları

Renk	1.Bant	2.Bant	3.Bant	Çarpan	Tolerans
SIYAH	0	0	0	1Ω	
KAHVERENGİ	1	1	1	10Ω	± %1
KIRMIZI	2	2	2	100Ω	± %2
TURUNCU	3	3	3	1kΩ	
SARI	4	4	4	10kΩ	
YEŞİL	5	5	5	100kΩ	± %0.5
MAVİ	6	6	6	1MΩ	± %0.25
MOR	7	7	7	10MΩ	± %0.1
GRİ	8	8	8		± %0.05
BEYAZ	9	9	9		
ALTIN				0.1Ω	± %5
GÜMÜŞ				0.01Ω	± %10



1

Örnek : Görsel 1.12'de görülen direncin renk koduna göre değerinin ve toleransının okunması.



Görsel 1.12: Hesaplanacak direnç

Çözüm : 4 bantlı bir direnç olduğu için ilk 2 bant sayı değerini, 3. bant çarpan değerini, 4. bant da toleransı göstermektedir.

- 1. renk sarı olduğu için sayı değeri olarak 4 gelir.
- 2. renk mor olduğu için sayı değeri olarak 7 gelir.
- 3. bant çarpan kısmı turuncu yani 3 (Çarpan rengi kadar sıfır ilave edilir.).
- 4. bant altın yani tolerans değeri $\pm 5\%$ olur.
- $47\ 000\ \Omega \pm 5\% = 47\ K\Omega \pm 5\%$

2

Örnek : 125 K Ω değerindeki 5 bantlı direncin renk kodlarını yazılması. Direncin tolerans değeri $\pm 10\%$ 'dur.

Çözüm : Direnç 5 bantlı olduğu için ilk 3 bant sayı değerini, 4. bant çarpanı, 5. bant da toleransı gösterir.

- 1. bant sayı değerine karşılık gelen renk kahverengi,
- 2. bant sayı değerine karşılık gelen renk kırmızı,
- 3. bant sayı değerine karşılık gelen renk yeşil,
- 4. bant da çarpan olarak K Ω olduğu için 1000 değeri vardır bunun da renk karşılığı turuncudur ($125\ K\Omega = 125\ 000\ \Omega$ 'dur.).
- 5. bant tolerans değeri gümüş renge karşılık gelmektedir.
- Oluşan renkler: Kahverengi-kırmızı-yeşil-turuncu-gümüş ($125\ K\Omega \pm 10\%$)

3

Örnek : Görsel 1.13'te görülen direncin renk koduna göre değerinin ve toleransının okunması.



Görsel 1.13: Hesaplanacak direnç

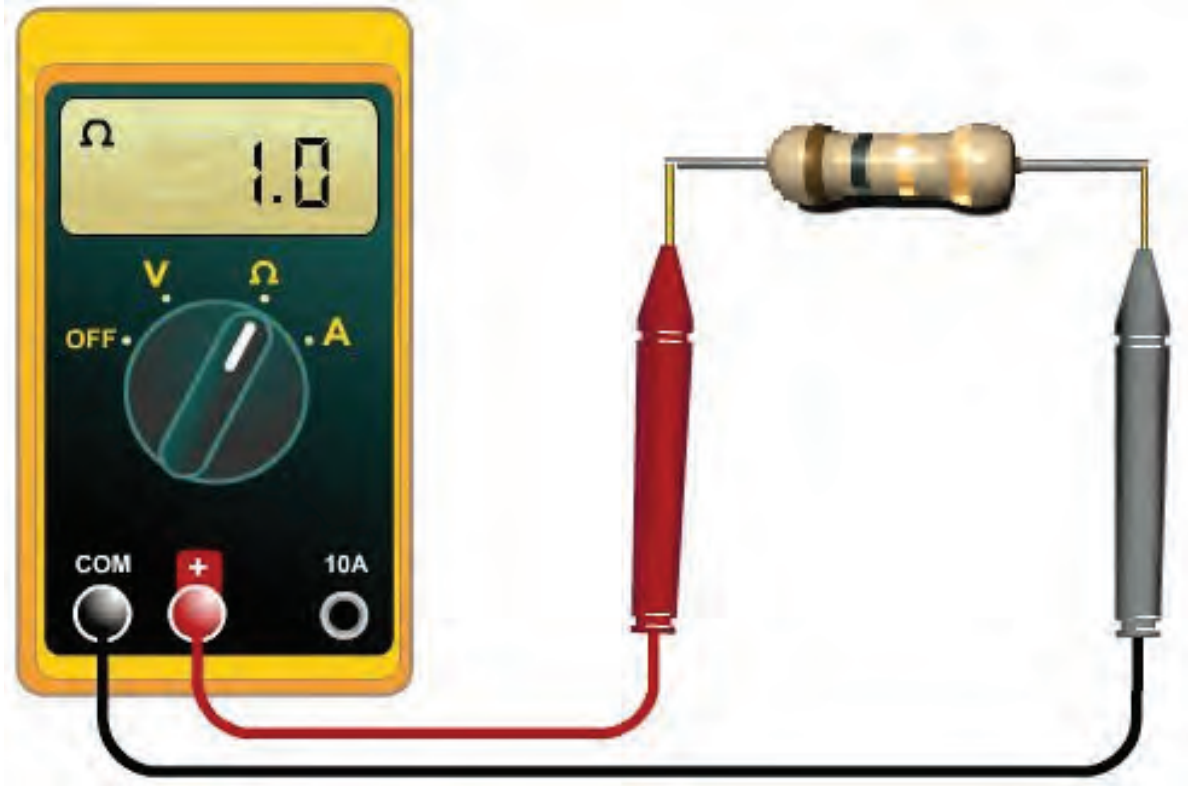
Çözüm :

- 1. renk mavi olduğu için sayı değeri olarak 6 gelir.
- 2. renk gri olduğu için sayı değeri olarak 8 gelir.
- 3. bant çarpan kısmı kahverengi yani 1 (Çarpan rengi kadar sıfır ilave edilir.).
- 4. bant altın yani tolerans değeri $\pm 5\%$ olur.
- $680\ \Omega \pm 5\%$

**1. UYGULAMA****Renk Kodu Okunan Direnci, Ohmmetre ile Ölçerek Karşılaştırmak****Süre: 1 Ders Saati**

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda direnç renklerine göre direnç değerini okuyunuz.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller



Görsel 1.14: Direnç ölçümü

Direnç ölçümü yapılırken ölçüm uçlarına elle temas edilmemesine dikkat ediniz. (Görsel 1.14)

1. Adım: Tablo 1.3'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 1.3: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre	Dijital	1 adet
Direnç	Farklı değerlerde	20 adet



- 2. Adım:** Farklı renk kodlarına sahip dirençler alıp renk kodları tablosundan yararlanarak direnç değerlerini belirleyiniz. Bu değerleri Tablo 1.4'e yazınız.
- 3. Adım:** Renk kodları ile değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümünü yapınız. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.4'e yazınız (Ölçüm yaparken dirence el ile temas edilmemelidir.).
- 4. Adım:** Hesapladığınız ve ohmmetre ile okuduğunuz değerler arasındaki farkı hesaplayarak Tablo 1.4'e yazınız.
- 5. Adım:** Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 6. Adım:** Çalışma alanınızı temizleyiniz.

Tablo 1.4: Direnç Değeri Okuma ve Ölçme Uygulaması Sonuçlarını Karşılaştırma

DİRENCİN RENK KODU	TOLERANS DEĞERİ	RENGİNE GÖRE HESAPLANAN DEĞERİ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK

**DEĞERLENDİRME**

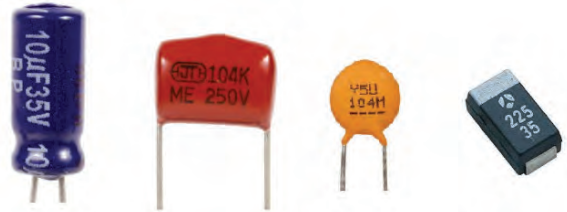
Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Dirençlerin renk kodlarından yararlanılarak değerleri tespit edildi.		
3. Renk kodları ile değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümü yapıldı.		
4. Hesaplanan ve ohmmetre ile okunan değerler arasındaki fark hesaplandı.		
5. Çalışma alanı birlikte temizlendi.		

1.2. DEVREYE GÖRE KONDANSATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ

Kondansatörler pasif analog devre elemanlarıdır. Ayrıca dirençler, bobinler ve yarı iletkenler gibi elektronikteki temel bileşenlerden biridir. Bu bölümde kondansatör ve kapasite kavramları, kondansatör çeşitleri, kapasite, gerilim değeri ve çeşidine göre kondansatör seçimi anlatılacaktır.



Görsel 1.15: Kondansatörler

1.2.1. Kondansatör

Elektrik enerjisini depolama özelliği olan ve iki paralel iletken levha arasına dielektrik adı verilen bir yalıtkan madde konularak elde edilen pasif analog devre elemanına **kondansatör** denir (Görsel 1.15). Kondansatör, devrelerde İngilizce kapasitör anlamına gelen “Capacitor” sözcüğünün baş harfi olan “C” harfi ile gösterilir. Görsel 1.16’da kondansatörün temel yapısı, Görsel 1.17’de kutuplu ve kutupsuz kondansatörün sembolü gösterilmiştir.

Kondansatör doğru akımı (DC) iletmeyip alternatif akımı (AC) iletmeye özelliğine sahiptir. Bu özellikleri



Görsel 1.16: Kondansatörün temel yapısı



Kutupsuz Kondansatör

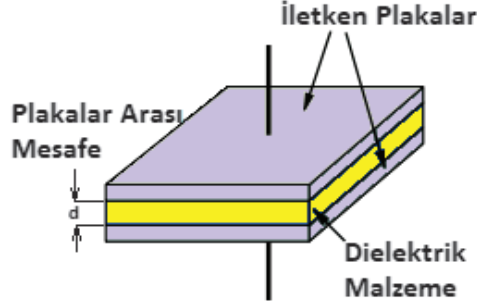
Kutuplu Kondansatör

Görsel 1.17: Kutupsuz, kutuplu kondansatör sembolleri



sayesinde çoğu devrede farklı amaçlar için kullanılır.

Kondansatörler elektrik enerjisini depo eder. Kondansatörlerin depo edecekleri enerji miktarını kapasitesi belirler. Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine **kapasite (sığa)** veya **kapasitans** denir. Kapasite "C" harfi ile ifade edilir. Birimi **Farad (F)**'dir. Görsel 1.18'de kondansatörün kapasitesini etkileyen faktörler görülmektedir.



Görsel 1.18: Kondansatör kapasitesini etkileyen faktörler

Kondansatörün kapasitesi iletken plakaların (levhaların) yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Yani plakaların yüzey alanı arttıkça kapasite de artar.

Kondansatörün kapasitesi iletken plakalar arasındaki mesafe ile ters orantılıdır. Yani iletken plakalar arası mesafe artarsa kapasite azalır.

Kondansatörün kapasitesi iletken plakalar arasındaki yalıtkan maddenin dielektrik kat sayısı ile doğru orantılıdır. Yani iletken plakalar arasındaki yalıtkan malzemenin dielektrik katsayısı yüksek ise kapasite de yüksek olur.

Kondansatörlerde kapasite arttıkça kondansatörün fiziksel boyutları da artar.

Farad büyük bir değer olduğundan uygulamada daha çok alt birimleri kullanılır. Üst birimleri kullanılmaz. Tablo 1.5'te kapasite birimleri, Tablo 1.6'da ise kapasite birimlerinin dönüşümleri verilmiştir.

Tablo 1.5: Kapasite Birimleri

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Kapasite Sembolü C	Üst Birimler	Üst birimler kullanılmaz.		
	Birim	Farad	F	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	miliFarad	mF	10^{-3}
		mikroFarad	μF	10^{-6}
		nanoFarad	nF	10^{-9}
		pikoFarad	pF	10^{-12}

Tablo 1.6: Kapasite Birimlerinin Dönüşümleri

1 mF (miliFarad)	10^{-3} F	1000 μF	1000000 nF
1 μF (mikroFarad)	10^{-6} F	1000 nF	1000000 pF
1 nF (nanoFarad)	10^{-9} F	1000 pF	
1 pF (pikoFarad)	10^{-12} F		

**4**

Örnek : Aşağıda verilen kapasite birimlerinin dönüşümlerinin yapılması.

1. 150 nF = ... μ F
2. 1000 pF = ... nF
3. 0,022 μ F = ... nF
4. 1 nF = ... pF
5. 3300 μ F = ... mF
6. 10000 μ F = ... F
7. 330 pF = ... μ F
8. 0,047 F = ... μ F

Çözüm : Tablo 1.6'dan yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

1. 150 nF = $150/1000 = 0,15 \mu$ F
2. 1000 pF = $1000/1000 = 1$ nF
3. 0,022 μ F = $0,022 \cdot 1000 = 22$ nF
4. 1 nF = $1 \cdot 1000 = 1000$ pF
5. 3300 μ F = $3300/1000 = 3,3$ mF
6. 10000 μ F = $10000/1000000 = 0,01$ F
7. 330 pF = $330/1000000 = 0,00033 \mu$ F
8. 0,0047 F = $0,0047 \cdot 1000000 = 4700 \mu$ F

1.2.2. Kondansatör Çeşitleri

Kondansatörler sabit ve ayarlı kondansatörler olmak üzere iki çeşittir. Sabit kondansatörler genellikle metal plakalar arasında kullanılan dielektrik malzemeye göre isim alır. Yaygın olarak kullanılan kondansatör çeşididir. Kapasite değeri değiştirilemeyen kondansatörler **sabit kondansatör** olarak tanımlanır. Kapasite değeri değiştirilebilen kondansatörlere de **ayarlı kondansatörler** denir. Tablo 1.7'de kondansatör çeşitleri görülmektedir.

Tablo 1.7: Kondansatör Çeşitleri

Sabit Kondansatörler	• Kâğıtlı Kondansatör
	• Film Kondansatör
	• Seramik Kondansatör
	• Mika Kondansatör
	• SMD Kondansatör
	• Elektrolitik Kondansatör
	• Süper Kondansatör
Ayarlı Kondansatörler	• Varyabl (Değişken) Kondansatör
	• Trimer Kondansatör



- **Kâğıtlı Kondansatör:** İki adet metal tabakadan oluşur, iletken yüzeylerden meydana gelir (Görsel 1.19). Metal tabakalar arasında dielektrik olarak kâğıt kullanılır. Kapasite değerleri genellikle 1 nF ile 20 μ F arasındadır.

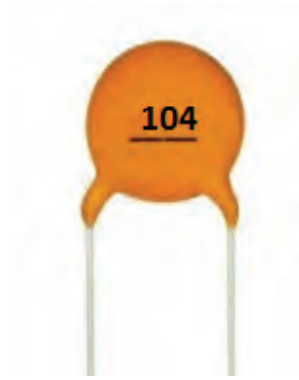


Görsel 1.19: Kâğıtlı kondansatör



Görsel 1.20: Film kondansatör

- **Seramik Kondansatör:** Sırayla dizilmiş metal ve seramik tabakalarından oluşur (Görsel 1.21). Yüksek hassasiyet gerektirmeyen kuplaj ve filtreleme işlemlerinde kullanılır. Seramik kondansatörlerin enerji kayıpları düşüktür. Yüksek frekans için uygundur. Kapasite değerleri küçüktür, nemden ve sıcaklıktan kolay etkilenir. Kutupsuzdur. Şeklinden dolayı **mercimek kondansatör** adı da verilir. Toleransları %20 civarındadır.



Görsel 1.21: Seramik kondansatör



Görsel 1.22: Mika kondansatör

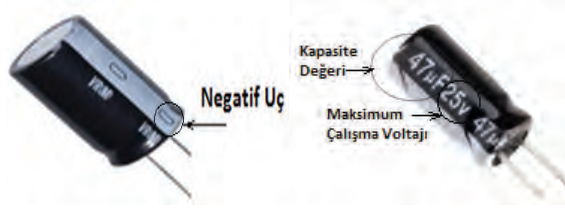
- **SMD Kondansatör:** Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey teması olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş kondansatörlerdir (Görsel 1.23). Gövde boyutları diğer kondansatörlere göre çok daha küçüktür. Daha çok televizyon, video, kamera, cep telefonu, bilgisayar vb. cihazlarda karşılaşılr.



Görsel 1.23: SMD kondansatörler



- **Elektrolitik Kondansatör:** Polarize, yani kutuplu kondansatörlerdir (Görsel 1.24). Alüminyum levhalar arasında dielektrik olarak asit borik eriyiği kullanılır. Negatif (-) uç kondansatörün dış yüzeyini oluşturan alüminyum plakaya bağlıdır. Kullanım alanı oldukça yaygındır. Silindirik yapıdadır. Ters yönde gerilim uygulanmaz. Üzerinde yazılı olan gerilim değeri de maksimum uygulanacak gerilim değeridir. Kapasite değeri de üzerine yazılır. Elektrolitik kondansatörler genellikle çok büyük kapasite değerlerinin gerektiği uygulamalarda kullanılır.



Görsel 1.24: Elektrolitik kondansatörler



Görsel 1.25: Süper kondansatör

- **Varyabl Kondansatör:** Kapasitesi ayarlanabilen kondansatörlerdir (Görsel 1.26). Genellikle eski radyolarda frekans ayarlamak için kullanılmıştır. Ayrıca devrelerde filtre ve başka amaçlar için de kullanılır. Varyabl kondansatörlerin kapasite değeri 50pF - 400pF aralıklarındadır.



Görsel 1.26: Varyabl kondansatör



Görsel 1.27: Trimer kondansatör

- **Trimer Kondansatör:** Cihazların kalibrasyonu (ayarlanması) için kullanılır (Görsel 1.27). Polarize olmayan, yani kutuplu olmayan kondansatörlerdir. Boyutları çok küçüktür. Kapasiteleri genellikle 5-75pF aralığındadır.



1.2.3. Kondansatör Harf ve Rakam Kodları

Büyük silindirik kondansatörlerde kapasite değeri genellikle kondansatörün gövdesi üzerine yazılır. Görsel 1.28’de bir elektrolitik kondansatörün etiket değerleri ve negatif uç göstergesi gösterilmiştir.



Görsel 1.28: Kondansatör etiket değerleri ve negatif uç göstergesi

Birçok kondansatörün gövdesinde kapasite ve tolerans değerlerini tanımlamak için rakamlar ve harfler yazılır. Kondansatörlerin kapasite değerleri pF, nF veya μF cinsinden ölçülür. Seramik kondansatörlerin üzerine kapasite değerini yazmak için çok küçük bir alanı vardır. Genellikle seramik, film kondansatörlerin kapasitesi pF ile ifade edilir. Farklı kodlar için bu değerler arasındaki ilişki Tablo 1.8’de gösterilmiştir. Aralarındaki temel ilişki $1 \mu\text{F} = 1\,000 \text{ nF} = 1\,000\,000 \text{ pF}$ ’dır.

Tablo 1.8: Kondansatör Gövdesi Üzerinde Yazan Rakam Kodları

Kondansatör Üzerinde Yazan Kod	pikoFarad(pF)	nanoFarad(nF)	mikroFarad(μF)
100	10	0,01	0,00001
330	33	0,033	0,000033
470	47	0,047	0,000047
331	330	0,33	0,00033
821	820	0,82	0,00082
102	1000	1	0,001
103	10000	10	0,01
273	27000	27	0,027
104	100000	100	0,1
3W	330000	330	0,33
p22	0,22	0,00022	0,00000022
2p2	2,2	0,0022	0,0000022
n22	220	0,22	0,00022
2n2	2200	2,2	0,0022
047	47000	47	0,047



1.2.4. LCR Metre ile Kondansatör Değerinin Ölçümü

Bobin (L), kondansatör (C) ve direnç (R) ölçmek için kullanılan cihazlara **LCR metre** denir (Görsel 1.29). Bazı multimetre ile de direnç ve kondansatör ölçülebilir. LCR metre, multimetrelere göre çok daha düşük direnç değerlerini, çok küçük değerli kapasiteleri ve çok büyük değerli kapasiteleri de ölçebilir.



Görsel 1.29: LCR metre



2. UYGULAMA

Kondansatör Değerini Hesaplamak ve Ölçümü Yapmak

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda kondansatör değerini hesaplayarak LCR metre ile ölçünüz.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Resimler

Görsel 1.30'da farklı yapıdaki kondansatörler görülmektedir.



Görsel 1.30: Çeşitli kondansatörler



Ölçümleri yapılacak 20 adet kondansatör Tablo 1.9'da gösterilmiştir.

Tablo 1.9: Ölçümleri Yapılacak Kondansatörler

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Polyester	10 adet
Kondansatör	Elektrolitik	5 adet
Kondansatör	Mika	5 adet

- 1. Adım:** Atölye öğretmeniniz tarafından verilen çeşitli kapasite, tip ve yapıdaki kondansatörleri elle ve gözle kontrol ediniz.
- 2. Adım:** Kondansatörlerin üzerindeki harf ve rakamları okuyarak Tablo 1.10'u doldurunuz.
- 3. Adım:** Kondansatörün hesaplanan değerini Tablo 1.10'a kaydediniz.
- 4. Adım:** Kondansatörün LCR metre ile ölçülen değerini Tablo 1.10'a kaydediniz.
- 5. Adım:** Ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki farkı Tablo 1.10'a kaydediniz.
- 6. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.

Tablo 1.10: Kondansatör Değeri Okuma ve Ölçme Uygulaması Sonuçlarını Karşılaştırma

KONDANSATÖR ÜZERİNDEKİ KODLAR	KONDANSATÖRÜN HESAPLANAN DEĞERİ	LCR METRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Kondansatörlerin üzerindeki harf ve rakamlar okundu.		
3. Kondansatör değerleri hesaplandı.		
4. Kondansatörlerin LCR metre ile değerleri ölçüldü.		
5. Ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki fark çıkarıldı.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

1.3. DEVREYE GÖRE BOBİN SEÇİMİ İŞLEMLERİ

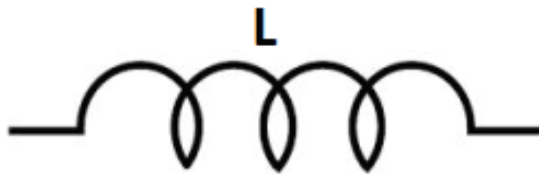
Bobinler daha çok güç kaynaklarında ve sinyal işleme devrelerinde filtre görevinde kullanılır.

1.3.1. Bobin

Bir iletken telin üst üste ya da yan yana sarılması ile üretilen devre elemanıdır. Bobinin birimi Henry (H), simgesi ise L'dir. Görsel 1.31'de bobinler, Görsel 1.32'de ise bobin sembolü görülmektedir.



Görsel 1.31: Bobinler



Görsel 1.32: Bobin sembolü



Bobine AC akım uygulandığında, akımın yönü sürekli değiştiği için bobin etrafında bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan akıma karşı ek bir direnç gösterdiğinden AC devrelerde bobinin akıma gösterdiği direnç artar. DC devrelerde ise bobinin akıma karşı gösterdiği direnç, sadece bobinin üretildiği metalden kaynaklanan omik dirençtir.

Bobinlerin üzerine sarıldığı kısma **makara**, **mandren** ya da **karkas** denir. İletkenin mandren üzerinde bir tur yapışına ise **spir**, **tur** ya da **sarım** denir. Bobin sarımlarında genellikle üzeri vernikli (izoleli) bakır tel kullanılır.

1.3.1.1. Bobinlerde Zıt Elektromotor Kuvveti (EMK)

Bobinin manyetik alanının kendisi üzerinde oluşturduğu gerilime **zıt EMK** adı verilir.

Bobinler zıt EMK ile akımın geçişini geciktirir ve alternatif akımların (AC) 90° geri kalmasına neden olur.

1.3.1.2. Bobin İndüktansını Etkileyen Faktörler

Bobinlerde sarım sayısı, nüvenin cinsi, tel kesiti, sarımlar arası aralık, bobinin biçimi, bobin çapı, sargı tipi, uygulanan AC akımın frekansı vb. faktörler indüktans değerini değiştirir.

1.3.1.3. Bobinlerin AC ve DC Karşısında Davranışları

Bir bobine DC akım uygulandığında indüktif bir akım oluşmaz sadece sabit bir manyetik alan oluşur. Bu alana yaklaştırılan demir, nikel, kobalt vb. maddeler bobin tarafından çekilir. İçinde nüve bulunmayan bobinlerin çekim gücü az olur.

Bobine AC akım uygulandığında ise sarım etrafında oluşan farklı manyetik alanlar nedeniyle akım dolanımına engel olan bir etki ortaya çıkar. Bobinin indüktansına bağlı olarak değişen karşı koyma şiddetine **indüktif reaktans (XL)** denir. Birimi ohm (Ω)'dur.

1.3.2. Bobin Çeşitleri

Bobinler, sabit ve ayarlı olmak üzere ikiye ayrılır.

Sabit bobinler; indüktans değeri sabit olan, değiştirilemeyen bobinlerdir. Nüveli ve nüvesiz olarak çeşitleri vardır. Hava nüveli, ferit nüveli, demir nüveli, toroidal bobin, smd (yüzey montajlı) bobinler olmak üzere çeşitli sabit bobinler bulunur. İndüktans değeri değiştirilebilen, ayarlanabilen bobinler de vardır.

- **Hava Nüveli Bobin:** Nüve olarak hava kullanılır (Görsel 1.33). Yüksek frekanslı devrelerde, genellikle alıcı ve verici devrelerinde, bant geçiren filtre devrelerinde, test cihazlarında kullanılır. Oldukça küçük indüktans değerinde üretilir (13 nH - 132 nH). Omik dirençleri oldukça küçüktür.



Görsel 1.33: Hava nüveli bobin



Görsel 1.34: Ferit nüveli bobin

- **Toroidal Bobin:** Toroid şeklinde sarılmış bobinlerdir (Görsel 1.35). Bobin verimi yüksektir. Toroid bobinler manyetik akımın diğer elemanları etkilememesi istenilen yerlerde kullanılır. Anahtarlama tip güç kaynaklarında, radyo frekans devreleri gibi yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. İndüktansları $1\mu\text{H}$ ile 1H arasında değişebilir.



Görsel 1.36: Demir nüveli bobin

- **SMD Bobin:** Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş bobinlerdir (Görsel 1.37). Boyutları diğer bobinlere göre çok daha küçüktür. Sayısal sistemlerde sıkça kullanılır. Farklı kılıf modellerinde üretilir. Değeri; üzerine rakam, harf veya renkler ile kodlanır.



Görsel 1.37: SMD bobin



Görsel 1.38: Muayyen

- **Ferit Nüveli Bobin:** İndüktansları $1\mu\text{H}$ ile 150 mH arasında değişir. 20 mA ile 4 A arasında çalışacak şekilde üretilir. Anahtarlama mod (SMPS) güç kaynaklarında, tristör(SCR) ve triyak kontrollerinde kullanılır. Görsel 1.34'te ferit nüveli bobin görülmektedir.



Görsel 1.35: Toroidal bobin

- **Demir Nüveli Bobin:** İnce demir sacların birbirlerine yapıştırılmasıyla demir nüve elde edilir (Görsel 1.36). Sarım kısmı, oluşturulan demir nüvenin üzerine yapılır. Demir nüveli bobinlere en güzel örnek transformatörlerdir.

- **Muayyen:** İndüktans değeri bir tornavida yardımıyla nüvenin aşağıya yukarıya hareket ettirilmesi suretiyle değiştirilir. Nüve mandren içine girdikçe değer artar. Dışarıya çıktıkça değer azalır. Görsel 1.38'de alıcı ve verici devrelerinde kullanılan muayyen adı verilen ayarlı bir bobin görülmektedir.

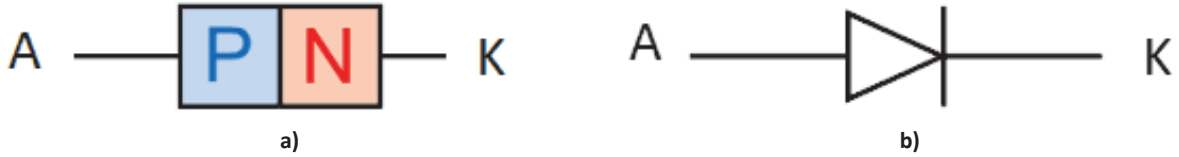


1.4. DEVREYE GÖRE DİYOT SEÇİMİ İŞLEMLERİ

Diyot, temelde akım için tek yönlü bir anahtar olarak işlev gören yarı iletken bir devre elemanıdır. Akımın bir yönde kolayca akmasına izin verir ancak akımın ters yönde akmasını ciddi bir şekilde kısıtlar.

1.4.1. Diyot

Silisyum veya germanyum gibi yarı iletken bir maddeden elde edilen P ve N tipi maddenin birleşiminden oluşan iki bacaklı yarı iletken devre elemanına **diyot** denir. P maddesine karşılık gelen kutbu **anot** (A), N maddesine karşılık gelen kutbu **katot** (K) olarak adlandırılır. Diyotlar, elektrik akımının yalnızca bir yönünde anottan katoda geçişine izin verir. Transistör ve diğer yarı iletken elemanların temelidir. Diyotun anoduna, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbu, katoduna kaynağın negatif (-) kutbu gelecek şekilde gerilim uygulandığında diyot iletme geçer. Görsel 1.39:a'da diyotun yapısı ve Görsel 1.39:b'de diyotun sembolü görülmektedir.

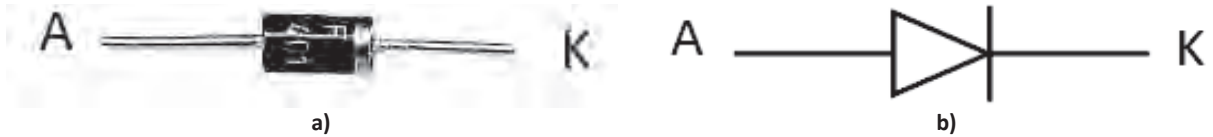


Görsel 1.39: a) Diyotun yapısı b) Diyotun sembolü

1.4.2. Diyot Çeşitleri

Diyotlar, farklı karakteristik özellikleri sayesinde elektrik ve elektronik devrelerde farklı amaçlarda kullanılır.

- **Kristal Diyot:** Doğru kutuplama altında çalışan yani anot ucuna artı (+), katot ucuna eksi (-) geldiğinde tek yönde akım geçiren bir diyot çeşididir. Kristal diyotlar, genellikle alternatif gerilimi doğrultmak, elektronik devrelerde anahtarlama yapmak ve elektronik devreleri ters akımlardan korumak vb. amaçlar için kullanılır. Değişik çalışma gerilimlerine ve akımlarına sahiptir. 1N4xxx ve 1N5xxx serisi elektronik uygulamalarda sıkça kullanılan diyotlardır. Genellikle kristal diyotlarda, katotları gösteren gri veya siyah çizgi kullanılır. Kristal diyotlar elektronik devrelerde "D" harfiyle gösterilir. Doğrultucu diyotların boyutları akım değerlerine göre değişir. Büyük akımlı diyotların kesitleri büyük olur. Görsel 1.40:a'da kristal diyot ve Görsel 1.40:b'de kristal diyot sembolü yer almaktadır.



Görsel 1.40: a) Kristal diyot b) Kristal diyot sembolü

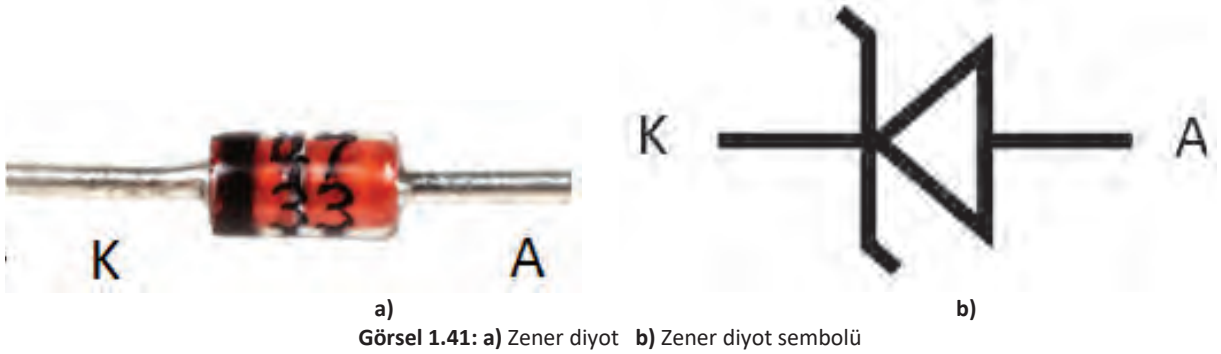
- **Zener Diyot:** Devreye ters bağlandığında yani anoduna eksi (-), katoduna artı (+) gerilim uygulandığında zener gerilimine kadar akım geçirmez, bu gerilim aşıldığında ise uçlarından sabit zener gerilimi görülür.

Zener diyotlar; özellikle güç kaynaklarında, çıkışta sabit gerilim elde etmek için kullanıldığı gibi sabit gerilimde çalışması gereken hassas elektronik devrelerde de kullanılır.

Uygulamada zenerler çalışma voltajlarıyla adlandırılır. 3.3 volt zener, 5.1 volt zener, 9.1 volt zener, 12 volt zener vb.

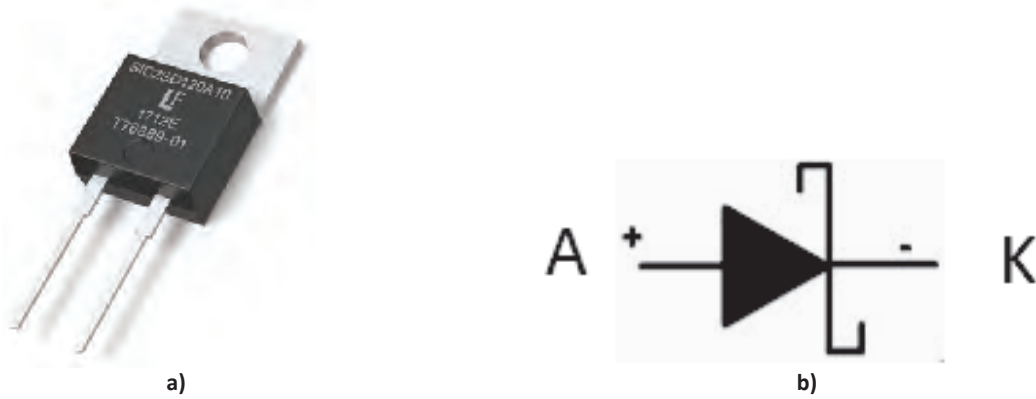


Zener diyotun anoduna artı (+), katoduna eksi (-) gerilim uygulanırsa kristal diyot gibi çalışır. Görsel 1.41:a'da zener diyot, Görsel 1.41:b'de zener diyot sembolü görülmektedir.



Görsel 1.41: a) Zener diyot b) Zener diyot sembolü

- **Schottky (Şotki) Diyot:** Yapısında az bir oranda katkılandırılmış N tipi silisyum (Si) ve bu yarı iletken malzemeye yüzey teması uygulayan bir metal bulunduran diyottur. Schottky diyot yüksek frekanslı devrelerde hızlı iletme geçme ve hızlı kesime gitme tepkisi gösterdiğinden anahtarlama güç kaynakları ve motor sürücü katları gibi elektronik devrelerde sıkça kullanılır. Görsel 1.42:a'da Schottky diyot ve Görsel 1.42:b'de Schottky diyot sembolü görülmektedir.



Görsel 1.42: a) Schottky diyot b) Schottky diyot sembolü

- **LED (Işık Yayan Diyot):** Doğru kutuplama altında çalıştırıldığı zaman ışık yayan elektriksel enerjiyi ışık enerjisi hâline dönüştüren özel katkı maddeli diyotlardır.

Standart LED'de normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan diyot bacağı anot, kısa olan katottur. LED'ler, ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır. LED'lere seri koruma dirençleri bağlanır. LED'e bağlanacak seri koruma direnci aşağıdaki formülle bulunur.

$$R_s = \frac{V_{cc} - V_d}{I_d}$$

R_s : LED'e seri bağlanacak minimum koruma direnç değeri (Ω)

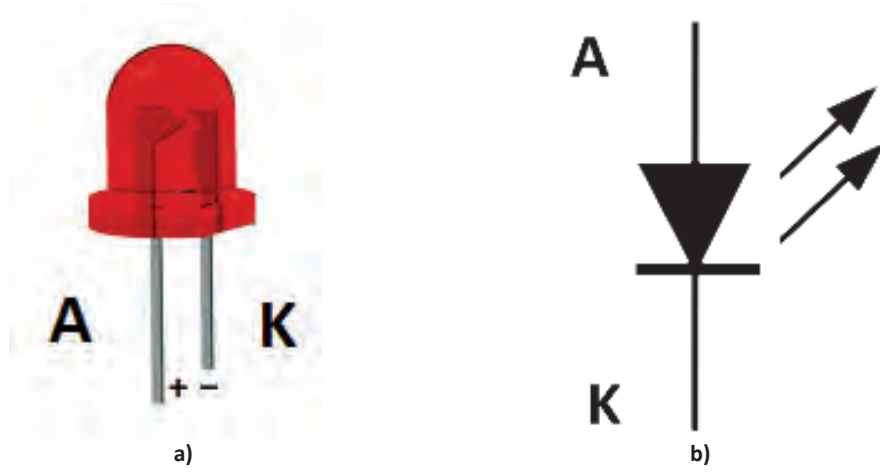
V_{cc} : Besleme voltajı (volt)

V_d : LED'in katalog voltaj değeri (volt)

I_d : LED'in katalog akım değeri (Amper)



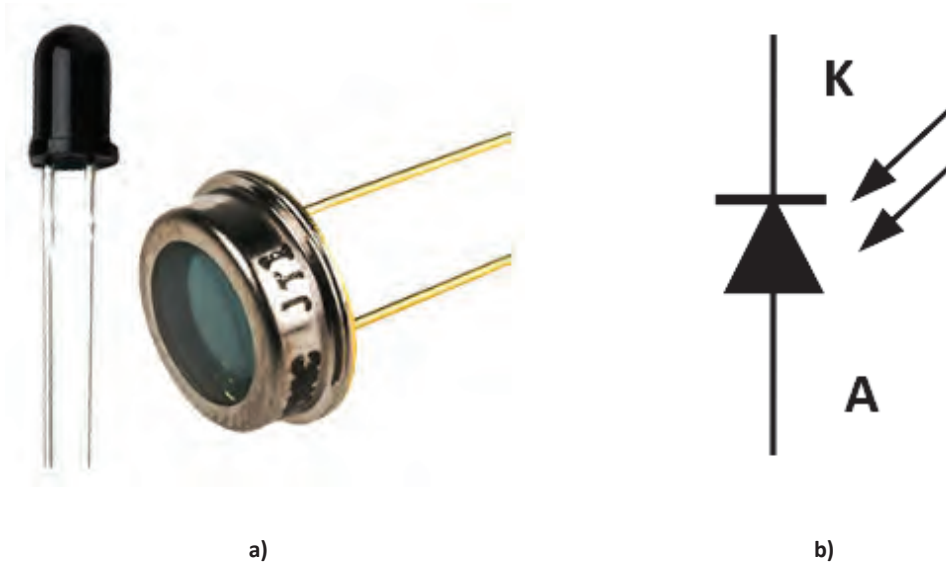
Görsel 1.43:a'da LED ve Görsel 1.43:b'de LED sembolü görülmektedir.



Görsel 1.43: a) LED b) LED sembolü

- **Foto Diyot:** Ters kutuplama gerilimi altında çalışan üzerine düşen ışığın şiddetine bağlı olarak iletme geçen diyotlardır. Foto diyotlarda normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Foto diyotlar ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır ve anoduna eksi (-), katoduna artı (+) gerilim gelecek şekilde devreye ters bağlanır.

Foto diyotlar uzaktan kumanda, alarm sistemi, sayma devreleri, yangın ihbar sistemleri, elektronik hesap makineleri vb. çeşitli elektronik devrelerde kullanılır. Görsel 1.44:a'da foto diyotlar ve Görsel 1.44:b'de foto diyot sembolü görülmektedir.



Görsel 1.44: a) Foto diyotlar b) Foto diyot sembolü

- **IR [Infrared (Kızılötesi)] LED:** LED'in birleşim yüzeyine galyum arsenid (GaAs) maddesi katılmamış hâlidir. IR LED, doğru kutuplama altında çalıştırıldığı zaman görünmez (morötesi, kızılötesi) ışık yayar. IR LED'in yaymış olduğu ışık gözle görülmez ama bazı cep telefon kameraları ile görülebilir. Sembolü LED'le aynıdır.

Infrared LED'lerde normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan bacak anot, kısa olan katottur.



IR LED ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde, özellikle uzaktan kumanda yapımında ve kızılötesi haberleşmede kullanılır. Görsel 1.45:a'da IR LED ve Görsel 1.45:b'de IR LED sembolü görülmektedir.



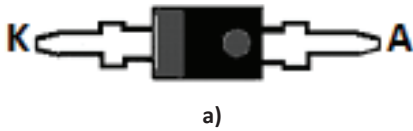
a)



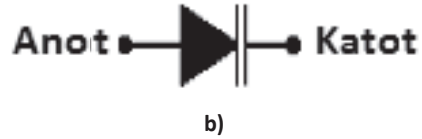
b)

Görsel 1.45: a) IR LED b) IR LED sembolü

- **Varikap Diyot:** Ters kutuplama gerilimi altında çalışan üzerine uygulanan gerilimin şiddetine bağlı ters orantılı olarak kapasite değeri azalan diyotlardır. Varikap diyotlar; osilatörler, radyo alıcıları ve telekomünikasyon gibi alanlarda kullanılır. Varikap diyot, **varaktör** olarak da bilinir. Görsel 1.46:a'da varikap diyot ve Görsel 1.46.b'de varikap diyot sembolü görülmektedir.



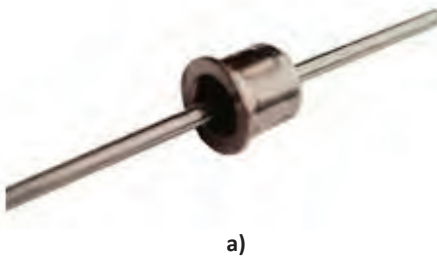
a)



b)

Görsel 1.46: a) Varikap diyot b) Varikap diyot sembolü

- **Tunel Diyot:** Saf germanyum veya saf silisyum maddesine diğer diyotlardan daha fazla katkı maddesi eklenerek elde edilen yüksek hıza sahip diyottur. Tunel diyotlar, çalışma aralıklarında negatif direnç göstermesinden dolayı amplifikatör, osilatör ve yüksek frekanslı anahtarlama devrelerinde kullanılır. Görsel 1.47:a'da tunel diyot ve Görsel 1.47:b'de tunel diyot sembolü görülmektedir.



a)



b)

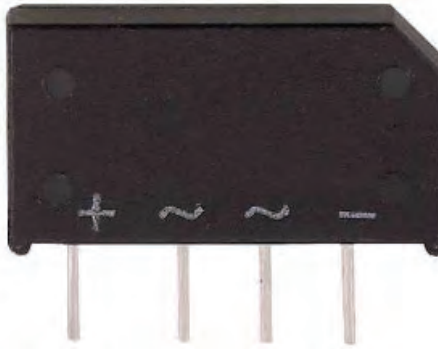
Görsel 1.47: a) Tunel diyot b) Tunel diyot sembolü

- **Köprü Diyot:** Dört adet normal diyotun aynı kılıf içinde tam dalga doğrultma yapacak şekilde bağlanması ile elde edilen diyottur. Çok farklı şekillerde imal edilir.

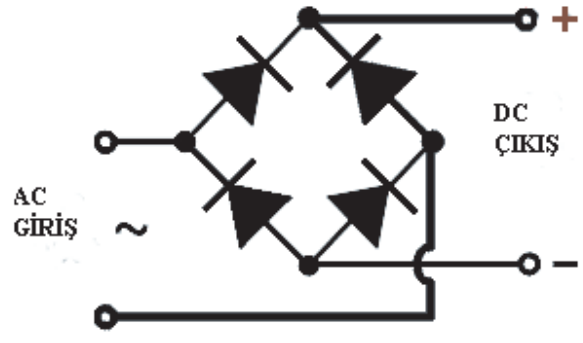
Köprü diyot, dört bacaklı olup iki bacağı AC giriş diğer iki bacağı DC çıkıştır. Genellikle besleme devrelerinin doğrultma katında kullanılır.



Köprü diyot ölçümü yapılırken avometre yarı iletken ölçüm konumuna alınır. Alternatif akım uygulanan uçlara temas ettirildiğinde her iki yönde de açık devre ölçülür. DC çıkış uçlarına (+,-) temas ettirildiğinde ise bir yönde açık devre, diğer yönde ise bir değer gösterecektir. Bu durumda köprü diyot sağlamdır. Görsel 1.48:a'da köprü diyot ve Görsel 1.48:b'de köprü diyot sembolü görülmektedir.



a)



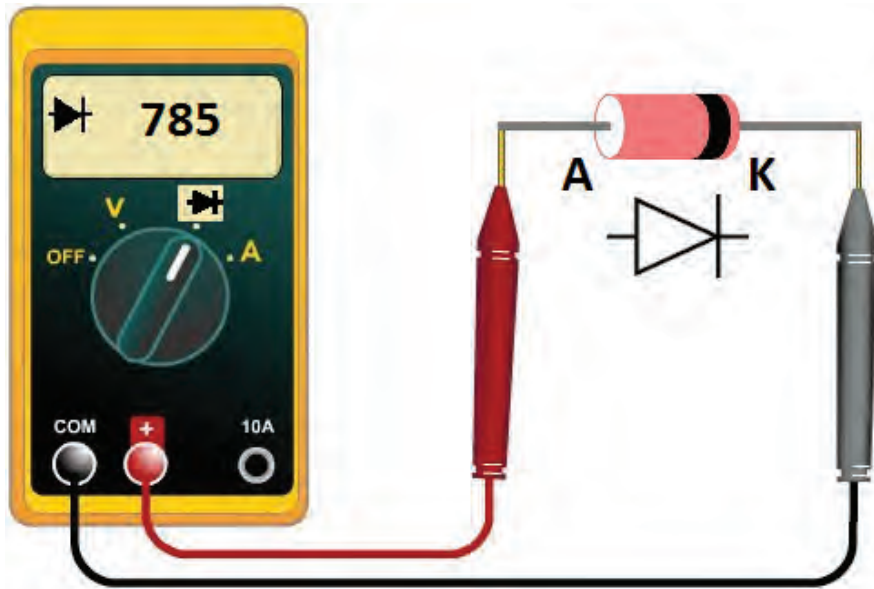
b)

Görsel 1.48: a) Köprü diyot b) Köprü diyot sembolü

1.4.3. Dijital Avometre ile Diyot Sağlamlık Kontrolünün Yapılması

Diyotlarda dijital veya analog avometreler kullanılıp anot ve katot bacaklarından ölçümler yapılarak sağlamlık testi kontrolleri yapılabilir.

Dijital avometrede kırmızı terminal artı (+), siyah terminal (COM) eksi (-) temsil eder. Buna dikkat edildikten sonra dijital avometrenin seçici anahtarı diyot ($\rightarrow|$) kademesine getirilir. Diyotun katot bacağı ölçü aletinin eksi terminali olan siyah probuna (COM), anot bacağı ise ölçü aletinin artı terminali olan kırmızı probuna bağlanır. Bu durumda avometrenin ekranında 500-800 civarında bir değer görülecektir. Diyot doğru kutuplama altındadır (Görsel 1.49).

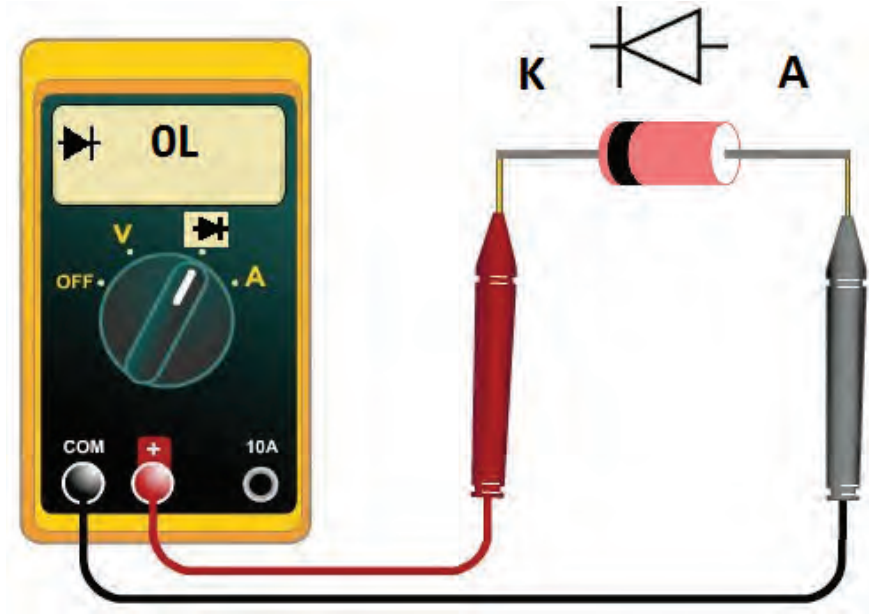


Görsel 1.49: Diyotun doğru kutuplaması

Diyot bacakları veya avometre probaları ters çevrilip diyotun anot bacağı ölçü aletinin eksi terminali olan siyah probuna (COM), katot bacağı ise ölçü aletinin artı terminali olan kırmızı probuna bağlanır. Bu



durumda avometrenin ekranında “1” sayısı veya “OL” yazısı görülecektir. Diyot ters kutuplama altındadır. Bu iki ölçüm sonucuna göre diyot sağlamdır, bir başka deyişle diyot tek yönde akım geçirmektedir. Her iki ölçümde farklı değer gösteriyorsa veya değer göstermiyorsa diyot bozuktur (Görsel 1.50).



Görsel 1.50: Diyotun ters kutuplaması



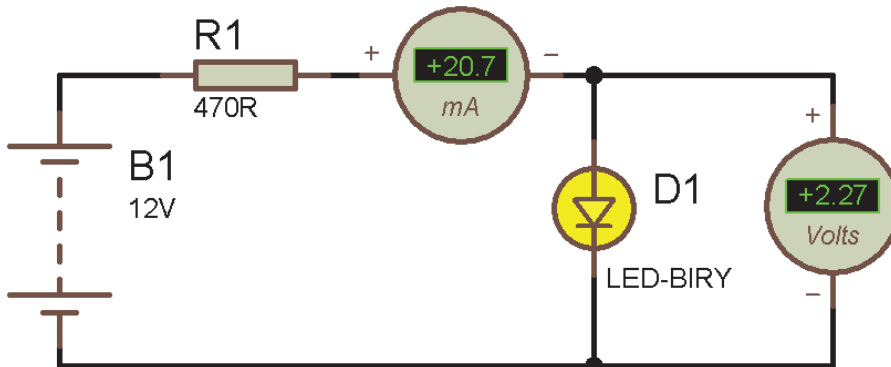
3. UYGULAMA

LED'i Doğru Kutuplandırmak

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda LED'i devreye doğru kutuplandırarak üzerinde ölçümler yapınız.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Resimler



Görsel 1.51: LED'in doğru kutuplandırılması



- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
- 2. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden 470 Ω (470R) direnci parça listesine ekleyiniz.
- 3. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden güç kaynağını (battery) parça listesine ekleyiniz.
- 4. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden LED'i (LED-BIRY) parça listesine ekleyiniz.
- 5. Adım:** Görsel 1.51'de verilen devreyi ölçü aletlerini de ekleyerek çiziniz.
- 6. Adım:** Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.
- 7. Adım:** Ampermetre ve voltmetredeki ölçülen değerleri Tablo 1.11'e yazınız.

Tablo 1.11: LED Üzerinden Geçen Akım ve Gerilim Ölçümleri

LED üzerinden geçen akım	(Amper)	LED üzerine düşen gerilim	(volt)

- 8. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 9. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı bilgisayardan çalıştırıldı.		
3. Elektronik çizim programı kütüphanesinden elemanlar seçildi.		
4. Devreye ölçü aletleri eklendi.		
5. Play butonuna tıklanarak devre çalıştırıldı.		
6. Ampermetre ile ölçülen değerler tabloya kaydedildi.		
7. Voltmetrede ölçülen değerler tabloya kaydedildi.		
8. Çalışma alanı temizlendi.		



1.5. DEVREYE GÖRE TRANSİSTÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ

Yarı iletken maddelerin farklı şekilde birleşimleri ile transistör adı verilen elektronik devre elemanı elde edilir. Transistörler ile bir devreden geçen akım ve gerilim kontrol altına alınabilir. Bunun dışında transistörler yarı iletken anahtarlar olarak da kullanılır.

1.5.1. Transistörlerin Yapısı

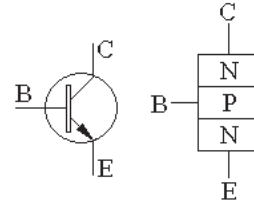
Transistörler N ve P tipi yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle elde edilir. Transistörler, BJT (iki kutuplu) transistör ve FET (alan etkili) transistör olmak üzere iki çeşittir. Transistörler girişine uygulanan sinyalleri yükselterek akım ve gerilim kazancı sağlar. Transistörler anahtarlama elemanları olarak da kullanılır. Transistörlerin kolektör (C), beyz (B) ve emiter (E) olmak üzere üç bacağı vardır. Transistörler farklı kılıf tiplerinde üretilir (Görsel 1.52).



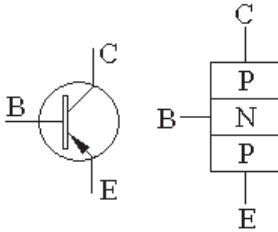
Görsel 1.52: Çeşitli transistör görünüşleri

1.5.2. BJT Transistör Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları

NPN tipi transistörler iki adet N tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde P tipi yarı iletken madde eklenmesi ile elde edilmiştir. P tipi yarı iletken madde beyz, N tipi yarı iletken maddeler kolektör ve emiter uçlarını oluşturur. Görsel 1.53'te NPN transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri görülmektedir.



Görsel 1.53: NPN transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri



Görsel 1.54: PNP Transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri

PNP tipi transistörler iki adet P tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde N tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. N tipi yarı iletken madde beyz, P tipi yarı iletken maddeler kolektör ve emiter uçlarını oluşturur. Görsel 1.54'te PNP transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri görülmektedir.

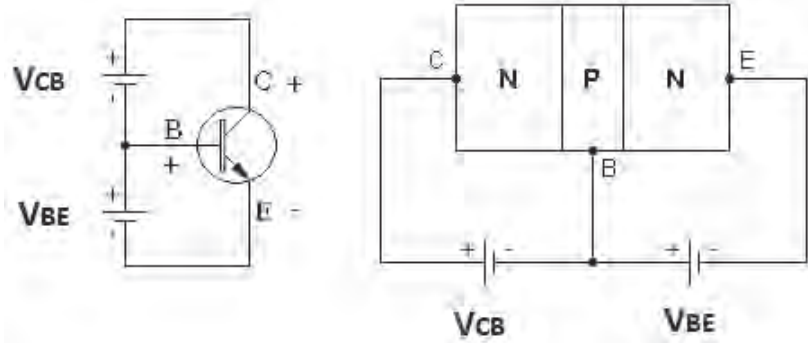
1.5.3. NPN ve PNP Transistörlerin Doğru Kutuplaması

Transistörler akım tabanlı çalıştıkları için beyze uygulanan akım ile kolektörden geçen akım kontrol edilmiş olur. Transistörlerin beyz bacağı doğru yönde kutuplanırsa kolektör ile emiter arası bir akım geçişi sağlanır. Bir transistörün ilettime geçebilmesi için beyz emiter arası (B-E) doğru, beyz kolektör (B-C) arası ters kutuplanmalıdır.

NPN tipi transistörlerde doğru kutuplamayı sağlamak için V_{BE} arasına bağlı gerilim kaynağının pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan beyze (B), kaynağın negatif kutbu N tipi maddeden oluşan emitere (E) bağlanmalıdır. V_{CB} arasına bağlı gerilim kaynağının pozitif kutbu N tipi maddeden oluşan kolektöre (C),

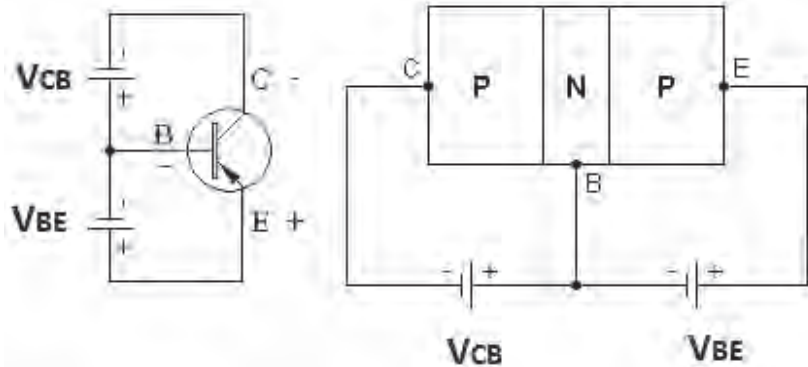


kaynağın negatif kutbu N tipi maddeden oluşan beyze (B) bağlanmalıdır. Bu şekilde gerilim kaynağı bağlantılarının yapılmasıyla NPN transistörün iletme geçmesi sağlanır. Kolektör ve beyz artı (+), emiter eksi (-) ye bağlı olduğu sürece transistör iletimde kalır (Görsel 1.55).



Görsel 1.55: NPN transistörün doğru kutuplanması

PNP tipi transistörlerde doğru kutuplamayı sağlamak için V_{BE} arasına bağlı gerilim kaynağının negatif kutbu N tipi maddeden oluşan beyze (B), kaynağın pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan emitere (E) bağlanmalıdır. V_{CB} arasına bağlı gerilim kaynağının negatif kutbu P tipi maddeden oluşan kolektöre (C), kaynağın pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan beyze (B) bağlanmalıdır. Bu şekilde gerilim kaynağı bağlantılarının yapılmasıyla PNP transistörün iletme geçmesi sağlanır. Kolektör ve beyz eksi (-) emiter artı (+) ya bağlı olduğu sürece transistör iletimde kalır (Görsel 1.56).



Görsel 1.56: PNP transistörün doğru kutuplanması

1.5.4. BJT Transistörlerin Sağlamlık Kontrollerinin Yapılması

Transistörün sağlamlık kontrolü ve bağlantı uçlarının tespiti avometre kullanılarak yapılır.

Dijital avometre ile transistörün sağlamlık ve bağlantı uçlarının tespiti Tablo 1.12'de gösterilmiştir.

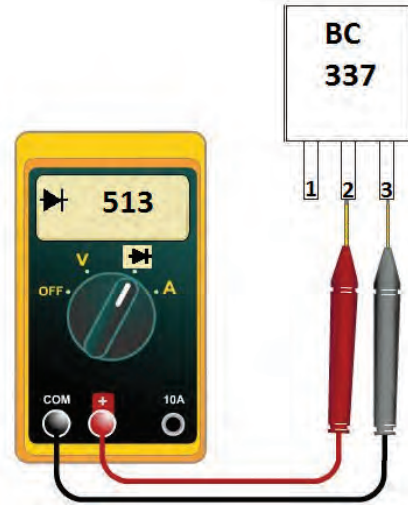
Tablo 1.12: Transistörün Sağlamlık Kontrolü ve Uçlarının Bulunması

Kırmızı Prob 1	Siyah Prob 2	Değer göstermez.
Kırmızı Prob 1	Siyah Prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı Prob 2	Siyah Prob 3	513
Kırmızı Prob 2	Siyah Prob 1	510
Kırmızı Prob 3	Siyah Prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı Prob 3	Siyah Prob 2	Değer göstermez.



Dijital avometre diyot ($\rightarrow$) kademesine alınır. Kırmızı prob artıyı, siyah prob eksiği belirtir. Toplamda en fazla altı ölçüm sonucunda Tablo 1.12'ye benzer bir tablo elde edilir. Kırmızı prob ikide iken; siyah prob üç ve siyah prob birde ölçme değerleri vardır. Kırmızı prob ortak olduğundan transistörün iki numaralı ucu beyzdir. Prob kırmızı, beyz pozitifte iletme geçtiğinden transistörün tipi NPN'dir. Transistör sağlamdır. Tabloya dikkat edilirse ölçülen değerler birbirinden farklıdır. Sayısal olarak küçük olan değer kolektör, sayısal olarak büyük olan değer emiterdir.

Görsel 1.57'de verilen transistör NPN transistördür. Bir numaralı bacak kolektör (C), iki numaralı bacak beyz (B) ve üç numaralı bacak emiterdir (E).

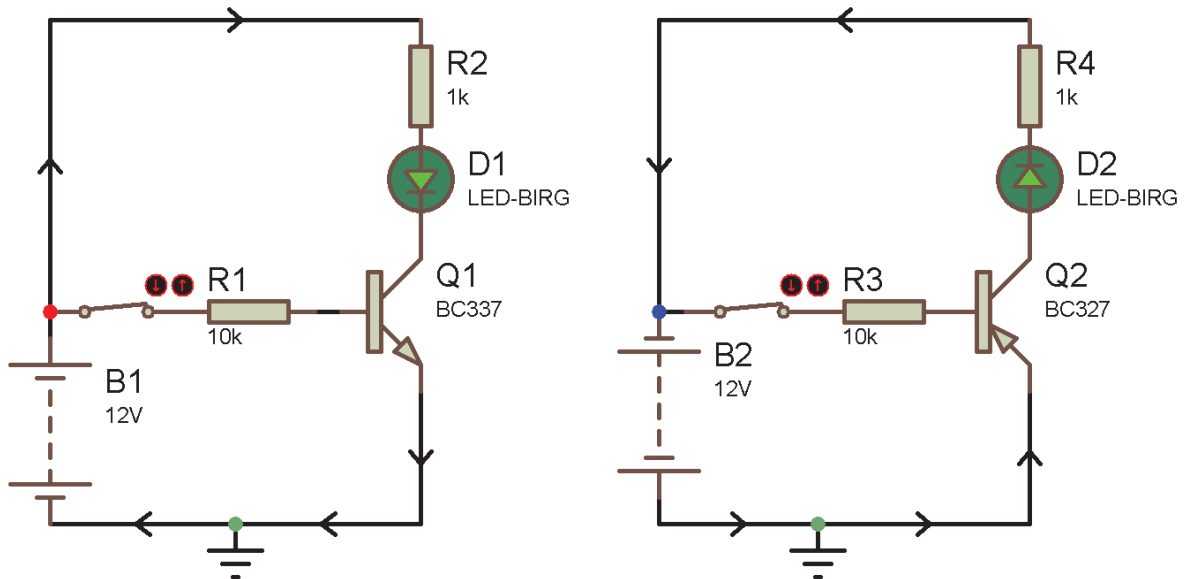


Görsel 1.57: Dijital avometre ile transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespiti

1.5.5. BJT Transistörlerin Anahtar Olarak Kullanılması

Transistörlerin devrede çalışma şekline göre anahtarlama elemanı olarak kullanılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Transistörün anahtarlama elemanı olarak kullanılmasında kesim ve doyum noktası olmak üzere iki çalışma noktası vardır. Transistörün beyz-emiter arasındaki gerilim 0.2 volt - 0.6 volt seviyesine ulaşır beyz-emiter arası akım geçişi sağlandığı zaman kolektörden emitere doğru yüksek bir akım geçişi başlayarak transistör doyum noktasına ulaşır. Böylece transistör doyumda çalışır. Kolektör-emiter arası gerilim yaklaşık sıfır volt seviyesine ulaşır ve kolektör akımı da maksimum seviyeye ulaşır.

Transistörün beyz-emiter arasındaki gerilim sıfır volt seviyesine düşürülürse beyz-emiter arası akım geçişi olmaz. Böylece kolektör-emiter arası akım geçişi olmaz, transistör iletme geçemez. Transistör kesimde çalışır. Kolektör-emiter arası gerilim maksimum seviyesine ulaşır ve kolektör akımı da sıfır olur (Görsel 1.58).



Görsel 1.58: NPN ve PNP transistörün anahtar olarak çalıştırılması



4. UYGULAMA

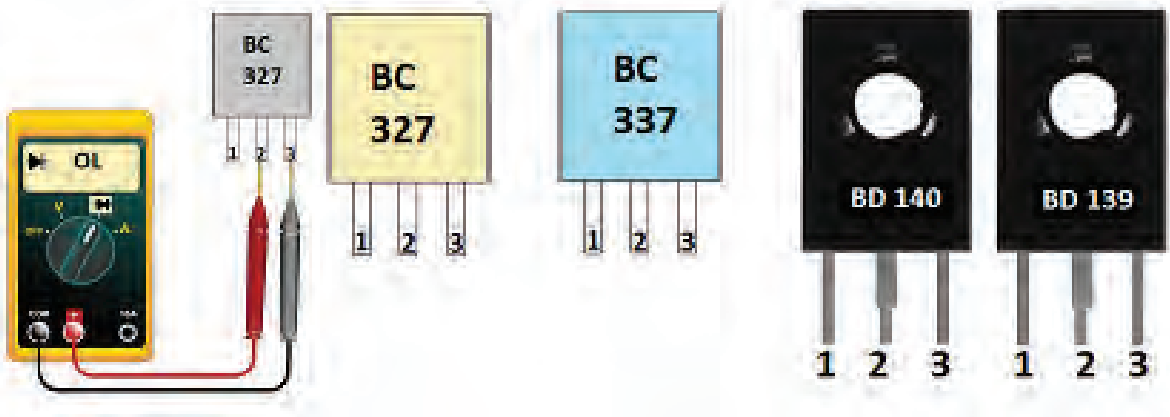
BJT Transistörlerin Sağlamlık Testini Yapmak ve Ayaklarını Bulmak

Süre: 2 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlerin sağlamlık testini yaparak ayaklarını tespit ediniz.

Uygulamaya Ait Şema / Bağlantı Şekli / Görseller

Görsel 1.59’da farklı transistörlerin bacak numaraları görülmektedir.



Görsel 1.59: Transistör bacak numaraları

Adım 1: Tablo 1.13’teki malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 1.13: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Transistör	BC327, BC337, BD139, BD140	4 adet
Avometre	Dijital	1 adet

2. Adım: Transistörlerin Tablo 1.14’e göre ölçümlerini yapınız.

3. Adım: Tablo 1.14’ü doldurarak transistörlerin tipini ve bacak isimlerini bulunuz.

4. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



Tablo 1.14: Transistör Ölçüm Sonuçları

		ÖLÇÜM SONUÇLARI			
		BC 327	BC 337	BD 139	BD 140
Kırmızı Prob 1	Siyah Prob 2				
Kırmızı Prob 1	Siyah Prob 3				
Kırmızı Prob 2	Siyah Prob 3				
Kırmızı Prob 2	Siyah Prob 1				
Kırmızı Prob 3	Siyah Prob 1				
Kırmızı Prob 3	Siyah Prob 2				
Transistör Tipi					
Ayakların isimleri		1	1	1	1
		2	2	2	2
		3	3	3	3



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Transistörlerin ölçümleri yapıldı.		
3. Transistörlerin NPN mi PNP mi oldukları tespit edildi.		
4. Transistörlerin bacak isimleri bulundu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

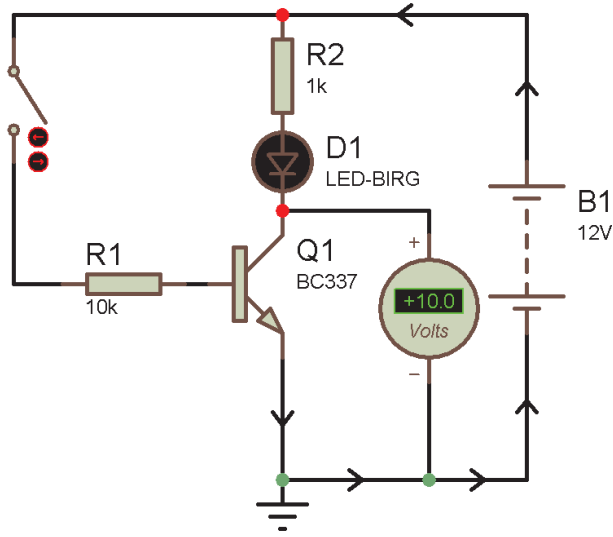


5. UYGULAMA

BJT Transistörü Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanmak

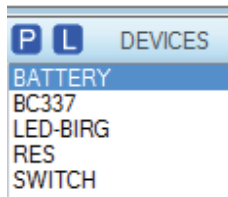
Süre: 2 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda R_1 , R_2 , Q_1 , SWITCH , LED ve B_1 (battery) elemanları ile Görsel 1.60'taki elektronik devreyi çizim programında çizip devre üzerindeki gerilimi ölçünüz.



Görsel 1.60: 5.uygulama devresi

1. **Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
2. **Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden 10 K Ω ve 1 K Ω dirençleri (R_1 , R_2) parça listesine ekleyiniz.
3. **Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden SWITCH'i parça listesine ekleyiniz.
4. **Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden güç kaynağını (battery) parça listesine ekleyiniz.
5. **Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden BC 337 (Q_1)'yi parça listesine ekleyiniz. Görsel 1.61'de seçilen elektronik malzemeler görülmektedir.



Görsel 1.61: Seçilen elektronik malzeme listesi

6. **Adım:** Görsel 1.60'ta verilen devreye ölçü aletini de ekleyerek çiziniz.
7. **Adım:** Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.



- 8. Adım:** Voltmetredeki ölçülen değerleri Tablo 1.15'e yazınız.
- 9. Adım:** SWITCH'i kapatarak voltmetrede ölçülen değerleri Tablo 1.15'e yazınız.
- 10. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 11. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 12. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.

Tablo 1.15: 5.Uygulama Durum Tablosu

	BC 337	
	VCE	LED'in durumu
SWITCH kapalı		
SWITCH açık		

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırıldı.		
3. Elektronik çizim programı kütüphanesinden elemanlar seçildi.		
4. Devre oluşturularak çalıştırıldı.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

1.6. DEVREYE GÖRE TRANSFORMATÖR SEÇİMİ İŞLEMLERİ

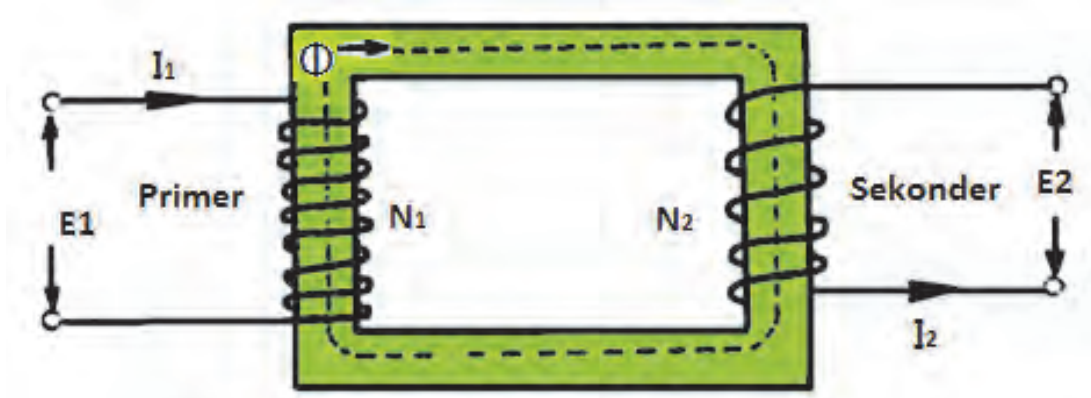
Transformatörlerin çalışma prensibi, elektrik enerjisinin bir iletkenin diğerine manyetik akı vasıtasıyla iletilmesinden meydana gelir.

1.6.1. Transformatör

Transformatörün yapısı en basit hâlde, iki bobinden ve nüveden oluşur. Nüvedeki bobinlerden birinin üzerinde gerilim uygulandığında nüve üzerinde bir manyetik akı oluşur (Φ). Oluşan manyetik akının yönü ve şiddeti sürekli değişir. Bu manyetik akı, çıkış bobini üzerinde bir gerilim indüklenmesini sağlar.



Özetle, ilk bobine uygulanan gerilimden bir manyetik alan meydana gelir ve bu manyetik alan sayesinde bir diğer bobine enerji aktarımı gerçekleşir (Görsel 1.62).

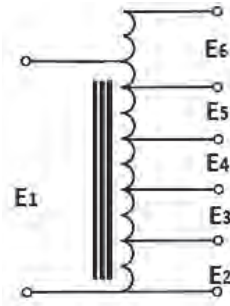


Görsel 1.62: Demir nüveli transformatör ve manyetik akı çizgileri

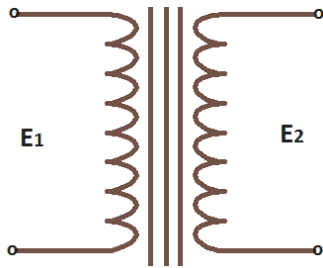
1.6.2. Kullanım Amacına Göre Transformatör Çeşitleri

Uygulama alanlarına ve ihtiyaçlarına göre farklı tipte transformatörler bulunur.

- **Oto Transformatörü:** Bu transformatörlerde tek bir sargı hem primer hem sekonder olarak kullanılır. Daha küçük boyut ile daha yüksek verim elde edilir (Görsel 1.63).



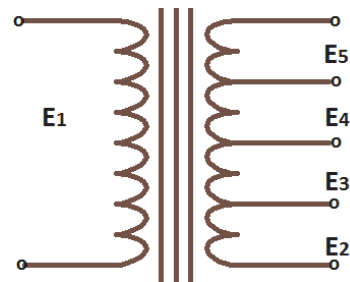
Görsel 1.63: Oto transformatörü



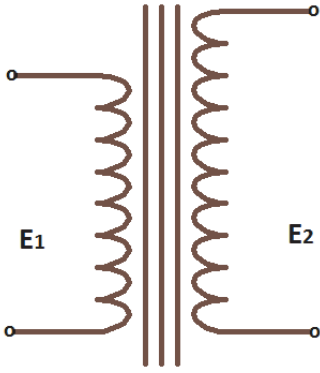
Görsel 1.64: Yalıtım transformatörü

- **Yalıtım (izolasyon) Transformatörü:** Bu tip transformatörlerin amacı gerilimi alçaltmak ya da yükseltmek değil, iki devreyi birbirinden yalıtmaktır. $E_1 = E_2$ (Görsel 1.64).

- **Alçaltıcı Transformatör:** En yaygın kullanıma sahip transformatör tipidir. Sekonder sargının gerilimi primerdeki gerilimden düşük ise yani çıkıştaki gerilim sinyali giriştekenden daha düşük ise bu tip transformatörlere **alçaltıcı transformatörler** denir. Adaptörlerde genelde bu transformatörler kullanılır (Görsel 1.65).



Görsel 1.65: Alçaltıcı transformatör

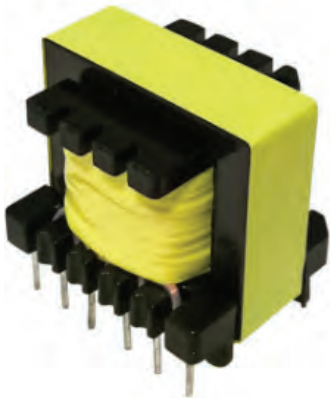


Görsel 1.66: Yükseltici transformatör

- **Toroidal Güç Transformatörü:** Yüksek verimliliğe sahip düşük frekanslı transformatörlerdir. Sabit besleme frekansında voltajın yükseltilmesini ve düşürülmesini sağlar. Toroidal güç transformatörleri, elektrik gücündeki kararsız yüksek frekanslı gürültüyü de ortadan kaldırabilir (Görsel 1.67).

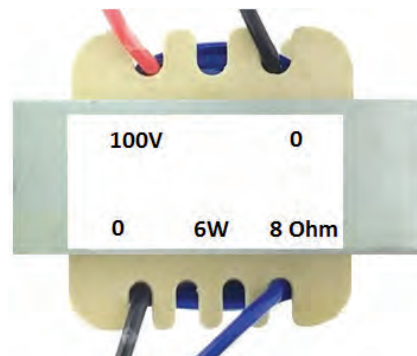


Görsel 1.67: Toroidal güç transformatörü



Görsel 1.68: Yüksek frekans transformatörü

- **Hat Transformatörü:** Müzik ve ses yayını yapılan binalarda (hastane, okul, lokanta vb.) ses sistemini korumak ve sinyal seviyesini dengede tutmak için kullanılan transformatörlerdir. Ses kalitesini yükseltir. Kullanılan hoparlörün gücüne göre hat transformatörü seçilmelidir (Görsel 1.69).



Görsel 1.69: Hat transformatörü



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (...) Dirençler, elektrik akımına karşı zorluk gösteren devre elemanıdır.
2. (...) Bobin (L), kondansatör (C) ve direnç (R) ölçmek için kullanılan cihazlara avometre denir.
3. (...) P ve N tipi maddenin birleşiminden oluşan iki bacaklı yarı iletken devre elemanına diyot denir.
4. (...) Transistorün sağlamlık kontrolü ve bağlantı uçlarının tespiti avometre kullanılarak yapılır.
5. (...) Transformatörün yapısı en basit hâlde, bir bobinden ve bir dirençten oluşur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Dirençler “.....” harfi ile gösterilir.
7. NTC bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı direnci azalır.
8. Mika kondansatörlerde dielektrik maddesi olarak kullanılır.
9. IR LED, doğru kutuplama altında çalıştırıldığı zaman görünmez ışık yayar.
10. NPN tipi transistörler iki adet N tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde tipi yarı iletken madde eklenmesi ile elde edilmiştir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi ortam ışığına göre değişen devre elemanıdır?

- A) LDR B) LED C) NTC D) PTC E) TRİMPOT

12. Aşağıdakilerden hangisinde 4700 Ω değerinde ve $\pm 5\%$ toleransa sahip direncin renk kodları doğru olarak verilmiştir?

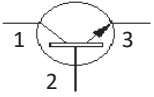
- A) Sarı-mavi-kırmızı-altın B) Sarı-mavi-kırmızı-gümüş
C) Sarı-mor-kahverengi-altın D) Sarı-mor-kırmızı-altın
E) Yeşil-mavi-kahverengi-altın

13.  Yanda verilen şekildeki kondansatörün değeri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

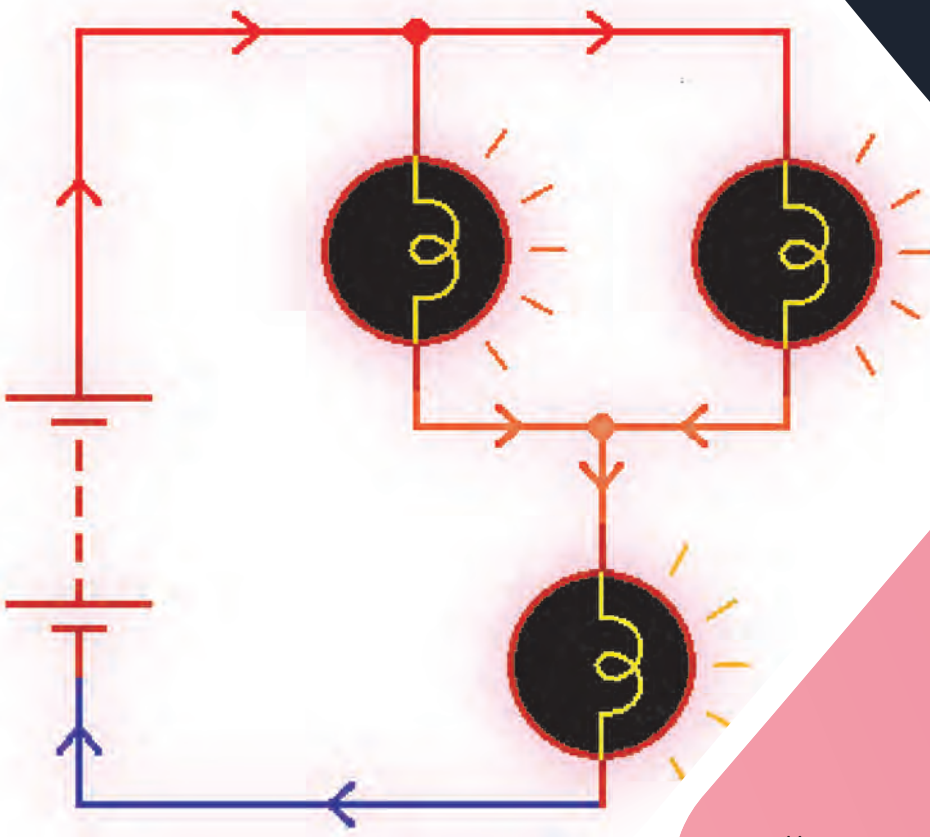
- A) 0.5 μF B) 1 μF C) 105 nF D) 105 pF E) 1 nF

14.  Yanda verilen şekildeki sembol aşağıda verilen diyot türlerinden hangisidir?

- A) Köprü B) Kristal C) Şotki D) Varikap E) Zener

15.  Yanda verilen şekildeki 3 No.lu uç, transistörün hangi ayağını gösterir?

- A) Anot B) Beyz C) Emiter D) Katot E) Kolektör



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27796>

2.

ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL DEVRE UYGULAMALARI

KONULAR

- 2.1. SERİ DEVRE KURMA İŞLEMLERİ
- 2.2. PARALEL DEVRE KURMA İŞLEMLERİ
- 2.3. SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRE KURMA İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Seri devre kurma
- Seri devreler üzerinde akım ve gerilim ölçme
- Paralel devre kurma
- Paralel devreler üzerinde akım ve gerilim ölçme
- Seri-paralel (karışık) devre kurma
- Seri-paralel (karışık) devreler üzerinde akım ve gerilim ölçme

TEMEL KAVRAMLAR

- Direnç
- Voltmetre

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

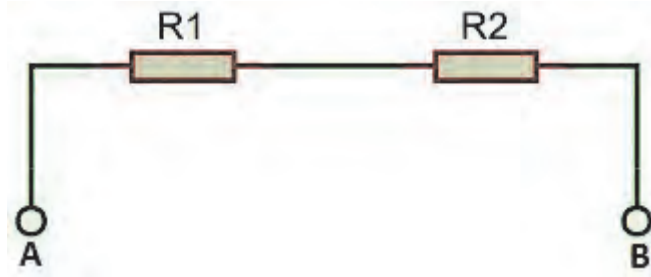
1. Avometre ile gerilim ve akım ölçümünün ne gibi faydaları vardır?
2. Gerilim ve akım ölçümleri yapılamasaydı ne olurdu?

2. TEMEL DEVRE UYGULAMALARI

Seri-paralel (karışık) devrelerinde paralel bağlantıların çözülmesi ve devrenin seri hâle getirilmesi gerekir. Bu öğrenme biriminde seri devre, paralel devre ve seri-paralel (karışık) devrelerin kurulumu ve çözümü anlatılacaktır.

2.1. SERİ DEVRE KURMA İŞLEMLERİ

Seri bağlı devreler, devre elemanlarının aynı hat üzerinde olduğu ve her elemanın çıkışı bir sonrakinin girişine bağlanan devrelerdir. Bütün devre elemanları aynı hat üzerinde olduğundan hepsinden aynı elektrik akım akar. Fakat devre elemanları üzerindeki gerilim farklı olabilir. Görsel 2.1’de seri bağlı dirençler gösterilmiştir.

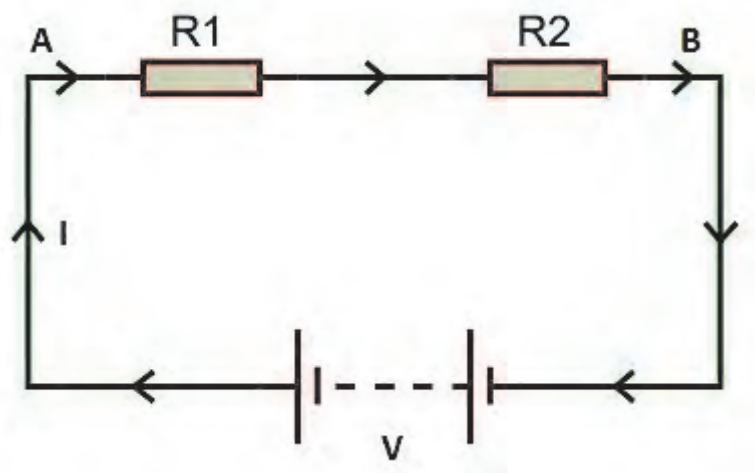


Görsel 2.1: Seri bağlı dirençler

Dirençler birbiri ardınca bağlandığından devrede toplam direnç artar. A ve B arasındaki toplam dirence **eş değer direnç** (R_{es}) ya da **toplam direnç** (R_T) adı verilir. A ve B arasındaki toplam direnç şu şekilde bulunur:

$$R_T = R_1 + R_2$$

Görsel 2.2’de gösterildiği gibi A ve B noktaları arasına gerilim kaynağı bağlanırsa devreden bir akım akar. Bu akıma **devre akımı** (I) adı verilir. Devre akımı tüm dirençlerden eşit olarak akar. Devre akımının birimi amperdir (A). Akım ampermetre ile ölçülür. Ampermetre devreye seri bağlanır.



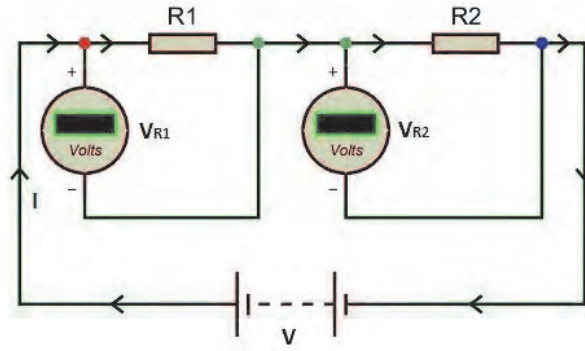
Görsel 2.2: Seri devreden geçen akım



Devre akımı (I) şu şekilde bulunur:

$$I = \frac{V}{R_T}$$

Seri bağlı devrelerde dirençler üzerindeki gerilimler farklı olabileceğinden, her bir direnç için gerilim hesaplanır veya ölçülür. Gerilimin birimi volt (V). Dirençler üzerindeki gerilim voltmetre ile ölçülür. Voltmetre devreye paralel bağlanır.



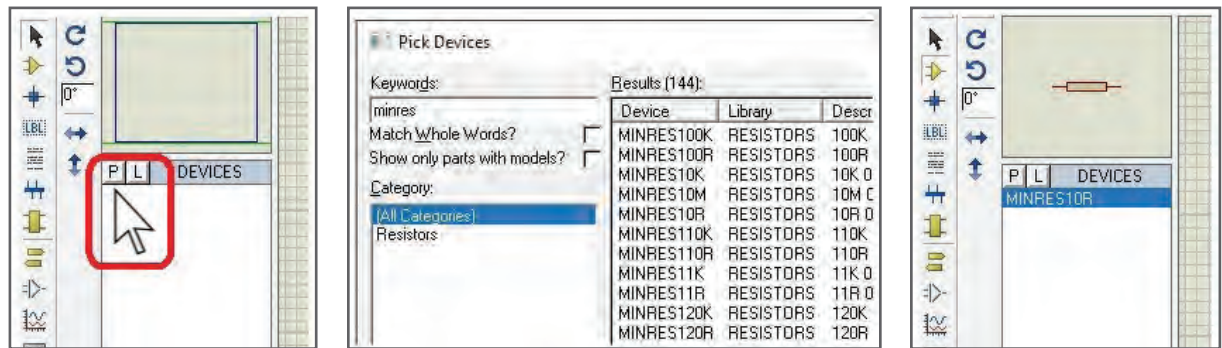
Görsel 2.3: Seri devredeki gerilimler

Görsel 2.3'te gösterilen voltmetrelere dikkat edilirse üzerlerinde V_{R1} ve V_{R2} gerilimleri oluşmaktadır. V_{R1} ve V_{R2} gerilimlerinin toplamı V gerilimini verir. V_{R1} , V_{R2} ve V şu şekilde bulunur:

$$\begin{aligned} V_{R1} &= I \times R_1 \\ V_{R2} &= I \times R_2 \\ V &= V_{R1} + V_{R2} \end{aligned}$$

2.1.1. Seri Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi

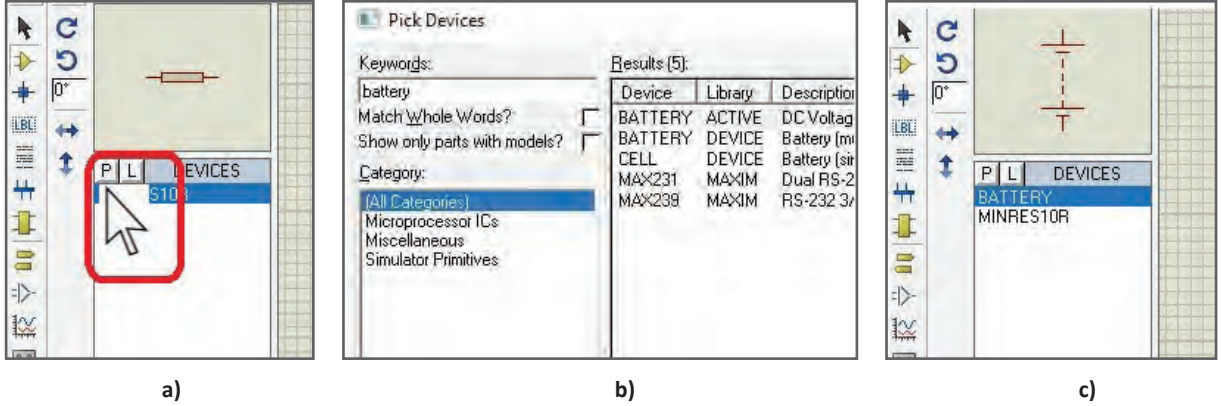
Elektronik devre çizim programları kullanılarak çeşitli elektronik devre çizimleri ve ölçümleri yapılabilir. Elektronik devre çizimi yapılırken öncelikle çizim programı kütüphanesinden elektronik devre elemanları seçilir. Seri bağlı devreye kütüphaneden direnç almak için "P" menüsüne tıklanır (Görsel 2.4:a). Açılan kütüphane sayfasından "keywords" kısmına "minres" yazılarak istenilen direnç seçilir (Görsel 2.4:b). Fare ile çift tıklanarak direnç parça liste kutusuna eklenir (Görsel 2.4:c).



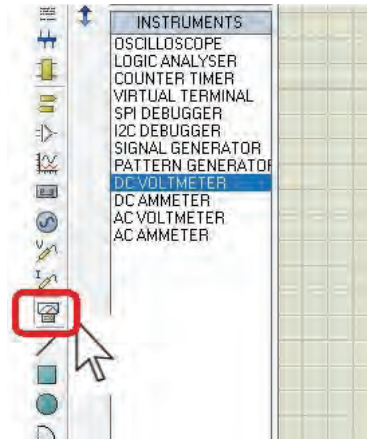
Görsel 2.4: a) Kütüphanenin açılması b) Direnç seçimi c) Direncin parça listesi kutusuna eklenmesi



Kütüphaneden güç kaynağı almak için “P” menüsüne tıklanır (Görsel 2.5:a). Açılan kütüphane sayfasından “keywords” kısmına “battery” yazılarak güç kaynağı seçilir (Görsel 2.5:b). Fare ile çift tıklanarak güç kaynağı parça liste kutusuna eklenir (Görsel 2.5:c).

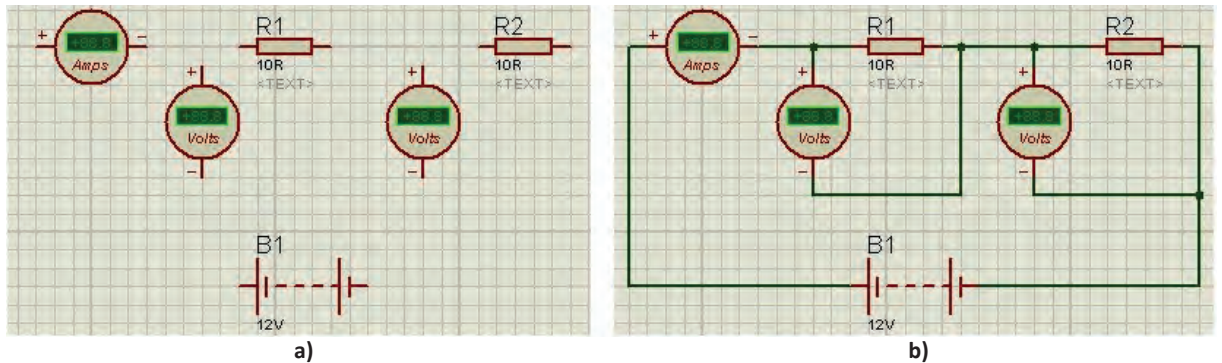


Parça liste kutusundan elektronik devre elemanları seçilerek çizim alanına yerleştirilir. Ölçü aleti kullanılarak ölçüm yapılacak ise “virtual instrument mode” menüsünden kullanılacak ölçü aletleri seçilir (Görsel 2.6). Seri bağlı devre için DC ampermetre ve DC voltmetre seçilir.



Görsel 2.6: Virtual instrument kütüphanesi

Direnç, güç kaynağı, DC voltmetre ve DC ampermetre çizim sayfasına uygun şekilde yerleştirilir (Görsel 2.7:a). Elektronik devre elemanları ve ölçü aletleri arasında elektriksel bağlantı yapılır (Görsel 2.7:b).

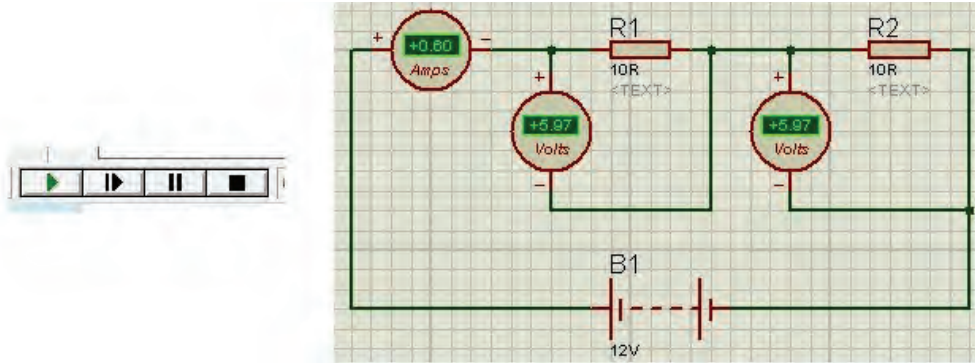


Görsel 2.7: a) Elektronik devre elemanlarının çizim sayfasına yerleştirilmesi

b) Devre elemanlarının elektriksel bağlantısının yapılması



Çizim sayfasının sol alt kısımda bulunan “Play” (Görsel 2.8:a) butonuna tıklanarak devre çalıştırılır. Dirençler üzerinden geçen akım ve dirençler üzerindeki gerilimler ölçü aletlerinden (Görsel 2.8:b) gözlemlenebilir.



Görsel 2.8: a) Elektronik devre çalıştırma menüsü b) Devre elemanlarının akım ve gerilimleri



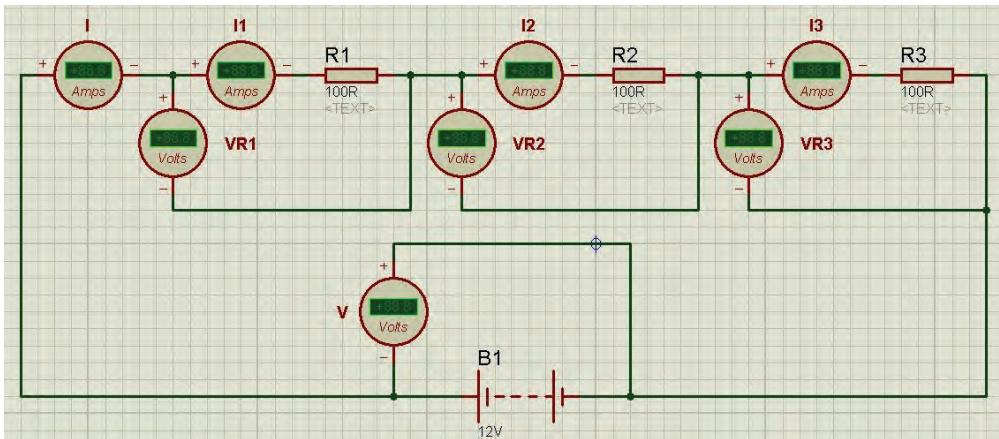
1. UYGULAMA

Seri Bağlı Direnç Devresi Çizmek ve Ölçümünü Yapmak

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda R_1 , R_2 ve R_3 dirençlerini kullanarak seri bağlı direnç devresini elektronik çizim programında çizip devre üzerindeki akım ve gerilimleri ölçünüz.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
- 2. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden $100\ \Omega$ (100R) direnci parça listesine ekleyiniz.
- 3. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden güç kaynağını (battery) parça listesine ekleyiniz.
- 4. Adım:** Görsel 2.9’da verilen seri bağlı devreyi ölçü aletlerini de ekleyerek çiziniz.



Görsel 2.9: Seri bağlı devre



5. Adım: Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.

6. Adım: Ampermetre ve voltmetredeki ölçülen değerleri Tablo 2.1'e yazınız.

Tablo 2.1: Seri Bağlı Devredeki Akım ve Gerilim Ölçümleri

	Amper		Volt
Devreden geçen akım (I)		Devredeki gerilim (V)	
R_1 üzerinden geçen akım (I_1)		R_1 üzerindeki gerilim (V_{R1})	
R_2 üzerinden geçen akım (I_2)		R_2 üzerindeki gerilim (V_{R2})	
R_3 üzerinden geçen akım (I_3)		R_3 üzerindeki gerilim (V_{R3})	

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

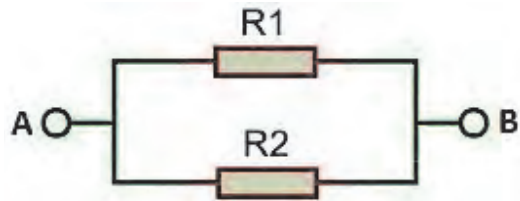


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 2.1 doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

2.2. PARALEL DEVRE KURMA İŞLEMLERİ

Paralel bağlı devreler, devre elemanlarının uçlarının ortak bir noktada birleştirilmesiyle elde edilen devrelerdir. Devre elemanları alt alta bağlanır. Bütün devre elemanlarının uçları ortak noktaya bağlı olduğundan hepsinin üzerine aynı gerilim düşer. Fakat devre elemanları üzerindeki akım farklı olabilir. Görsel 2.10'da paralel bağlı dirençler gösterilmiştir.

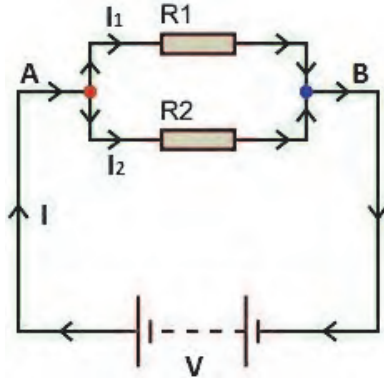


Görsel 2.10: Paralel bağlı direnç

Dirençler ortak noktaya bağlandığından devrede toplam direnç azalır. A ve B arasındaki toplam dirence **eş değer direnç** (R_{es}) ya da **toplam direnç** (R_T) şu şekilde bulunur:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Görsel 2.11'de gösterildiği gibi A ve B noktaları arasına gerilim kaynağı bağlanırsa devreden bir akım akar. Devre akımı (I) ile gösterilir ancak paralel kollarda akım bölüneceğinden I_1 ve I_2 olarak ikiye ayrılır. I_1 ve I_2 akımının değerleri R_1 ve R_2 dirençlerine göre değişiklik gösterebilir. I_1 ve I_2 akımının toplamı I akımını verir.

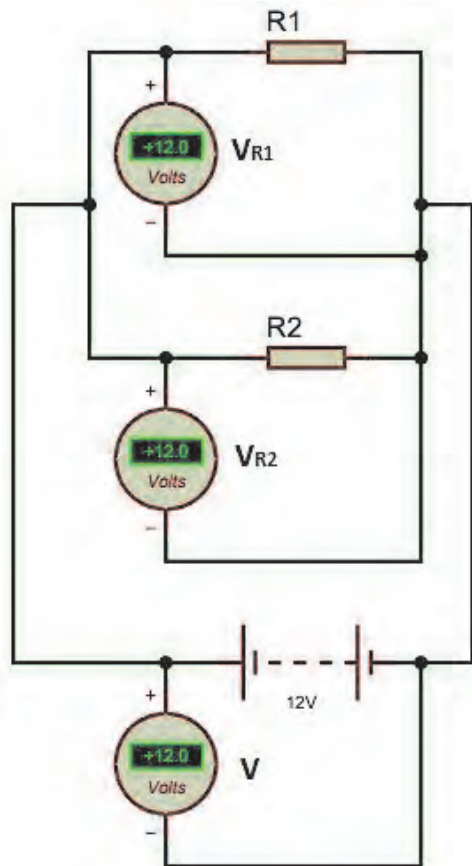


Görsel 2.11: Paralel devreden geçen akım

Devre akan I , I_1 ve I_2 akımı şu şekilde bulunur:

$$I = \frac{V}{R_T} \quad I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Paralel bağlı devrelerde dirençler üzerindeki gerilimler aynıdır. Görsel 2.12'de gösterilen voltmetrelere dikkat edilirse üzerlerine düşen V_{R1} ve V_{R2} gerilimler aynıdır. R_1 ve R_2 dirençleri doğrudan güç kaynağına bağlı olduğundan V_{R1} ve V_{R2} gerilimleri aynı zamanda devredeki güç kaynağı gerilimine (V) eşittir.

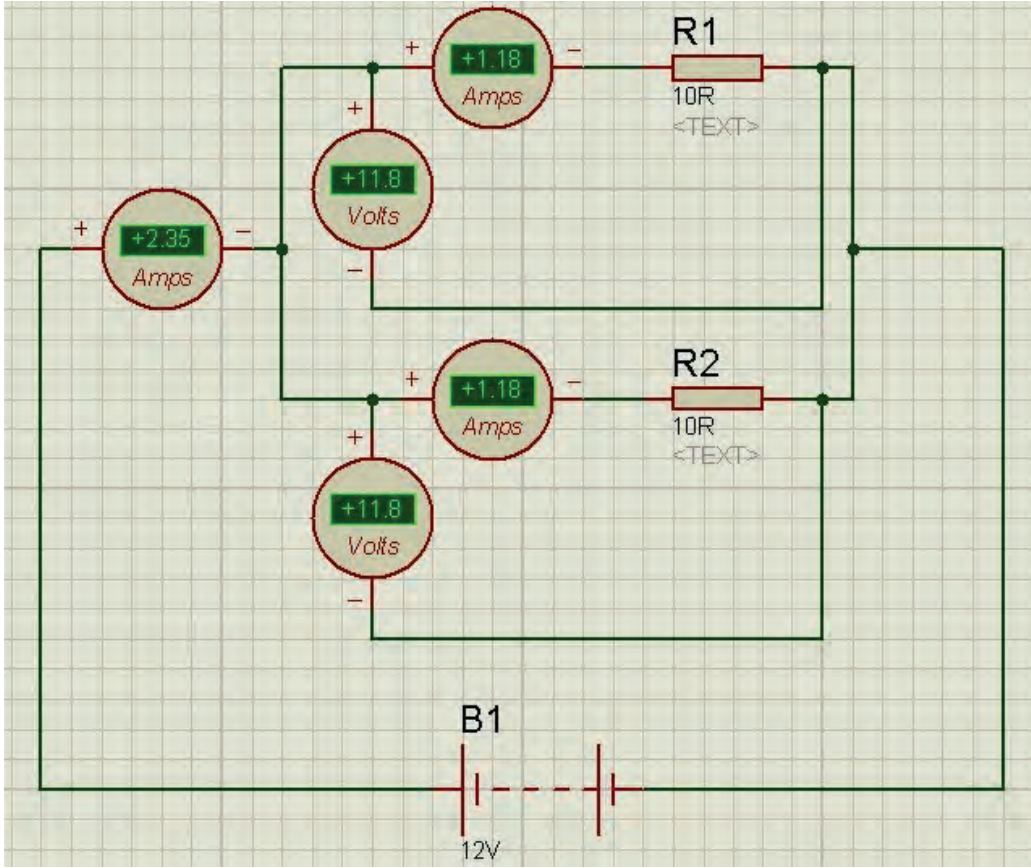


Görsel 2.12: Paralel bağlı devredeki gerilimler



2.2.1. Paralel Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi

Paralel bağlı devre çizimi yapılırken öncelikle çizim programı kütüphanesinden direnç ve güç kaynağı seçilir. Paralel bağlanacak dirençler alt alta yerleştirilir. Ölçüm yapılacak ise ölçü aleti menüsünden ampermetre ve voltmetre çizim sayfasına uygun şekilde eklenir. Paralel bağlı devreye güç kaynağı bağlanıp çalıştırılır ve ölçüm yapılır (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Paralel bağlı devre uygulaması



2. UYGULAMA

Paralel Bağlı Direnç Devresi Çizmek ve Ölçümünü Yapmak

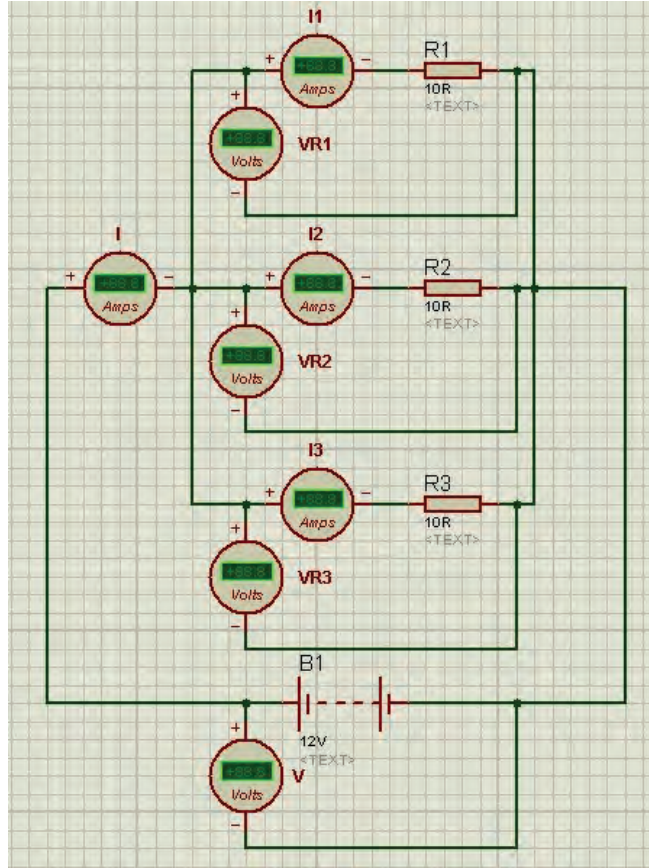
Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda R_1 , R_2 ve R_3 dirençlerini kullanarak paralel bağlı direnç devresini elektronik çizim programında çizip devre üzerindeki akım ve gerilimleri ölçünüz.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
- 2. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden $10\ \Omega$ (10R) direnci parça listesine ekleyiniz.
- 3. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden güç kaynağını (battery) parça listesine ekleyiniz.



4. Adım: Görsel 2.14'te verilen paralel bağlı devreyi ölçü aletlerini de ekleyerek çiziniz.



Görsel 2.14: Paralel bağlı devre

5. Adım: Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.

6. Adım: Ampermetre ve voltmetredeki ölçülen değerleri Tablo 2.2'e yazınız.

Tablo 2.2: Paralel Bağlı Devredeki Akım ve Gerilim Ölçümleri

	Amper		Volt
Devreden geçen akım (I)		Devredeki gerilim (V)	
R_1 üzerinden geçen akım (I_1)		R_1 üzerindeki gerilim (V_{R1})	
R_2 üzerinden geçen akım (I_2)		R_2 üzerindeki gerilim (V_{R2})	
R_3 üzerinden geçen akım (I_3)		R_3 üzerindeki gerilim (V_{R3})	

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

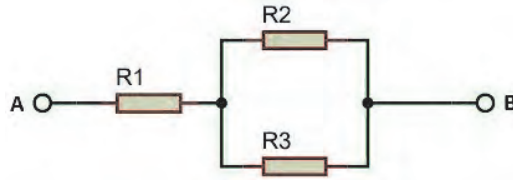


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 2.2 doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

2.3. SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRE KURMA İŞLEMLERİ

Seri-paralel bağlı devreler, seri bağlı devreler ile paralel bağlı devrelerin birleştirilmesiyle elde edilen devrelerdir. Görsel 2.15'te seri-paralel bağlı dirençler gösterilmiştir.



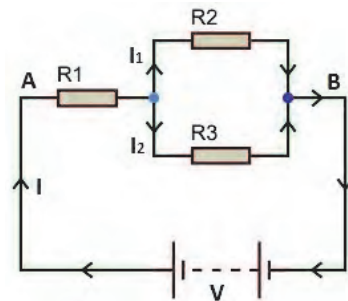
Görsel 2.15: Seri-paralel bağlı direnç

Dirençler seri ve paralel bağlandığından önce paralel koldaki direnç (R_p) hesaplanır. R_p ile R_1 seri bağlı olduğundan dirençler toplanarak A ve B arasındaki toplam direnç (R_T) bulunur. Anlatılanlar formülize edilecek olursa (R_T) şu şekilde bulunur:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_T = R_1 + R_p$$

Görsel 2.16'da gösterildiği gibi A ve B noktaları arasına gerilim kaynağı bağlanırsa devreden bir akım akar. Devre akımı (I) ile gösterilir. I akımı R_1 üzerinden geçer. Ancak paralel kollarda akım bölüneceğinden I_1 ve I_2 olarak ikiye ayrılır. I_1 ve I_2 akımının değerleri R_2 ve R_3 dirençlerine göre değişiklik gösterebilir. I_1 ve I_2 akımının toplamı I akımını verir.

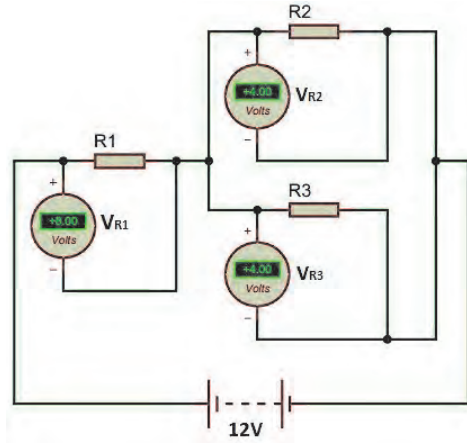


Görsel 2.16: Seri-paralel devreden geçen akım

Devre akan I , I_1 ve I_2 akımı şu şekilde bulunur:

$$I = \frac{V}{R_T} \quad I_1 = I \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad I_2 = I \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

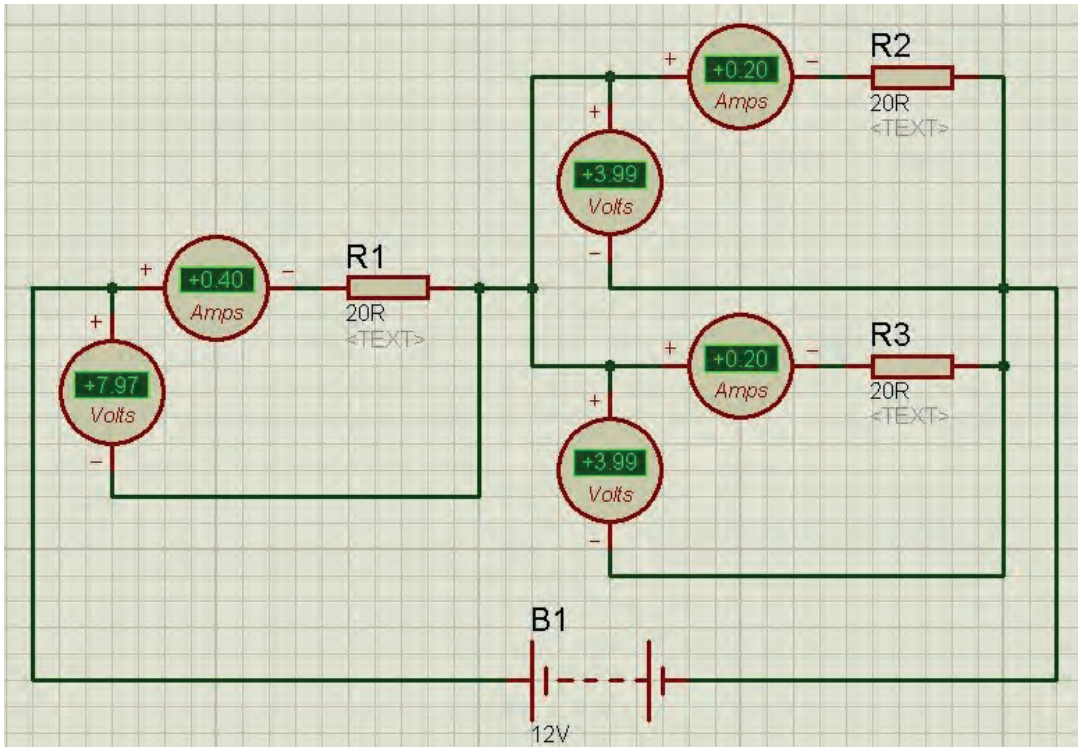
Seri-paralel bağlı devrelerde, paralel bağlı kollaraki dirençlerde gerilimler aynı iken seri bağlı dirençlerde gerilimler farklı olabilir. Görsel 2.17’de gösterilen voltmetrelere dikkat edilirse V_{R1} voltmetresi üzerindeki gerilim farklı iken V_{R2} ve V_{R3} üzerine düşen gerilimler aynıdır. R_1 ve R_p (R_2 ve R_3) seri bağlı olduğundan V_{R1} ve V_p gerilimleri toplamı güç kaynağı gerilimine (V) eşittir.



Görsel 2.17: Seri-paralel bağlı devredeki gerilimler

2.3.1. Seri-Paralel Bağlı Devrelerin Elektronik Çizim Programında Çizilmesi

Paralel bağlı devre çizimi yapılırken öncelikle çizim programı kütüphanesinden direnç ve güç kaynağı seçilir. Paralel bağlanacak dirençler alt alta yerleştirilir. Seri bağlanacak dirençler paralel kolların yanına yerleştirilir. Ölçüm yapılacak ise ölçü aleti menüsünden ampermetre ve voltmetre çizim sayfasına uygun şekilde eklenir. Seri-paralel bağlı devreye güç kaynağı bağlanıp çalıştırılır ve ölçüm yapılır (Görsel 2.18).

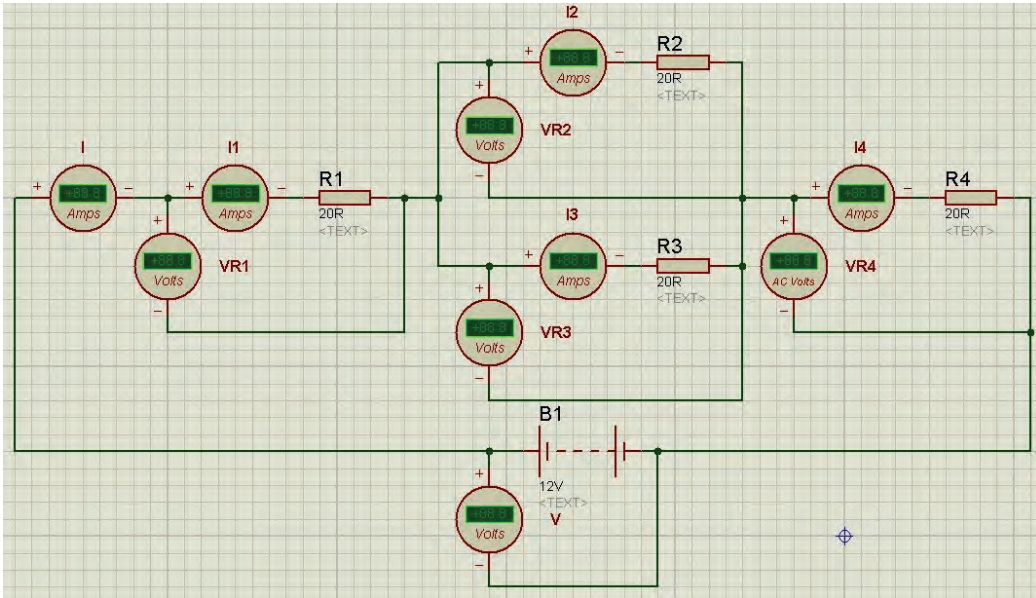


Görsel 2.18: Seri-paralel bağlı devre uygulaması

**3. UYGULAMA****Seri-Paralel Bağlı Direnç Devresi Çizmek ve Ölçümünü Yapmak****Süre: 1 Ders Saati**

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda R_1 , R_2 , R_3 ve R_4 dirençlerini kullanarak seri-paralel bağlı direnç devresini elektronik çizim programında çizip devre üzerindeki akım ve gerilimleri ölçünüz.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
- 2. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden $20\ \Omega$ ($20R$) direnci parça listesine ekleyiniz.
- 3. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden güç kaynağını (battery) parça listesine ekleyiniz.
- 4. Adım:** Görsel 2.19'da verilen seri-paralel bağlı devreyi ölçü aletlerini de ekleyerek çiziniz.



Görsel 2.19: Seri-paralel bağlı devre

- 5. Adım:** Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.
- 6. Adım:** Ampermetre ve voltmetredeki ölçülen değerleri Tablo 2.3'e yazınız.

Tablo 2.3: Paralel Bağlı Devredeki Akım ve Gerilim Ölçümleri

	Amper		Volt
Devreden geçen akım (I)		Devredeki gerilim (V)	
R_1 üzerinden geçen akım (I_1)		R_1 üzerindeki gerilim (V_{R1})	
R_2 üzerinden geçen akım (I_2)		R_2 üzerindeki gerilim (V_{R2})	
R_3 üzerinden geçen akım (I_3)		R_3 üzerindeki gerilim (V_{R3})	



- 7. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 8. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 9. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 2.2 doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

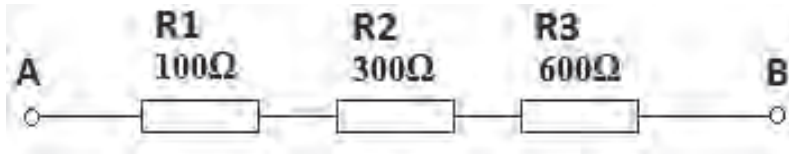
1. (....) Seri bağlı direnç devresinde dirençler peş peşe bağlanır.
2. (....) Seri bağlı dirençli devrede toplam direnç değeri azalır.
3. (....) Seri bağlı dirençli devrede tüm dirençlerden aynı akım geçer.
4. (....) Paralel bağlı dirençli devrede toplam direnç değeri azalır.
5. (....) Paralel bağlı dirençli devrede tüm dirençlerden her zaman aynı akım geçer.

B) Aşağıdaki cümleler de boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Dirençlerin peş peşe bağlanarak elde edilen devreye bağlı direnç devresi denir.
7. Seri bağlı dirençli devrede toplam direnç tüm direnç değerlerinin eşittir.
8. Paralel bağlı dirençli devrede dirençler üzerindeki gerilimler değerdedir.
9. Seri-paralel bağlı devrelerde hem seri hem de bağlantılar vardır.
10. Seri-paralel bağlı dirençli devrede paralel koldaki akımların toplamı akımı verir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11.

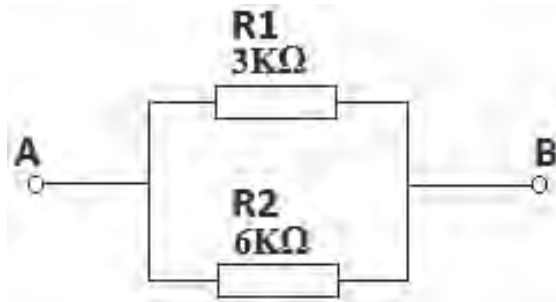


Görsel 2.20: 11.soru görseli

Görsel 2.20'deki devrede A-B uçları arasındaki eş değer direnç değerinin kaç Ω olduğu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 700 B) 900 C) 1000 D) 1100 E) 1200

12.



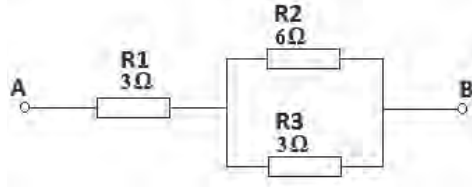
Görsel 2.21: 12.soru görseli

Görsel 2.21'deki devrede A-B uçları arasındaki eş değer direnç değerinin kaç $K\Omega$ olduğu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 9



13.

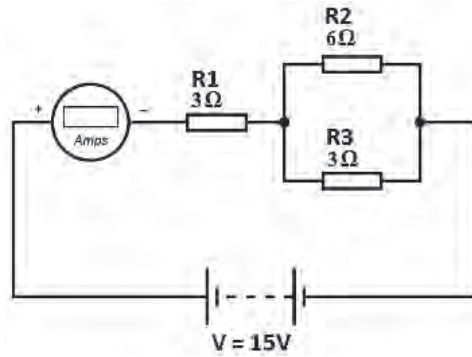


Görsel 2.22: 13.soru görseli

Görsel 2.22'deki devrede A-B uçları arasındaki eş değer direnç değerinin kaç KΩ olduğu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

14.

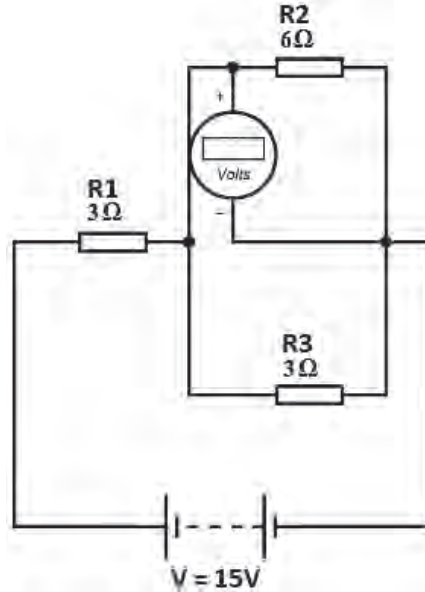


Görsel 2.23: 14.soru görseli

Görsel 2.23'teki devrede ampermetreden geçen akım değerinin kaç amper olduğu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 3

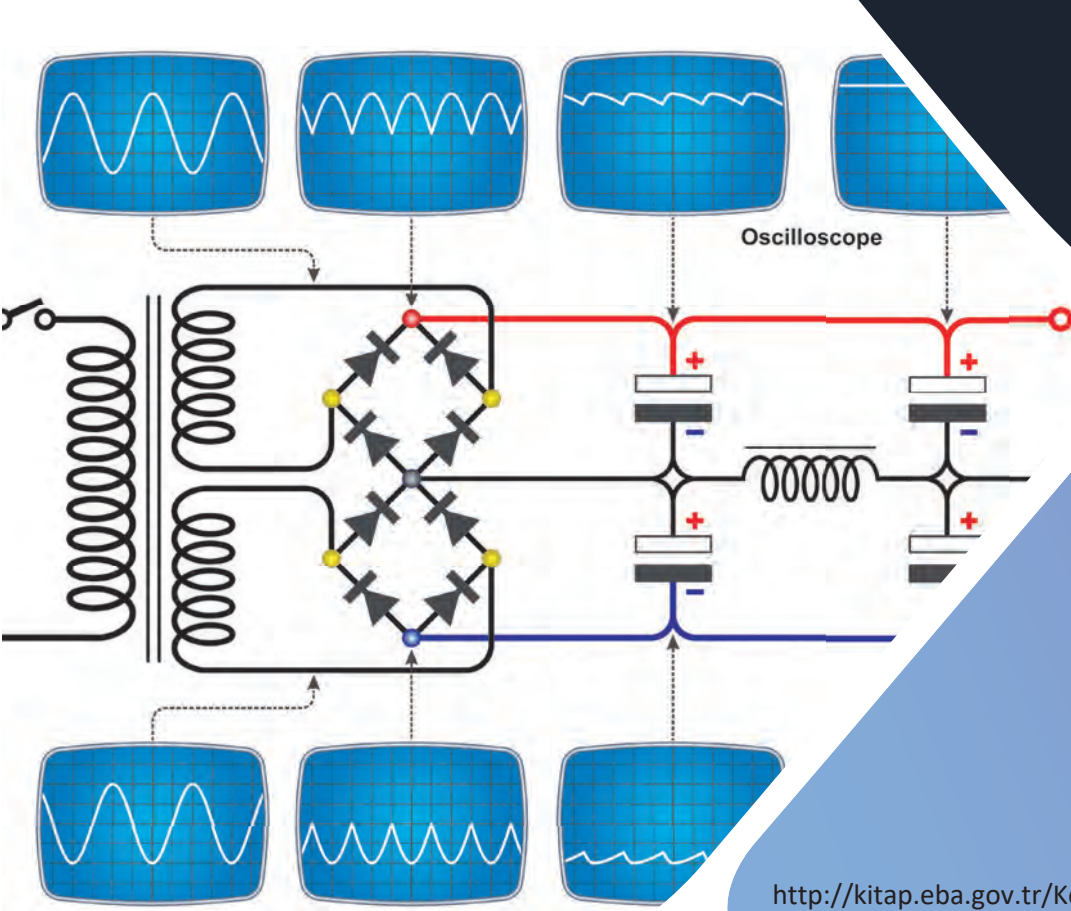
15.



Görsel 2.24: 15.soru görseli

Görsel 2.24'teki devrede voltmetre üzerine düşen gerilim değerinin kaç volt olduğu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27797>

3.

ÖĞRENME BİRİMİ

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

KONULAR

- 3.1. TEKNİĞE UYGUN DOĞRU AKIM DEVRE KURULUMU İŞLEMLERİ
- 3.2. ÖLÇÜM AYGITI YÖNERGELERİNE GÖRE DOĞRU AKIM DEVRESİ ÖLÇME İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Ölçüm aygıtı yönergelerine göre doğru akım devresinde kullanılacak elemanların ölçümleri
- Doğru akım devresi elemanlarının ölçümü esnasında devrenin ve kendisinin güvenliği
- Tekniğe uygun doğru akım devreleri kurma
- Doğru akım devresine transformatör, direnç, kondansatör, diyot gibi devre elemanlarının bağlantılarını yapma
- Doğru akım devresi üzerindeki devre elemanlarının değerlerini ölçme
- Doğru akım devresi devre çıkış sinyalini osilaskop ile ölçme
- Ölçüm aygıtı yönergelerine göre doğru akım devresi ölçme işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

- Direnç
- Kondansatör
- Osilaskop
- Transformatör

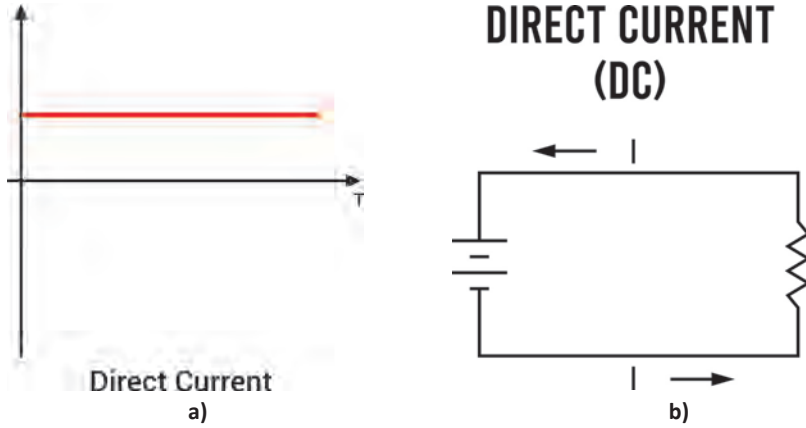
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Enerji iletimini sağlamak için ne gibi kaynaklar kullanılır?
2. Devre elemanlarının değerlerinin ölçümü hangi konularda avantaj sağlar?



3. DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Doğru akım (Direct Current) elektrik yüklerinin tek yönlü sabit olarak hareketine denir. Başka bir ifadeyle zamana göre yönü ve şiddeti değişmeyen akım türüdür (Görsel 3.1). Doğru akım DA veya DC olarak kısaltılabilir.



Görsel 3.1: a) Doğru akım grafiği b) Doğru akım devresi

Doğru akım kaynakları şunlardır:

- **Piller:** Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirir.
- **Dinamolar:** Hareket enerjisini doğru akıma çevirir.
- **Akümülatörler:** Elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan ve gerektiğinde bu enerjinin elektrik enerjisi olarak kullanılmasını sağlayan cihazlardır.
- **Güneş Pilleri:** Işık enerjisini doğru akıma çevirir.
- **Doğrultmaç Devreleri:** Alternatif akımı doğru akıma çeviren devrelerdir.

Doğru akımın kullanıldığı alanlar şunlardır:

- Telekomünikasyon sektörü
- DC elektrik motorları
- Elektronik cihazlar (radyo, televizyon, bilgisayar)
- Elektrikli taşıtlar (metro, tren)
- Elektro-mıknatıslar
- Maden arıtma (elektroliz) ve maden kaplamacılığı (galvonoteknik)

Günümüzde üretilmesi ve iletilmesi zor olduğundan doğru akım yaygın olarak kullanılmamaktadır.

3.1. TEKNİĞE UYGUN DOĞRU AKIM DEVRE KURULUMU İŞLEMLERİ

Bu bölümde devre şemasına göre doğru akım devresi kurulacak, devrenin ve devrede kullanılan elemanların elektriksel ölçümlerinin tekniğe uygun olarak yapılması anlatılacaktır.

3.1.1. Doğru Akım Devrelerinde Devre Elemanlarının Bağlantılarını Yapma

Doğru akım devreleri kurulurken simülasyon programı kullanılacaktır.



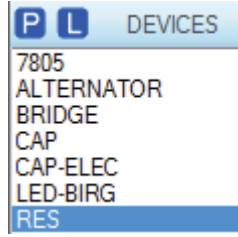
1. UYGULAMA

Doğru Akım Devresi Kurmak (Güç Kaynağı Devresi)

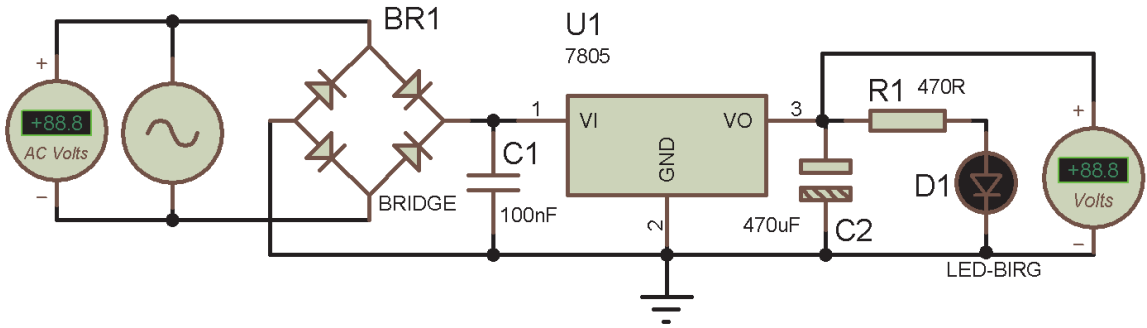
Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda doğru akım güç kaynağı devresini elektronik çizim programında tasarlayınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 3.2:a'daki elemanları kütüphaneden çağırınız (7805, alternator, bridge, cap, cap-elec, led-birg, res).
- 3. Adım:** Görsel 3.2:b'deki devreyi kurunuz.



a)



b)

Görsel 3.2: a) Devices penceresi b) Güç kaynağı devresi

- 4. Adım:** Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.
- 5. Adım:** Devreyi 2. Uygulama ve 3.Uygulamada kullanmak üzere kaydediniz.
- 6. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 7. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



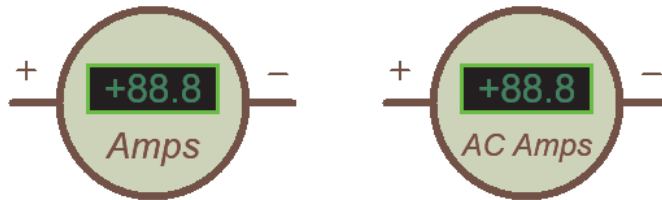
KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Diğer uygulamalarda kullanmak üzere devre kaydedildi.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

3.1.2. Doğru Akım Devrelerinde Devre Elemanlarının Değerlerini Ölçme

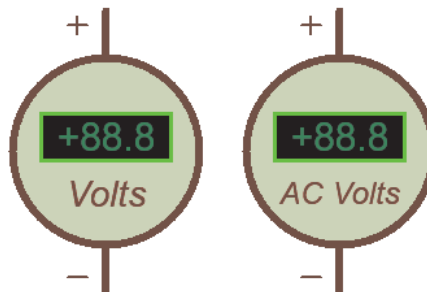
Simülasyon programında çok sayıda ölçü aleti bulunur. Devre üzerinden geçen akımı ve gerilimi ölçmek için simülasyon programından doğru ölçü aleti seçilmelidir.

Ampermetreler analog veya dijital olarak iki ayrı türde kullanılabilen ölçü aletleridir. Ampermetreler ile devreden geçen AC veya DC akımlar ölçülür. (Görsel 3.3). Devreye seri olarak bağlanır. "+" ve "-" uçları bulunan ampermetre devreye bağlanırken "-" ucu akımın devreye giriş yaptığı noktaya, "+" ucu ise akımın devreden çıkış yaptığı noktaya bağlanır.



Görsel 3.3: DC ve AC ampermetre

Voltmetreler gerilim ölçmek için kullanılır. Voltmetreler ile devredeki AC veya DC gerilimler ölçülür (Görsel 3.4). Voltmetre, gerilimi ölçülecek devre elemanına paralel bağlanır.



Görsel 3.4: DC ve AC voltmetre



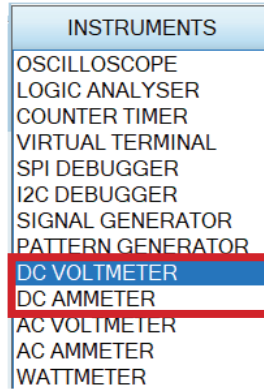
2. UYGULAMA

Doğru Akım Devresinde Akım ve Gerilim Ölçmek

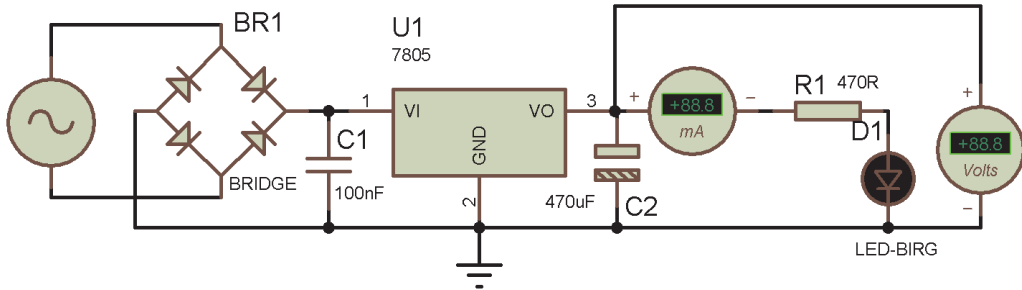
Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda doğru akım güç kaynağı devresini elektronik çizim programında devre üzerindeki akım ve gerilim ölçümlerini yapınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını bilgisayarda çalıştırınız.
- 2. Adım:** 1. Uygulamada tasarlayıp kaydettiğiniz devreyi açınız.
- 3. Adım:** Ölçüm aletlerini eklemek için programın sol penceresinde yer alan butonlardan  basınız.
- 4. Adım:** Instruments (Görsel 3.5) sekmesinde yer alan DC Voltmetre, DC Ampermetreyi seçerek Görsel 3.6'daki gibi devreye bağlayıp ölçümleri yapınız.



Görsel 3.5: Instruments sekmesi



Görsel 3.6: DC voltmetre ve DC ampermetrenin devreye bağlanması

- 5. Adım:** Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.
- 6. Adım:** Ölçüm aletlerinde görülen verileri Tablo 3.1'e yazınız.
- 7. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 8. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 9. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



Tablo 3.1: Güç Kaynağı Devresindeki Akım ve Gerilim Ölçümleri

	DC Amper		DC Volt
Gerilim regülatörünün giriş ucundaki akım		Gerilim regülatörünün giriş ucundaki gerilim	
Gerilim regülatörünün çıkış ucundaki akım		Gerilim regülatörünün çıkış ucundaki gerilim	



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

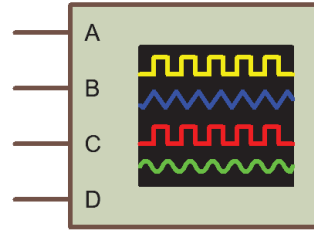


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırıldı.		
3. Ölçüm aletleri kütüphaneden çağrılarak doğru bir şekilde devreye bağlandı.		
4. Devrede akım ve gerilim ölçümleri yapılarak Tablo 3.1 dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

3.1.3. Doğru Akım Devresinde Çıkış Sinyalinin Osilaskop ile Ölçülmesi

Osiloskop, zamana bağlı olarak elektrik gerilimindeki değişimleri görüntüleyen ölçüm cihazıdır. Geniş ölçüm olanaklarına sahip olan osiloskop ile sinyalin dalga şekli, frekansı ve genliği aynı anda görüntülenir. Simülasyon programında tasarım alanına yerleştirilen osilaskobun görüntüsü Görsel 3.7'deki gibidir.



Görsel 3.7: Osilaskop

Dört kanalı bulunan osiloskop ölçüm yapılacak noktalara paralel olarak bağlanır. Bağlantı işlemi tamamlandıktan sonra devre çalıştırılırsa ekrana osiloskop paneli gelir (Görsel 3.8). Osiloskop panelinden istenen ayarlamalar yapılabilir.



Görsel 3.8: Osilaskop paneli



3. UYGULAMA

Doğru Akım Devresinde Devre Çıkış Sinyalinin Osilaskop ile Ölçmek

Süre: 1 Ders Saati

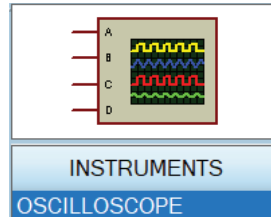
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda doğru akım güç kaynağı devresinin devre çıkış sinyalini ölçünüz.

1. Adım: Elektronik çizim programını bilgisayardan çalıştırınız.

2. Adım: 1. Uygulamada tasarlayıp kaydettiğiniz devreyi açınız.

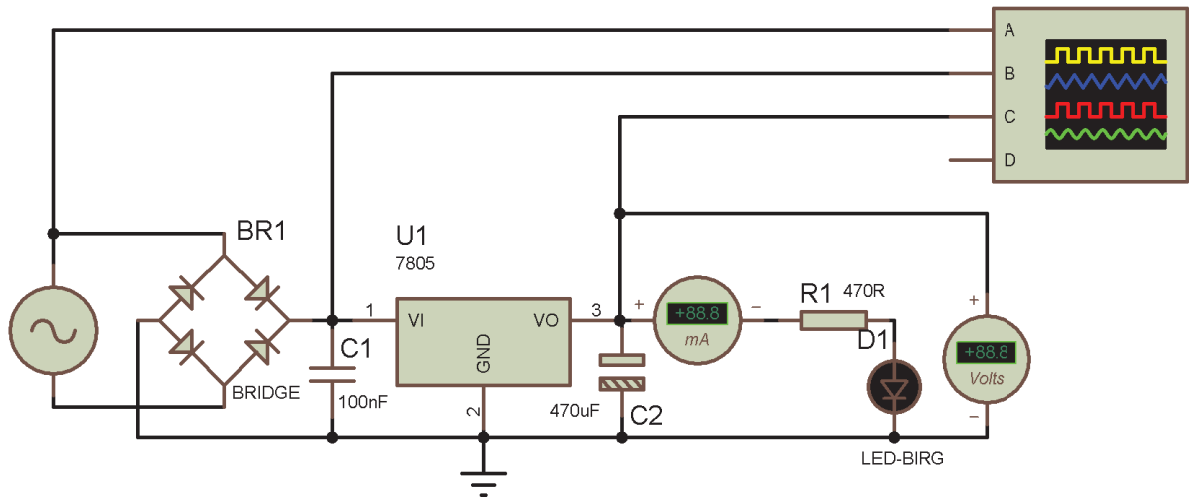
3. Adım: Devreye osilaskop bağlamak için öncelikli olarak  butonuna basınız.

4. Adım: Instruments sekmesinde yer alan Oscilloscope'u seçiniz (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Devreye osilaskop ekleme

5. Adım: Görsel 3.10'daki gibi osilaskobu devreye bağlayarak giriş ve çıkış dalga şekillerini ölçünüz.



Görsel 3.10: Osilaskobun devreye bağlanması

6. Adım: Play butonuna tıklayarak devreyi çalıştırınız.

7. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırıldı.		
3. Osilaskop kütüphaneden çağrılarak doğru bir şekilde devreye bağlandı.		
4. Devrenin giriş ve çıkış dalga şekilleri ölçümleri yapıldı.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

3.2. ÖLÇÜM AYGITI YÖNERGELERİNE GÖRE DOĞRU AKIM DEVRESİ ÖLÇME İŞLEMLERİ

Bu bölümde ölçü aletleri, ölçü aletlerinin devreye nasıl bağlanacağı, devre üzerindeki elemanların değer ölçümlerinin ve sağlamlık kontrollerinin nasıl yapılacağı ve ölçüm esnasında dikkat edilmesi gereken noktalar ele alınacaktır.

3.2.1. Doğru Akım Devresi Elemanlarının Ölçümü Esnasında Devre ve Kendisinin Güvenliğini Sağlama

Akım, voltaj ve direnç değerlerini ölçmek için kullanılan ve hepsinin tek bir cihazla yapıldığı ölçü aletine **multimetre** denir. Analog (Görsel 3.11:a) ve dijital (Görsel 3.11:b) olmak üzere iki çeşit multimetre bulunur.



a)



b)

Görsel 3.11: a) Analog multimetre b) Dijital multimetre



Görsel 3.12: Multimetre kademe ayarı

OFF: Bu kademedede ölçü aleti çalışmaz.

DCV (Doğru Akım Gerilimi): DC gerilim ölçmek için kullanılır.

DCA (Doğru Akım Amperajı): DC akım ölçmek için kullanılır.

ACV (Alternatif Akım Gerilimi): AC gerilim ölçmek için kullanılır.

Ω : Direnç değerini ölçmek için kullanılır.

t °C: Sıcaklık değerini ölçmek için kullanılır.

hFE: Doğru akım kazancı anlamına gelen hFE, transistörleri ve doğru akım kazançlarını test etmek için kullanılan kademedir.

►| : Diyot ölçümü için kullanılır.

•|| : Süreklilik kontrolü için kullanılır.

NPN / PNP: Transistör sağlamlık kontrolü yapmak için kullanılır.

Ölçüm sırasında siyah prob COM soketine, kırmızı prob ise ölçüm çeşidine göre uygun sokete bağlanır.

Akım ölçmek için multimetre (Görsel 3.12) ampermetre kademesine getirilir. Ampermetre kademesinde ölçüm yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Ampermetre devreye seri olarak bağlanmalıdır.
- Devrede akım ölçerken ölçülecek akım çeşidine uygun ampermetre kademesi seçilmelidir (AC ve DC). AC-DC kademe seçiminde hata yapılması ölçülen değer yanlış tespit edilmesine neden olur.
- Doğru akım ölçümü yapılırken "+" ve "-" uçlar doğru bağlanırken alternatif akımda bu farklılık gözetilmez. Aksi hâlde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar, dijital ölçü aletlerinde değer önünde eksi işareti görünür.
- Enerji altında devreye ampermetre bağlantısı yapılmamalıdır.
- Ölçüm esnasında prob uçlarına kesinlikle dokunulmamalıdır.
- Ampermetrede kademe ayarı yapıldıktan sonra prob uçları bağlanmalıdır.

Gerilim ölçmek için multimetre (Görsel 3.12) voltmetre kademesine getirilir. Voltmetre kademesinde ölçüm yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Voltmetre devreye paralel olarak bağlanmalıdır.
- Voltmetre, gerilimi ölçülecek kaynağa veya alıcının uçlarına bağlanmalıdır.
- Gerilimin ölçme sınırı ölçülecek gerilimin değerinden mutlaka büyük olmalıdır.
- Alternatif gerilim ölçmelerinde voltmetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda "+" ve "-" uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar, dijital ölçü aletlerinde gerilim değeri önünde eksi işareti görünür.
- Enerji altında, sabit voltmetrelerin bağlantısı yapılmamalı ve yapılmış bağlantıya müdahale edilmemelidir. Ancak taşınabilir ve probalar vasıtası ile ölçüm yapılabilecek voltmetreler ile gerekli önlemler alındıktan sonra ölçüm yapılabilir.
- Ölçüm esnasında prob uçlarına kesinlikle dokunulmamalıdır.
- Yanlış gerilim kademesinde ölçüm yapmak sonucun hatalı olmasının yanında, ölçü aletine de zarar verir.

Devrede ölçüm işlemleri yapılırken atölye öğretmenin gözetiminde çalışılmalıdır.



3.2.2. Doğru Akım Devresinde Kullanılacak Elemanların Ölçümlerini Yapma

Multimetrenin ayarı ölçüm yapılacak devre elemanın türüne göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar aşağıdaki gibidir.

1. **Direnç:** Direnç değerini ölçmek için multimetre Ω (ohm) işaretinin olduğu kademeye getirilir. Değeri ölçülmek istenen direncin bacaklarına problar bağlanarak direncin kaç ohm olduğu bilgisi ekranda görüntülenir (Direnç ölçümü yapılırken ölçüm uçlarına elle temas edilmez.).
2. **Transformatör:** Transformatör sağlamlık kontrolü multimetrenin direnç kademesinde yapılır. Siyah prob com soketine, kırmızı prob ise Vma soketine bağlanır. Alçaltıcı transformatörün primer sargısının direnç değeri sekonder sargısından yüksek olmalı ve iki sargı arasında direnç değeri göstermemelidir.
3. **Kondansatör:** Kondansatörün değer ölçümü yapılırken multimetre (C) kademesine getirilir. Uygun kademe seçilerek kondansatör değeri ölçümü yapılır.

Kondansatörün sağlamlık testini yapmadan önce üzerinde depolanan enerji kısa devre yapılarak boşaltılmalıdır. Multimetre ' Ω ' konumuna alınır. Kondansatör uçlarına problar temas ettirilir. Multimetrenin ekranında kondansatörün yavaş yavaş şarj olduğu gözlenir. Ekranda görülen değer maksimum değere ulaşınca problar ters çevrilir. Ekranda maksimum (-) negatif değer görülecektir. Önce deşarj olarak sıfıra (0) inecektir. Sonra pozitif maksimum değere kadar tekrar yükselecektir. Hiç değer okunmadığında veya sabit bir değer görüldüğü durumda kondansatör bozuktur denilebilir.

Kondansatörlerin daha sağlıklı olarak test edilmesi ve kapasite değerlerinin ölçülebilmesi için LCR metreye ihtiyaç vardır.

4. **Diyot:** Diyotu ölçmek için multimetre $\rightarrow|+$ kademesine getirilir. Ölçümü yapılacak diyotun katot ucu ölçü aletinin COM (-) (siyah prob) soketine, anot ucu da V (kırmızı prob) simgesinin yer aldığı sokete bağlanır. Doğru kutuplama yapıldığı için ekranda bir değer görülecektir. Probların yerleri değiştirilerek tekrar ölçüm yapılır. Sonsuz direnç değeri gösterir ise diyot sağlamdır. Probların her iki konumunda da değer gösteriyor ya da değer göstermiyorsa diyot bozuktur.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Işık enerjisini doğru akıma çevirmek için güneş pilleri kullanılır.
2. (.....) Doğrultmaç devreleri doğru akım kaynaklarındandır.
3. (.....) Voltmetreler devreye seri olarak bağlanır.
4. (.....) Osilaskop, işaretin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda belirlenebilmesini sağlar.
5. (.....) Enerji altında devreye ampermetre bağlantısı yapılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Zamana göre yönü ve şiddeti değişmeyen akıma denir.
7. Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirerek depo eden cihaza denir.
8. Simülasyon programında devrede kullanılacak olan elemanlar penceresine eklenir.
9. Transistörleri ve doğru akım kazançlarını test etmek için multimetrede kademesi kullanılır.
10. Multimetre ekranında zamanla direnç değeri görüntülenirse kondansatör sağlamdır.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi doğru akımı alternatif akıma çevirmek için kullanılır?

- A) Doğrultmaç devreleri B) Elektrik motorları C) Galvanoteknik
D) Mıknatıslar E) Redresör

12. Aşağıdakilerden hangisi ampermetre ile ölçüm yaparken dikkat edilmesi gereken kurallardan biri değildir?

- A) Ampermetre devreye seri olarak bağlanır.
B) Devreden geçen akım çeşidine uygun ampermetre seçilmelidir.
C) Doğru akım devresinde bağlantı uçları ters bağlanabilir.
D) Kademe ayarı yapıldıktan sonra prob uçları devreye bağlanmalıdır.
E) Ölçüm esnası devre yalıtkan zemine konularak ölçüm yapılmalıdır.

13. Aşağıdakilerden hangisi doğru akım kaynaklarından biri değildir?

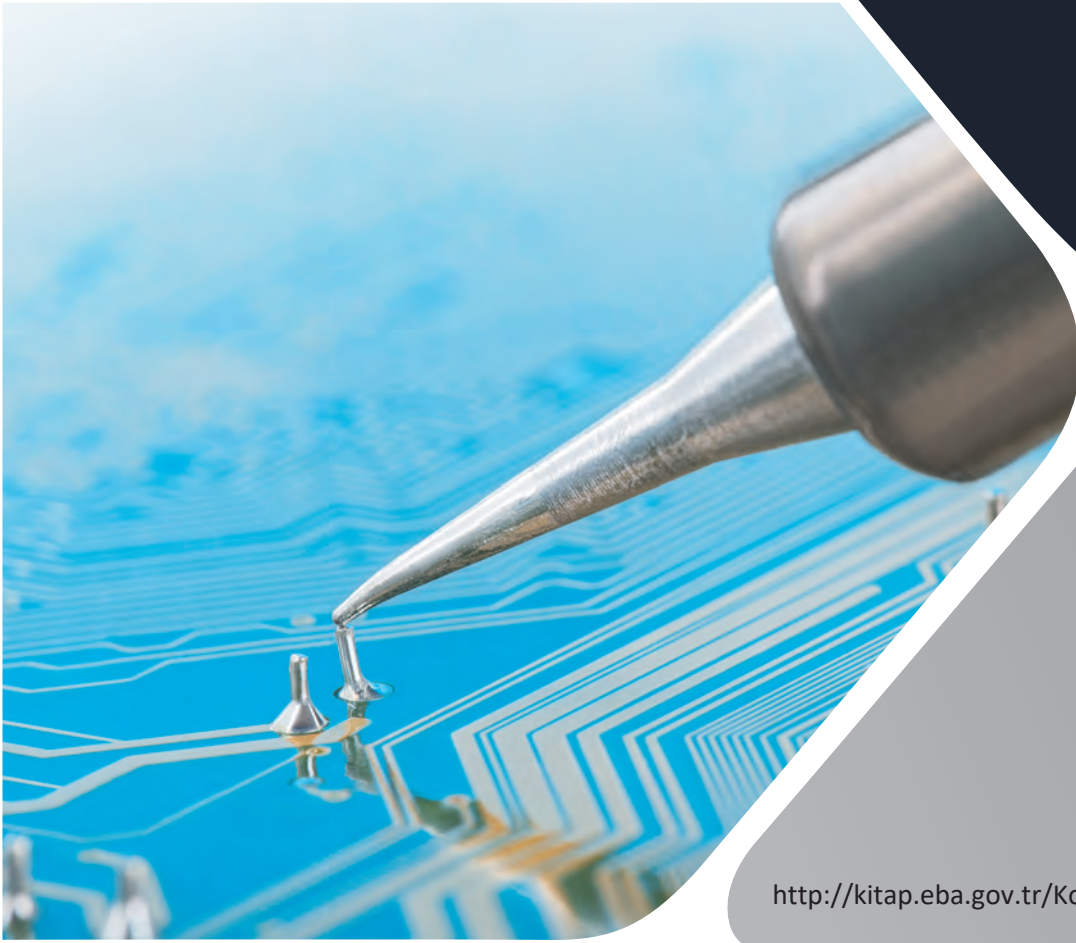
- A) Akümülatörler B) Dinamolar C) Güneş pilleri D) Jeneratörler E) Piller

14. Aşağıda yer alan multimetre kademeleri ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) $\bullet||$ kademesi sıcaklık değerini ölçmek için kullanılır.
B) ACV kademesi AC gerilim ölçmek için kullanılır.
C) Direnç değerini ölçmek için kademe $\rightarrow|$ ’a getirilir.
D) OFF kademesi konumunda iken multimetre çalıştırılır.
E) $t^{\circ}C$ kademesi süreklilik kontrolü için kullanılır.

15. Aşağıdakilerden hangisi doğru akımın kullanıldığı alanlardan biri değildir?

- A) Elektrikli taşıtlar B) Elektro-mıknatıslar C) Maden arıtma
D) Telekomünikasyon sektörü E) Termik santraller



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27798>

4.

**ÖĞRENME
BİRİMİ**

LEHİMLEME

KONULAR

- 4.1. LEHİM TELİNİ SEÇME
- 4.2. HAVYA SEÇME
- 4.3. LEHİM YAPMA VE SÖKME İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Devrenin niteliğine göre lehim teli seçme
- Havyaları çeşitlerine göre ayırma
- İşin niteliğine uygun havya seçme
- Tekniğe uygun lehimleme yapma
- Devre elemanları ile lehim yapma ve sökme

TEMEL KAVRAMLAR

- Havya
- Lehim

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Farklı metalleri birleştirmek için ne gibi yöntemler uygulanır?
2. Lehimleme yaparken hangi iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır?

4. LEHİMLEME

İki veya daha fazla metal türü arasında bağlantı oluşturmak için dolgu malzemesinin eritilerek birleştirilmek istenen parçalar arasına konulup tutturulması işlemine **lehimleme** adı verilir. Bu işlem esnasında lehimlenen parçalarda erime olmaz. Sadece dolgu malzemesi olarak kullanılan lehim (lehim teli) erir.

4.1. LEHİM TELİNİ SEÇME

Belirli sıcaklıklarda eriyen metal alaşıma **lehim teli** adı verilir. Lehim telinin içeriği %63 kalay ve %37 kurşun karışımından oluşur. Lehim telinin kalitesini belirleyen içindeki kalay miktarıdır. Kalay oranı ne kadar fazla olursa lehim telinin kalitesi de o oranda artar. Çünkü lehim telinde kalay miktarı arttıkça erime sıcaklığı düşer. Çok yüksek sıcaklığa gerek duyulmadan sağlıklı bir lehimleme yapılabilir. Genellikle elektronik işlemlerde kalay oranı %60 olarak tercih edilirken içeriğinde kurşun olmayan lehimler de bulunur.

Piyasada farklı kesitlerde lehim telleri bulunur. Elektronikte genellikle 0.75 mm ve 1.2 mm kalınlıklarında lehim telleri kullanılır. Lehim teli; makaraya sarılmış , tüp şeklinde ve krem lehim gibi farklı şekillerde bulunur (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Lehim teli çeşitleri

4.1.1. Devrenin Niteliğine Göre Lehim Telini Seçme

Lehim teli alınırken içinde bulunan alaşımların cinsine ve oranlarına dikkat edilmelidir. Lehimleme yapılacak devrenin çeşidine göre lehim alaşım oranları değişiklik gösterir (Tablo 4.1). Bu yüzden devre çeşidine ve bileşenlerine göre uygun lehim teli seçilmelidir.

Tablo 4.1: Lehim Teli ile İlgili Özellikler

Lehim karışım oranı	Ergime ısısı (°C)	Lehimleme sıcaklığı (°C)	Uygulama yerleri	Lehimleme işlemi
%63 Sn- %37 Pb	183 °C	220–230 °C	Hassas elektronik gereçler	Sızdırmalı lehimleme
%60 Sn- %40 Pb	190 °C	240–250 °C	Elektronik devre elemanları	Yumuşak lehimleme
%50 Sn- %50 Pb	215 °C	260–280 °C	Elektronik devreler ve ince iletkenler	Yumuşak lehimleme
%40 Sn- %60 Pb	238 °C	280–300 °C	Kalın iletkenler ve iri lehimler	Orta sert lehimleme
%40 Ag- %20 Cd-%19 Cu-%21 Zn	620 °C	700–750 °C	Bakır, nikel, çelik ve alaşımları	Sert lehimleme

* (Ag: Gümüş, Sn: Kalay, Pb: Kurşun, Cu: Bakır, Cd: Kadmiyum, Zn: Çinko)

Devre lehimlemede sert ve yumuşak lehimleme olmak üzere iki yöntem kullanılır. Büyük ölçüde sert lehimleme ve yumuşak lehimleme olarak bilinen iki ayrı teknik kullanılır.

- Yumuşak Lehimleme:** Ergime ısısı 500 °C'den düşük olan lehimleme türüdür. Küçük bileşenleri daha büyük devre kartlarına lehimlemek için kullanılan yumuşak lehimleme yöntemi daha çok elektronik devreler ve ince iletkenlerin lehimlemesinde kullanılır.
- Sert Lehimleme:** Ergime ısısı 500 °C'den yüksek olan lehimleme türüdür. Sert lehimleme yöntemi farklı metal elemanları birleştirmek için kullanılır.

4.2. HAVYA SEÇME

Lehimleme işlemini gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan ısıyı sağlayarak lehimi eriten alete **havya** denir. Kısa sürede ısınabilen havyaların gövdeleri içeride oluşan ısıya karşı yalıtımlı olarak tasarlanmıştır. Havyaların sıcaklıkları 200 °C ile 500 °C arasında değişiklik gösterir. Güçleri 5 watt ile 500 watt arasında değişebilen havyaların en çok kullanılanları 30 watt ve 40 watt olanlarıdır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Havyaların Güçlerine Göre Kullanım Alanları

Havyanın Gücü (W)	Kullanım Yeri
15	Baskı devrede çok ince hatların ve bazı elektronik malzemelerin (küçük diyot, transistör) lehimleme işleminde kullanılır.
30	Baskı devrede ince hatların ve bazı elektronik malzemelerin (direnç, kondansatör, diyot ve transistör) lehimleme işleminde kullanılır.
40	Baskı devrelerde küçük terminallerin, yüksek güçlü dirençlerin lehimleme işleminde kullanılır.
60 ve üstü	Kalın iletkenlerin, büyük boyutlu malzemelerin lehimleme işleminde kullanılır.

4.2.1. Havya Çeşitleri

Yapılan işin niteliğine göre farklı özelliklere sahip havyalar bulunur. Havyalar kullanım alanları ve ısıtılma durumlarına göre üçe ayrılır.

4.2.1.1. Kalem (Rezistanslı) Havyalar

Küçük akımlı ve büyük dirençli olarak çalışan kalem havyalarda ısının oluşturulması rezistans ile sağlanır. Rezistans, nikel-krom telden silindirik şekilde sarılarak elde edilir. Bu havyalar havya ucu, tutma sapı ve enerji kablosu olmak üzere üç kısımdan oluşur. Kalem havya uçları ihtiyaca göre değiştirilebilir nitelikte olup bu uçlar alüminyum-bakır, bakır ve dökme çelik alaşımı gibi maddelerden üretilir. İki çeşit kalem havya bulunur.

- **İstasyonsuz Kalem Havya :** Yaygın olarak kullanılan bu havyalar daha çok atölyelerde öğrenciler tarafından veya küçük işletmelerde bakım onarım işlerinde kullanılır (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: İstasyonsuz kalem havya

- **İstasyonlu Kalem Havya :** İstasyonlu kalem havyalar ısı ve gerilim ayarlanabilmesine imkân sağlayarak çalışma ortamını güvenli hâle getirir. İstasyonlu kalem havyalar daha çok seri üretim yapan firmalarda kullanılır (Görsel 4.3).

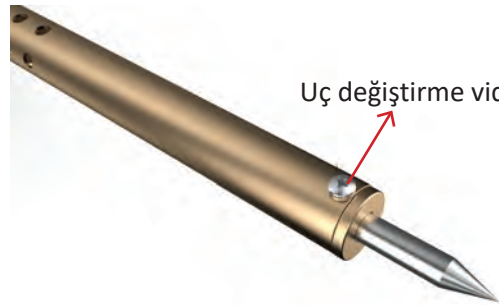


Görsel 4.3: İstasyonlu kalem havya

Havya uçları yapılacak lehimlemenin türüne göre değiştirilebilir. Farklı şekil ve boyutlarda havya uçları bulunur (Görsel 4.4:a). Havya uçlarının ortalama uzunluğu 3-3.5 cm olup bu uçların uzunluğu ayarlanarak havyanın çalışma sıcaklığı değiştirilebilir. Havya ucu kısaltılırsa daha çok, uzatılırsa daha az ısınır. Bu ayarlama havyanın uç bölgesinde bulunan vida ile yapılır (Görsel 4.4:b). Bu işlem sırasında havya prize takılı olmamalı ve soğuk olmalıdır.



a)



b)

Görsel 4.4: a) Kalem havya uçları b) Kalem havya uç değiştirme vidası

4.2.1.2. Tabanca (Transformatörlü) Havyalar

İçinde transformatör bulunan tabanca havyalar yüksek güçte üretilmiştir. Tabanca havyalar daha çok kalın iletkenlerin lehimlemesinde kullanılır (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Tabanca (transformatörlü) havya

4.2.1.3. Gazlı Havyalar

Gazlı havyalar çalışma sırasında yanıcı gaz kullanır. Başka bir deyişle, elektrik enerjisine ihtiyaç duymadan çalışan havya çeşididir (Görsel 4.6). Bu tip havyalar güç kablosu da bulundurmadiğı için kolaylıkla her yere taşınabilir.



Görsel 4.6: Gazlı havya

Havyayı kullanırken ve lehimleme yaparken iş sağlığı ve güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken bazı noktalar şunlardır:

- Havyalar yaklaşık olarak 500 °C'ye kadar ısıtılabilirler için dikkatli kullanılmalıdır. Havya sıcakken havya ucuna ve metal kısmına dokunulmamalıdır. Herhangi bir yanık oluştuğunda yanan bölge basınçsız suyun altına tutulmalıdır. İlaç veya krem sürülmemelidir. Eğer ileri derecede yanık oluştuysa zaman kaybetmeden en yakın sağlık merkezine gidilmelidir.
- Güç kablosu, takılıp düşmeye sebebiyet vermeyecek şekilde uygun bir prize takılmalıdır.
- Havya prizde takılı durumdayken havya altlığına yerleştirilmeli ve bunun dışında hiçbir alana sıcakken konulmamalıdır. Havya uzun süre kullanılmayacaksa fişi prizden çekilmelidir.
- Havyanın ucu ve metal bölümü sıcakken güç kablosuna değdirilmemelidir. Çünkü bu durumda kablounun plastik kısmı eriyip içindeki tel ortaya çıkabilir. Bu da kısa devreye veya elektrik çarpmasına neden olabilir.

- Havya ucu darbelerden uzak tutulmalıdır. Havya, havya ucunda sıcak hâlde bulunan lehimleri etrafa sıçramaması için herhangi bir yere vurulmamalıdır.
- Havya ucu mat olmamalı ve uç kısımda biriken partiküller temizlenmelidir.
- İyi havalandırılmış bir alanda çalışılmalıdır.
- Çalışma alanında kullanılmayan araç gereç bulundurulmamalıdır.
- Lehimleme işlemi esnasında oluşacak dumanın göze ve solunum yollarına zarar vermemesi için koruyucu gözlük ve maske kullanılmalıdır (Görsel 4.7).



a)



b)

Görsel 4.7: a) Koruyucu gözlük b) Koruyucu maske

- Lehim telinin içeriğinde bulunan kurşun metali zehirli olduğu için lehimleme işlemi tamamlandıktan sonra eller hiçbir yere temas etmeden yıkanmalıdır.
- Lehimlemede kullanılacak malzemelerin kullanma kılavuzu mutlaka okunmalı ve malzemeler kullanıldıktan sonra güvenli bir şekilde saklanmalıdır.

**NOT**

Havyanın ucunu lehim teli ile kaplayarak gümüş rengini almasını sağlamaya **kalaylama** işlemi denir. Bu işlemin yapılma nedeni metallerin reaksiyona girerek oksidasyon oluşturmaları ve buna bağlı olarak da havya ucundaki ısı transfer verimini olumsuz yönde etkilemesidir. Aynı zamanda kalaylama işlemi sayesinde havyanın daha uzun ömürlü olması sağlanır. Her işlemden önce havya ucunu kalaylamaya gerek yoktur sadece havya ucu matlaştığında veya yeni uç takıldığında bu işlem yapılmalıdır.

**1. UYGULAMA****Havya Ucunu Lehimlemeye Hazırlamak (Kalaylama İşlemi)****Süre: 15 Dakika**

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda havya ucuna kalaylama işlemini gerçekleştiriniz.

1. Adım: Tablo 4.3'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 4.3: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %33 Sn	1 metre
Havya sünger	Nemli	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet

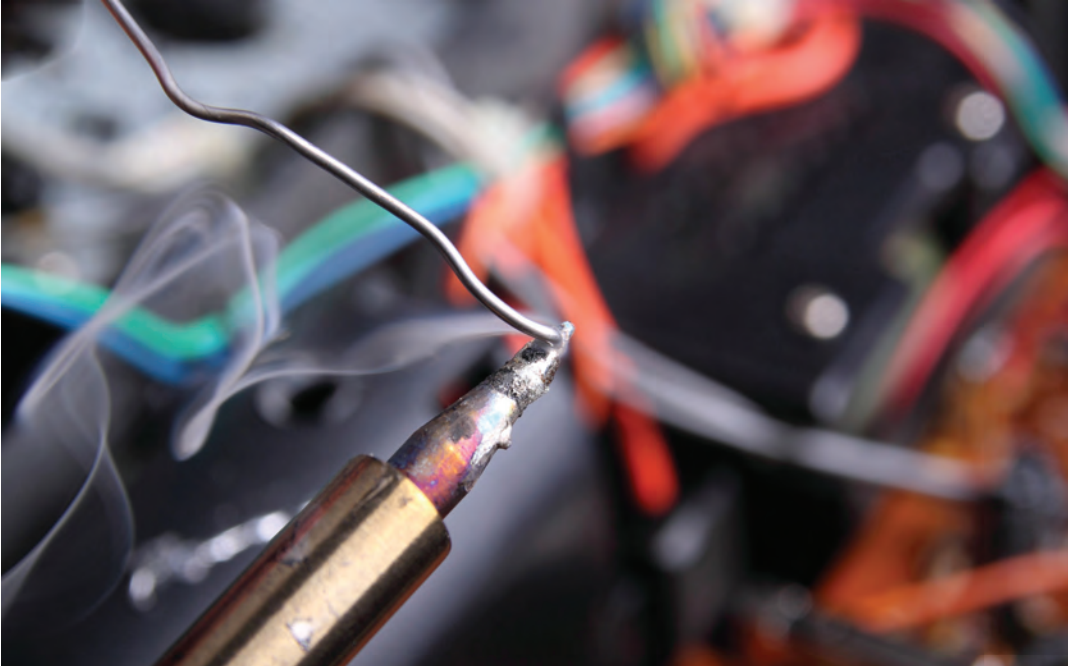
2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havyayı altlığına koyarak, fişini prize takıp havyanın ısınmasını bekleyiniz.

4. Adım: Süngerini nemli hâle getiriniz.

5. Adım: Isınan havya ucunu nemli süngerin üzerinde yavaşça döndürerek temizleyiniz.

6. Adım: Havya ucuna lehim telini değdirerek lehimini eritiniz ve eriyen lehimini akıtmaya başlayınız (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: Havya ucu lehimleme (kalaylama)

7. Adım: Lehimini akıtma işlemi bittikten sonra nemli bir sünger ile havya ucunu (havya ucunu nemli sünger üzerinde yavaşça döndürerek) temizleyiniz.

8. Adım: Havyayı havya altlığına yerleştirerek fişini prizden çekiniz ve soğumaya bırakınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. Havya havya altlığına konularak prize takılıp bir süre ısınması sağlandı.		
4. Sünger nemli hâle getirilerek ısınmış olan havya ucu nemli sünger ile temizlendi.		
5. Havya ucuna lehim teli değiştirilerek havya ucunda parlak bir yüzey oluşturuldu.		
6. Lehim akıtma işleminden sonra nemli bir sünger ile havya ucu temizlendi.		
7. Havya altlığına yerleştirilen havya prizden çekilerek soğumaya bırakıldı.		
8. Çalışma alanı temizlendi.		

4.3. LEHİM YAPMA VE SÖKME İŞLEMLERİ

Lehimleme yapmak ve yapılan lehim sökmek için kullanılması gereken malzemeleri ve bu malzemelerin ne işe yaradığını bilmek gerekir. Lehimleme işleminde havya ve lehim teli temel malzemelerdir. Bunların dışında lehim yapma ve lehim sökmede kullanılabilecek malzemeler şunlardır:

Lehim Pastası (Soldering Paste): Kusursuz bir lehimleme için kullanılan bu pasta lehim yapılan bölgede oksitlenme oluşumunu önler. Lehim teline göre erime ısısı düşüktür. Katı kıvamda olan bu malzeme, lehim uygulanmak istenilen alana kolayca nüfuz ederek metallerin lehimle birleştirilmesini kolaylaştırır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Lehim pastası



Görsel 4.10: Havya altlığı (Kalem havya standı)

Havya Süngeri: Havya ucunda biriken partikülleri temizlemek için kullanılır. Bu işlem sırasında süngerin nemli olması gerekir. Süngerin çok ıslak olmamasına dikkat edilmelidir. Çünkü gereğinden fazla ıslak olan sünger havyanın sıcaklığını değiştirir (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Havya süngeri



Görsel 4.12: Havya ucu temizleme teli

Lehim Pompası : Lehim sökme işlemlerinde kullanılır. Öncelikle sökülecek lehim, havya yardımıyla ısıtılır ve sıvı hâle gelen lehim pompa yardımıyla çekilir (Görsel 4.13).

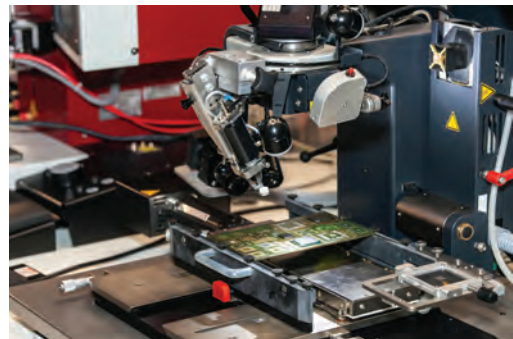


Görsel 4.13: Lehim pompası



Görsel 4.14: Sıcak havalı havya istasyonu

IR-DA İstasyonu : Kızılötesi ısıtma sistemi kullanılarak lehim yapma ve lehim sökme işlemlerinin yapılabildiği araçlardır. Bu cihaz, PC kartlarını eşit şekilde ısıtmak için PC kartı tutuculu büyük bir ön ısıtıcıya sahiptir (Görsel 4.15).



Görsel 4.15: IR-DA istasyonu



Görsel 4.16: Rework istasyonu

Flux : Lehimleme sırasında ısı iletimini kolaylaştırmak aynı zamanda yüzey üzerindeki oksit tabakasını temizlemek için kullanılır. IR-DA ve sıcak hava istasyonlarıyla lehimleme yapılırken flux kullanılır (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Flux



Görsel 4.18: Yan keski

Kargaburnu : Uç kısmı gagayı andırdığı için kargaburnu adını alan bu alet elektronik devrelerde bileşenleri tutma ve sıkma işlemlerinde kullanılır (Görsel 4.19).



Görsel 4.19: Kargaburnu



Görsel 4.20: Kablo soyma pensesi

Rework İstasyonu : Yüzeye monte edilmiş olan elektronik bileşenlerin sökülmesi ve tekrar monte edilmesinde önemli rol oynayan bu istasyonlar sıcak hava kullanır. Bu cihaz, PC kartlarını eşit şekilde ısıtmak için PC kartı tutuculu büyük bir ön ısıtıcıya sahiptir (Görsel 4.16).

Yan keski : Kabloları sıyırma ve tel kesiminde kullanılan bu alet farklı boyutlarda üretilir (Görsel 4.18).

Kablo Soyma Pensesi : Elektrik kablolarının dış kısmını başka bir ifadeyle yalıtkan kısmını soyarak için kullanılan bir alettir (Görsel 4.20).

Cımbızlar : Malzemeleri devre üzerine kolaylıkla yerleştirmek ve devre üzerinden çıkartmak için kullanılır (Görsel 4.21).



Görsel 4.21: Cımbızlar

Mikroskop : Devre üzerinde oluşmuş darbe, kısa devre vb. durumları ayrıntılı olarak görmek için kullanılır (Görsel 4.22).



Görsel 4.22: Mikroskop

Lehim Sökme Fitili [MAS Teli (Solder Wick)] : Gereksiz bağlantıları iptal etmek veya eski lehimleri sökmek için kullanılan bu örgü tel ile düz yüzeylerdeki lehimler kolaylıkla çıkartılabilir. Kullanılmış tel bir daha kullanılmaz (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: Lehim sökme fitili - MAS teli

Isopropanol Alkol (İzopropil Alkol) : Elektronik temizlikte kullanılan bir malzemedir. Yüzeyde yer alan kirlerin kolayca temizlenmesini sağlar (Görsel 4.24).



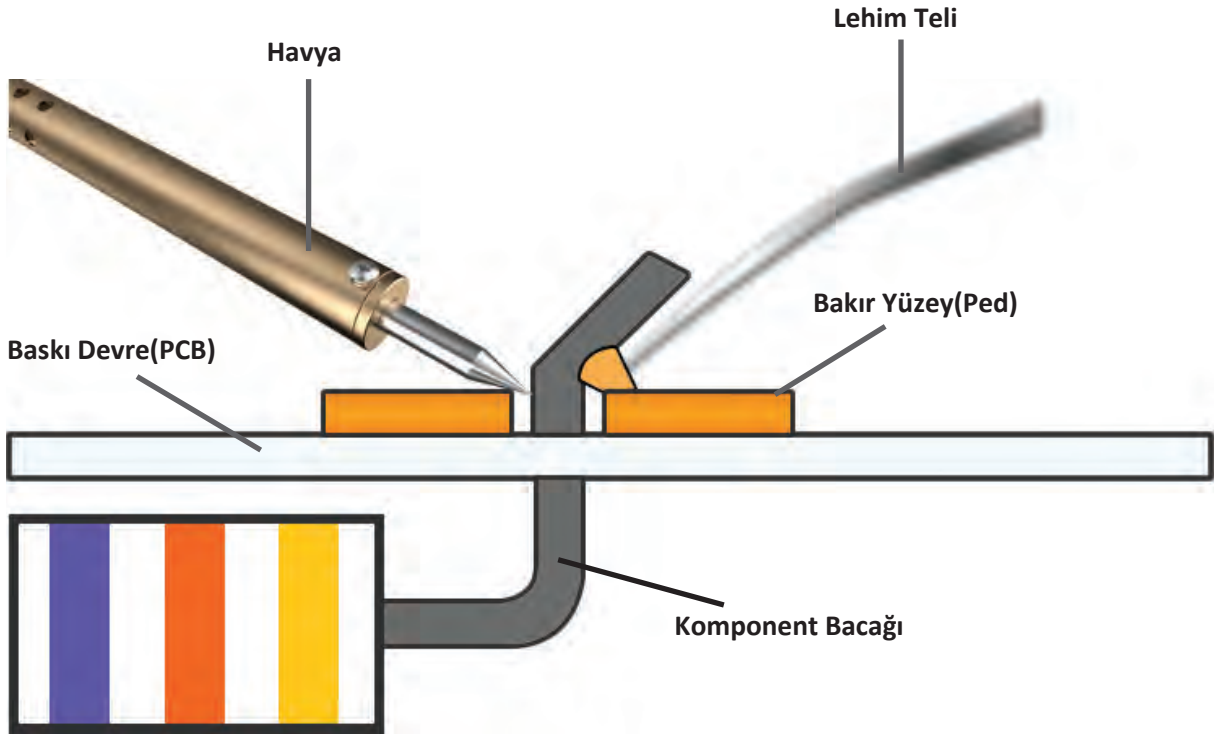
Görsel 4.24: Isopropanol alkol

4.3.1. Lehim Yapma

Başarılı bir lehimleme yapmak için dikkat edilmesi gereken birtakım kurallar bulunur. Bu kurallar hem iş güvenliğini sağlamak adına hem de iyi bir lehimleme yapılması açısından büyük önem arz eder. Bu kurallar şu şekilde sıralanabilir:

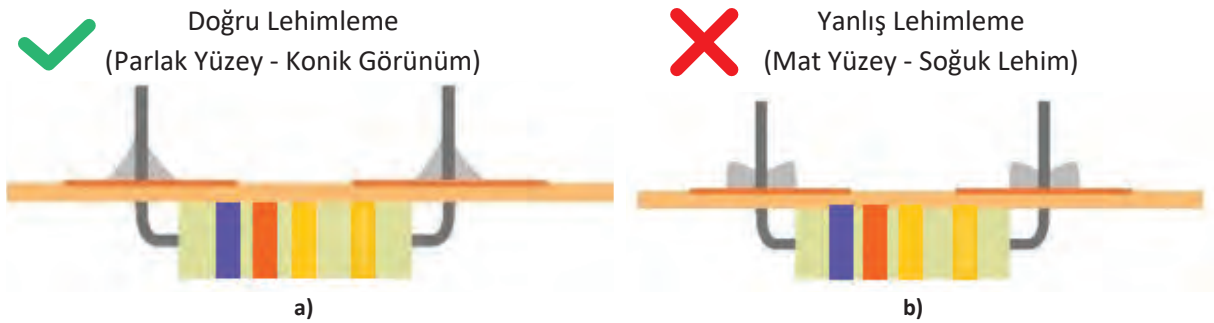
- Lehimleme yapılacak yüzey ve eleman bacağı temiz olmalıdır. Çünkü yüzey ve eleman bacağı temiz olmadığında oluşturulacak bağlantıda sorunlar olabilir. Bu nedenle yüzeyde ve eleman bacaklarında oluşan pas ve kir, ince bir zımpara ile temizlenmelidir.
- Lehim teli kaliteli olmalıdır.
- Havya ucunun temiz olmasına dikkat edilmelidir.
- Havya çok fazla ısıtılmamalı, uygun sıcaklıkta kullanılmalıdır. Gereğinden fazla sıcaklık oluştuğu zaman kaliteli bir lehimleme işlemi gerçekleştirilemez. Lehimleme işlemi uzun sürer. Lehimlenecek bileşenler çok fazla ısıya maruz kalır.

Lehimleme yapmak için havya, havya altlığına yerleştirilerek fişi prize takılmalı ve havyanın ısınması sağlanmalıdır. Isınmış olan havyanın ucu temizlenmeli ve bir miktar lehim değiştirilerek ısı kontrol edilmelidir. Lehim yapılan yer havya ucu ile ısıtılmalı ve lehim teli ısınmış devre elemanına değiştirilerek erimesi beklenmelidir (Görsel 4.25). Erime işlemi tamamlandıktan sonra havya ucu bağlantı noktasından uzak tutulmalı ve lehim yapılan bölge hareket ettirilmemelidir.



Görsel 4.25: Lehimleme yapma

Havya ucunun lehimle temas etmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü bu durumda oksitlenmeye bağlı olarak mat bir görünüm oluşur. Bu şekildeki lehimlemeler **soğuk lehim** olarak adlandırılır (Görsel 4.26:b).



Görsel 4.26: a) Doğru lehimleme b) Yanlış lehimleme

Doğru bir lehimlemede yüzey pürüzsüz, düz, deliksiz ve parlak bir görünümdeydir (Görsel 4.26:a). Lehimlemenin etrafında kir veya pas bulunmaz. Lehim herhangi bir temasla bozulmaz ve konik şeklindedir.

Lehimleme yaparken hangi devre elemanlarının nasıl lehimleneceğini bilmek gerekir. Bu elemanların baskı devre ya da delikli pertinaks üzerine lehimlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar

şunlardır:

- Birçok elemanın kullanıldığı devrede boyu yüksek olmadığı için direnç ve diyot ile lehimleye başlamak uygundur.
- Direnç, kondansatör gibi devre elemanlarının bacakları düzeltilmelidir.
- Devre elemanı direnç, diyot gibi bir malzemeyse bacaklar lehimlenecek deliklerin arasındaki mesafeye dikkat ederek kargaburnu ile 90° bükülmelidir. Devre elemanını tanıtan yazı ve işaret üste gelmelidir.
- Plaket üzerinde dirençler renk kodları, kondansatör uçları soldan sağa ya da aşağıdan yukarıya gelecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Direnç, diyot gibi devre elemanları plakete çok yakın ve paralel lehimlenmelidir. 1 watt değerinden daha düşük güçlü dirençler ve diyotlar plakete temas edecek şekilde lehimlenmelidir. Ayrıca bu devre elemanlarının plaket üzerinde kalan uçları eşit mesafede ve en az 2 mm uzunluğunda olmalıdır.
- Diyotların anot-katot uçlarına (Doğru yönde bağlanmalıdır.) ve diyotlara aşırı ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir.
- Kondansatör, transistör gibi elemanlar plakete lehimlenirken plakete eleman arasında 3-6 mm mesafe olmalıdır.
- Transistör bacakları çapraz lehimlenmemelidir. Yarı iletkenler ısıya karşı hassas olduğundan bunlar lehimlenirken bacakları kargaburnu ya da cımbız kullanılarak tutulmalıdır. Böylece bacak üzerindeki ısı dağıtılmış olur.
- Entegreler doğrudan doğruya plakete lehimlenmemeli ve entegre soketi kullanılmalıdır. Entegreler doğru yönde bağlanmalı ve entegrelere aşırı ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir. Entegrelere statik elektrik ile entegrenin çalışmasının bozulmaması için elle temas edilmemelidir. Regüle entegrelerinin giriş, çıkış uçlarına dikkat edilmelidir.
- Lehimleme tamamlandıktan sonra elektronik devre elemanlarının (entegreler hariç) bacakları yan keski yardımıyla lehime zarar vermeden dikkatli bir şekilde kesilmelidir.
- Lehimlenen devrede herhangi bir gerilim bulunmamasına dikkat edilmelidir.
- İletken tellerin uçları 5 mm açılmalı ve açılan uçlara ön lehimleme yapılmalıdır. Uçlar 2,5 mm kesilip lehimlenecek elektronik kart üzerine yerleştirilerek lehimlenmeli ve kablo fazlalığı kesilmelidir. Kabloların plastik kısımları eriyeceğinden aşırı ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir. İletken uçları açık kalmayacak (elektrik çarpmasından korunmak için) şekilde devreye lehimlenmelidir.



2. UYGULAMA

Çok Telli İletken Kablo Uçlarını Ön Lehimleme Yaparak Birleştirmek

Süre: 1 Ders Saati

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda çok telli kablo uçlarına ön lehimleme yaparak bu kabloları birleştiriniz.

1. Adım: Tablo 4.4'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 4.4: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Lehim pastası	Standart	1 adet
İletken tel	1,5 mm ² kalınlığında (Çok telli) ve 10 cm	2 adet
Kablo soyma pensesi	Standart	1 adet
Havya sünger	Nemli	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

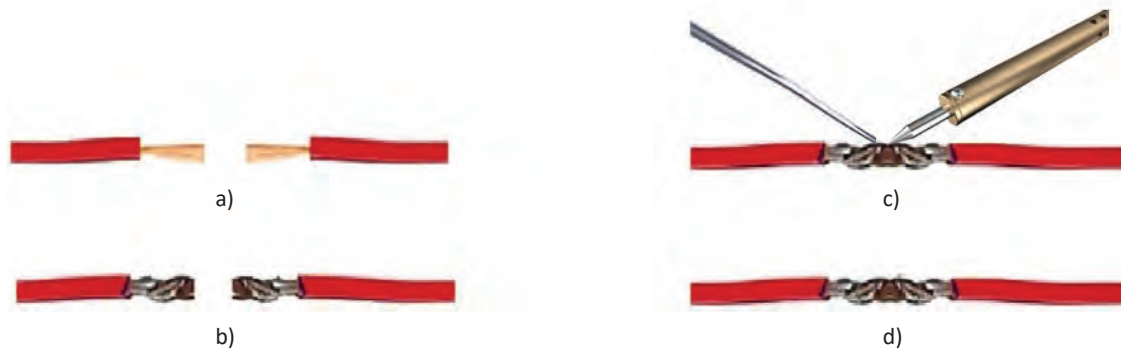
3. Adım: Çok telli iletken kabloların yalıtkan kısmını kablo sıyrma pensesi yardımıyla 5 mm'lik olacak şekilde sıyrınız (Görsel 4.27:a).

4. Adım: Yalıtkan kısımdan ayrılan çok telli kabloların uç kısmını bir tur çevirerek kablo ucunda oluşabilecek kaymayı önleyiniz. Bu işlem aynı zamanda kablo ucunda oluşabilecek korozyonunda önlenmesini sağlar.

5. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havyayı altlığına koyarak, fişini prize takıp havyanın ısınmasını bekleyiniz.

6. Adım: Kablo uçlarına lehim pastası sürünüz.

7. Adım: Kabloyu sabit duracak şekilde masaya yerleştiriniz. Bu aşamada kablonun yalıtkan kısmına ağırlık koyunuz ve kablonun hareket etmesini önleyiniz.



Görsel 4.27: Çok telli bakır kablo uçlarının ön lehimleme yapıları ile birleştirilmesi

8. Adım: Havya yeterli sıcaklığa ulaştığı zaman havyanın ucunu kablonun altında tutarak, lehim telini ise kablonun üstüne değdirerek lehimleme işlemini gerçekleştiriniz. Lehim erimeye başladığı zaman alt kısımda tutulan havya ucunu ve üst kısımda tutulan lehim telini yavaşça kablo ucuna doğru hareket ettiriniz. Bu aşamada lehim doğru şekilde havya ucuna dokundurmuyunuz.

İki kablo ucunada aynı işlemi uygulayınız. Böylece çok telli kablo ucu tek bir tel hâline gelmiş olur (Görsel 4.27:b).

9. Adım: Ön lehimlemesi yapılan kabloları birleştirmek için bir tane kabloyu sabit duracak şekilde masaya yerleştiriniz.

10. Adım: Havya ucunda bir miktar lehim eritiniz ve kablo uçlarını birleştirerek havya ucunda bulunan lehim birleştirme yerlerine tutunuz (Görsel 4.27:c). Lehim iyice yayıldıktan sonra lehimin soğuması için birkaç saniye bekleyiniz (Görsel 4.27:d).

11. Adım: Havya ucunu nemli sünger ile temizledikten sonra havya altlığına yerleştirerek fişini prizden çekiniz ve havyayı soğumaya bırakınız.

12. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. İletken kabloların yalıtkan kısmı belirlenen uzunlukta sıyrıldı.		
4. Çok telli kabloların ucunda saçaklanmaması için kablo uçları bir tur döndürüldü.		
5. Havya, havya altlığına konularak prize takılıp bir süre ısınması sağlandı.		
6. Kablo uçlarına lehim pastası sürülerek kablo sabit bir yere bırakıldı.		
7. Kablo uçlarının ön lehimleme işlemi tekniğe uygun olarak gerçekleştirildi.		
8. Ön lehimlemesi yapılan kablolar tekniğe uygun olarak birleştirildi.		
9. Havya altlığına yerleştirilen havyanın fişi prizden çekilerek havya soğumaya bırakıldı.		
10. Çalışma alanı temizlendi.		



3. UYGULAMA

İletkenleri Lehimlemek (Bakır Kablodan Küp Yapmak)

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda bakır kabloları birleştirerek küp yapma işlemini gerçekleştiriniz.

1. Adım: Tablo 4.5'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 4.5: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Lehim pastası	Standart	1 adet
İletken tel, tek telli bakır kablo	1,5 mm ² kalınlığında (tek telli) ve 1 m	1 adet
Kargaburnu, yan keski	Standart	1 adet
Zımpara	Standart	1 adet
Havya süngeri	Nemli	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

3. Adım: İletken telin yalıtkan malzemesini yan keski yardımıyla çıkarınız.

4. Adım: İletken teli kargaburnu ile düzleştiriniz.

5. Adım: İletken telden sekizer cm uzunlukta 12 adet tel parçası hazırlayınız (Görsel 4.28:a).

6. Adım: Hazırladığınız tel parçalarının uçlarını zımpara yardımıyla zımparalayınız.

7. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havyayı altlığına koyarak, fişini prize takıp havyanın ısınmasını bekleyiniz.

8. Adım: Hazırladığınız 12 adet tel parçasının zımparalanmış uçlarına ön lehimleme yapınız (Görsel 4.28:b).

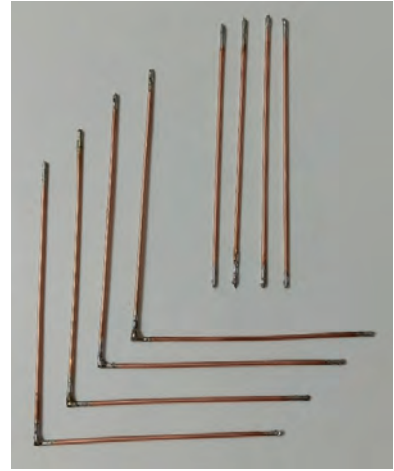
9. Adım: Birbirlerine 90° açı yapacak şekilde iki teli lehimleyiniz. Bu işlemi dört defa tekrar ediniz (Görsel 4.28:c).



a)



b)



c)

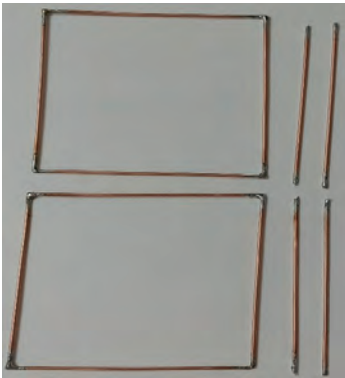
Görsel 4.28: a) 12 adet bakır tel b) Her iki ucuna da ön lehimleme bakır teller c) L şeklinde birleştirilmiş bakır teller

10. Adım: L şeklinde elde ettiğiniz parçalardan iki tanesini karşılıklı birbirlerine lehimleyerek kare oluşturunuz. Bu işlemi iki defa tekrar ediniz (Görsel 4.29:a).

11. Adım: Elde ettiğiniz karelerden birinin her köşesine 90° dik açı olacak şekilde iletken tel parçalarını (geriye kalan 4 iletken tel parçasını) lehimleyiniz (Görsel 4.29:b).

12. Adım: Kalan diğer kareyi elde ettiğiniz parçanın boş kalan uçlarına lehimleyiniz.

13. Adım: Çalışmanız hazır olduğunda bütün köşelerindeki lehimleri tek tek bir kere daha eritiniz (Görsel 4.29:c).



a)



b)



c)

Görsel 4.29: a) İki adet oluşturulmuş kare b) Karenin etrafına kalan 4 adet parçanın 90° açıyla yerleştirilmesi c) Kalan diğer karenin lehimlenmesi

14. Adım: Çalışmanız bittiğinde havyanızın ucunu temizleyip havya altlığına yerleştirerek fişini prizden çekiniz ve soğumaya bırakınız.

15. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

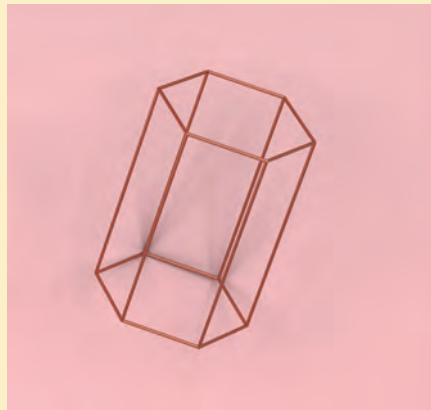
Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. İletkenin yan keski vasıtasıyla yalıtıkandan sıyrılması sağlandı.		
4. İletken kargaburnu ile düzleştirildi.		
5. İletken 8 cm uzunlukta 12 adet parçaya bölündü.		
6. Parçaların lehimlenecek uçları zımparalandı.		
7. Havya, havya altlığına konularak prize takılıp bir süre ısınması sağlandı.		
8. Zımparalanmış uçlara ön lehimleme yapıldı.		
9. Ön lehimleme yapılan 2 adet parçanın 90° açı ile lehimlemesi yapıldı.		
10. Oluşturulan çalışma birbirlerine lehimlenerek 2 adet kare şekli elde edildi.		
11. Kare şeklinin köşelerine 90° açı ile dikme parçaları lehimlendi.		
12. Kalan diğer kare dikme uçlarına lehimlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		


SIRA SİZDE

İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak Görsel 4.30'daki üç boyutlu şekilleri bakır kablolardan lehimleme yaparak oluşturunuz.



Görsel 4.30: Üç boyutlu şekiller



4. UYGULAMA

Devre Elemanlarını Lehimlemek

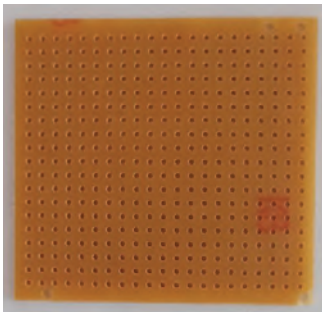
Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda delikli pertinaks (Görsel 4.31:a) üzerinde flip-flop devresinin (Görsel 4.32) lehimleme işlemlerini gerçekleştiriniz.

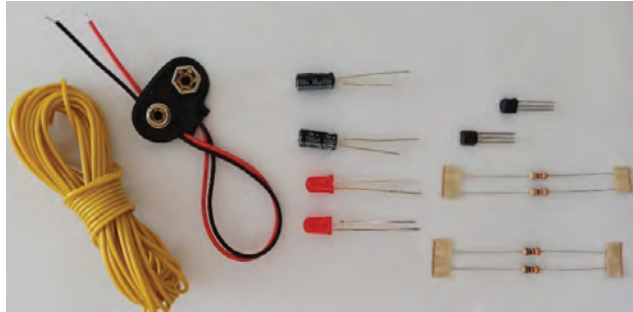
1. Adım: Tablo 4.6’da belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 4.6: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Kargaburnu, yan keski, pense	Standart	1 adet
Havya sünger	Nemli	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Delikli pertinaks	5X5 cm	1 adet
Direnç	47K	2 adet
Direnç	1K	2 adet
Transistör	BC 547	2 adet
Elektrolitik kondansatör	10 μ F 50 V	2 adet
Led	5mm kırmızı	2 adet
Güç kaynağı	9 V DC	1 adet
Pil başlığı	Standart	1 adet
İletken tel	Tek telli (1,5 mm ²)	3 metre
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet

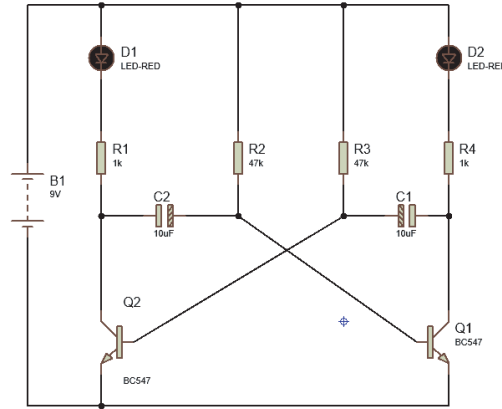


a)



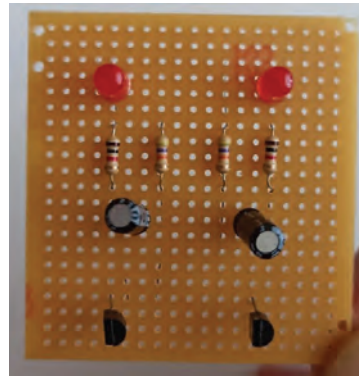
b)

Görsel 4.31: a) Delikli pertinaks b) Devrede kullanılacak diğer malzemeler



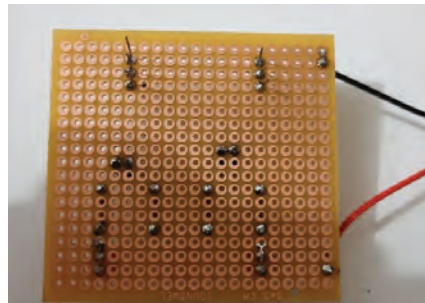
Görsel 4.32: Flip-flop devre şeması

- 2. Adım:** Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.
- 3. Adım:** Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havayı altlığına koyarak, fişini prize takıp havanın ısınmasını bekleyiniz.
- 4. Adım:** Dirençlerin bacaklarını kargaburnu ile düzeltiniz. Delikli pertinaksa uygun olarak dirençlerin bacaklarını kargaburnu ile 90° açı olacak şekilde bükünüz.
- 5. Adım:** Elektronik elemanların (direnç, diyot) plakete yerleştirilmesi esnasında bacaklar arasındaki mesafesinin en az 2 mm olmasına dikkat ediniz.
- 6. Adım:** Elemanları delikli pertinaksa Görsel 4.33'te gösterildiği gibi yerleştiriniz ve eleman bacaklarını arka kısımdan bükünüz.



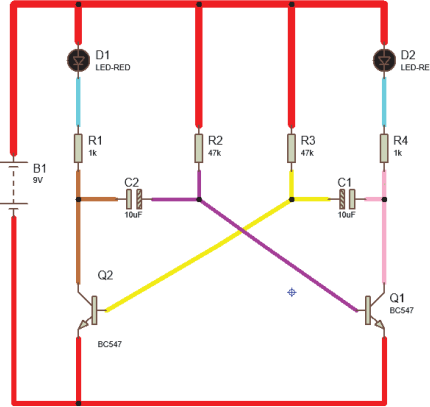
Görsel 4.33: Delikli pertinaksa üzerine devre elemanlarının yerleştirilmesi

- 7. Adım:** Bacakları pertinaksa lehimleyiniz ve lehimlemenin üzerinde fazlalık oluşturan bacakları yan keski ile kesiniz (Görsel 4.34).



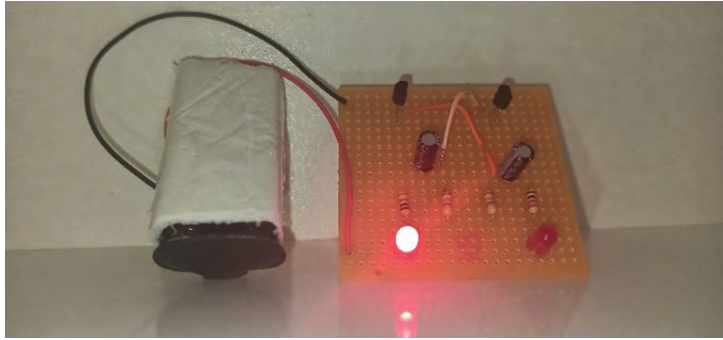
Görsel 4.34: Devre elemanlarını lehimleme

8. Adım: Kabloları elemanlar arası bağlantı oluşturacak şekilde lehimleyiniz. Bu adımda kablo yalıtkanlarının erimemesi için kabloya uzun süre lehim tutmamaya dikkat ediniz (Görsel 4.35).



Görsel 4.35: Delikli pertinaks üzerinde kabloların bağlantısı

9. Adım: Devreyi DC 9 V güç kaynağına bağlayarak çalıştırınız (Görsel 4.36).



Görsel 4.36: Devrenin çalıştırılması

10. Adım: Ledlerin sıra ile yandığı gözlemlenecektir aksi hâlde devrede hata olduğu anlamına gelir. Bu durumda devreye yapılan lehim ve bağlantıları kontrol etmek için devreye uygulanan enerjiyi kesiniz.

11. Adım: Havya ucunu nemli sünger ile temizledikten sonra havyayı havya altlığına yerleştirerek fişini prizden çekiniz ve soğumaya bırakınız.

12. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. Eleman bacakları pertinaks üzerine devre şemasına uygun olarak yerleştirildi.		
4. Elemanlar ile pertinaks arasında uygun mesafe sağlandı.		
5. Elemanların pertinaksa lehimlenmesi sağlandı.		
6. Bacakların fazlalıkları yan keski ile kesildi.		
7. Devreye enerji verildi ve devrenin çalıştırılması sağlandı.		
8. Çalışma alanı temizlendi.		

4.3.2. Lehim Sökme

Baskı devre plaketi üzerindeki devrelerden elektronik devre elemanını sökmek için bağlantıyı sağlayan lehimin eritilmesi gerekir. Eriyen lehim lehim sökme fitili (MAS teli) ve lehim pompası yardımıyla çekilerek devre elemanı baskı devre plaketinden çıkarılır.


5. UYGULAMA
Lehim Sökmek
Süre: 15 Dakika

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda lehim sökme işlemlerini gerçekleştiriniz.

1. Adım: Tablo 4.7’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 4.7: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40 W)	1 adet
Lehim pompası veya lehim sökme fitili	Standart	1 adet
Lehimlenmiş plaket veya pertinaks	Lehimleme yapılmış	1 adet
Yan keski, pense, kargaburnu	Standart	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Havya süngeri	Nemli	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet

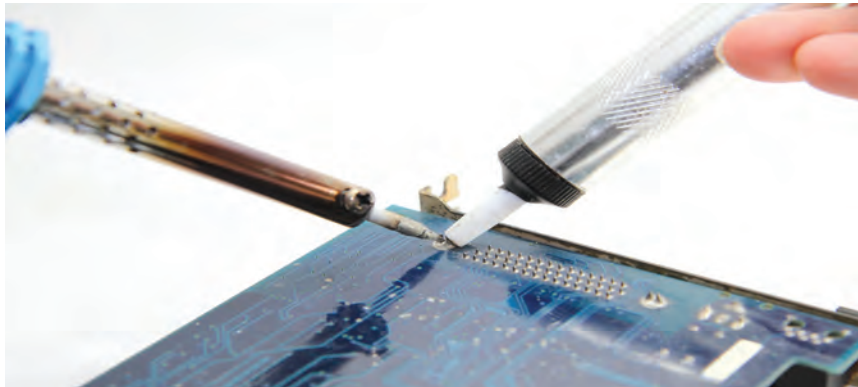
2. Adım: Önceden lehimleme yapılmış bir plaket temin ediniz.

3. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

4. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havyayı altlığına koyarak, fişini prize takıp ısınmasını bekleyiniz.

5. Adım: Plaket üzerinden sökülecek elemanı belirledikten sonra havyayı lehim noktasına temas ettiriniz.

6. Adım: Eriyen lehim, lehim pompası (Görsel 4.37) veya lehim sökme fitili ile alınız.



Görsel 4.37: Lehim pompası ile lehim sökme

7. Adım: Aynı işlemi elemanın diğer bacakları için de (4. Adım ve 5. Adım) gerçekleştiriniz.

8. Adım: Kıvrılmış eleman bacaklarını kargaburnu ile düzelterek elemanı plaketten çıkarınız.

9. Adım: Lehim akma işlemi bittikten sonra nemli bir sünger ile havya ucunu temizleyiniz.

10. Adım: Havyayı havya altlığına yerleştirerek fişini prizden çekiniz ve soğumaya bırakınız.

11. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. Havya, havya altlığına konularak prize takılıp bir süre ısınması sağlandı.		
4. Plaket üzerinde lehimlenmiş olan elemanın lehim havya ile eritildi.		
5. Erimiş lehim, lehim pompası veya lehim sökme teli ile alındı.		
6. Kıvrılmış eleman bacağı kargaburnu ile düzeltilerek plaketten çıkarıldı.		
7. Sünger nemli hâle getirilerek ısınmış olan havya ucu nemli sünger ile temizlendi.		
8. Havya altlığına yerleştirilen havya prizden çekilerek soğumaya bırakıldı.		
9. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Havyalar fiziksel özelliklerine ve ısıtılma durumlarına göre üçe ayrılır.
2. (.....) Lehim teli erirken çıkan duman solunmalıdır.
3. (.....) İletken ucuna önceden uygulanan lehimleme işlemine ön lehimleme adı verilir.
4. (.....) Çok fazla lehim teli kullanılması lehimlemenin daha kaliteli olmasını sağlar.
5. (.....) Kalem havyalarda ısı oluşumu içinde bulunan transistörlerle sağlanır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Lehimleme işlemini yapabilmek için kullanılan yüksek ısı sağlayan alete adı verilir.
7. Kızılötesi ısıtma sistemi kullanılarak lehimleme ve lehim sökme işlemlerinin yapılabilirdiği lehimleme aracına denir.
8. Enerji kaynağının bulunmadığı yerlerde havyalar kullanılır.
9. Eski lehimleri sökmek için kullanılan düz yüzeylerden lehimlerin kolaylıkla çıkartılmasını sağlar.
10. Havyanın herhangi bir yere zarar vermemesi için kullanılan standa denir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi lehim yapılan bölgede oksitlenme oluşumunu önler?

A) Havya süngeri	B) Havya ucu temizleme teli
C) Lehim pastası	D) Lehim pompası
E) Mas teli	

12. Aşağıdakilerden hangisi eski lehimin havya ile ısıtılma işleminden sonra sıvı hâle gelen lehimini çekerek lehim sökme işlemini gerçekleştirmeye yarar?

- A) Cımbız B) Flux C) Kargaburnu D) Lehim pompası E) Yan keski

13. Aşağıdakilerden hangisi iyi bir lehimlemede bulunması gereken özelliklerden değildir?

- A) Eleman bacaklarının yan keski ile temizlenmesi
 B) Kaliteli lehim telinin kullanılması
 C) Lehim yapılacak yüzeyin temiz olması
 D) Lehim yüzeyinin pürüzsüz, düz, deliksiz ve parlak olması
 E) Lehimin konik şeklinde olması

14. Aşağıdakilerden hangisi havya ucunda oluşabilecek yüzey gerilimini azaltmaya yarar?

A) Havya altlığı	B) Havya ucu temizleme teli	C) Isopropanol
D) Lehim pompası		E) Mas teli

15. Aşağıdakilerden hangisi daha çok kalın iletkenlerin lehimleme işleminde kullanılan havya çeşididir?

A) Gazlı	B) İstasyonlu kalem	C) İstasyonsuz kalem
D) Rezistanslı		E) Tabanca



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27799>

5.

**ÖĞRENME
BİRİMİ**

BASKI DEVRE

KONULAR

- 5.1. DEVRE ELEMANLARINI SEÇME
- 5.2. BASKI DEVRE ÇİZİMİ YAPMA
- 5.3. BASKI DEVRE ERİTME ÇÖZELTİSİ HAZIRLAMA
- 5.4. PERTİNAKSİN ÜZERİNDE BAĞLANTI NOKTALARINI DELME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Elektronik şemadan baskı devre kalemi yardımı ile baskı devre çizme
- Bilgisayar çizim programı yardımı ile baskı devre çizme
- Baskı devre plaketine baskı devreyi aktarma
- Baskı devre plaketi üzerindeki gereksiz bakır tabakayı eritme
- Baskı devre plaketi üzerindeki delikleri matkap yardımı ile delme
- Baskı devre plaketine elektronik devre elemanlarını yerleştirme

TEMEL KAVRAMLAR

- Baskı devre plaketi (Pertinaks)
- Baskı devre görünüşleri
- FeCl_3
- Hobi matkap

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Elektronik devrelerdeki devre elemanlarının birbirleri ile elektriksel bağlantısını yapmak için iletken tel dışında nasıl bir malzeme kullanılabilir?
2. Bakır eritmek için hangi tür kimyasal maddeler kullanılır?
3. İş parçası üzerinde silindirik delik açmak için hangi iş aletleri kullanılabilir?

5. BASKI DEVRE

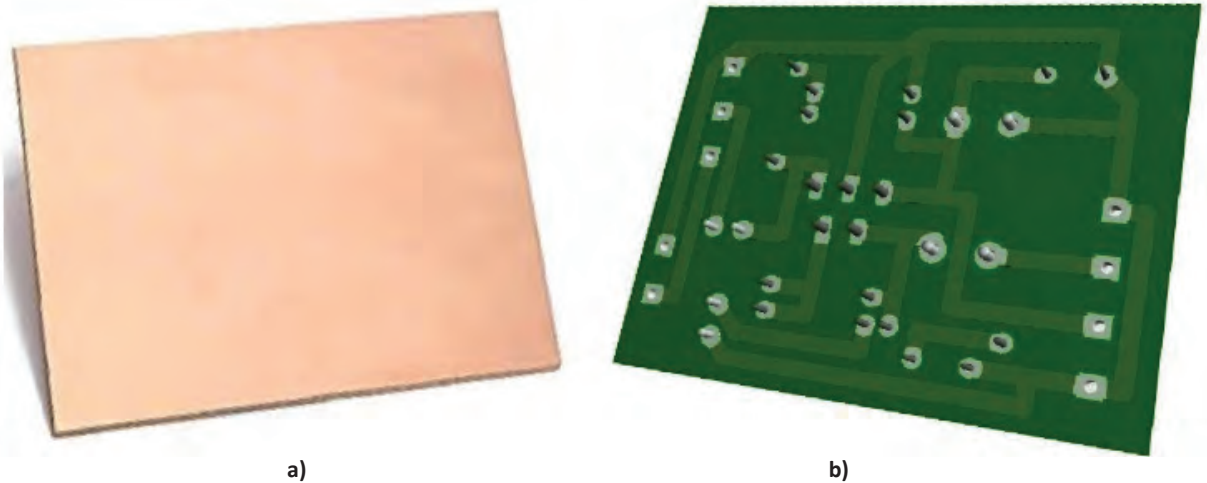
Elektronik devreler; direnç, diyot, transistör, kondansatör gibi birçok devre elemanının birbirine bağlanmasıyla oluşturulan düzeneklerdir. Elektronik devrelerin elemanları arasındaki bağlantının kopmaması ve kararlı çalışabilmesi için baskı devre plaketi üzerine elektronik devre elemanlarının sabitlenmesine ihtiyaç duyulur. Bu amaçla baskı devre plakentinin hazırlanıp devre elemanlarının plaket üzerine yerleştirilmesi ve lehimlenmesi gerekmektedir. Baskı devre öğrenme biriminde baskı devre plaketi hazırlama aşamaları üzerinde durulacaktır.

5.1. DEVRE ELEMANLARINI SEÇME

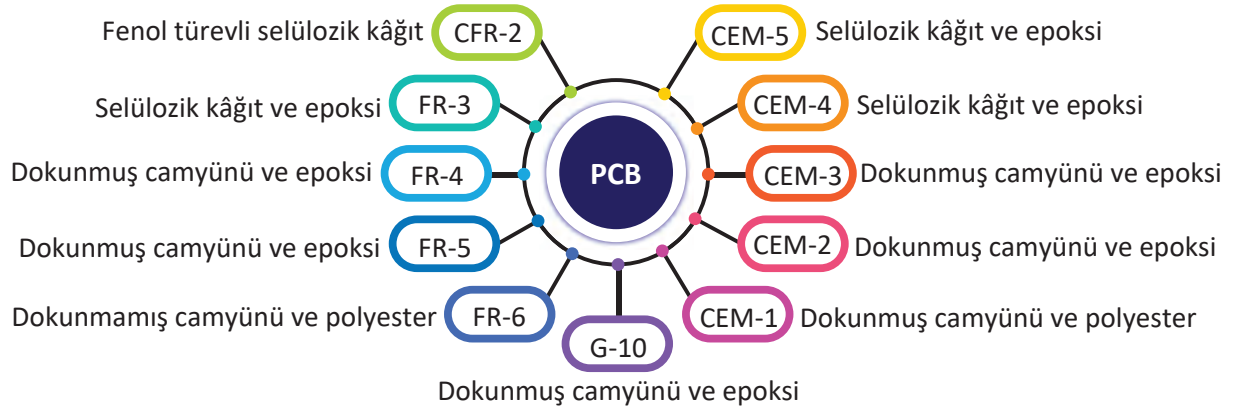
Baskı devre plaketi tasarımı yapılırken kullanılacak plaket ve devre elemanlarının özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. Öncelikle elektronik devrenin kullanılacağı şartlara (sıcaklık, basınç, nem vb.) uygun baskı devre plaketi seçimi yapılır. Daha sonra kullanılacak devre elemanlarının fiziki ölçüleri ve modelleri belirlenir. Sırasıyla elektronik devrenin baskı devresi; baskı devre plaketi üzerine çizilir, baskı devre plaketi üzerinde kullanılmayacak bakır alan eritilir, elektronik devre elemanları baskı devre plaketine yerleştirilir, lehimlenir ve devrenin çalışma testi yapılır.

5.1.1. Baskı Devre Plaketi (Pertinaks)

Baskı devre plaketi diğer bir ismi ile **PCB [printed circuit board (printid sörkıd bord)]** elektronik devreyi oluşturan devre elemanlarını bir arada tutmak ve devre elemanlarının birbirine elektriksel bağlantısını yapmak için kullanılan bakır kaplı plakadır. Baskı devre plaketi, yalıtkan bir malzeme üzerine bakır levha yapıştırılması ile elde edilir. Baskı devre plaketleri, kullanılacağı devreye göre bir yüzeyi veya her iki yüzeyi de bakır levhalı olabilir. Bunun dışında çok katmanlı baskı devre plaketleri de vardır. Görsel 5.1.a'da boş baskı devre plaketi, Görsel 5.1.b'de baskısı tamamlanmış baskı devre plaketi görülmektedir.



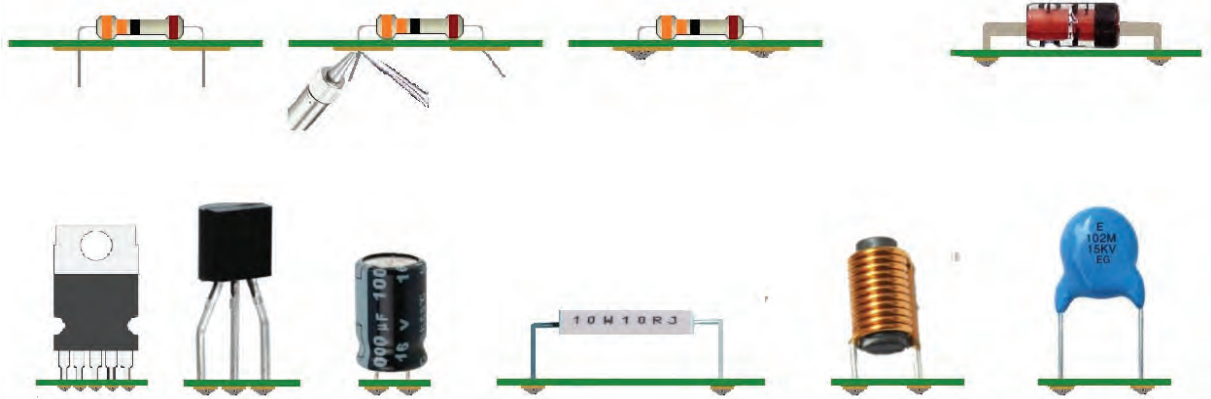
a) b)
Görsel 5.1: a) Baskı devre plaketi b) Hazırlanmış baskı devre plaketi



Görsel 5.2: İmal ediliş tarzına göre baskı devre plaketi

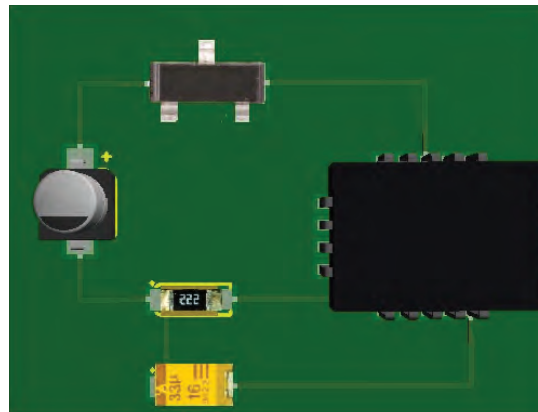
5.1.2 Elektronik Devre Elemanları Kılıf Çeşitleri

Baskı devre plaketi üzerine yerleştirilen elektronik devre elemanları, fiziksel durumlarına göre iki türlü yerleştirilir. Bunlardan ilki **delikli PCB teknolojisi [THT (Through Hole Technology)]** adı verilen yöntemdir. Elektronik devre elemanları yüzeye yerleştirilir, bacakları baskı devre plakentinin diğer yüzeyinden lehimlenir (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Delikli PCB üzerine elektronik devre elemanlarının lehimlenmesi

İkincisi **yüzey montaj teknolojisi [SMT (Surface Mount Technology)]** adı verilen yöntemdir. Baskı devre plaketi üzerine yerleştirilen devre elemanları doğrudan bulundukları yüzeye lehimlenir (Görsel 5.4).



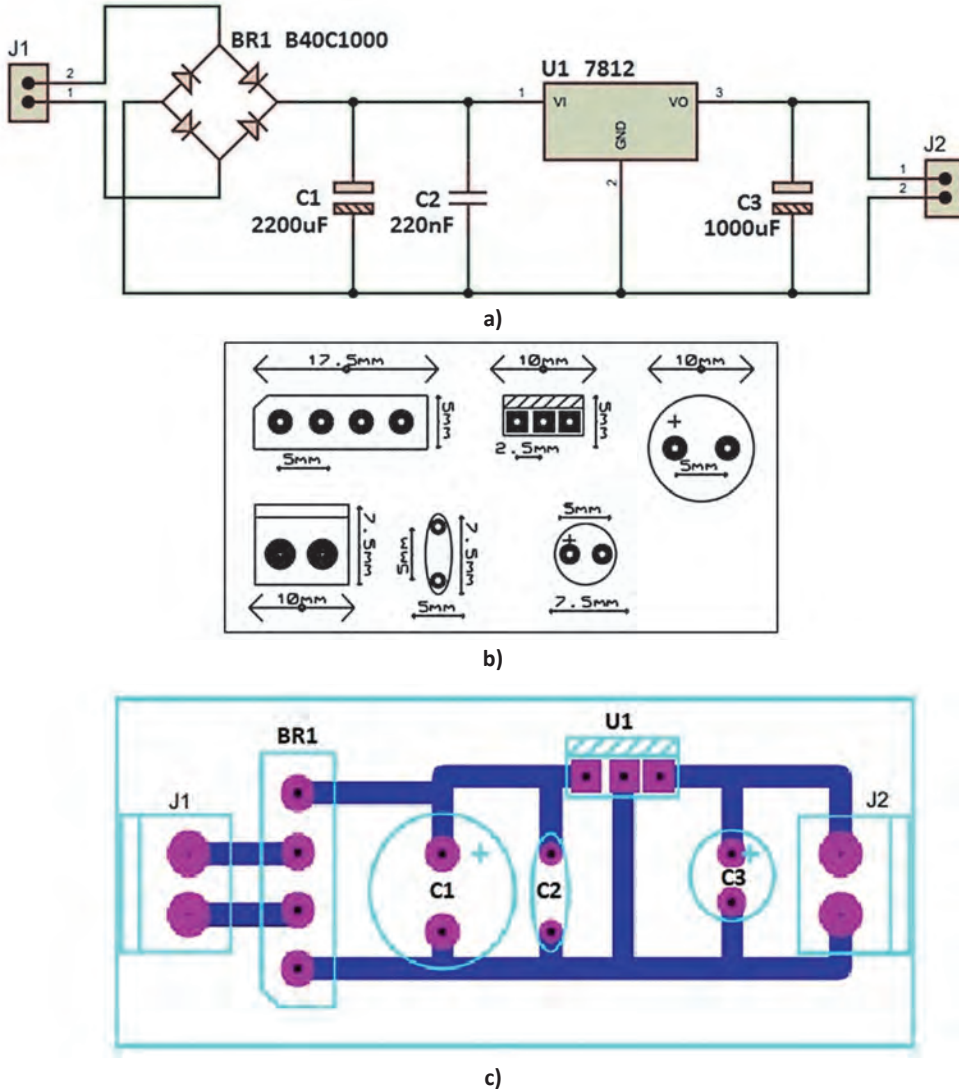
Görsel 5.4: Yüzey montajı yöntemi ile PCB üzerine elektronik devre elemanlarının lehimlenmesi

5.2. BASKI DEVRE ÇİZİMİ YAPMA

Baskı devre çizimi yapma, elektronik devre şemasındaki tüm elektronik devre elemanlarının elektriksel bağlantılarını doğru bir şekilde kâğıda veya dijital ortama aktarma demektir. Baskı devre çizimi esnasında istenilen devre ölçülerine uygun çizim yapmak esastır. Elektronik devre elemanlarının fiziki boyutlarının bilinmesi doğru çizim için önemlidir. Baskı devre çizimi yapılırken baskı devre kalemi, bilgisayarlı çizim, fotorezist ve serigrafi yöntemleri kullanılır.

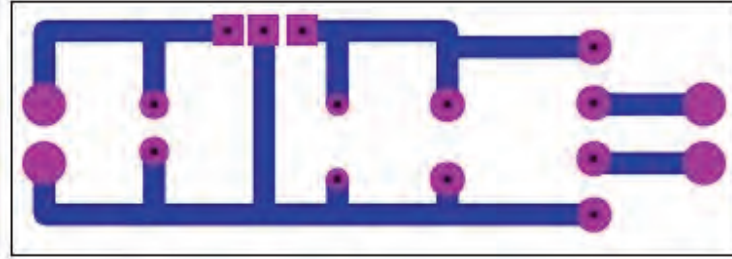
5.2.1. Baskı Devre Kalemi Yöntemi

Elektronik devrenin şeması incelenir (Görsel 5.5:a). Kullanılacak elektronik devre elemanlarının fiziki ölçüleri belirlenir (Görsel 5.5:b). Milimetrik kâğıt veya aydınlar kâğıt hazırlanır. Elektronik devre elemanları, gerçek boyutları göz önünde bulundurularak milimetrik kâğıt veya aydınlar kâğıt üzerine yerleştirilerek delinecek noktalar işaretlenir. Elektronik devre şemasına uygun olarak devre elemanlarının birbiri ile bağlantıları çizilir. Çizim kontrol edilerek hata olup olmadığı tespit edilir. Eğer hata yoksa hatlar koyulaştırılır. Elde edilen bu çizim baskı devre plaketi **eleman yüzeyi üst görünüşüdür** (Görsel 5.5:c).



Görsel 5.5: a) Elektronik devre b) Elektronik devre elemanları ölçüleri c) Eleman yüzeyi üst görünüşü

Görsel 5.5:c’de gösterilen baskı devre plaketi eleman yüzeyi üst görünüşüdür. Baskı devre hazırlanırken eleman yüzeyi üst görünüşünün tersinin alınması gereklidir. Bu yüzden milimetrik kâğıt veya aydinger kâğıt ters çevrilerek ışık altında çizimler kâğıdın diğer yüzüne aktarılır ve ayna görüntüsü elde edilir. Elde edilen bu çizim **baskı devre plaketi bakır yüzey görünüşü** veya **baskı devre plaketi alt görünüşü** olarak isimlendirilir. Böylece görünüş çizim işlemi tamamlanır. Görsel 5.6’da gösterilen baskı devre plaketi aktarılabacak görünüş baskı devre plaketi alt görünüşüdür.



Görsel 5.6: Baskı devre plaketi alt görünüşü

Baskı devre çizim ölçülerine göre baskı devre plaketi kesilir. Baskı devre plaketi kesmek için tezgah tipi testere, demir testere, kıl testeresi veya maket bıçağı kullanılabilir (Görsel 5.7:a). Baskı devre plakentinin kenarları eğe ile törpülenerek kesimden kalan çapaklar temizlenir (Görsel 5.7:b).

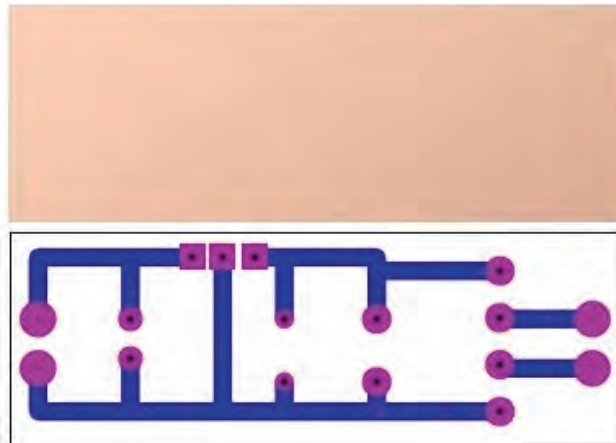


a)

b)

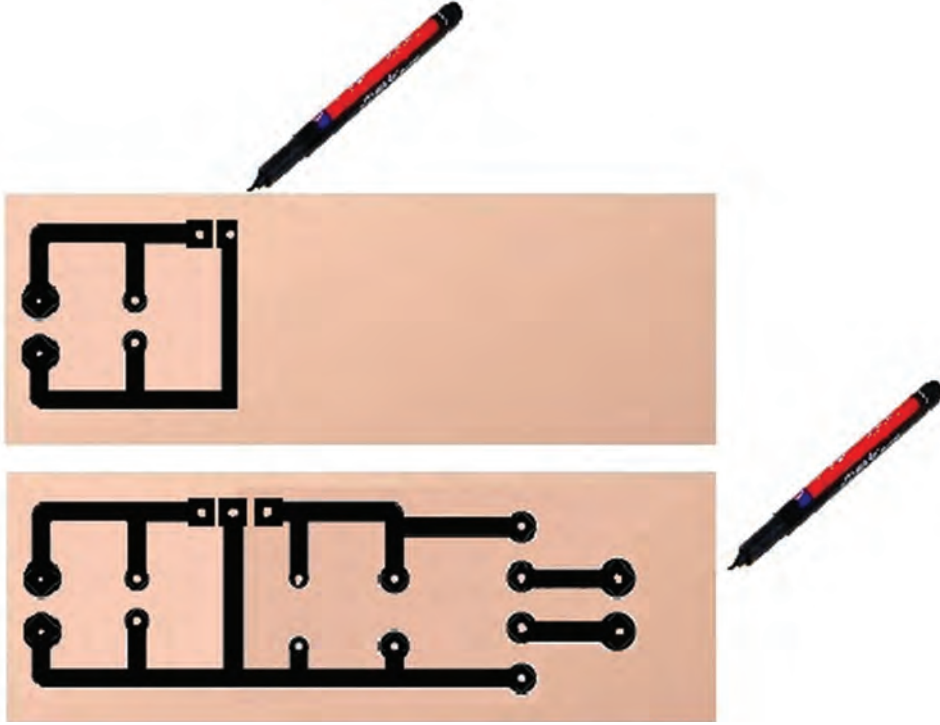
Görsel 5.7: a) Baskı devre plakentinin kesilmesi b) Baskı devre plakentinin kenarlarının eğelenmesi

Kesilen baskı devre plaketi kimyasal temizlik maddeleriyle temizlenerek veya ince zımpara ile zımparalanarak yüzeyindeki kir, pas ve yağdan arındırılır (Görsel 5.8).



Görsel 5.8: Ölçüye uygun temiz baskı devre plaketi

Baskı devre plaketi alt görünüşü baskı devre kalemi kullanılarak baskı devre plaketine çizilir. Böylece baskı devre plaketine çizim işi tamamlanır (Görsel 5.9). Beş dakika kadar baskı devre plaketi mürekkebinin kuruması beklenir. Baskı devre plaketi kimyasal maddeler yardımı ile eritilmeye (aşındırmaya) hazırdır.



Görsel 5.9: Baskı devre plaketi alt görünüşünün baskı devre kalemi ile plakete çizilmesi



1. UYGULAMA

Transistörlü Flip-Flop (F-F) Devresinin Baskı Devre Görünüşünü Çizmek

Süre: 20 dk

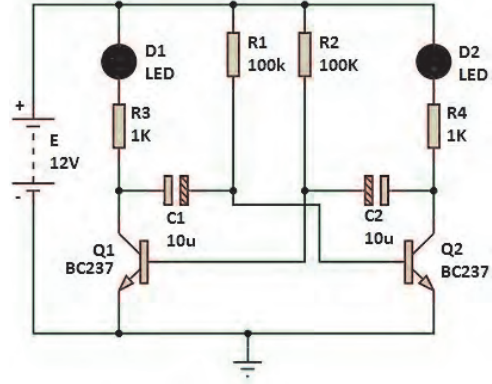
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü flip-flop devresinin baskı devre görünüşünü baskı devre kalemi ile çizersiniz.

1. Adım: Tablo 5.1’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 5.1: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Kâğıt	Milimetrik veya aydınlar	1 adet
Makas	Plastik saplı	1 adet
Cetvel	Plastik veya tahta ölçü cetveli	1 adet

2. Adım: Görsel 5.10'da verilen elektronik devre şemasındaki devre elemanlarının gerçek ölçülerini cetvel ile belirleyiniz.



Görsel 5.10: Flip-flop uygulama devresi

- 3. Adım:** Milimetrik veya aydınlatıcı kâğıt üzerine kenarları 5 cm olan kare çiziniz (5x5 cm).
- 4. Adım:** Çizdiğiniz 5x5 cm kare içine Görsel 5.10'da verilen uygulama devresindeki elektronik şemaya uygun olarak devre elemanlarını yerleştiriniz.
- 5. Adım:** Devre elemanları arasındaki yolları çizerek eleman yüzeyi üst görünüşü oluşturunuz.
- 6. Adım:** Kâğıdı ters çevirip çizmiş olduğunuz eleman yüzeyi üst görünüşün tersini kâğıda tekrar çiziniz.
- 7. Adım:** Elde ettiğiniz baskı devre plaketi alt görünüşündeki yolları kalınlaştırınız.
- 8. Adım:** Baskı devre plaketi üzerine çizilecek görünüşü elde ettiğiniz çizimi 2. Uygulama için saklayınız.
- 9. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

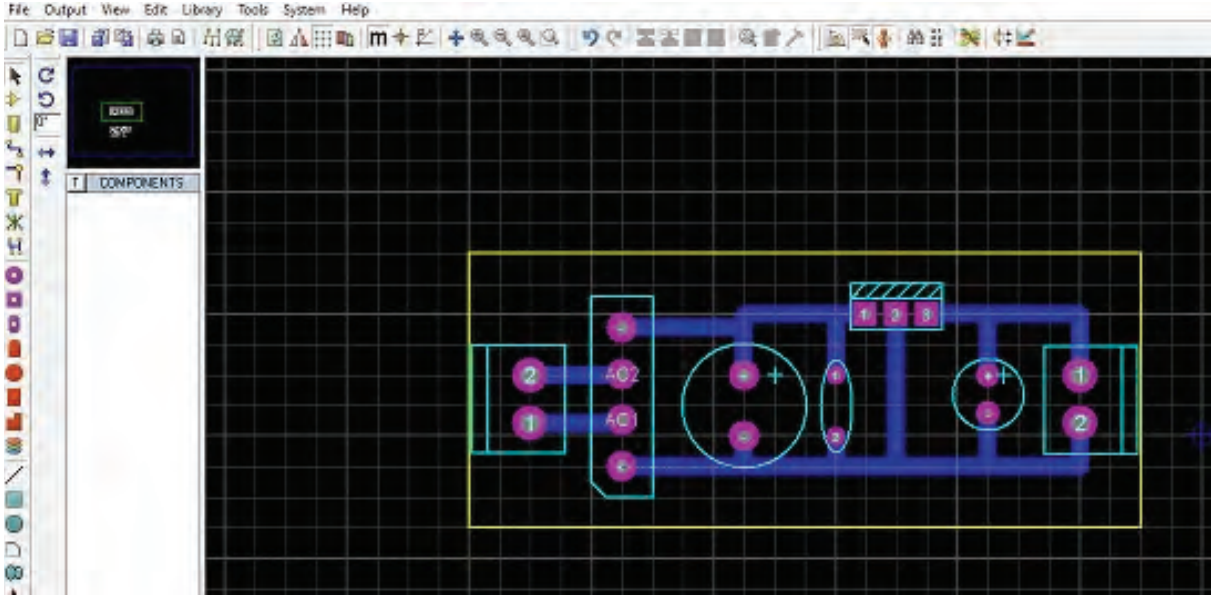


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Milimetrik veya aydınlatıcı kâğıt üzerinde doğru ölçülendirme yapıldı.		
3. Elektronik devre elemanlarının gerçek ölçüleri cetvel ile belirlendi.		
4. Elektronik şemaya uygun olarak devre elemanları yerleştirildi.		
5. Eleman yüzeyi üst görünüş oluşturuldu.		
6. Eleman yüzeyi üst görünüşün tersi kâğıda doğru şekilde çizildi.		
7. Çalışma alanı temizlendi.		

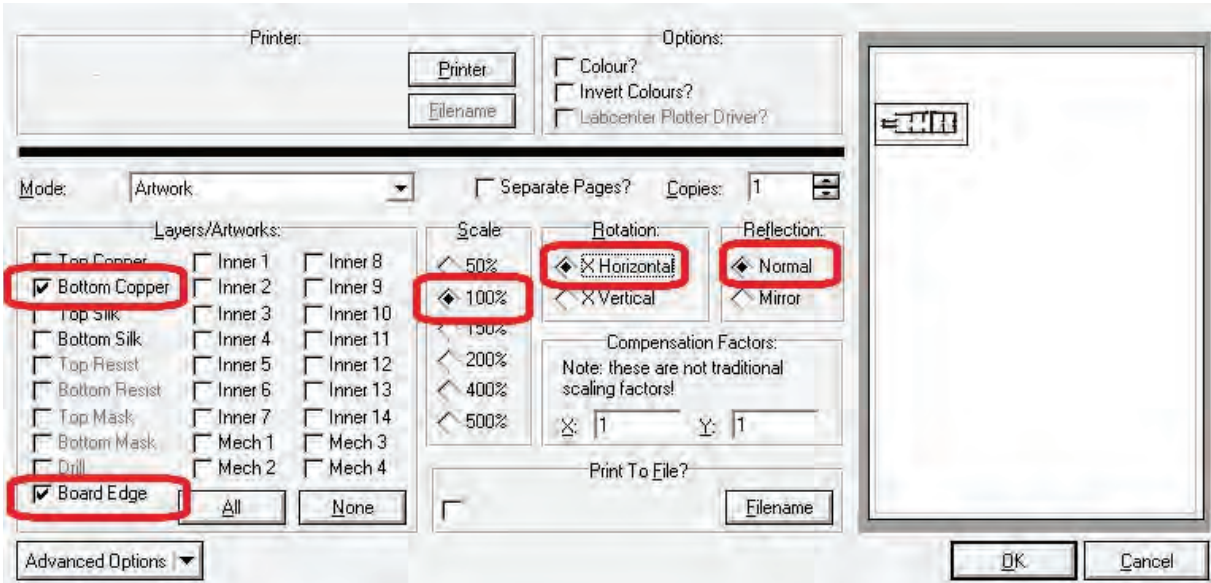
5.2.2. Elektronik Çizim Programı Yöntemi ile Baskı Devre Hazırlama

Çeşitli elektronik devre çizim programları (Proteus isis & Ares, Eagle, Fritzing, Zenit PCB, PCB Web, TinyCad, Board Maker vb.) kullanılarak bilgisayar ortamında baskı devre çizimi yapılır. Görsel 5.11’de baskı devresi çizilmiş bir elektronik devre görülmektedir.



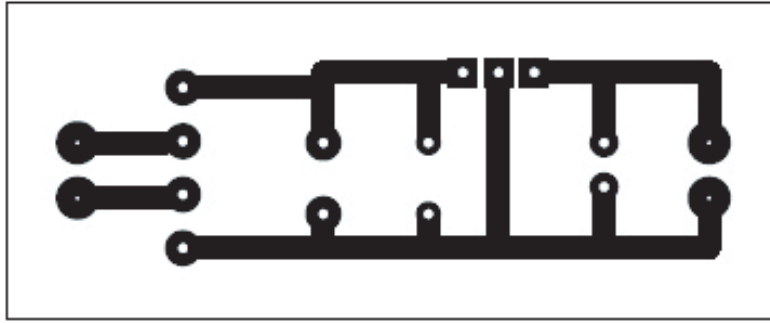
Görsel 5.11: Baskı devrenin elektronik çizim programı ile hazırlanması

Görsel 5.11’de görüldüğü gibi baskı devre çizimi tamamlandıktan sonra yazdırma seçeneği düzenlenir. Çizimi yapılan baskı devre, kâğıt üzerinden baskı devre plaketine aktarılabilecek şekilde kâğıda eleman yüzeyi üst görünüş yazdırılır. Sadece eleman yüzeyi üst görünüşündeki bakır yollar yazdırılacak şekilde seçim yapılır. Yapılan seçimler kırmızı kutu içinde gösterilmiştir (Görsel 5.12). Doğrudan baskı devre plaketi üzerine çizim yapılacaksa Reflection menüsündeki Mirror seçilir.



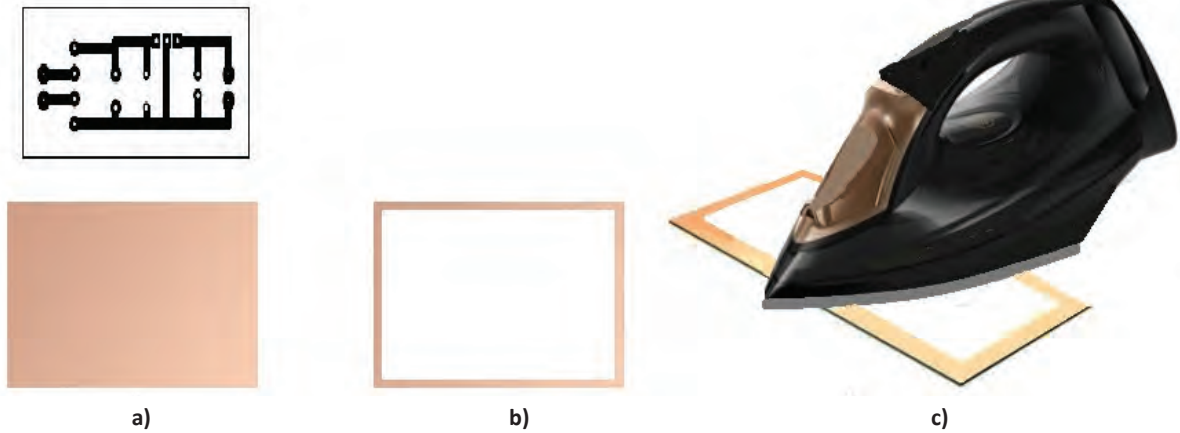
Görsel 5.12: Baskı devre çiziminin yazıcıdan alınması için yapılan ayarlar

Görsel 5.12’de gösterilen ayarlar yapıldıktan sonra “OK” butonuna tıklanarak lazer yazıcıdan kuşe kâğıt üzerine yazma işlemi başlatılır. Yazma işlemi sonunda Görsel 5.13’tekine benzer bir çıktı alınmalıdır.



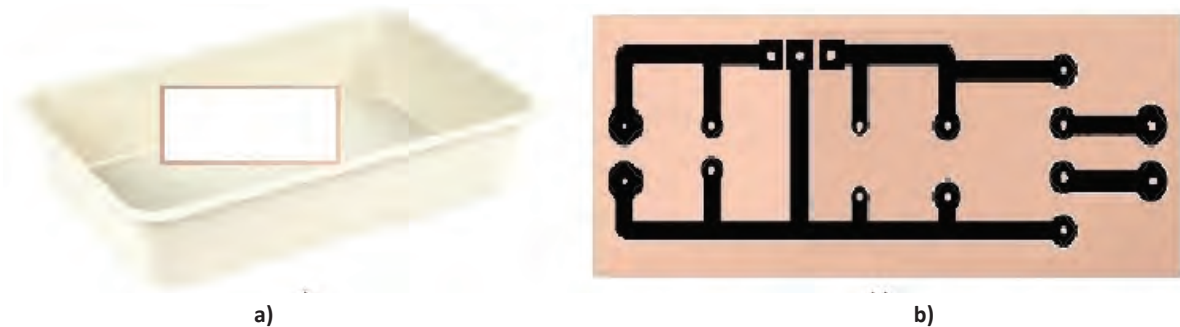
Görsel 5.13: Eleman yüzeyi üst görünüşün bilgisayar çıktısı

Kuşe kâğıttaki baskı devre çizimi siyah çerçeve hizasından kesilip çıkartılır. Çerçeve ölçülerine uygun baskı devre plaketi kesilip temizlenir (Görsel 5.14:a). Ütü gibi ısı kaynakları kullanılarak kuşe kâğıttaki eleman yüzeyi üst görünüşü baskı devre plaketine aktarılır. Baskı devre plaketi üzerine kâğıt ters çevrilip yerleştirilir (Görsel 5.14:b). Ütü buharsız en yüksek kademede ısıtıldıktan sonra kâğıt ve plaket üzerine bırakılıp iki veya üç dakika hafifçe baskı uygulanır (Görsel 5.14:c). Ütüye çok fazla bastırılırsa baskı devre plakentinin yanacağı unutulmamalıdır.



Görsel 5.14: a) Baskı devre plaketi ve çıktının hazırlanması b) Kâğıdın baskı devre plaketine yerleştirilmesi c) Ütüleme

Ütüleme aşamasından sonra baskı devre plaketi, içi su dolu kaba bırakılır (Görsel 5.15:a). Kuşe kâğıdın iyice suda ıslanıp baskı devre plaketten ayrılması beklenir. Kâğıt plaketten tamamen temizlendikten sonra eleman yüzeyi üst görünüş baskı devre plaketine çıkartılır (Görsel 5.15:b).



Görsel 5.15: a) Baskı devre plakentinin suda bekletilmesi b) Baskı devre plakentinin kâğıttan temizlenmesi

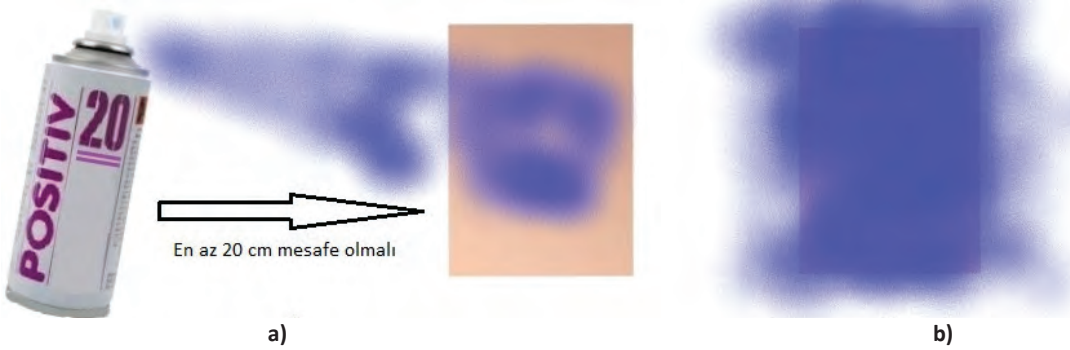
5.2.3. Fotorezist Yöntemi Kullanarak Baskı Devre Hazırlama

Fotorezist madde, baskı devre plaketi üretiminde kullanılan morötesi ışığa duyarlı kimyasal bir maddedir. Fotorezist madde, pozitif fotorezist ve negatif fotorezist olmak üzere ikiye ayrılır. Negatif fotorezist maddeye morötesi ışık uygulandığında dayanıklılığı artar. Pozitif fotorezist maddeye morötesi ışık uygulandığında dayanıklılığı azalır. Pozitif fotorezist baskı devre tasarımında sıkça kullanılır. Genelde pozitif 20 adıyla bilinir (Görsel 5.16).



Görsel 5.16: Pozitif 20

Pozitif 20 ile baskı devre hazırlanırken elektronik devre şemasından, eleman yüzeyi üst görünüşünün çizimi ışık geçirgenliği olan aydinger veya asetat kâğıdına hazırlanır. Ölçülere uygun olarak kesilmiş ve iyice temizlenmiş baskı devre plaketi pozlandırma odasına alınır. Pozlandırma odası kırmızı ışık ile aydınlatılmalıdır. Baskı devre plaketi üzerine yaklaşık 20 cm mesafeden pozitif 20 püskürtülür (Görsel 5.17:a). Baskı devre plakentinin tüm alanı boyanacak şekilde pozitif 20 püskürtülmeye devam edilir (Görsel 5.17:b). Pozitif 20 ile boyama işleminde boyanın baskı devre plaketenin akacak kıvamda olmamasına dikkat edilmelidir. Boyama işlemi tamamlanınca baskı devre plaketi kurumaya bırakılır.



Görsel 5.17: a) Baskı devre plakentinin pozitif 20 ile boyanması b) Boya işleminin tamamlanması

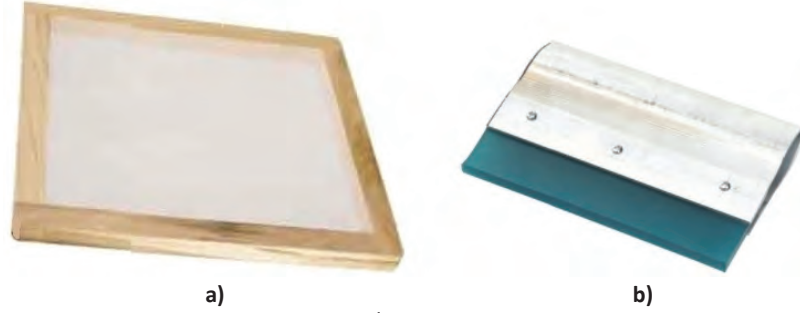
Aydinger veya asetat kâğıdı kurutulan baskı devre plaketi üzerine düzgünce yerleştirilir. Pozlandırma makinesi veya floresan lamba altında beyaz ışıkta yaklaşık beş-yedi dakika bekletilir. Işık görmeyen yerler baskı devre plaketi üzerinde belirgin hâle gelir (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Pozlandırma makinesi

5.2.4. Serigrafi Yöntemi Kullanarak Baskı Devre Hazırlama

Serigrafi veya diğer ismiyle **ipek baskı**, baskı devre plaketi, kâğıt, cam, kumaş vb. malzemeler üzerine resim, yazı gibi çalışmalarını aktarmak için kullanılan bir baskı tekniğidir. Bu teknikte, çerçeveye gerilmiş ipek üzerine baskısı yapılacak resmin kalıbı çıkartılır. Daha sonra bu kalıp içine boya dökülür. Dökülen boya ragle (sıyırıcı) ile sıyrılarak resmin ipek kalıptan cisim üzerine aktarılması sağlanır. Görsel 5.19’da ipek çerçeve ve ragle görülmektedir.



Görsel 5.19: a) İpek çerçeve b) Ragle

Serigrafi yöntemi ile baskı devre hazırlamada izlenen adımlar şu şekildedir:

- Alüminyum veya tahta çerçeve içine ipek gerilir veya ipek çerçeve hazır alınır.
- Cam veya plastik kabın içine yaklaşık 100 ml foto emülsiyon boyası ve 1/10 ölçeğinde hızlandırıcı koyulur. Plastik veya cam çubukla içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde karıştırılır.
- Çerçeve içindeki ipek üzerine hazırlanan karışım dökülür. Karışım ragle ile homojen bir şekilde ipek üzerine yayılır. Çerçeve içindeki ipek, loş ışık altında veya pozlandırma odasında kurutulur.
- İpek iyice kuruduktan sonra pozlandırma cihazı üzerine yerleştirilir. Aydınlatıcı veya asetat kâğıdına çizilmiş baskı devre plaketi alt görünüşü, ipek üzerine yerleştirilir. Pozlandırma makinesinin kapağı kapatılır.
- Pozlandırma makinesi çalıştırılır. Yaklaşık yedi dakika pozlandırma işlemi yapılır.
- Pozlandırma işlemi tamamlandıktan sonra ipek tazyikli suyun altına tutularak yıkanır. Işık gören boya ipekten ayrılır. Işık görmeyen boya ipek üzerinde kalır. Böylece ipek kalıp hazırlanır.
- Cam veya plastik kap içine yeteri kadar serigrafi mürekkebi konur. Mürekkebi inceltmek için kimyasal yapısına uygun selülozik veya sentetik tiner katılır. Karışım homojen olarak iyice karıştırılır.
- Daha önceden ölçülere uygun olarak kesilmiş, yağdan ve kirden temizlenmiş baskı devre plaketi ipek çerçevenin alt kısmına yerleştirilir. Hazırlanan serigrafi mürekkebi yeterli miktarda ipek üzerine dökülür. İpek üzerindeki boya ragle yardımı ile düzgün şekilde çekilir (Görsel 5.20). Serigrafi mürekkebi ipekten plakete geçerek baskı devre plaketi hazırlanır.



Görsel 5.20: Ragle ile ipek üzerinden boya çekilmesi



2. UYGULAMA

Transistörlü F-F Baskı Devresini Baskı Devre Plaketine Çizmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü F-F baskı devresini baskı devre plaketine çiziniz.

1. Adım: Tablo 5.2’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

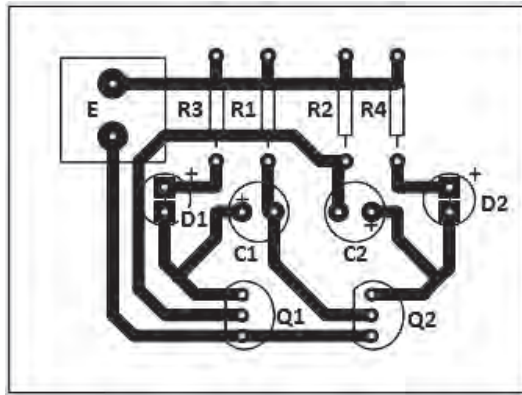
Tablo 5.2: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Kâğıt	Milimetrik veya aydınır	1 adet
Baskı devre plaketi	5x5 cm	1 adet
Kalem	Baskı devre kalemi	1 adet
Cetvel	Kenarları düzgün, plastik veya tahta	1 adet
Toz vim, bulaşık teli	Mekanik temizleme tozu	1 paket
Testere	Demir veya kıl testeresi	1 adet
Çekiç, biz veya çivi	100 -200 gramlık çekiç	1 adet
İzole bant	Elektrikçi bandı	1 adet
Eğre	Düz	1 adet

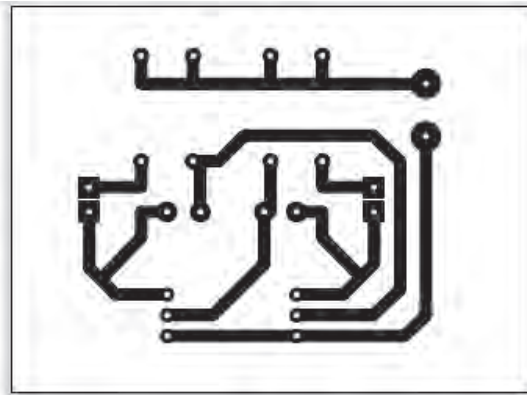
2. Adım: 5x5 cm ölçüsünde baskı devre plaketini kesip kenarlarını eğre ile düzeltiniz.

3. Adım: Hazırlamış olduğunuz baskı devre plaketini toz vim veya bulaşık teli ile temizleyiniz.

4. Adım: Baskı devre plaketinin üzerine 1. Uygulamada hazırlamış olduğunuz eleman yüzeyi üst görünüşünü ters çevirip yerleştiriniz. İzole bant ile tutturunuz. Baskı devre görünüşü doğru çizilmiş ise Görsel 5.21’deki eleman yüzeyi üst görünüş çizimine benzecektir.



Eleman yüzeyi üst görünüş



Baskı devre plaketi alt görünüş

Görsel 5.21: Baskı devre görünüşleri

- 5. Adım:** Devre elemanlarının bacaklarının geleceği noktaları çekiç, çivi veya biz ile hafifçe vurarak işaretleyiniz.
- 6. Adım:** Delinecek noktaları işaretlerken çekici hızlı vurup baskı devre plaketini kırmamaya dikkat ediniz.
- 7. Adım:** İşaretleme işleminden sonra kâğıdı baskı devre plaketinden çıkartınız.
- 8. Adım:** İşaretlediğiniz noktaları dikkate alarak baskı devre kalemi ile kâğıttaki görünüşü baskı devre plaketine çizin.
- 9. Adım:** Çizimini tamamladığınız baskı devre plaketini 3. Uygulama için saklayınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Baskı devre plaketi kesilip düzeltilirken testere ve ege doğru kullanıldı.		
3. Baskı devre plaketinin tüm yüzeyi düzgün temizlendi.		
4. Eleman yüzeyi üst görünüşünün tersi çevrilip plakete yerleştirildi.		
5. Delinecek noktalar işaretlenirken çekiç, çivi veya biz doğru kullanıldı.		
6. İşaretlenen noktalar, baskı devre kalemi ve cetvel ile baskı devre plaketine düzgün çizildi.		
7. Çalışma alanı temizlendi.		

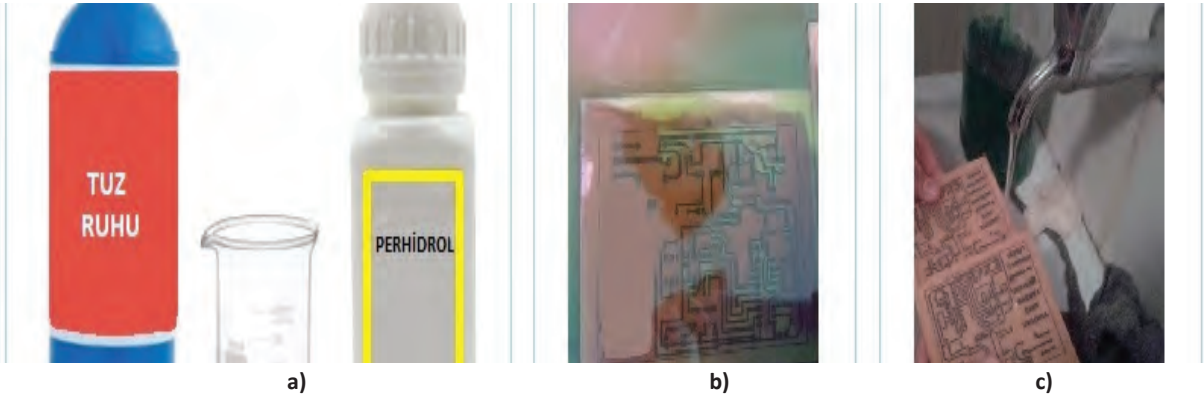
5.3. BASKI DEVRE ERİTME ÇÖZELTİSİ HAZIRLAMA

Baskı devre plaketi üzerinde sadece istenilen bakır yollarının kalıp diğer istenmeyen bakır kısımların kimyasal çözeltiler ile kazınmasına **eritme işlemi** denir. Eritme çözeltisi olarak asit ve bazı kimyasal çözeltiler kullanılır.

Tuz ruhu (hidroklorik asit) ve perhidrol (hidrojen peroksit) en çok kullanılan kimyasal maddelerdir. Eritme işleminde bunların dışında demir üç klorür (FeCl_3) çözülticisi de kullanılır.

5.3.1. Tuz Ruhu ve Perhidrol Karışımı ile Baskı Devre Plaketi Eritme

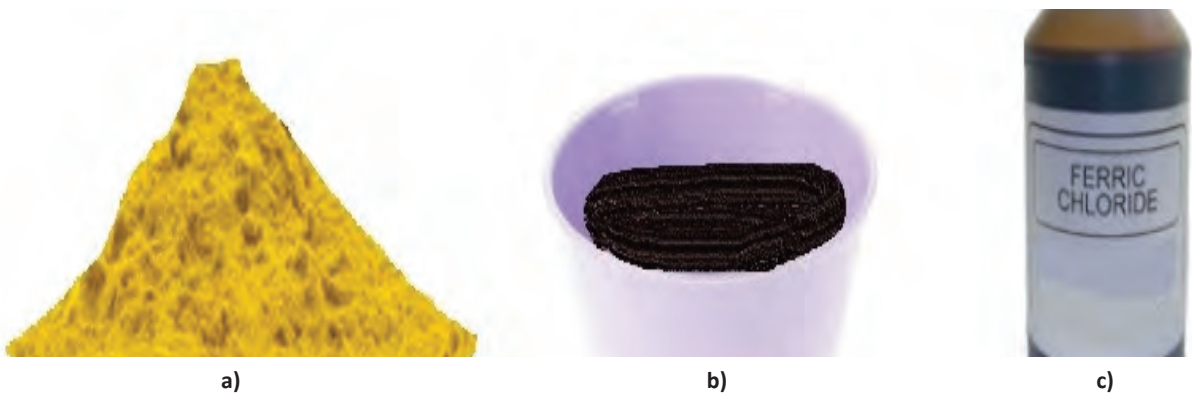
Plastik kap içine 100 ml tuz ruhu ve 20 ml perhidrol dökülür (Görsel 5.22:a). Perhidrol saflığına göre 1/3 oranında da dökülebilir. Baskı devre plaketi, hazırlanan bu çözelti içine bırakılır (Görsel 5.22:b). Baskı devre yolları dışındaki tüm bakır kısımlar eriyinceye kadar kap yavaş yavaş sallanır. Bakır kısımlar eridikten sonra baskı devre plaketi plastik veya tahta maşa ile çözelti içinden alınarak yıkanır (Görsel 5.22:c). Hazırlanan çözelti metal eritme özelliğinde olduğundan kap içine baskı devre plaketi dışında metal parça atılmaz. Pense veya kargaburnu gibi metal el aletleriyle baskı devre plaketi çözelti içinden alınmaz. Çözelti bakır ile reaksiyona girdiğinde zehirli buhar açığa çıktığından ortam muhakkak havalandırılmalıdır. Ayrıca çözelti kıyafetlere ve vücuda zarar verebileceğinden atölye önlüğü giyilerek ve koruyucu gözlük takılarak çalışılmalıdır. Çözelti vücutla temas ederse çözeltinin temas ettiği yer bol suyla yıkanmalıdır.



5.3.2. Demir Üç Klorür (FeCl_3) Kullanarak Baskı Devre Plaketi Eritme

Toz hâlindeki demir üç klorür (Görsel 5.23:a) plastik kap içine koyulup ılık suda eritilerek (Görsel 5.23:b) veya plastik kap içine sıvı demir üç klorür dökülerek (Görsel 5.23:c) eritme çözeltisi hazırlanır.

Baskı devre plaketi hazırlanan bu karışım içine bırakılır. Baskı devre plaketi, üzerinde bakır yollar dışında kalan tüm bakır yüzey eriyinceye kadar çözeltide bekletilir. Baskı devre plaketi üzerindeki gereksiz bakır yüzeyler eridikten sonra plaket plastik veya tahta maşa ile çözeltiden çıkartılarak bol su ile yıkanır. Çözelti içine başka metal parça atılmaz. Pense, kargaburnu gibi metal el aletleriyle baskı devre plaketi çözelti içinden alınmaz. Bu işlem sırasında atölye ortamında, iş önlüğü ve koruyucu gözlük ile çalışılmalıdır. Bu karışım vücuda temas ederse kimyasalın temas ettiği yer bol suyla yıkanmalıdır.





3. UYGULAMA

Transistörlü F-F Baskı Devre Plaketini Eritmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü F-F baskı devre plaketini eritiniz.

1. Adım: Tablo 5.3'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 5.3: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Tuz ruhu		100 ml
Perhidrol		20 ml
Plastik leğen		1 adet
Maşa	Plastik veya tahta	1 adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğü takınız.

3. Adım: Plastik leğen içine 100 ml tuz ruhu ve 20 ml perhidrol dökünüz.

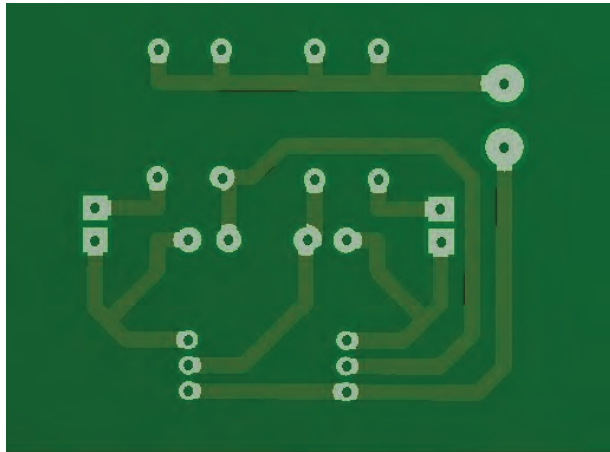
4. Adım: Baskı devre plaketini leğen içine bırakınız.

5. Adım: Havalandırmanın yanına geçiniz.

6. Adım: Plastik leğeni yavaş yavaş sallayarak eritme işlemini hızlandırınız. Gereksiz bakır kısım eriyinceye kadar plastik leğeni sallamaya devam ediniz.

7. Adım: Gereksiz kısımlar eriyince baskı devre plaketini plastik veya tahta maşa ile çıkartınız. Buraya kadar yapılan işlemler doğruysa Görsel 5.24'teki baskı devre plaketine benzer bir baskı devredevre plaketi elde etmelisiniz.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



Görsel 5.24: Baskı devre plaketinin eritildikten sonraki görünüşü



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük kullanıldı.		
3. Doğru oranda tuz ruhu ve perhidrol hazırlandı.		
4. Havalandırmanın yanında çalışıldı.		
5. Sadece bakır yollar kalacak şekilde baskı devre plaketi eritme işlemi yapıldı.		
6. Baskı devre plaketi, asit içinden çevreye zarar verilmeden kurallara uygun çıkarıldı.		
7. Geriye kalan asit kurallara uygun imha edildi.		
8. Çalışma alanı temizlendi.		

5.4. PERTİNAKSİN ÜZERİNDE BAĞLANTI NOKTALARINI DELME

Elektronik devre elemanlarının baskı devre plaketi (pertinaks) üzerine yerleştirilmesi için bacak çaplarına uygun delikler açılmalıdır. Bu delikler çeşitli el aletleri veya delik delme makineleri kullanılarak açılır.

5.4.1. Delik Delme Makineleri

Delik delme işlemi, matkap adı verilen kesici takımlar ile parça üzerinde silindirik delikler açma işlemidir. Delik delme işlemi talaşlı imalat tekniklerinden biridir. Çalışılan iş parçası metal ya da metal dışı malzemeler olabilir. 13 mm kadar delik delen matkaplar genellikle **el breyzi** olarak adlandırılır (Görsel 5.25:a). 13 mm ve üstünde delik delebilen matkaplar ise **tezgâh tipi matkap** olarak adlandırılır (Görsel 5.25:b). Bunun dışında baskı devre plaketi delinmesinde daha küçük ebatlı ve düşük voltaj altında çalışan **elektronikçi hobi matkapları** da kullanılabilir (Görsel 5.25:c).



Görsel 5.25: a) El breyzi b) Tezgâh tipi matkap
c) Elektronikçi hobi matkap

5.4.2. Matkap Ucu (Delik Delme Ucu)

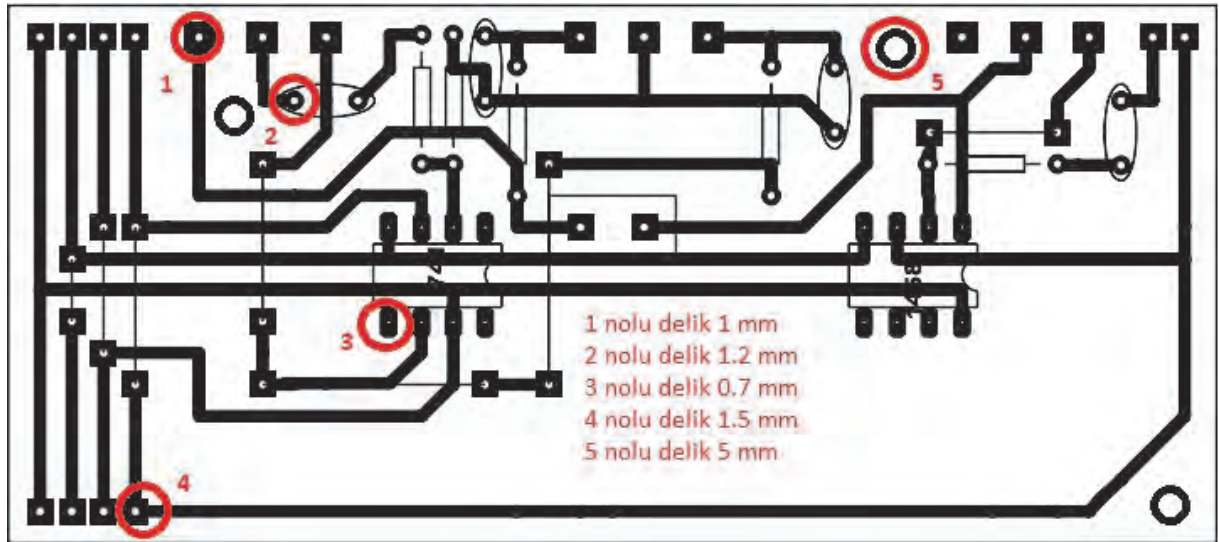
Matkap ucu; sertleştirilmiş çelik, krom vanadyum, kobalt ya da titanyum karbürden imal edilen, delik delme amaçlı kullanılan kesme parçasıdır. Metal, ahşap ve beton gibi malzemeleri delmek için ayrı ayrı üretilir (Görsel 5.26). Standart matkap uçlarının boyutları, 1 ile 13 mm arasındadır. Baskı devre plaketinin delinmesinde metal matkap ucu kullanılması yeterlidir.



Görsel 5.26: a) Metal delme ucu b) Ahşap delme ucu c) Beton delme ucu

5.4.3. Baskı Devre Plaketinin Delinmesi

Baskı devre plaketinin üzerinde bulunan devre elemanlarının bacaklarının delik çapları farklı olabilir (Görsel 5.26). Elektronik devre elemanlarının katalog bilgilerinden veya fiziki ölçümlerinden delik çaplarının ölçüleri bulunur. Uygun uçlar hazırlanır. Görsel 5.27'deki baskı devre bilgisayarlı çizim programında hazırlandığından delik yerleri ve çapları beyaz noktalar şeklinde görülmektedir.



Görsel 5.27: Elektronik devre elemanlarının delik çapları

Baskı devre plaketini delik noktalarının delinmesinde tezgâh tipi matkap veya elektronikçi hobi tipi matkaplar kullanılır. Matkap ucu mandrene yerleştirilir (Görsel 5.28). Matkap ucunun eğri yerleştirilmemesine dikkat edilir. Eğri yerleştirilen ucun kırılacağı unutulmamalıdır. Mandren, mandren anahtarı vasıtasıyla veya el ile sıkıştırılarak matkap ucu sabitlenir.



Görsel 5.28: Mandrene matkap ucunun yerleştirilmesi

Matkap çalıştırılır. Delik delme işlemi yapılırken matkap ucu baskı devre plaketine dik gelecek şekilde temas ettirilmelidir (Görsel 5.29). Delik delinirken baskı devre plaketinin çatlamaması veya matkap ucunun kırılmaması için matkap baskı devre plaketine sertçe bastırılmamalıdır. Delik delme işlemi yapılırken iş önlüğü ve koruyucu gözlük takılmalıdır.



Görsel 5.29: Baskı devre plaketinin delinmesi

5.4.4. Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketine Yerleştirme ve Lehimleme

Baskı devre plaketi üzerine elektronik devre elemanlarının yerleştirilmesinde izlenecek adımlar şu şekilde olmalıdır:

- Baskı devre plaketi kimyasal temizlik maddesi veya ince zımpara ile kirden ve pastan temizlenmelidir.
- Baskı devre üzerindeki bakır yolların doğru bir şekilde çıkıp çıkmadığı mercek altında veya iyi ışık gören bir alanda kontrol edilmelidir.
- Elektronik devre elemanlarının birbirine bağlandığı bakır yollar avometrenin buzzer veya ohmmetre kademesinde kontrol edilmelidir.
- Bakır yollar arasında kısa devre varsa saatçi tornavida veya maket bıçağı gibi kesici aletlerle kısa devre giderilmelidir.
- Bakır yol üzerinde açık devre varsa açık devre kısımları kablo ile birbirine lehimlenmelidir.
- Baskı devre eleman yüzeyi üst görünüşüne göre elektronik devre elemanları yerlerine yerleştirilmelidir.
- Devrede diyot varsa anot ve katot uçlarına dikkat edilerek doğru bağlantı yapılmalıdır.
- Devrede transistör varsa beyz, kolektör ve emiter uçlarına dikkat edilerek doğru bağlantı yapılmalıdır.
- Devrede entegre varsa bacak numarasına dikkat edilerek doğru bağlantı yapılmalıdır.

- Elektrolitik kondansatörlerin artı ve eksi bacakları baskı devre plaketine doğru takılmalıdır.
- Soğutucu üzerine bağlantısı yapılacak elektronik devre elemanları varsa bunların soğutucuya bağlantısında termal krem sürülmeli, gerekiyorsa soğutucu ile devre elemanları arasına yalıtım malzemesi konulmalıdır.
- Devrede potansiyometre, anahtar veya buton gibi kasa üzerine bağlantısı yapılacak devre elemanlarının kabloları baskı devre plaketi üzerindeki doğru bağlantı noktalarına takılmalıdır.
- Baskı devre plaketi üzerindeki tüm elektronik devre elemanlarının bacakları lehimlenmelidir.
- Lehimleme işleme bittikten sonra baskı devre plaketi selülozik tiner veya izopropil alkol gibi çözücülerle iyice temizlenmelidir.
- Baskı devre plaketi kasa üzerine vidalanacaksa vidalar yeterince sıkıştırılmalıdır.



4. UYGULAMA

Transistörlü F-F Baskı Devre Plaketi Delmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü F-F baskı devre plaketi deliniz.

1. Adım: Tablo 5.4'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 5.4: 4. Uygulama Malzeme Listesi

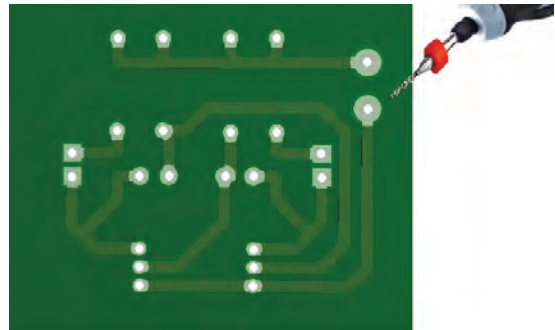
Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre plaketi	Önceki uygulamada hazırlanmış	1 adet
Matkap	Tezgâh üstü veya hobi	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Temizleyici	Kimyasal veya ince zımpara	1 adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğü takınız.

3. Adım: Tezgâh matkabına, devre elemanı bacağına uygun ucu takınız.

4. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra matkabı çalıştırınız.

5. Adım: Baskı devre plaketi üzerinde delinmesi gereken noktaları deliniz. Buraya kadar ki işlemler doğruysa Görsel 5.30'daki baskı devre plaketine benzer bir baskı devre plaketi elde etmelisiniz.



Görsel 5.30: Baskı devre plakentinin delinmesi

6. Adım: Delme işlemi bitince matkabı kapatınız.

7. Adım: Delme işlemi tamamlandığında baskı devre plaketi 5. Uygulama için saklayınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük takıldı.		
3. Elektronik devre elemanı bacağına uygun uç seçildi.		
4. Matkap kurallara uygun olarak çalıştırıldı.		
5. Baskı devre plaketi üzerinde sadece delinmesi gereken noktalar delindi.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		



5. UYGULAMA

Transistörlü F-F Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketine Lehimlemek

Süre: 20 dk

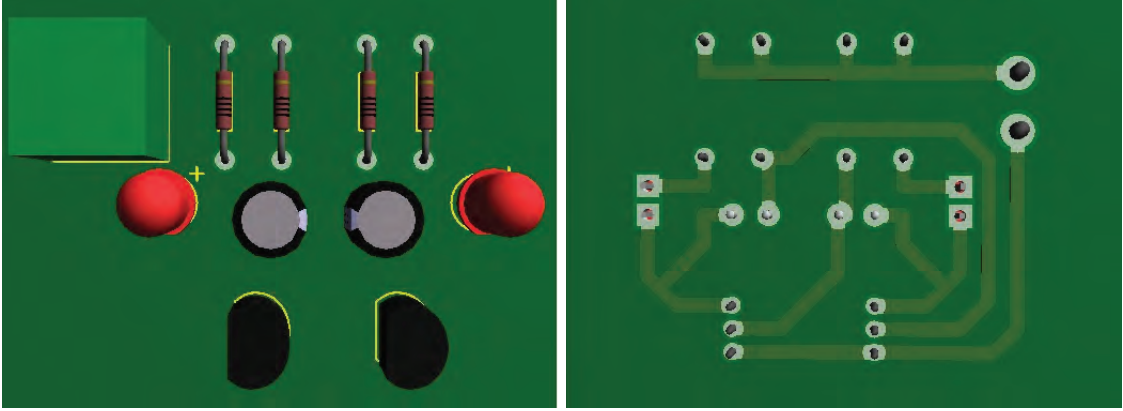
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda transistörlü F-F devre elemanlarının baskı devre plaketine lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 5.5'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 5.5: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre plaketi	Önceki devreden hazırlanmış	1 adet
Güç kaynağı	220V/12V	1 adet
Havya	Kalem havya	1 adet
Elektronik devre elemanları	Devrede kullanılan elemanlar	
Temizleyici	Kimyasal veya ince zımpara	
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Havya altlığı		1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Yankeski		1 adet
Kargaburun		1 adet

- 2. Adım:** Koruyucu gözlüğü takınız.
- 3. Adım:** Baskı devre plaketini kimyasal temizleyici veya zımpara kâğıdı ile temizleyiniz.
- 4. Adım:** Eleman yüzeyi üst görünüşüne göre elektronik devre elemanlarını düzgün bir şekilde baskı devre plaketine yerleştiriniz.
- 5. Adım:** Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havayı altlığına koyarak fişini prize takıp havyanın ısınmasını bekleyiniz.
- 6. Adım:** Havya ısınınca lehimleme işlemlerini yapınız. Buraya kadar yaptığınız işlemler doğruysa Görsel 5.31'deki baskı devre plaketine benzer bir baskı devre plaketi elde etmelisiniz.



Görsel 5.31: Baskı devre plaketine devre elemanı yerleştirme ve lehimleme görünüşü

- 7. Adım:** Lehimleme işlemleri bitince havayı prizden çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
- 8. Adım:** Baskı devre plaketine lehimlediğiniz elektronik devre elemanlarının bacak fazlalıklarını kesiniz.
- 9. Adım:** Baskı devre plaketinin bakır yüzeyini atölye öğretmeni gözetiminde izopropil alkol veya selülozik tinerle temizleyip montaj işlemini tamamlayınız.
- 10. Adım:** Hazırladığınız devreye 12 volt uygulayıp çalışmasını gözlemleyiniz.
- 11. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük takıldı.		
3. Lehimleme öncesi baskı devre plaketi temizlendi.		
4. Elektronik devre elemanları doğru ve düzgün bir şekilde baskı devre plaketine yerleştirildi.		
5. Lehimleme işlemi kurallara uygun yapıldı.		
6. Lehimleme işlemi sonrası havya prizden çıkartıldı.		
7. Elektronik devre elemanlarının bacak fazlalıkları kesildi.		
8. Baskı devre plaketi lehimleme sonrası temizlendi.		
9. Hazırlanan devre çalıştırıldı.		
10. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (...) Baskı devre plaketi üzerine baskı devre çizimi tükenmez kalem ile yapılır.
2. (...) Pozitif 25 fotorezist bir kimyasal maddedir.
3. (...) Serigrafi yönteminde yağlı boya kullanılır.
4. (...) Baskı devre plaketinin delinmesinde sadece 0.7 mm matkap ucu kullanılır.
5. (...) Baskı devre plaketini eritme işleminde 20 ml perhidrol 100 ml tuz ruhu ile karıştırılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Elektronik devre elemanlarını bir arada tutmak için hazırlanan plakete plaketi denir.
7. Serigrafi yönteminde pozlandırma amaçlı ışık kullanılır.
8. Baskı devre plaketi kesildikten sonra kenarları törpülenir.
9. El ile baskı devre çizimi yapılırken veya aydınlatıcı kâğıdı kullanılır.
10. 1 mm ile 13 mm arası delik delme işi yapan matkaba denir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Baskı devre plaketine baskı devre çiziminde kullanılan kalem aşağıdakilerden hangisidir?
A) Asetat B) Keçeli C) Kurşun D) Marker E) Tükenmez
12. Aşağıdakilerden hangisi baskı devre hazırlanmasında kullanılan fotorezist maddedir?
A) Pozitif 5 B) Pozitif 10 C) Pozitif 15 D) Pozitif 20 E) Pozitif 25
13. Aşağıdakilerden hangisi baskı devre plaketini eritmede kullanılan çözüldür?
A) FeCl_3 + Perhidrol
B) FeCl_3 + Tuz ruhu
C) Su + Perhidrol
D) Su + Tuz ruhu
E) Tuz ruhu + Perhidrol
14. Baskı devre plaketinin delinmesinde kullanılan matkap ucu aşağıdakilerden hangisidir?
A) Ahşap B) Beton C) Cam D) Metal E) Plastik
15. Aşağıdakilerden hangisi "demir üç klorürün" formülüdür?
A) Fe_2Cl_3 B) Fe_3Cl C) FeCl_3 D) FeCl_2 E) Fe_3Cl_3



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27800>

6.

**ÖĞRENME
BİRİMİ**

GÜÇ KAYNAĞI

KONULAR

- 6.1. GÜÇ KAYNAĞI BASKI DEVRE PLAKETİNİ ÇIKARMA
- 6.2. GÜÇ KAYNAĞINI TEST ETME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Güç kaynağı devresini sade ve küçük baskı devre çıkarma
- Güç kaynağı elemanlarının yerleşiminde eleman bacak büyüklüğüne göre delikler oluşturma
- Güç kaynağı devresi için plaket eritme
- Güç kaynağı plaketi için elemanların bacak deliklerini matkap ile delme
- Güç kaynağı plaketi üzerinde eleman isimlerini yazma
- Güç kaynağı elemanlarını plaketin yönüne göre yerleştirme
- Güç kaynağı elemanlarını plakete lehimleme
- Güç kaynağının çıkış voltaj ve akım değerlerini test etme

TEMEL KAVRAMLAR

- Baskı devre
- Plaket
- Statik
- Dinamik
- Akım

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Güç kaynakları neden kullanılır?
2. Güç kaynaklarında aşırı çalışmadan oluşan ısının zarar verme etkisini azaltmak için ne gibi yöntemler kullanılır?

6. GÜÇ KAYNAĞI

Sistemlerin çalışabilmeleri için gerek duyulan enerjiyi sağlayan araçlara **güç kaynağı** adı verilir. Günlük hayatta kullanılan birçok güç kaynağı bulunur. Bunlar:

- Bilgisayar pili,
- El feneri pili,
- Cep telefonu pili,
- Adaptördür (Pilleri doldurmak için kullanılan).

6.1. GÜÇ KAYNAĞI BASKI DEVRE PLAKETİNİ ÇIKARMA

Bu bölümde basit bir güç kaynağı devresinin nasıl yapılacağı adımlar hâlinde anlatılacaktır. Yapılacak güç kaynağı devresinin özellikleri şunlardır:

- 0-12V DC gerilim ayarlı,
- +12V DC gerilim çıkışı,
- -12V DC gerilim çıkışı.

6.1.1. Baskı Devre Plaketinin Çıkarılması

Baskı devre plaketi çıkarılırken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Birebir uygunlukta baskı devre çıkarmak için devrede kullanılacak olan elemanların boyutunu bilmek gerekir.
- Devrenin alttan ve üstten görünüş olmak üzere iki türlü görüntüsü bulunur. Baskı devre plaketine aktarılacak olan görünüş, devrenin alttan görünüşü olmalıdır. Devrenin üstten görünüşü baskı devre plaketi çıkarıldıktan sonra elemanları yerleştirmek için kullanılır.
- Devre giriş-çıkışları baskı devrenin kenarında olmalıdır.
- Yüksek akım geçecek yolların daha kalın yapılması gerekir. Yol kalınlığı belirlenirken Tablo 6.1'den yararlanılabilir.

Tablo 6.1: Baskı Devre Yol Kalınlığı Tablosu

Bağlantı Yolları Genişliği (mm)	Taşıyacağı En Fazla Akım Değeri (Amper)
0.2	0.1 A
0.3	0.3 A
1.0	2.5 A
2.0	5 A
3.0	6 A
4.0	7 A
5.0	9 A



1. UYGULAMA

Güç Kaynağı Devresinin Baskı Devre Görünüşünü Çıkararak Baskı Devre Plaketine Çizmek

Süre: 20 dk

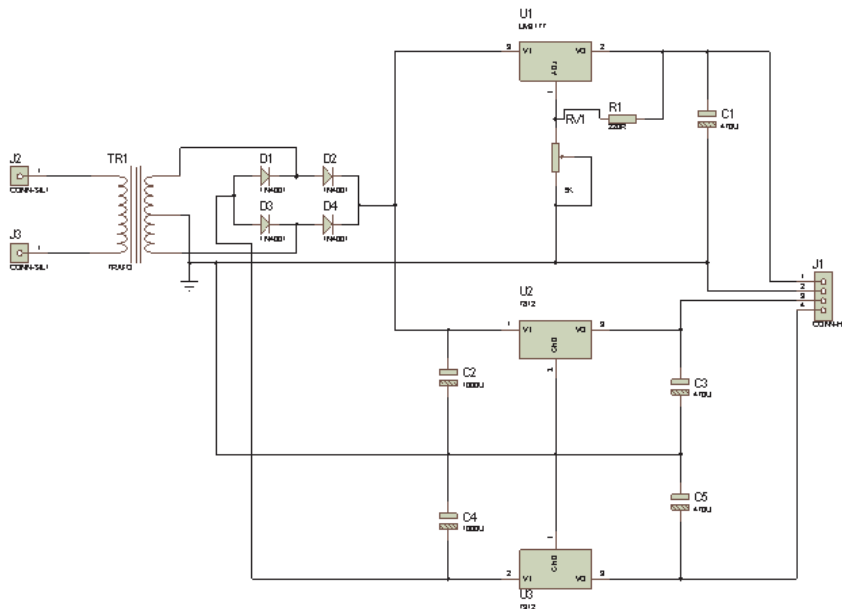
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda ayarlı güç kaynağı baskı devre plaketini oluşturunuz.

1. Adım: Tablo 6.2’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 6.2: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Kâğıt	Milimetrik veya aydinger	1 adet
Baskı devre plaketi	(Bakır plaket) 10x7 cm	1 adet
Kalem	Baskı devre kalem	1 adet
Cetvel	Kenarları düzgün, plastik veya tahta	1 adet
Toz vim, bulaşık teli	Mekanik temizleme tozu	1 paket
Testere	Demir veya kıl testeresi	1 adet
Çekiç, biz veya çivi	100 -200 gramlık çekiç	1 adet
İzole bant	Elektrikçi bandı	1 adet
Eğre	Düz	1 adet

2. Adım: Görsel 6.1’de verilen elektronik devre şemasındaki devre elemanlarının gerçek ölçülerini cetvel ile belirleyiniz.



Görsel 6.1: Güç kaynağı uygulama devresi

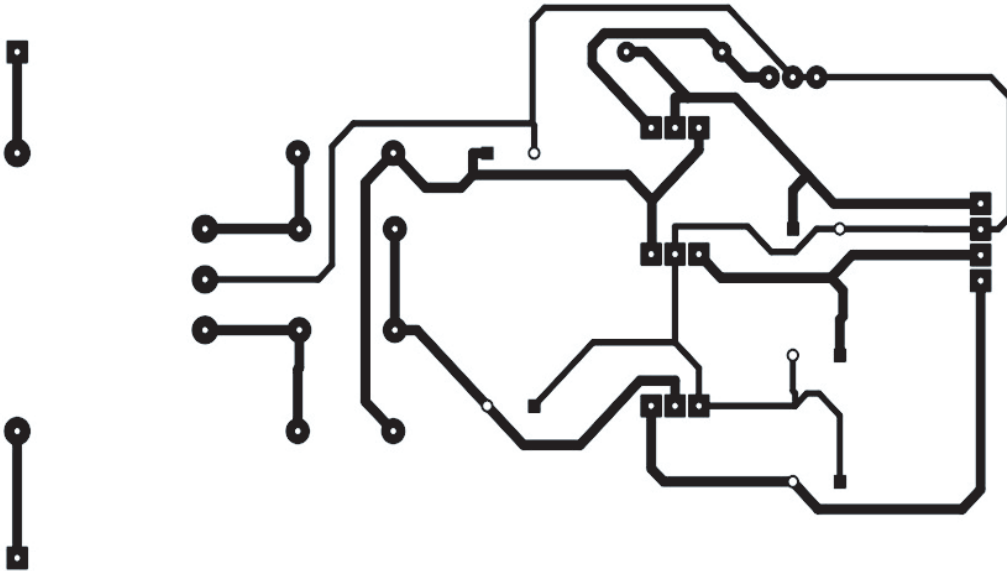
3. Adım: Bakır plaketi 10x7 cm ölçüsünde kesip kenarlarını eğre ile düzeltiniz (Görsel 6.2).



Görsel 6.2: Bakır plaketin görünümü

4. Adım: Hazırlamış olduğunuz bakır plaketi toz vim veya bulaşık teli ile temizleyiniz.

5. Adım: Lazerli bir yazıcı kullanarak kuşe kâğıdına Görsel 6.3'teki görüntünün çıktısını alınız. Alınan çıktıyı bakır yüzeye ters çevirerek yapıştırınız (Kuşe kâğıdın mürekkepli tarafı bakır plakete gelecek şekilde yerleştiriniz.) ve üzerine kâğıt koyunuz.



Görsel 6.3: Güç kaynağının baskı devresi alttan görünüş

6. Adım: Ütünün fişini prize takınız ve ütüyü orta sıcaklığa getiriniz. Burada dikkat edilmesi gereken ütünün buharsız olmasıdır. Isıtılmış olan ütüyle 5. Adımda hazırlamış olduğunuz üzerine kâğıt konulan bakır plaketi yaklaşık 5 dakika kadar ütüleyiniz (Görsel 6.4).

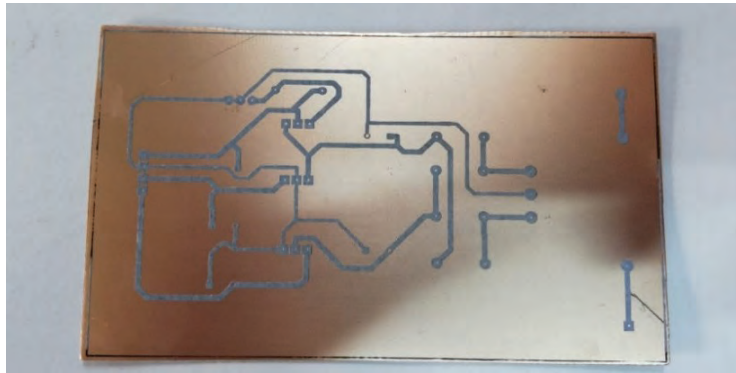


Görsel 6.4: Ütüleme işlemiyle görüntünün bakır plakete aktarılması

7. Adım: Ütüleme işlemi tamamlandıktan sonra bakır plaketi soğumaya bırakınız.

8. Adım: Soğumuş olan bakır plaketi su ile yıkayarak kuşe kâğıdın kaldırılmasını sağlayınız. Bu aşamadan sonra plaket üzerinde çıkmayan yollar varsa baskı devre kalemi ile tamamlayınız.

9. Adım: Çizimini tamamladığınız baskı devre plaketi 2. Uygulama için saklayınız (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: Ütüleme işleminden sonra bakır plaketin görüntüsü

10. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Bakır plakette kesilip düzeltilirken testere ve eğe doğru kullanıldı.		
3. Bakır plakentin yüzeyi temizlendi.		
4. Lazerli yazıcıdan kuşe kâğıdına devrenin alttan görünüşü çıkarıldı.		
5. Devrenin alttan görünüşü ters çevrilip plakete yerleştirildi.		
6. Üzerine kâğıt konan bakır plakette ısıtılmış olan ütüyle 5 dakika kadar ütülendi.		
7. Soğumuş olan plakette su ile yıkanarak kuşe kâğıdı kaldırıldı.		
8. Bakır plakete çıkmayan yollar baskı devre kalemi ile tamamlandı.		
9. Çalışma alanı temizlendi.		

6.1.2. Baskı Devre Plaketinin Eritilmesi

Baskı devre plaketinin bakır kısımları, belirli ölçülerde kimyasalların birleştirilerek hazırlandığı çözeltinin içine atılıp eritilir. Bu aşamada iyi havalandırılmış bir ortamda çalışmaya dikkat edilmelidir. Baskı devre plaketinin eritme işleminin adımları detayları ile 2. Uygulama’da anlatılmıştır.



2. UYGULAMA

Güç Kaynağı Baskı Devre Plaketini Eritmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda güç kaynağı devresine ait baskı devre plaketini eritiniz.

1. Adım: Tablo 6.3’te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

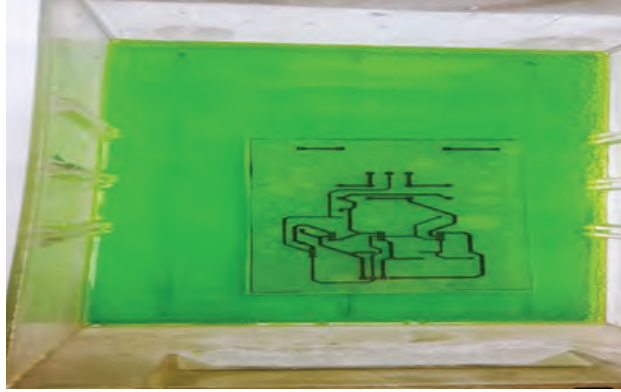
Tablo 6.3: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Maske	Standart	1 Adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 Adet
Tuz ruhu		100 ml
Perhidrol		20 ml
Kimyasal temizleyici	Toz vim	1 Adet
Bulaşık teli	Standart	1 Adet
Plastik leğen	Standart	1 Adet
Maşa	Plastik veya tahta	1 Adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

3. Adım: Atölye öğretmeninizin eşliğinde plastik leğen içine 100 ml tuz ruhu ve 20 ml perhidrol dökünüz.

4. Adım: Baskı devre plaketini leğen içine bırakınız (Görsel 6.6).



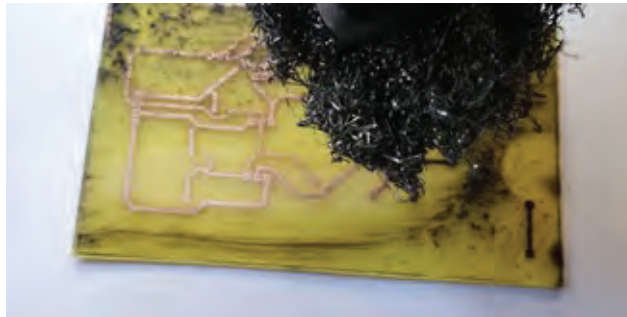
Görsel 6.6: Baskı devre plaketinin eritilmesi

5. Adım: Havalandırmanın yanına geçiniz.

6. Adım: Plastik leğeni yavaş yavaş sallayarak eritme işlemini hızlandırınız. Gereksiz bakır kısım eriyinceye kadar sallamaya devam ediniz.

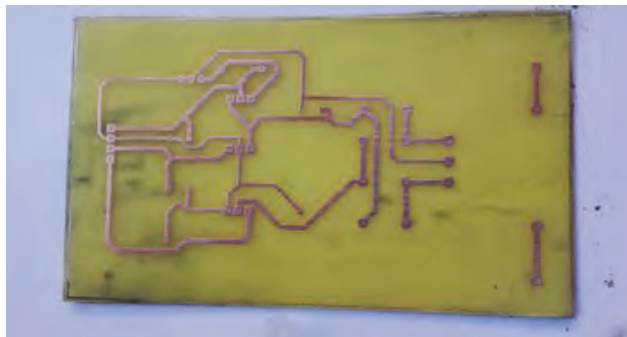
7. Adım: Gereksiz kısımlar eriyince baskı devre plaketini plastik veya tahta maşa ile çıkartınız.

8. Adım: Vakit kaybetmeden ve kimseye değdirmeden baskı devre plaketini çeşmede su ile yıkayınız. Bakır yollarda artıklar varsa kimyasal bir temizleyici ve bulaşık teli ile temizleyiniz (Görsel 6.7).



Görsel 6.7: Baskı devre plaketinin temizlenmesi

9. Adım: Eritme işi tamamlandığından baskı devre plaketini (Görsel 6.8) 3. Uygulama için saklayınız.



Görsel 6.8: Baskı devre plaketinin son hâli

10. Adım: Geriye kalan asit başka bir arkadaşınız tarafından kullanılmayacaksa asidi atölye öğretmeninizin gözetiminde kurallara uygun imha ediniz.

11. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. Doğru oranda tuz ruhu ve perhidrol hazırlandı.		
4. Havalandırmanın yanında çalışıldı.		
5. Sadece bakır yollar kalacak şekilde eritme işlemi yapıldı.		
6. Baskı devre plaketi asit içinden çevreye zarar verilmeden kurallara uygun çıkarıldı.		
7. Geriye kalan asit kurallara uygun imha edildi.		
8. Çalışma alanı temizlendi.		

6.1.3. Eleman Bacak Deliklerinin Matkap ile Delinmesi

Elemanların bağlantı noktalarını delmek için piyasada el matkapları bulunur. Bu işlem için masa tipi bir matkap da kullanılabilir. Elemanların türüne göre kullanılacak olan matkap ucunun kalınlığı değişkenlik gösterse de genel olarak 1 mm'lik matkap ucuyla delme işlemi gerçekleştirilir.



3. UYGULAMA

Güç Kaynağı Baskı Devre Plaketini Delmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda güç kaynağı baskı devre plaketini deliniz.

1. Adım: Tablo 6.4'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 6.4: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre plaketi	Önceki uygulamada hazırlanmış	1 adet
Matkap	Tezgâh üstü veya hobi	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü takınız.

3. Adım: Tezgâh matkabına, devre elemanı bacağına uygun ucu takınız.

4. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra matkabı çalıştırınız.

5. Adım: Baskı devre plaketi üzerinde delinmesi gereken noktaları deliniz. Buraya kadar yaptığınız işlemler doğruysa Görsel 6.9'daki baskı devre plaketine benzer bir görüntü elde etmelisiniz.



Görsel 6.9: Baskı devre plaketinin delinmesi

6. Adım: Delme işlemi bitince matkabı kapatınız.

7. Adım: Delme işlemi tamamlandıktan sonra baskı devre plaketini 4. Uygulama için saklayınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük takıldı.		
3. Elektronik devre elemanı bacağına uygun uç seçildi.		
4. Matkap kurallara uygun olarak çalıştırıldı.		
5. Baskı devre plaketi üzerinde sadece delinmesi gereken noktalar delindi.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

6.1.4. Devre Elemanlarını Baskı Devre Plaketine İsimlerini Yazarak Yerleştirme ve Lehimleme

Baskı devre plaketine elemanları yerleştirmeden önce ve devre elemanları ile lehimleme yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Baskı devre plaketinde, devrenin çalışmamasına neden olabilecek kopuk yollar ve küçük çizikler oluşabilir. Bakır yolların kontrol edilmesi için bir avometre kullanılmalıdır.
- Devre elemanları baskı devre plaketine yerleştirilirken devrenin üstten görünüşü görselinden yararlanılmalıdır.
- Isınan devre elemanlarının baskı devre plaketine zarar vermemesi için ısınan devre elemanları 0.5 cm yukarıda kalacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Bazı parçaların (elektrolitik kondansatörler) bacakları hassas olduğu için plakete yerleştirildikten sonra devre elemanı hareket ettirilmemelidir.
- Diyotların anot-katot uçlarına, regüle entegrelerin giriş-çıkış uçlarına ve elektrolitik kondansatörlerin polaritelerine dikkat edilmelidir.
- Devre elemanları devreye doğru bir şekilde yerleştirildikten sonra lehimleme işlemine başlanabilir. Lehimlemeye direnç, diyot gibi boyu yüksek olmayan elemanlardan başlanmalıdır.
- Lehimleme işlemi esnasında her iki yüzeyin de iyi ısıtılmasına ve soğuk lehim olmamasına dikkat edilmelidir. Lehim soğurken devre elemanları hareket ettirilmemelidir.
- Devre elemanlarıyla lehimleme yaparken lehim pastası kullanılmamalıdır.



4. UYGULAMA

Güç Kaynağı Plaketi Üzerine Devre Eleman İsimlerini Yazarak Devre Elemanlarını Plakete Yerleştirmek ve Lehimlemek

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda güç kaynağı plaketi üzerine devre eleman isimlerini yazdıktan sonra devre elemanlarını baskı devre plaketine yerleştirerek lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 6.5'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 6.5: Uygulama Malzeme Listesi

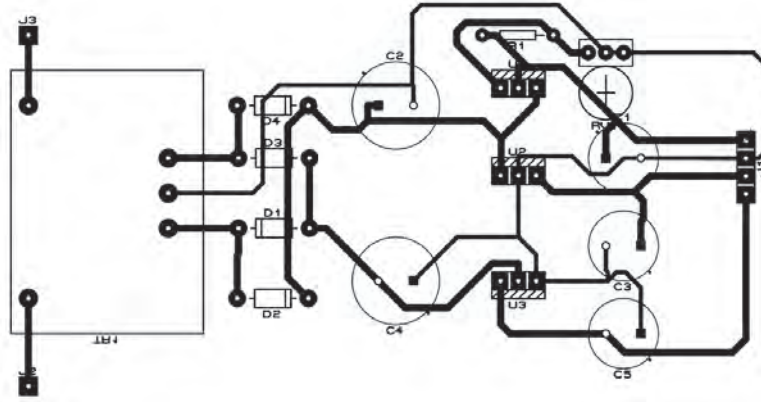
Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre plaketi	Önceki devreden hazırlanmış	1 adet
Havya	Kalem havya	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Kargaburnu, yan keski, pense	Standart	1 adet
Avometre	Standart	1 adet
Temizleyici	Kimyasal veya ince zımpara	1 adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Maske	Standart	1 adet
Diyot	1N 4001	4 adet
Direnç	220 Ohm	1 adet
Giriş filtre kondansatörü	1000 μ F /25 V	2 adet
Çıkış filtre kondansatörü	470 μ F /25 V	3 adet
Entegreler	7812, 7912 ve LM 317	1'er adet

2. Adım: Koruyucu gözlüğünüzü ve maskenizi takınız.

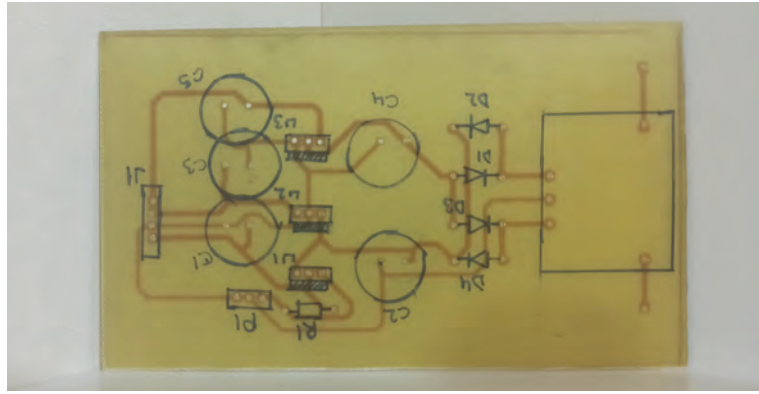
3. Adım: Baskı devre plaketini kimyasal temizleyici veya zımpara kâğıdı ile temizleyiniz.

4. Adım: Bakır yolları avometre kullanarak kontrol ediniz.

5. Adım: Güç kaynağının baskı devresi üstten görünüşüne (Görsel 6.10) göre baskı devre plaketinin ön yüzüne devre elemanlarının isimlerini yazınız.



Görsel 6.10: Güç kaynağının baskı devresi üstten görünüşü

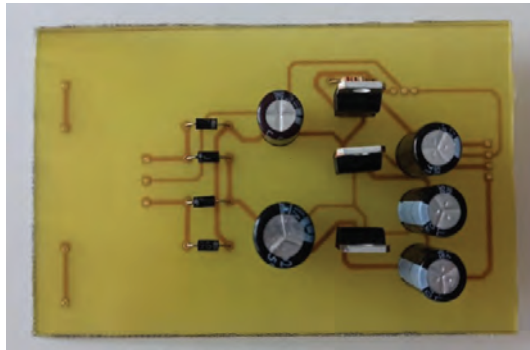


Görsel 6.11: Plaket üzerinde eleman isimlerinin yazılması

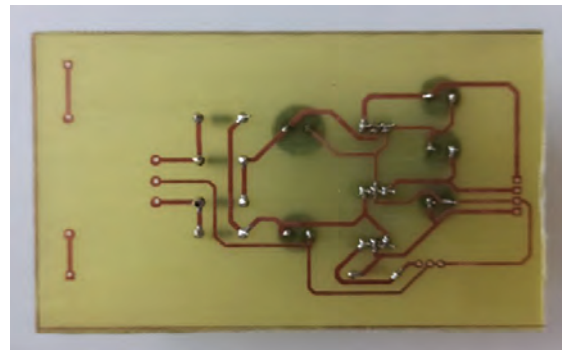
6. Adım: Elektronik devre elemanlarını plaket üzerine yer alan isimlerine (Görsel 6.11) göre düzgün bir şekilde baskı devre plaketine yerleştiriniz.

7. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra havayı altlığına koyarak, fişini prize takıp havayın ısınmasını bekleyiniz.

8. Adım: Hava ısınınca lehimleme işlemlerini yapınız. Buraya kadar yapmış olduğunuz işlemler doğruysa Görsel 6.12'deki baskı devre plaketine benzer bir görüntü elde etmelisiniz.



a)



b)

Görsel 6.12: a) Baskı devre plaketine devre elemanı yerleştirme b) Devre elemanlarının lehimlenmesi

- 9. Adım:** Lehimleme işlemleri bitince havayı prizden çekiniz ve havanın soğumasını bekleyiniz.
- 10. Adım:** Baskı devre plaketine lehimlediğiniz elektronik devre elemanlarının bacak fazlalıklarını kesiniz.
- 11. Adım:** Baskı devre plakentinin bakır yüzeyini atölye öğretmeni gözetiminde izopropil alkol veya selülozik tinerle temizleyip montaj işlemini tamamlayınız.
- 12. Adım:** Montaj işlemi tamamlanan baskı devre plaketi 5. Uygulama için saklayınız.
- 13. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Koruyucu gözlük ve maske takıldı.		
3. Lehimleme öncesi baskı devre kartı temizlendi.		
4. Elektronik devre elemanları doğru ve düzgün bir şekilde baskı devre plaketine yerleştirildi.		
5. Lehimleme işlemi kurallara uygun yapıldı.		
6. Lehimleme işlemi sonrası havanın boşta çalıştırılmamasına dikkat edildi.		
7. Elektronik devre elemanlarının bacak fazlalıkları kesildi.		
8. Baskı devre plaketi lehimleme sonrası temizlendi.		
9. Çalışma alanı temizlendi.		

6.1.5. Devre Elemanlarının Güç Kaynağı Kutusuna Yerleştirilmesi

Güç kaynağı kutuları çeşitli malzemelerle yapılabileceği gibi piyasada plastik ve metal malzemeden üretilen hazır güç kaynağı kutuları da bulunur. Bu bölümde hazır güç kaynağı kutusu (Görsel 6.13) kullanılarak transformatörün ve baskı devre plakentinin kutuya nasıl yerleştirileceği adım adım anlatılacaktır.



Görsel 6.13: Güç kaynağı kutusu



5. UYGULAMA

Güç Kaynağı Devresini Kutuya Yerleştirmek

Süre: 1 Ders Saati

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda güç kaynağı baskı devre plaketi ve diğer elemanları güç kaynağı kutusuna yerleştiriniz.

1. Adım: Tablo 6.6’da belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 6.6: Uygulama Malzeme Listesi

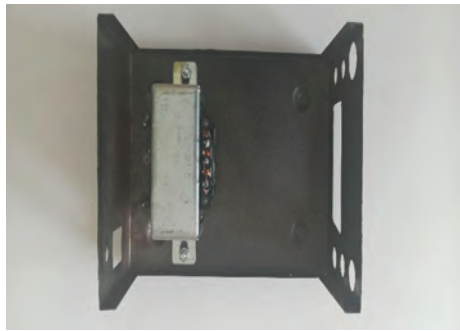
Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya (30 veya 40W)	1 adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 metre
Havya süngeri	Nemli	1 adet
Havya altlığı	Standart	1 adet
Güç kaynağı kutusu	Metal	1 adet
Transformatör	2x12V 6W gücünde	1 adet
Somunlu vida	Standart	1 adet
Potansiyometre	5 K Ω	1 adet
Potansiyometre başlığı	Standart	1 adet
Sigorta	500 mA	1 adet
Anahtar	Standart	1 adet
Born vida	Kırmızı (2) ve siyah (2)	4 adet
Kablo	0.75 mm	1 metre
Soket	Dörtlü	1 adet

2. Adım: Transformatörü güç kaynağı kutusuyla arasında boşluk (hava akımı olması için) olacak şekilde ve 220 volt AC gerilimin kutuya girdiği bölgeye yakın olacak şekilde yerleştiriniz.

3. Adım: Güç kaynağı kutusuna yerleştirilen transformatörü somunlu vida ile kutuya vidalayınız (Görsel 6.14).



a)



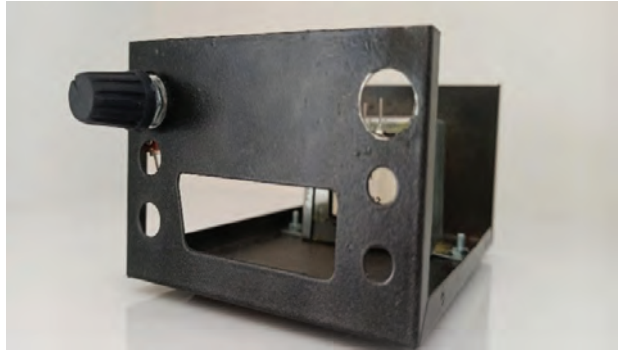
b)

Görsel 6.14: a) Transformatör b) Transformatörün güç kaynağı kutusuna yerleştirilmesi

4. Adım: Potansiyometrenin (Görsel 6.15:a) ve diğer dış bağlantı elemanlarının estetiğe de özen göstererek bağlantılarını yapınız (Görsel 6.15:b).



a)



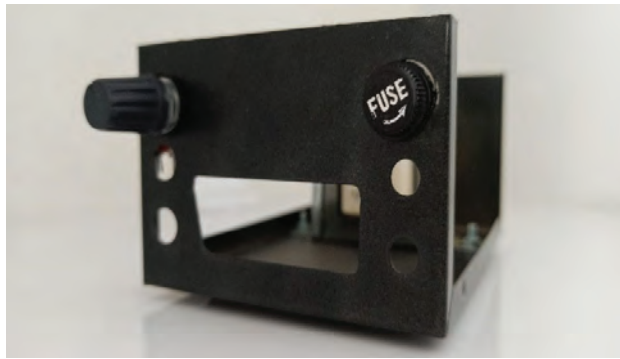
b)

Görsel 6.15: a) Potansiyometre ve başlığı b) Potansiyometrenin yerleştirilmesi

5. Adım: Sigorta yuvasını (Görsel 6.16:a) kutu içine yerleştiriniz (Görsel 6.16:b).



a)



b)

Görsel 6.16: a) Sigorta yuvası ve cam sigorta b) Sigorta yuvasının kutu içine yerleştirilmesi

6. Adım: Çift konumlu (açık-kapalı) anahtarı (Görsel 6.17:a) kutuda bulunan yuvasına Görsel 6.17:b'deki gibi yerleştiriniz.



a)



b)

Görsel 6.17: a) Çift konumlu anahtar b) Anahtarın kutuya yerleştirilmesi

7. Adım: Güç kaynağından çıkış gerilimlerini almak için kullanılan born vidaları (Görsel 6.18:a) kutunun ön paneline yerleştiriniz (Görsel 6.18:b).



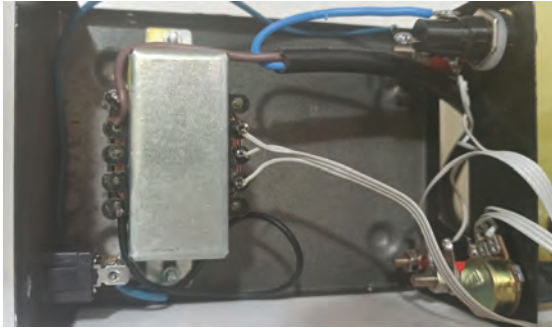
a)



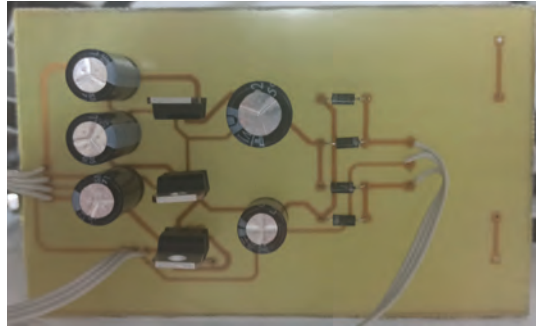
b)

Görsel 6.18: a) Born vidalar b) Born vidaların kutuya yerleştirilmesi

8. Adım: Kablo bağlantılarını karmaşa oluşturmayacak şekilde yüksek akım geçen yerlerde daha kalın kablo kullanarak gerçekleştiriniz (Görsel 6.19). Kabloların çıplak olmamasına dikkat ediniz.



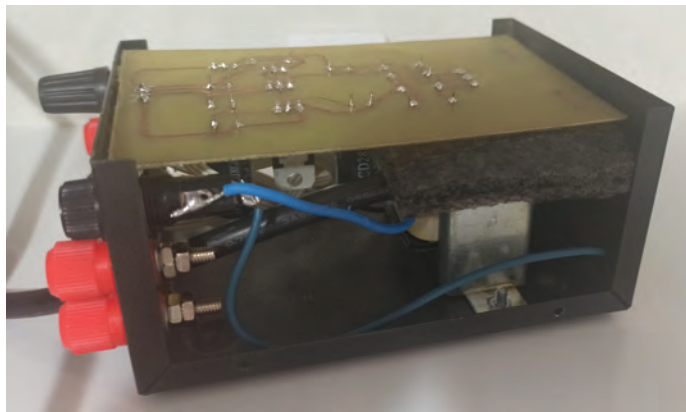
a)



b)

Görsel 6.19: Kablo bağlantılarının yapılması

9. Adım: Herhangi bir arıza oluştuğu zaman baskı devre plaketini kutudan çıkarmadan arızayı kolaylıkla tespit etmek ve arızayı gidermek için baskı devre plaketini kutuya Görsel 6.20'deki gibi yerleştiriniz.



Görsel 6.20: Baskı devre plaketinin güç kaynağı kutusuna yerleştirilmesi

10. Adım: Güç kaynağını 6. Uygulamada kullanmak üzere saklayınız.

11. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Transformatör güç kaynağı kutusuna uygun şekilde yerleştirildi.		
3. Born vidaların yerleşimleri yapıldı.		
4. Potansiyometre ve diğer dış bağlantı elemanlarının bağlantıları yapıldı.		
5. Sigorta yuvası kutu içinde uygun yere yerleştirildi.		
6. Çift konumlu anahtar kutu içinde uygun yere yerleştirildi.		
7. Baskı devre plaketi güç kaynağı kutusuna uygun şekilde yerleştirildi.		
8. Devreye uygun kablolar kullanıldı.		
9. Kablo bağlantıları uygun şekilde yapıldı.		
10. Çalışma alanı temizlendi.		

6.2. GÜÇ KAYNAĞINI TEST ETME

Güç kaynağını test etmenin iki yolu bulunur. Bunlar; statik ölçüm ve dinamik ölçümdür.

6.2.1. Statik Ölçüm

Zamanla hiç değişmeyen veya çok yavaş değişen fiziksel büyüklüklerin ölçülmesine **statik ölçüm** denir. Sabit bir yüke bağlı güç kaynağının çıkışında ölçülen gerilim veya akım değeri statik ölçüme örnektir.

6.2.2. Dinamik Ölçüm

Ölçüm esnasında ölçülen fiziksel büyüklüğün değişmesine **dinamik ölçüm** denir. Değeri değişen bir yüke bağlı güç kaynağının çıkışında ölçülen gerilim veya akım değeri dinamik ölçüme örnek verilebilir.



6. UYGULAMA

Güç Kaynağını Test Etmek

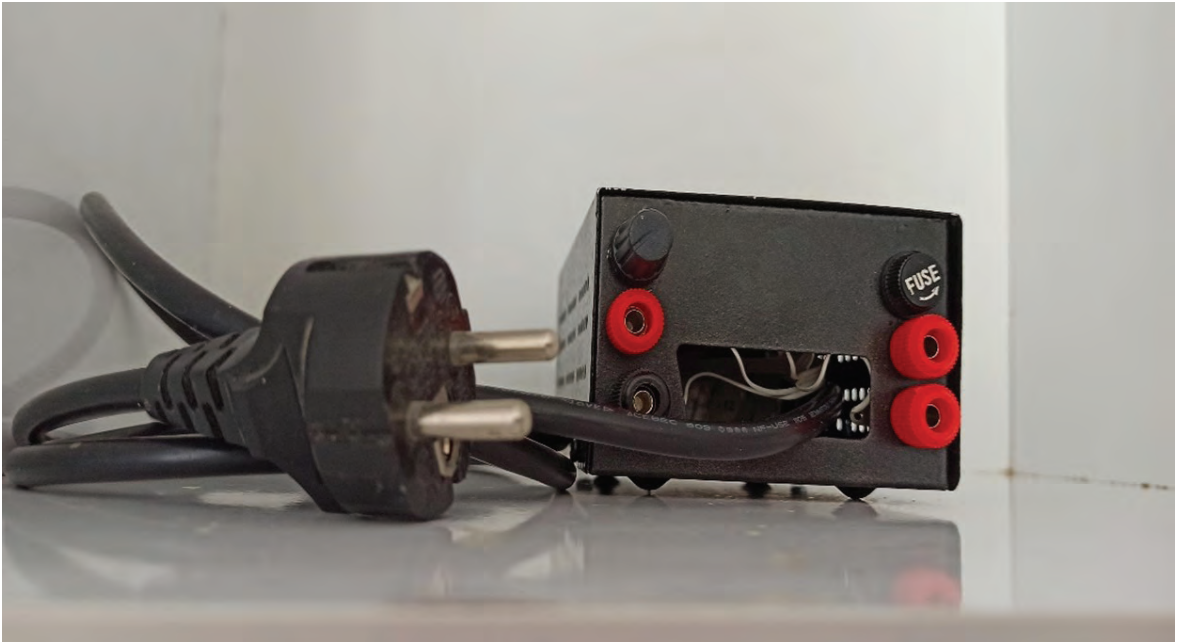
Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda güç kaynağını (Görsel 6.21) test ediniz.

1. Adım: Tablo 6.7’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 6.7: Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç kaynağı		1 adet
Gerilim kaynağı	220V AC	1 adet
Ölçü aleti	Multimetre	1 adet



Görsel 6.21: Güç kaynağının test edilmesi

2. Adım: Güç kaynağını Tablo 6.8’de verilen bilgiler ışında gerekli statik ölçümleri yaparak ölçüm sonucunu belirtilen sütuna yazınız.

Tablo 6.8: Statik Ölçüm Tablosu

Ölçülecek Birim	Ölçüm Sonucu	Kontrol Edilmesi Gereken Birim
Transformatör girişinde AC 220V var mı?		220V gerilim yoksa sigorta ve 220V kablosu kontrol edilmelidir.
Transformatör çıkışlarında gerilim var mı? (2xAC 12V ve AC 24V)		Çıkışında gerilim yoksa devrede kısa devre olabilir. Kısa devre yoksa transformatör bozuktur.
C1 kondansatörü uçlarında DC 16V var mı?		Devrede kısa devre yoksa diyotlar ve kondansatör kontrol edilmelidir.
C2 kondansatörü uçlarında -DC 16V var mı?		Devrede kısa devre yoksa diyotlar ve kondansatör kontrol edilmelidir.
Çıkıştan +12V DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa 7812 regüle entegresi ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.
Çıkıştan -12V DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa 7912 regüle entegresi ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.
Çıkıştan minimum 1,25V ve maksimum 16V ayarlı DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa öncelikle LM 317 regüle entegresi, potansiyometre ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.

3. Adım: Güç kaynağına değeri zamanla değişen yani dinamik yükler bağlayarak gerekli dinamik ölçümü yapınız.

4. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Güç kaynağının çıkış değerleri sabit yük altında kontrol edildi.		
3. Güç kaynağının çıkış değerleri dinamik yük altında kontrol edildi.		
4. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Yüksek akım geçen yerlerde kalın kablo kullanılmalıdır.
2. (.....) Isınan malzemeler plakete üzerine boşluk kalmayacak şekilde plakete yerleştirilir.
3. (.....) Devrenin alttan görünüşü elemanları baskı devre plaketine yerleştirmek için kullanılır.
4. (.....) İyi bir lehimlemede hem bakır plakete yüzeyi hem de eleman bacağı iyi ısıtılmalıdır.
5. (.....) Bakır plakete yüzeyinde delme işlemi için uygun matkap ucu seçilmelidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Elektrik devresinde gerilimi düşürmek veya yükseltmek için kullanılır.
7. Baskı devre plaketi elemanlar yerleştirilmeden önce bakır yollar ile kontrol edilmelidir.
8. Bakır plakete eritme işleminde kullanılacak olan asit çözeltisinde perhidrol oranı olmalıdır.
9. Güç kaynağı devresinde AC’yi DC’ye çevirmek için kullanılır.
10. Güç kaynağı devre montajı yapılırken devreye..... verilmesi tehlikelidir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Bakır plakette delme işlemi için genel olarak tercih edilen matkap ucu kalınlığını mm cinsinden veren (cebirsel) ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 0,8
- B) 0,9
- C) 1,0
- D) 1,1
- E) 1,2

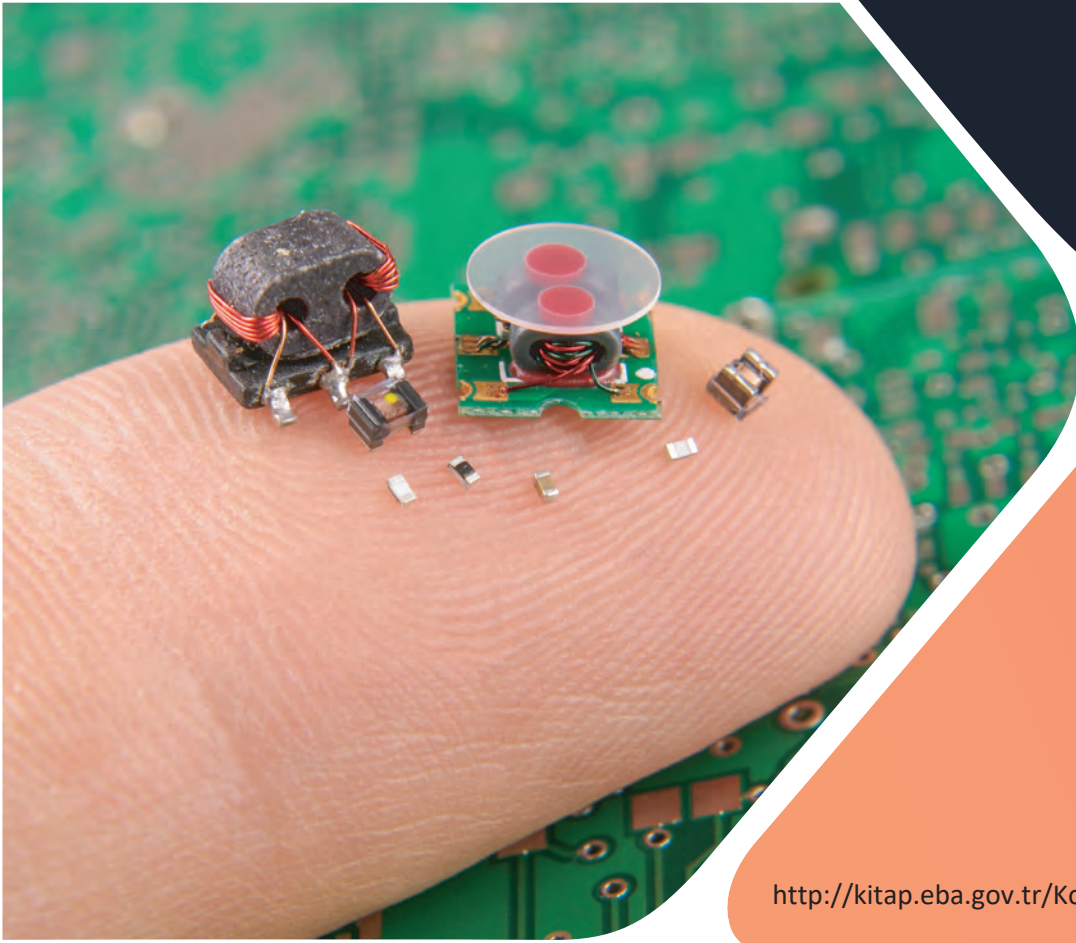
12. Aşağıdakilerden hangisi devreyi açıp kapatmak için kullanılan devre elemanıdır?

- A) Anahtar
- B) Filtre kondansatörü
- C) Potansiyometre
- D) Sigorta
- E) Transformatör

13. Aşağıdakilerden hangisi güç kaynağı montajı yapılırken dikkat edilmesi gerekenler arasında yer almaz?

- A) Baskı devre plaketi kısa devre olmayacak şekilde kutuya yerleştirilmelidir.
- B) Devrede kablo karmaşası olmamasına dikkat edilmelidir.
- C) Her eleman tek tek yerleştirilip lehimlenmelidir.
- D) Lehimlemeye boyu yüksek olan devre elemanlarından başlanmalıdır.
- E) Transformatörün etrafında boşluk olmasına dikkat edilmelidir.

14. Aşağıdakilerden hangisi 5 amper için olması gereken bakır yol kalınlığı ölçüsüdür?
- A) 1,0
 - B) 2,0
 - C) 3,0
 - D) 4,0
 - E) 5,0
15. Aşağıdakilerden hangisi zamanla hiç değişmeyen veya çok yavaş değişen fiziksel büyüklüklerin ölçülmesini ifade eden ölçüm türüdür?
- A) Dinamik
 - B) Doğru
 - C) Hareketli
 - D) Nicel
 - E) Statik



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27801>

7.

ÖĞRENME BİRİMİ

SMD ELEMANLAR VE ÇİPSETLER

KONULAR

- 7.1. SMD ELEMANIN LEHİMLENME İŞLEMLERİ
- 7.2. KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELERİN LEHİMLENME VE SÖKME İŞLEMLERİ
- 7.3. ÇİPSETLERİN LEHİMLENME İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Küçük yapılı entegreler ve çipsetler
- SMD elemanların, entegrelerin ve çipsetlerin lehimlenmesi
- SMD elemanların, entegrelerin ve çipsetlerin sökülmesi

TEMEL KAVRAMLAR

- Krem lehim
- Lehim sökme fitili
- Sıcak havalı havya
- SMD çipset
- SMD devre elemanlar
- Yüzey montaj teknolojisi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bilgisayar, telefon ve televizyonların küçük ve ince boyutta üretilmesini sağlayan teknolojiler neler olabilir?
2. Elektronik cihaz boyutlarının küçülmesinin avantajları neler olabilir?



7. SMD ELEMANLAR VE ÇİPSETLER

SMD [surface mount devices (yüzey montajlı elemanlar)] elemanlar, **SMT** [surface mount technology (yüzey montaj teknolojisi)] teknolojisi ile üretilip baskı devre kartı yüzeyine lehimlenen elektronik devre elemanlarıdır. Direnç, kondansatör, bobin, transistor, tristör, entegre, mikroçip vb. elektronik devre elemanları SMD olarak üretilir. Bilgisayar, telefon, televizyon vb. cihazların üretiminde sıkça kullanılır. SMD elemanlar sayesinde elektronik cihazların boyutları küçülmüş, harcadıkları güç azalmıştır. Görsel 7.1'de çeşitli SMD devre elemanları görülmektedir.



Görsel 7.1: Çeşitli SMD devre elemanları

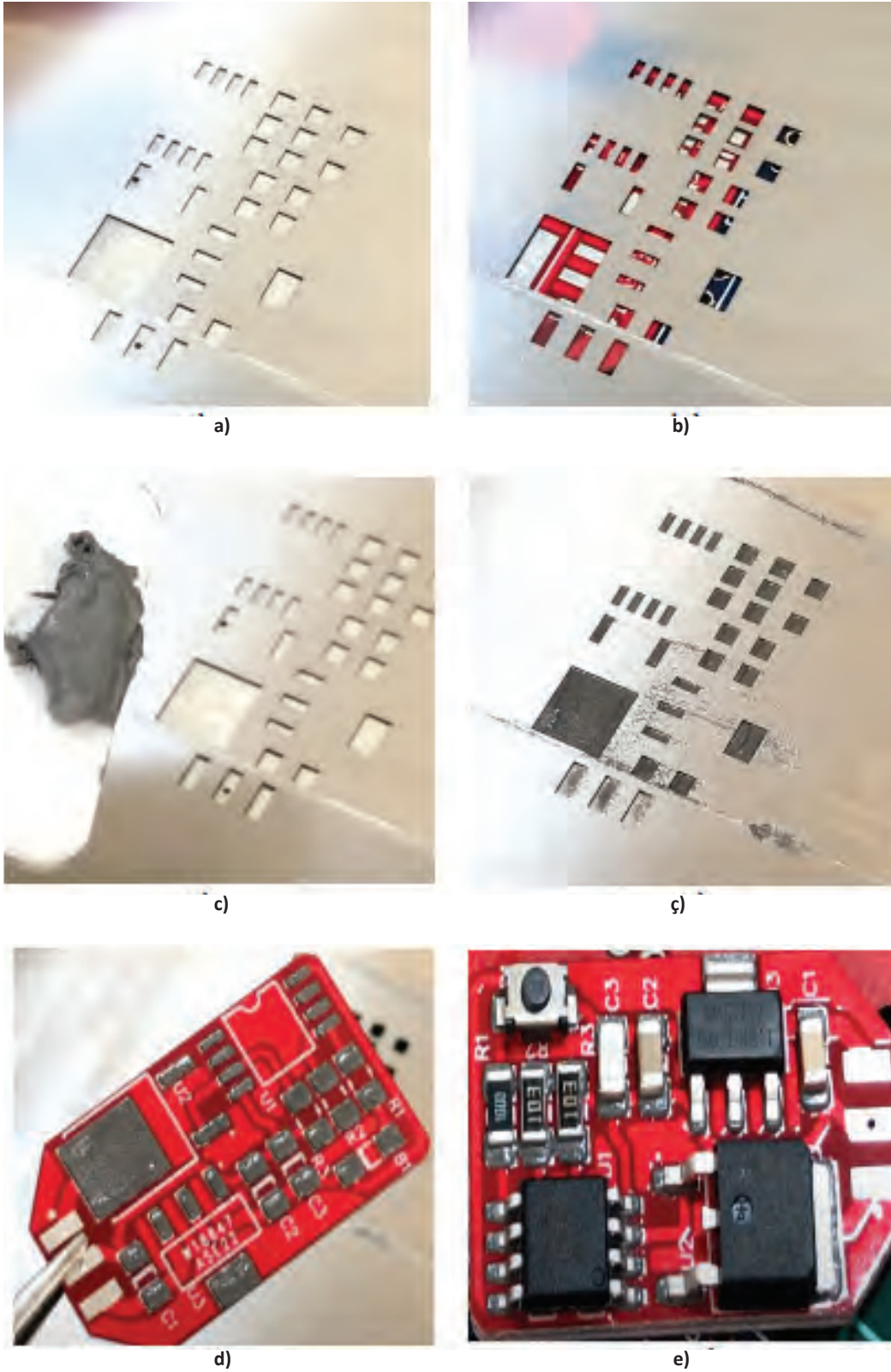
SMD devre elemanları ile üretim yapmanın avantajları şunlardır:

- Küçük ve hafif cihazlar üretilir.
- Cihazlar daha az ısınır.
- Cihazların güç tüketimi azdır.
- Baskı devre kartı üzerinde delik delme işlemi azdır.
- Mekanik titreşim ve darbelere karşı dayanıklıdır.
- Kart üretimi sırasında lehimlenmesi kolaydır.
- Baskı devre kartının her iki yüzüne de yerleştirilebilir.
- Yüksek frekans devrelerinde daha kararlı çalışır.
- Üretim maliyetleri düşüktür.

7.1. SMD ELEMANIN LEHİMLENME İŞLEMLERİ

SMD devre elemanları profesyonel anlamda ilk kez PCB kart üzerine lehimlenirken SMD elekler kullanılır. **SMD elekler**, PCB karta özel çelikten üretilmiş krem lehim sürme aparatıdır (Görsel 7.2:a). SMD elek PCB kart üzerine yerleştirilir (Görsel 7.2:b). Çelik spatulaya yeterli miktarda krem lehim alınır (Görsel 7.2:c). Spatula, çelik elek üzerinden birkaç kez bastırılarak çekilerek PCB kartında SMD eleman bağlantı noktalarının krem lehimle kaplanması sağlanır (Görsel 7.2:ç). Çelik elek PCB kart üzerinden kaldırılarak SMD eleman bağlantı noktalarının krem lehimle kaplanıp kaplanmadığı kontrol edilir (Görsel 7.2:d). Krem lehim kaplanmamış bağlantı noktaları varsa çelik elek ile işlem tekrarlanır. PCB kart üzerine SMD elemanlar yerleştirilir ve fırınlama yöntemiyle SMD elemanlar PCB kart üzerine lehimlenir (Görsel 7.2:e). Daha sonraki bir zamanda SMD elemanlar PCB kart üzerinden sökülüp yeniden takılacaksa sıcak

havalı havya istasyonları ve lehim iş istasyonları kullanılır.



Görsel 7.2: a) SMD elek b) Eleğin PCB kart üzerine yerleştirilmesi c) Spatulaya krem lehim alınması ç) Krem lehimin elekten geçirilmesi d) PCB karta krem lehim sürülmesi e) PCB kartın lehimlenmesi



7.1.1. Sıcak Havalı Havya ile SMD Elemanın Sökülmesi

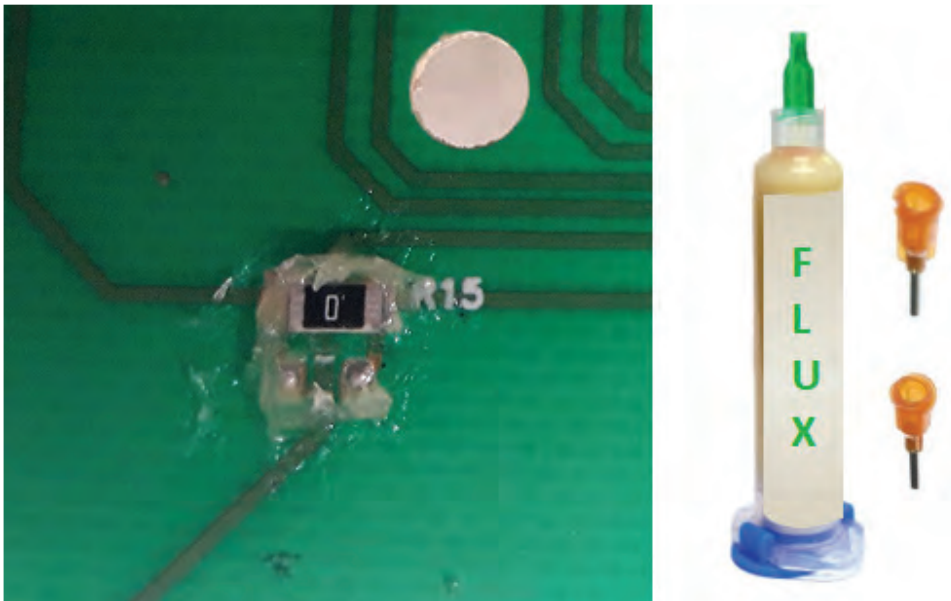
Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile SMD elemanın sökülmesi işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

- Sıcak hava istasyonu, flux (lehim toplama kremi), krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol veya selülozik tiner çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya 5 mm'lik başlık takılır. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15), kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır (Görsel 7.3).



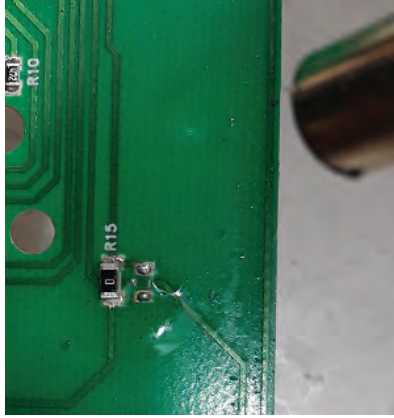
Görsel 7.3: Sıcak hava havya ayarı

- SMD elemanı üzerine flux sürülür (Görsel 7.4).



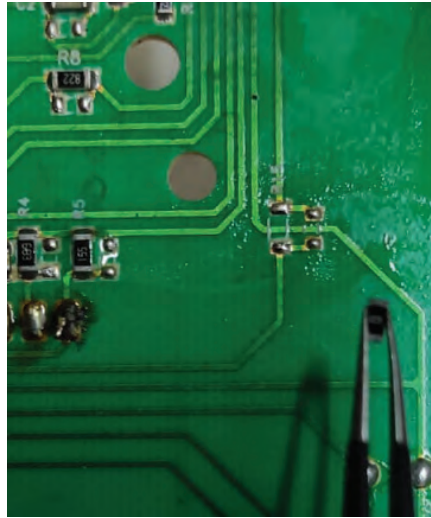
Görsel 7.4: SMD eleman üzerine flux sürülmesi

- SMD elemanı sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.5).



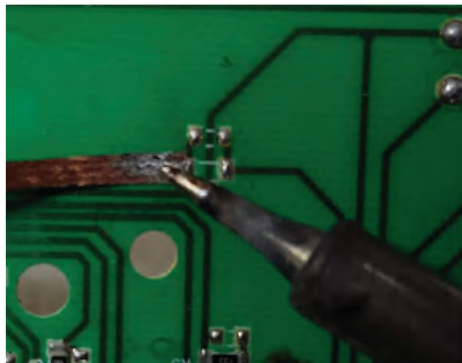
Görsel 7.5: SMD elemanın üstten ısıtılması

- Lehimleri eriyen SMD eleman antistatik cımbız yardımıyla yerinden alınır (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: SMD elemanın antistatik cımbız ile yerinden alınması

- Lehim sökme fitili üzerine flux sürülürerek lehimli alınacak bağlantı noktasına yerleştirilir. Kalem havya lehim sökme fitili üzerine bastırılır. Kalem havya ve lehim sökme fitili baskı devre kartı üzerindeki SMD eleman bağlantı noktası üzerinde gezdirilerek kalan lehimler temizlenir (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Lehimin lehim fitili ile temizlenmesi

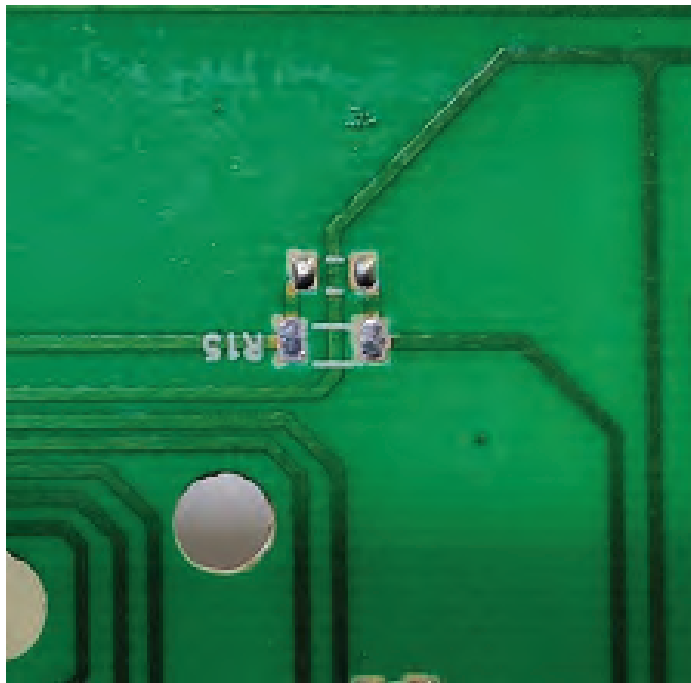


- İzopropil alkol veya selülozik tiner ve fırça yardımıyla baskı devre kartı üzerinde flux ve diğer kalıntılar temizlenir (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: Baskı devre kartının temizlenmesi

- Temizlenen yüzey yeniden lehimlenmeye hazır bir şekilde işlem tamamlanır (Görsel 7.9).



Görsel 7.9: Baskı devre kartının temizlenmiş görüntüsü



1. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerinden SMD Eleman Sökmek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerinden SMD eleman sökünüz.

1. Adım: Tablo 7.1’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.1: 1.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Flux	Standart	1 adet
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya 5 mm’lik başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Sökülecek SMD elemanı üzerine flux sürünüz.

5. Adım: Sökülecek SMD elemanını sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

6. Adım: SMD elemanın lehimleri eriyince antistatik cımbız yardımıyla yerinden alınız.

7. Adım: Lehim sökme fitili üzerine flux sürünüz.

8. Adım: Lehim sökme fitilini baskı devre kartı üzerinde SMD elemanın söküldüğü bağlantı noktasına yerleştiriniz.

9. Adım: Kalem havayı lehim sökme fitili üzerine bastırınız.

10. Adım: Kalem havya ve lehim sökme fitilini birlikte hareket ettirerek baskı devre kartı üzerinde bağlantı noktasındaki lehimleri temizleyiniz.

11. Adım: Baskı devre kartı üzerinde SMD eleman bağlantı noktasına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktasını temizleyiniz.

12. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

13. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

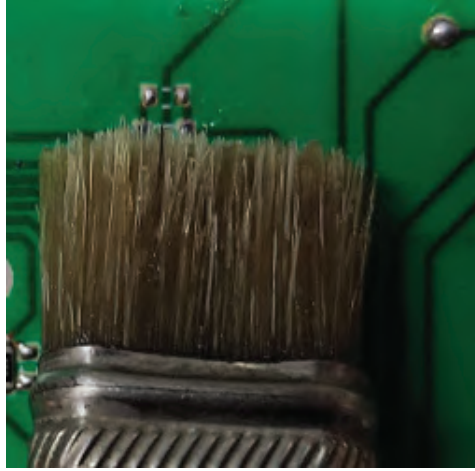
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına 5 mm'lik başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasına üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. Sökülecek SMD eleman üzerine flux sürüldü.		
9. Sıcak hava havyası ile SMD elemanın lehim eritildi.		
10. Cımbız yardımıyla SMD eleman bağlantı noktasından alındı.		
11. Baskı devre kartı üzerinde kalan lehimler lehim sökme fitiliyle temizlendi.		
12. SMD eleman bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		

7.1.2. Sıcak Havalı Havya ile SMD Elemanın Lehimlenmesi

Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile SMD elemanın lehimleme işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

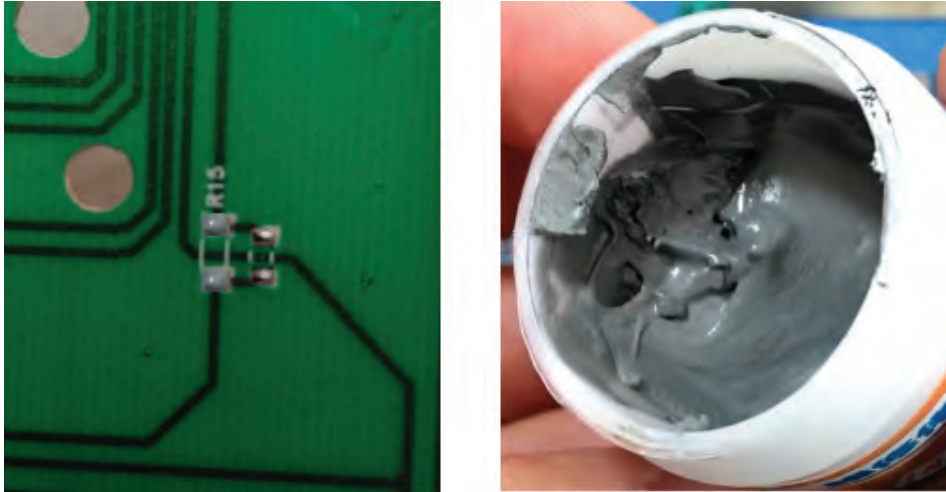
- Sıcak hava istasyonu, flux, krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya 5 mm'lik başlık takılır. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15), kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır.

- SMD elemanı bağlantı noktası izopropil alkol ve fırça yardımıyla temizlenir (Görsel 7.10).



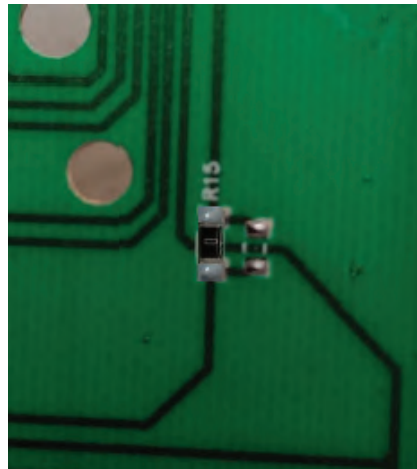
Görsel 7.10: SMD eleman bağlantı noktasının temizlenmesi

- SMD elemanı bağlantı noktasına krem lehim sürülür (Görsel 7.11).



Görsel 7.11: SMD elemanın bağlantı noktasına krem lehim sürülmesi

- SMD eleman antistatik cımbız yardımıyla bağlantı noktasına yerleştirilir (Görsel 7.12).



Görsel 7.12: SMD bağlantı noktasına yerleştirilmesi



- SMD elemanı sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.13). Krem lehim eriyince SMD elemanı bağlantı noktasına doğru çekilerek lehimlenmesi sağlar. SMD elemanı sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıtıldıktan sonra ısıtma işlemi bitirilir (Bu aşamada SMD eleman yerinden kayıyor ise antistatik cımbız yardımıyla tutulur.).



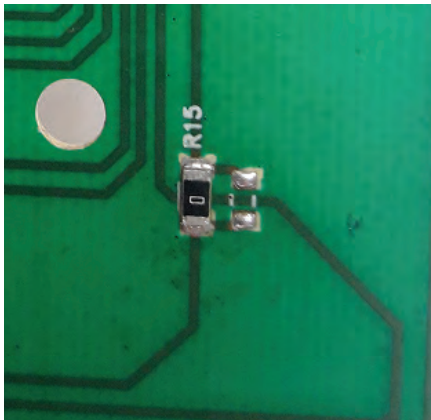
Görsel 7.13: SMD elemanın üstten ısıtılması

- İzopropil alkol veya selülozik tiner ve fırça yardımıyla baskı devre kartı üzerinde flux ve diğer kalıntılar temizlenir (Görsel 7.14).



Görsel 7.14: SMD eleman ve baskı devre kartının temizlenmesi

- Lehimleme sonrası temizle işlemi bitirilerek lehimleme tamamlanır (Görsel 7.15).



Görsel 7.15: Lehimleme işleminin tamamlanması



2. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerine SMD Eleman Lehimlemek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerine SMD eleman lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 7.2’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.2: 2.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Krem lehim	183°C erime sıcaklığına sahip	1 kutu
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya 5 mm’lik başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Baskı devre kartı üzerinde SMD eleman bağlantı noktasına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktasını temizleyiniz.

5. Adım: SMD elemanın bağlantı noktalarına krem lehim sürünüz.

6. Adım: SMD elemanı antistatik cımbız yardımıyla yerine yerleştiriniz.

7. Adım: Lehimlenecek SMD elemanını sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

8. Adım: Krem lehimin eriyip SMD elemanı bağlantı noktasına doğru çekmesini bekleyiniz. Bu aşamada SMD eleman yerinden kayıyorsa antistatik cımbız ile tutunuz.

9. Adım: Krem lehim eriyip SMD eleman yerine yerleştikten sonra sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıtıldıktan sonra ısıtma işlemini bitiriniz.

10. Adım: SMD eleman üzerine az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla baskı devre kartını temizleyiniz.

11. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

12. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

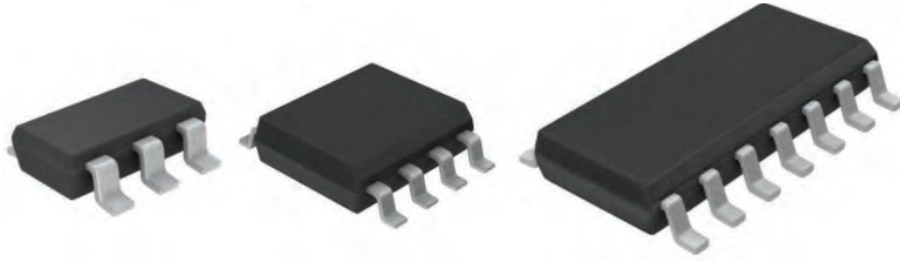
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına 5 mm'lik başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasının üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. SMD eleman bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
9. Lehimlenecek SMD elemanın bağlantı noktaları üzerine krem lehim sürüldü.		
10. Cımbız yardımıyla SMD eleman bağlantı noktasına yerleştirildi.		
11. Sıcak hava havyası ile SMD eleman lehimlendi.		
12. Baskı devre kartı izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		

7.2. KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELERİN LEHİMLENME VE SÖKME İŞLEMLERİ

Küçük paket yapılı (SMD) entegreler, içinde birden fazla elektronik devre elemanlarını veya elektronik devreyi bulunduran yüzey montaj teknolojisi ile üretilen entegre devrelerdir. SMD entegreler çeşitli kılıf yapılarında üretilir. En çok kullanılan kılıf yapıları SOIC, TSOP, PLCC, QFP ve QFN'dir.

SOIC [small outline integrated circuit (küçük yapılı entegre devre)]: Dikdörtgen kılıf yapısına sahiptir.

Entegre bacakları iki yanda sıralanmıştır ve bacaklar martı kanadı şeklindedir (Görsel 7.16). SOIC kılıf yapısında isimlendirme yapılırken entegrenin bacak (pin) sayısı dikkate alınır. Eğer entegre 8 bacaklı ise SOIC-8, 14 bacaklı ise SOIC-14 gibi isimler alır.



Görsel 7.16: SOIC kılıf yapısında entegreler

TSOP [thin small outline package (ince küçük yapıli paket)]: Dikdörtgen kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları iki yanda sıralanmıştır. Pin boyutları küçük ve birbirine daha yakındır (Görsel 7.17).



Görsel 7.17: TSOP kılıf yapısında entegreler

PLCC [plastic leaded chip carrier (bacaklı çip taşıyıcı)]: Kare kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları entegrenin etrafında sıralanmış ve bacaklar J şeklinde gövde altına kıvrılmış yapıdadır (Görsel 7.18).



Görsel 7.18: PLCC kılıf yapısında entegre

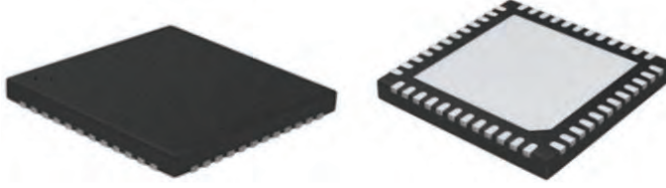
QFP [quad flat package (dörtlü düz paket)]: Kare kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları entegrenin dört tarafında sıralanmıştır. Bacak yapısı martı kanadı şeklindedir (Görsel 7.19).



Görsel 7.19: QFP yapısında entegre



QFN [quad flat no-lead (dörtlü düz bacak bağlantısız)]: Kare kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları entegrenin dört tarafında sıralanmıştır. Bacaklar gövdenin altına doğru uzanan bağlantı noktalarından oluşur (Görsel 7. 20).

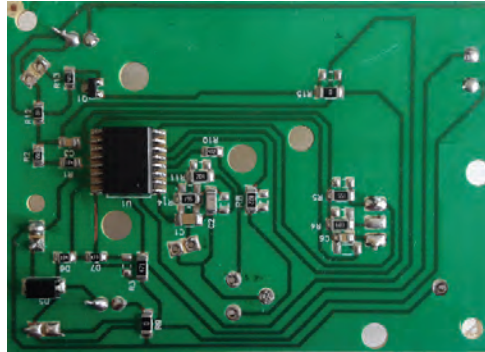


Görsel 7.20: QFN yapısında entegre

7.2.1. Sıcak Havalı Havya ile Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Sökülmesi

Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile SMD entegrelerin sökölme işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

- Sıcak hava istasyonu, flux, krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya SMD entegreye uygun başlık takılır veya hiç takılmaz. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15), kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır.
- PCB kartı, çalışma masası üzerinde düz zemine yerleştirilir (Görsel 7.21).



Görsel 7.21: PCB kartın yerleştirilmesi

- SMD entegre üzerine flux sürülür (Görsel 7.22).



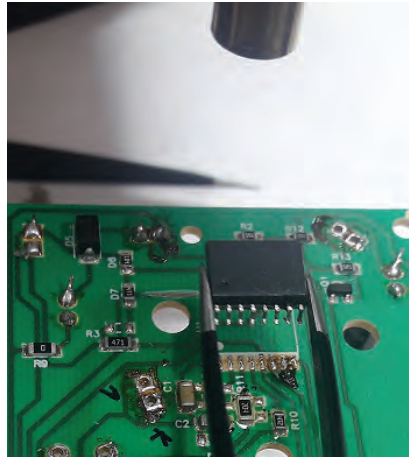
Görsel 7.22: SMD entegre üzerine flux sürülmesi

- SMD entegre sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.23).



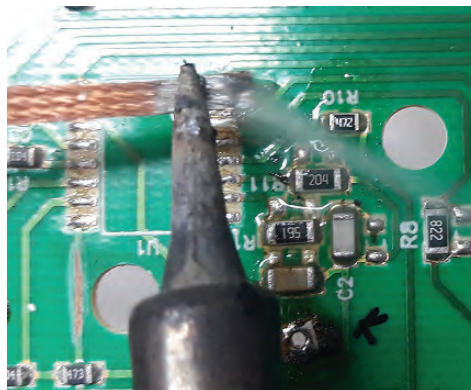
Görsel 7.23: SMD entegrenin üstten ısıtılması

- Lehimleri eriyen SMD entegre antistatik cımbız yardımıyla yerinden alınır (Görsel 7.24).



Görsel 7.24: SMD entegrenin antistatik cımbız ile yerinden alınması

- Lehim sökme fitili üzerine flux sürülürerek lehim alınacak bağlantı noktasına yerleştirilir. Kalem havya lehim sökme fitili üzerine bastırılır. Kalem havya ve lehim sökme fitili baskı devre kartı üzerindeki SMD entegre bağlantı noktası üzerinde gezdirilerek kalan lehimler temizlenir (Görsel 7.25).



Görsel 7.25: Lehimin lehim fitili ile temizlenmesi

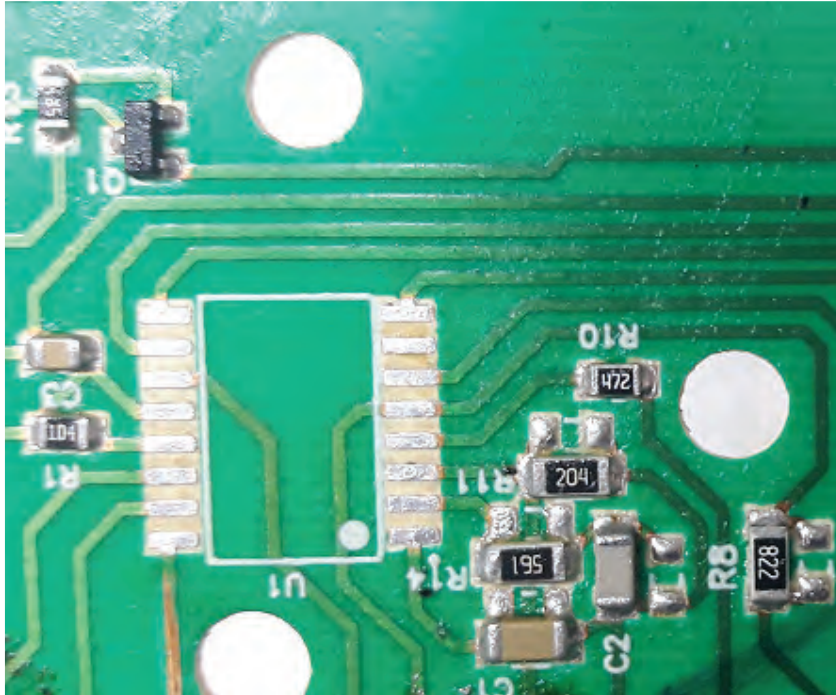


- İzopropil alkol veya selülozik tiner ve fırça yardımıyla baskı devre kartı üzerinde flux ve diğer kalıntılar temizlenir (Görsel 7.26).



Görsel 7.26: Baskı devre kartının temizlenmesi

- Temizlenen yüzey yeniden lehimlenmeye hazır bir şekilde işlem tamamlanır (Görsel 7.27).



Görsel 7.27: Baskı devre kartının temizlenmiş görüntüsü



3. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerine SMD Eleman Lehimlemek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerinden SMD entegre sökünüz.

1. Adım: Tablo 7.3'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.3: 3.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Flux	Standart	1 adet
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya uygun başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Sökülecek SMD entegre üzerine flux sürünüz.

5. Adım: Sökülecek SMD entegreyi sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

6. Adım: SMD entegrenin lehimleri eriyince antistatik cımbız yardımıyla yerinden alınız.

7. Adım: Lehim sökme fitili üzerine flux sürünüz.

8. Adım: Lehim sökme fitilini baskı devre kartı üzerinde SMD entegrenin söküldüğü bağlantı noktasına yerleştiriniz.

9. Adım: Kalem havayı lehim sökme fitili üzerine bastırınız.

10. Adım: Kalem havya ve lehim sökme fitilini birlikte hareket ettirerek baskı devre kartı üzerinde bağlantı noktalarındaki lehimleri temizleyiniz.

11. Adım: Baskı devre kartı üzerinde SMD entegrenin bağlantı noktasına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktasını temizleyiniz.

12. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

13. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

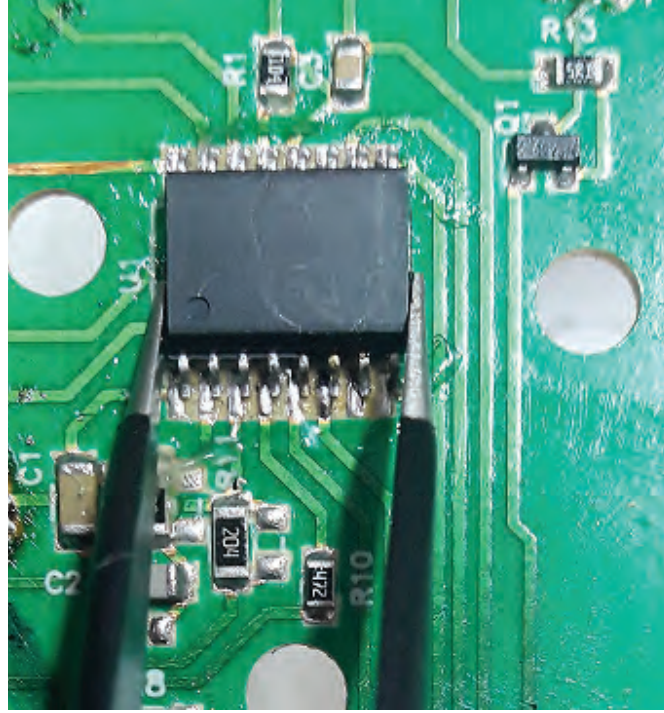
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına uygun başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasının üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. Sökülecek SMD entegre üzerine flux sürüldü.		
9. Sıcak hava havyası ile SMD entegrenin lehim eritildi.		
10. Cımbız yardımıyla SMD entegre bağlantı noktasından alındı.		
11. Baskı devre kartı üzerinde kalan lehimler lehim sökme fitiliyle temizlendi.		
12. SMD entegre bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		

7.2.2. Sıcak Havalı Havya ile SMD Elemanın Lehimlenmesi

Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile SMD entegrenin lehimleme işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

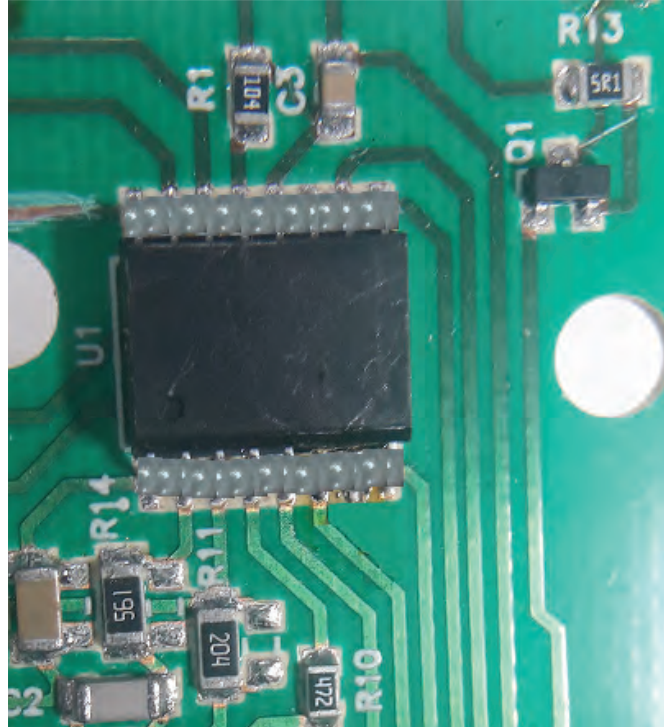
- Sıcak hava istasyonu, flux, krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya uygun başlık takılır veya hiç takılmaz. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15) kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır. in yönüne (1 numaralı bacak) dikkat edilerek antistatik cımbız yardımıyla bağlantı noktasına yerleştirilir (Görsel 7.28).

- SMD entegre bağlantı noktaları izopropil alkol ve fırça yardımıyla temizlenir.
- SMD entegrenin yönüne (1 numaralı bacak) dikkat edilerek antistatik cımbız yardımıyla bağlantı noktasına yerleştirilir (Görsel 7.28).



Görsel 7.28: SMD entegrenin yerine yerleştirilmesi

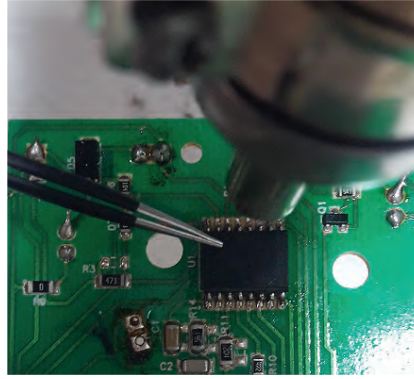
- SMD entegrenin bağlantı noktalarına krem lehim sürülür (Görsel 7.29).



Görsel 7.29: SMD entegrenin bağlantı noktasına krem lehim sürülmesi

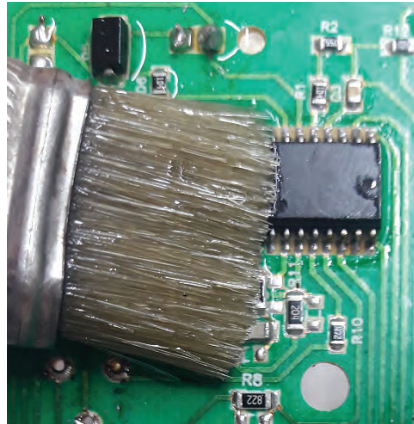


- SMD entegre üzerine cımbız ile bastırılır ve sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.30). Krem lehimin eriyip SMD entegre bağlantı noktalarına doğru akması beklenir. SMD entegre sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıtıldıktan sonra ısıtma işlemi bitirilir.



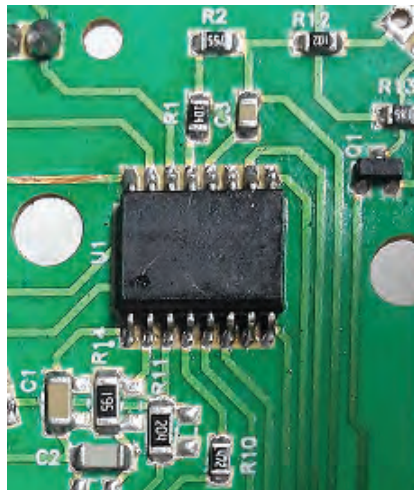
Görsel 7.30: SMD entegrenin üstten ısıtılması

- İzopropil alkol veya selülozik tiner ve fırça yardımıyla baskı devre kartı üzerinde flux ve diğer kalıntılar temizlenir (Görsel 7.31).



Görsel 7.31: SMD entegre ve baskı devre kartının temizlenmesi

- Lehimleme sonrası temizleme işlemi bitirilerek lehimleme tamamlanır (Görsel 7.32).



Görsel 7.32: SMD entegre lehimleme işleminin tamamlanması



4. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerine SMD Entegre Lehimlemek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerine SMD entegre lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 7.4’de belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.4: 4.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Krem lehim	183 °C erime sıcaklığına sahip	1 kutu
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya uygun başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Baskı devre kartı üzerinde SMD entegre bağlantı noktalarına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktasını temizleyiniz.

5. Adım: SMD entegrenin yönüne (1 numaralı bacak) dikkat ederek antistatik cımbız yardımıyla yerine yerleştiriniz.

6. Adım: SMD entegrenin bağlantı noktalarına krem lehim sürünüz.

7. Adım: SMD entegre üzerine antistatik cımbız ile bastırıp sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

8. Adım: Krem lehimin eriyip SMD entegre bağlantı noktasına doğru akmasını bekleyiniz.

9. Adım: Sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıttıktan sonra ısıtma işlemi bitiriniz.

10. Adım: SMD entegre üzerine az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla baskı devre kartını temizleyiniz.

11. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

12. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

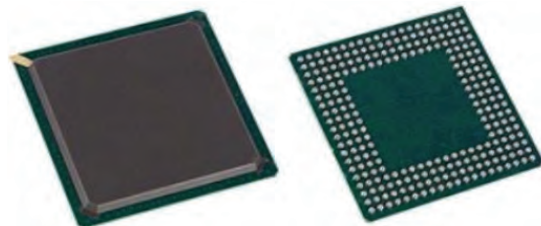
Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına uygun başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasının üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. SMD entegre bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
9. Cımbız yardımıyla SMD entegre bağlantı noktasına yerleştirildi.		
10. Lehimlenecek SMD entegrenin bağlantı noktaları üzerine krem lehim sürüldü.		
11. Sıcak hava havyası ile SMD entegre lehimlendi.		
12. Baskı devre kartı izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		

7.3. ÇİPSETLERİN LEHİMLENME İŞLEMLERİ

Çipsetler, mikroişlemci tabanlı sistemlerde mikro-işlemci ile anakart üzerinde bulunan elektronik devreler ve çevre birimleri arasında iletişimi sağlayan, veri akışını kontrol eden entegre devrelerdir. Genellikle QFP, QFN ve BGA [Ball grid array (top ızgara dizisi)] kılıf yapısında üretilir. Görsel 7.33'te BGA kılıf yapısı görülmektedir.



Görsel 7.33: BGA kılıf yapısı

Küçük ebattaki çipsetler sıcak hava havyası ile sökülüp takılabilirken büyük ebattaki çipsetleri söküp takmak için baskı devre kartını alttan ve üstten ısıtan BGA lehim istasyonları kullanılır (Görsel 7.34).

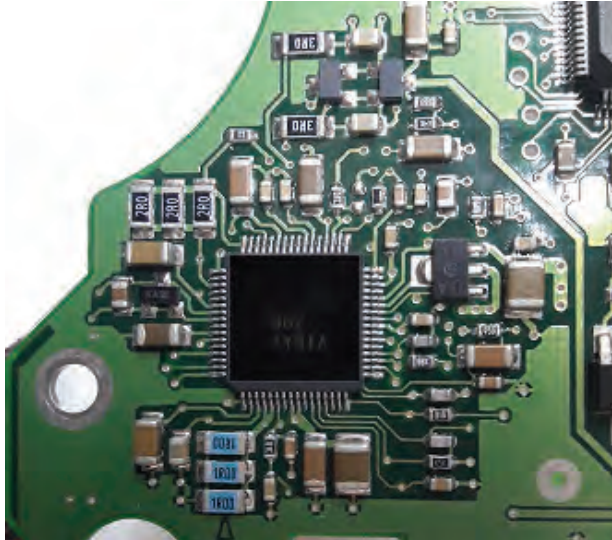


Görsel 7.34: BGA lehim istasyonu

7.3.1. Sıcak Havalı Havya ile Çipsetlerin Sökülmesi

Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile küçük ebattaki çipsetlerin sökölme işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

- Sıcak hava istasyonu, flux, krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya çipsete uygun başlık takılır veya hiç takılmaz. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15), kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır.
- PCB kartı, çalışma masası üzerinde düz zemine yerleştirilir (Görsel 7.35).



Görsel 7.35: PCB kartın yerleştirilmesi



- Çipset üzerine flux sürülür (Görsel 7.36).



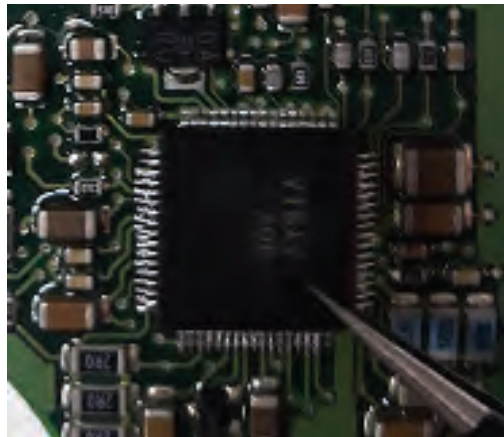
Görsel 7.36: Çipset üzerine flux sürülmesi

- Çipset sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.37).



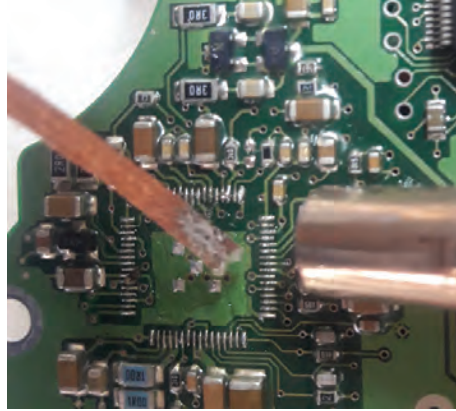
Görsel 7.37: Çipsetin üstten ısıtılması

- Lehimleri eriyen çipset antistatik cımbız ile köşesinin birinden tutularak yerinden alınır (Görsel 7.38). Ancak çipset yerinden hareket etmiyorsa bacakların eğilip kırılmaması için zorlanmamalıdır. Isıtılmaya devam edilmelidir.



Görsel 7.38: Çipsetin antistatik cımbız ile yerinden alınması

- Lehim sökme fitili üzerine flux sürülürerek lehim alınacak bağlantı noktasına yerleştirilir. Sıcak hava havyası ile lehim sökme fitili ısıtılır. Lehim sökme fitili baskı devre kartı üzerindeki çipset bağlantı noktaları üzerinde gezdirilerek kalan lehimler temizlenir (Görsel 7.39). Kalem havya kullanılarak da lehim temizleme işlemi yapılabilir.



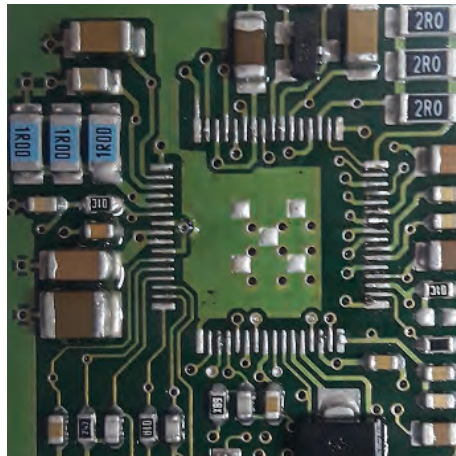
Görsel 7.39: Lehimin lehim fitili ile temizlenmesi

- İzopropil alkol veya selülozik tiner ve fırça yardımıyla baskı devre kartı üzerinde flux ve diğer kalıntılar temizlenir (Görsel 7.40).



Görsel 7.40: Baskı devre kartının temizlenmesi

- Temizlenen yüzey yeniden lehimlenmeye hazır bir şekilde işlem tamamlanır (Görsel 7.41).



Görsel 7.41: Baskı devre kartının temizlenmiş görüntüsü



5. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerinden Çipset Sökmek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerinden çipset sökünüz.

1. Adım: Tablo 7.5'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.5: 5.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Flux	Standart	1 adet
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya uygun başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Sökülecek çipset üzerine flux sürünüz.

5. Adım: Sökülecek çipset sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

6. Adım: Çipsetin lehimleri eriyince antistatik cımbız yardımıyla yerinden alınız.

7. Adım: Lehim sökme fitili üzerine flux sürünüz.

8. Adım: Lehim sökme fitilini baskı devre kartı üzerinde çipsetin söküldüğü bağlantı noktasına yerleştiriniz.

9. Adım: Sıcak hava havyası ile lehim sökme fitilini ısıtınız.

10. Adım: Lehim sökme fitilini birlikte hareket ettirerek baskı devre kartı üzerinde bağlantı noktalarındaki lehimleri temizleyiniz (Daha önce anlatılan kalem havya yöntemi ile de lehim temizlemesi yapılabilir.).

11. Adım: Baskı devre kartı üzerinde çipsetin bağlantı noktalarına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktalarını temizleyiniz.

12. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

13. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına uygun başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasının üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. Sökülecek çipset üzerine flux sürüldü.		
9. Sıcak hava havyası ile çipsetin lehim eritildi.		
10. Cımbız yardımıyla çipset yerinden alındı.		
11. Baskı devre kartı üzerinde kalan lehimler lehim sökme fitiliyle temizlendi.		
12. Çipset bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		

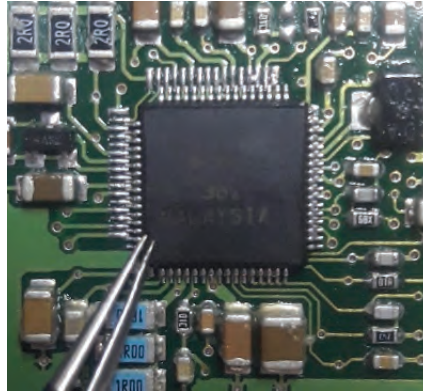
7.3.2. Sıcak Havalı Havya ile Çipsetin Lehimlenmesi

Baskı devre kartı üzerinden sıcak havalı havya ile çipset lehimleme işlemi yapılırken şu adımlar takip edilmelidir:

- Sıcak hava istasyonu, flux, krem lehim, lehim sökme fitili, cımbız seti, fırça ve izopropil alkol çalışma masasına yerleştirilir.
- Sıcak havalı havyaya uygun başlık takılır veya hiç takılmaz. Sıcak hava istasyonu çalıştırılarak sıcak havalı havya ısısı 340 °C - 400 °C arası sıcaklığa, hava üfürme hızı ikinci kademeye (%15), kalem havya ısısı 380 °C - 400 °C arası sıcaklığa ayarlanır.



- Çipset bağlantı noktaları izopropil alkol ve fırça yardımıyla temizlenir.
- Çipsetin yönüne (1 numaralı bacak) dikkat edilerek antistatik cımbız yardımıyla bağlantı noktasına yerleştirilir (Görsel 7.42).



Görsel 7.42: Çipsetin yerine yerleştirilmesi

- Çipsetin bağlantı noktalarına krem lehim sürülür (Görsel 7.43).



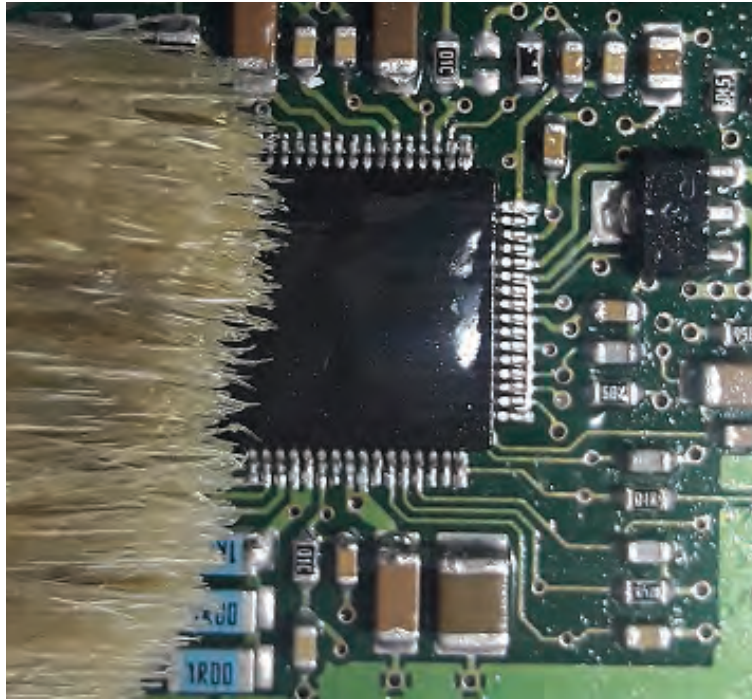
Görsel 7.43: Çipsetin bağlantı noktalarına krem lehim sürülmesi

- Çipset üzerine cımbız ile bastırılır ve sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtılır (Görsel 7.44). Krem lehimin eriyip çipset bağlantı noktalarına doğru akması beklenir. Bu aşamada antistatik cımbız ile çipset üzerine bastırılabilir. Çipset sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıtıldıktan sonra ısıtma işlemi bitirilir.



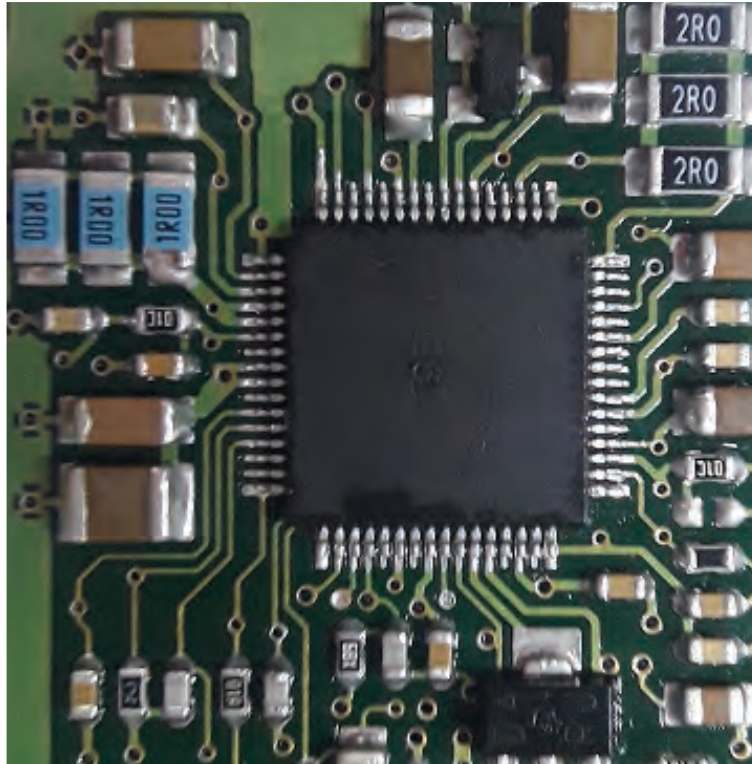
Görsel 7.44: Çipsetin üstten ısıtılması

- Çipset üzerine izopropil alkol veya selülozik tiner dökülür. Fırça yardımıyla temizlenerek lehimleme sonrası oluşan lehim artıkları baskı devre kartı üzerinden temizlenir (Görsel 7.45).



Görsel 7.45: Çipset ve baskı devre kartının temizlenmesi

- Lehimleme sonrası temizle işlemi bitirilerek lehimleme tamamlanır (Görsel 7.46).



Görsel 7.46: Çipset lehimleme işleminin tamamlanması



6. UYGULAMA

Baskı Devre Kartı Üzerine SMD Entegre Lehimlemek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda baskı devre kartı üzerine çipset lehimleyiniz.

1. Adım: Tablo 7.6'da belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

Tablo 7.6: 6.Uygulama Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı	Üzerinde SMD eleman bulunan	1 adet
Sıcak havalı havya	300 W	1 adet
Krem lehim	183°C erime sıcaklığına sahip	1 kutu
Lehim sökme fitili	1,5 mm genişliğinde	1 metre
Fırça	Plastik saplı kestirme fırçası	1 adet
İzopropil alkol	%99 saflıkta	1 şişe
Cımbız seti	Antistatik	1 takım
Gözlük	İş gözlüğü	1 adet
Eldiven	İş eldiveni	1 takım

2. Adım: Eldiven giyip iş gözlüğünüzü takınız. Baskı devre kartını çalışma masasına yerleştiriniz.

3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra sıcak havalı havaya uygun başlık takınız. Sıcak hava istasyonunu çalıştırarak sıcak havalı havya ısısını 400 °C sıcaklığa, hava üfürme hızını ikinci kademeye, kalem havya ısısını 380 °C sıcaklığa ayarlayınız.

4. Adım: Baskı devre kartı üzerinde çipset bağlantı noktalarına az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla bağlantı noktasını temizleyiniz.

5. Adım: Çipsetin yönüne (1 numaralı bacak) dikkat ederek antistatik cımbız yardımıyla yerine yerleştiriniz.

6. Adım: Çipsetin bağlantı noktalarına krem lehim sürünüz.

7. Adım: Çipset üzerine antistatik cımbız ile bastırıp sıcak hava havyası ile 30 mm mesafeden üstten ısıtınız.

8. Adım: Krem lehimin eriyip çipsetin bağlantı noktalarına doğru akmasını bekleyiniz.

9. Adım: Sıcak hava havyası ile birkaç saniye daha ısıttıktan sonra ısıtma işlemini bitiriniz.

10. Adım: Çipset üzerine az miktarda izopropil alkol döküp fırça yardımıyla baskı devre kartını temizleyiniz.

11. Adım: Sıcak havalı havayı kapatınız.

12. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Eldiven giyildi.		
3. Gözlük takıldı.		
4. Sıcak hava havyasına uygun başlık doğru takıldı.		
5. Sıcak hava havyasının sıcaklık ayarı doğru ayarlandı.		
6. Sıcak hava havyasının hava akış hızı doğru ayarlandı.		
7. Baskı devre kartı çalışma masasının üzerine uygun şekilde yerleştirildi.		
8. Çipset bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
9. Cımbız yardımıyla çipset bağlantı noktasına yerleştirildi.		
10. Lehimlenecek çipsetin bağlantı noktaları üzerine krem lehim sürüldü.		
11. Sıcak hava havyası ile çipset lehimlendi.		
12. Çipset bağlantı noktaları izopropil alkol ile temizlendi.		
13. Çalışma alanı temizlendi.		



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) SMD devre elemanları yüzey montajlı devre elemanlarıdır.
2. (.....) Sıcak hava havyası, SMD elemanların sökülmesinde kullanılır.
3. (.....) SMD teknolojisi ile üretilen devrelerin boyutları normal devreye göre daha büyüktür.
4. (.....) SMD devre elemanını yerleştirmek için PCB üzerinde matkapla delik delinmesi gerekir.
5. (.....) TSOP-8 kılıf yapısında sekiz bacak vardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Birden fazla devre elemanlarından veya elektronik devrelerden oluşan yüzey montajlı teknoloji ile üretilen entegrelere denir.
7. SMD elemanların lehimlenmesinde genellikle lehim kullanılır.
8. SMD elemanları baskı devre kartına cımbız kullanılarak yerleştirilir.
9. Baskı devre kartlarındaki tüm SMD devre elemanlarına ilk kez lehim sürülürken kullanılır.
10. Baskı devre kartını temizlemek için kimyasal çözücü olarak kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi SMD devre elemanları ile üretim yapmanın avantajlarından biridir?

- A) PCB üzerinde delik delme işlemi fazladır.
- B) Cihazlar daha çok ısınır.
- C) Cihazların güç tüketimi azdır.
- D) Cihaz boyutları büyüktür.
- E) Mekanik titreşim ve darbelere karşı dayanıksızdır.

12. Aşağıdakilerden hangisi SMD devre elemanı sökülürken üzerine sürülen kimyasal maddedir?

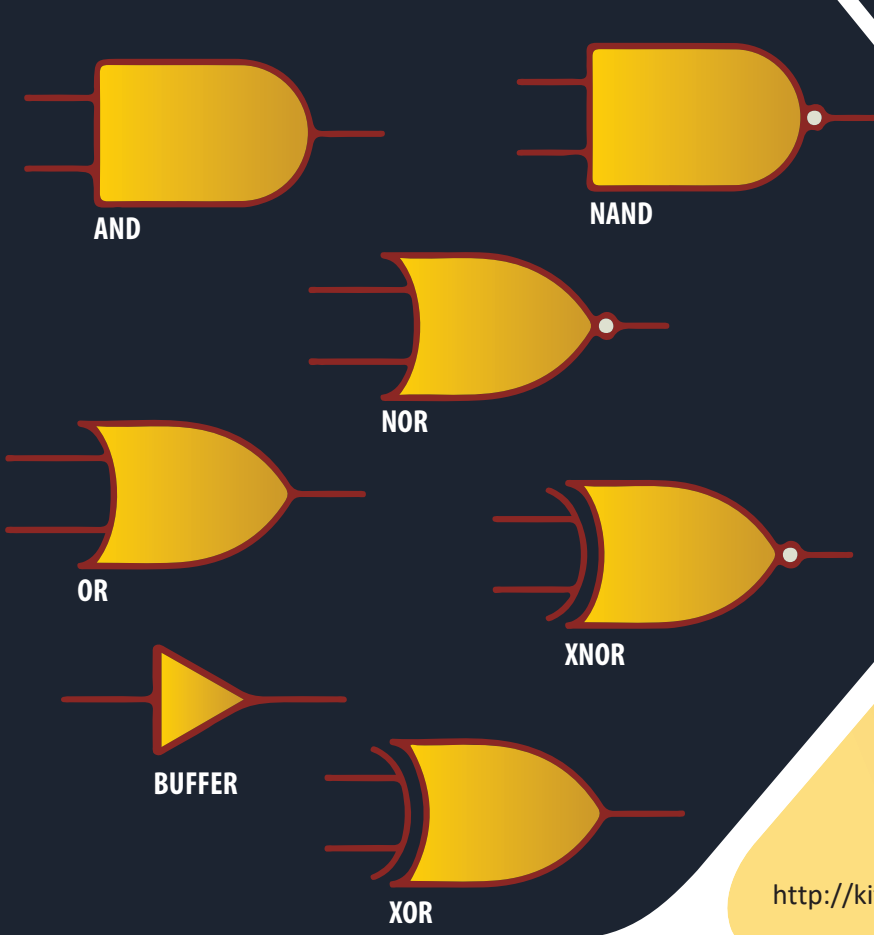
- A) İzopropil alkol
- B) Krem lehim
- C) Lehim fitili
- D) Flux
- E) Selülozik tiner

13. Aşağıdakilerden hangisi dikdörtgen kılıf yapısına sahip, entegre bacakları iki yanında sıralanmış ve bacakları martı kanadı şeklinde olan küçük paket yapılı entegre kılıfıdır?

- A) PLCC
- B) QFN
- C) QFP
- D) SOIC
- E) TSOP



14. Aşağıdakilerden hangisi mikroişlemci ile anakart üzerinde bulunan elektronik devreler ve çevre birimleri arasında iletişimi sağlayan, veri akışını kontrol eden entegre devredir?
- A) BGA
 - B) Çipset
 - C) Mikrodenetleyici
 - D) PCB
 - E) SMD transistör
15. Aşağıdakilerden hangisi top ızgara alanına sahip çipsetlerin kılıf yapısıdır?
- A) BGA
 - B) QFN
 - C) QFP
 - D) SOIC
 - E) SOT23



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27802>

8.

ÖĞRENME
BİRİMİ

TEMEL MANTIK DEVRELERİ

KONULAR

- 8.1. SAYI SİSTEMLERİ İLE İŞLEM YAPMA
- 8.2. MANTIKSAL (LOJİK) KAPI DEVRELERİNİ KURMA
- 8.3. MANTIK DEVRELERİNİ BOOLEAN(BOOLE) MATEMATİĞİ İLE SADELEŞTİRME
- 8.4. MANTIK DEVRELERİNİ KARNOUGH (KARNO) HARİTASI İLE SADELEŞTİRME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Doğruluğunu kontrol ederek sayı sistemleri ile işlem yapma
- Entegre bacaklarına zarar vermeden mantıksal kapı devrelerini kurma
- Mantık devrelerini Boolean matematiği ile sadeleştirme

TEMEL KAVRAMLAR

- Boolean(Boole) matematiği
- Mantıksal kapı devreleri
- Sadeleştirme
- Sayı sistemleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bildiğiniz sayı sistemlerini söyleyiniz.
2. Mantıksal devre denilince aklınıza neler geliyor?



8. TEMEL MANTIK DEVRELERİ

Mantıksal devreler olarak da adlandırılan temel mantık devreleri lojik 0 ve lojik 1 mantığını kullanan mantıksal kapılardan meydana gelir. Bilgisayar, çok sayıda temel mantıksal kapıların bir arada çalışmasından oluşur.

8.1. SAYI SİSTEMLERİ İLE İŞLEM YAPMA

Rakamların tek başına veya bir çokluğu belirtmek için bir araya getirilmesi ile elde edilen ifadelere sayı denir. Sayılar rakamlardan oluşur. Sayma işlemlerinde genellikle onluk sayı sistemi kullanılırken bilgisayar sistemlerinde ise farklı sayı sistemleri de kullanılır.

8.1.1. Sayı Sistemleri

Sayı sistemleri, sayıları temsil eden simgeler için geliştirilmiş matematiksel bir gösterim sistemidir. Dünya genelinde matematiksel işlemlerde 0-9 arası rakamlardan oluşan onlu [decimal (desimal)] sayı sistemi kullanılır. Bilgisayar sistemlerinde ise ikili [binary (binari)], sekizli [octal (oktal)] ve on altılı [hexadecimal (heksadesimal)] sayı sistemleri kullanılır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1: Sayı Sistemleri

Onlu sayı sistemi	İkili sayı sistemi	On altılı sayı sistemi	Sekizli sayı sistemi
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	8	10
9	1001	9	11
10	1010	A	12
11	1011	B	13
12	1100	C	14
13	1101	D	15
14	1110	E	16
15	1111	F	17



8.1.1.1. Onlu (Desimal) Sayı Sistemi

Onlu sayı sistemi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 rakamlarından oluşur. Sayı sisteminin tabanı 10'dur. Onlu sistemdeki bir sayının değeri şu formül ile hesaplanır:

$$(ABCD)_{10} = A \times 10^3 + B \times 10^2 + C \times 10^1 + D \times 10^0$$

Uyarı: $10^0 = 1$ olduğu unutulmamalıdır.

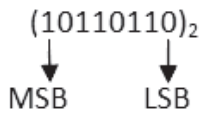
Örneğin 10 tabanında 352 sayısı,

$$3 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 2 \times 10^0 = 300 + 50 + 2 = 352 \text{ şeklinde bulunur.}$$

8.1.1.2. İkili (Binary) Sayı Sistemi

İkili sayı sistemi 0 ve 1 rakamlarından oluşur. Sayı sisteminin tabanı 2'dir. İkili sistemdeki 0 rakamı 0 voltu temsil ederken 1 rakamı 5 voltu temsil eder. Her rakam **bit** olarak ifade edilir. 4 "bit"ten oluşan sayılara **nibble** (nibıl), 8 "bit"ten oluşan sayılara **byte** (bayt), 2 "byte"dan oluşan sayılara **word** (vört), 2 "word"ten oluşan sayılara **double word** (duble vört) adı verilir.

İkili sayının en sağında yer alan "bit"e **en düşük değerlikli bit** (LSB), en solunda yer alan "bit"e **en yüksek değerlikli bit** (MSB) adı verilir. Aşağıda yer alan ifadede 1 "byte"lık ikili sayı görülmektedir.



8.1.1.3. Sekizli (Octal) Sayı Sistemi

Sekizli sayı sistemi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 rakamlarından oluşur. Sayı sisteminin tabanı 8'dir.

$$(367)_8$$

8.1.1.4. On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemi

On altılı sayı sistemi 0'dan 15'e kadar olan sayılardan oluşur. Sayı sisteminin tabanı 16'dır. 0'dan 9'a kadar olan sayılar rakam ile 10'dan 15'e kadar olan sayılar, A, B, C, D, E, F harfleri ile gösterilir. Bunlar 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F'dir.

$$(5C13D)_{16}$$

8.1.2. Sayı Sistemleri Arasındaki Dönüştürmeler

Bir sayının başka sayı sistemi içinde işleme alınmak istendiği durumlarda sayının işlem yapılacağı sayı sistemine dönüştürülmesi gerekir.

8.1.2.1. İkili (Binary) Sayı Sistemini Onlu (Desimal) Sayı Sistemine Çevirme

İkili sayı onlu sayıya dönüştürülürken LSB'de bulunan rakamdan itibaren 2^0 dan başlanarak, MSB'ye kadar üst bir artırılarak sayı basamak değeri ile çarpılır. Çıkan sonuçlar toplanır ve ikili sayının onlu karşılığı bulunur.



Örnek : $(101110)_2$ ikili (binary) sayının onlu (decimal) sayıya çevrilmesi.

$$(101110)_2 = (?)_{10}$$

Çözüm : $2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0$

$$(1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0)_2$$

$$0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^5$$

$$0 + 2 + 4 + 8 + 0 + 32 = 46$$

$$(101110)_2 = 46$$

Uyarı : $2^0 = 1$ olduğu unutulmamalıdır.

Örnek : $(11101011)_2$ ikili (binary) sayının onlu (decimal) sayıya çevrilmesi.

$$(11101011)_2 = (?)_{10}$$

Çözüm : $2^7 \ 2^6 \ 2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0$

$$(1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1)_2$$

$$0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^7$$

$$0 + 2 + 0 + 8 + 0 + 32 + 64 + 128 = 235$$

$$(11101011)_2 = 235$$



SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifade de yer alan ikili (binary) sayıyı onlu (decimal) sayıya çeviriniz.

$$(1010110)_2 = (?)_{10}$$

8.1.2.2. Onlu (Desimal) Sayı Sistemini İkili (Binary) Sayı Sistemine Çevirme

Onlu sayı ikili sayıya dönüştürülürken bölüm 2'den küçük oluncaya kadar bölme işlemi yapılır. Her bölme işleminden sonra kalan işaretlenir ve en son bölümden itibaren kalanlar sırayla soldan sağa doğru yazılarak onluk sayının ikili karşılığı bulunur.

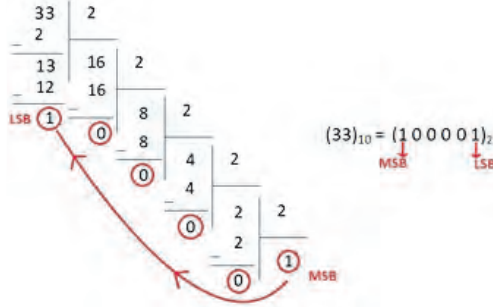


3

Örnek : $(33)_{10}$ onlu (decimal) sayının ikili (binary) sayıya çevrilmesi.

$$(33)_{10} = (?)_2$$

Çözüm :

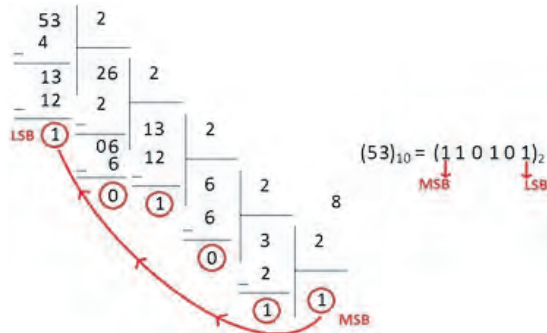


4

Örnek : $(53)_{10}$ onlu (decimal) sayının ikili (binary) sayıya çevrilmesi.

$$(53)_{10} = (?)_2$$

Çözüm :



SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadede yer alan onlu (decimal) sayıyı ikili (binary) sayıya çeviriniz.

$$(65)_{10} = (?)_2$$



8.1.2.3. İkili (Binary) Sayı Sistemini On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemine Çevirme

İkili sayı on altılı sayıya dönüştürülürken LSB'den başlamak üzere ikili sayı dört bitlik gruplara ayrılır. İkili sayı 4'ün katları değilse MSB tarafına 4'ün katı olacak şekilde sıfır rakamı eklenir. Her grubun on altılı karşılığı bulunur. On altılı sayılar dört bitlik grupların yerine yazılır. Böylece ikili sayının on altılı karşılığı bulunur.

Örnek : $(1010100001)_2$ ikili (binary) sayının on altılı (hexadecimal) sayıya çevrilmesi.

$$(1010100001)_2 = (?)_{16}$$

Çözüm :

$$\begin{array}{c} (001010100001)_2 \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ 2 \quad \quad A \quad \quad 1 \\ (1010100001)_2 = (2A1)_{16} \end{array}$$

5

Örnek : $(1101101101100011)_2$ ikili (binary) sayının on altılı (hexadecimal) sayıya çevrilmesi.

Çözüm :

$$\begin{array}{c} (1101101101100011)_2 \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ D \quad \quad B \quad \quad 6 \quad \quad 3 \\ (1101101101100011)_2 = (DB63)_{16} \end{array}$$

6

SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadede yer alan ikili (binary) sayıyı on altılı (hexadecimal) sayıya çeviriniz.

$$(101110101001010)_2 = (?)_{16}$$



8.1.2.4. On altılı (Hexadesimal) Sayı Sistemini İkili (Binary) Sayı Sistemine Çevirme

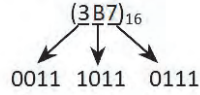
On altılı sayı ikili sayıya dönüştürülürken her rakamın karşılık geldiği ikili sayı dört bit olacak şekilde bulunur. İkili sayı on altılı sayının basamağına karşılık gelecek şekilde dizilir. Böylece on altılı sayının ikili karşılığı bulunur.

7

Örnek : $(3B7)_{16}$ on altılı (hexadecimal) sayının ikili (binary) sayıya çevrilmesi.

$$(3B7)_{16} = (?)_2$$

Çözüm :



$$(3B7)_{16} = (001110110111)_2$$

MSB kısmındaki 2 adet 0 silinerek sayının son hâli bulunur.

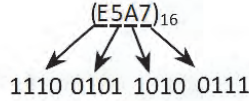
$$(3B7)_{16} = (110110111)_2$$

8

Örnek : $(E5A7)_{16}$ on altılı (hexadecimal) sayının ikili (binary) sayıya çevrilmesi.

$$(E5A7)_{16} = (?)_2$$

Çözüm :



$$(E5A7)_{16} = (1110010110100111)_2$$



SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadede yer alan on altılı (hexadecimal) sayıyı ikili (binary) sayıya çeviriniz.

$$(C36F)_{16} = (?)_2$$

**1. UYGULAMA****Sayı Sistemleri ile İlgili İşlemler Yapmak****Süre: 20 dk**

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda sayı sistemleriyle dönüştürme işlemleri yapınız.

1. Adım: Tablo 8.2’de verilen sayılar ile dönüştürme işlemlerini atölye defterine yapınız.

Tablo 8.2: Sayı Sistemleri ile İşlemler

$(111110101)_2 = (?)_{10}$	$(67)_{16} = (?)_2$
$(321)_{10} = (?)_2$	$(01001101)_2 = (?)_{16}$
$(C3B)_{16} = (?)_2$	$(00110011)_2 = (?)_{10}$
$(11001000)_2 = (?)_{16}$	$(480)_{10} = (?)_2$

2. Adım: Yaptığınız işlemleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. İkilik sayı sisteminden onluk sayı sistemine dönüştürme işlemi doğru yapıldı.		
3. Onluk sayı sisteminden ikilik sayı sistemine dönüştürme işlemi doğru yapıldı.		
4. On altılık sayı sisteminden ikilik sayı sistemine dönüştürme işlemi doğru yapıldı.		
5. İkilik sayı sisteminden on altılık sayı sistemine dönüştürme işlemi doğru yapıldı.		

8.2. MANTIKSAL (LOJİK) KAPI DEVRELERİNİ KURMA

Kapılar, entegre denilen yarı iletken elemanlardan oluşur. Entegre devreleri az güç harcaması, çalışma hızının yüksek, ebatlarının küçük ve ekonomik olması nedeniyle mantıksal kapı devreleri üretiminde kullanılır. Mantıksal kapı devrelerinde iki gerilim seviyesi vardır. Birincisi lojik 1 yani yüksek seviye (5V) ikincisi ise lojik 0 yani düşük seviye (0V) dir.

8.2.1. Mantıksal Kapılar

Mantıksal kapılar, sayısal (dijital) elektronik sistemlerde aritmetik ve mantık işlemleri yapabilen temel birimlerdir. Basit anlamda programlama elemanları olarak kullanılır. Programlama, elektriksel bir anahtarlama olarak düşünülürse her mantıksal kapının anahtarlarla yapılmış eş değer devresi çizilebilir. Mantıksal kapıların anahtar, lamba, direnç, pil vb. ile çizilerek oluşturulan devresine **elektriksel eş değer devresi** denir. Mantıksal kapılar girişlerine uygulanan lojik 1 (5 volt, HIGH) ve lojik 0 (0 volt, LOW) değişkenleri ile işlem yapar.

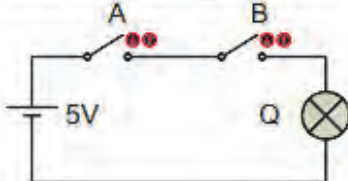
Mantıksal kapıların girişleri ile çıkışı arasındaki durum matematiksel bir ifade ile gösterilir. Bu ifadeye **Boolean** ifadesi adı verilir. Genelde **Q** harfi ile gösterilir. Mantıksal kapının girişlerine uygulanan mantıksal değişkenler ile Boolean ifadesi doğrultusunda mantıksal çıkıştan farklı mantıksal değerler elde edilir. Elde edilen mantıksal değerlerin yazıldığı tabloya **doğruluk tablosu** denir.

Mantıksal devrelerin tasarımında VE kapısı (AND gate), VEYA kapısı (OR gate) ve DEĞİL (NOT gate) temel mantıksal kapılar olarak kabul edilir. Bunun dışında kullanılan kapılar bu üç kapıdan elde edilir.

8.2.1.1. VE Kapısı (AND Gate)

VE kapısı, genellikle iki adet girişi ve bir adet çıkışı bulunan mantıksal kapıdır. Girişlerine uygulanan mantıksal bilgilerin çarpımını mantıksal çıkışa aktarır. Girişlerin ikisi de lojik 1 ise çıkış lojik 1'dir, diğer durumlarda çıkış lojik 0 olur. Boolean ifadesi $Q = A \cdot B$ (**A çarpım B**) olarak ifade edilir.

Görsel 8.1'de VE kapısının sembolü, Boolean ifadesi, doğruluk tablosu ve elektriksel eş değer devresi görülmektedir.

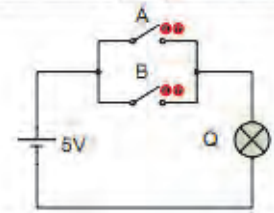
Sembolü	Boolean ifadesi	Doğruluk tablosu	Elektriksel eş değer devresi																		
	$Q=A.B$	<table><tr><th colspan="2">GİRİŞLER</th><th>ÇIKIŞ</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	GİRİŞLER		ÇIKIŞ	A	B	Q	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
GİRİŞLER		ÇIKIŞ																			
A	B	Q																			
0	0	0																			
0	1	0																			
1	0	0																			
1	1	1																			

Görsel 8.1: VE (AND) kapısı

8.2.1.2. VEYA Kapısı (OR Gate)

VEYA kapısı, genellikle iki adet girişi ve bir adet çıkışı bulunan mantıksal kapıdır. Girişlerine uygulanan mantıksal bilgilerin mantıksal toplamını mantıksal çıkışa aktarır. Girişlerin ikisi de lojik 0 ise çıkış lojik 0'dır, diğer durumlarda çıkış lojik 1 olur. Boolean ifadesi $Q = A + B$ (**A toplam B**) olarak ifade edilir.

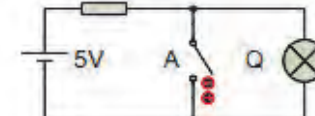
Görsel 8.2’de VEYA kapısının sembolü, Boolean ifadesi, doğruluk tablosu ve elektriksel eş değer devresi görülmektedir.

Sembolü	Boolean ifadesi	Doğruluk tablosu	Elektriksel eş değer devresi																		
	$Q=A+B$	<table><tr><th colspan="2">GİRİŞLER</th><th>ÇIKIŞ</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	GİRİŞLER		ÇIKIŞ	A	B	Q	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
GİRİŞLER		ÇIKIŞ																			
A	B	Q																			
0	0	0																			
0	1	1																			
1	0	1																			
1	1	1																			

Görsel 8.2: VEYA (OR) kapısı

8.2.1.3. DEĞİL Kapısı (NOT Gate)

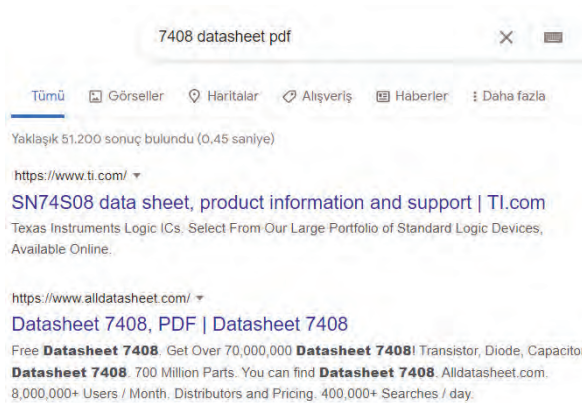
DEĞİL kapısı, bir adet girişi ve bir adet çıkışı bulunan mantıksal kapıdır. Girişine uygulanan mantıksal bilgiyi mantıksal çıkışa tersini alarak aktarır. Yani giriş lojik 1 ise çıkış lojik 0, giriş lojik 0 ise çıkış lojik 1 olur. DEĞİL kapısı **evirici** veya **tersleyici** olarak da isimlendirilir. Boolean ifadesi $Q = \bar{A}$ (**A DEĞİL**) olarak ifade edilir.

Sembolü	Boolean ifadesi	Doğruluk tablosu	Elektriksel eş değer devresi								
	$Q=\overline{A}$	<table><tr><th>GİRİŞ</th><th>ÇIKIŞ</th></tr><tr><th>A</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	GİRİŞ	ÇIKIŞ	A	Q	0	1	1	0	
GİRİŞ	ÇIKIŞ										
A	Q										
0	1										
1	0										

Görsel 8.3: DEĞİL (NOT) kapısı

8.2.2. Mantıksal Kapı Entegresini Katalogdan Bulma

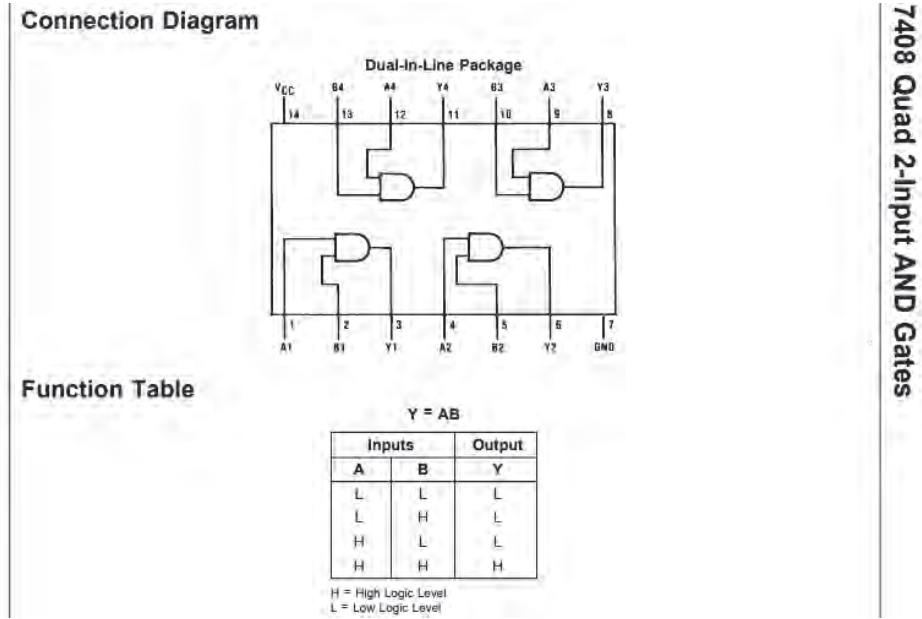
Mantıksal devrede kullanılacak mantıksal kapılar belirlendikten sonra entegre bacak bağlantılarını belirlemek için katalog bilgisine bakılır. Entegre üretici firmaları genelde aynı bacak bağlantılarını kullansa da katalog bilgilerini incelemede fayda vardır. Günümüzde entegre üretici firmalar basılı kaynaklardan ziyade web sitelerinde entegre kataloglarını **datasheet [dataşit (veri sayfası)]** kısmında yayınlar. İnternet arama motorları kullanılarak aranan entegrenin katalog bilgilerine ulaşılabilir. Görsel 8.4’te 7408 (VE kapısı) entegresinin web üzerinde aranması görülmektedir.



Görsel 8.4: 7408 entegresinin web üzerinden aranması



Entegre katalogları PDF formatında yayınlandığından bilgisayar veya cep telefonundan görüntülenebilir. Görsel 8.5'te 7408 (VE kapısı) entegresinin katalogdaki kapı bağlantıları, besleme bağlantıları ve doğruluk tablosu görülmektedir.



Görsel 8.5: 7408 entegresinin katalog bilgisi

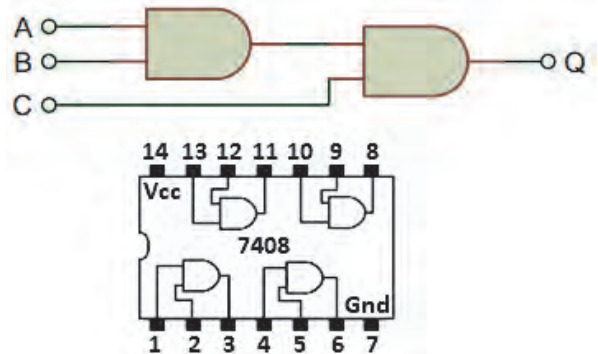


SIRA SİZDE

7432 (VEYA kapısı) entegresinin kataloğunu internet arama motorunu kullanarak arayıp entegre içindeki OR kapılarının ayak bağlantılarını bulunuz.

8.2.3. Entegre Bacaklarına Göre Devre Bağlantılarını Yapma

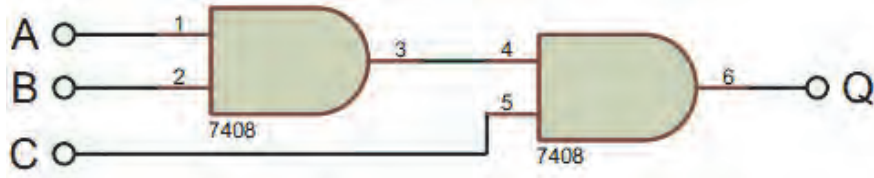
Mantıksal devreler breadboard üzerine kurulurken mantıksal şema üzerindeki mantıksal kapılar tespit edilir. Mantıksal kapılara uygun entegreler seçilir. Görsel 8.6'da verilen mantıksal şemaya göre iki adet VE kapısı kullanıldığından 7408 entegresi yeterlidir.



Görsel 8.6: Mantıksal devre ve entegresi

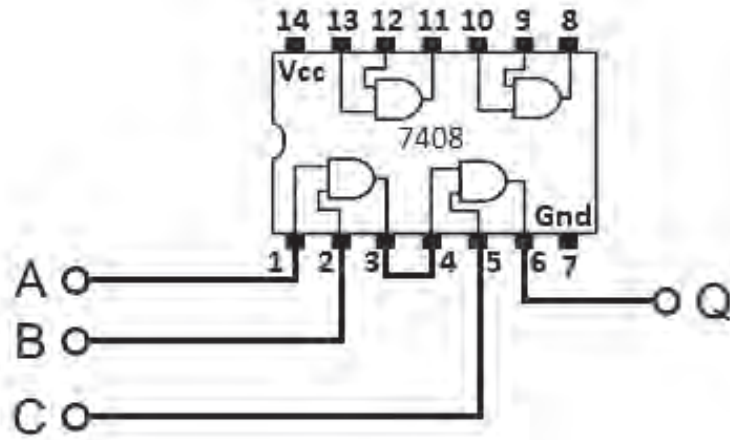


7408 entegresinin içinde bulunan dört adet VE kapısından istenilen ikisi seçilir. Seçilen iki kapının giriş ve çıkış numaraları mantıksal şemadaki kapılara verilir (Görsel 8.7).



Görsel 8.7: Mantıksal şemanın numaralandırılması

Mantıksal şemaya uygun olarak giriş ve çıkış bağlantıları 7408 entegresi içindeki kapılar kullanılarak yapılır (Görsel 8.8).



Görsel 8.8: 7408 entegresinin bağlantılarının yapılması



SIRA SİZDE

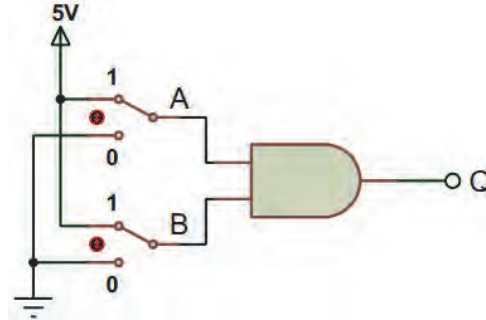
Görsel 8.7'deki mantıksal şemaya uygun olarak 7408 entegresinin 8-13 numaraları arasındaki VE kapılarını kullanarak devre bağlantılarını yapınız.



8.2.4. Mantıksal Kapıların Girişlerine Anahtarlama Elemanı

Takma

Mantıksal kapılar, girişlerine uygulanan lojik 1 (5V) ve lojik 0 (0V) değerlerine göre mantıksal işlem yapar. Lojik 1 ve lojik 0 değerler herhangi bir mantıksal devrenin çıkışından alınacağı gibi anahtarlama elemanlarıyla da sağlanabilir. Görsel 8.9'da mantıksal devrenin girişlerine anahtarlar ile lojik 1 ve lojik 0 değerlerinin uygulanması görülmektedir.



Görsel 8.9: Anahtar bağlantısı ile mantıksal değerlerin uygulanması

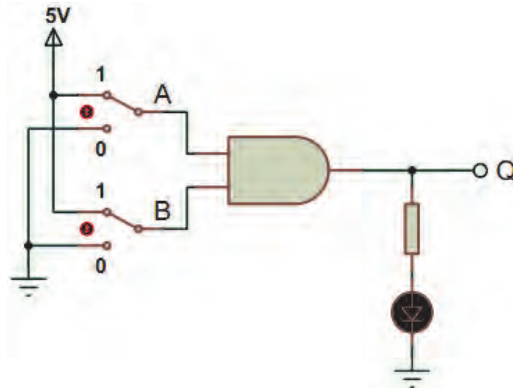


SIRA SİZDE

Görsel 8.9'da verilen mantıksal şemada $A = 1$ ve $B = 0$ mantıksal değerlerini verecek anahtar bağlantısını çiziniz.

8.2.5. Mantıksal Kapıların Çıkışına LED ve Röle Bağlantısı Yapma

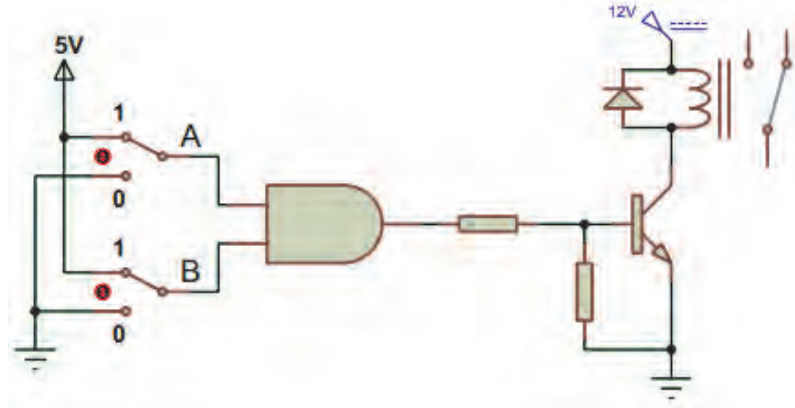
Mantıksal kapıların mantıksal çıkışları (Q) başka mantıksal kapıların girişlerine bağlanabildiği gibi LED, röle veya başka yük devrelerine de bağlanabilir. Mantıksal devrenin çıkışına LED diyota bağlanacaksa LED diyot önüne direnç bağlantısı yapılır. Entegre **TTL (Transistör Transistör Lojik)** ise LED direnci 470Ω, **CMOS (Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken)** ise 1KΩ olması yeterlidir. Görsel 8.10'da mantıksal devrenin çıkışına LED diyot bağlantısı görülmektedir.



Görsel 8.10: Mantıksal devre çıkışına LED diyotun bağlantısı

Mantıksal devrenin çıkışına röle bağlanacaksa rölenin bağlantısı sürücü transistör üzerinden veya hat sürücü entegre üzerinden yapılır. Mantıksal kapı, röle gibi yüksek akım çeken devre elemanlarını sürececek akımı karşılayamaz.

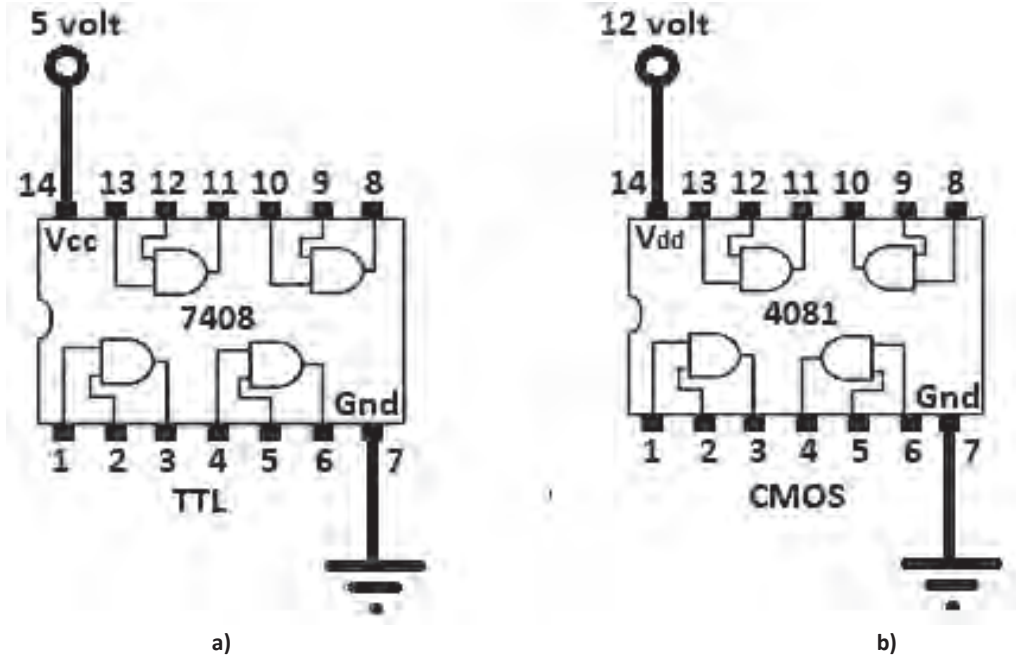
Görsel 8.11’de mantıksal devrenin çıkışına röle bağlantısı görülmektedir.



Görsel 8.11: Mantıksal devre çıkışına rölenin bağlantısı

8.2.6. Entegrenin Enerji Bağlantılarını Yapma

Mantıksal entegrelerin besleme gerilimleri, entegre katalogunda belirtilen gerilim değerlerine uygun olarak besleme bacaklarına bağlanmalıdır. Mantıksal entegre, TTL teknolojisi kullanılarak üretilmiş ise çalışma gerilimi 5 voltur. CMOS teknolojisi kullanılarak üretilmiş ise çalışma gerilimi 12 voltur. Mantıksal entegre 74HCxx gibi CMOS serisinden ise 5 volt gerilimde kullanılabilir. Görsel 8.12:a’da TTL ve Görsel 8.12:b’de CMOS entegrelerin besleme gerilimleri ve bağlantıları görülmektedir.



a)

b)

Görsel 8.12: a) TTL entegresinin besleme gerilimi bağlantısı b) CMOS entegresinin besleme gerilimi bağlantısı



2. UYGULAMA

Entegrenin Anahtar, Besleme ve LED Diyot Bağlantısını Yapmak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda $Q=AB+C$ lojik ifadesine ait entgeleri seçip breadboard üzerine devreyi kurarak çalıştırınız.

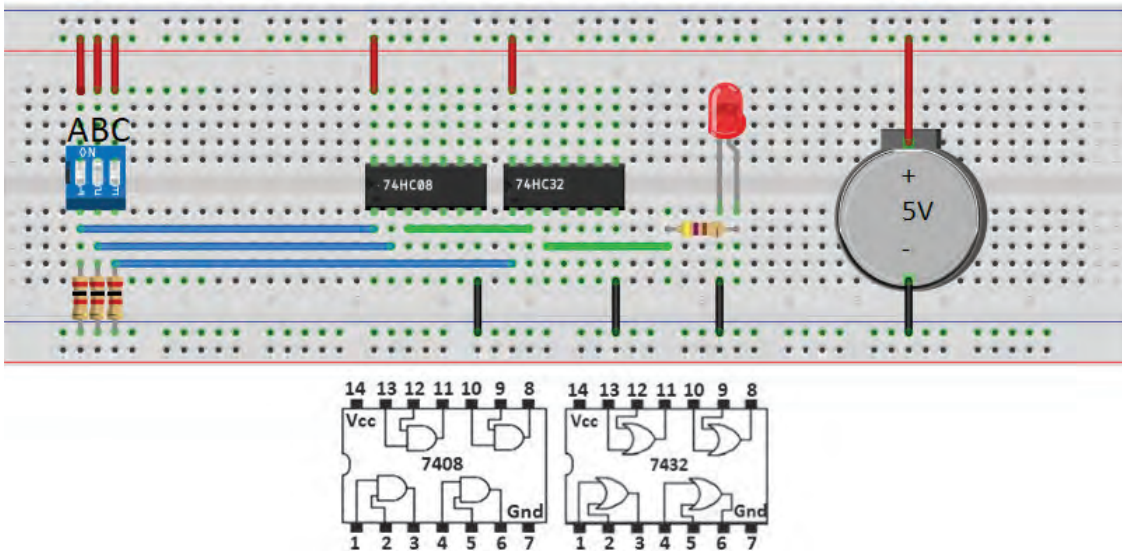
Kullanılacak Araç Gereç: Tablo 8.3'te belirtilmiştir.

Tablo 8.3: Kullanılacak Araç Gereç Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Entegre	7408, 7432	2 adet
Direnç	1K Ω	3 adet
Direnç	470 Ω	1 adet
LED diyot	Kırmızı	1 adet
Dip anahtar	Üçlü	1 adet
Breadboard		1 adet
Güç kaynağı	5 volt	1 adet
Kablo	Bağlantı kablosu	15 adet

1. Adım: Tablo 8.3'te belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

2. Adım: Görsel 8.13'te görüldüğü gibi devre elemanlarını ve bağlantı kablolarını breadboard üzerine yerleştiriniz.



Görsel 8.13: Breadboard üzerine mantıksal devrenin kurulması



3. Adım: Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını 5 volta ayarlayınız ve breadboard üzerine Görsel 8.13'te görüldüğü gibi bağlayınız.

4. Adım: DIP anahtarlardan A, B ve C girişlerine Tablo 8.4'te görüldüğü gibi $(000)_2$ ile $(111)_2$ arası tüm mantıksal değerleri girerek Q mantıksal ifadesine göre mantıksal devrenin doğruluk tablosunu hazırlayınız.

Tablo 8.4: $Q=AB+C$ Mantıksal İfadesinin Doğruluk Tablosu

Girişler				Çıkış
	A	B	C	Q
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

5. Adım: Hazırladığınız doğruluk tablosunu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

6. Adım: Çalışmanız bitince güç kaynağını kapatınız.

7. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



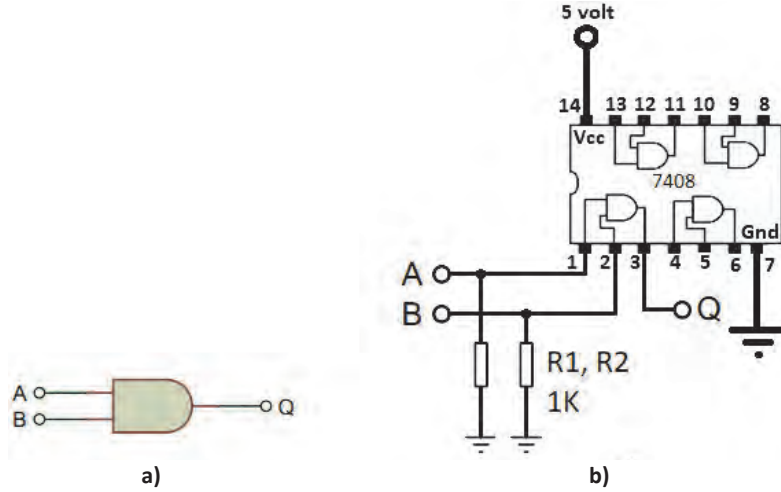
KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Mantıksal devre elemanları breadboard üzerine doğru yerleştirildi.		
3. Devre elemanları arasındaki bağlantılar doğru yapıldı.		
4. Mantıksal devrenin doğruluk tablosu doğru hazırlandı.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		



8.2.7. Mantıksal Kapı Devresini Çalıştırma

Mantıksal kapı devreleri bilgisayarlı devre çizimi programlarında çalıştırılabileceği gibi breadboard veya baskı devre kartı üzerine yerleştirilerek de çalıştırılabilir. Bilgisayarlı çizim programlarında mantıksal kapıların besleme bağlantılarını yapmaya gerek yoktur (Görsel 8.14:a). Ancak breadboard veya baskı devre kartı üzerinde kullanılacaksa besleme bacaklarına uygun besleme gerilimi bağlanır. Mantıksal devrede mantıksal bilgilerin uygulandığı kapı girişleri 1KΩ dirençle 0 volt seviyesinde tutulur (Görsel 8.14:b).



Görsel 8.14: a) VE kapısının bilgisayar ortamında çalıştırılması b) VE kapısının breadboard üzerinde çalıştırılması



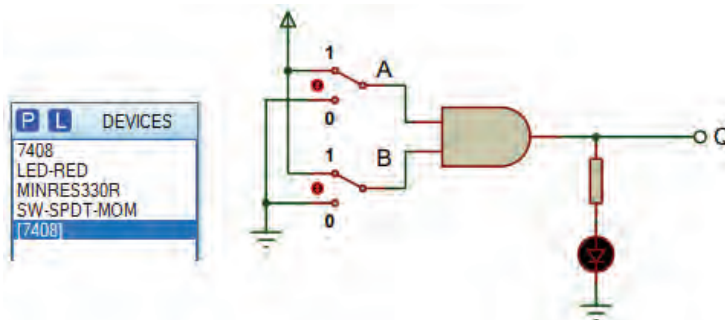
3. UYGULAMA

VE Kapısını Devre Üzerinde Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda VE kapısı uygulama devresini elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik devre çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 8.15'te görülen VE kapısı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 8.15: VE kapısı uygulama devre malzemesi ve mantıksal devresi



3. Adım: A ve B mantıksal girişlerine, sırasıyla $(00)_2$, $(01)_2$, $(10)_2$ ve $(11)_2$ ikilik bilgilerini uygulayıp Q çıkışına bağlı LED'in ışık verdiği durumlara 1, ışık vermediği durumlara 0 yazarak Tablo 8.5'te görülen doğruluk tablosunu doldurunuz.

Tablo 8.5: VE Kapısı Doğruluk Tablosu

Girişler			Çıkış
	A	B	Q
0	0	0	
1	0	1	
2	1	0	
3	1	1	

4. Adım: Doğruluk tablosuna yazdığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

5. Adım: Çalışmanız bitti ise bilgisayarı kapatınız.

6. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 8.5'te görülen doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		



4. UYGULAMA

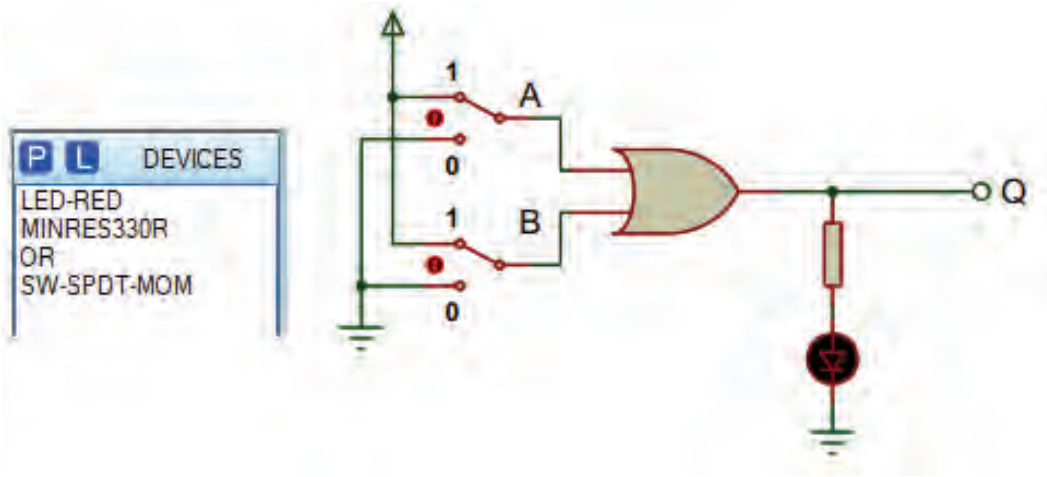
VEYA Kapısını Devre Üzerinde Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda VEYA kapısı uygulama devresini elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik devre çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 8.16'da verilen VEYA kapısı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 8.16: VEYA kapısı uygulama devre malzemesi ve mantıksal devresi

3. Adım: A ve B mantıksal girişlerine, sırasıyla $(00)_2$, $(01)_2$, $(10)_2$ ve $(11)_2$ ikilik bilgilerini uygulayıp Q çıkışına bağlı LED'in ışık verdiği durumlara 1, ışık vermediği durumlara 0 yazarak Tablo 8.6'da görülen doğruluk tablosunu doldurunuz.

Tablo 8.6: VEYA Kapısı Doğruluk Tablosu

Girişler			Çıkış
	A	B	Q
0	0	0	
1	0	1	
2	1	0	
3	1	1	

4. Adım: Doğruluk tablosuna yazdığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

5. Adım: Çalışmanız bitti ise bilgisayarı kapatınız.

6. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 8.6'da görülen doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

8.3. MANTIK DEVRELERİNİ BOOLEAN MATEMATİĞİ İLE SADELEŞTİRME

Mantıksal kapılar basit anlamda programlama devreleri olarak kullanılır. Mantıksal kapılarla Boolean toplama, çarpma ve tersini alma (tümleme mantık) gibi işlemler yapılır. Mantıksal kapılar ile devre tasarımı yapılırken giriş değişken sayısı önemlidir. Giriş sayısına bağlı olarak doğruluk tablosu hazırlanır.

Giriş değişkenleri A, B, C, D vb. harflerle gösterilirken, çıkış değişkeni Q harfi ile gösterilir.

8.3.1. Mantıksal Devreyi Sadeleştirme

Mantıksal devrelerin sadeleştirilmesinde kullanılan ve George Boole tarafından geliştirilen Boolean kanun ve kuralları, "VE", "VEYA" ve "DEĞİL" temel mantıksal işlemlerinden oluşan sembolik bir sistemdir. Boolean kanun ve kuralları kullanılarak toplama, çıkarma, çarpma, bölme ve karşılaştırma işlemleri gibi mantıksal işlemler yapılır. Bu işlemler temelde ikili işlemlerdir ve bu nedenle iki durumla açıklanabilir. Doğru-Yanlış, Açık-Kapalı, "1"- "0" vb.

Başlıca Boolean kanun ve kuralları şunlardır:

- **Boolean Çarpma**

Boolean çarpma VE işlemine eş değerdir. Kuralları şu şekildedir.

$$0.0 = 0$$

$$0.1 = 0$$

$$1.0 = 0$$

$$1.1 = 1$$



Boolean aritmetiğinde çarpım giriş değişkenlerinin tamamının çarpımıdır.

A.B, A.B.C, A.B.C.D gibi. Çarpım değişkenlerden biri sıfır olduğunda çıkış ifadesi 0, tümü 1 olduğunda çıkış ifadesi 1 olur.

Boolean ifadenin 1 ile çarpımında sonuç, Boolean ifadenin kendisi olur.

1.A = A, 1.B = B, 1. AB = AB gibi.

Boolean ifadenin 0 ile çarpımında sonuç 0'dır.

0.A = 0, 0.B = 0, 0.AB = 0 gibi.

$Q = B.C$ Boolean ifadesini mantıksal kapı ile göstermek için B ve C ile iki değişkenli çarpma işlemi yapılır. İki girişli VE kapısının kullanılması yeterlidir (Görsel 8.17).



Görsel 8.17: $Q=B.C$ ifadesinin VE kapısı ile gösterilmesi

9

Örnek : Boolean çarpma işleminin yapılması.

$$Q = (0.1) . (1.1)$$

Çözüm : $Q = 0.1$

$$Q = 0$$



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen Boolean çarpma işlemini yapınız.

$$Q = (1.0) . (1.1) . (0.0) . (0.1)$$

- **Boolean Toplama**

Boolean toplama, VEYA işlemine eş değerdir. Kuralları şu şekildedir.

$$0+0 = 0$$

$$0+1 = 1$$

$$1+0 = 1$$

$$1+1 = 1$$



Boolean aritmetiğinde toplam, giriş değişkenlerinin tamamının toplamıdır.

$A+B$, $A+B+C$, $A+B+C+D$ gibi.

Toplam değişkenlerden biri 1 olduğunda çıkış ifadesi 1, tümü 0 olduğunda çıkış ifadesi 0 olur.

Boolean ifadenin 1 ile toplamında sonuç 1'dir.

$1+A=1$, $1+B=1$, $1+AB=1$ gibi.

Boolean ifadenin 0 ile toplamında sonuç Boolean ifadenin kendisidir.

$0+A=A$, $0+B=B$, $0+AB=AB$ gibi.

$Q = B+C$ Boolean ifadesi mantıksal kapı ile gösterilmek istenirse B ve C ile iki değişkenli toplama işlemi yapılır. İki girişli VEYA kapısının kullanılması yeterlidir (Görsel 8.18).



Görsel 8.18: $Q=B+C$ ifadesinin VEYA kapısı ile gösterilmesi

Örnek : Boolean toplama işleminin yapılması.

$$Q = (0+1) + (1+1)$$

Çözüm : $Q = 1+1$

$$Q = 1$$

10



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen Boolean toplama işlemini yapınız.

$$Q = (1+1) + (0+1) + (1+0)$$

- **VE (AND) Kanunu**

1 ile VE işlemine alınan mantıksal ifade yine kendisine eşittir. 0 ile VE işlemine alınan mantıksal ifade 0'a eşittir.

$$A.0 = 0$$

$$A.1 = 1$$



11

Örnek : Mantıksal ifadeye VE kanununun uygulanması.

$$Q = (A.1) . (B.0)$$

Çözüm : $Q = A.0$

$$Q = 0$$



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen mantıksal ifadeye VE kanununu uygulayınız.

$$Q = (A.0) . (B.1) . (C.0) . (D.1)$$

- **VEYA (OR) Kanunu**

1 ile VEYA işlemine alınan mantıksal ifade 1'e eşittir. 0 ile VEYA işlemine alınan mantıksal ifade yine kendisine eşittir.

$$A+0 = A$$

$$A+1 = 1$$

12

Örnek : $Q=(A+1)+(B+0)$ mantıksal ifadesine VEYA kanununun uygulanması.

Çözüm : $Q = 1+B$

$$Q=1$$



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen mantıksal ifadeye VEYA kanununu uygulayınız.

$$Q = (A+0) + (B+1) + (C+0)$$



- **Özdeşlik Kanunu**

Bir mantıksal ifadenin kendisi ile VE veya VEYA işlemine alınması mantıksal ifadeyi değiştirmez.

$$A.A = A$$

$$A+A = A$$

- **Değişme Kuralı**

VE, VEYA işlemlerinde değişkenlerin yerlerinin değişmesi mantıksal ifadeyi değiştirmez.

$$A+B = B+A$$

$$A.B = B.A$$

- **Birleşme Kuralı**

VE, VEYA işlemlerinde değişkenlerin kendi arasında birleşmesi mantıksal ifadeyi değiştirmez.

$$A+B+C = (A+B) + C = A + (B+C)$$

$$A.B.C = (A.B) . C = A . (B.C)$$

- **Dağılma Kuralı**

VE, VEYA işlemlerinde çarpmanın toplama üzerine dağılması veya toplamın çarpma üzerine dağılması mantıksal ifadeyi değiştirmez.

$$A . (B+C) = A.B + A.C$$

$$A + (B.C) = (A+B) . (A+C)$$

- **Yutma Kuralı**

Bir mantıksal değişken kendisinin de içinde bulunduğu VEYA işlemine alınmış bir mantıksal ifade ile VE işlemine alınırsa sonuç değişkenin kendisidir.

$$A . (A+B) = A$$

Bir mantıksal değişken kendisinin de içinde bulunduğu VE işlemine alınmış bir mantıksal ifade ile VEYA işlemine alınırsa sonuç değişkenin kendisidir.

$$A + AB = A$$

- **Çift Tersleme Kuralı**

Bir mantıksal ifadenin DEĞİL'inin DEĞİL'i yine kendisine eşittir.

$$\overline{\overline{A}} = A$$

$$\overline{\overline{(A+B)}} = (A+B)$$

- **De Morgan (De Morgan) Teoremi**

İngiliz matematikçi ve mantıkçı Augustus De Morgan (Agasdis Di Morgen) (1806-1871) tarafından geliştirilmiştir. De Morgan teoremi, VE-VEYA işlemine alınmış mantıksal değişken veya mantıksal ifadelerin kendi DEĞİL'leri arasındaki ilişkiyi gösteren bağıttır.

$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{A+B} = \overline{A}. \overline{B}$$

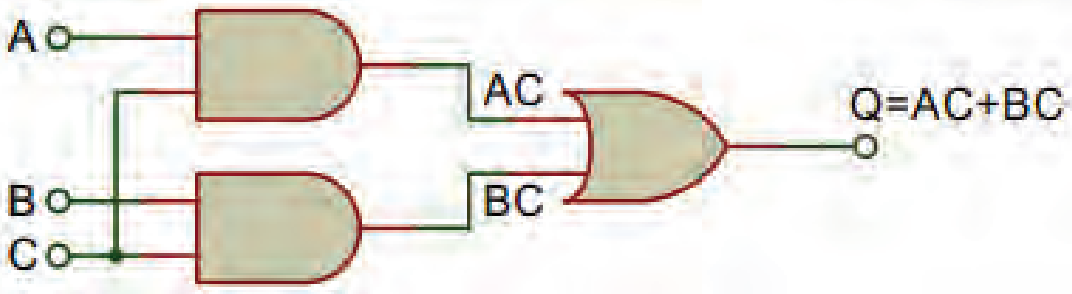


- **Çarpımların Toplamı**

Çarpımların toplamı şeklindeki Boolean ifadelerinde önce VE kapısı kullanılarak çarpma işlemleri yapılır. VE kapılarının çıkışları VEYA kapısı kullanılarak toplanır.

$Q = A.B + C.D$ ve $Q = A.B.C + A.C$ Boolean ifadeleri çarpımların toplamını göstermektedir.

$Q = A.C + B.C$ Boolean ifadesi mantıksal kapı ile gösterilmek istenirse A, B ve C değişkenleri ile önce VE kapılarında A.C sonra B.C çarpma işlemi yapılır. Çarpma işlemi sonuçları VEYA kapısında toplanır (Görsel 8.19).



Görsel 8.19: $Q = A.C + B.C$ Boolean ifadesinin kapılarla gösterilmesi

13

Örnek : $Q = (A.1) + (B.0) + (AB)$ çarpımların toplamı ifadesinin sadeleştirilmesi.

Çözüm : $Q = A + 0 + AB$

$$Q = A + AB$$

$$Q = A(1 + B)$$

$$Q = A.1$$

$$Q = A$$



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen çarpımların toplamı ifadesini sadeleştiriniz.

$$Q = (A.0) + (B.1) + (B.C)$$

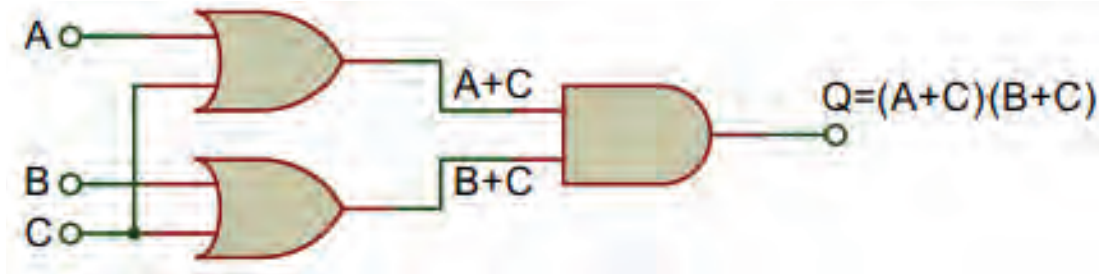


• Toplamların Çarpımı

Toplamların çarpımı şeklindeki Boolean ifadelerinde önce VEYA kapısı kullanılarak toplama işlemleri yapılır. VEYA kapılarının çıkışları VE kapısı kullanılarak çarpılır.

$Q = (A+B) \cdot (C+D)$ ve $Q = (A+B+C) \cdot (A+C)$ Boolean ifadeleri toplamların çarpımını göstermektedir.

$Q = (A+C) \cdot (B+C)$ Boolean ifadesi mantıksal kapı ile gösterilmek istenirse A, B ve C değişkenleri ile önce VEYA kapılarında A+C sonra B+C toplama işlemi yapılır. Toplama işlemi sonuçları VE kapısında çarpılır (Görsel 8.20).



Görsel 8.20: $Q=(A+C).(B+C)$ Boolean ifadesinin kapılarla gösterilmesi

Örnek : $Q = (A+1) \cdot (B+0) \cdot (A+B)$ toplamların çarpımı ifadesinin sadeleştirilmesi.

14

Çözüm : $Q = 1.B \cdot (A+B)$

$$Q = B \cdot (A+B)$$

$$Q = AB + BB$$

$$Q = AB + B$$

$$Q = (A+1) \cdot B$$

$$Q = 1.B$$

$$Q = B$$



SIRA SİZDE

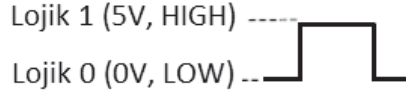
Aşağıda verilen toplamların çarpımı işlemini yapınız.

$$Q = (A+0) \cdot (B+1) \cdot (A+B)$$



8.3.2. Sadeleştirilen İfadenin Dalga Diyagramını Çizme

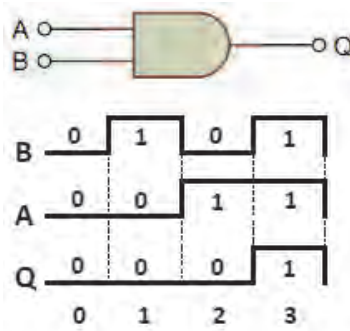
Mantıksal devreler girişlerine uygulanan mantıksal değerler ile işlemler yaparak devre çıkışında mantıksal 1 veya mantıksal 0 değerinde gerilim seviyesi üretir. Görsel 8.21’de mantıksal gerilim seviyeleri görülmektedir.



Görsel 8.21: Mantıksal gerilim seviyeleri

Mantıksal devreler her bir giriş değeri durumuna göre devre çıkışındaki gerilim seviyeleri çizilerek mantıksal devrenin dalga diyagramı elde edilir. Dalga diyagramında giriş değerleri dalgaları ile çıkış dalgası beraber çizilir.

Görsel 8.22’de VE kapısının giriş değerlerine göre çıkış gerilim seviyeleri çizilerek dalga diyagramının elde edilmesi görülmektedir.



Görsel 8.22: VE kapısının dalga diyagramı

Görsel 8.22’de gösterilen dalga diyagramı şu işlem basamaklarına göre hazırlanır:

- 0 numaralı sütunda A=0 ve B=0 değerindedir. $Q=A.B$ olduğundan $Q=0.0=0$ olur.
- 1 numaralı sütunda A=0 ve B=1 değerindedir. $Q=A.B$ olduğundan $Q=0.1=0$ olur.
- 2 numaralı sütunda A=1 ve B=0 değerindedir. $Q=A.B$ olduğundan $Q=1.0=0$ olur.
- 3 numaralı sütunda A=1 ve B=1 değerindedir. $Q=A.B$ olduğundan $Q=1.1=1$ olur.



SIRA SİZDE

İki girişli VEYA kapısının dalga diyagramını çiziniz.



Örnek : $Q = AB + ABC + AC$ mantıksal ifadesinin sadeleştirilip dalga diyagramının çizilmesi.

Çözüm : $Q = A (B+BC+C)$

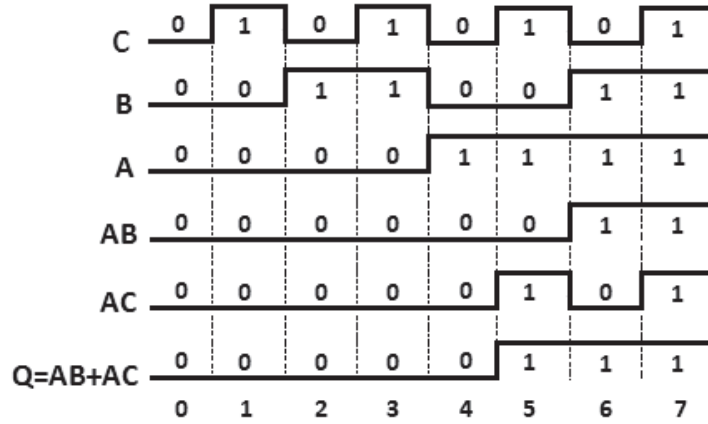
$Q = A (B(1+C)+C)$

$Q = A (B.1+C)$

$Q = A (B+C)$

$Q = AB + AC$

$Q = AB+ABC+AC$ mantıksal ifadesi sadeleştirilip $Q = AB+AC$ ifadesi bulunur. Dalga diyagramı çizilirken AB ve AC ifadelerinin dalga diyagramı ayrı ayrı çizilir ve her iki ifade mantıksal olarak toplanarak $Q = AB+AC$ dalga diyagramı elde edilir (Görsel 8.23).



Görsel 8.23: $Q = AB+AC$ ifadesinin dalga diyagramı



5. UYGULAMA

Mantıksal İfadeyi Sadeleştirilip Dalga Diyagramını Çizmek

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda $Q = (A+B) \cdot (A+C)$ mantıksal ifadesini sadeleştirip dalga diyagramını çizin.

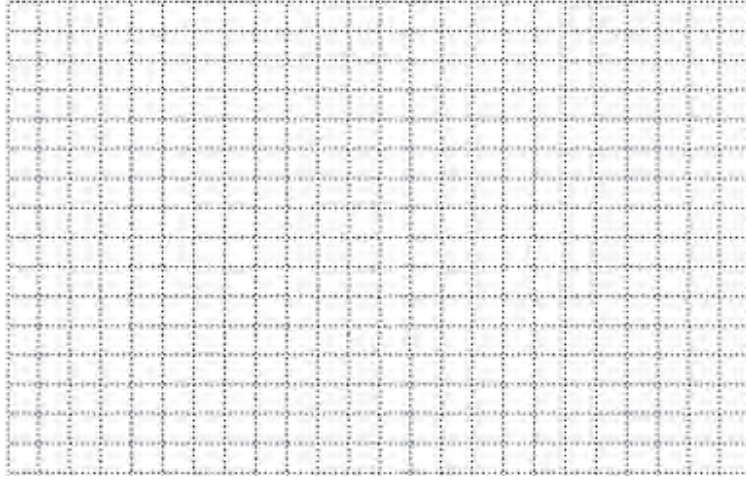
1. Adım: $Q = (A+B) \cdot (A+C)$ mantıksal ifadesine dağılma kuralını uygulayınız.

2. Adım: Dağılma kuralı uyguladığınız mantıksal ifadeyi Görsel 8.24'te görülen alanda sadeleştiriniz.

Görsel 8.24: Sadeleştirilmenin yapılacağı alan



3. Adım: Sadeleştirme sonucu bulduğunuz mantıksal ifadenin A,B ve C giriş değerlerine göre dalga diyagramını Görsel 8.25'te görülen alana çiziniz.



Görsel 8.25: Dalga diyagramının çizileceği alan

4. Adım: Görsel 8.25'e çizdiğiniz dalga diyagramını atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

5. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Mantıksal ifade doğru sadeleştirildi.		
3. Görsel 8.25'e dalga diyagramı doğru çizildi.		
4. Çalışma alanı temizlendi.		

8.3.3. Sadeleştirilen İfadenin Doğruluk Tablosunu Hazırlama

Doğruluk tablosu, mantıksal devre tasarımında ve analizinde kullanılan çalışma durumu tablosudur. Doğruluk tablosu giriş değişkenlerinin alabileceği bütün durumlar için çıkış ifadesinin ne olduğunu gösterir. Boolean ifadesinde n sayıda giriş değişkeni varsa bu değişkenler olası 2^n sayıda değişik durum olabilir. Örneğin bir mantıksal devrenin iki ($n=2$) giriş değişkeni varsa bu değişkenlerin alabileceği durum



sayısı $2^2 = 4$ iken, üç giriş değişkeni ($n = 3$) için $2^3 = 8$, dört giriş değişkeni ($n = 4$) için $2^4 = 16$ farklı durum yazılır. Görsel 8.26'da üç girişli VE kapısının doğruluk tablosu görülmektedir.



	GİRİŞLER			ÇIKIŞ Q=ABC
	A	B	C	
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

Görsel 8.26: 3 girişli VE kapısının doğruluk tablosu

Görsel 8.26'da görülen doğruluk tablosu şu işlem basamaklarına göre hazırlanır:

0 numaralı satırda $A=0$, $B=0$, $C=0$ değerindedir. $Q_0=A.B.C$ olduğundan $Q_0=0.0.0=0$ olur.
 1 numaralı satırda $A=0$, $B=0$, $C=1$ değerindedir. $Q_1=A.B.C$ olduğundan $Q_1=0.0.1=0$ olur.
 2 numaralı satırda $A=0$, $B=1$, $C=0$ değerindedir. $Q_2=A.B.C$ olduğundan $Q_2=0.1.0=0$ olur.
 3 numaralı satırda $A=0$, $B=1$, $C=1$ değerindedir. $Q_3=A.B.C$ olduğundan $Q_3=0.1.1=0$ olur.
 4 numaralı satırda $A=1$, $B=0$, $C=0$ değerindedir. $Q_4=A.B.C$ olduğundan $Q_4=1.0.0=0$ olur.
 5 numaralı satırda $A=1$, $B=0$, $C=1$ değerindedir. $Q_5=A.B.C$ olduğundan $Q_5=1.0.1=0$ olur.
 6 numaralı satırda $A=1$, $B=1$, $C=0$ değerindedir. $Q_6=A.B.C$ olduğundan $Q_6=1.1.0=0$ olur.
 7 numaralı satırda $A=1$, $B=1$, $C=1$ değerindedir. $Q_7=A.B.C$ olduğundan $Q_7=1.1.1=1$ olur.

Örnek : $Q = 3$ girişli VEYA kapısının doğruluk tablosunun çizilmesi.

Çözüm :



	GİRİŞLER			ÇIKIŞ Q=A+B+C
	A	B	C	
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

Görsel 8.27: 3 girişli VEYA kapısının doğruluk tablosu

Görsel 8.27'de görülen doğruluk tablosu şu işlem basamaklarına göre hazırlanır:

0 numaralı satırda $A=0$, $B=0$, $C=0$ değerindedir. $Q_0=A+B+C$ olduğundan $Q_0=0+0+0=0$ olur.
 1 numaralı satırda $A=0$, $B=0$, $C=1$ değerindedir. $Q_1=A+B+C$ olduğundan $Q_1=0+0+1=1$ olur.
 2 numaralı satırda $A=0$, $B=1$, $C=0$ değerindedir. $Q_2=A+B+C$ olduğundan $Q_2=0+1+0=1$ olur.
 3 numaralı satırda $A=0$, $B=1$, $C=1$ değerindedir. $Q_3=A+B+C$ olduğundan $Q_3=0+1+1=1$ olur.
 4 numaralı satırda $A=1$, $B=0$, $C=0$ değerindedir. $Q_4=A+B+C$ olduğundan $Q_4=1+0+0=1$ olur.
 5 numaralı satırda $A=1$, $B=0$, $C=1$ değerindedir. $Q_5=A+B+C$ olduğundan $Q_5=1+0+1=1$ olur.
 6 numaralı satırda $A=1$, $B=1$, $C=0$ değerindedir. $Q_6=A+B+C$ olduğundan $Q_6=1+1+0=1$ olur.
 7 numaralı satırda $A=1$, $B=1$, $C=1$ değerindedir. $Q_7=A+B+C$ olduğundan $Q_7=1+1+1=1$ olur.

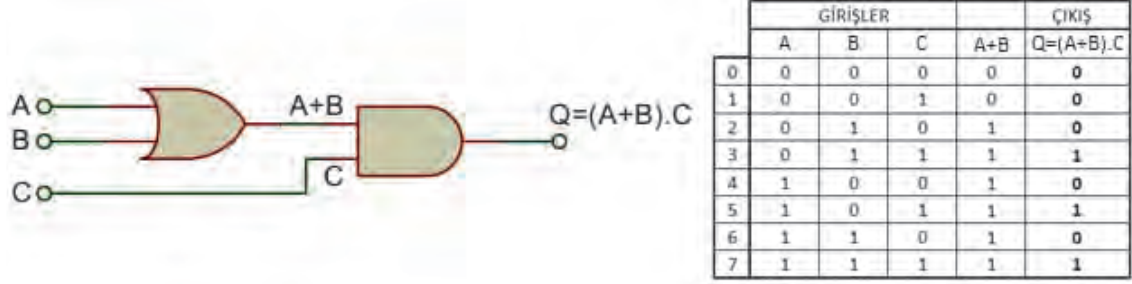
16



17

Örnek : $Q = (A+B).C$ mantıksal ifadesinin doğruluk tablosunun çizilmesi.

Çözüm :



Görsel 8.28: $Q = (A+B).C$ Boolean ifadesinin doğruluk tablosu

Görsel 8.28’de gösterilen doğruluk tablosu şu işlem basamaklarına göre hazırlanır:

0 numaralı satırda $A=0, B=0, C=0$ değerindedir. $Q_0=(A+B).C$ olduğundan $Q_0=(0+0).0=0+0=0$ olur.
 1 numaralı satırda $A=0, B=0, C=1$ değerindedir. $Q_1=(A+B).C$ olduğundan $Q_1=(0+0).1=0+0=0$ olur.
 2 numaralı satırda $A=0, B=1, C=0$ değerindedir. $Q_2=(A+B).C$ olduğundan $Q_2=(0+1).0=1+0=0$ olur.
 3 numaralı satırda $A=0, B=1, C=1$ değerindedir. $Q_3=(A+B).C$ olduğundan $Q_3=(0+1).1=1+1=1$ olur.
 4 numaralı satırda $A=1, B=0, C=0$ değerindedir. $Q_4=(A+B).C$ olduğundan $Q_4=(1+0).0=1+0=0$ olur.
 5 numaralı satırda $A=1, B=0, C=1$ değerindedir. $Q_5=(A+B).C$ olduğundan $Q_5=(1+0).1=1+1=1$ olur.
 6 numaralı satırda $A=1, B=1, C=0$ değerindedir. $Q_6=(A+B).C$ olduğundan $Q_6=(1+1).0=1+0=0$ olur.
 7 numaralı satırda $A=1, B=1, C=1$ değerindedir. $Q_7=(A+B).C$ olduğundan $Q_7=(1+1).1=1+1=1$ olur.



6. UYGULAMA

Doğruluk Tablosu Hazırlamak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda $Q=AB+BC+ABC$ mantıksal ifadesini sadeleştirip doğruluk tablosunu hazırlayınız.

1. Adım: $Q = AB+BC+ABC$ mantıksal ifadesini Görsel 8.29’da görülen alanda sadeleştiriniz.

Görsel 8.29: Sadeleştirilmenin yapılacağı alan



2. Adım: Sadeleştirme sonucu bulduğunuz mantıksal ifadenin A, B ve C giriş değerlerine göre Q çıkış değerini bularak Tablo 8.7'yi doldurunuz.

Tablo 8.7: VE Kapısı Doğruluk Tablosu

Girişler				Çıkış
	A	B	C	Q
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

3. Adım: Tablo 8.7'de doldurduğunuz doğruluk tablosunu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

4. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Mantıksal ifade doğru sadeleştirildi.		
3. Tablo 8.7'deki doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
4. Çalışma alanı temizlendi.		

8.4. MANTIK DEVRELERİNİ KARNOUGH (KARNO) HARİTASI İLE SADELEŞTİRME

Karno haritası, Boolean ifadeleri sadeleştirmek için kullanılan grafiksel bir yöntemdir. Karno haritası



giriş değişkeni sayısına bağlı olarak hücrelerden oluşur. İkili sistemde işlem yapıldığından n =giriş değişkeni sayısından 2^n formülüyle hücre sayısı belirlenir. Karno haritasında amaç en çok "1" leri grup hâlinde toplamaktır. Gruplama 1, 2, 4, 8, 16 gibi 2'nin katları şeklinde alınır. Grup ne kadar büyük ise mantıksal ifade o kadar sadedir. Her bir grup kendi mantıksal ifadesine sahiptir ve VE kapısı ile gösterilir. Q çıkış mantıksal ifadesi ise tüm grupların toplanması ile elde edilir ve VEYA kapısı ile gösterilir.

8.4.1. İki Değişkenli Karno Haritası

Giriş değişkenleri A ve B iki adet olduğundan 2^2 'den karno haritası dört hücreli çizilir. Doğruluk tablosunda Q çıkış ifadesi altında gösterilen m0, m1, m2, m3 karşılık gelen değerler karno haritasındaki gösterilen kısma yerleştirilir (Görsel 8.30).

	GİRİŞLER		ÇIKIŞ
	A	B	Q
0	0	0	m0
1	0	1	m1
2	1	0	m2
3	1	1	m3

a)

Q	B	
	0	1
A		
0	m0	m1
1	m2	m3

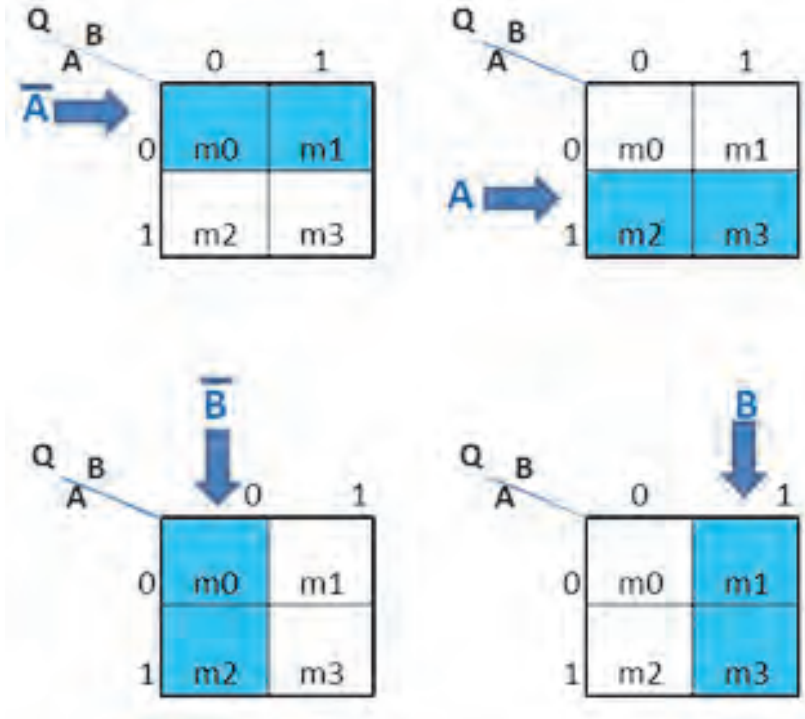
b)

$$\begin{aligned} m0 &= \overline{A} \cdot \overline{B} \\ m1 &= \overline{A} \cdot B \\ m2 &= A \cdot \overline{B} \\ m3 &= A \cdot B \end{aligned}$$

c)

Görsel 8.30: a) Doğruluk tablosu b) Karno haritası c) Mantıksal ifadeler

Karno haritasında satırlar A değişkenini gösterir. A değişkeninin 0 olduğu satır A'nın tersi, 1 olduğu satır A'nın kendisidir. Sütunlar B değişkenini gösterir. B değişkeninin 0 olduğu sütun B'nin tersi, 1 olduğu sütun B'nin kendisidir (Görsel 8.31).



Görsel 8.31: A ve B değişkenlerinin karno haritası üzerinde gösterilmesi

Örnek : $Q = \bar{A}.B + A.B$ mantıksal ifadesinin karno haritası kullanılarak sadeleştirilmesi.

Çözüm :

	GİRİŞLER		ÇIKIŞ
	A	B	Q
0	0	0	0
1	0	1	1
2	1	0	0
3	1	1	1

a)

Q	B	
	0	1
A	0	1
1	0	1

b)

Görsel 8.32: a) Örnek 18 'in doğruluk tablosu b) Karno haritası

$Q = \bar{A}.B + A.B$ mantıksal çıkış ifadesine göre Görsel 8.32:a'daki doğruluk tablosu hazırlanır. $\bar{A}.B$ ifadesi karno haritasının 1.hücresinin 1 olduğunu belirtir. $A.B$ ifadesi karno haritasının 3. hücresinin 1 olduğunu belirtir. Diğer hücreler kullanılmadığından 0 olarak yazılır.

Karno haritasında 1'lerin oluşturacağı grupların en büyüğünü işaretlemek esas olduğundan Görsel 8.32:b'deki Q1 ifadesi gruplandırılır. Grupların 1, 2, 4, 8, 16 gibi 2'nin katları olacağı unutulmamalıdır.

Q1 ifadesinde A ve B değişkenlerinin olup olmadığına bakılır. Q1 ifadesinde A hem 0 hem 1 değerini aldığından A değişkeni yazılmaz. Q1 ifadesinde B olduğu için yazılır. Böylece $Q1 = B$ olur.

$Q = Q1$ olduğundan $Q = B$ ifadesi olarak bulunur.

8.4.2. Üç Değişkenli Karno Haritası

Giriş değişkenleri A, B ve C üç adet olduğundan, 2^3 'ten karno haritası sekiz hücreli çizilir. Doğruluk tablosunda Q çıkış ifadesi altında gösterilen m0, m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7'ye karşılık gelen değerler karno haritasında gösterilen kısma yerleştirilir (Görsel 8.33).

	GİRİŞLER			ÇIKIŞ
	A	B	C	Q
0	0	0	0	m0
1	0	0	1	m1
2	0	1	0	m2
3	0	1	1	m3
4	1	0	0	m4
5	1	0	1	m5
6	1	1	0	m6
7	1	1	1	m7

a)

Q	B C			
	00	01	11	10
A	m0	m1	m3	m2
1	m4	m5	m7	m6

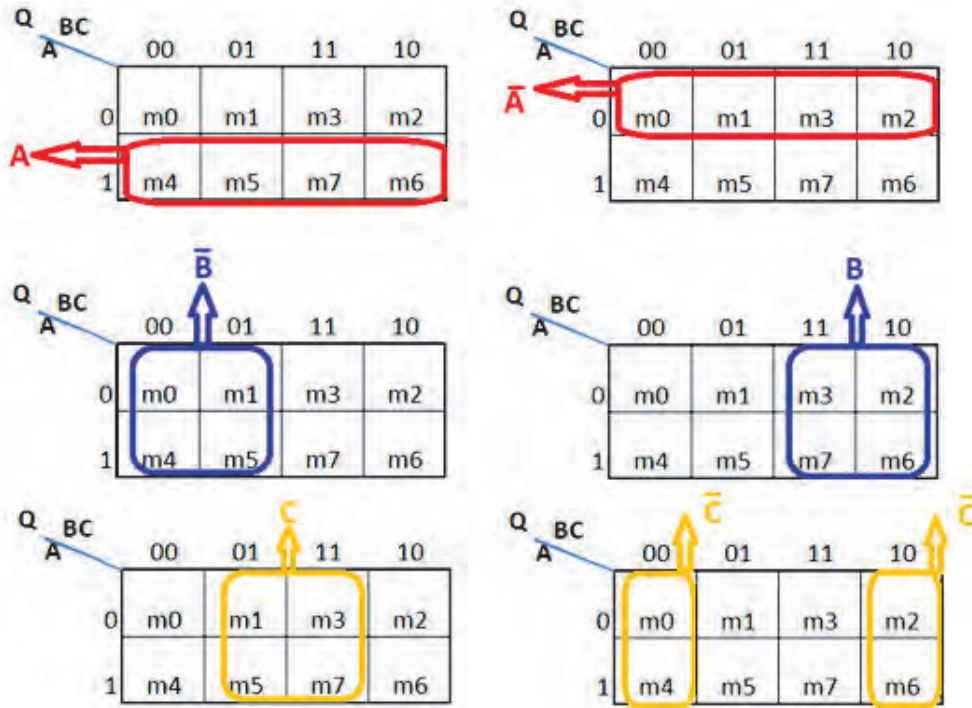
b)

$m0 = \bar{A} \bar{B} \bar{C}$
 $m1 = \bar{A} \bar{B} C$
 $m2 = \bar{A} B \bar{C}$
 $m3 = \bar{A} B C$
 $m4 = A \bar{B} \bar{C}$
 $m5 = A \bar{B} C$
 $m6 = A B \bar{C}$
 $m7 = A B C$

c)

Görsel 8.33: a) Doğruluk tablosu b) Karno haritası c) Mantıksal ifadeler

Karno haritasında satırlar A değişkenini gösterir. A değişkeninin 0 olduğu satır A'nın tersi, 1 olduğu satır A'nın kendisidir. Sütunlar B ve C değişkenlerini gösterir. B değişkeninin 00 ve 01 olduğu sütun B'nin tersi, 11 ve 10 olduğu sütun B'nin kendisini gösterirken, C değişkeninin 00 ve 10 olduğu sütun C'nin tersi, 01 ve 11 olduğu sütun C'nin kendisini gösterir (Görsel 8.34).



Görsel 8.34: A, B ve C değişkenlerinin karno haritası üzerinde gösterilmesi

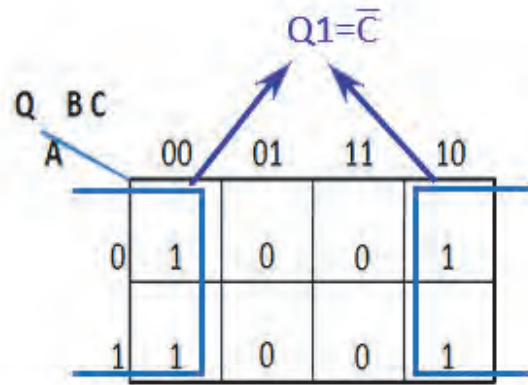
19

Örnek : $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C + A.\bar{B}.\bar{C} + A.B.\bar{C}$ mantıksal ifadesinin karno haritası kullanılarak sadeleştirilip mantıksal devresinin çizilmesi.

Çözüm : $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C + A.\bar{B}.\bar{C} + A.B.\bar{C}$ mantıksal çıkış ifadesine göre Görsel 8.35:a'daki doğruluk tablosu hazırlanır.

	GİRİŞLER			ÇIKIŞ
	A	B	C	Q
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	1	1	1	0

a)



b)

Görsel 8.35: a) Örnek 19'un doğruluk tablosu b) Karno haritası

$A.\bar{B}.\bar{C}$ ifadesi karno haritasının 0. hücrenin 1 olduğunu belirtir. $\bar{A}.\bar{B}.C$ ifadesi karno haritasının 2. hücrenin 1 olduğunu belirtir. $A.\bar{B}.\bar{C}$ ifadesi karno haritasının 4. hücrenin 1 olduğunu belirtir. $A.B.\bar{C}$ ifadesi karno haritasının 6. hücrenin 1 olduğunu belirtir. Diğer hücreler kullanılmadığından 0 olarak yazılır.



Karno haritasında 1'lerin oluşturacağı grupların en büyüğünü işaretlemek esas olduğundan Görsel 8.35:b'deki Q1 ifadesi gruplandırılır. Grupların 1, 2, 4, 8, 16 gibi 2'nin katları olacağı unutulmamalıdır.

Q1 ifadesinde A, B ve C değişkenlerinin olup olmadığına bakılır. Q1 ifadesinde A hem 0 hem 1 değerini aldığından A değişkeni yazılmaz. Q1 ifadesinde B hem 0 hem 1 değerini aldığından B değişkeni yazılmaz. Q1 ifadesinde C'nin değili olduğu için yazılır. Böylece $Q1 = \bar{C}$ olur. $Q = Q1$ olduğundan $Q = \bar{C}$ ifadesi olarak bulunur. Mantıksal devresi Görsel 8.36'da görülmektedir.



Görsel 8.36: Örnek 14'e ait mantıksal devre



7. UYGULAMA

Üç Değişkenli Karno Haritası ile Sadeleştirme Yapmak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + \bar{A}.\bar{B}.C + A.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C$ mantıksal ifadesini karno haritası ile sadeleştirip elektronik çizim programında çiziniz.

1. Adım: $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + \bar{A}.\bar{B}.C + A.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C$ mantıksal ifadesine göre Görsel 8.37:a'daki doğruluk tablosunun Q çıkış değerlerini hesaplayıp doldurunuz.

	GİRİŞLER			ÇIKIŞ
	A	B	C	Q
0	0	0	0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ (.....)
1	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}C$ (.....)
2	0	1	0	$\bar{A}B\bar{C}$ (.....)
3	0	1	1	$\bar{A}BC$ (.....)
4	1	0	0	$A\bar{B}\bar{C}$ (.....)
5	1	0	1	$A\bar{B}C$ (.....)
6	1	1	0	$AB\bar{C}$ (.....)
7	1	1	1	ABC (.....)

a)

		BC			
A	Q	00	01	11	10
		0	1	3	2
0		0	1	3	2
1		4	5	7	6

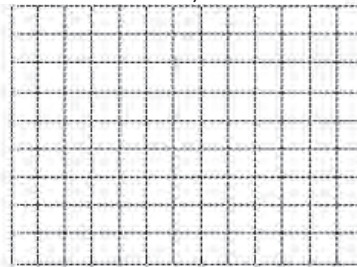
b)

Q1 =

Q2 =

Q =

c)



ç)

Görsel 8.37: a) Uygulama 5'e ait doğruluk tablosu b) Karno haritası c) Mantıksal ifade ç) Mantıksal devre



- 2. Adım:** Doğruluk tablosunda 1'leri dikkate alarak Görsel 8.37:b'deki karno haritasını doldurunuz. Karno haritasına 1'leri doğru yerleştirdiyseniz Q1 olmak üzere bir grup bulacaksınız.
- 3. Adım:** Karno haritasında grubu sadeleştirerek Q1 olarak bulduğunuz mantıksal ifadeleri 8.37:c'de verilen bölüme yazınız.
- 4. Adım:** Bulduğunuz mantıksal ifadenin mantıksal devresini 8.37:ç'de verilen kısma çiziniz.
- 5. Adım:** Elektronik devre çizim programını çalıştırınız.
- 6. Adım:** Q1 mantıksal ifadesine göre mantıksal devreyi elektronik devre çizim programında çiziniz.
- 7. Adım:** Elektronik devre çizim programında çizdiğiniz devrenin girişine Tablo 8.8'de görülen A,B ve C değerlerini vererek Q çıkış ifadesini doldurunuz.

Tablo 8.8: Mantıksal Devrenin Doğruluk Tablosu

Girişler				Çıkış
	A	B	C	Q
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

- 8. Adım:** Tablo 8.8'deki doğruluk tablosunun Q çıkışı ile Görsel 8.37:a'daki doğruluk tablosunun Q çıkışını karşılaştırınız.
- 9. Adım:** Elde ettiğiniz sonuçlar aynı değil ise 1. Adım'dan uygulamayı tekrarlayınız.
- 10. Adım:** Elde ettiğiniz sonuçlar aynı ise mantıksal devreyi ve doğruluk tablolarını atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 11. Adım:** Çalışmanız bitti ise bilgisayarı kapatınız.
- 12. Adım:** Çalışma alanınızı temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Doğruluk tablosu doğru hazırlandı.		
3. Karno haritası doğru yerleştirildi.		
4. Sadeleştirme doğru yapıldı.		
5. Mantıksal şema doğru çizildi.		
6. Elektronik çizim programı çalıştırılıp devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
7. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
8. Tablo 8.8 doğru dolduruldu.		
9. Çalışma alanı temizlendi.		

8.4.3. Dört Değişkenli Karno Haritası

Giriş değişkenleri A, B, C ve D dört adet olduğundan, 2^4 'ten karno haritası on altı hücreli çizilir. Doğruluk tablosunda Q çıkış ifadesi altında gösterilen m0, m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9, m10, m11, m12, m13, m14, m15'e karşılık gelen değerler karno haritasında gösterilen kısma yerleştirilir (Görsel 8.38).

	GİRİŞLER				ÇIKIŞ
	A	B	C	D	Q
0	0	0	0	0	m0
1	0	0	0	1	m1
2	0	0	1	0	m2
3	0	0	1	1	m3
4	0	1	0	0	m4
5	0	1	0	1	m5
6	0	1	1	0	m6
7	0	1	1	1	m7
8	1	0	0	0	m8
9	1	0	0	1	m9
10	1	0	1	0	m10
11	1	0	1	1	m11
12	1	1	0	0	m12
13	1	1	0	1	m13
14	1	1	1	0	m14
15	1	1	1	1	m15

a)

Q	CD				
		00	01	11	10
AB	00	m0	m1	m3	m2
	01	m4	m5	m7	m6
	11	m12	m13	m15	m14
	10	m8	m9	m11	m10

b)

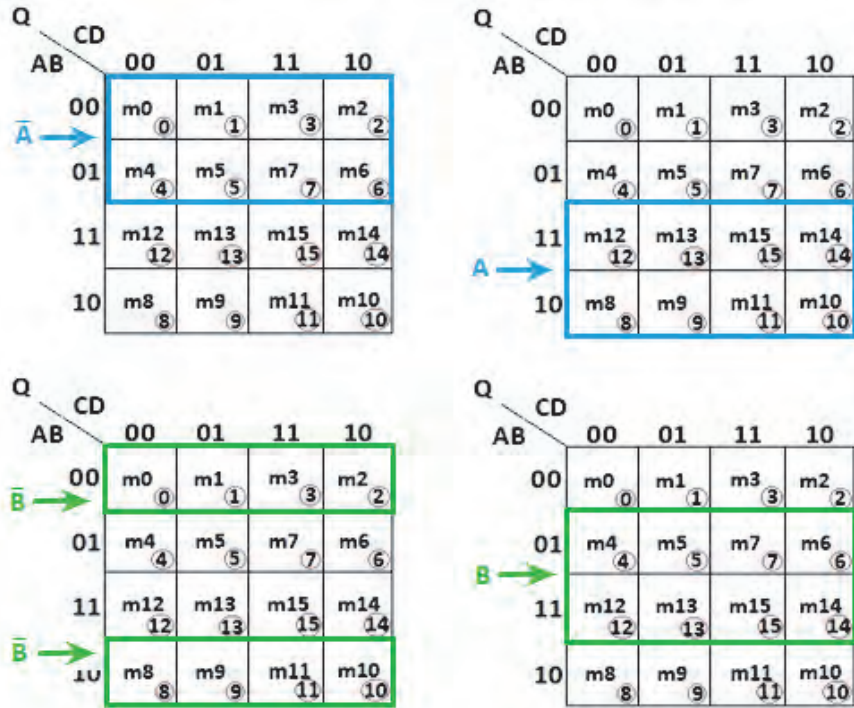
$m0 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$
 $m1 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D$
 $m2 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$
 $m3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$
 $m4 = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$
 $m5 = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D$
 $m6 = \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D}$
 $m7 = \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D$
 $m8 = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$
 $m9 = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D$
 $m10 = A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$
 $m11 = A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$
 $m12 = A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$
 $m13 = A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D$
 $m14 = A \cdot B \cdot C \cdot \bar{D}$
 $m15 = A \cdot B \cdot C \cdot D$

c)

Görsel 8.38: a) Doğruluk tablosu b) Karno haritası c) Mantıksal ifadeler

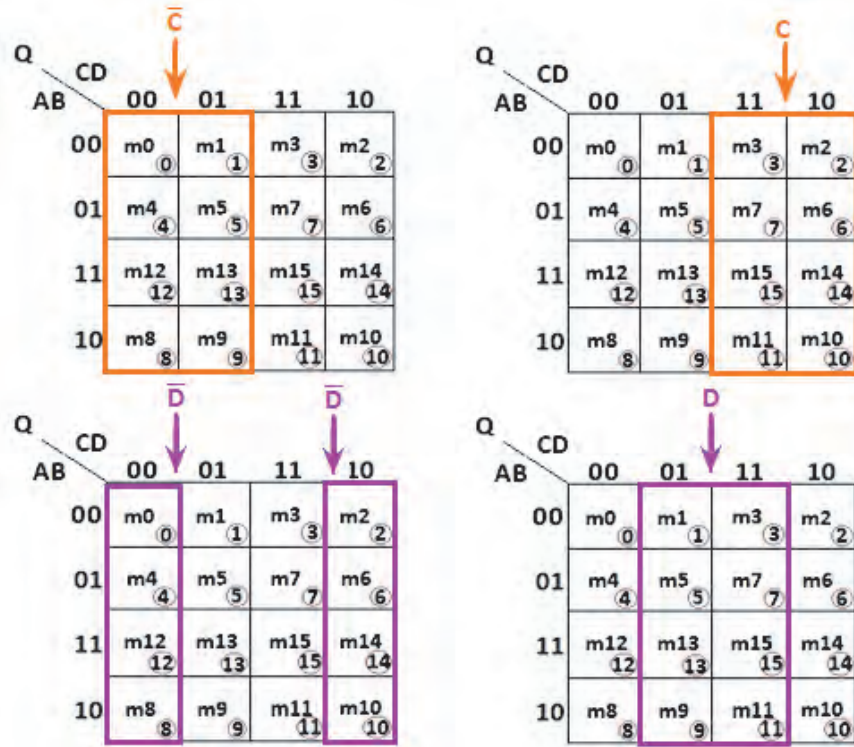
Karno haritasında satırlar A ve B değişkenini gösterir. A değişkeninin 00 ve 01 olduğu satır A'nın tersi, 11 ve 10 olduğu satır A'nın kendisini gösterirken, B değişkeninin 00 ve 10 olduğu satır B'nin tersi, 01 ve

11 olduğu sütun B'nin kendisini gösterir (Görsel 8.39).



Görsel 8.39: A ve B değişkenlerinin karno haritası üzerinde gösterilmesi

Sütunlar C ve D değişkenlerini gösterir. C değişkeninin 00 ve 01 olduğu sütun C'nin tersi, 11 ve 10 olduğu sütun C'nin kendisini gösterirken, D değişkeninin 00 ve 10 olduğu sütun D'nin tersi, 01 ve 11 olduğu sütun D'nin kendisini gösterir (Görsel 8.40).



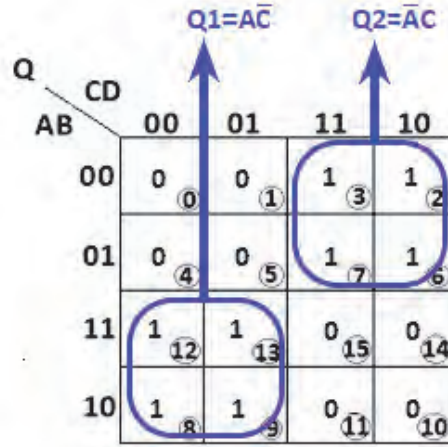
Görsel 8.40: C ve D değişkenlerinin karno haritası üzerinde gösterilmesi

Örnek : $Q = \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C.D + \bar{A}.B.C\bar{D} + \bar{A}.B.C.D + A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.D + A.B.\bar{C}.\bar{D} + A.B.\bar{C}.D$ mantıksal ifadesinin karno haritası kullanılarak sadeleştirilmesi.

Çözüm : $Q = \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C.D + \bar{A}.B.C\bar{D} + \bar{A}.B.C.D + A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.D + A.B.\bar{C}.\bar{D} + A.B.\bar{C}.D$ mantıksal çıkış ifadesine göre Görsel 8.41:a'daki doğruluk tablosu hazırlanır.

	GİRİŞLER				ÇIKIŞ
	A	B	C	D	
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	0

a)



b)

Görsel 8.41: a) Örnek 20'ye ait doğruluk tablosu b) Karno haritası

$\bar{A}\bar{B}C\bar{D}$ ifadesi karno haritasının 2. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $\bar{A}\bar{B}C.D$ ifadesi karno haritasının 3. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $\bar{A}.B.C\bar{D}$ ifadesi karno haritasının 6. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $\bar{A}.B.C.D$ ifadesi karno haritasının 7. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D}$ ifadesi karno haritasının 8. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $A.\bar{B}.\bar{C}.D$ ifadesi karno haritasının 9. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $A.B.\bar{C}.\bar{D}$ ifadesi karno haritasının 12. hücresinin 1 olduğunu belirtir. $A.B.\bar{C}.D$ ifadesi karno haritasının 13. hücresinin 1 olduğunu belirtir. Diğer hücreler kullanılmadığından 0 olarak yazılır.

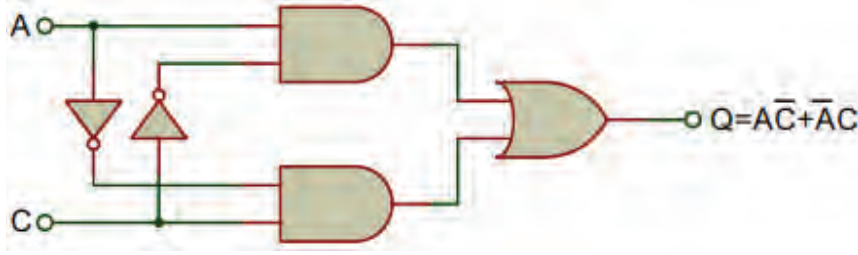
Karno haritasında 1'lerin oluşturacağı grupların en büyüğünü işaretlemek esas olduğundan Görsel 8.38:b'deki Q1 ve Q2 ifadesi gruplandırılır. Grupların 1, 2, 4, 8, 16 gibi 2'nin katları olacağı unutulmamalıdır.

Q1 ifadesinde A, B, C ve D değişkenlerinin olup olmadığına bakılır. Q1 ifadesinde A'nın değili vardır. Q1 ifadesinde B hem 0 hem 1 değerini aldığından B değişkeni yazılmaz. Q1 ifadesinde C'nin değili vardır. Q1 ifadesinde D hem 0 hem 1 değerini aldığından D değişkeni yazılmaz. Böylece $Q0 = A.C$ olur.

Q2 ifadesinde A, B, C ve D değişkenlerinin olup olmadığına bakılır. Q1 ifadesinde A'nın kendisi vardır. Q1 ifadesinde D hem 0 hem 1 değerini aldığından D değişkeni yazılmaz. Q1 ifadesinde



C'nin kendisi vardır. Q1 ifadesinde D hem 0 hem 1 değerini aldığından D değişkeni yazılmaz. Böylece $Q1 = \bar{A}.C$ olur. $Q = Q1 + Q2$ olduğundan $Q = A.\bar{C} + \bar{A}.C$ ifadesi olarak bulunur. Mantıksal devresi Görsel 8.42'de görülmektedir.



Görsel 8.42: Örnek 15'e ait mantıksal devre



8. UYGULAMA

Dört Değişkenli Karno Haritası ile Sadeleştirme Yapmak

Süre: 20 dk

Görev: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.D + \bar{A}.B.\bar{C}.\bar{D} + \bar{A}.B.\bar{C}.D + A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.D + A.B.\bar{C}.\bar{D} + A.B.\bar{C}.D$ mantıksal ifadesini karno haritası kullanarak sadeleştirip breadboard üzerine devresini kurunuz.

Kullanılacak Araç Gereç: Tablo 8.9'da görülmektedir.

Tablo 8.9: Kullanılacak Araç Gereç Listesi

Adı	Özelliği	Miktarı
Entegre	7408, 7432, 7404	3 adet
Direnç	1KΩ	4 adet
Direnç	470Ω	1 adet
DIP anahtar	Dörtlü	1 adet
LED	Kırmızı	1 adet
Breadboard	17 cm X 5.5 cm	1 adet
Güç kaynağı	5 volt	1 adet
Kablo	Bağlantı kablosu	20 adet

1. Adım: Tablo 8.9'da belirtilen malzemeleri hazırlayınız.

2. Adım: $Q = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.D + \bar{A}.B.\bar{C}.\bar{D} + \bar{A}.B.\bar{C}.D + A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.D + A.B.\bar{C}.\bar{D} + A.B.\bar{C}.D$ lojik ifadesine göre Görsel 8.43:a'daki doğruluk tablosunun Q çıkış değerlerini lojik 1 ile doldurunuz.

	GİRİŞLER				ÇIKIŞ
	A	B	C	D	Q
0	0	0	0	0	$\overline{A}BCD$ (....)
1	0	0	0	1	$\overline{A}BCD$ (....)
2	0	0	1	0	$\overline{A}B\overline{C}D$ (....)
3	0	0	1	1	$\overline{A}BCD$ (....)
4	0	1	0	0	$\overline{A}B\overline{C}D$ (....)
5	0	1	0	1	$\overline{A}BCD$ (....)
6	0	1	1	0	$\overline{A}B\overline{C}D$ (....)
7	0	1	1	1	$\overline{A}BCD$ (....)
8	1	0	0	0	$A\overline{B}\overline{C}D$ (....)
9	1	0	0	1	$A\overline{B}CD$ (....)
10	1	0	1	0	$A\overline{B}\overline{C}D$ (....)
11	1	0	1	1	$A\overline{B}CD$ (....)
12	1	1	0	0	$A\overline{B}\overline{C}D$ (....)
13	1	1	0	1	$A\overline{B}CD$ (....)
14	1	1	1	0	$AB\overline{C}D$ (....)
15	1	1	1	1	$ABCD$ (....)

a)

Q	CD	AB			
		00	01	11	10
00		0	1	3	2
01		4	5	7	6
11		12	13	15	14
10		8	9	11	10

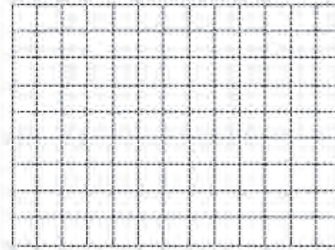
b)

Q1 =

Q2 =

Q =

c)



d)

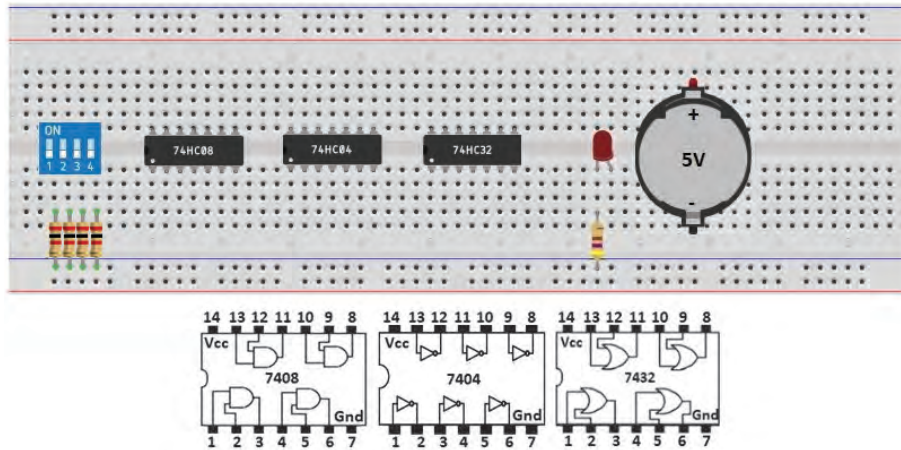
Görsel 8.43: a) 7. Uygulamaya ait doğruluk tablosu b) Karno haritası c) Mantıksal ifade d) Mantıksal şema

3. Adım: Doğruluk tablosunda 1'leri dikkate alarak Görsel 8.43:b'deki karno haritasını doldurunuz. Karno haritasına 1'leri doğru yerleştirdiyseniz Q1 ve Q2 olmak üzere iki grup bulacaksınız.

4. Adım: Karno haritasında grupları sadeleştirerek Q1, Q2 ve $Q = Q1 + Q2$ olarak bulduğunuz lojik ifadeleri Görsel 8.43:c'de verilen bölüme yazınız.

5. Adım: Bulduğunuz lojik ifadenin lojik devresini Görsel 8.43:d'de verilen kısma çizin.

6. Adım: Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzemeleri bulundurmamaya dikkat ediniz. İş güvenliği tedbirlerini alarak Görsel 8.44'te görüldüğü gibi devre elemanlarını breadboard üzerine yerleştiriniz.



Görsel 8.44: Breadboard üzerine kurulacak uygulama devresi



- 7. Adım:** Bağlantı kablolarını lojik şemaya uygun olarak breadboard üzerine yerleştiriniz.
- 8. Adım:** Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını 5 volta ayarlayınız ve breadboard üzerine Görsel 8.44'te görüldüğü gibi bağlayınız.
- 9. Adım:** A, B, C ve D girişlerini Görsel 8.43:a'da gösterildiği gibi devreye uygulayarak mantıksal devrenin doğruluk tablosunun doğru hazırlanıp hazırlanmadığını kontrol ediniz.
- 10. Adım:** Elde ettiğiniz sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 11. Adım:** Çalışmanız bitince güç kaynağını kapatınız.
- 12. Adım:** Çalışma alanınızı temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Doğruluk tablosu doğru hazırlandı.		
3. Karno haritası doğru yerleştirildi.		
4. Sadeleştirme doğru yapıldı.		
5. Breadboard üzerine lojik devre doğru kuruldu.		
6. Breadboard üzerine kurulan devre doğruluk tablosundaki Q çıkış değerlerine uygun çalıştırıldı.		
7. Çalışma alanı temizlendi.		



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) İkilik sayılar 0, 1 ve 2 rakamlarından oluşur.
2. (.....) İkilik sayıların en düşük değerlikli biti LSB tarafıdır.
3. (.....) Sekizlik sayı sisteminde taban 7’dir.
4. (.....) VE kapısı toplama kapısıdır.
5. (.....) DEĞİL kapısı girişine (1) verilirse çıkışta (0) olur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. TTL mantıksal kapıların çalışma gerilimi olarak kabul edilir.
7. Oktal sayı sisteminde adet rakam vardır.
8. 0-16 arası sayılarından oluşan sayı sistemine sayı sistemi denir.
9. Mantıksal kapının girişlerine uygulanan sinyale bağlı olarak çıkışının ne olacağını gösteren tabloya denir.
10. Girişine uygulanan mantıksal bilgiyi çıkışında tersini alan kapıya kapısı denir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Giriş değişken sayısı $n=4$ olan karno haritasının kaç kareden oluştuğu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 2
- B) 4
- C) 8
- D) 16
- E) 32

12. VE (AND) kapısı aşağıda verilen hangi matematiksel işlemin karşılığıdır?

- A) Bölme
- B) Çarpma
- C) Çıkarma
- D) Toplama
- E) Toplama-Çıkarma

13. Aşağıda verilen A ve B lojik durumlardan hangisinde iki girişli VEYA kapısının lojik çıkışı 0 olur?

- A) $A = 0$
- B) $B = 1$
- C) $A = 0, B = 1$
- D) $A = 0, B = 0$
- E) $A = 1, B = 1$



14. Aşağıdakilerden hangisi karno haritalarında kullanılan indirgeme (gruplandırma) yöntemlerinden biri değildir?
- A) 2
 - B) 4
 - C) 8
 - D) 16
 - E) 20
15. Aşağıdakilerden hangisi sekizli sayı sisteminde yer alır?
- A) 7
 - B) 8
 - C) 9
 - D) 15
 - E) 16



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27803>

9.

ÖĞRENME BİRİMİ

TÜMLEŞİK DEVRELER

KONULAR

- 9.1. KODLAYICI (ENCODER) UYGULAMALARI
- 9.2. KOD ÇÖZÜCÜ (DECODER) UYGULAMALARI
- 9.3. ÇOKLAYICI (MULTIPLEXER) UYGULAMALARI
- 9.4. AZALTICI (DEMULTIPLEXER) UYGULAMALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Tümlşik entegreleri kullanarak kodlayıcı uygulamalar yapma
- Tümlşik entegreleri kullanarak kod çözücü uygulamalar yapma
- Tümlşik entegreleri kullanarak multiplexer (çoklayıcı) uygulamalar yapma
- Tümlşik entegreleri kullanarak demultiplexer (azaltıcı) uygulamalar yapma

TEMEL KAVRAMLAR

- Kodlayıcı
- Multiplexer (çoklayıcı)

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sayı sistemleri günlük hayatta neden kullanılır?
2. Bilgisayar sistemlerinde hangi sayı sistemi kullanılıyor olabilir?
3. Sayılarda kodlama yapmanın sebebi ne olabilir?
4. Bilgisayar sistemlerinde tek hat üzerinden nasıl iletişim yapılabilir?

9. TUMLEŞİK DEVRELER

Tümleşik devreler; diyot, transistör vb. aktif devre elemanları ile direnç, kondansatör, bobin gibi pasif devre elemanlarından oluşan bir elektronik devrenin silikon tabaka üzerine yerleştirilmesiyle elde edilen elektronik devre elemanlarıdır. Tümleşik devreler; yonga, çip, entegre devre, mikrodevre, mikroçip olarak da adlandırılır.

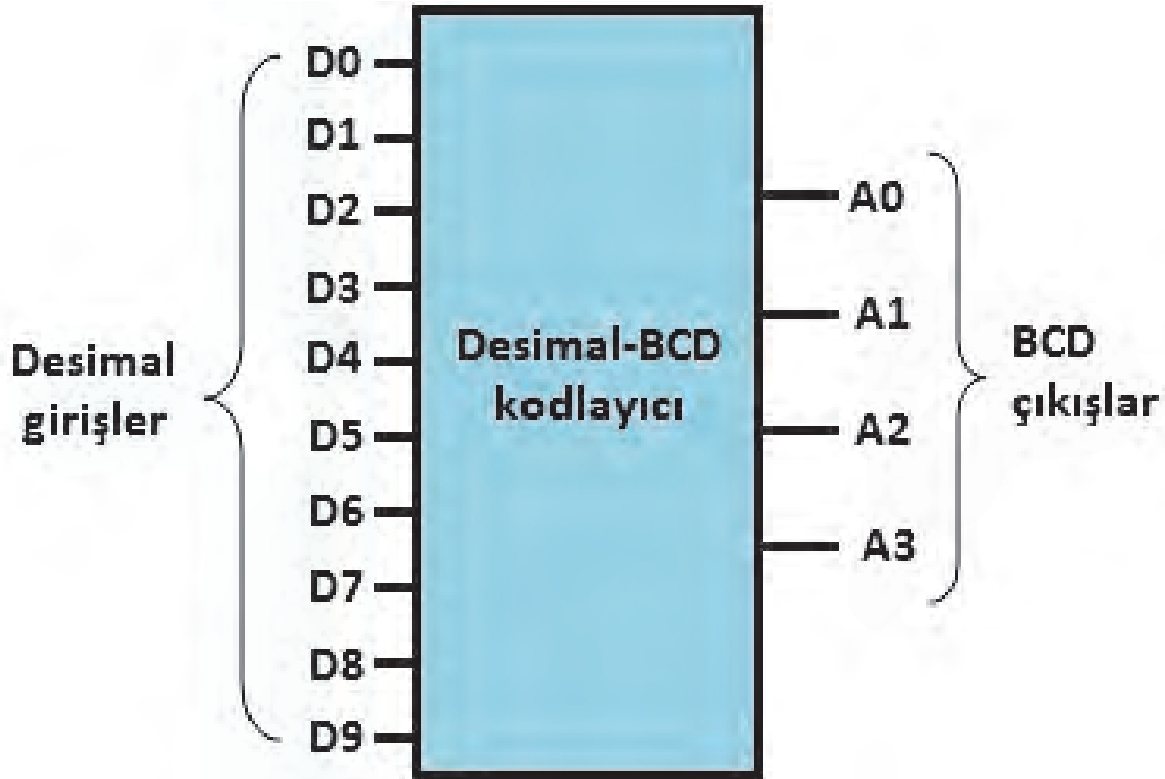
Elektronik devrelerin tümleşik devreler şeklinde kullanıcılara sunulmasıyla baskı devre üzerinde yerden tasarruf edilmiş, devre maliyetleri azalmış ve devre oluşturma zamanından kazanç sağlanmıştır. Tümleşik devreler kararlı çalışan devrelerdir. Tümleşik devreler analog veya dijital çalışacak şekilde üretilir. Bu öğrenme biriminde dijital tümleşik devrelerden olan kodlayıcı, kod çözücü, çoğaltıcı ve azaltıcı devreler hakkında bilgi verilecektir.

9.1. KODLAYICI (ENCODER) UYGULAMALARI

Bilgisayar sistemleri, işlemleri 0 ve 1'lerden oluşan ikili (binary) sayı sistemini kullanarak yapar. Günlük hayattaki bilgiler ve veriler ise 0-9 arası rakamlar, alfabelerdeki harfler ve sembollerin bulunduğu birtakım karakterlerden oluşur. Bilgisayar sistemlerindeki işlemlerde sadece 0 ve 1'lerin anlamı olduğu için tüm karakterlerin ikili sayı sistemine dönüştürülmesi gerekir. Karakterlerin dönüştürülmesine **kodlama** adı verilir. Elektronikte kodlama görevini yapan sayısal devrelere ise **kodlayıcı** adı verilir.

9.1.1. BCD Kodlayıcı (8421 Kodlayıcı)

BCD kodlayıcı, onlu (desimal) sistemdeki sayıları ikili sisteme kodlayan sayısal devredir. Onlu sistemde bulunan 0-9 arasındaki rakamlara karşılık gelen onlu giriş durumuna göre dört bit uzunluğundaki ikili sayı kodlanır (Görsel 9.1).



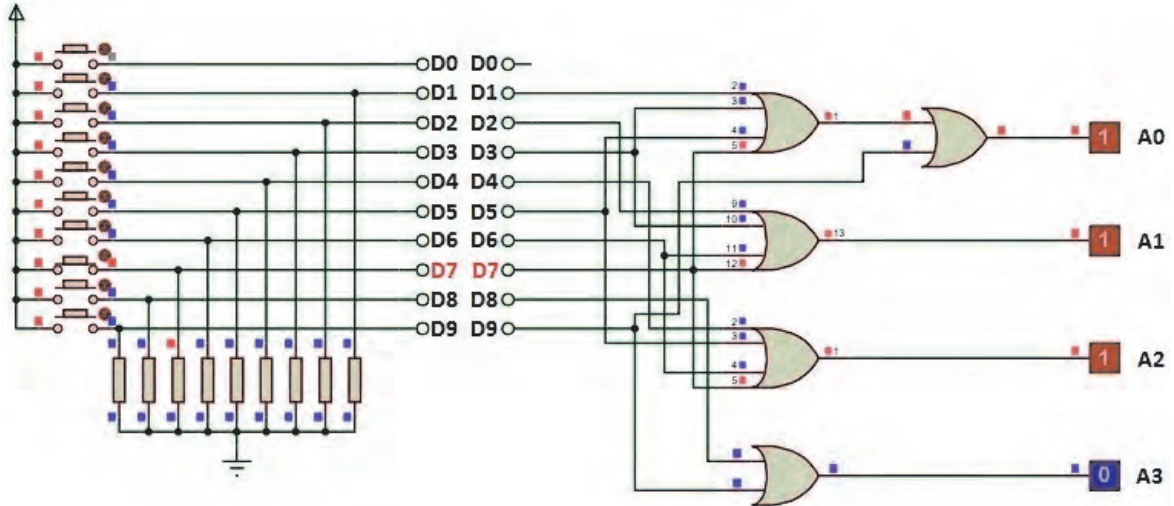
Görsel 9.1: BCD kodlayıcı

Tablo 9.1'e dikkat edilecek olursa her bir onlu girişe karşılık dört bitlik ikili sayı çıkışta kodlanmıştır. D0 girişine karşılık $(0000)_2$ ikili sayısı, D5 girişine karşılık $(0101)_2$ ikili sayısı, D9 girişine karşılık $(1001)_2$ ikili sayısı kodlanmıştır.

Tablo 9.1: BCD Kodlayıcı Doğruluk Tablosu

ONLU (DESİMAL) GİRİŞLER										BCD ÇIKIŞ			
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

BCD kodlayıcının lojik devresinde D0-D9 arası girişler buton kullanılarak tasarlanır. Her buton onlu bir rakamı ifade eder. D7 butonuna basıldığında kodlayıcı çıkışından 7 rakamının karşılığı olan $(0111)_2$ sayısı kodlanır (Görsel 9.2).



Görsel 9.2: BCD kodlayıcı lojik devresi



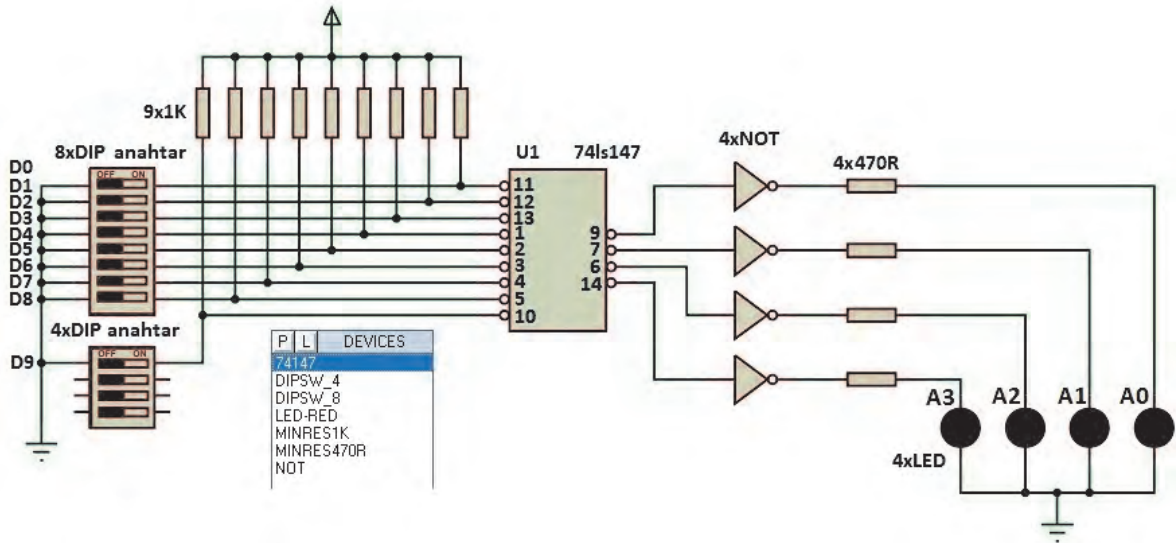
1. UYGULAMA

BCD Kodlayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda BCD kodlayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.3'te verilen BCD kodlayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.3: BCD kodlayıcı devresi

- 3. Adım:** DIP anahtarlarının tamamı “ON” pozisyonunda iken LED diyotlarda görülen BCD kodunu Tablo 9.2’de D0 satırına yazınız.
- 4. Adım:** D1’e karşılık gelen DIP anahtarını “OFF” pozisyonuna alıp LED diyotlarda görülen BCD kodunu Tablo 9.2’deki D1 satırına yazınız. DIP anahtarı tekrar “ON” pozisyonuna getiriniz.

Tablo 9.2: BCD Kodlayıcı Devre Doğruluk Tablosu Uygulaması

ONLU (DESİMAL) GİRİŞLER										BCD ÇIKIŞ			
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

- 5. Adım:** 4. Adım'da verilen işlemleri D2'den D9'a kadar tekrarlayıp Tablo 9.2'yi doldurunuz.
- 6. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 7. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 8. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.2’de verilen BCD çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.1.2. Sekizli Kodlayıcı (BCO Kodlayıcı)

Sekizli kodlayıcı, sekizli sistemdeki sayıları ikili sisteme kodlayan sayısal devredir. Sekizli sistemde bulunan 0-7 arasındaki rakamlara karşılık gelen sekizli giriş durumuna göre üç bit uzunluğundaki ikili sayı kodlanır (Görsel 9.4).



Görsel 9.4: Sekizli kodlayıcı

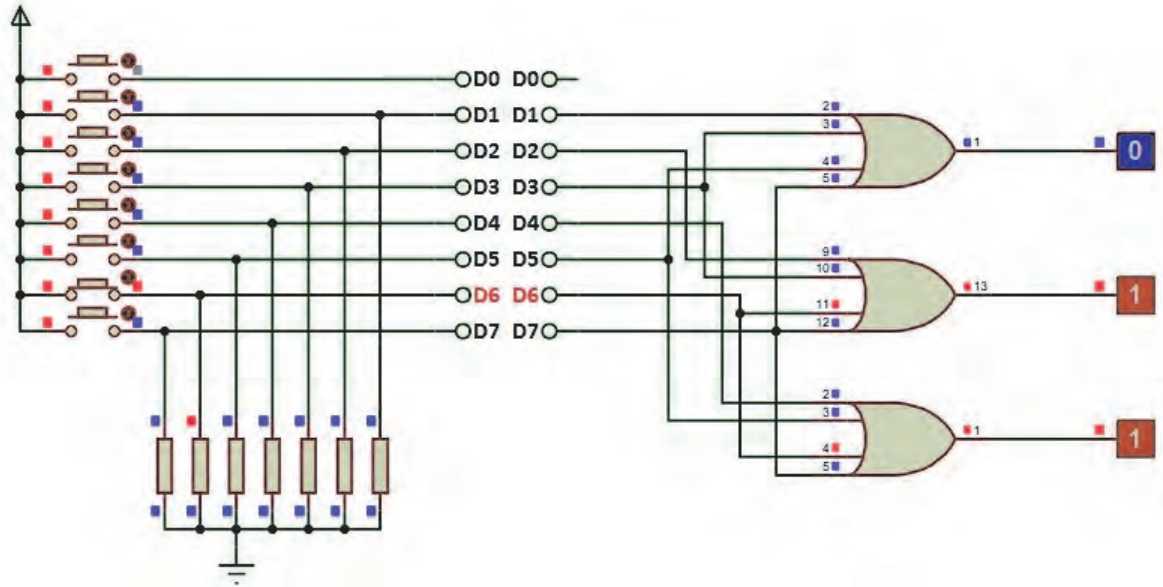


Tablo 9.3'e dikkat edilecek olursa her bir sekizli girişe karşılık üç bitlik ikili sayı çıkışta kodlanmıştır. D1 girişine karşılık $(001)_2$ ikili sayısı, D4 girişine karşılık $(100)_2$ ikili sayısı, D7 girişine karşılık $(111)_2$ ikili sayısı kodlanmıştır.

Tablo 9.3: Sekizli Kodlayıcı Doğruluk Tablosu

SEKİZLİ GİRİŞLER								BCO ÇIKIŞ		
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Sekizli kodlayıcının lojik devresinde D0-D7 arası girişler buton kullanılarak tasarlanır. Her buton sekizli bir rakamı ifade eder. D6 butonuna basıldığında kodlayıcı çıkışından $(6)_8$ rakamının karşılığı olan $(110)_2$ sayısı kodlanır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: Sekizli kodlayıcı lojik devresi



2. UYGULAMA

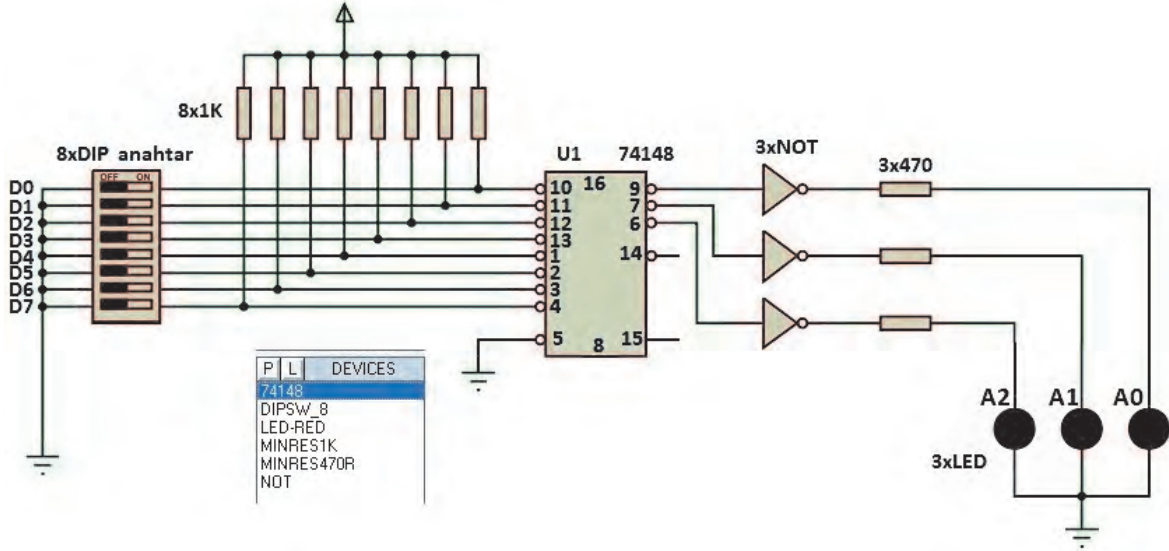
Sekizli Kodlayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda sekizli kodlayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 9.6'da verilen sekizli kodlayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.6: Sekizli kodlayıcı devresi

3. Adım: D0'a karşılık gelen DIP anahtarını "OFF" pozisyonuna alıp LED diyotlarda görülen sekizli (BCO) kodu Tablo 9.4'teki D0 satırına yazınız. DIP anahtarı tekrar "ON" pozisyonuna getiriniz.

Tablo 9.4: Sekizli Kodlayıcı Doğruluk Tablosu Uygulaması

SEKİZLİ GİRİŞLER								BCO ÇIKIŞ		
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	1			
0	0	0	0	0	0	1	0			
0	0	0	0	0	1	0	0			
0	0	0	0	1	0	0	0			
0	0	0	1	0	0	0	0			
0	0	1	0	0	0	0	0			
0	1	0	0	0	0	0	0			
1	0	0	0	0	0	0	0			

4. Adım: 3. Adım'da verilen işlemleri D1'den D7'ye kadar tekrarlayıp Tablo 9.4'ü doldurunuz.

5. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

6. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

7. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

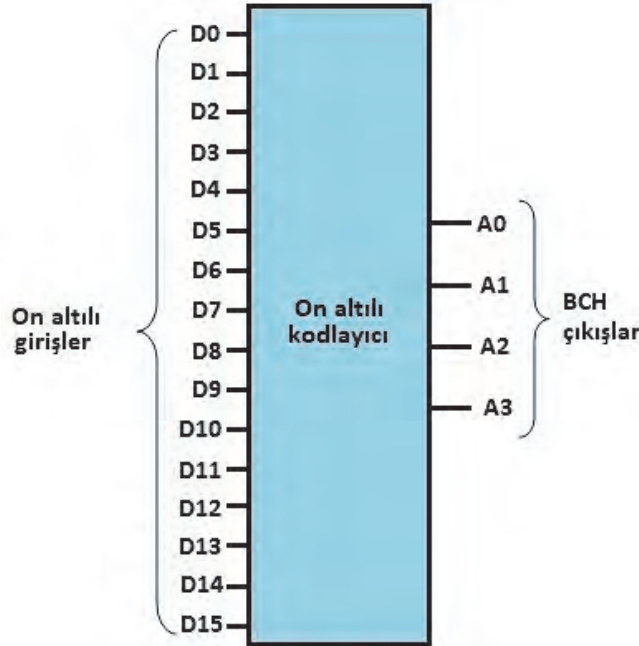


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.4'te verilen BC0 çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.1.3. On Altılı Kodlayıcı (Hexadecimal Kodlayıcı)

On altılı kodlayıcı, on altılı sistemdeki sayıları ikili sisteme kodlayan sayısal devredir. On altılı sistemde bulunan 0-15 arasındaki rakamlara karşılık gelen on altılı giriş durumuna göre dört bit uzunluğundaki ikili sayı kodlanır (Görsel 9.7).



Görsel 9.7: On altılı kodlayıcı

Tablo 9.5'e dikkat edilecek olursa her bir on altılı girişe karşılık dört bitlik ikili sayı çıkışta kodlanmıştır. D2 girişine karşılık $(0010)_2$ ikili sayısı, D12 girişine karşılık $(1100)_2$ ikili sayısı, D15 girişine karşılık $(1111)_2$ ikili sayısı kodlanmıştır. On altılı kodlayıcının lojik devresinde D0-D15 arası girişler buton kullanılarak tasarlanır. Her buton on altılı bir rakamı ifade eder.

Tablo 9.5: On Altılı Kodlayıcı Doğruluk Tablosu

ON ALTILI GİRİŞLER																BCH ÇIKIŞ			
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1



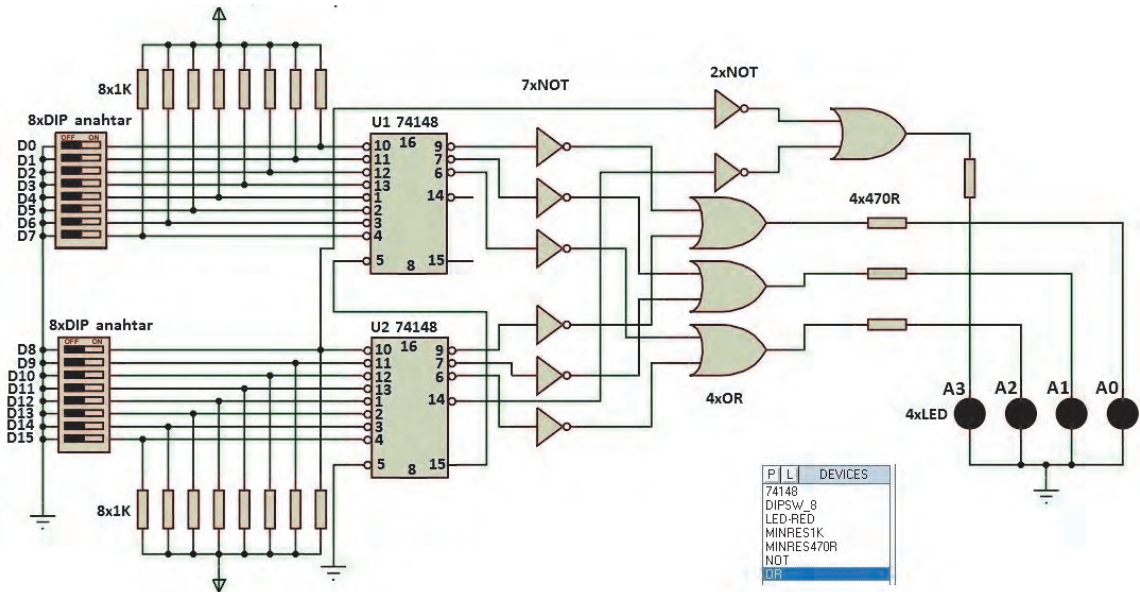
3. UYGULAMA

On Altılı Kodlayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda on altılı kodlayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.8’de verilen on altılı kodlayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.8: On altılı kodlayıcı devresi



3. Adım: D0'a karşılık gelen DIP anahtarını "OFF" pozisyonuna alıp LED diyotlarda görülen on altılı (BCH) kodu Tablo 9.6'daki D0 satırına yazınız. DIP anahtarı tekrar "ON" pozisyonuna getiriniz.

Tablo 9.6: On Altılı Kodlayıcı Doğruluk Tablosu Uygulaması

ON ONALTILI GİRİŞLER																BCH ÇIKIŞ			
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

4. Adım: 3. Adım'da verilen işlemleri D1'den D15'e kadar tekrarlayıp Tablo 9.6'yı doldurunuz.

5. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

6. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

7. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

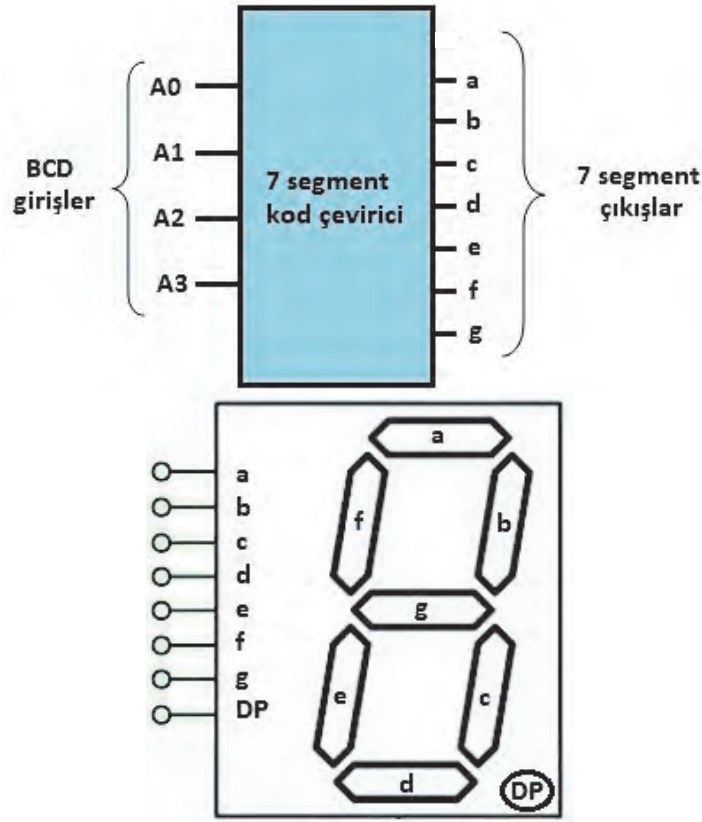


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.6'da verilen BCH çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.1.4. Yedi Segment Display Kod Çevirici

Yedi segment display kod çevirici, BCD kodunda kodlanmış ikili sayıların 0 ile 9 arası rakamlar şeklinde gösterilmesini sağlayan kod çevirici devredir (Görsel 9.9).



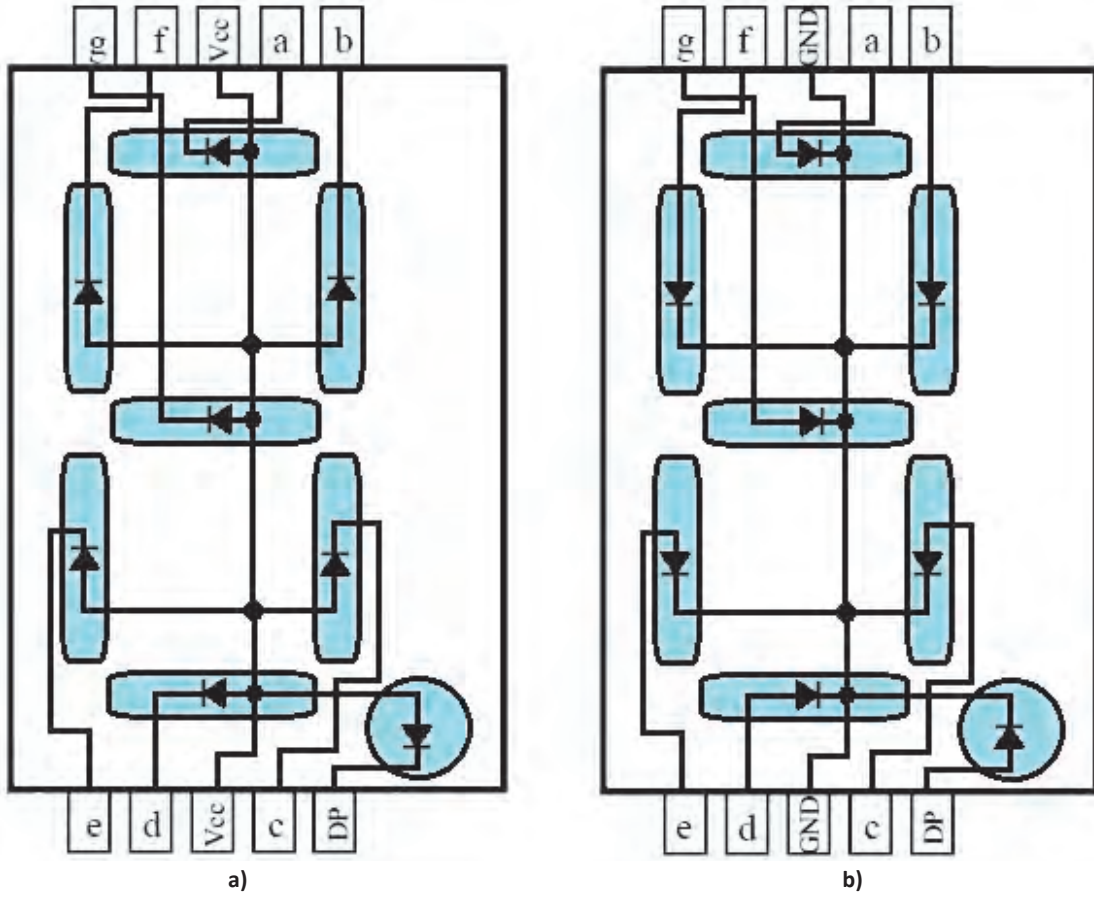
Görsel 9.9: Yedi segment display çevirici

Yedi segment display kod çevirici girişine uygulanan dört bitlik ikili sayıyı yedi bit uzunluğundaki ikili sayıya çevirir (Tablo 9.7).

Tablo 9.7: Yedi Segment Display Kod Çevirici Doğruluk Tablosu

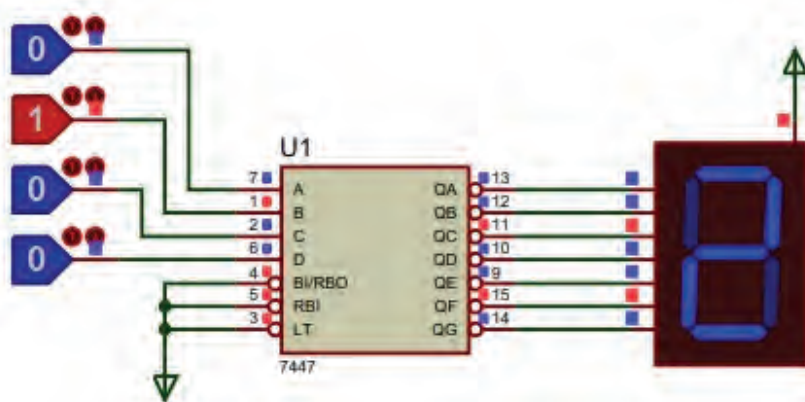
	BCD GİRİŞ				7 SEGMENT KOD						
	A3	A2	A1	A0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Yedi segment display, dört bitlik BCD kodundan yedi bit uzunluğundaki ikili sayıya çevrilen ikili sayıları 0 ile 9 arası rakamlar şeklinde göstermek için kullanılan elektronik devre elemanıdır. Her bir segment LED diyottan elde edilmiştir. Yedi segment display ortak anot ve ortak katot olmak üzere iki çeşittir (Görsel 9.10).



Görsel 9.10: a) Ortak anot display b) Ortak katot display

Görsel 9.11'deki yedi segment display kod çevirici devresine dikkat edilecek olursa girişe uygulanan BCD kodundaki $(0010)_2$ ikili sayısı, kod çevirici çıkışında $(0100100)_2$ ikili sayısına çevrilmiş ve yedi segment display girişine uygulanmıştır. Yedi segment display çıkışında iki sayısı görüntülenmiştir.



Görsel 9.11: Yedi segment display çevirici devresi



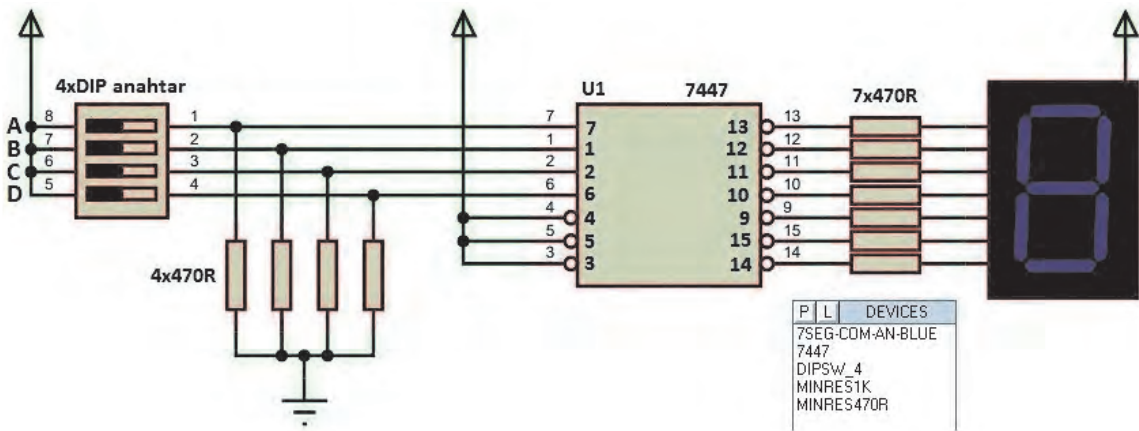
4. UYGULAMA

Yedi Segment Display Kod Çevirici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda yedi segment display çevirici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.12’de verilen yedi segment display çevirici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.12: Yedi segment display kod çevirici devresi

- 3. Adım:** DIP anahtarlardan sırası ile BCD kodları girerek displayde görülen onlu sayıları Tablo 9.8’e yazınız.

Tablo 9.8: Yedi Segment Display Kod Çevirici Doğruluk Tablosu Uygulaması

	BCD GİRİŞ				7 SEGMENT KOD						
	A3	A2	A1	A0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
1	0	0	0	1							
2	0	0	1	0							
3	0	0	1	1							
4	0	1	0	0							
5	0	1	0	1							
6	0	1	1	0							
7	0	1	1	1							
8	1	0	0	0							
9	1	0	0	1							

- 4. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 5. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 6. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

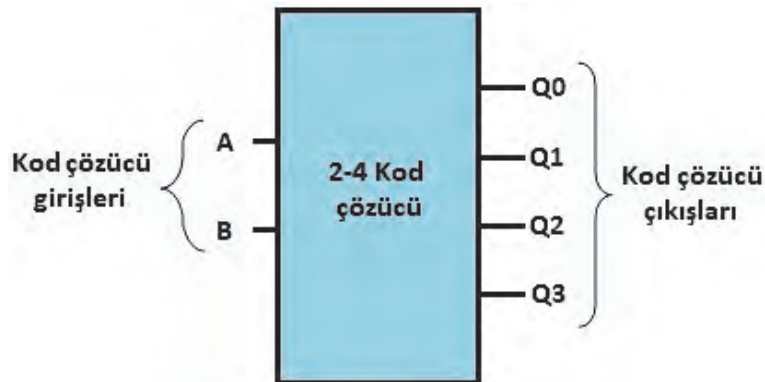
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.8'deki displayde görülen sayılar doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.2. KOD ÇÖZÜCÜ (DEKODER) UYGULAMALARI

Kod çözme, daha önce kodlanmış verinin ilk hâline tekrar dönüştürülme işlemidir. Sayısal elektronikte ise **kod çözücü**, girişe uygulanan “n” sayıdaki bağlantıyı en fazla 2^n sayıda çıkış bağlantısına dönüştüren sayısal devredir. Daha basit ifade ile girişe uygulanan ikili sayının onlu karşılığına denk gelen bağlantıyı aktif hâle getirme işlemi de denilebilir.

9.2.1. İkiden Dörde Kod Çözücü

İkiden dörde kod çözücü, girişine uygulanan iki basamaklı ikili sayının kodunu çözüp dört adet çıkıştan sadece birini aktif eden sayısal devredir. İkiden dörde kod çözücünde iki adet veri giriş hattı ve $2^2=4$ adet veri çıkış hattı bulunur (Görsel 9.13).



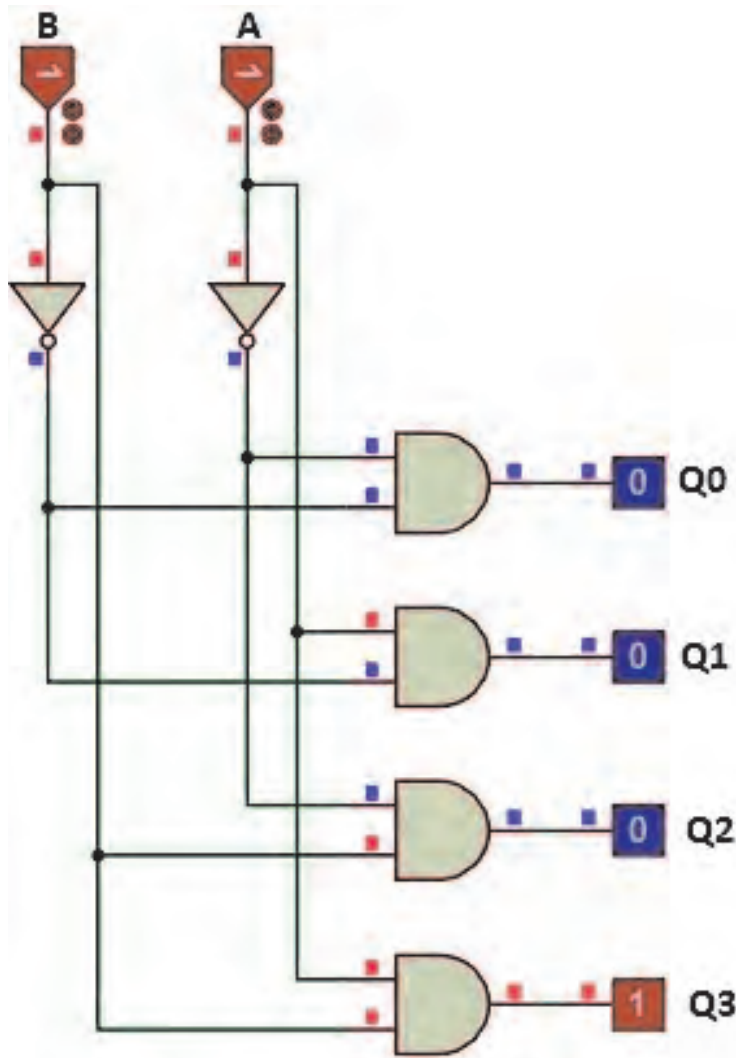
Görsel 9.13: İkiden dörde kod çözücü

Tablo 9.9'a dikkat edilecek olursa kod çözücü girişine uygulanan iki basamaklı ikili sayının alacağı dört farklı değere karşılık çıkışta dört hattan sadece biri aktif hâle gelmiştir. $(00)_2$ sayısına karşılık Q_0 , $(10)_2$ sayısına karşılık Q_2 hattı aktif hâle gelmiştir.

Tablo 9.9: İkiden Dörde Kod Çözücü Doğruluk Tablosu

	GİRİŞLER		KOD ÇÖZÜCÜ ÇIKIŞLARI			
	A	B	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
2	1	0	0	1	0	0
3	1	1	1	0	0	0

Görsel 9.14'te gösterilen ikiden dörde kod çözücü lojik devresine dikkat edilecek olursa girişe uygulanan $(11)_2$ ikili sayısı, kod çözücü çıkışında Q_3 hattını aktif hâle getirmiştir.



Görsel 9.14: İkiden dörde kod çözücü lojik devresi



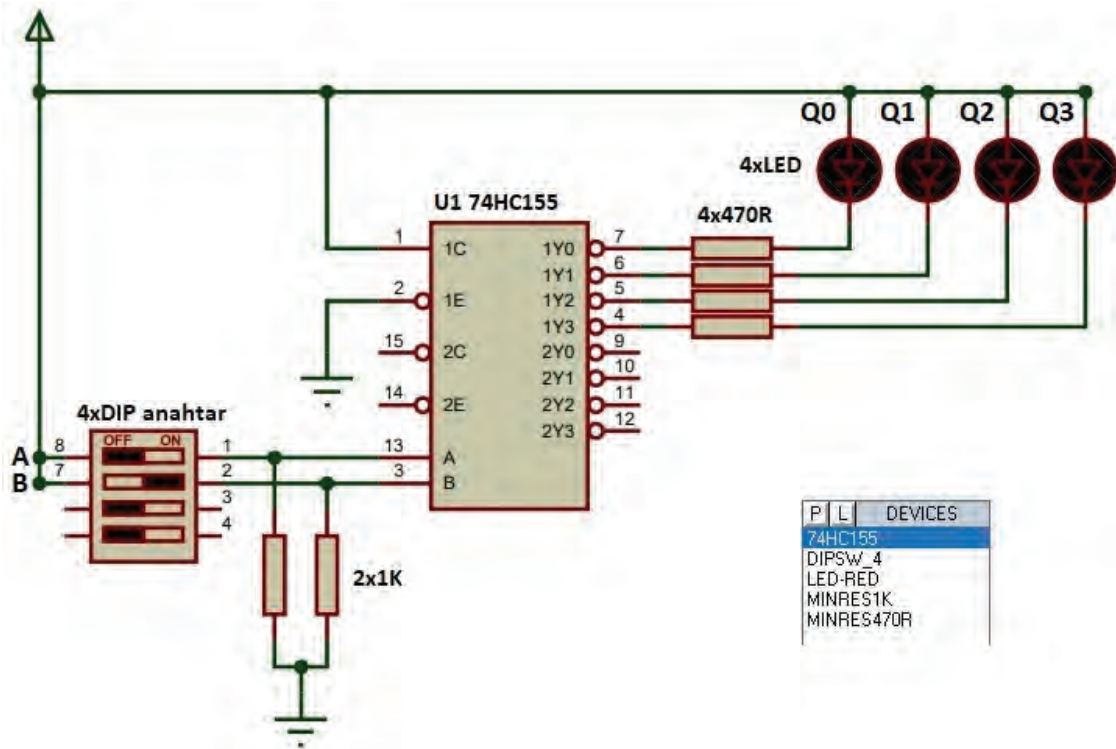
5. UYGULAMA

İkiden Dörde Kod Çözücü Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda ikiden dörde kod çözücü devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.15'te verilen ikiden dörde kod çözücü uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.15: İkiden dörde kod çözücü devresi

- 3. Adım:** DIP anahtarlardan sırası ile ikili kodları girerek kod çözücü çıkışındaki LED'lerin durumuna göre Tablo 9.10'u doldurunuz.

Tablo 9.10: İkiden Dörde Kod Çözücü Doğruluk Tablosu Uygulaması

	GİRİŞLER		KOD ÇÖZÜCÜ ÇIKIŞLARI			
	A	B	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0				
1	0	1				
2	1	0				
3	1	1				

- 4. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
6. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

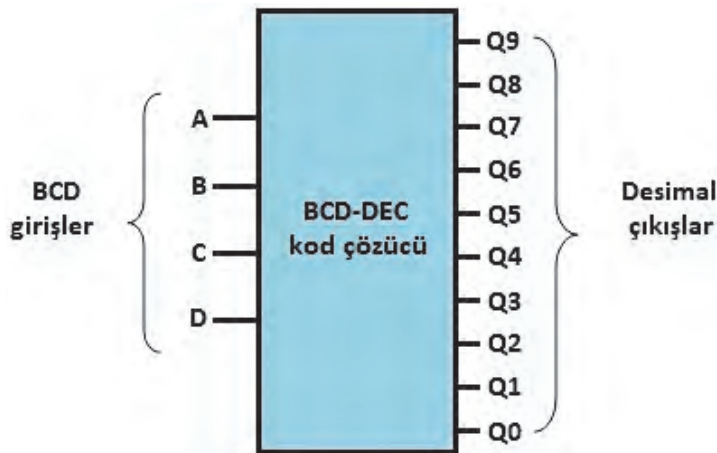


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.10'da verilen kod çözücü çıkışları doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.2.2. BCD Kod Çözücü

BCD kod çözücü, girişine uygulanan BCD kodlanmış ikili sayının kodunu çözüp dokuz adet çıkıştan sadece birini aktif eden sayısal devredir. BCD kod çözücünde dört adet veri giriş hattı ve dokuz adet ($2^4=16$ olmasına rağmen BCD kodu 0-9 arası sayılardan oluştuğu unutulmamalıdır.) veri çıkış hattı bulunur (Görsel 9.16).



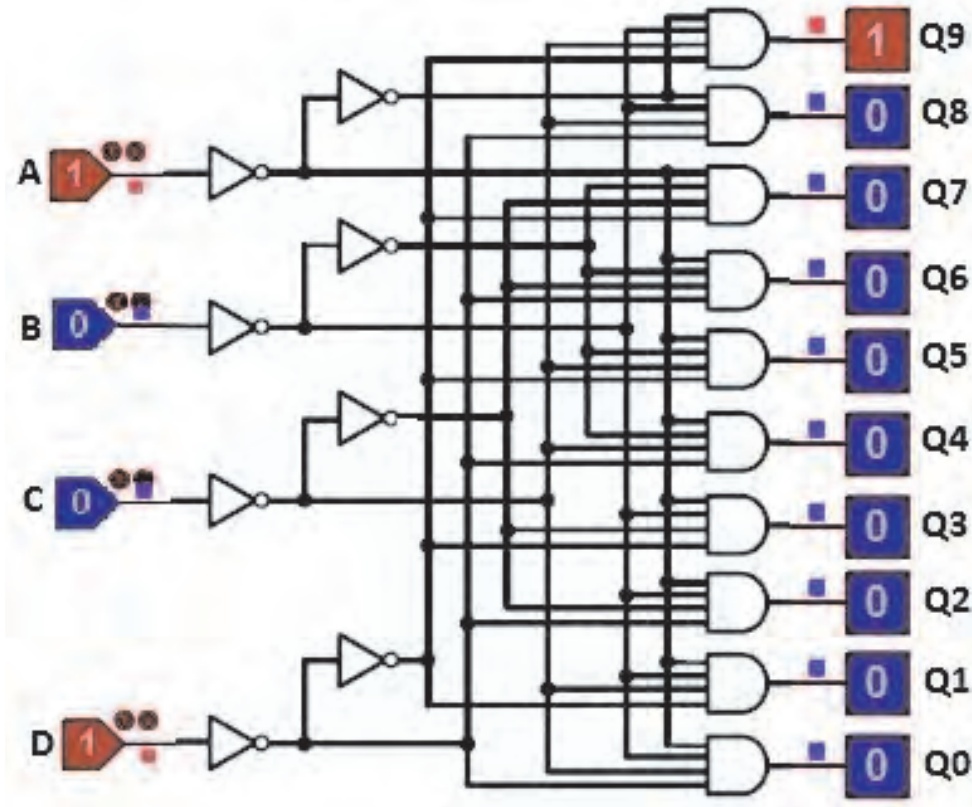
Görsel 9.16: BCD kod çözücü

Tablo 9.11'e dikkat edilecek olursa kod çözücü girişine uygulanan BCD kodundaki ikili sayının alacağı dokuz farklı değere karşılık çıkışta dokuz hattan sadece biri aktif hâle gelmiştir. $(0011)_2$ sayısına karşılık Q3, $(0110)_2$ sayısına karşılık Q6 hattı aktif hâle gelmiştir.

Tablo 9.11: BCD Kod Çözücü Doğruluk Tablosu

BCD GİRİŞLER				DESİMAL ÇIKIŞLAR									
D	C	B	A	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Görsel 9.17'de gösterilen BCD kod çözücü lojik devresine dikkat edilecek olursa girişe uygulanan $(1001)_2$ ikili sayısı, kod çözücü çıkışında Q9 hattını aktif hâle getirmiştir.



Görsel 9.17: BCD kod çözücü lojik devresi



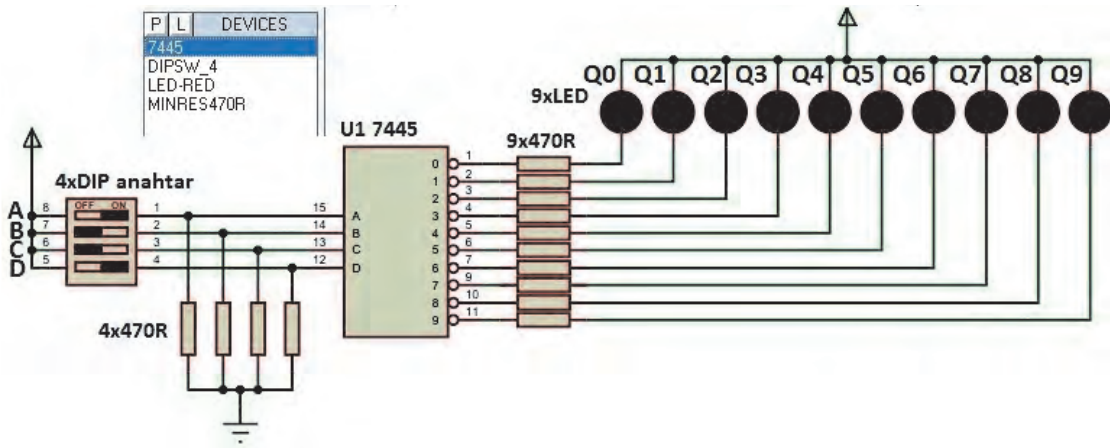
6. UYGULAMA

BCD Kod Çözücü Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda BCD kod çözücü devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.18’de verilen BCD kod çözücü uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.18: BCD kod çözücü devresi

- 3. Adım:** DIP anahtarlardan sırası ile BCD kodları girerek kod çözücü çıkışındaki LED’lerin durumuna göre Tablo 9.12’yi doldurunuz.

Tablo 9.12: BCD Kod Çözücü Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

BCD GİRİŞLER				DESİMAL ÇIKIŞLAR									
D	C	B	A	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										

4. **Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. **Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
6. **Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

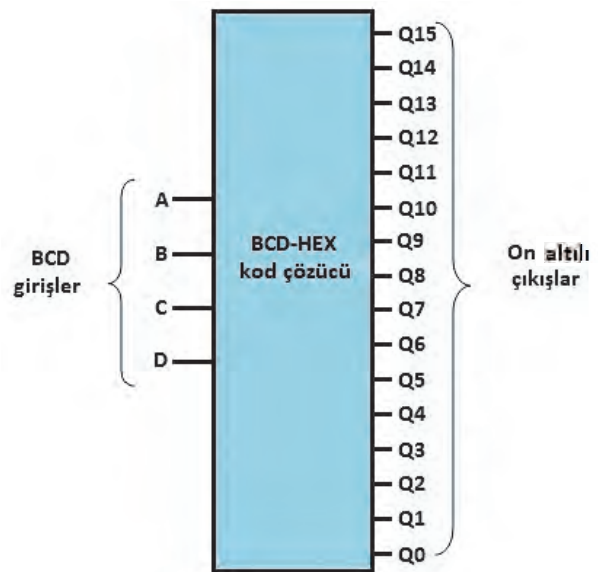


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.12'de verilen desimal çıkışlar doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.2.3. Dörtten On Altıya Kod Çözücü

Dörtten on altıya kod çözücü, girişine uygulanan dört basamaklı ikili sayının kodunu çözüp on altı adet çıkıştan sadece birini aktif eden sayısal devredir. Dörtten on altıya kod çözücünde dört adet veri giriş hattı ve $2^4=16$ adet veri çıkış hattı bulunur (Görsel 9.19).



Görsel 9.19: Dörtten on altıya kod çözücü

Tablo 9.13'e dikkat edilecek olursa kod çözücü girişine uygulanan dört basamaklı ikili sayının alacağı dört farklı değere karşılık çıkışta on altı hattan sadece biri aktif hâle gelmiştir. $(1100)_2$ sayısına karşılık Q12, $(1010)_2$ sayısına karşılık Q10 hattı aktif hâle gelmiştir.

Tablo 9.13: Dörtten On Altıya Kod Çözücü Doğruluk Tablosu

	BCH GİRİŞLER				ONALTILI ÇIKIŞLAR															
	D	C	B	A	Q15	Q14	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



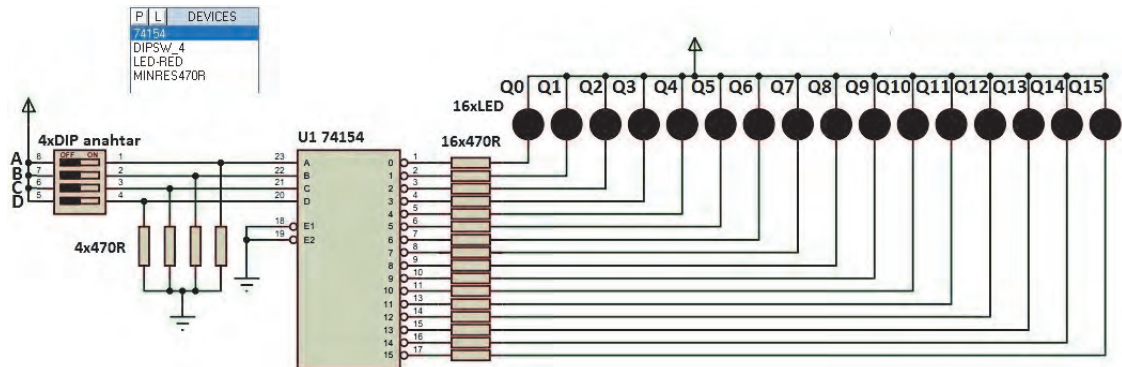
7. UYGULAMA

Dörtten On Altıya Kod Çözücü Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dörtten on altıya kod çözücü devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.20'de verilen dörtten on altıya kod çözücü uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.20: Dörtten on altıya kod çözücü devresi



3. Adım: DIP anahtarlardan sırası ile ikili kodları girerek kod çözücü çıkışındaki LED'lerin durumuna göre Tablo 9.14'ü doldurunuz.

Tablo 9.14: Dörtten On Altıya Kod Çözücü Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	BCH GİRİŞLER				ON ALTILI ÇIKIŞLAR															
	D	C	B	A	Q15	Q14	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0																
1	0	0	0	1																
2	0	0	1	0																
3	0	0	1	1																
4	0	1	0	0																
5	0	1	0	1																
6	0	1	1	0																
7	0	1	1	1																
8	1	0	0	0																
9	1	0	0	1																
10	1	0	1	0																
11	1	0	1	1																
12	1	1	0	0																
13	1	1	0	1																
14	1	1	1	0																
15	1	1	1	1																

4. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

5. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

6. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

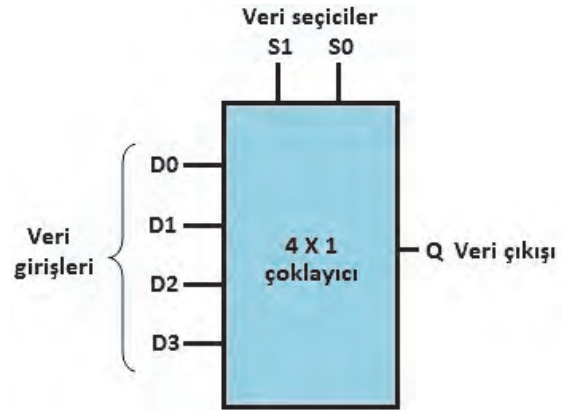
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.14'te verilen on altılı çıkışlar doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.3. ÇOKLAYICI (MULTIPLEXER) UYGULAMALARI

Elektronikte, veri seçici olarak da bilinen **çoklayıcı**, birden fazla analog veya dijital giriş sinyali arasında seçim yapan ve seçilen girişi tek bir çıkış hattına yönlendiren elektronik devrelerdir. Giriş sinyalinin seçimi, seçiciler adı verilen kontrol hatlarından sağlanır. Çoklayıcıda 2^n kadar girişe karşılık “n” kadar seçici vardır. Çoklayıcıda amaç birden fazla hattan gelen verinin zaman paylaşımlı olarak tek hat üzerinden taşınmasını sağlamaktır.

9.3.1. Dörtten Bire Çoklayıcı (4 x 1 Multiplexer)

Dörtten bire çoklayıcı, girişe uygulanan dört farklı hattan gelen verileri, iki adet seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki tek hata aktaran sayısal devredir (Görsel 9.21).



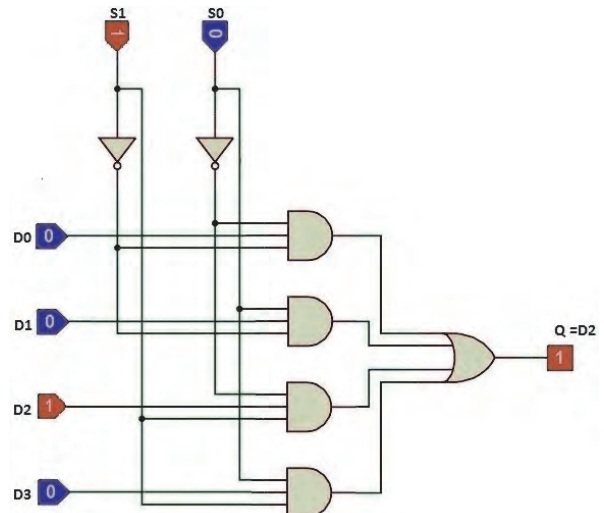
Görsel 9.21: Dörtten bire çoklayıcı

Tablo 9.15: Dörtten Bire Çoklayıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER		VERİ ÇIKIŞI
	S1	S0	Q
0	0	0	D0
1	0	1	D1
2	1	0	D2
3	1	1	D3

Tablo 9.15'e dikkat edilecek olursa çoklayıcı girişine uygulanan veriler, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı dört farklı değere karşılık çıkışta Q hattına aktarılacaktır. Seçicilerin aldığı $(00)_2$ ikili değere karşılık D0, $(01)_2$ değerine karşılık D1, $(10)_2$ değerine karşılık D2 ve $(11)_2$ değerine karşılık D3 verisi Q çıkışına aktarılmıştır.

Görsel 9.22'de gösterilen dörtten bire çoklayıcı lojik devresine dikkat edilecek olursa seçiciye uygulanan $(10)_2$ değerine karşılık, çoklayıcı çıkışına D2 verisi aktarılmıştır.



Görsel 9.22: Dörtten bire çoklayıcı lojik devresi



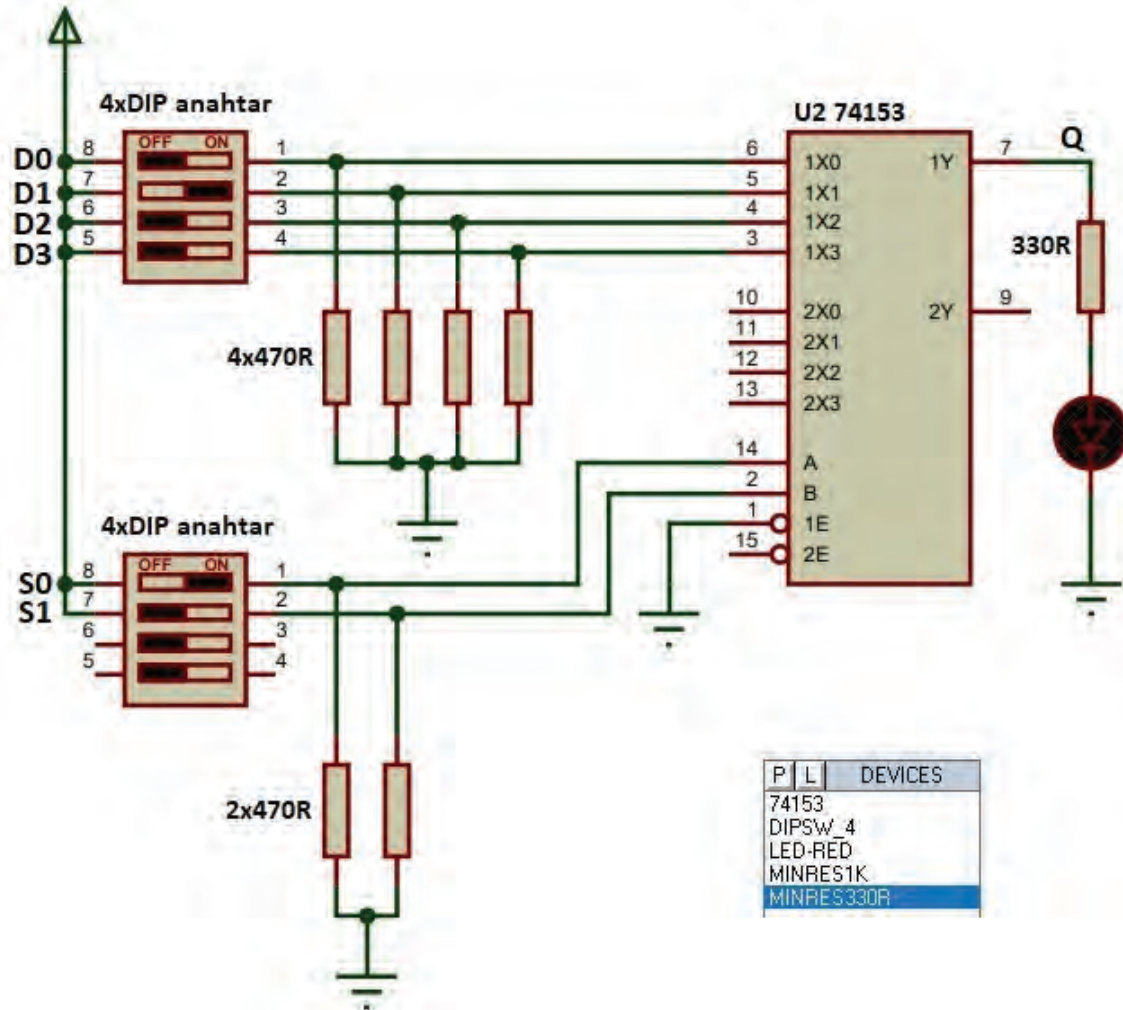
8. UYGULAMA

Dörtten Bire Multiplexer (Çoklayıcı) Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dörtten bire çoklayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.23'te verilen dörtten bire çoklayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.23: Dörtten bire çoklayıcı devresi

- 3. Adım:** D0 girişine bağlı DIP anahtarlarını "OFF" pozisyonuna alarak 1X0 girişine lojik 1 uygulayınız.
- 4. Adım:** S0 ve S1 girişlerinden sırasıyla $(00)_2$, $(01)_2$, $(10)_2$, $(11)_2$ veri seçici kodlarını girerek Q çıkışının hangi ikili kodda lojik 1 olduğunu bulunuz.

5. Adım: Tablo 9.16'ya bulduğunuz duruma ait S0 ve S1 veri seçici girişinin yanına D0 yazınız. D0 anahtarını "ON" pozisyonuna alarak 1X0 girişine lojik 0 uygulayınız.

Tablo 9.16: Dörtten Bire Çoklayıcı Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER		VERİ ÇIKIŞI
	S1	S0	Q
0	0	0	
1	0	1	
2	1	0	
3	1	1	

6. Adım: 3. Adım, 4. Adım, 5. Adım 'da verilen işlemleri D1, D2 ve D3 için tekrarlayıp Tablo 9.16'yı doldurunuz.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

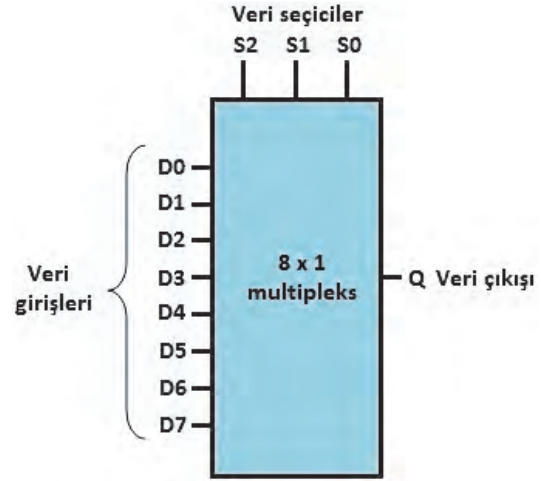


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.16'da verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.3.2. Sekizden Bire Çoklayıcı (8 x 1 Multiplexer)

Sekizden bire çoklayıcı, girişe uygulanan sekiz farklı hattan gelen verileri, üç adet seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki tek hata aktaran sayısal devredir (Görsel 9.24).



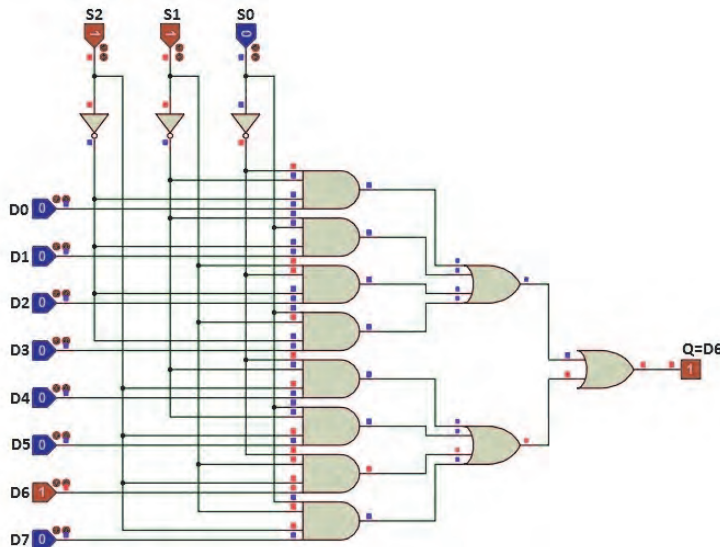
Görsel 9.24: Sekizden bire çoklayıcı

Tablo 9.17: Sekizden Bire Çoklayıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER			VERİ ÇIKIŞI
	S2	S1	S0	Q
0	0	0	0	D0
1	0	0	1	D1
2	0	1	0	D2
3	0	1	1	D3
4	1	0	0	D4
5	1	0	1	D5
6	1	1	0	D6
7	1	1	1	D7

Tablo 9.17'ye dikkat edilecek olursa çoklayıcı girişine uygulanan veriler, S2, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı sekiz farklı değere karşılık çıkışta Q hattına aktarılacaktır. Seçicilerin aldığı $(100)_2$ ikili değere karşılık D4, $(101)_2$ değerine karşılık D5, $(010)_2$ değerine karşılık D2 ve $(011)_2$ değerine karşılık D3 verisi Q çıkışına aktarılmıştır.

Görsel 9.25'te gösterilen dörtten bire çoklayıcı lojik devresine dikkat edilecek olursa seçiciye uygulanan $(110)_2$ değerine karşılık, çoklayıcı çıkışına D6 verisi aktarılmıştır.



Görsel 9.25: Sekizden bire çoklayıcı lojik devresi



9. UYGULAMA

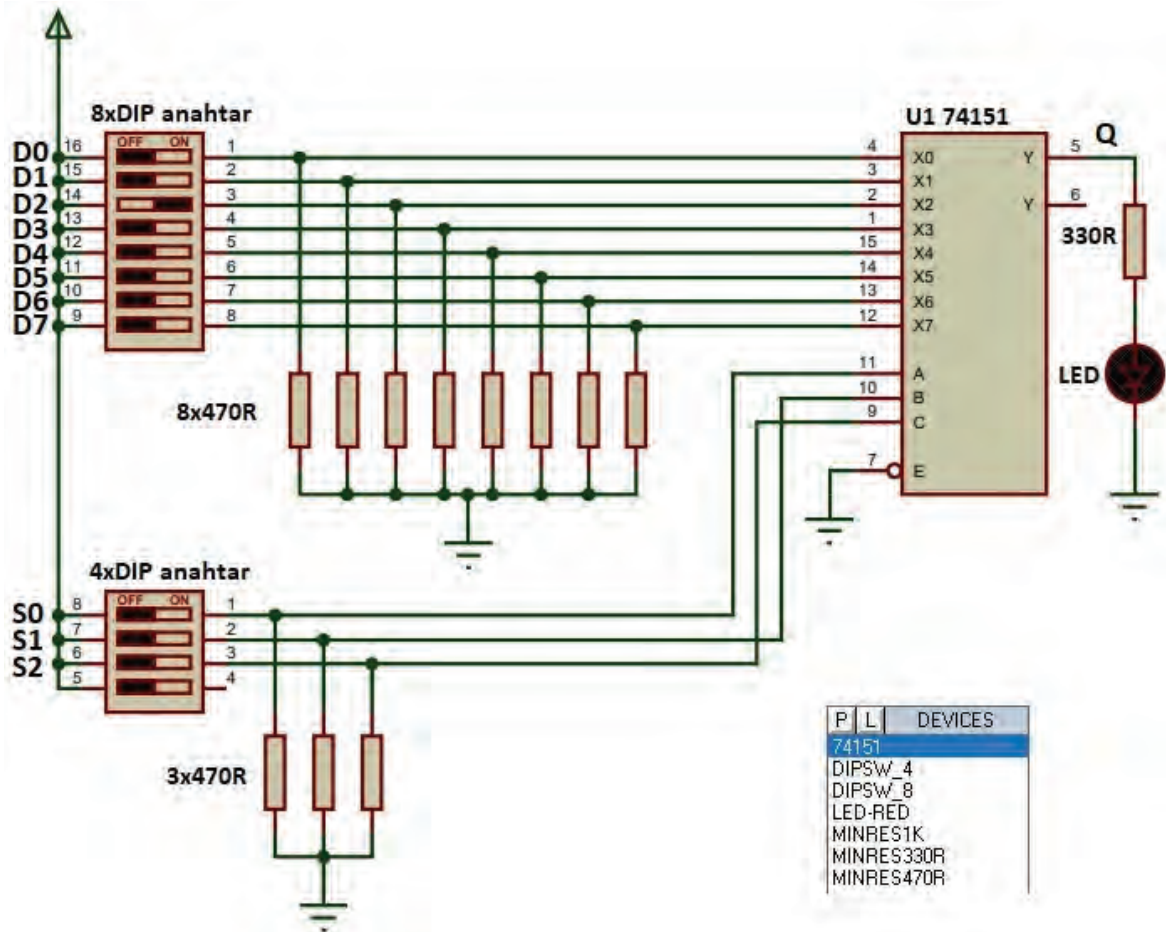
Sekizden Bire Multiplexer (Çoklayıcı) Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda sekizden bire çoklayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 9.26'da verilen sekizden bire çoklayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.26: Sekizden bire çoklayıcı devresi Uygulaması

3. Adım: D0 girişine bağlı DIP anahtarlarını "OFF" pozisyonuna alarak X0 girişine lojik 1 uygulayınız.

4. Adım: S0, S1 ve S2 girişlerinden sırasıyla $(000)_2$ ile $(111)_2$ arası veri seçici kodlarını girerek Q çıkışının hangi ikili kodda lojik 1 olduğunu bulunuz.



5. Adım: Tablo 9.18'e bulduğunuz duruma ait S0, S1 ve S2 veri seçici girişinin yanına D0 yazınız. D0 anahtarını "ON" pozisyonuna alarak X0 girişine lojik 0 uygulayınız.

Tablo 9.18: Sekizden Bire Çoklayıcı Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER			VERİ ÇIKIŞI
	S2	S1	S0	Q
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

6. Adım: 3. Adım, 4. Adım, 5. Adım'da verilen işlemleri D1'den D7'ye kadar tekrarlayıp Tablo 9.18'i doldurunuz.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

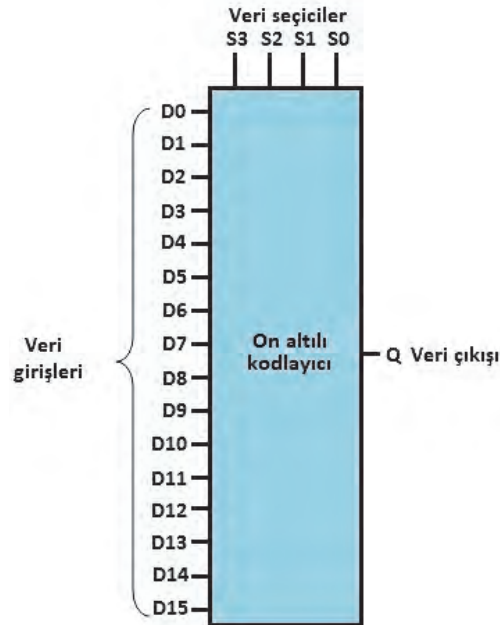


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.18'de verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.3.3. On Altıdan Bire Çoklayıcı (16 x 1 Multiplexer)

On altıdan bire çoklayıcı, girişe uygulanan on altı farklı hattan gelen verileri, dört adet seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki tek hata aktaran sayısal devredir (Görsel 9.27).



Görsel 9.27: On altıdan bire çoklayıcı ve doğruluk tablosu

Tablo 9.19'a dikkat edilecek olursa çoklayıcı girişine uygulanan veriler S3, S2, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı on altı farklı değere karşılık çıkışta Q hattına aktarılacaktır. Seçicilerin aldığı $(1100)_2$ ikili değere karşılık D12, $(1101)_2$ değerine karşılık D13, $(0101)_2$ değerine karşılık D4 ve $(0111)_2$ değerine karşılık D7 verisi Q çıkışına aktarılmıştır.

Tablo 9.19: On Altıdan Bire Çoklayıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER				VERİ ÇIKIŞI
	S3	S2	S1	S0	Q
0	0	0	0	0	D0
1	0	0	0	1	D1
2	0	0	1	0	D2
3	0	0	1	1	D3
4	0	1	0	0	D4
5	0	1	0	1	D5
6	0	1	1	0	D6
7	0	1	1	1	D7
8	1	0	0	0	D8
9	1	0	0	1	D9
10	1	0	1	0	D10
11	1	0	1	1	D11
12	1	1	0	0	D12
13	1	1	0	1	D13
14	1	1	1	0	D14
15	1	1	1	1	D15



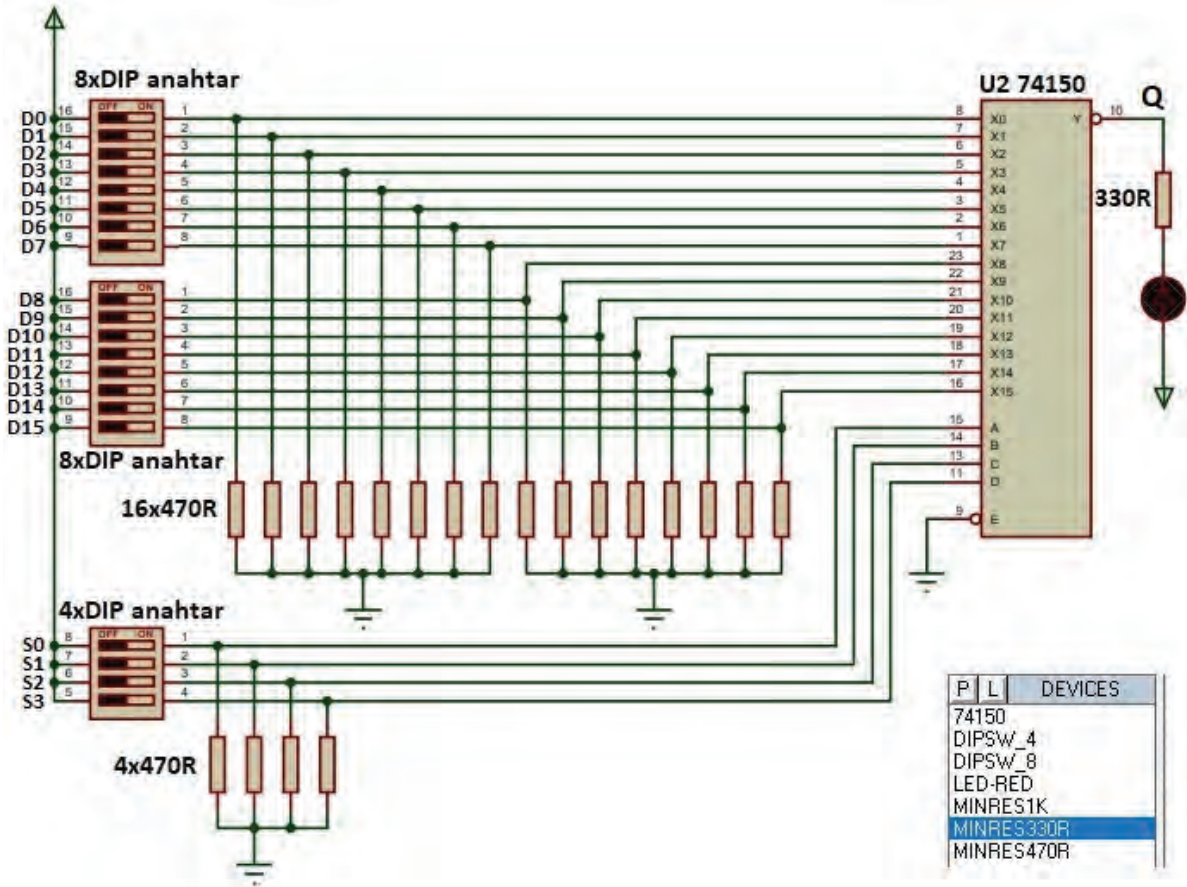
10. UYGULAMA

On Altıdan Bire Multiplexer (Çoklayıcı) Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda on altıdan bire çoklayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.28’de verilen on altıdan bire çoklayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.28: On altıdan bire çoklayıcı devresi

- 3. Adım:** D0 girişine bağlı DIP anahtarlarını “OFF” pozisyonuna alarak X0 girişine lojik 1 uygulayınız.
- 4. Adım:** S0, S1, S2 ve S3 girişlerinden sırasıyla $(0000)_2$ ile $(1111)_2$ arası veri seçici kodlarını girerek Q çıkışının hangi ikili kodda lojik 1 olduğunu bulunuz.

5. Adım: Tablo 9.20'ye bulduğunuz duruma ait S0, S1, S2 ve S3 veri seçici girişinin yanına D0 yazınız. D0 anahtarını "ON" pozisyonuna alarak X0 girişine lojik 0 uygulayınız.

Tablo 9.20: On Altıdan Bire Çoklayıcı Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER				VERİ ÇIKIŞI
	S3	S2	S1	S0	Q
0	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	
2	0	0	1	0	
3	0	0	1	1	
4	0	1	0	0	
5	0	1	0	1	
6	0	1	1	0	
7	0	1	1	1	
8	1	0	0	0	
9	1	0	0	1	
10	1	0	1	0	
11	1	0	1	1	
12	1	1	0	0	
13	1	1	0	1	
14	1	1	1	0	
15	1	1	1	1	

6. Adım: 3. Adım, 4. Adım, 5. Adım'da verilen işlemleri D1'den D15'e kadar tekrarlayıp Tablo 9.20'yi doldurunuz.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

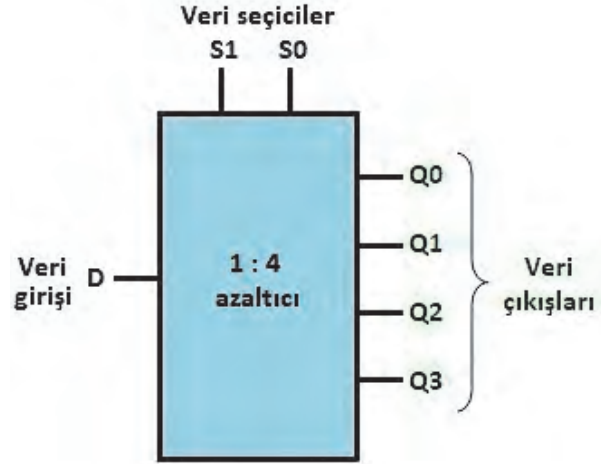
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.20'de verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.4. AZALTICI (DEMULTIPLEXER) UYGULAMALARI

Elektronikte, veri dağıtıcı olarak da bilinen **azaltıcı**, bir adet analog veya dijital giriş sinyalini veri seçiciler vasıtasıyla istenilen çıkış hattına yönlendiren elektronik devrelerdir. Giriş sinyalinin dağıtımı, veri seçiciler adı verilen kontrol hatlarından sağlanır. Azaltıcılarda “n” adet veri seçiciler sayısına karşılık 2^n kadar çıkış hattı vardır. Azaltıcılarda amaç bir hat üzerinden taşınan çok sayıda veriyi istenilen bir hatta yönlendirmektir.

9.4.1. Birden Dörde Azaltıcı (1 : 4 Demultiplexer)

Birden dörde azaltıcı, girişe uygulanan veriyi iki adet veri seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki dört farklı hattan seçilene aktaran sayısal devredir (Görsel 9.29).



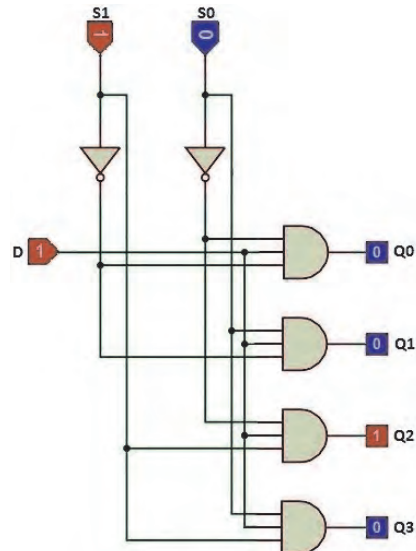
Görsel 9.29: Birden dörde azaltıcı

Tablo 9.21: Birden Dörde Azaltıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER		VERİ ÇIKIŞI			
	S1	S0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	D
1	0	1	0	0	D	0
2	1	0	0	D	0	0
3	1	1	D	0	0	0

Tablo 9.21’e dikkat edilecek olursa azaltıcı girişine uygulanan veri, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı dört farklı değere karşılık çıkışta Q0-Q3 hatlarından birine aktarılacaktır. Veri girişinden gelen D verisi, seçicilerin aldığı $(00)_2$ ikili değere karşılık Q0, $(01)_2$ değerine karşılık Q1, $(10)_2$ değerine karşılık Q2 ve $(11)_2$ değerine karşılık Q3 hattına yönlendirilmiştir.

Görsel 9.30’da gösterilen birden dörde azaltıcı lojik devresine dikkat edilecek olursa “D” verisi veri seçicilere uygulanan $(10)_2$ değerine karşılık, Q2 çıkış hattına yönlendirilmiştir.



Görsel 9.30: Birden dörde azaltıcı lojik devresi



11. UYGULAMA

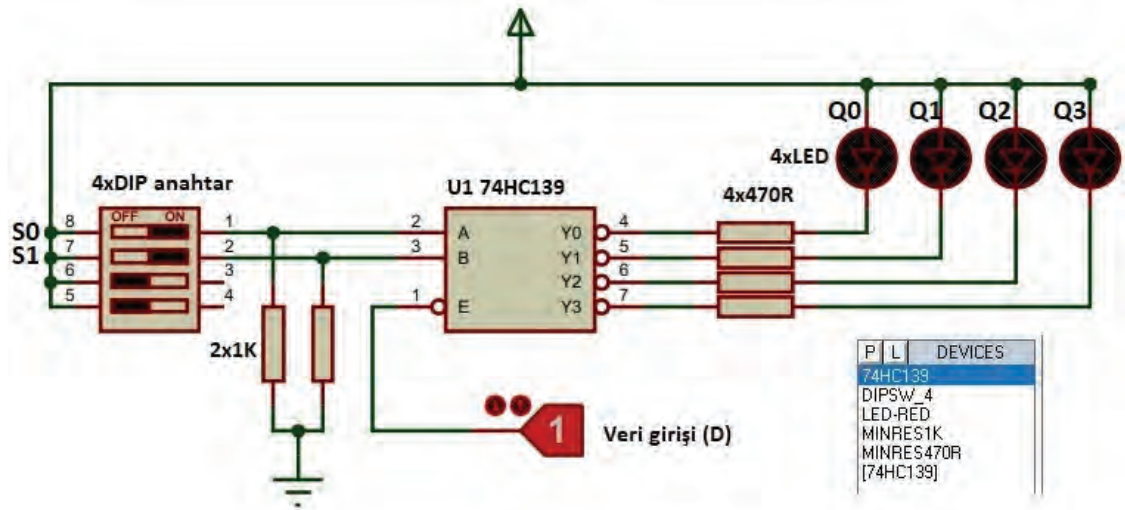
Birden Dörde Demultiplexer (Azaltıcı) Devresi Karmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda birden dörde azaltıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 9.31’de verilen birden dörde azaltıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.31: Birden dörde azaltıcı devresi

3. Adım: DIP anahtarlardan S0 ve S1 girişlerine $(00)_2$ veri seçici kodunu giriniz. Veri girişinden gelen verinin Y0 ile Y3 arası hangi çıkışa aktarıldığını bulunuz.

4. Adım: Tablo 9.22’ye bulduğunuz duruma ait S0 ve S1 veri seçici girişinin yanına D yazınız.

Tablo 9.22: Birden Dörde Azaltıcı Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER		VERİ ÇIKIŞI			
	S1	S0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0				
1	0	1				
2	1	0				
3	1	1				

5. Adım: 3. Adım ve 4. Adım’da verilen işlemleri $(01)_2$, $(10)_2$, $(11)_2$ veri seçici kodları için tekrarlayınız. Bulduğunuz durumlar ile Tablo 9.22’yi doldurunuz.

6. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

7. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

**DEĞERLENDİRME**

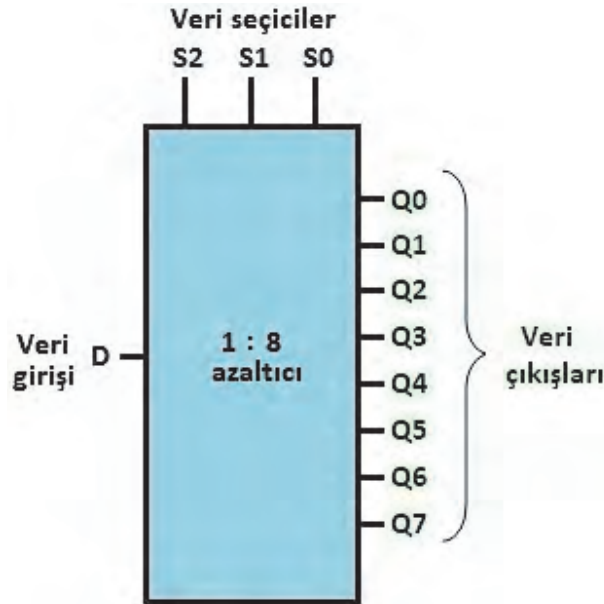
Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

**KONTROL LİSTESİ**

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.22’de verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.4.2. Birden Sekize Azaltıcı (1 : 8 Demultiplexer)

Birden sekize azaltıcı, girişe uygulanan veriyi üç adet veri seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki sekiz farklı hattan seçilene aktaran sayısal devredir (Görsel 9.32).



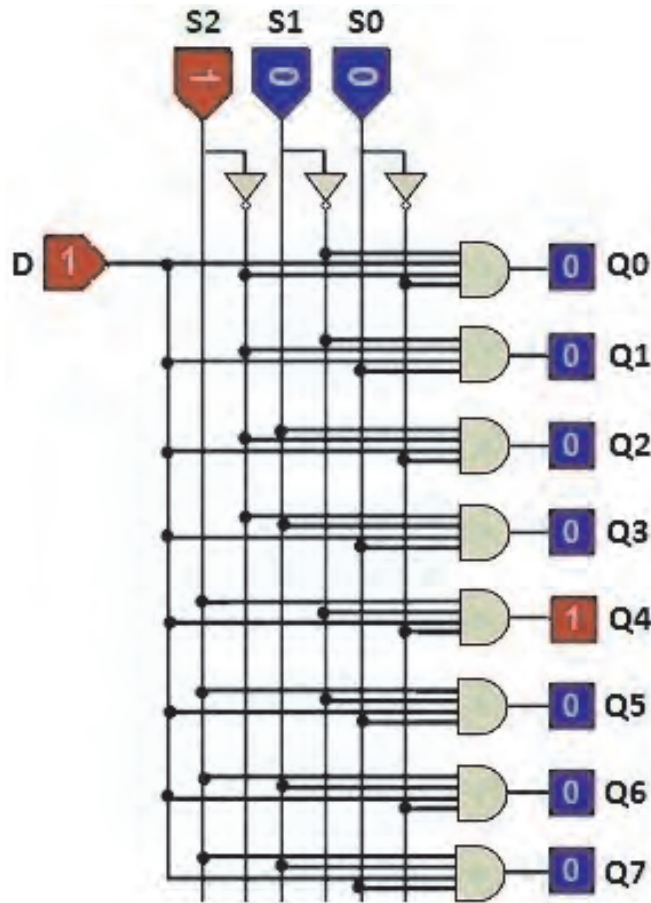
Görsel 9.32: Birden sekize azaltıcı

Tablo 9.23'e dikkat edilecek olursa azaltıcı girişine uygulanan veri S2, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı sekiz farklı değere karşılık çıkışta Q0-Q7 hatlarından birine aktarılacaktır. Veri girişinden gelen D verisi, seçicilerin aldığı $(100)_2$ ikili değere karşılık Q4, $(101)_2$ değerine karşılık Q5, $(010)_2$ değerine karşılık Q2 ve $(011)_2$ değerine karşılık Q3 hattına yönlendirilmiştir.

Tablo 9.23: Birden Sekize Azaltıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER			VERİ ÇIKIŞI							
	S2	S1	S0	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	D	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	D	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0	D	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0	D	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	D	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	D	0	0	0	0	0	0	0

Görsel 9.33'te gösterilen birden sekize azaltıcı devresine dikkat edilecek olursa "D" verisi veri seçicilere uygulanan $(100)_2$ değerine karşılık, Q4 çıkış hattına yönlendirilmiştir.



Görsel 9.33: Birden sekize azaltıcı devre



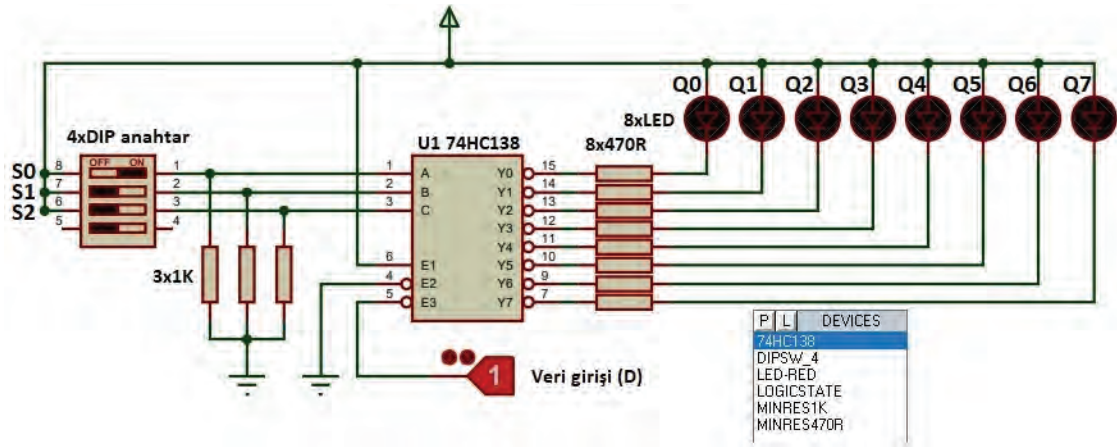
12. UYGULAMA

Birden Sekize Demultiplexer (Azaltıcı) Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda birden sekize azaltıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.34'te verilen birden sekize azaltıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.34: Birden sekize azaltıcı devresi

- 3. Adım:** DIP anahtarlardan S0, S1 ve S2 girişlerine $(000)_2$ veri seçici kodunu giriniz. Veri girişinden gelen verinin Y0 ile Y7 arası hangi çıkışa aktarıldığını bulunuz.
- 4. Adım:** Tablo 9.24'e bulduğunuz duruma ait S0, S1 ve S2 veri seçici girişinin yanına "D" yazınız.

Tablo 9.24: Birden Sekize Azaltıcı Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER			VERİ ÇIKIŞI							
	S2	S1	S0	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0								
1	0	0	1								
2	0	1	0								
3	0	1	1								
4	1	0	0								
5	1	0	1								
6	1	1	0								
7	1	1	1								

- 5. Adım:** 3. Adım ve 4. Adım'da verilen işlemleri $(001)_2$ ile $(111)_2$ arası veri seçici kodları için tekrarlayınız. Bulduğunuz durumlar ile Tablo 9.24'ü doldurunuz.
- 6. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

7. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.24'te verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

9.4.3. Birden On Altıya Azaltıcı (1 : 16 Demultiplexer)

Birden on altıya azaltıcı, girişe uygulanan veriyi dört adet veri seçicinin yönlendirmesi ile çıkıştaki on altı farklı hattan seçilene aktaran sayısal devredir (Görsel 9.35).



Görsel 9.35: Birden on altıya azaltıcı

Tablo 9.25'e dikkat edilecek olursa azaltıcı girişine uygulanan veri S3, S2, S1 ve S0 seçicilerinin alacağı on altı farklı değere karşılık çıkışta Q0-Q15 hatlarından birine aktarılacaktır. Veri girişinden gelen D verisi, seçicilerin aldığı $(1001)_2$ ikili değere karşılık Q9, $(1010)_2$ değerine karşılık Q10, $(0110)_2$ değerine karşılık Q6 ve $(0111)_2$ değerine karşılık Q7 hattına yönlendirilmiştir.

Tablo 9.25: Birden On Altıya Azaltıcı Doğruluk Tablosu

	VERİ SEÇİCİLER				VERİ ÇIKIŞI															
	S3	S2	S1	S0	Q15	Q14	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	1	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	0	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



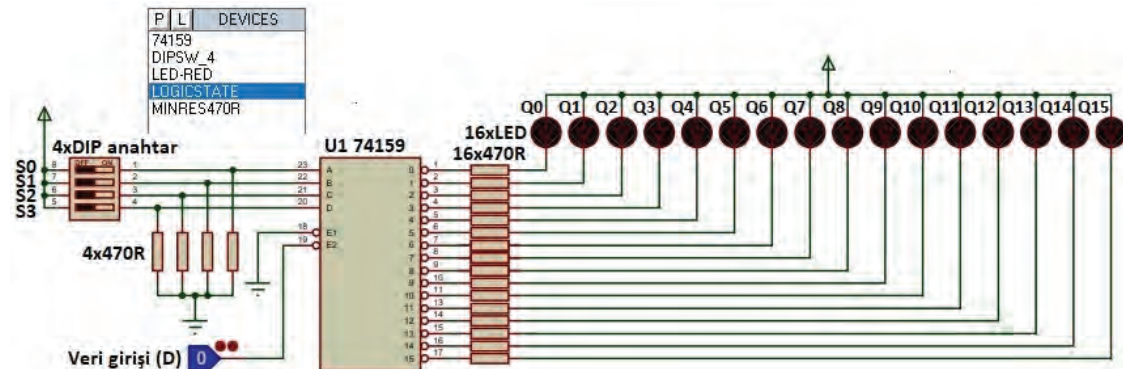
13. UYGULAMA

Birden On Altıya Demultiplexer (Azaltıcı) Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda birden on altıya azaltıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 9.36'da verilen birden on altıya azaltıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 9.36: Birden on altıya azaltıcı devresi

3. Adım: DIP anahtarlardan S0, S1, S2 ve S3 girişlerine $(0000)_2$ veri seçici kodunu giriniz. Veri girişinden gelen verinin Y0 ile Y15 arası hangi çıkışa aktarıldığını bulunuz.

4. Adım: Tablo 9.26'ya bulduğunuz duruma ait S0, S1, S2 ve S3 veri seçici girişinin yanına "D" yazınız.

Tablo 9.26: Birden On Altıya Azaltıcı Devresi Doğruluk Tablosu Uygulaması

	VERİ SEÇİCİLER				VERİ ÇIKIŞI															
	S3	S2	S1	S0	Q15	Q14	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0																
1	0	0	0	1																
2	0	0	1	0																
3	0	0	1	1																
4	0	1	0	0																
5	0	1	0	1																
6	0	1	1	0																
7	0	1	1	1																
8	1	0	0	0																
9	1	0	0	1																
10	1	0	1	0																
11	1	0	1	1																
12	1	1	0	0																
13	1	1	0	1																
14	1	1	1	0																
15	1	1	1	1																

5. Adım: 3. Adım ve 4. Adım'da verilen işlemleri $(0001)_2$ ile $(1111)_2$ arası veri seçici kodları için tekrarlayınız. Bulduğunuz durumlar ile Tablo 9.26'yı doldurunuz.

6. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

7. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 9.26'da verilen veri çıkışı doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) BCD kodlayıcı 0-9 arası sayıların ikili karşılığını gösterir.
2. (.....) On altılı kodlayıcı 0-16 arası sayıların ikili karşılığını gösterir.
3. (.....) Ortak anot yedi segment displayde, ortak bacağa artı voltaj bağlanır.
4. (.....) Çoğaltıcı, tek hattan gelen veriyi birden çok hatta dağıtır.
5. (.....) Azaltıcı, girişine uygulanan verileri birden çok hatta dağıtır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Onlu sistemdeki 9 sayısının BCD koddaki karşılığı sayıdır.
7. İki den dörde kod çözücüde adet veri çıkışı vardır.
8. Dörtten bire çoklayıcıda, $S_0 = 0$ ve $S_1 = 1$ ise veri çıkışı aktif olur.
9. On altıdan bire çoklayıcıda, $S_0 = 0$, $S_1 = 1$, $S_2 = 1$ ve $S_3 = 1$ ise veri çıkışı aktif olur.
10. Birden sekize azaltıcıda adet veri çıkışı vardır.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. BCD kodlayıcıda onlu 8 sayısının ikili karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $(0100)_2$
- B) $(0110)_2$
- C) $(1000)_2$
- D) $(1001)_2$
- E) $(1111)_2$

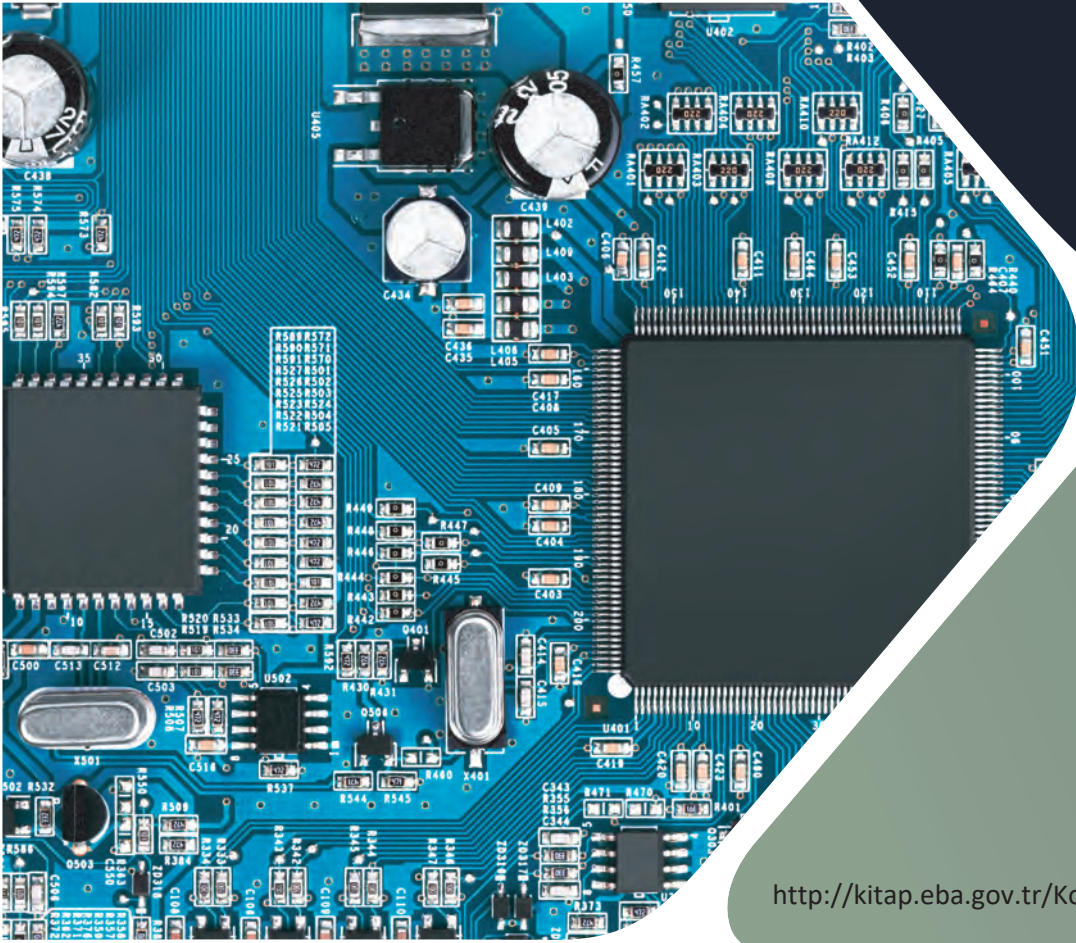
12. 7447 entegresi aşağıda verilen sayı sistemlerinden hangisinin sayısını 7 segment displayde gösterir?

- A) BCD
- B) BCH
- C) BCO
- D) On altılı
- E) Sekizli

13. Ortak anot displayi sürmek için aşağıdaki entegrelerden hangisi kullanılır?

- A) 7404
- B) 7408
- C) 7447
- D) 7448
- E) 7474

14. Dörtten bire çoklayıcıda $S_0 = 0$ ve $S_1 = 1$ ise aşağıdaki çıkışlardan hangisi aktif hâle gelir?
- A) D0
 - B) D1
 - C) D2
 - D) D3
 - E) D4
15. Birden sekize azaltıcıda $S_0 = 1$, $S_1 = 1$ ve $S_2 = 1$ ise aşağıdaki çıkışlardan hangisi aktif hâle gelir?
- A) Q3
 - B) Q4
 - C) Q5
 - D) Q6
 - E) Q7



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27804>

10.

ÖĞRENME BİRİMİ

FLİP - FLOPLAR

KONULAR

- 10.1. OSİLATÖR SEÇME
- 10.2. ENTEGRE ve KRİSTAL İLE OSİLATÖR DEVRELERİ YAPMA
- 10.3. FLİP-FLOP UYGULAMALARI YAPMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Osilatör seçme
- Entegre ve kristal osilatör devreleri yapma
- Flip-flop uygulamaları yapma

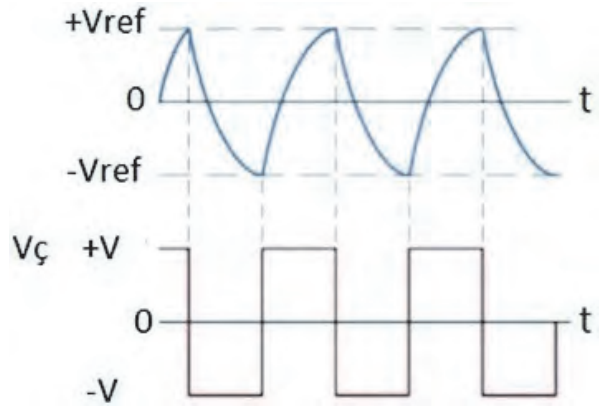
TEMEL KAVRAMLAR

- 555 entegre
- Flip-flop
- Kristal
- Osilatör

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. DC gerilimi AC gerilime çevirme ihtiyacının sebebi sizce nedir?
2. Elektronik devrelerde süre saydırmak için hangi devre elemanları kullanılabilir?
3. Elektronik devreler ile veri saklamak istenirse nasıl bir devre tasarlanmalıdır?

R_1 direnci ve C_1 kondansatörü devrenin çalışma frekansını belirler. R_2 ve R_3 dirençleri işlemsel yükseltecin tetikleme referans gerilimini belirler. V_{ref} ve V_{χ} dalga şekilleri arasındaki bağlantı Görsel 10.3'te görülmektedir.



Görsel 10.3: V_{ref} ve V_{χ} dalga şekilleri



1. UYGULAMA

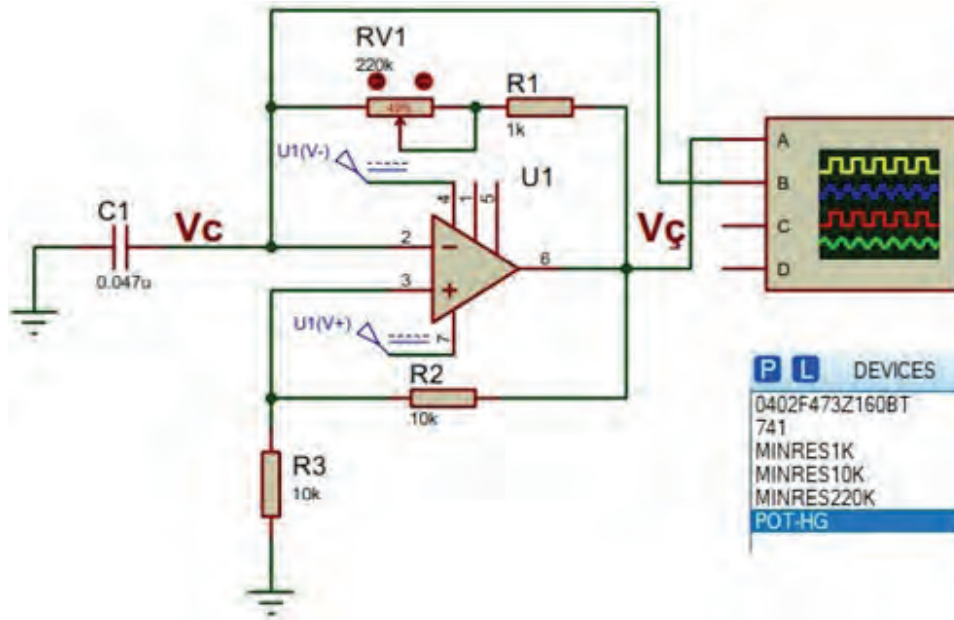
İşlemsel Yükselteç ile Kare Dalga Osilatör Yapmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda işlemsel yükselteç ile kare dalga osilatör devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

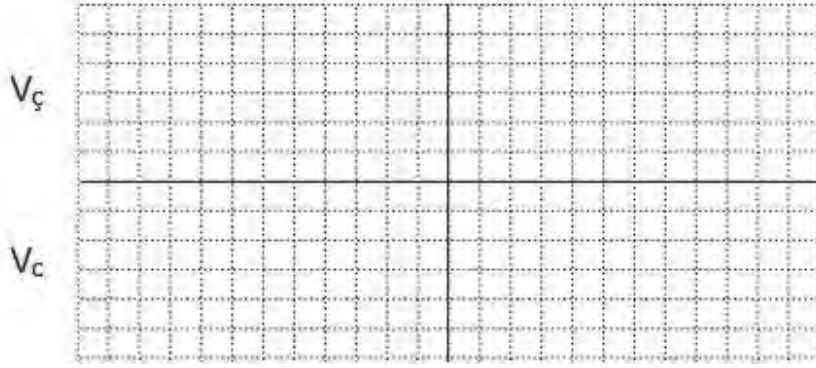
2. Adım: Görsel 10.4'te verilen işlemsel yükselteç ile kare dalga osilatör uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 10.4: İşlemsel yükselteçli kare dalga osilatör devresi

3. Adım: U1 entegresinin 4 No.lu bacağına -12 volt, 7 No.lu bacağına 12 volt DC güç kaynağına bağlayınız.

4. Adım: Simülasyon başlatıp osiloskop ekranında V_c ile V_{ϕ} sinyallerini görünüz. Gördüğünüz dalga şekillerini Görsel 10.5'te verilen çizim alanına çiziniz.



Görsel 10.5: İşlemsel yükselteçli kare dalga osilatör devresi dalga şekilleri

5. Adım: RV1 potansiyometresinin değerini artırıp dalga şeklinin değişimini gözlemleyiniz.

6. Adım: RV1 potansiyometresinin değerini azaltıp dalga şeklinin değişimini gözlemleyiniz.

7. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

8. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Görsel 10.5'e dalga şekilleri doğru çizildi.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

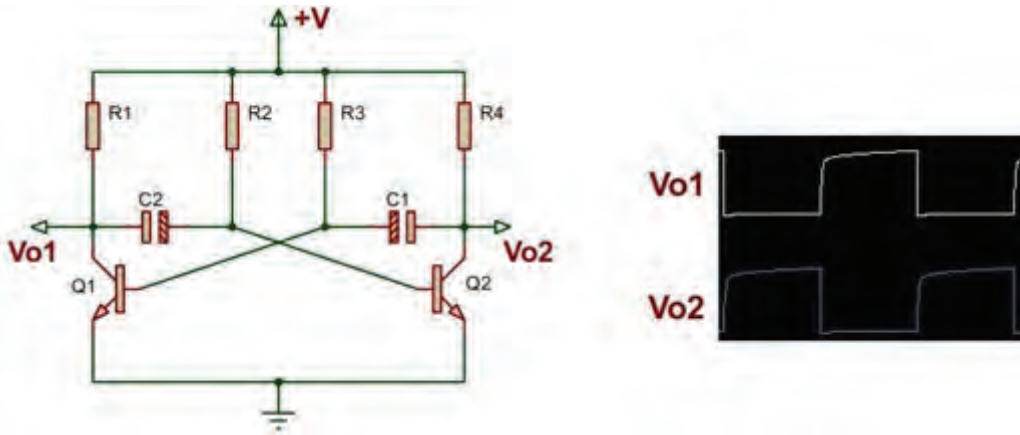
10.1.2. Multivibratör

Devreye dışarıdan bir tetikleme sinyali (kare dalga, pals) uygulandığında veya kendi devresi üzerinden aldığı tetikleme sinyaline göre durum değiştiren devrelere **multivibratör** denir. Multivibratör; kare dalga osilatörü, zamanlayıcı, hafıza elemanı olarak kullanılır. Multivibratör; kararsız multivibratör, çift kararlı multivibratör ve tek kararlı multivibratör olmak üzere üçe ayrılır.

10.1.2.1. Kararsız Multivibratör (Astable Multivibratör)

DC besleme gerilimi uygulandığında zamanlama elemanlarının belirlediği sürelerde durum değiştiren devrelere **kararsız multivibratör devresi** denir. Devre çıkışından belirli bir frekansta kare dalga görülür. Kararsız olmasından çıkış 0 volt (lojik 0) ile +V (lojik 1) arasında sürekli durum değiştirir.

Görsel 10.6'da görülen kararsız multivibratör devresi, besleme gerilimi uygulandığı andan itibaren çıkışlarından kare dalga üretir. Kararsız multivibratör devresinin V_{O1} ve V_{O2} olmak üzere iki adet çıkışı vardır. Herhangi bir anda çıkışlardan biri 0 volt (lojik 0) seviyesinde iken diğer çıkış +V (lojik 1) seviyesindedir. Her iki çıkıştan da kare dalga üretilir.



Görsel 10.6: Transistörlü kararsız multivibratör devresi

Görsel 10.6'da verilen devreye DC gerilim uygulandığında, ilk anda Q_1 transistörünün kesimde ve Q_2 transistörünün iletimde olduğu kabul edilir. Bu aşamada C_2 kondansatörü deşarj ve C_1 kondansatörü şarj olmuş durumdadır. C_2 kondansatörü R_1 direnci üzerinden şarja, C_1 kondansatörü R_3 direnci üzerinden deşarja başlar. Bir süre sonra C_1 kondansatörü Q_1 transistörünü iletime geçirecek şekilde deşarj, C_2 kondansatörü Q_2 transistörünü kesime götürecektir şekilde şarj olur. İkinci aşamada C_1 kondansatörü deşarj ve C_2 kondansatörü şarj olmuş durumdadır. C_1 kondansatörü R_4 direnci üzerinden şarja, C_2 kondansatörü R_2 direnci üzerinden deşarja başlar. Bir süre sonra C_2 kondansatörü Q_2 transistörünü iletime geçirecek şekilde deşarj, C_1 kondansatörü Q_1 transistörünü kesime götürecektir şekilde şarj olur. Bu şekilde kararsız multivibratör devresinin sürekli çalışmasıyla kare dalga elde edilir.

Transistörlerin iletimde olma süreleri kondansatörlerin deşarj sürelerine bağlıdır. Kararsız multivibratörün osilasyon periyodu;

$$T = (0.7) \times (R_2 \times C_2 + R_3 \times C_1)$$

süresi ile belirlenir.



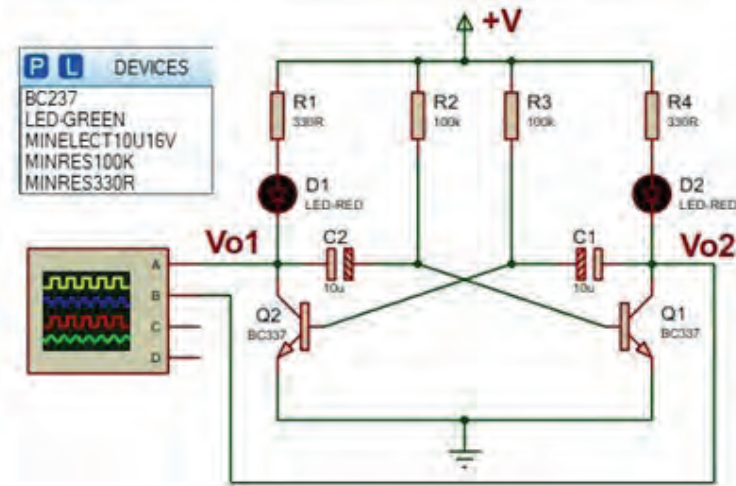
2. UYGULAMA

Kararsız Multivibratör Devresi Yapmak

Süre: 20 dk

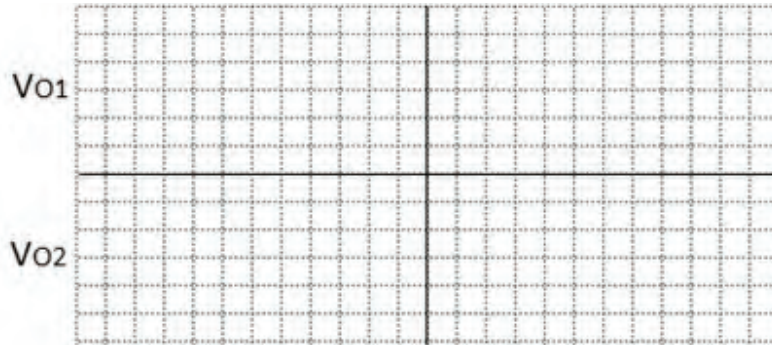
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda kararsız multivibratör devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 10.7’de verilen kararsız multivibratör uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 10.7: Kararsız multivibratör devresi

- 3. Adım:** Simülasyon başlatıp osiloskop ekranında V_{o1} ile V_{o2} sinyallerini görünüz. Gördüğünüz sinyallerin dalga şekillerini Görsel 10.8’de verilen çizim alanına çiziniz.



Görsel 10.8: Kararsız multivibratör dalga şekilleri

- 4. Adım:** Kararsız multivibratör dalga şeklinin periyodunu (T) hesaplayınız.

T=

- 5. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 6. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

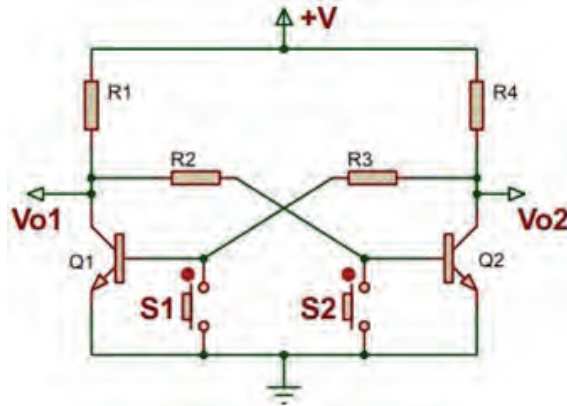


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Görsel 10.8'e dalga şekilleri doğru çizildi.		
5. Periyot hesabı doğru yapıldı.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

10.1.2.2. Çift Kararlı Multivibratör (Bistable Multivibratör)

Devreye dışarıdan bir tetikleme sinyali gelmediği sürece durumlarını koruyan devrelere **çift kararlı multivibratör** adı verilir. Bu devrelerde, hangi girişten tetikleme sinyali uygulanırsa o girişe ait transistörün çıkış gerilimi 0 volt (lojik 0) seviyesine düşer. Diğer transistörün kolektör gerilimi +V besleme geriliminde (lojik 1) kalır. Devreye yeni bir kare dalga uygulanıncaya kadar bu konumunu korur (Görsel 10.9).



Görsel 10.9: Çift kararlı multivibratör devresi

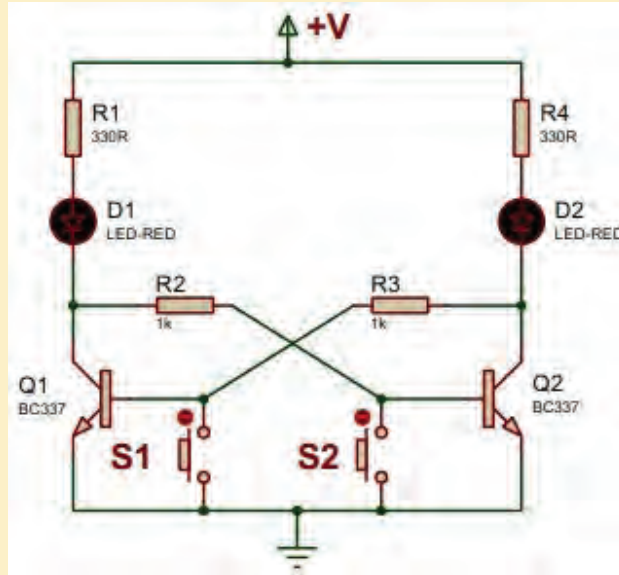
Görsel 10.9'da gösterilen çift kararlı multivibratör devresinde, S_1 butonuna basıldığında Q_1 transistörünün beyzine 0 volt (lojik 0) sinyali verilir. Q_1 transistörü kesime, Q_2 transistörü iletime geçer.

Bu durumda çıkışlar, V_{O2} çıkışı, 0 volt ve V_{O1} çıkışı, +V olur. Çıkışlar, bir sonraki tetikleme sinyaline kadar durumlarını korur. Devrenin konumunu değiştirmek için S2 butonuna basılırsa Q_2 transistörünün beyzine 0 volt (lojik 0) sinyali verilir. Bu durumda Q_2 transistörü kesime, Q_1 transistörü doyuma gideceğinden, çıkışlar durum değiştirerek V_{O2} çıkışı, +V ve V_{O1} çıkışı 0 volt olur. Bir sonraki tetikleme sinyaline kadar çıkışlar bu durumlarını korur.



SIRA SİZDE

Görsel 10.10'da gösterilen çift kararlı multivibratör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.

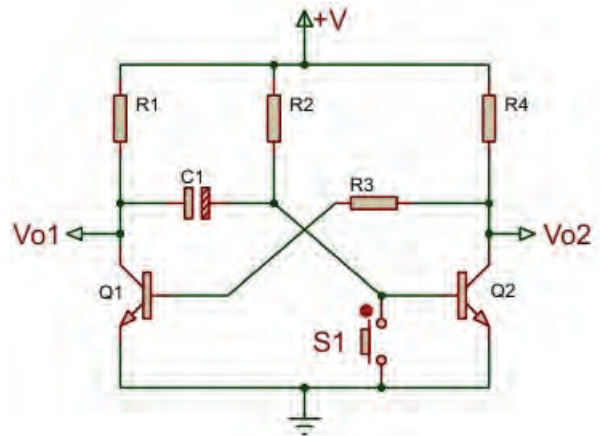


Görsel 10.10: Çift kararlı multivibratör uygulama devresi

10.1.2.3. Tek Kararlı Multivibratör (Monostable Multivibratör)

Devre girişine tetikleme sinyali uygulandığında durum değiştiren, zamanlama elemanlarınca belirlenen süre sonuna kadar durumunu koruyan ve belirlenen süre sonunda tekrar ilk durumuna dönen devrelere **tek kararlı multivibratör devresi** denir (Görsel 10.11).

Görsel 10.11'de görülen tek kararlı multivibratör devresine dışarıdan herhangi bir tetikleme sinyali verilmediği sürece Q_1 kesimde, Q_2 iletimdedir. S_1 butonuna basıldığında Q_2 transistörünün beyzine 0 volt (lojik 0) sinyali verilir. Q_2 transistörü kesime, Q_1 transistörü iletime geçer. Bu durumda çıkışlar $VO1$ çıkışı 0 volt (lojik 0) ve $VO2$ çıkışı +V (lojik 1) olacaktır. Q_1 iletimde iken C1 kondansatörü önce deşarj sonra Q_2 transistörünü iletime geçirenceye



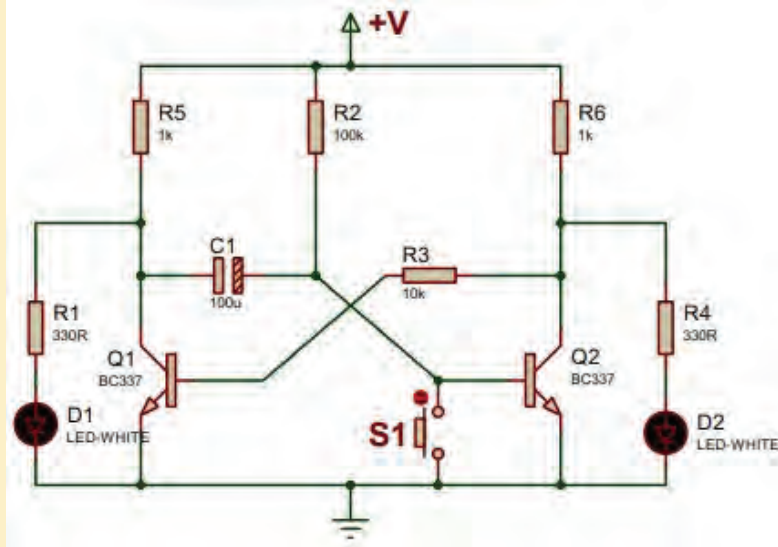
Görsel 10.11: Tek kararlı multivibratör devresi

kadar şarj olur. Q2 transistörü iletime geçinceye kadar VQ1 çıkışı 0 volt (lojik 0) olarak kalmaya devam eder. Q2 iletime geçtikten sonra VO1 çıkışı +V (lojik 1) olur.



SIRA SİZDE

Görsel 10.12’de gösterilen tek kararlı multivibratör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.



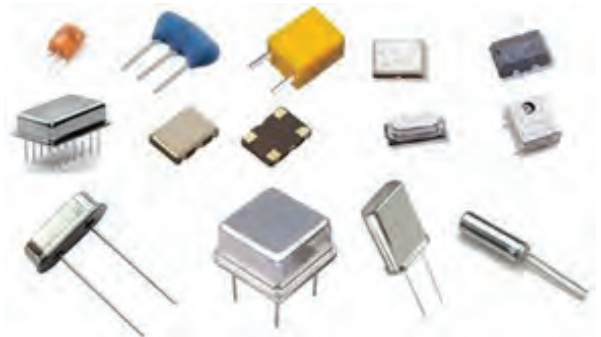
Görsel 10.12: Tek kararlı multivibratör uygulama devresi

10.2. ENTEGRE VE KRİSTAL İLE OSİLATÖR DEVRELERİ YAPMA

İşlemsel yükselteç ve multivibratörler dışında da osilatör devreleri kurulur. Kristal ve bazı entegre devreler kullanılarak osilatör devreleri yapılır.

10.2.1. Kristal Osilatör

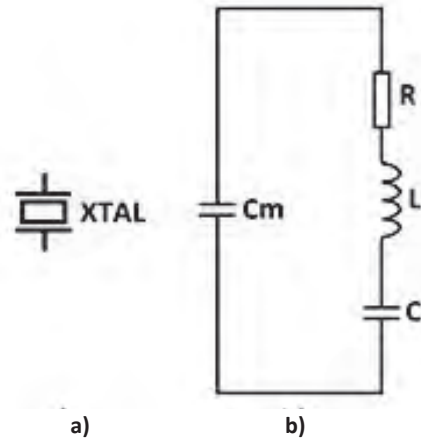
Osilatör devrelerinde kararlı bir çalışma frekansını sağlayabilmek için **piezoelektrik kristal** adı verilen quartz (kuvartz) kristali kullanılır. Kuvartz kristallerinden piezoelektrik özellikli olanlar üzerine AC gerilim uygulandığında belirli bir frekansta titreşim oluşturur. Titreşim frekansı kristalin fiziksel boyutları ve kesitine bağlıdır. Bunun dışında kristal üzerinde titreşim olursa kristal gerilim üretir. Kristal iki farklı yöntemle kullanılabilir. Frekans kaymasının istenmediği, özellikle yüksek frekanslı hassas elektronik devrelerde osilatör devresi kristalden tasarlanır. Kristal ile tasarlanan osilatörlere **kristal osilatör** denir. Görsel 10.13’te değişik kristal modelleri görülmektedir.



Görsel 10.13: Çeşitli kristal görünüşleri

Görsel 10.14:a'da kristalin sembolü ve Görsel 10.14:b'de kristaline eş değer devresi görülmektedir. Kristal eş değer devresi, seri ve paralel RLC devresidir. Bu sebepten kristal hem seri rezonans hem de paralel rezonans çalışır. Seri rezonans devresi R, L ve C elemanlarından oluşurken paralel rezonans, C_m , R, L ve C elemanlarından oluşur.

Kristal osilatörler, hem transistörlü hem de entegreli olarak tasarlanabilir.



Görsel 10.14: a) Kristal sembolü b) Kristal eş değer devresi

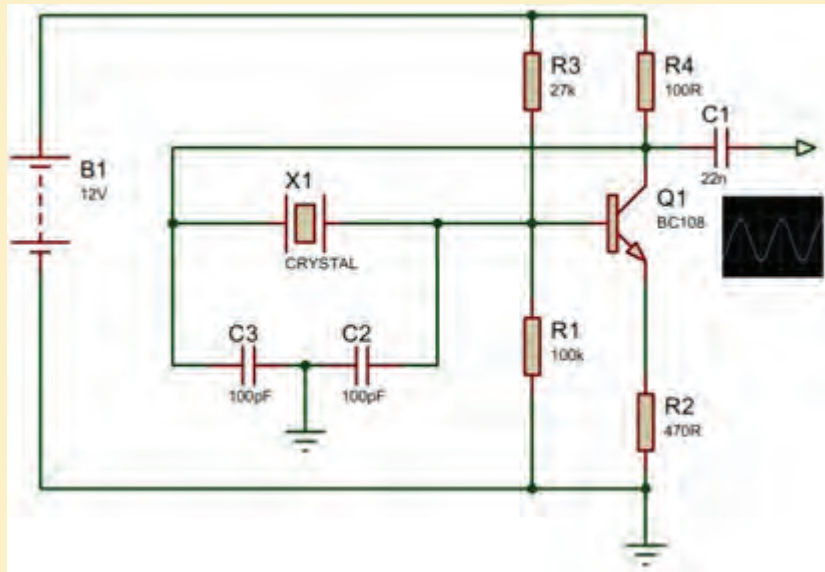
10.2.1.1. Transistörlü Kristal Osilatör

Görsel 10.15'te paralel rezonans modunda çalışan kristal osilatör devresi görülmektedir. Kristal, paralel rezonans frekansında maksimum empedansı göstereceğinden C_2 ve C_3 üzerinde gerilim maksimum olacak ve C_3 üzerinden Q_1 transistörün beyzine uygulanacaktır. R_3 ve R_1 gerilim bölücü olarak çalışmaktadır. R_2 direnci kazanç kontrolünü sağlar. V_{O1} çıkışından devre kazancına bağlı olarak dalga şekli elde edilir.



SIRA SİZDE

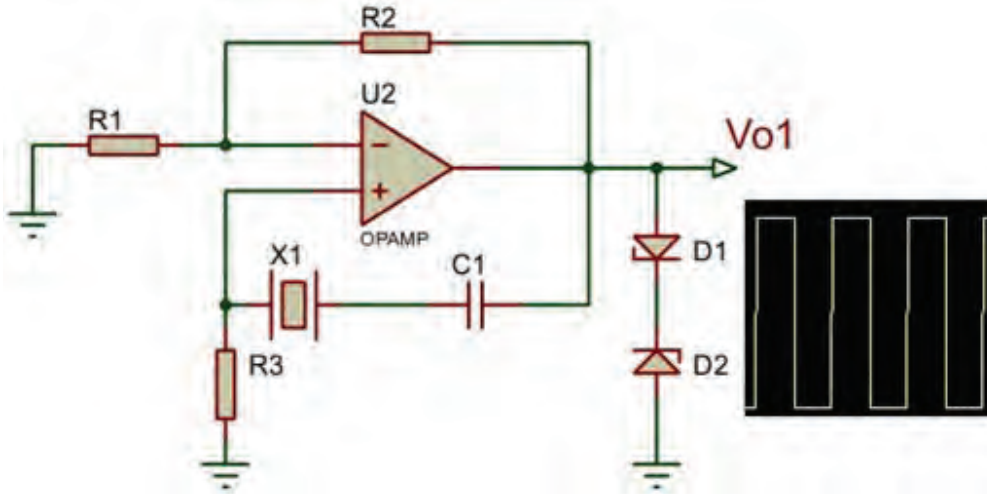
Görsel 10.15'te gösterilen transistörlü kristal osilatör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.



Görsel 10.15: Paralel rezonans modlu kristal osilatör

10.2.1.2. İşlemsel Yükselteçli Kristal Osilatör Devresi

Görsel 10.16'da seri rezonans modunda çalışan işlemsel yükselteçli kristal osilatör devresi görülmektedir. Devrede kristal, geri besleme yoluna seri bağlanmıştır. Devrenin gerilim kazancı R_2 ve R_1 dirençleri ile sağlanmıştır. V_{o1} çıkışına bağlı zener diyotlar çıkış sinyalinin sabit bir gerilim bandında düzgün kare dalga olmasını sağlar.

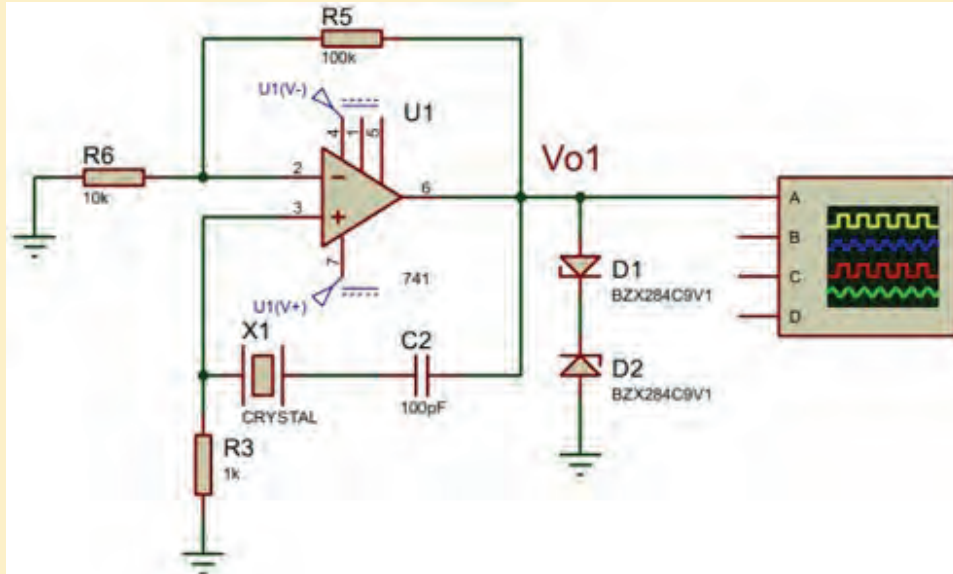


Görsel 10.16: İşlemsel yükselteçli kristal osilatör devresi



SIRA SİZDE

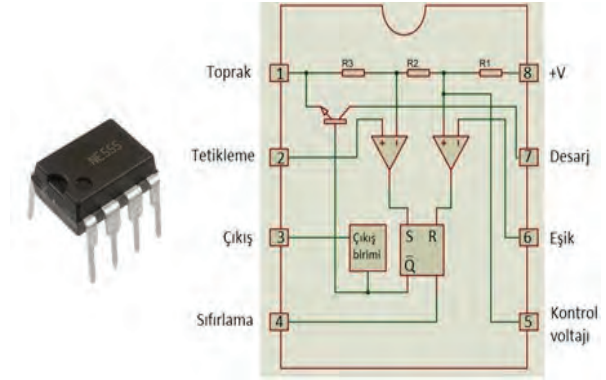
Görsel 10.17'de gösterilen işlemsel yükselteçli kristal osilatör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.



Görsel 10.17: İşlemsel yükselteçli kristal osilatör uygulama devresi

10.2.2. 555 Entegresinin Osilatör Olarak Kullanılması

555 entegresi; zamanlayıcı, osilatör olarak ve PWM (darbe kod modülasyon) sinyali üretmek için kullanılan genel amaçlı entegre devredir. Zamanlama aralığı mikrosaniyeler ile saatler arasındadır. Çıkış frekansı ayarlanabilir. İç yapısında işlemsel yükselteç, flip-flop, direnç, transistör vb. elektronik devre elemanları vardır. Entegre görünüşü ve iç yapısı Görsel 10.18’de görülmektedir.

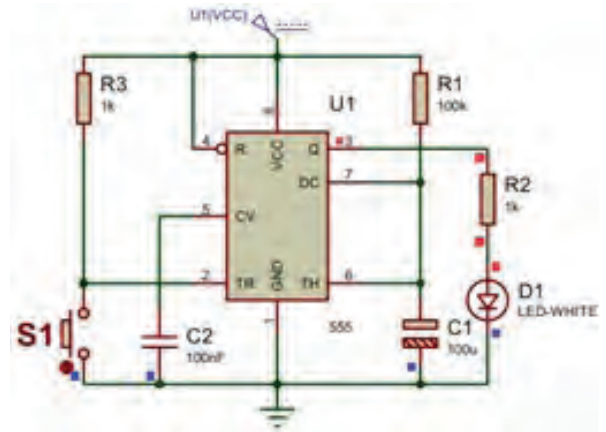


Görsel 10.18: 555 entegre görünüşü ve iç yapısı

Görsel 10.18’deki 555 entegre iç yapısına bakılırsa devrede iki adet karşılaştırıcı (işlemsel yükseltecin karşılaştırıcı olarak kullanılması), bir adet R-S flip-flop, bir adet transistör ve üç adet direnç olduğu görülür. Devredeki dirençler birbirlerine eşittir. Dirençler besleme gerilimini üç eşit gerilim değerine böler. Eşik girişine bağlı karşılaştırıcı referans gerilim değeri $2V/3$ olurken tetikleme girişine bağlı karşılaştırıcı referans gerilim değeri $V/3$ olur. Bu referans gerilim değerlerine göre devre tasarımı yapılarak 555 entegresi osilatör, zamanlayıcı, PWM üretici gibi değişik uygulamalarda kullanılır. 555 entegresi kullanılarak tek kararlı, çift kararlı ve kararsız multivibratör tasarlanabilir.

10.2.2.1. 555 Entegresinin Tek Kararlı Multivibratör Olarak Çalıştırılması

Görsel 10.19’da 555 entegresinin tek kararlı multivibratör olarak çalıştırılması görülmektedir. S_1 butonuna basılıp bırakıldığında 555 entegresi tetikleme sinyali alır. Tetikleme sinyali ile devre çıkışında (üç nolu bacak) besleme gerilimi voltajı görülür yani çıkış lojik 1 olur. C_1 kondansatörü R_1 üzerinden şarj olmaya başlar. C_1 kondansatörü $2V/3$ değerine şarj olduğunda devre çıkışı lojik 0 seviyesine düşer. Tetikleme sinyali gelmediği sürece devre çıkışı lojik 0 olarak kalmaya devam eder. Devrenin periyodu $T=(1,1) \cdot R_1 \cdot C_1$ formülü, frekansı $f = 1 / T$ formülü ile hesaplanır.



Görsel 10.19: 555 entegreli tek kararlı multivibratör devresi

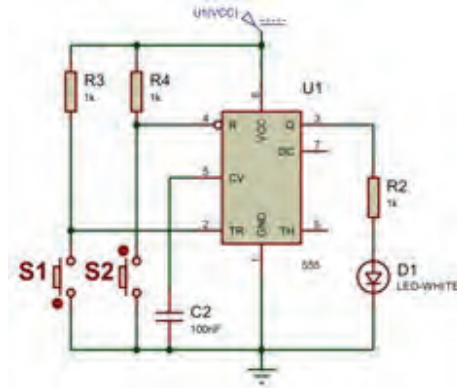


SIRA SİZDE

Görsel 10.19’da gösterilen 555 entegreli tek kararlı multivibratör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.

10.2.2.2. 555 Entegresinin Çift Kararlı Multivibratör Olarak Çalıştırılması

Görsel 10.20’de 555 entegresinin çift kararlı multivibratör olarak çalıştırılması görülmektedir. S_1 butonuna basılıp bırakıldığında 555 entegresi tetikleme sinyali alır. Tetikleme sinyali ile devre çıkışında (üç nolu bacak) besleme gerilimi voltajı görülür yani çıkış lojik 1 olur. S_2 butonuna basılıncaya kadar devre çıkışı lojik 1 seviyesinde kalmaya devam eder. S_2 butonuna basılırsa devre çıkışı lojik 0 seviyesine düşer.



Görsel 10.20: 555 entegreli çift kararlı multivibratör devresi

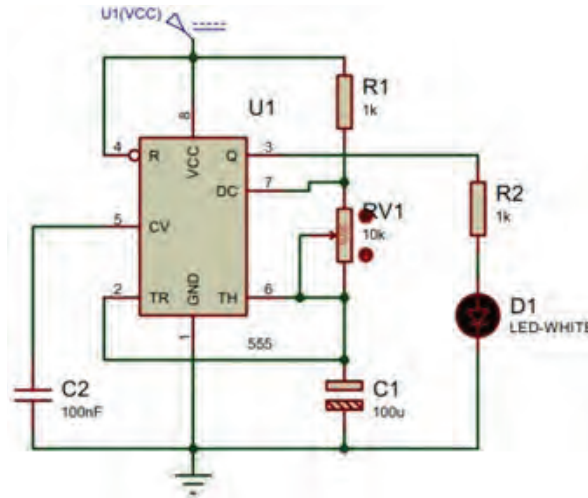


SIRA SİZDE

Görsel 10.20’de gösterilen 555 entegreli çift kararlı multivibratör devresini elektronik çizim programında çizip çalışmasını inceleyiniz.

10.2.2.3. 555 Entegresinin Kararsız Multivibratör Olarak Çalıştırılması

Görsel 10.21’de 555 entegresinin kararsız multivibratör olarak çalıştırılması görülmektedir.



Görsel 10.21: 555 entegreli kararsız multivibratör devresi

Devreye DC besleme kaynağı bağlanırsa 555 entegresi C_1 kondansatörü üzerinden tetikleme sinyali alır. Tetikleme sinyali ile devre çıkışında (üç nolu bacak) besleme gerilimi voltajı görülür yani çıkış lojik 1 olur. C_1 kondansatörü R_1 ve R_{V1} üzerinden şarj olmaya başlar. C_1 kondansatörü 2V/3 değerine şarj olduğunda devre çıkışı lojik 0 seviyesine düşer. C_1 kondansatörü R_{V1} üzerinden deşarja başlar. C_1 kondansatörü V / 3 değere geldiğinde 555 entegresi tekrar tetikleme sinyali alır. Devre çıkışında lojik 1 görülür. Bu işlem devre DC besleme kaynağına bağlı olduğu sürece devam eder. Devrenin periyodu:

$T = 0,7 \cdot (R_1 + R_{V1}) \cdot C_1$ formülü, frekansı $f = 1 / T$ formülü ile hesaplanır.



3. UYGULAMA

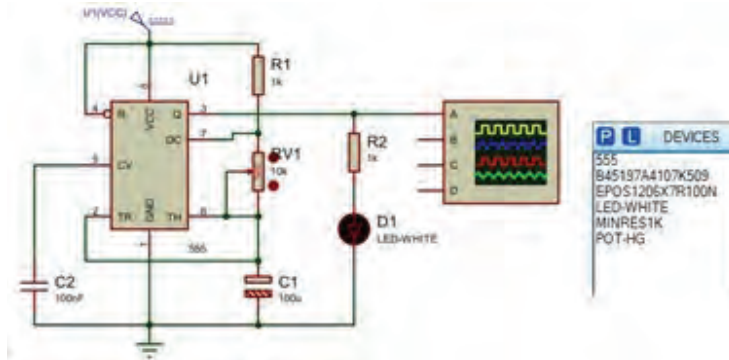
555 Entegresi ile Kararsız Multivibratör Devresi Yapmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda 555 entegresi ile kararsız multivibratör devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

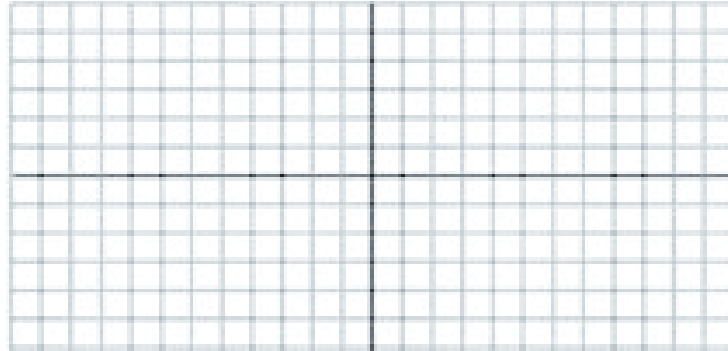
1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 10.22’de verilen kararsız multivibratör uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 10.22: 555 entegreli kararsız multivibratör devresi

3. Adım: Simülasyon başlatıp osiloskop ekranında devre çıkışı (üç nolu bacak) sinyalini görünüz. Gördüğünüz sinyallerin dalga şekillerini Görsel 10.23’te verilen çizim alanına çiziniz.



Görsel 10.23: 555 entegreli kararsız multivibratörün dalga şekli

4. Adım: Kararsız multivibratör dalga şeklinin periyodunu ve frekansını hesaplayınız.

T=

f=

5. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

6. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

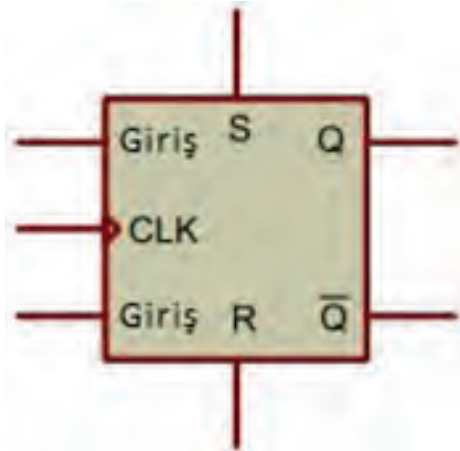
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Görsel 10.23'e dalga şekilleri doğru çizildi.		
5. Periyot hesabı doğru yapıldı.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

10.3. FLİP-FLOP UYGULAMALARI YAPMA

Flip-floplar, lojik kapılar yardımıyla oluşturulan çift kararlı hafıza elemanlarıdır. Veri ve saat sinyali (CLK) girişleri ile Q ve Q (Q'nun değili) olmak üzere iki adet çıkışı bulunur. Ayrıca bazı modellerinde kurma (preset, S) ve silme (reset, R) kontrol uçları da bulunur. Bir bitlik bilgi saklar. Girişlerine uygulanan veri değişmediği müddetçe çıkış durumunu korur. Görsel 10.24'te flip-flopa ait genel sembol görülmektedir.

Flip-floplar, çalışma şekillerine göre dörde ayrılır.

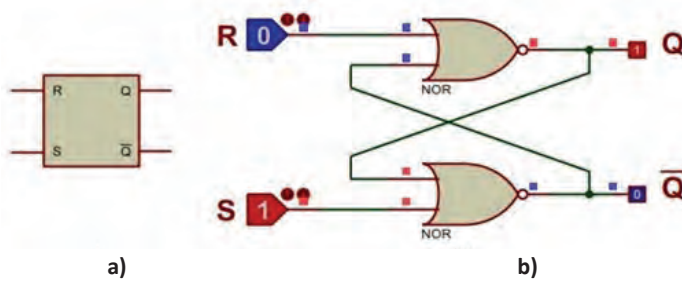
- RS flip-flop
- JK flip-flop
- D flip-flop
- T flip-flop



Görsel 10.24: Flip-flop genel sembolü

10.3.1. RS Flip-Flop

RS flip-flop, R (reset-sıfırlama) ve S (set-kurma) girişleri ve Q ile $\bar{Q}$ çıkışları olan flip-floptur. Görsel 10.25:a'da RS flip-flop sembolü ve Görsel 10.25:b'de VEYA-DEĞİL kapısı kullanılarak çizilen lojik şeması görülmektedir.



Görsel 10.25: a) RS flip-flop sembolü b) RS flip-flobun VEYA-DEĞİL kapısıyla gösterilmesi

RS flip-flop, sadece S girişi lojik 1 olduğunda çıkış konumu lojik 1, sadece R girişi lojik 1 olduğunda çıkış konumu lojik 0 olacak şekilde kullanılır. Her iki giriş lojik 0 olursa çıkış mevcut durumunu korur. Her iki giriş lojik 1 olursa çıkış belirsiz olur. Tablo 10.1'de RS flip-flobun doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 10.1: RS Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Girişler		Çıkışlar		Açıklama
R	S	Q	$\bar{Q}$	
0	0	Q	$\bar{Q}$	Mevcut durum
0	1	1	0	Q = 1
1	0	0	1	Q = 0
1	1	X	X	Belirsiz durum

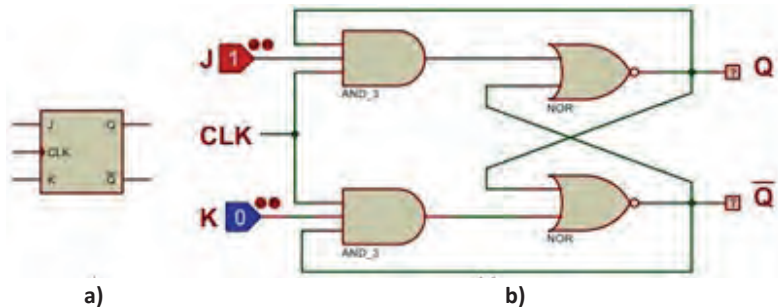


SIRA SİZDE

Görsel 10.25:b'de görülen RS flip-flobun lojik şemasını elektronik çizim programında çizip çalıştırarak Tablo 10.1'deki doğruluk tablosuyla karşılaştırınız.

10.3.2. JK Flip-Flop

JK flip-flop, R ve S girişleri kapılar üzerinden uygulanmış, saat sinyali (CLK) olan RS flip-floptur. JK flip-flopta R yerine K, S yerine J yazılır. Görsel 10.26:a'da JK flip-flop sembolü ve Görsel 10.26:b'de lojik kapılar kullanılarak çizilen lojik şeması görülmektedir.



Görsel 10.26: a) JK flip-flop sembolü b) JK flip-flobun kapılarla gösterilmesi

JK flip-floplarda, RS flip-floplardaki R ve S girişlerinin aynı anda lojik 1 olması durumundaki belirsizlik ortadan kaldırılmıştır. JK flip-floplarda, J ve K girişlerinin aynı anda lojik 1 olması durumunda çıkış mevcut durumun tersi olur. Diğer durumlardaki çalışma RS flip-flopla aynıdır. Tablo 10.2’de JK flip-flobun doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 10.2: JK Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Saat sinyali (CLK)	Girişler		Çıkışlar		Açıklama
	J	K	Q	$\bar{Q}$	
	0	0	Q	$\bar{Q}$	Mevcut durum
	0	1	0	1	Q = 1
	1	0	1	0	Q = 0
	1	1	$\bar{Q}$	Q	Mevcut durumun tersi



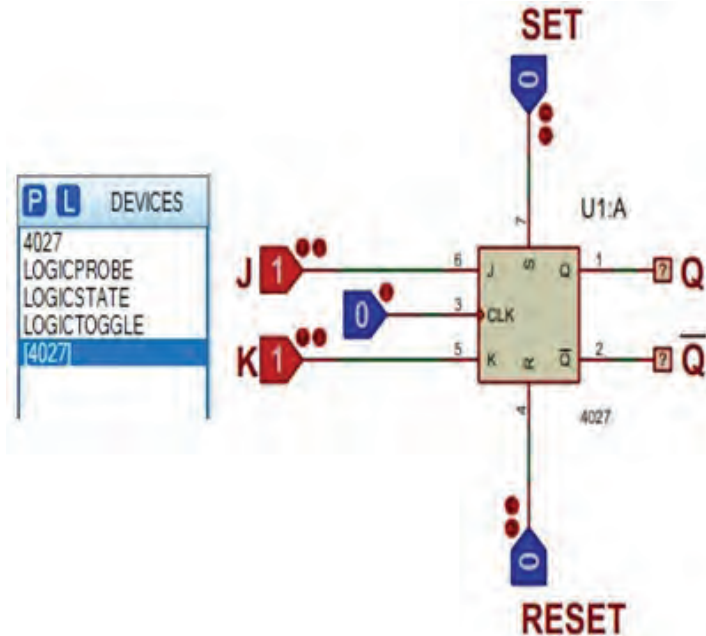
4. UYGULAMA

JK Flip-Flobun Çalışmasını Öğrenmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda 4027 entegresi ile JK flip-flop devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 10.27’de verilen JK flip-flop devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 10.27: JK flip-flop uygulama devresi

3. Adım: Tablo 10.3'te verilen sıfıncı satırdaki kontrol ve giriş bilgilerine göre JK flip-flobun kontrol ve giriş uçlarını ayarlayınız. Saat sinyaline bağlı olan "LOGICTOGGLE" girişine basıp bırakınız. JK flip-flobun çıkış durumlarının lojik seviyelerini tablodaki Q ve $\bar{Q}$ satırına yazınız.

Tablo 10.3: JK Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Satır no	Saat sinyali CLK	Kontrol uçları		Girişler		Çıkışlar	
		Set	Reset	J	K	Q	$\bar{Q}$
0		0	0	0	0		
1		0	0	0	1		
2		0	0	1	0		
3		0	0	1	1		
4		0	1	0	0		
5		0	1	0	1		
6		0	1	1	0		
7		0	1	1	1		
8		1	0	0	0		
9		1	0	0	1		
10		1	0	1	0		
11		1	0	1	1		
12		1	1	0	0		
13		1	1	0	1		
14		1	1	1	0		
15		1	1	1	1		

4. Adım: 3. Adım'ı 1-15 arası satırlar için de yapınız.

5. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

6. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

7. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

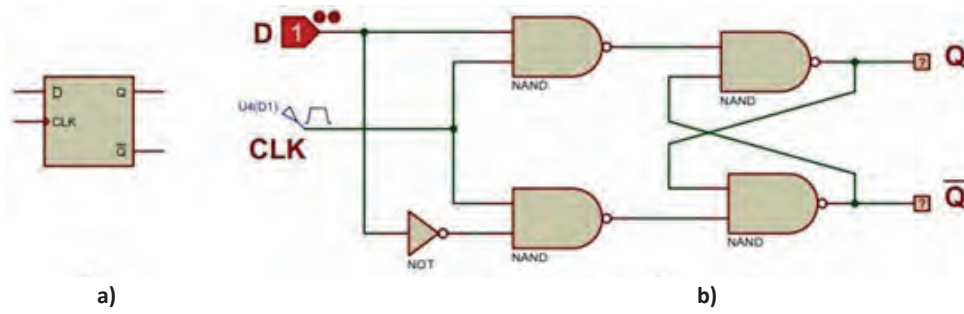


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 10.3 doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

10.3.3. D Flip-Flop

D (Data) flip-flop, tek veri girişine sahip flip-floptur. Saat sinyali ile girişteki veriyi değiştirmeden çıkışa aktarır. D flip-flobu, JK flip-flobun J girişinin terslenerek K girişine uygulanmasıyla da elde edilir. Görsel 10.28:a'da D flip-flop sembolü ve Görsel 10.28:b'de lojik kapılar kullanılarak çizilen lojik şeması görülmektedir.



Görsel 10.28: a) D flip-flop sembolü b) D flip-flobun kapılarla gösterilmesi

D flip-flop, girişine uygulanan veriyi olduğu gibi çıkışa aktardığından çoğunlukla kaydedicilerde kullanılır. Tablo 10.4'te D flip-flobun doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 10.4: D Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Saat sinyali CLK	Girişler	Çıkışlar		Açıklama
	D	Q	$\overline{Q}$	
	0	0	1	Q = D
	1	1	0	Q = D

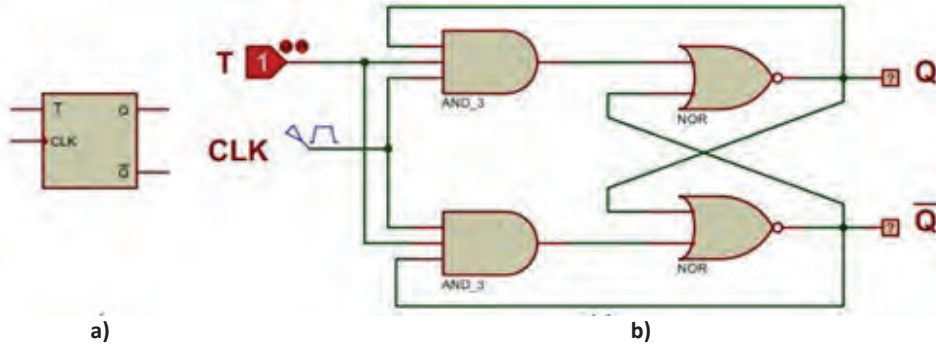


SIRA SİZDE

Görsel 10.28:b'de görülen D flip-flobun lojik şemasını elektronik çizim programında çizip Tablo 10.4'teki doğruluk tablosuyla karşılaştırınız.

10.3.4. T Flip-Flop

T (Toggle) flip-flop, tek veri girişine sahip flip-floptur. Saat sinyali ile girişteki verinin lojik durumuna göre durum değiştirmez veya tersini çıkışa aktarır. T flip-flobu, JK flip-flobun J ve K girişlerinin birleştirilmesiyle de elde edilir. Görsel 10.29:a'da T flip-flop sembolü ve Görsel 10.29:b'de lojik kapılar kullanılarak çizilen lojik şeması görülmektedir.



Görsel 10.29: a) T flip-flop sembolü b) T flip-flobun kapılarla gösterilmesi

T flip-flop girişine uygulanan veri lojik 0 ise çıkışta durum değişmez. Girişe uygulanan veri lojik 1 ise çıkışta mevcut durumun tersi alınır. Tablo 10.5'te T flip-flobun doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 10.5: T Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Saat sinyali CLK	Girişler		Çıkışlar		Açıklama
	T	Q	Q̄		
	0	Q	Q̄		Mevcut durum değişmez.
	1	Q̄	Q		Mevcut durumun tersini alır.



SIRA SİZDE

Görsel 10.29:b'de görülen T flip-flopun lojik şemasını elektronik çizim programında çizip, Tablo 10.5'teki doğruluk tablosuyla karşılaştırınız.



5. UYGULAMA

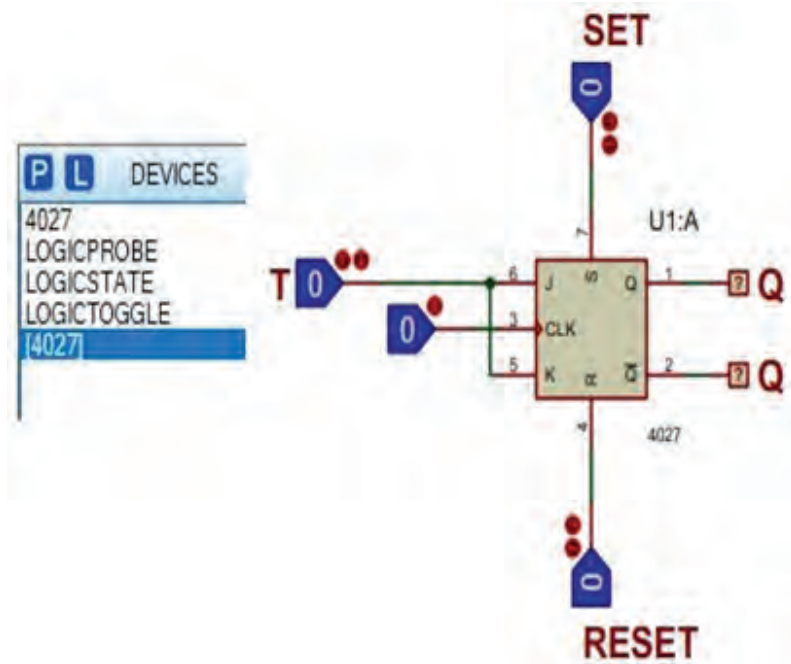
T Flip-Flobun Çalışmasını Öğrenmek

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda 4027 entegresindeki JK flip-floptan T flip-flop elde ediniz. Devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 10.30'da verilen T flip-flop devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 10.30: T flip-flop uygulama devresi

3. Adım: Tablo 10.6'da verilen sıfırıncı satırdaki kontrol ve giriş bilgilerine göre T flip-flobun kontrol ve giriş uçlarını ayarlayınız. Saat sinyaline bağlı olan "LOGICTOGGLE" girişine basıp bırakınız. T flip-flobun çıkış durumlarının lojik seviyelerini tablodaki Q ve $\bar{Q}$ satırına yazınız.

Tablo 10.6: JK Flip-Flop Doğruluk Tablosu

Satır no	Saat sinyali CLK	Kontrol uçları		Girişler T	Çıkışlar	
		Set	Reset		Q	$\bar{Q}$
0		0	0	0		
1		0	0	1		
2		0	0	1		
3		0	1	0		
4		0	1	1		
5		1	0	0		
6		1	0	1		
7		1	1	0		
8		1	1	1		

4. Adım: 3. Adım'ı 1-8 arası satırlar için de yapınız. Özellikle 1 ve 2. satırdaki çalışmaya dikkat ediniz.

- 5. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 6. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 7. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 10.6 doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Osilatör, AC gerilimi AC gerilime dönüştürür.
2. (.....) Osilatör devrelerinde pozitif geri besleme kullanılır.
3. (.....) Kararsız multivibratörler devreleri sürekli çıkış durumunu değiştirir.
4. (.....) RS flip-flop girişlerinin ikisinde de lojik 0 bilgisi varsa çıkış belirsizdir.
5. (.....) Flip-floplarda saat sinyali (CLK) kare dalga şeklindedir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Frekans kaymasının istenmediği devrelerde osilatör kullanılır.
7. Her tetikleme sinyalinde durum değiştiren multivibratöre denir.
8. JK flip-flobun J ve K girişlerinin birleştirilmesi ile elde edilen flip-floba denir.
9. D flip-flopta giriş lojik 1 ise ilk saat sinyali uygulandığında çıkış olur.
10. T flip-flopta giriş ve çıkış lojik 1 ise ilk saat sinyali uygulandığında çıkış olur.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Tetiklendiğinde durum değiştiren ve ayarlanan süre sonunda ilk durumuna geri dönen devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çift kararlı multivibratör	B) Kararsız multivibratör
C) RS flip-flop	D) Tek kararlı multivibratör
E) T flip-flop	

12. Girişine uygulanan veriyi her saat sinyalinde olduğu gibi çıkışa aktaran flip-flop aşağıdakilerden hangisidir?

A) D	B) JK	C) RS	D) T	E) V

13. Aşağıdakilerden hangisi flip-flop çeşitlerinden değildir?

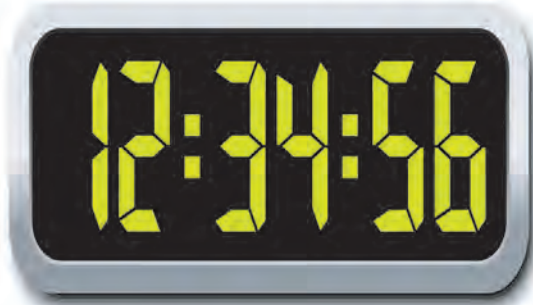
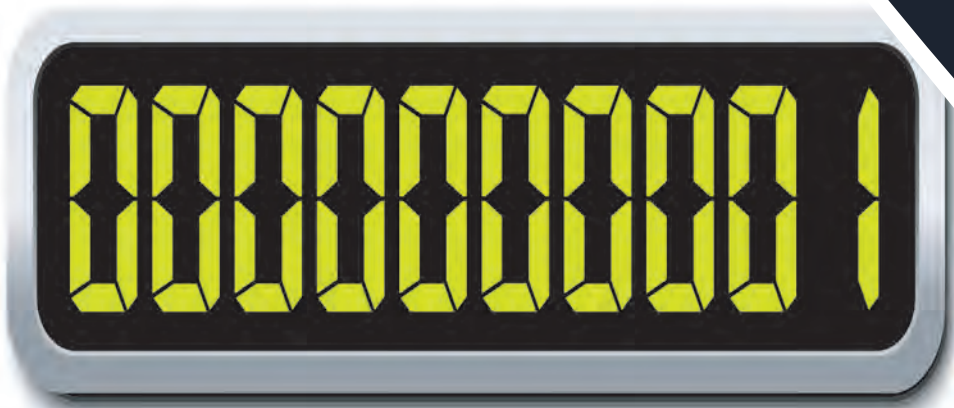
A) D	B) JK	C) R	D) RS	E) T

14. Aşağıdakilerden hangisinde JK flip-flop çıkıştaki mevcut durumun tersini alır?

A) J = 0, K boşta	B) J = 0, K = 0
C) J = 0, K = 1	D) J = 1, K = 0
E) J = 1, K = 1	

15. RS flip-flobun girişleri R = 0 ve S = 1 olduğunda çıkış aşağıdakilerden hangisi olur?

A) Belirsiz durum oluşur.	B) Lojik 0 olur.
C) Lojik 1 olur.	D) Mevcut durumunu korur.
E) Mevcut durumun tersini alır.	



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27805>

11.

ÖĞRENME
BİRİMİ

SAYICILAR

KONULAR

- 11.1. TETİKLEME İŞARETİNİN VERİLİŞİNE GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA
- 11.2. SAYININ KODLANMASINA GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Elektronik devrelerde sayıcıların oluşturulması
- Sayıcıların çeşitleri
- Sayıcıların kullanım alanları
- Asenkron ve senkron sayıcı tasarlama
- İkili, BCD, kaskat, mod, halka ve Johnson (Cansın) sayıcı devrelerinin çalışması

TEMEL KAVRAMLAR

- Halka
- İkili
- Kaskat
- Saat sinyali
- Sayıcı
- Senkron

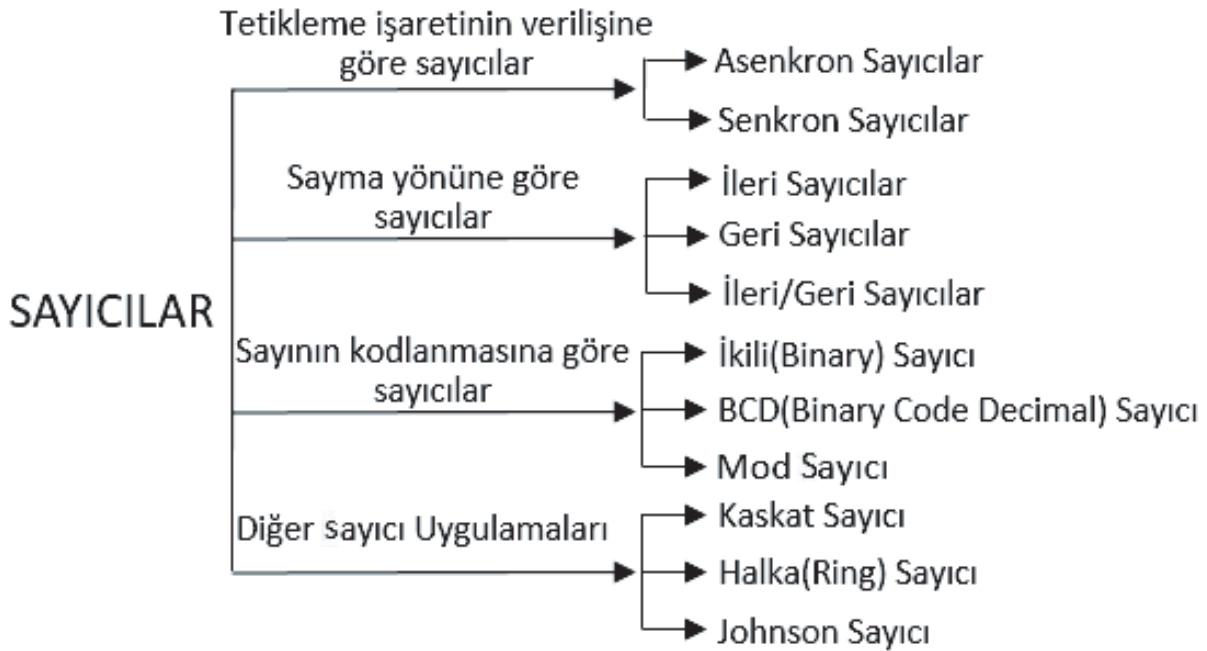
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Dijital saatler, dijital kronometreler ve dijital sayaçlarda sayma işleminde sizce nasıl bir elektronik devre kullanılır?
2. Sayıcılar bilgisayar sistemlerinde hangi işlemlerde kullanılabilir?

11. SAYICILAR

Dijital devrelerde veya bilgisayar sistemlerinde yapılacak işlemleri sıraya koymak, doğrudan sayı sayma işlemleri yaptırmak veya elektronik sistemleri kontrol amaçlı kullanılan devrelere **sayıcılar** denir. Sayıcılar; elektrikli ev aletleri, bilgisayar, endüstriyel sistemler ve dijital elektronığın olduğu tüm alanlarda kullanılır. Sayıcılar flip-flopların peşpeşe bağlanması ile elde edilir ve tetikleme girişine saat sinyali (CLK, tetikleme işareti) uygulandığı sürece sayma işlemi yapar. Sayıcılar; tetikleme işareti bağlantılarına göre asenkron ve senkron sayıcılar, sayma yönlerine göre aşağı ve yukarı sayıcılar veya sayma işlemlerine göre mod sayıcı, onluk sayıcı, halka sayıcı vb. olarak sınıflandırılabilir. Tablo 11.1’de sayıcı çeşitleri gösterilmiştir.

Tablo 11.1: Sayıcı Çeşitleri



11.1. TETİKLEME İŞARETİNİN VERİLİŞİNE GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA

Sayıcının sayma işlemi yapabilmesi için tetikleme girişine saat sinyalinin (tetikleme sinyali) uygulanması gerekir. Tetikleme sinyali bağlantısına göre sayıcılar asenkron ve senkron sayıcılar olmak üzere ikiye ayrılır.

11.1.1. Asenkron Sayıcılar

Asenkron sayıcılar, saat sinyalinin sadece en düşük değerlikli bite (LSB) ait flip-floba uygulandığı, diğer flip-flopların saat sinyalini bir önceki flip-flobun çıkışından aldığı sayıcı tipidir. Asenkron sayıcılardaki flip-flopların tetiklenme şeklinin yükselen kenar ($\uparrow$, pozitif) veya düşen kenar ($\downarrow$, negatif) olması sayıcının sayma yönünü belirler. Asenkron sayıcılarda J-K veya T tipi flip-floplar kullanılır.

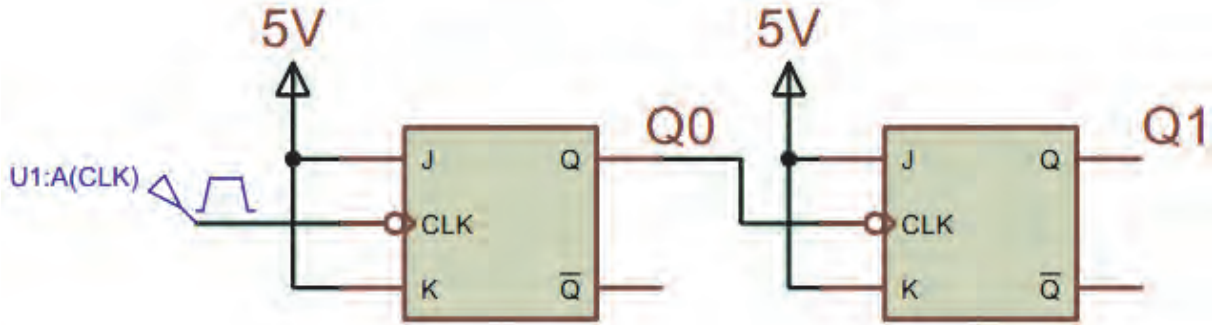
Asenkron sayıcının sayacağı sayı $2^n - 1$ formülüyle bulunur. Buradaki “n” flip-flop sayısıdır. Yapısında 2 adet flip-flop bulunduran asenkron sayıcı $2^2 - 1$ den 3’e kadar olan sayıları sayacaktır (0, 1, 2, 3).

Asenkron sayıcılar, asenkron ileri (yukarı, up) sayıcı ve asenkron geri (aşağı, down) sayıcı olarak ikiye

ayrılır. Ancak ileri ve geri asenkron sayıcılar bir arada kullanılarak asenkron ileri geri sayıcılarda tasarlanabilir.

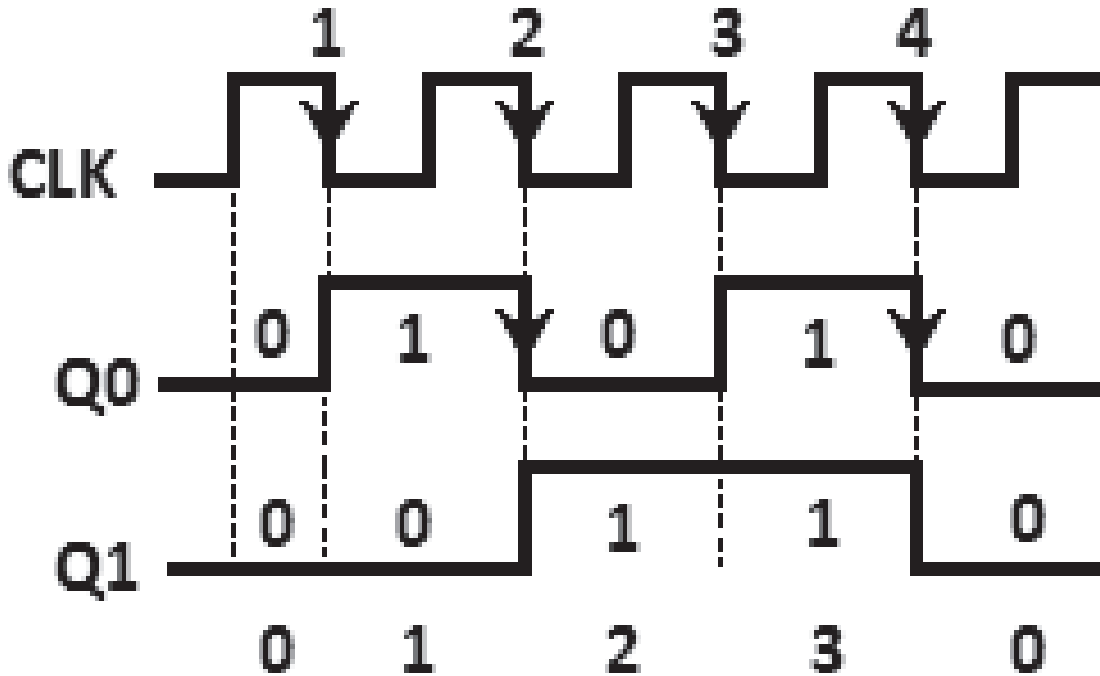
11.1.1.1. Asenkron İleri Sayıcı

Asenkron ileri sayıcı, sıfırdan veya ayarlanan sayıdan ileri doğru sayan ve flip-flopların bir önceki flip-floptan tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.1’de 2 bitlik asenkron ileri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. İleri sayıcı olarak çalışması için ilk flip-flobun CLK girişine haricî saat sinyali uygulanır. Q0 çıkışı ikinci flip-flobun CLK girişine bağlanır.



Görsel 11.1: 2 bitlik asenkron ileri sayıcı

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir. 1. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 1, 2. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 2, 3. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 3 sayısını sayar ve 4. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 0 sayısına geri döner. Her saat sinyalinin düşen kenarında sayma döngüsünün tekrarlanır (Görsel 11.2).



Görsel 11.2: 2 bitlik asenkron ileri sayıcı dalga şekilleri



1. UYGULAMA

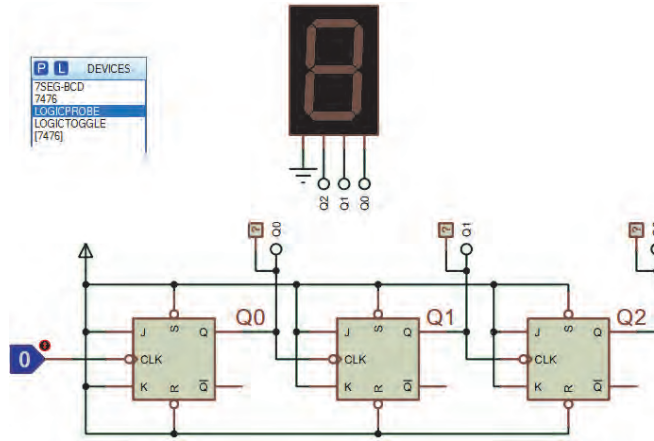
Asenkron İleri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik asenkron ileri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 11.3'te verilen üç bitlik asenkron ileri sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.3: Üç bitlik asenkron ileri sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.

5. Adım: Simülasyonu başlatınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.2'nin sıfırıncı satırına yazınız.

6. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.2'nin birinci satırına yazınız.

Tablo 11.2: Üç Bitlik Asenkron ileri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıkışlar			
	CLK	Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

- 7. Adım:** 6. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.2'nin 2-8 satırları arasına uygulayınız.
- 8. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 9. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

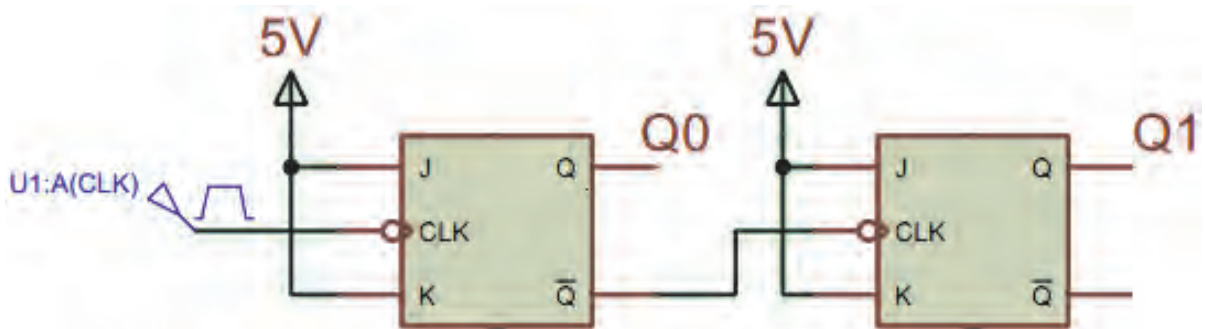


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.2'de verilen üç bitlik asenkron ileri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

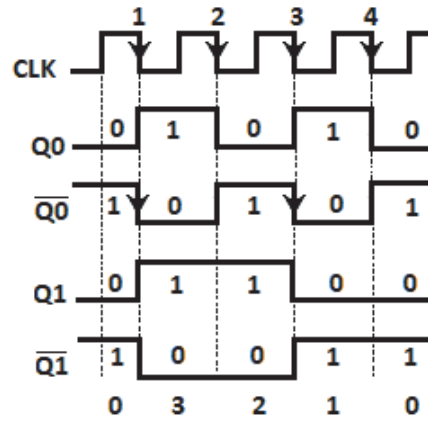
11.1.1.2. Asenkron Geri Sayıcı

Asenkron geri sayıcı, flip-flop sayısına göre sayabileceği en yüksek sayıdan veya ayarlanan sayıdan geri doğru sayan ve flip-flopların bir önceki flip-floptan tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.4'te 2 bitlik asenkron geri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. Geri sayıcı olarak çalışması için ilk flip-flobun CLK girişine haricî saat sinyali uygulanır. Q0 çıkışının değili ($\bar{Q}$) ikinci flip-flobun CLK girişine bağlanır.



Görsel 11.4: 2 bitlik asenkron geri sayıcı

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir.
 1. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 3, 2.
 saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 2, 3. saat
 sinyalinin düşen kenarında sayıcı 1 sayısını sayar ve
 4. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 0 sayısına
 geri döner. Her saat sinyalinin düşen kenarında
 sayma döngüsü tekrarlanır (Görsel 11.5).



Görsel 11.5: İki bitlik asenkron geri sayıcı dalga şekilleri



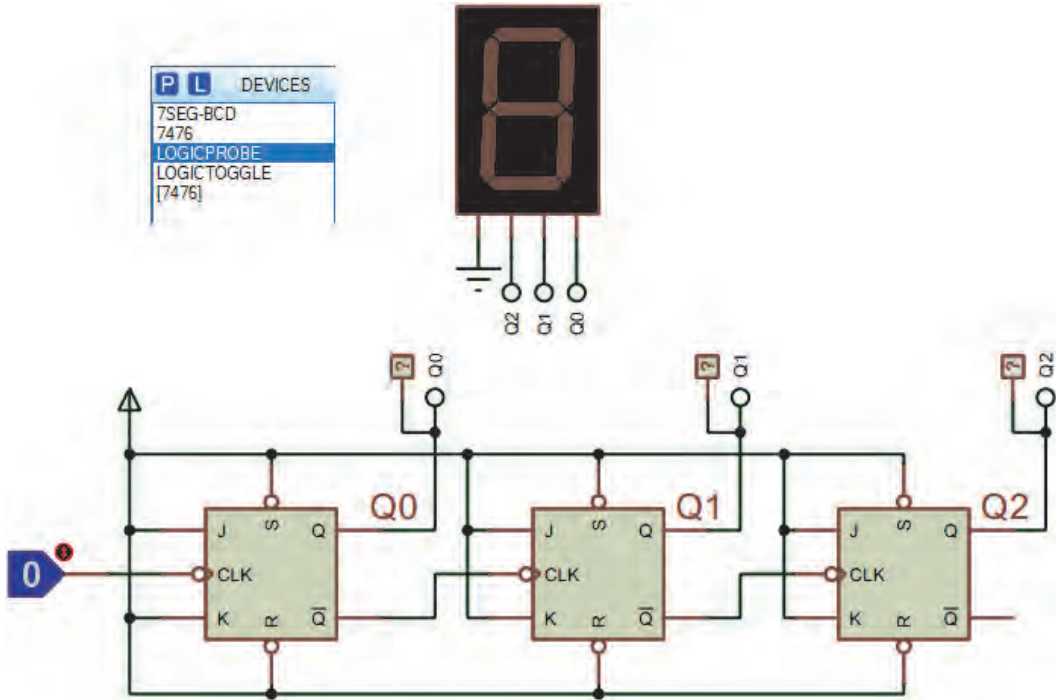
2. UYGULAMA

Asenkron Geri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik asenkron geri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.6'da verilen üç bitlik asenkron geri sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.6: Üç bitlik asenkron geri sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.

5. Adım: Simülasyonu başlatınız. “Logicprobe”larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.3’ün sıfırinci satırına yazınız.

6. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyali sayıcı devresine uygulayınız. “Logicprobe”larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.3’ün birinci satırına yazınız.

Tablo 11.3: Üç Bitlik Asenkron Geri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Çıkışlar			
		Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

7. Adım: 6. Adım’da verilen işlemleri Tablo 11.3’ün 2-8 satırları arasına uygulayınız.

8. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

9. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

10. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

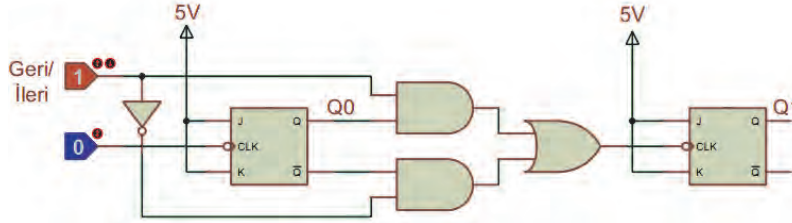


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.3’te verilen üç bitlik asenkron geri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.1.1.3 Asenkron İleri/Geri Sayıcı

Asenkron ileri/geri sayıcı, flip-flop sayısına göre sıfırdan veya ayarlanılan sayıdan ileri doğru veya geriye doğru sayan ve flip-flop'ların bir önceki flip-floptan tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.7'de 2 bitlik asenkron ileri/geri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. Flip-flop'ların J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. İleri sayıcı olarak çalışması için geri/ileri kontrol ucu lojik 1 durumunda olmalıdır. Geri sayıcı olarak çalışması için geri/ileri kontrol ucu lojik 0 durumunda olmalıdır. İlk flip-flop'un CLK girişine harici saat sinyali uygulanır. Q0 ve Q0 çıkışının değili VE-VEYA bağlantılı lojik devre ile ikinci flip-flop'un CLK girişine bağlanır.



Görsel 11.7: 2 bitlik asenkron ileri/geri sayıcı

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir. Geri/ileri kontrol ucu lojik 1 olduğunda her saat sinyalinin düşen kenarında ileri sayma yapılırken geri/ileri kontrol ucu lojik 0 olduğunda her saat sinyalinin düşen kenarında geri sayma yapılır.



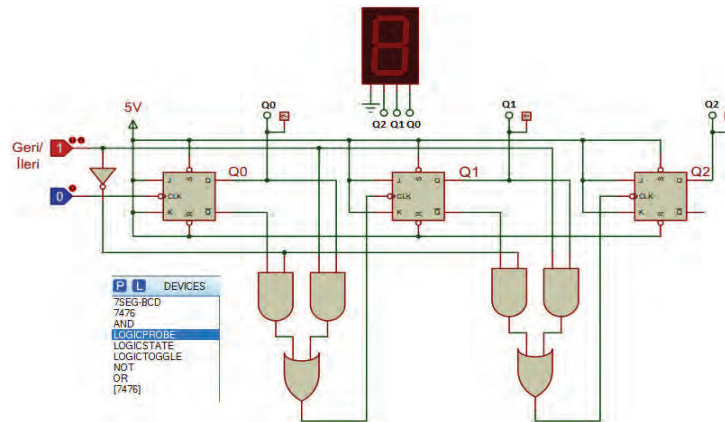
3. UYGULAMA

Asenkron İleri/Geri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik asenkron ileri/geri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.8'de verilen üç bitlik asenkron geri sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.8: Üç bitlik asenkron ileri/geri sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.

5. Adım: Geri/ileri kontrol ucunu lojik 0 değerine getiriniz.

6. Adım: Simülasyonu başlatınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.4'ün sıfırıncı satırına yazınız.

7. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.4'ün birinci satırına yazınız.

Tablo 11.4: Üç Bitlik Asenkron İleri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

			Çıkışlar			
	CLK	Geri/İleri	Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0		0				
1		0				
2		0				
3		0				
4		0				
5		0				
6		0				
7		0				
8		0				
9		1				
10		1				
11		1				
12		1				
13		1				
14		1				
15		1				
16		1				

8. Adım: 7. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.4'ün 2-16 satırları arası uygulayınız.

9. Adım: Geri/ileri kontrol ucunu lojik 1 değerine getiriniz.

10. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.4'ün dokuzuncu satırına yazınız.

11. Adım: 10. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.4'ün 9-16 satırları arasına uygulayınız.

12. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

13. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

14. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.4'te verilen üç bitlik asenkron ileri/geri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.1.1.4 Asenkron Sayıcı Devre Tasarımı

Asenkron sayıcı tasarımı yapılırken izlenecek adımlar şu şekilde olmalıdır:

- Sayıcıdaki bit sayısı kadar JK veya T flip-flobu hazırlanır.
- Saat sinyali haricî kaynaktan ilk flip-floba uygulanır.
- Flip-flop saat sinyalinin düşen kenarında tetikleniyorsa ileri sayıcı devresi yapmak için Q çıkışı bir sonraki flip flobun saat sinyali (CLK) girişine bağlanır.
- Flip-flop saat sinyalinin düşen kenarında tetikleniyorsa geri sayıcı devresi yapmak için Q değil çıkışı ($\bar{Q}$) bir sonraki flip flobun saat sinyali (CLK) girişine bağlanır.
- Flip-flop saat sinyalinin yükselen kenarında tetikleniyorsa ileri sayıcı devresi yapmak için Q değil çıkışı ($\bar{Q}$) bir sonraki flip flobun saat sinyali (CLK) girişine bağlanır.
- Flip-flop saat sinyalinin yükselen kenarında tetikleniyorsa geri sayıcı devresi yapmak için Q çıkışı bir sonraki flip flobun saat sinyali (CLK) girişine bağlanır.



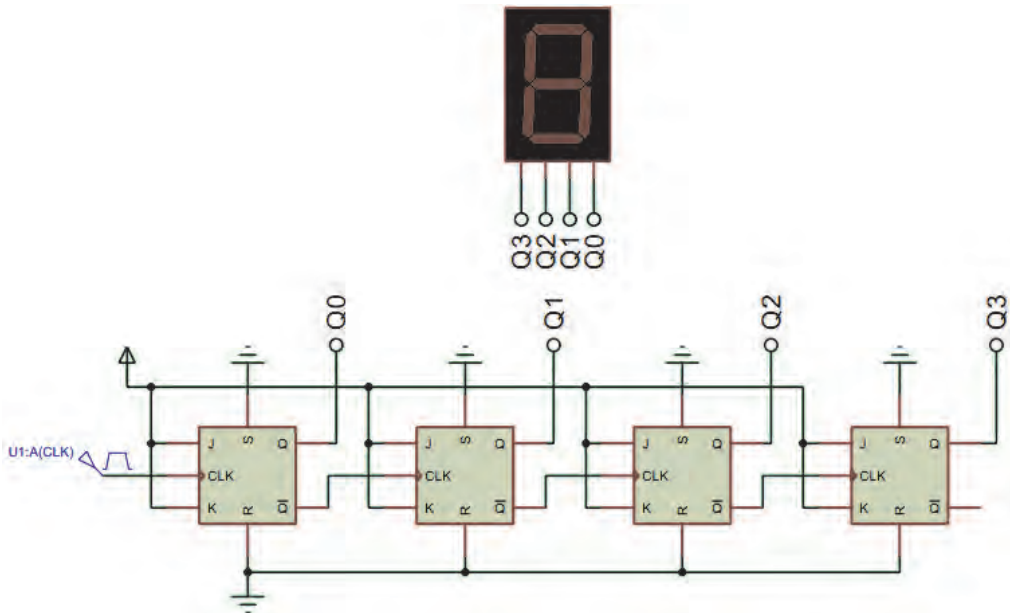
4. UYGULAMA

Dört Bitlik Asenkron İleri Sayıcı Devresi Tasarlamak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda yükselen kenar tetiklemeli flip-flop ile dört bitlik asenkron ileri sayıcı devre tasarımı yaparak elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Elektronik çizim programı kütüphanesinden "DEVICES" kutusuna 4027 JK flip-flop ve 7SEG-BCD elemanlarını ekleyiniz.
- 3. Adım:** Tasarım alanına dört adet JK flip-flop yerleştiriniz.
- 4. Adım:** JK flip-flopun R ve S bacaklarını "GND" terminaline bağlayınız.
- 5. Adım:** JK flip-flopun J ve K bacaklarını "POWER" terminaline bağlayınız.
- 6. Adım:** Generator Mode () kısmından "PULSE" saat sinyali alıp ilk flip-flopun CLK girişine bağlayınız.
- 7. Adım:** "PULSE" sembolü üzerine çift tıklayıp "Pulsed (High) Voltage" kısmını 5 olarak ayarlayınız.
- 8. Adım:** Flip-flop çıkışlarına "DEFAULT" terminalleri ekleyip Q0, Q1, Q2 ve Q3 olarak etiketleyiniz.
- 9. Adım:** Tasarım alanına 7SEG-BCD display yerleştirip bacaklarına "DEFAULT" terminalleri ekleyiniz ve Q0, Q1, Q2 ve Q3 olarak etiketleyiniz.
- 10. Adım:** 9. Adım'a kadar olan işlemleri doğru yapmışsanız tasarım alanına Görsel 11.9'da görülen devreyi çizmiş olmalısınız.



Görsel 11.9: Dört bitlik asenkron ileri sayıcı devresi

- 11. Adım:** Simülasyonu başlatınız.

12. Adım: Displayde sırasıyla gördüğünüz sayıları ve harfleri Tablo 11.5'e yazınız.

13. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

14. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarınızı kapatınız.

15. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

Tablo 11.5: Dört Bitlik Asenkron İleri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Displaydeki rakam
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.5'te verilen dört bitlik asenkron ileri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

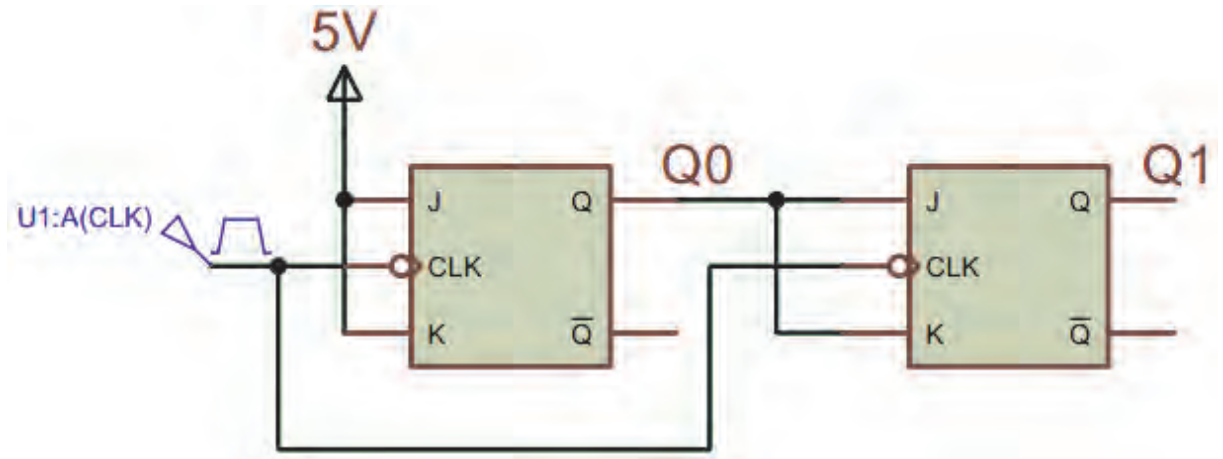
11.1.2. Senkron Sayıcılar

Senkron sayıcılar, saat sinyalinin tüm flip-floplara aynı anda uygulandığı ileri, geri veya rastgele sayan sayıcılardır. Senkron sayıcılarda J-K, T, SR ve D tipi flip-floplar kullanılır.

Senkron sayıcılar, senkron ileri (yukarı, up) sayıcı ve senkron geri (aşağı, down) sayıcı olarak ikiye ayrılır. Üç bit ve üzerindeki senkron sayıcılar tasarlanırken flip-flop geçiş tabloları ve karno haritası kullanılarak ek lojik devreler ilave edilir.

11.1.2.1. Senkron İleri Sayıcı

Senkron ileri sayıcı, sıfırdan veya ayarlanılan sayıdan ileri doğru sayan ve flip-flopların ortak saat sinyalinden tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.10'da 2 bitlik senkron ileri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. Birinci flip-flobun J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. İkinci flip-flobun J ve K girişleri Q0 çıkışına bağlanır. Saat sinyali (CLK) her iki flip-flobun CLK girişine uygulanır.



Görsel 11.10: 2 bitlik senkron ileri sayıcı

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir. 1. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 1, 2. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 2, 3. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 3 sayısını sayar ve 4. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 0 sayısına geri döner. Her saat sinyalinin düşen kenarında sayma döngüsü tekrarlanır.



5. UYGULAMA

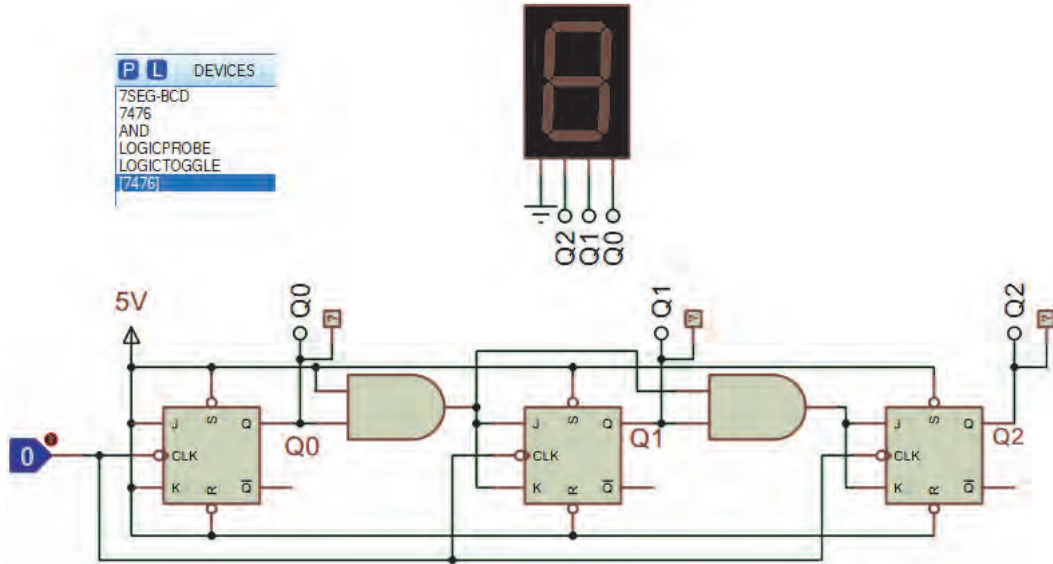
Senkron İleri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik senkron ileri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 11.11’de verilen üç bitlik senkron ileri sayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.11: Üç bitlik senkron ileri sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.

5. Adım: Simülasyonu başlatınız. “Logicprobe”larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.6’nın sıfırıncı satırına yazınız.

6. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. “Logic-probe”larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.6’nın birinci satırına yazınız.

Tablo 11.6: Üç Bitlik Senkron ileri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıktılar			
	CLK	Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

7. Adım: 6. Adım’da verilen işlemleri Tablo 11.6’nın 2-8 satırları arasına uygulayınız.

8. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

9. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

10. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

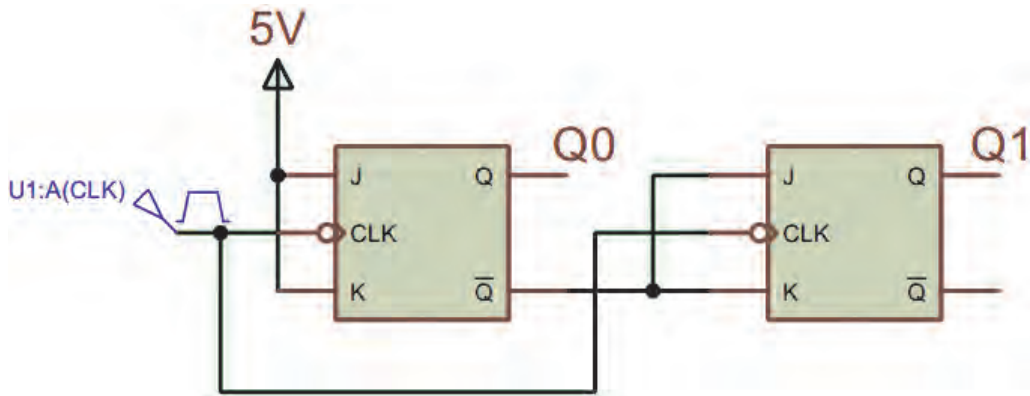


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.6'da verilen üç bitlik senkron ileri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.1.2.2. Senkron Geri Sayıcı

Senkron geri sayıcı, sıfırdan veya ayarlanan sayıdan geri doğru sayan ve flip-flopların ortak saat sinyalinden tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.12'de 2 bitlik senkron geri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. Birinci flip-flobun J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. İkinci flip-flobun J ve K girişleri Q0 değil ($\bar{Q}0$) çıkışına bağlanır. Saat sinyali (CLK) her iki flip-flobun CLK girişine uygulanır.



Görsel 11.11: Üç bitlik senkron ileri sayıcı devresi

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir. 1. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 3, 2. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 2, 3. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 1 sayısını sayar ve 4. saat sinyalinin düşen kenarında sayıcı 0 sayısına geri döner. Her saat sinyalinin düşen kenarında sayma döngüsü tekrarlanır.



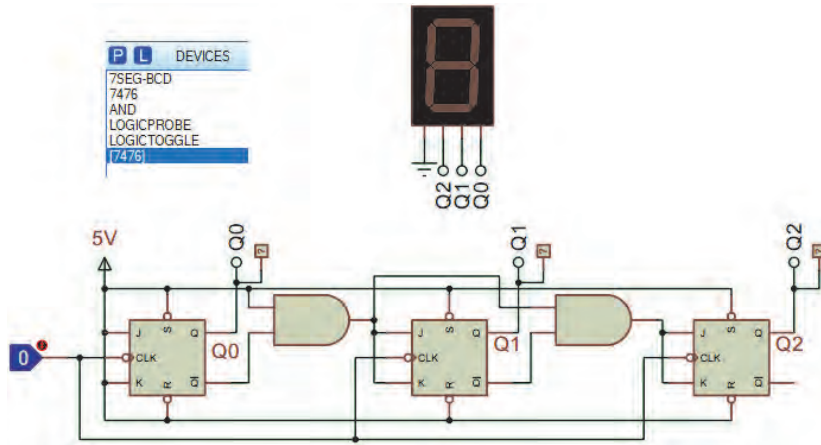
6. UYGULAMA

Senkron Geri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik senkron geri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.13'te verilen üç bitlik senkron geri sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.13: Üç bitlik senkron geri sayıcı devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.
- 5. Adım:** Simülasyonu başlatınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.7'nin sıfıncı satırına yazınız.
- 6. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.7'nin birinci satırına yazınız.

Tablo 11.7: Üç Bitlik Senkron Geri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Çıkışlar			
		Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

- 7. Adım:** 6. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.7'nin 2-8 satırları arasına uygulayınız.
- 8. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 9. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

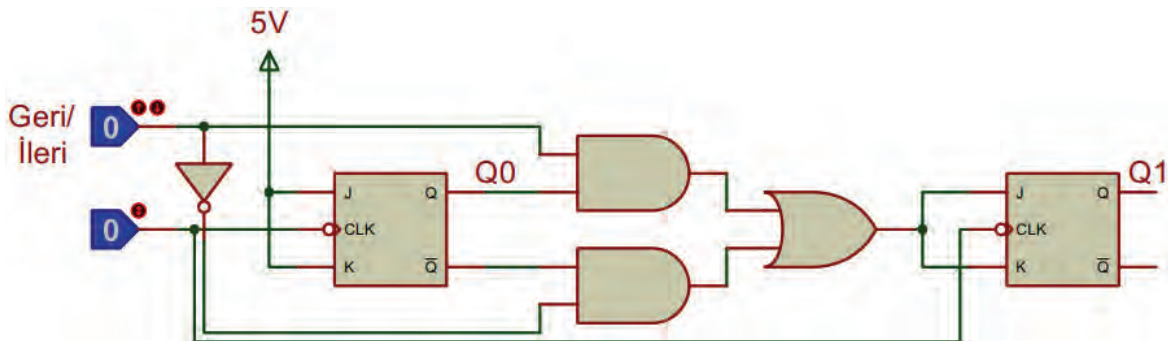


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.7'de verilen üç bitlik senkron geri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.1.2.3. Senkron İleri/Geri Sayıcı

Senkron ileri/geri sayıcı, flip-flop sayısına göre sıfırdan veya ayarlandığı sayıdan ileri doğru veya geriye doğru sayan ve flip-flop'ların ortak saat sinyalinde tetiklendiği sayıcıdır. Görsel 11.14'te 2 bitlik senkron ileri/geri sayıcı devresi görülmektedir. Sayıcı tasarımında düşen kenar tetiklemeli JK flip-flop kullanılmıştır. Birinci flip-flopun J ve K girişleri 5 volt (lojik 1) seviyesinde tutulur. Birinci flip-flopun Q0 ve Q0 değil çıkışı ($\bar{Q}0$) VE-VEYA bağlantılı lojik devre ile ikinci flip-flopun J ve K girişlerine bağlanır. İleri sayıcı olarak çalışması için geri/ileri kontrol ucu lojik 1 durumunda olmalıdır. Geri sayıcı olarak çalışması için geri/ileri kontrol ucu lojik 0 durumunda olmalıdır.



Görsel 11.14: 2 bitlik senkron ileri/geri sayıcı

Başlangıçta sayıcı çıkışları sıfır değerindedir. Geri/ileri kontrol ucu lojik 1 olduğunda her saat sinyalinin düşen kenarında ileri sayma yapılırken geri/ileri kontrol ucu lojik 0 olduğunda her saat sinyalinin düşen kenarında geri sayma yapılır.



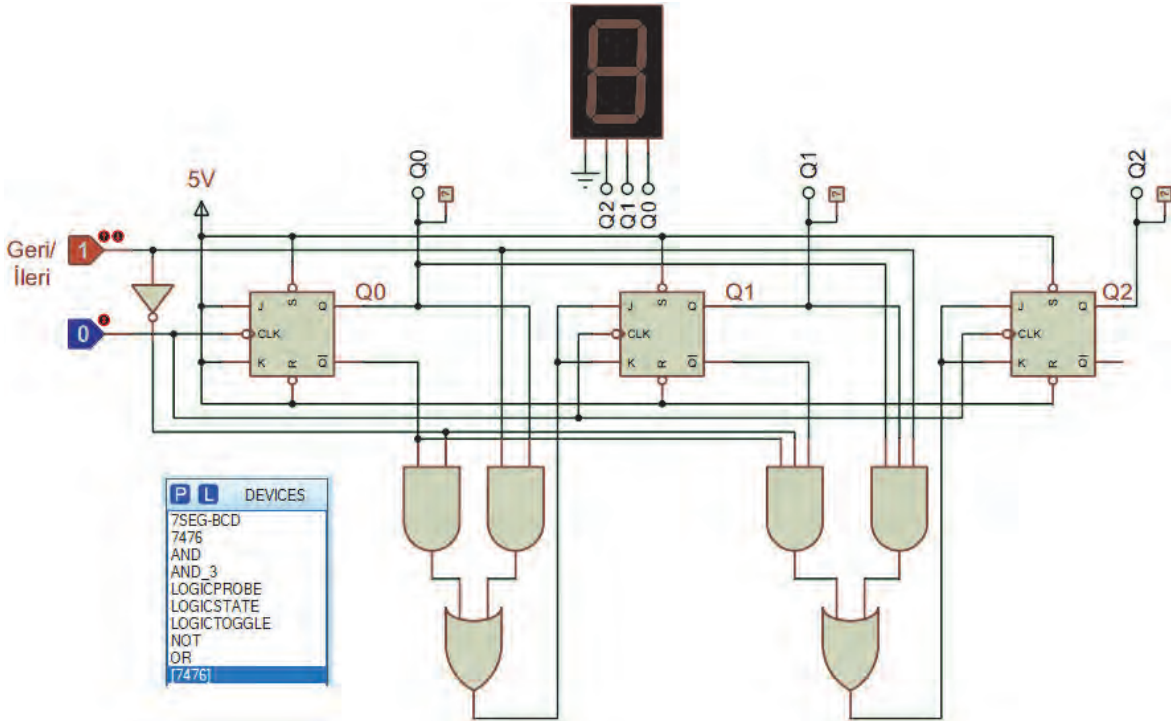
7. UYGULAMA

Senkron İleri/Geri Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda üç bitlik senkron ileri/geri sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.15'te verilen üç bitlik senkron ileri/geri sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.15: Üç bitlik senkron ileri/geri sayıcı devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Terminalleri Q0, Q1, Q2 olarak etiketleyiniz.
- 5. Adım:** Geri/ileri kontrol ucunu lojik 0 değerine getiriniz.
- 6. Adım:** Simülasyonu başlatınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.8'in sıfıncı satırına yazınız.
- 7. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. "Logicprobe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini

Tablo 11.8'in birinci satırına yazınız.

Tablo 11.8: Üç Bitlik Senkron İleri Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

			Çıkışlar			
	CLK	Geri/İleri	Q2	Q1	Q0	Displaydeki rakam
0		0				
1		0				
2		0				
3		0				
4		0				
5		0				
6		0				
7		0				
8		0				
9		1				
10		1				
11		1				
12		1				
13		1				
14		1				
15		1				
16		1				

8. Adım: 7. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.8'in 2-8 satırları arası uygulayınız.

9. Adım: Geri/ileri kontrol ucunu lojik 1 değerine getiriniz.

10. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalinin sayıcı devresine uygulayınız. "Logic-probe"larda gördüğünüz Q0, Q1, Q2 lojik değerlerini ve displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.8'in dokuzuncu satırına yazınız.

11. Adım: 10. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.8'in 10-16 satırları arasına uygulayınız.

12. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

13. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

14. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.8’de verilen üç bitlik senkron ileri geri sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.1.2.4. Senkron Sayıcı Devre Tasarımı

Senkron sayıcı tasarımı yapılırken izlenecek adımlar şu şekilde olmalıdır:

- Senkron sayıcının sayacağı sayılar belirlenir.
- Sayıcıdaki bit sayısı kadar JK, T, RS veya D tipi flip-flop hazırlanır.
- Kullanılacak flip-flopun geçiş tablosu hazırlanır (Tablo 11.9).

Tablo 11.9: Flip-Flop Geçiş Tablosu

JK flip-flop geçiş tablosu				RS flip-flop geçiş tablosu			
Şimdiki durum (Q)	Sonraki durum (Q ⁺)	J	K	Şimdiki durum (Q)	Sonraki durum (Q ⁺)	R	S
0	0	0	X	0	0	X	0
0	1	1	X	0	1	0	1
1	0	X	1	1	0	1	0
1	1	X	0	1	1	0	X
D flip-flop geçiş tablosu				T flip-flop geçiş tablosu			
Şimdiki durum (Q)	Sonraki durum (Q ⁺)	D		Şimdiki durum (Q)	Sonraki durum (Q ⁺)	T	
0	0	0		0	0	0	
0	1	1		0	1	1	
1	0	0		1	0	1	
1	1	1		1	1	0	

- Geçiş tablosu kullanılarak sayıcının doğruluk tablosu hazırlanır.
- Doğruluk tablosundan elde edilen flip-flop giriş lojik değerleri karno haritası kullanılarak sadeleştirilir ve lojik ifadeler elde edilir.
- Lojik ifadeler kullanılarak flip-flop girişlerinin lojik devre şeması çizilir.

1

Örnek : 0,2,4,6 sayılarını sayan senkron sayıcıyı JK flip-flop kullanarak tasarlanması.

Çözüm : 6 sayısının ikilik karşılığı $(110)_2$ olduğundan tasarımda üç adet JK flip-flop kullanılır. Sayıcının şimdiki ve sonraki durumlarına göre JK flip-flop geçiş tablosu kullanılarak J ve K giriş durumlarını gösteren doğruluk tablosu hazırlanır (Tablo 11.10). Doğruluk tablosu hazırlanırken kullanılmayan sayılar dikkate alınmaz.

Tablo 11.10: Sayıcının Doğruluk Tablosu

	Şimdiki durum			Sonraki durum			Flip-flop giriş durumları					
	Q2	Q1	Q0	Q2 ⁺	Q1 ⁺	Q0 ⁺	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	1	0	0	X	1	X	0	X
1	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	0	1	0	1	0	0	1	X	X	1	0	X
3	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	1	0	0	1	1	0	X	0	1	X	0	X
5	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	1	1	0	0	0	0	X	1	X	1	0	X
7	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tablo 11.10'daki durumları incelenirse;

Sayıc 0 sayısından 2 sayısına geçerken flip-flopların J ve K girişleri şu şekildedir:

- 0. satırda Q2'nin şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu da 0 olduğundan J2=0 ve K2=X olur.
- 0. satırda Q1'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu 1 olduğundan J1=1 ve K1=X olur.
- 0. satırda Q0'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu da 0 olduğundan J0=0 ve K0=X olur.

Sayıc 2 sayısından 4 sayısına geçerken flip-flopların J ve K girişleri şu şekildedir:

- 2. satırda Q2'nin şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu 1 olduğundan J2=1 ve K2=X olur.
- 2. satırda Q1'in şimdiki durumu 1 ve sonraki durumu 0 olduğundan J1=X ve K1=1 olur.
- 2. satırda Q0'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu da 0 olduğundan J0=0 ve K0=X olur.

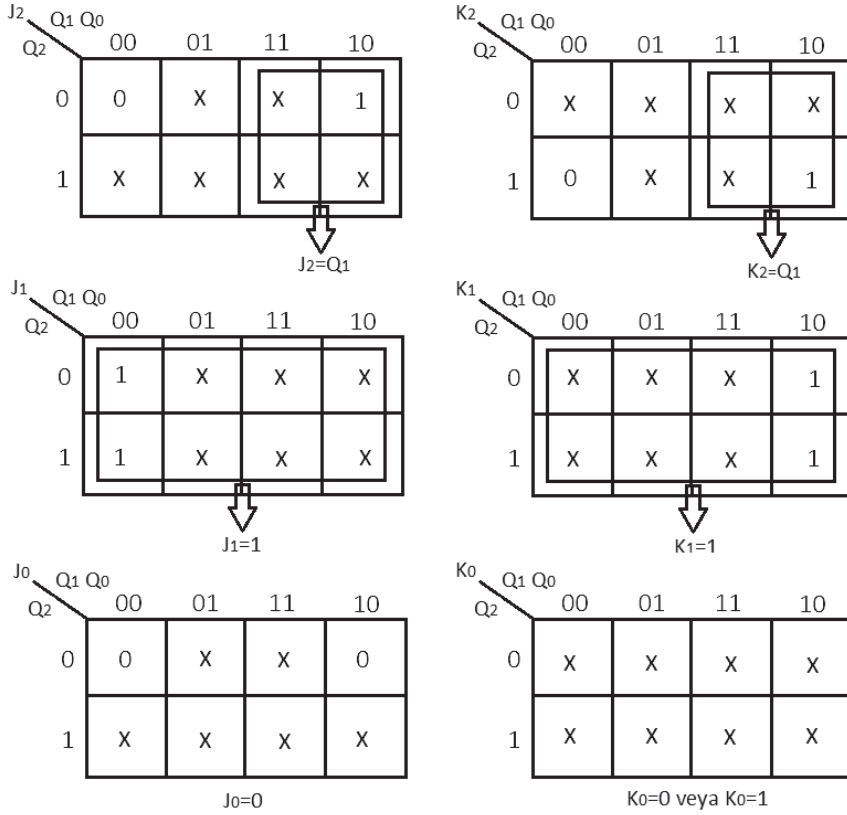
Sayıc 4 sayısından 6 sayısına geçerken flip-flopların J ve K girişleri şu şekildedir:

- 4. satırda Q2'nin şimdiki durumu 1 ve sonraki durumu da 1 olduğundan J2=X ve K2=0 olur.
- 4. satırda Q1'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu 1 olduğundan J1=1 ve K1=X olur.
- 4. satırda Q0'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu da 0 olduğundan J0=0 ve K0=X olur.

Sayıc 6 sayısından 0 sayısına geçerken flip-flopların J ve K girişleri şu şekildedir:

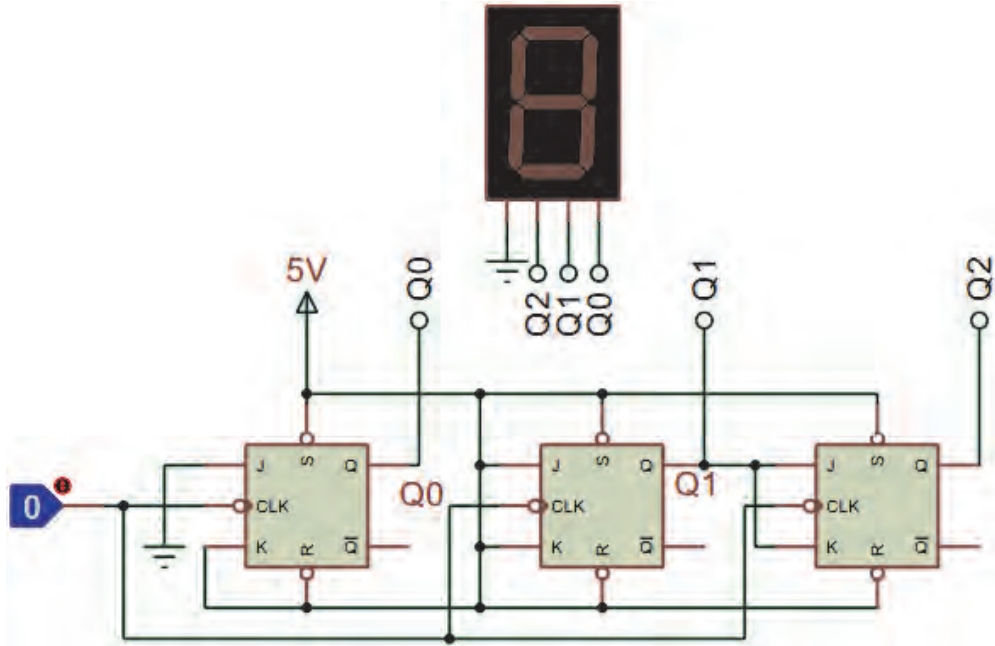
- 6. satırda Q2'nin şimdiki durumu 1 ve sonraki durumu 0 olduğundan J2=X ve K2=1 olur.
- 6. satırda Q1'in şimdiki durumu 1 ve sonraki durumu 0 olduğundan J1=X ve K1=1 olur.
- 6. satırda Q0'in şimdiki durumu 0 ve sonraki durumu da 0 olduğundan J0=0 ve K0=X olur.

Elde edilen J ve K durumları karno haritasında sadeleştirilir (Görsel 11.16).



Görsel 11.16: Karno haritasında sadeleştirme işlemleri

Karno haritasında elde edilen sadeleştirme sonuçlarına göre flip-flopların J ve K giriş bağlantıları çizilir (Görsel 11.17).



Görsel 11.17: 0-2-4-6 sayılarını sayan sayıcı devresi



8. UYGULAMA

Senkron Sayıcı Devresi Tasarlamak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

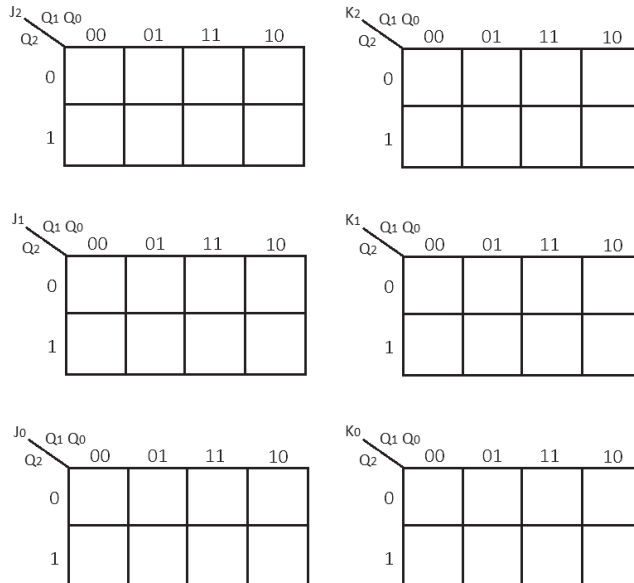
Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda 1-3-5-7 sayılarını sayan senkron sayıcı devresi tasarımını JK flip-floplarla yaparak uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Sayıcının şimdiki ve sonraki durumlarına göre JK flip-flop geçiş tablosu kullanılarak J ve K giriş durumlarını gösteren doğruluk tablosu hazırlayınız (Tablo 11.11).

Tablo 11.11: 1-3-5-7 Sayıcısının Doğruluk Tablosu

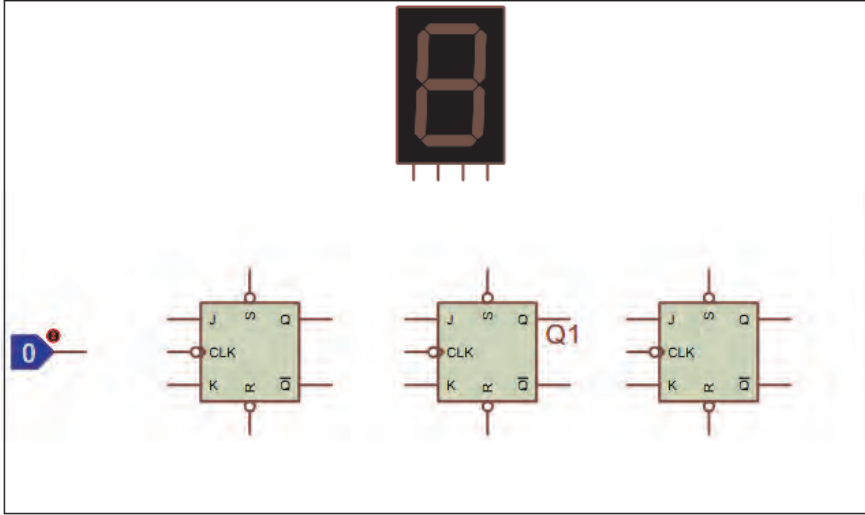
	Şimdiki durum			Sonraki durum			Flip-flop giriş durumları					
	Q2	Q1	Q0	Q2 ⁺	Q1 ⁺	Q0 ⁺	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0									
1	0	0	1									
2	0	1	0									
3	0	1	1									
4	1	0	0									
5	1	0	1									
6	1	1	0									
7	1	1	1									

2. Adım: Elde ettiğiniz J ve K durumlarını Görsel 11.18’de görülen karno haritasına yerleştirip sadeleştiriniz.



Görsel 11.18: Karno haritaları

3. Adım: Karno haritasında elde ettiğiniz sadeleştirme sonuçlarına göre flip-flopların J ve K giriş bağlantılarını Görsel 11.19 verilen elektronik devre elemanları üzerine çiziniz.



Görsel 11.19: 1-3-5-7 Sayıcı çizim alanı

- 4. Adım:** Görsel 11.19’da çizdiğiniz devreyi elektronik çizim programında çiziniz.
- 5. Adım:** Simülasyonu başlatınız. Sayıcının 1-3-5-7 sayılarını saydığını gözlemleyiniz.
- 6. Adım:** Sayıcı farklı sayıları sayıyorsa 1. Adım’dan tekrar başlayınız.
- 7. Adım:** Yaptığınız sayıcı tasarımını atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 8. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 9. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

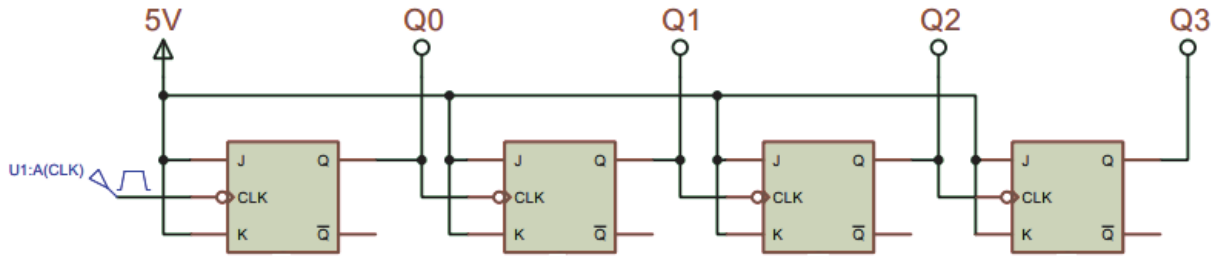
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Sayıcının doğruluk tablosunu doğru hazırladı.		
3. Karno haritasında sadeleştirme işlemleri doğru yapıldı.		
4. Sayıcı devresi doğru çizildi.		
5. Sayıcıda 1-3-5-7 sayılarının sayıldığı görüldü.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2. SAYININ KODLANMASINA GÖRE SAYICI UYGULAMALARI YAPMA

Sayıcılar normal çalışmada ileri veya geri sayar. Ancak sayıcıların çalışmaları ilave lojik devrelerle kodlanarak sayma sayıları sınırlandırılabilir veya sırasız olarak da saydırılabilir. Bunun dışında sayıcılar peş peşe bağlanarak sayma aralığı da genişletilebilir. Sayıcıların sayma sayısı veya sayma sırası değiştirilerek ikilik, BCD, mod, kaskat, halka ve Johnson sayıcılar elde edilir.

11.2.1. İkili (Binary) Sayıcı

İkili sayıcılar, dört veya sekiz flip-floptan oluşan asenkron ileri ya da geri sayıcıdır. Genelde asenkron sayıcı olarak tasarlanır. Bir flip-flobun çıkışı, serideki bir sonraki flip-flobun saat sinyali girişine bağlanır. Dijital saat veya zamanlayıcılar gibi ikili sayı kullanan sistemlerin sayıcısı olarak kullanılır. Görsel 11.20’de dört bitlik negatif tetiklemeli asenkron ikili sayıcı devresi gösterilmiştir.



Görsel 11.20: Dört bit asenkron ikili sayıcı

Dört bit asenkron ikili sayıcı $(0000)_2$ ile $(1111)_2$ arası ikilik sayıları sayar (Tablo 11.12).

Tablo 11.12: Dört Bit Asenkron Sayıcı Doğruluk Tablosu

	CLK	Q3	Q2	Q1	Q0
0		0	0	0	0
1		0	0	0	1
2		0	0	1	0
3		0	0	1	1
4		0	1	0	0
5		0	1	0	1
6		0	1	1	0
7		0	1	1	1
8		1	0	0	0
9		1	0	0	1
10		1	0	1	0
11		1	0	1	1
12		1	1	0	0
13		1	1	0	1
14		1	1	1	0
15		1	1	1	1



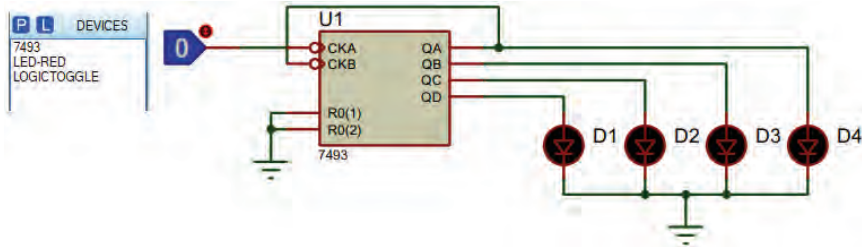
9. UYGULAMA

İkili Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik asenkron ikili sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.21’de verilen dört bitlik asenkron ikili sayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.21: Dört bitlik asenkron ikili sayıcı devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Simülasyonu başlatınız. LED’lerde gördüğünüz QA, QB, QC ve QD lojik değerlerini Tablo 11.13’ün sıfırncı satırına yazınız (LED yanık lojik 1, LED sönmük lojik 0).
- 5. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. LED’lerde gördüğünüz QA, QB, QC VE QD lojik değerlerini Tablo 11.13’ün birinci satırına yazınız.

Tablo 11.13: İkili Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Çıkışlar			
		Q3	Q2	Q1	Q0
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

- 6. Adım:** 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.13'ün 2-15 satırları arasına uygulayınız.
- 7. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 8. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 9. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

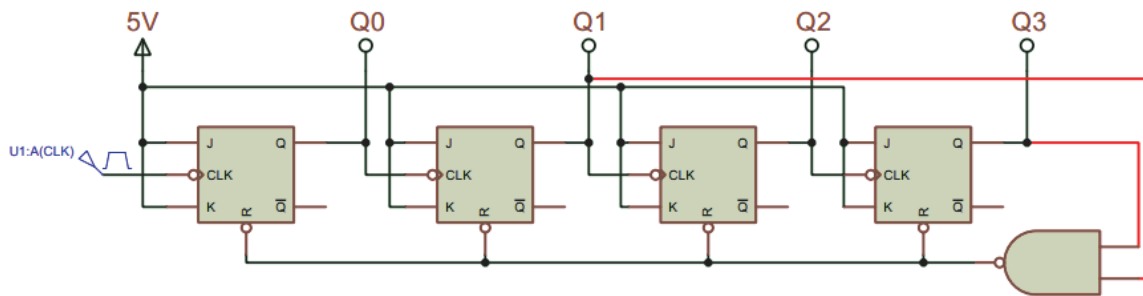


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.13'te verilen dört bitlik asenkron ikili sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2.2. BCD (Binary Code Decimal, İkili Kodlanmış Onlu) Sayıcı

İkili (binary) kodlanmış onlu sayıcı, 0 ile 9 arasındaki sayıları (9 dahil) ileri ya da geri sayan sayıcıdır. Temel olarak ikili sayıcının 10 sayısında sayıcıyı sıfırlamasıyla elde edilir. Görsel 11.22'de BCD sayıcı devresi görülmektedir.



Görsel 11.22: BCD sayıcı devresi

Görsel 11.22'de görülen BCD sayıcı devresinde $Q_3=1$ ve $Q_1=1$ olduğunda yani sayıcı $(1010)_2$ ikili sayıya ulaştığında VE-DEĞİL kapısı çıkışı lojik 0 olur ve sayıcıyı sıfırlar (resetler). Sayıcı tekrar 0'dan saymaya

başlar. Tablo 11.14'te BCD sayıcının saydığı sayılar görülmektedir.

Tablo 11.14: BCD Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Çıkışlar			
		Q3	Q2	Q1	Q0
0		0	0	0	0
1		0	0	0	1
2		0	0	1	0
3		0	0	1	1
4		0	1	0	0
5		0	1	0	1
6		0	1	1	0
7		0	1	1	1
8		1	0	0	0
9		1	0	0	1



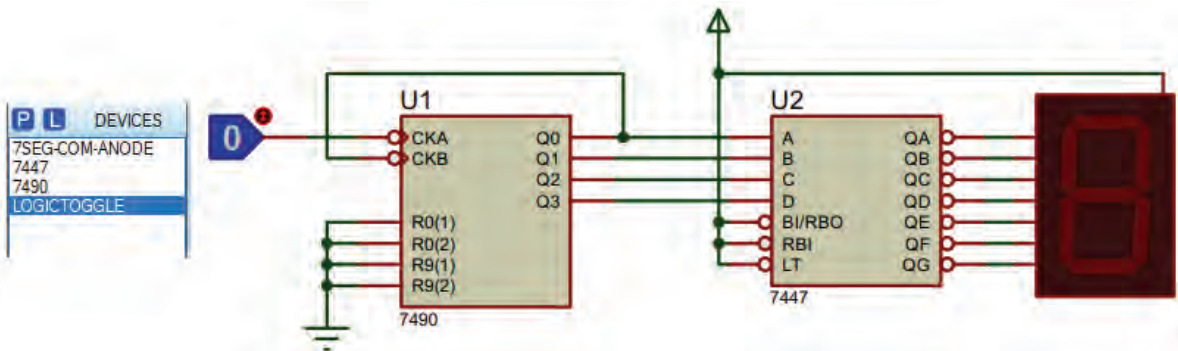
10. UYGULAMA

BCD Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda BCD sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.23'te verilen BCD sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.23: BCD sayıcı devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Simülasyonu başlatınız. Displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.15'in sıfırıncı satırına yazınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. Displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.15'in birinci satırına yazınız.

Tablo 11.15: BCD Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Displaydeki sayı
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

6. Adım: 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.15'in 2-9 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

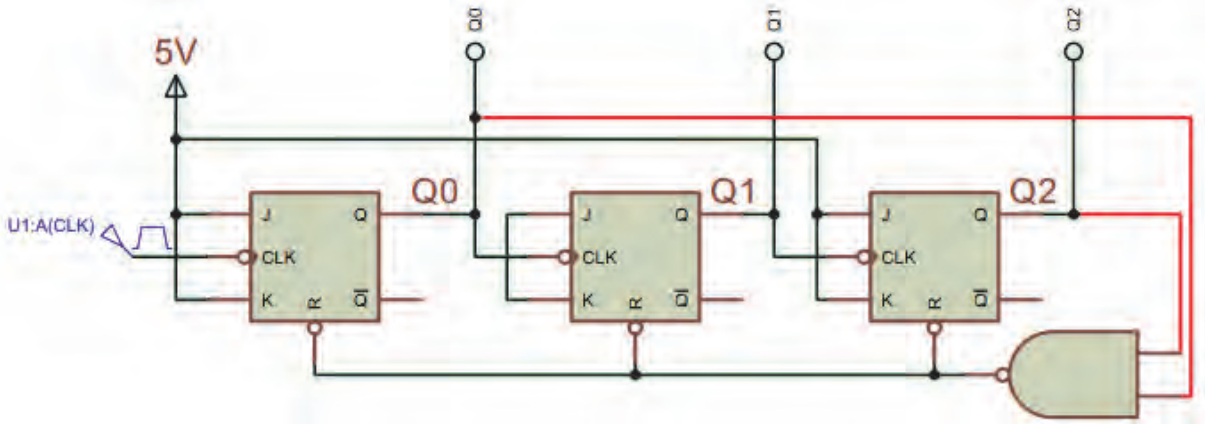


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4.Tablo 11.15'te verilen BCD sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2.3. Mod Sayıcı

Mod sayıcı, ileri veya geri sayıcının sayma aralığı sınırlandırılarak elde edilen sayıcıdır. Üç bitlik sayıcının sayabileceği maksimum sayı yedidir ancak sayıcı mod sayıcı şekline dönüştürülerek yediden daha aşağı bir sayıya kadar da saydırılabilir. Mod sayıcı sayılacak sayının bir üst rakamı ile adlandırılır. Sayıcı 0, 1, 2, 3, 4 sayılarını sayacaksa mod 5 veya 0, 1, 2, 3, 4, 5 sayılarını sayacaksa mod 6 sayıcı olarak isimlendirilir. Görsel 11.24'te mod 5 sayıcı devresi görülmektedir.



Görsel 11.24: Mod 5 sayıcı devresi

Görsel 11.24'te görülen mod 5 sayıcı devresinde $Q_2=1$ ve $Q_0=1$ olduğunda yani sayıcı $(101)_2$ ikili sayıya ulaştığında VE-DEĞİL kapısı çıkışı lojik 0 olur ve sayıcıyı sıfırlar (resetler). Sayıcı tekrar 0'dan saymaya başlar. Tablo 11.16'da mod 5 sayıcının saydığı sayılar görülmektedir.

Tablo 11.16: Mod 5 Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıkışlar		
	CLK	Q2	Q1	Q0
0		0	0	0
1		0	0	1
2		0	1	0
3		0	1	1
4		1	0	0



11. UYGULAMA

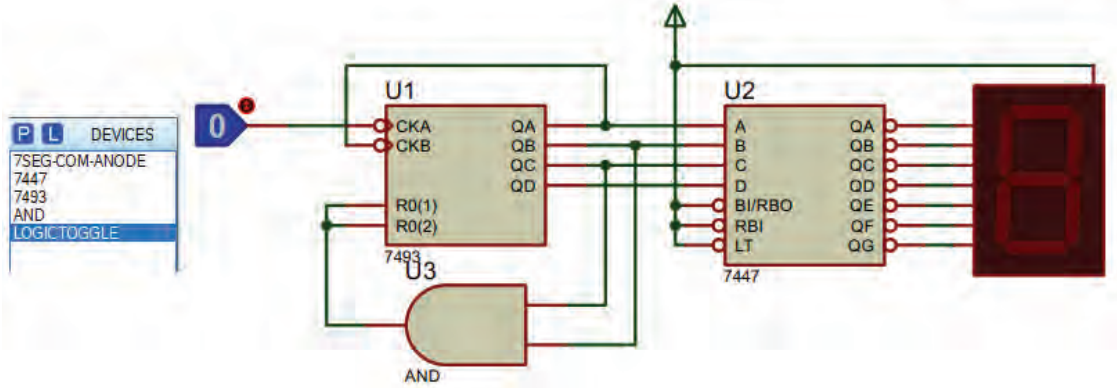
Mod 6 Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek diğer sayfada verilen adımlar doğrultusunda mod 6 sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 11.25'te verilen mod 6 sayıcı uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.25: Mod 6 sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Simülasyonu başlatınız. Displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.17'nin sıfırıncı satırına yazınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. Displayde gördüğünüz sayı değerini Tablo 11.17'nin birinci satırına yazınız.

Tablo 11.17: Mod 6 Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Displaydeki sayı
0		
1		
2		
3		
4		
5		

6. Adım: 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 11.17'nin 2-5 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

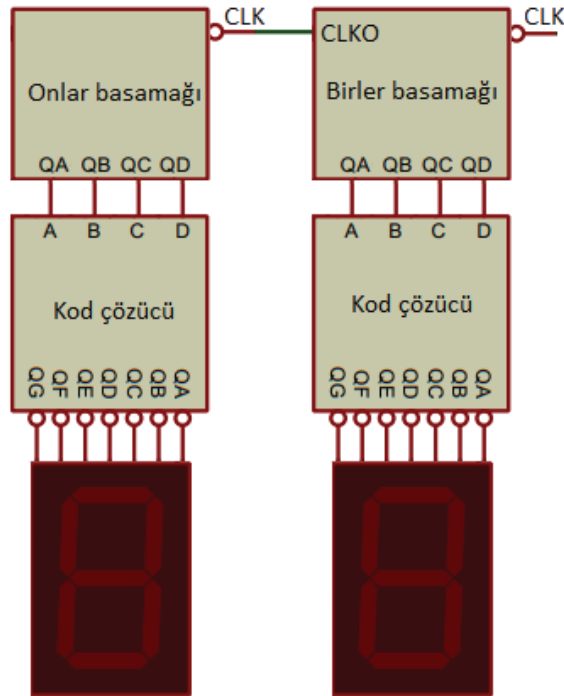
Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.17'de verilen mod 6 sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2.4. Kaskat Sayıcı

Kaskat sayıcı, sayma aralığını artırmak için sayıcıların art arda bağlanmasıyla elde edilen ileri veya geri sayıcıdır. Saat sinyali ilk sayıcı blokuna uygulanır. Diğer sayıcı blokları saat sinyalini bir önceki sayıcıdan alır. Kaskat sayıcılarda genelde BCD sayıcı kullanılır. Görsel 11.26'da kaskat sayıcı blok diyagramı görülmektedir.



Görsel 11.26: Kaskat sayıcı

Görsel 11.26'da görülen devrede saat sinyali birler basamağını sayan sayıcı blokuna uygulanır. Sayıcı 0'dan 9'a kadar sayar ve tekrar 0'a döner. 0'a dönüşte onlar basamağına ait sayıcı blokuna saat sinyali gönderir. Onlar basamağındaki sayı bir artar. Görsel 11.26'daki kaskat sayıcı 0-99 arası sayıcıları sayar. Sayıcıya yüzler basamağı, binler basamağı eklenerek sayma aralığı artırılabilir.



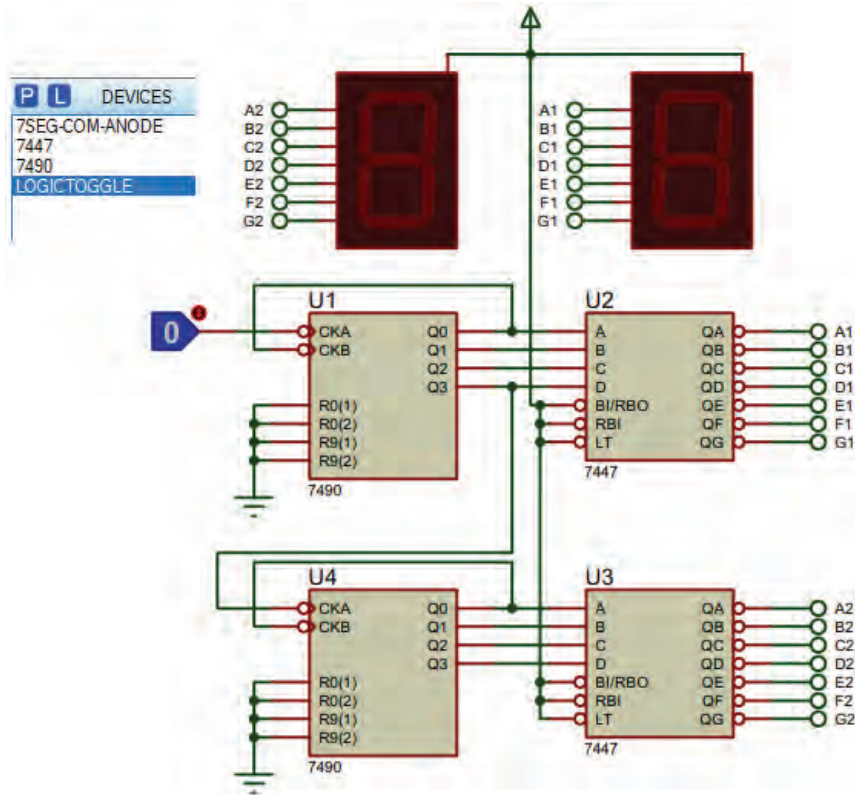
12. UYGULAMA

Kaskat Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda 0-99 sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.27’de verilen 0-99 sayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.27: 0-99 sayıcı devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Terminalleri A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2 olarak etiketleyiniz.
- 5. Adım:** Simülasyonu başlatınız. Displayde 00 sayısını görünüz.
- 6. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. Displayde 01 sayısını görünüz.
- 7. Adım:** 6. Adım’da verilen işlemi 2-99 arası sayılar için uygulayınız.
- 8. Adım:** Devre çizimini atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 9. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

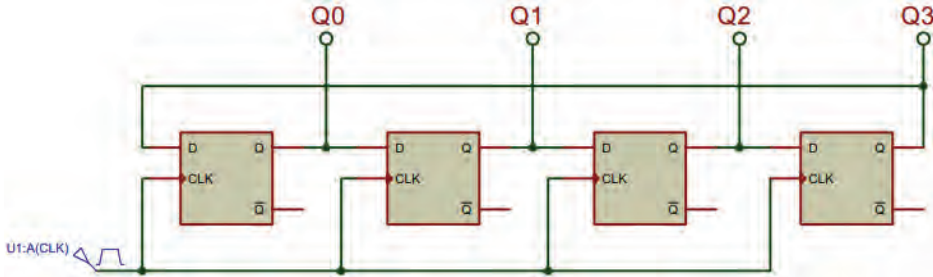


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Kaskat sayıcıda 0-99 arası sayılar görüldü.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2.5. Halka (Ring) Sayıcı

Halka sayıcı, sayıcının son flip-flobunun Q çıkışının ilk flip-flop girişine bağlanarak elde edilen ve D tipi flip-floplardan tasarlanan sayıcıdır. Görsel 11.28’de dört bit halka (ring) sayıcı prensip devresi görülmektedir.



Görsel 11.28: Dört bit halka (ring) sayıcı

Görsel 11.28’de görülen dört bit halka (ring) sayıcı prensip devresinde Q3 çıkışı en baştaki D tipi flip-flobun girişine bağlanmıştır. Başlangıçta Q0 çıkışının lojik 1 olduğu düşünülürse her saat palsinde lojik 1 bilgisi sırasıyla diğer flip-floplara aktarılır. Sadece bir flip-flobun çıkışı lojik 1 iken diğer flip-flopların çıkışları lojik 0 olur. Böylece lojik 1 bilgisi saat sinyali olduğu sürece tüm flip-floplarda sonsuz döngüde ilerlemeye devam eder. Tablo 11.18’de dört bit halka sayıcı devresinin doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 11.18: Halka Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıkışlar			
	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3
0		1	0	0	0
1		0	1	0	0
2		0	0	1	0
3		0	0	0	1
4		1	0	0	0
5		0	1	0	0
6		0	0	1	0
7		0	0	0	1



13. UYGULAMA

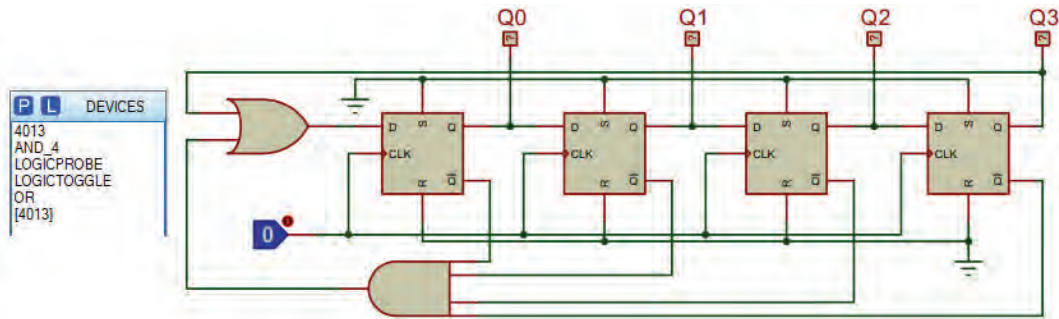
Halka Sayıcı Devresi Kurlmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik halka sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 11.29’da verilen dört bitlik halka sayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 11.29: Dört bitlik halka sayıcı devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Simülasyonu başlatınız. Logicprobtta gördüğünüz lojik değerleri Tablo 11.19’un sıfırncı satırına yazınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. Logicprobtta gördüğünüz lojik değerleri Tablo 11.19’un birinci satırına yazınız.

Tablo 11.19: Dört Bit Halka Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Çıkışlar			
		Q0	Q1	Q2	Q3
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

6. Adım: 5. Adım’da verilen işlemleri Tablo 11.19’un 2-8 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

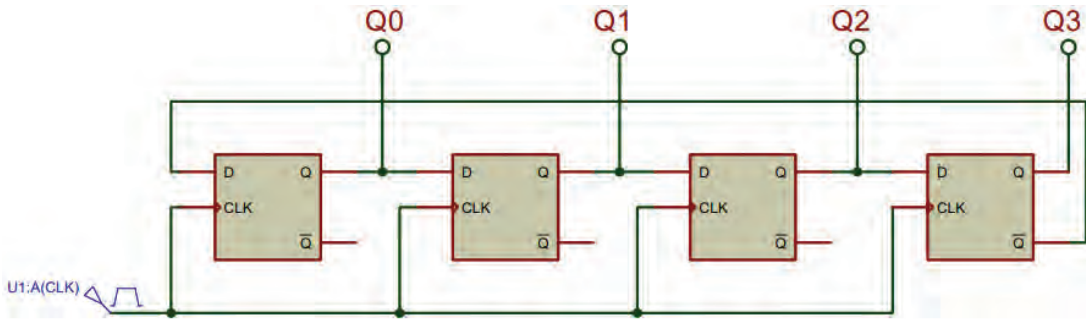
Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.19'da verilen dört bitlik halka sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

11.2.6. Johnson Sayıcı

Johnson sayıcı, sayıcının son flip-flobunun Q değil ($\bar{Q}$) çıkışının ilk flip-flopun girişine bağlanan ve D tipi flip-floplardan tasarlanan sayıcıdır. Görsel 11.30'da dört bit Johnson sayıcı devresi görülmektedir.



Görsel 11.30: Dört bit Johnson sayıcı

Görsel 11.30'da görülen dört bit Johnson sayıcı devresinde Q3 değil ($\bar{Q}$ 3) çıkışı en baştaki D tipi flip-flobun girişine bağlanmıştır. Başlangıçta ilk flip-flobun girişi lojik 1 seviyesindedir. Her saat palsinde lojik 1 bilgisi sırasıyla diğer flip-floplara aktarılır. Lojik 1 bilgisi Q3 çıkışına ulaştığında ilk flip-flop girişi lojik 0 seviyesine düşer. Her saat palsinde lojik 0 bilgisi sırasıyla diğer flip-floplara aktarılır. Lojik 0 bilgisi Q3 çıkışına ulaştığında ilk flip-flop girişi lojik 1 seviyesine yükselir. Böylece saat sinyali olduğu sürece tüm flip-floplarda sonsuz döngüde aynı işleme devam eder. Tablo 11.20'de dört bit Johnson sayıcı devresinin doğruluk tablosu görülmektedir.

Tablo 11.20: Dört Bit Johnson Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıkışlar			
	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3
0		1	0	0	0
1		1	1	0	0
2		1	1	1	0
3		1	1	1	1
4		0	1	1	1
5		0	0	1	1
6		0	0	0	1
7		0	0	0	0



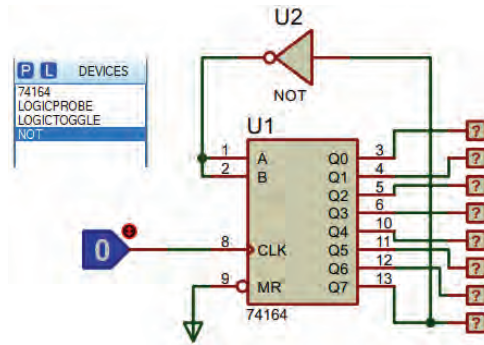
14. UYGULAMA

Johnson Sayıcı Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda sekiz bitlik Johnson sayıcı devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 11.31’de verilen sekiz bitlik Johnson sayıcı uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.
- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Simülasyonu başlatınız. Logicprobtta gördüğünüz lojik değerleri Tablo 11.21’in sıfırıncı satırına yazınız.
- 5. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sayıcı devresine uygulayınız. Logicprobtta gördüğünüz lojik değerleri Tablo 11.21’in birinci satırına yazınız.



Görsel 11.31: Dört bitlik Johnson sayıcı devresi

Tablo 11.21: Dört Bit Johnson Sayıcı Devresi Doğruluk Tablosu

		Çıkışlar							
	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

- 6. Adım:** 5. Adım’da verilen işlemleri Tablo 11.21’in 2-16 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 11.21’de verilen sekiz bitlik Johnson sayıcı devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Sayıcı tasarımında bir veya birden fazla flip-flop kullanılır.
2. (.....) Senkron sayıcıda saat sinyali ilk flip-floba uygulanır.
3. (.....) Sayıcılar, saat sinyali ile çalışır ve girişlerine uygulanan saat sinyalini sayar.
4. (.....) Senkron sayıcılar tasarlanırken flip-flopların geçiş tablosu kullanılır.
5. (.....) Mod 4 sayıcı 1,2,3,4 değerlerini sayar.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Sayıcılar; saat sinyalinin uygulanışına göre sayıcı olarak ikiye ayrılır.
7. Bir sayıcının kaç kadar sayacağı formülü ile hesaplanır (n =flip-flop sayısıdır.).
8. Negatif tetiklemeli asenkron geri sayıcıda tetikleme her flip-flobun çıkışından alınır.
9. BCD kodu için onlu sayının her bir basamağı bitlik ikili sayı grupları şeklinde yazılır.
10. Sayma aralığını artırmak için BCD sayıcıları bağlanması gerekir.

C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdaki sayıcı tiplerinden hangisi 12 sayısına kadar sayar?

- A) Asenkron B) BCD C) Johnson D) Kaskat E) Mod 13

12. 1. Kullanılacak flip-flop sayısı belirlenir.

2. Geçiş tablosuna göre şimdiki ve sonraki durumlara göre doğruluk tablosu oluşturulur.

3. Sadeleştirilen ifadeye göre devre şeması çizilir.

4. Oluşan değerler Karno haritasına aktarılarak sadeleştirilir.

5. Geçiş tablosu hazırlanır.

Verilen bu bilgilere göre senkron sayıcı tasarımı için aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

- A) 1-5-2-4-3 B) 1-5-3-2-4 C) 1-5-4-3-2 D) 5-3-1-2-4 E) 5-3-2-1-4

13. 7 segment display kod çözücü entegresi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 4017 B) 7447 C) 7474 D) 7476 E) 7490

14. BCD sayıcının saydığı en büyük sayı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 5 B) 7 C) 9 D) 10 E) 15

15. 8 bitlik Johnson sayıcıda ilk flip-flobun giriş bilgisi aşağıda verilen flip-flopların hangisinden alınır?

- A) Q3 B) Q4 C) Q5 D) Q6 E) Q7



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27806>

12.

ÖĞRENME BİRİMİ

KAYDEDİCİLER

KONULAR

- 12.1. BİLGİNİN YÜKLENMESİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA
- 12.2. BİLGİ GİRİŞ-ÇIKIŞ ŞEKLİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Kaydedicilere bilgi yükleme yöntemleri
- Seri giriş-seri çıkış kaydedici uygulamalar yapma
- Seri giriş-paralel çıkış kaydedici uygulamalar yapma
- Paralel giriş-seri çıkış kaydedici uygulamalar yapma
- Paralel giriş-paralel çıkış kaydedici uygulamalar yapma

TEMEL KAVRAMLAR

- Bilgi kaydırma
- Kaydedici
- Saat sinyali

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bilgiler elektronik devreler sayesinde nasıl saklanabilir?
2. RAM'daki bilgiler alt alta sırası bozulmadan nasıl diziliyor olabilir?

12. KAYDEDİCİLER

Kaydediciler, sayısal bilgileri depolayan ardışık devre elemanlarıdır. Kaydedicilerin yapısında peş peşe bağlanmış flip-flop devreleri bulunur. Her flip-flop bir bitlik bilgi saklar. Kaydediciler saat sinyali (CLK) ile tetiklenir. Kaydediciye bilgiler eş zamanlı (senkron) yüklenir, silinir veya kaydırılır.

Kaydedicilerde bilginin saklanması ve aktarılması, ilk bilgiden başlanarak son bilgiye kadar kaydırma işleminin yapılması ile gerçekleştirilir. Bu sebeple kaydediciler **kaymalı kaydediciler [shift register (şift recistir)]** olarak da adlandırılır. Kaydediciler bilgisayar, cep telefonu, hesap makinesi vb. elektronik cihazlarda yaygın olarak kullanılır.

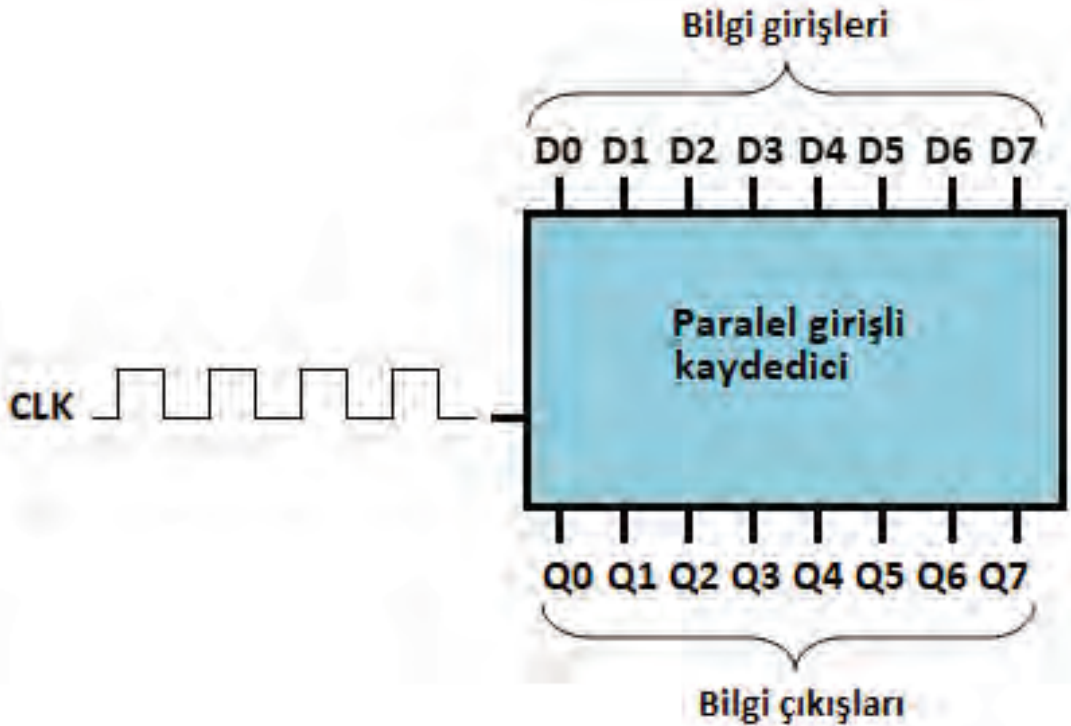
Kaydediciler; bilginin yüklenmesi ve bilgi giriş-çıkış yöntemlerine göre sınıflandırılır.

12.1. BİLGİNİN YÜKLENMESİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA

Kaydedici yapısındaki flip-floplara bilgiler aynı anda (paralel) veya peş peşe sırayla (seri olarak) yüklenebilir. Kaydediciye bütün bilgilerin yüklenmesi aynı anda ise **paralel girişli kaydedici**, peş peşe ise **seri girişli kaymalı kaydedici** olarak adlandırılır.

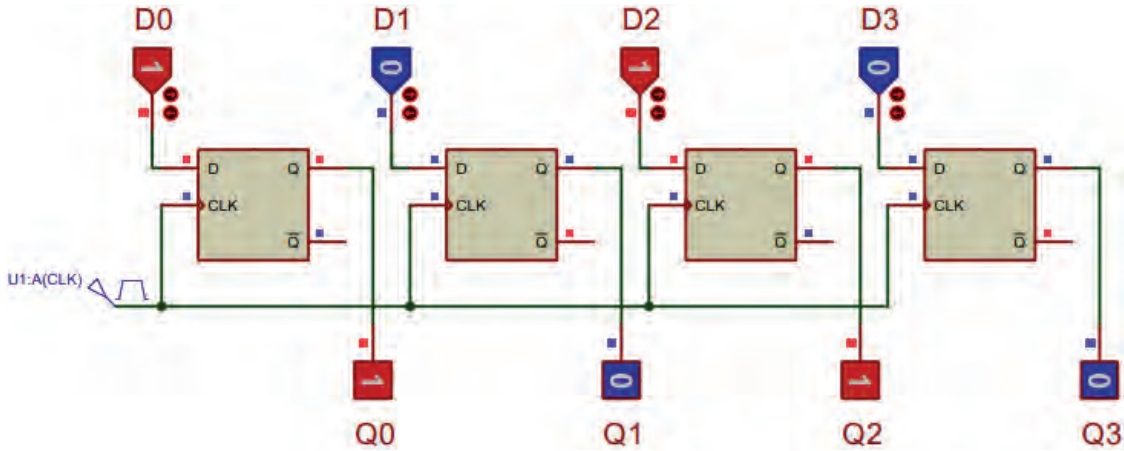
12.1.1. Paralel Girişli Kaydediciler

Paralel girişli kaydediciler, saat sinyali (CLK) ile giriş bilgilerinin tamamının çıkışa aktarıldığı kaydedicilerdir. Bilgi transferi hızlıdır ancak donanım kurulumu maliyetli, hat sayısı fazladır. Görsel 12.1’de paralel girişli kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.1: Paralel girişli kaydedici devresi

Görsel 12.2’de D tipi flip-floplarla yapılmış dört bitlik paralel girişli kaydedici devresi görülmektedir. Bilgiler her saat sinyalinde D0-D3 kaydedici girişlerinden Q0-Q3 kaydedici çıkışlarına aktarılır.



Görsel 12.2: Paralel girişli kaydedici devresi



1. UYGULAMA

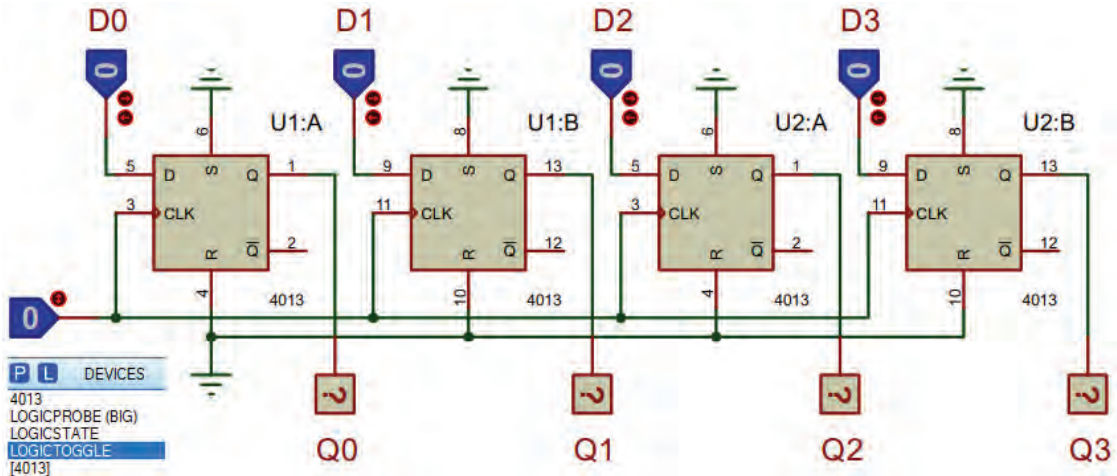
Paralel Girişli Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik paralel girişli kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 12.3’te verilen dört bitlik paralel girişli kaydedici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.3: Dört bitlik paralel kaydedici devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Tablo 12.1'in 1. satırındaki D0-D3 giriş bilgilerini "logicstate"ten uygulayınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini kaydedici devresine uygulayınız. Q0-Q3'te gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.1'deki Q0-Q3 satırına yazınız.

6. Adım: 4. Adım ve 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 12.1'in 2-16 satırları arası uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.

Tablo 12.1: Dört Bitlik Paralel Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

		Girişler				Çıkışlar			
	CLK	D0	D1	D2	D3	Q0	Q1	Q2	Q3
1		0	0	0	0				
2		0	0	0	1				
3		0	0	1	0				
4		0	0	1	1				
5		0	1	0	0				
6		0	1	0	1				
7		0	1	1	0				
8		0	1	1	1				
9		1	0	0	0				
10		1	0	0	1				
11		1	0	1	0				
12		1	0	1	1				
13		1	1	0	0				
14		1	1	0	1				
15		1	1	1	0				
16		1	1	1	1				



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

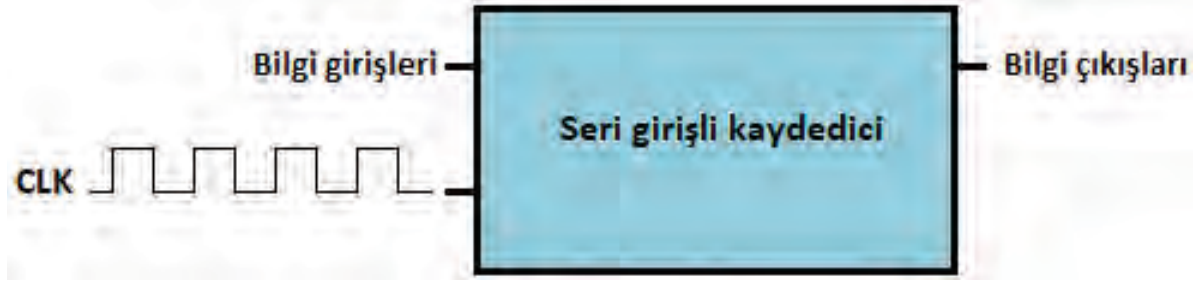


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.1'de verilen dört bitlik paralel kaydedici doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.1.2. Seri Girişli Kaymalı Kaydediciler

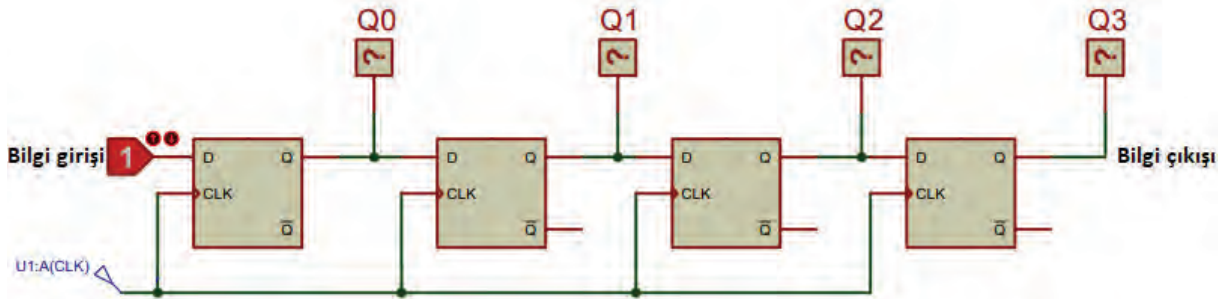
Seri girişli kaymalı kaydediciler, saat sinyali (CLK) ile giriş bilgilerinin sırasıyla kaydırılarak çıkışa aktarıldığı kaydedicilerdir. Bilgi transferi yönü ile sağa, sola veya seçici anahtar ile hem sağa hem sola olacak şekilde tasarlanır. Görsel 12.4'te seri girişli kaymalı kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.4: Seri girişli kaydedici devresi

12.1.2.1. Sağa Kaymalı Kaydediciler

Seri bilgi, ilk saat sinyali ile soldaki flip-flopa yüklenir. Her saat sinyalinde bilgi sırasıyla diğer flip-floplara yüklenerek sağa doğru aktarılır. Görsel 12.5'te D tipi flip-floplarla yapılmış dört bitlik seri girişli sağa kaymalı kaydedici devresi görülmektedir. D0 flip-flobundan girilen bilgi dört saat sinyali sonunda Q3 flip-flop çıkışından alınır.



Görsel 12.5: Sağa kaymalı seri girişli kaydedici devresi

Tablo 12.2'de sağa kaymalı kaydedici devresinin doğruluk tablosu gösterilmiştir. Bilgi girişinden uygulanan lojik 1 bilgisi dört saat sinyali sonunda Q3 çıkışına ulaşır.

Tablo 12.2: Sağa Kaymalı Seri Girişli Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

Bilgi Girişi	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1	0	0	0
0		0	1	0	0
0		0	0	1	0
0		0	0	0	1



2. UYGULAMA

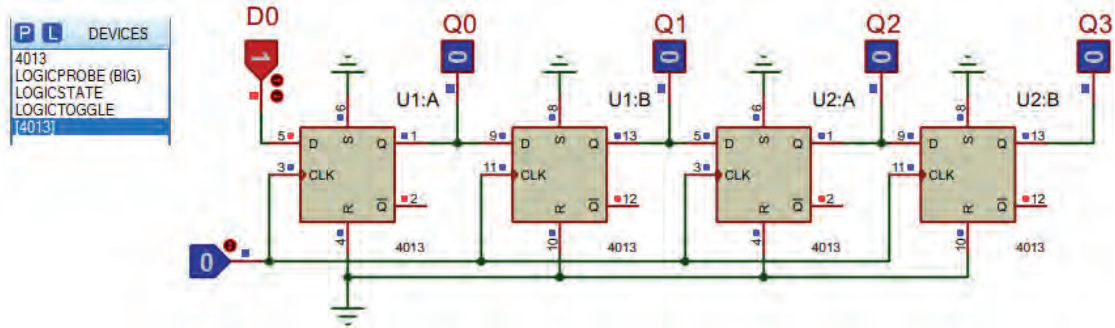
Seri Girişli Sağa Kaymalı Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik seri girişli sağa kaymalı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 12.6’da verilen dört bitlik seri girişli sağa kaymalı kaydedici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.6: Dört bitlik seri girişli sağa kaymalı kaydedici devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Tablo 12.3’ün 1. satırındaki D0 giriş bilgisini “logicstate”ten uygulayınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sağa kaymalı kaydedici devresine uygulayınız. Q0-Q3’te gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.3’teki Q0-Q3 satırına yazınız.

Tablo 12.3: Dört Bitlik Seri Girişli Sağa Kaymalı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Girişler		Çıkışlar			
		D0	Q0	Q1	Q2	Q3	
1		1					
2		0					
3		0					
4		0					
5		1					
6		1					
7		0					
8		0					

6. Adım: 4. Adım ve 5. Adım’da da verilen işlemleri Tablo 12.3’ün 2-8 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

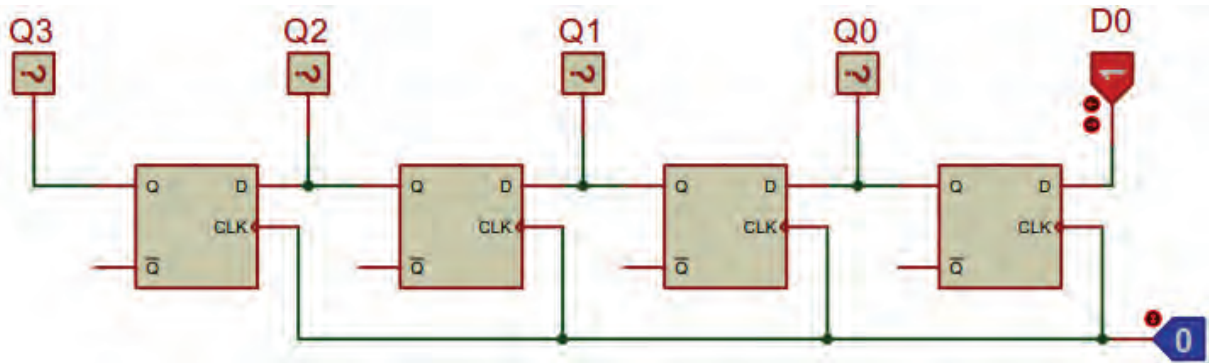


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.3'te verilen dört bitlik seri girişli sağa kaymalı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.1.2.2. Sola Kaymalı Kaydediciler

Seri bilgi, ilk saat sinyali ile sağdaki flip-flopa yüklenir. Her saat sinyalinde bilgi sırasıyla diğer flip-floplara yüklenerek sola doğru aktarılır. Görsel 12.7'de D tipi flip-floplarla yapılmış dört bitlik seri girişli sola kaymalı kaydedici devresi görülmektedir. D0 flip-flobundan girilen bilgi dört saat sinyali sonunda Q3 flip-flop çıkışından alınır.



Görsel 12.7: Sola kaymalı seri girişli kaydedici devresi

Tablo 12.4'te sola kaymalı kaydedici devresinin doğruluk tablosu gösterilmiştir. Bilgi girişinden uygulanan lojik 1 bilgisi dört saat sinyali sonunda Q3 çıkışına ulaşır.

Tablo 12.4: Sola Kaymalı Seri Girişli Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

Bilgi Girişi	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1	0	0	0
0		0	1	0	0
0		0	0	1	0
0		0	0	0	1



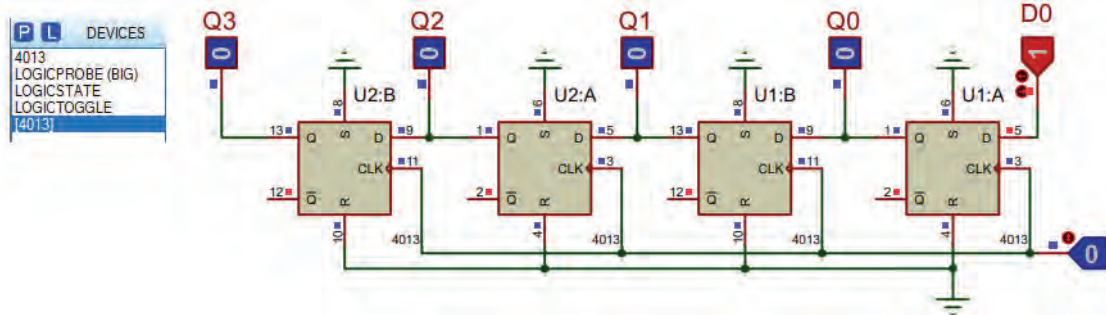
3. UYGULAMA

Seri Girişli Sola Kaymalı Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik seri girişli sola kaymalı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 12.8'de verilen dört bitlik seri girişli sola kaymalı kaydedici uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.8: Dört bitlik seri girişli sola kaymalı kaydedici devresi

- 3. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 4. Adım:** Tablo 12.5'in 1. satırındaki D0 giriş bilgisini "logicstate"ten uygulayınız.
- 5. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini sağa kaymalı kaydedici devresine uygulayınız. Q0-Q3'te gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.5'teki Q0-Q3 satırına yazınız.
- 6. Adım:** 4. Adım ve 5. Adım'da da verilen işlemleri Tablo 12.5'in 2-8 satırları arasına uygulayınız.

Tablo 12.5: Dört Bitlik Seri Girişli Sola Kaymalı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

	CLK	Girişler	Çıkışlar			
		D0	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1				
2		0				
3		0				
4		0				
5		1				
6		1				
7		0				
8		0				

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

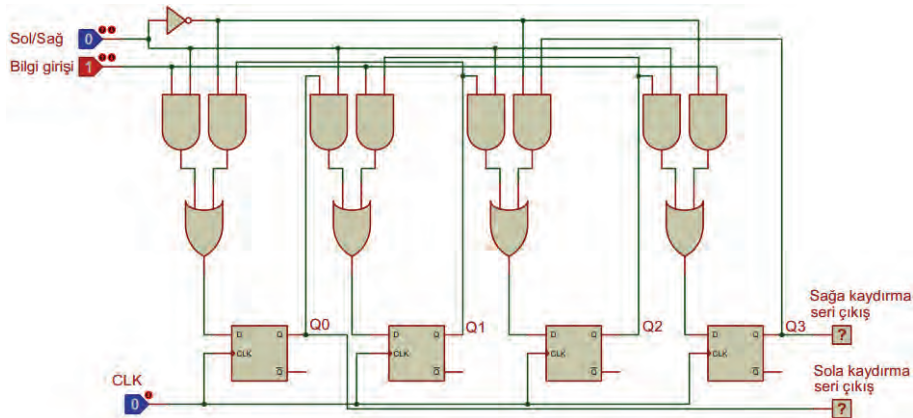


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.5'te verilen dört bitlik seri girişli sola kaymalı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.1.2.3. Sağa Sola Kaymalı Kaydediciler

Sağa kaymalı kaydedici ile sola kaymalı kaydedicinin birleştirilmesiyle elde edilen kaydedici çeşididir. Seri bilgi, kayma yönü seçici anahtarın durumuna göre ilk saat sinyali ile sağdaki veya soldaki flip-floba yüklenir. Her saat sinyalinde bilgi sırasıyla diğer flip-floplara yüklenerek sağa veya sola doğru kaydırılır. Görsel 12.9'da D tipi flip-floplarla yapılmış dört bitlik seri girişli sağa sola kaymalı kaydedici devresi görülmektedir. İlk flip-floptan girilen bilgi dört saat sinyali sonunda en sondaki flip-flop çıkışından alınır.



Görsel 12.9: Sağa sola kaymalı kaydedici devresi

Tablo 12.6’da sağa sola kaymalı kaydedici devresinin doğruluk tablosu gösterilmiştir. Sol/sağ yön seçici anahtarının durumuna göre bilgi girişinden uygulanan lojik 1 bilgisi dört saat sinyali sonunda en son flip flopon çıkışına ulaşır.

Tablo 12.6: Sola Kaymalı Seri Girişli Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

Sol/Sağ	Bilgi Girişi	CLK	Q0	Q1	Q2	Q3
1	1		1	0	0	0
1	0		0	1	0	0
1	0		0	0	1	0
1	0		0	0	0	1
0	1		0	0	0	1
0	0		0	0	1	0
0	0		0	1	0	0
0	0		1	0	0	0



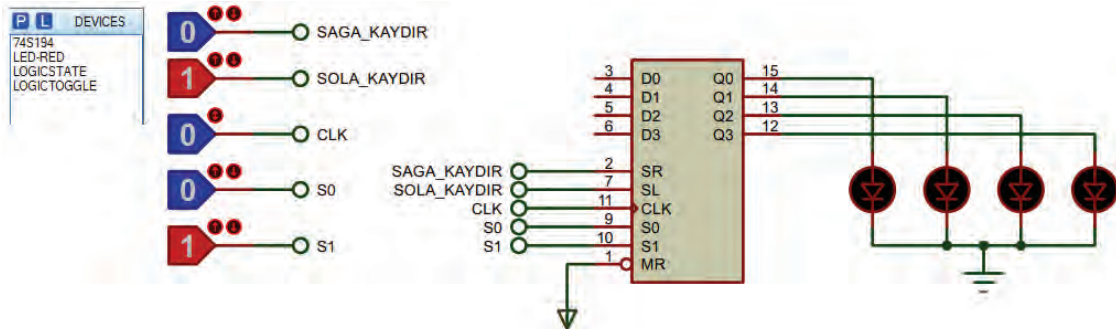
4. UYGULAMA

Seri Girişli Sağa Sola Kaymalı Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda dört bitlik seri girişli sağa sola kaymalı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 12.10’da verilen dört bitlik seri girişli sağa sola kaymalı kaydedici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.10: Dört bitlik seri girişli sağa sola kaymalı kaydedici devresi

- 3. Adım:** Terminalleri SAGA_KAYDIR, SOLA_KAYDIR, CLK, S0 ve S1 olarak etiketleyiniz.
- 4. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.

5. Adım: Tablo 12.7'nin 1. satırındaki lojik bilgileri 74S194 entegresine uygulayınız.

6. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini 74S194 entegresine uygulayınız. Q0-Q3' te gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.7'deki Q0-Q3 satırına yazınız.

Tablo 12.7: Dört Bitlik Seri Girişli Sağa Sola Kaymalı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

		Girişler				Çıkışlar			
	CLK	S1	S0	SAĞA_KAYDIR	SOLA_KAYDIR	Q0	Q1	Q2	Q3
1		0	1	1	0				
2		0	1	1	0				
3		0	1	1	0				
4		0	1	1	0				
5		0	1	0	0				
6		0	1	0	0				
7		0	1	0	0				
8		0	1	0	0				
9		1	0	0	1				
10		1	0	0	1				
11		1	0	0	1				
12		1	0	0	1				
13		1	0	0	0				
14		1	0	0	0				
15		1	0	0	0				
16		1	0	0	0				

7. Adım: 4. Adım ve 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 12.9'un 2-16 satırları arasına uygulayınız.

8. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

9. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

10. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız diğer sayfadaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.


KONTROL LİSTESİ

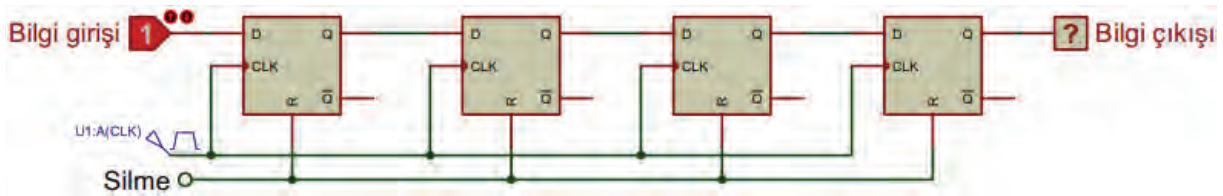
Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Terminaller doğru etiketlendi.		
5. Tablo 12.7'de verilen dört bitlik seri girişli sağa sola kaymalı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
6. Çalışma alanı temizlendi.		

12.2. BİLGİ GİRİŞ-ÇIKIŞ ŞEKLİNE GÖRE KAYDEDİCİ UYGULAMALARI YAPMA

Bilgi giriş-çıkışına göre kaydediciler seri giriş-seri çıkışlı, seri giriş-paralel çıkışlı, paralel giriş-seri çıkışlı ve paralel giriş- paralel çıkışlı olmak üzere dört çeşittir.

12.2.1. Seri Giriş- Seri Çıkışlı (SISO) Kaydediciler

Bilginin en düşük değerlikli bittten (LSB) itibaren kaydediciye seri olarak uygulandığı ve çıkışındaki bilgilerin yine seri olarak alındığı kaydedici devresidir. J K, R S ve D tipi flip-floplar ile tasarlanabilir. Her saat sinyalinde sadece bir bitlik bilgi kaydediciye aktarılır ve kaydırılır. Dört bitlik bilginin tamamını kaydedici çıkışından almak için sekiz saat sinyaline ihtiyaç vardır. Görsel 12.11'de seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.11: Seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi

Tablo 12.8'de dört bitlik ikilik bilginin $(1101)_2$ seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devresine yüklenmesi ve kaydırılması görülmektedir. Sekiz saat sinyali sonunda seri girişten uygulanan bilgi seri çıkıştan alınır.

Tablo 12.8: Dört Bitlik Bilginin Seri Giriş-Seri Çıkışlı Kaydedici Devresine Yüklenip Kaydırılması

		Seri Giriş	Seri Çıkış
1		1	0
2		0	0
3		1	0
4		1	0
5		0	1
6		0	0
7		0	1
8		0	1



5. UYGULAMA

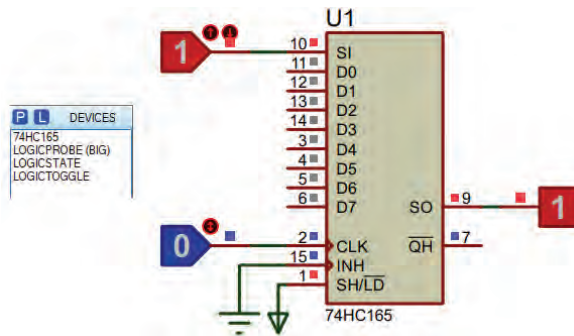
Seri Giriş-Seri Çıkış Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 12.12’de verilen seri giriş-seri çıkış kaydedici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.12: Seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi

Tablo 12.9: Seri Giriş-Seri Çıkışlı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

		Giriş	Çıkış
	CLK	SI	SO
1		1	
2		1	
3		0	
4		1	
5		0	
6		1	
7		0	
8		1	
9		0	
10		0	
11		0	
12		0	
13		0	
14		0	
15		0	
16		0	

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Tablo 12.9’un 1. satırındaki SI bilgisini 74HC165 entegresine uygulayınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini 74HC165 entegresine uygulayınız. SO çıkışında gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.9’ daki SO satırına yazınız.

6. Adım: 4. Adım ve 5. Adım’da verilen işlemleri Tablo 12.9’un 2-16 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

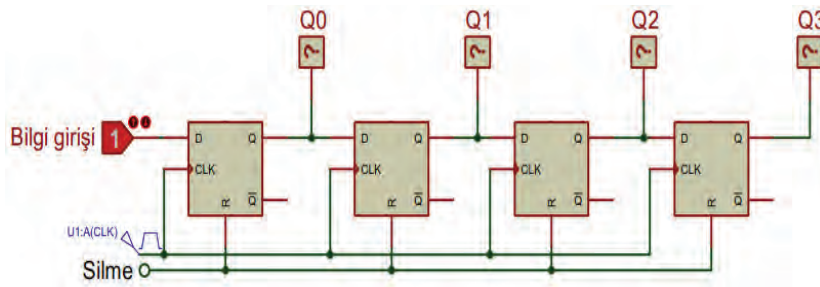


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.9'da verilen dört bitlik seri giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.2.2. Seri Giriş- Paralel Çıkışlı (SIPO) Kaydediciler

Bilginin en düşük değerlikli bittten (LSB) itibaren kaydediciye seri olarak uygulandığı ve çıkışındaki bilgilerin paralel olarak alındığı kaydedici devresidir. J K, R S ve D tipi flip-floplar ile tasarlanabilir. Her saat sinyalinde sadece bir bitlik bilgi kaydediciye aktarılır ve kaydırılır. Dört bitlik bilginin tamamını kaydedici çıkışından almak için dört saat sinyaline ihtiyaç vardır. Görsel 12.13'te seri giriş-paralel çıkış kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.13: Seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi

Tablo 12.10: Dört Bitlik Bilginin Seri Giriş-Seri Çıkışlı Kaydedici Devresine Yüklene Kaydırılması

		Girişler	Çıkışlar			
	CLK	D0	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1	1	0	0	0
2		1	1	1	0	0
3		0	0	1	1	0
4		1	1	0	1	1

Tablo 12.10'da dört bitlik ikilik bilginin $(1011)_2$ seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresine yüklenmesi ve kaydırılması görülmektedir. Dört saat sinyali sonunda seri girişten uygulanan bilgi paralel çıkışlardan alınır.



6. UYGULAMA

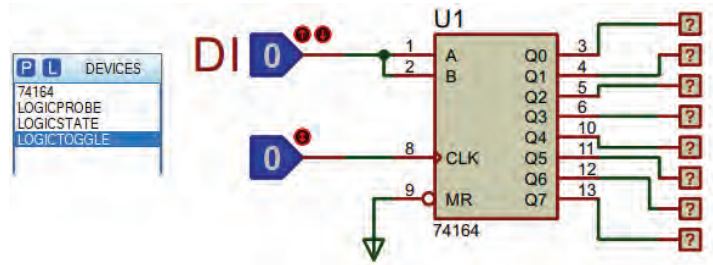
Seri Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresi Kurmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 12.14'te verilen seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çizin.



Görsel 12.14: Seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi

3. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

4. Adım: Tablo 12.11'in 1. satırındaki DI giriş bilgisini 74HC164 entegresine uygulayınız.

5. Adım: Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini 74HC164 entegresine uygulayınız. Q0-Q7 çıkışında gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.11'deki Q0-Q7 satırına yazınız.

Tablo 12.11: Seri Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

		Girişler	Çıkışlar							
	CLK	D1	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
1		1								
2		0								
3		0								
4		1								
5		1								
6		0								
7		1								
8		1								

6. Adım: 4. Adım ve 5. Adım'da verilen işlemleri Tablo 12.11'in 2-8 satırları arasına uygulayınız.

7. Adım: Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

8. Adım: Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.

9. Adım: Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

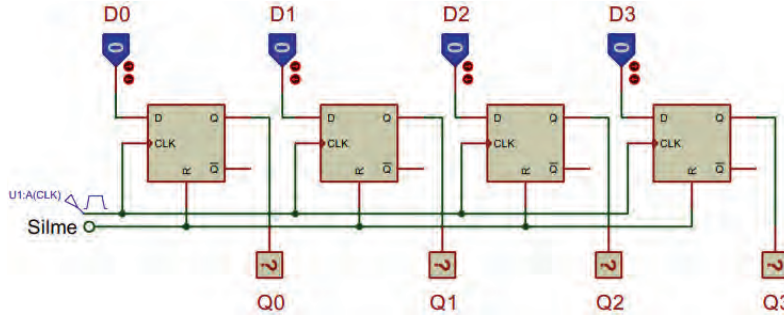


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.11'de verilen seri giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.2.3. Paralel Giriş-Paralel Çıkışlı (PIPO) Kaydediciler

Bilginin tamamının kaydediciye paralel olarak uygulandığı ve çıkışındaki bilgilerin paralel olarak alındığı kaydedici devresidir. J K, R S ve D tipi flip-floplar ile tasarlanabilir. Tek saat sinyalinde bilginin tamamı kaydediciye aktarılır. Dört bitlik bilginin tamamını kaydedici çıkışından almak için tek bir saat sinyaline ihtiyaç vardır. Görsel 12.15'te paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.15: Paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi

Tablo 12.12'de dört bitlik ikilik bilginin $(1001)_2$ paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresine yüklenmesi ve kaydırılması görülmektedir. Tek bir saat sinyali sonunda paralel girişlerden uygulanan bilgi paralel çıkışlardan alınır.

Tablo 12.12: Dört Bitlik Bilginin Paralel Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresine Yüklenip Kaydırılması

		Girişler				Çıkışlar			
	CLK	D0	D1	D2	D3	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1	0	0	1	1	0	0	1



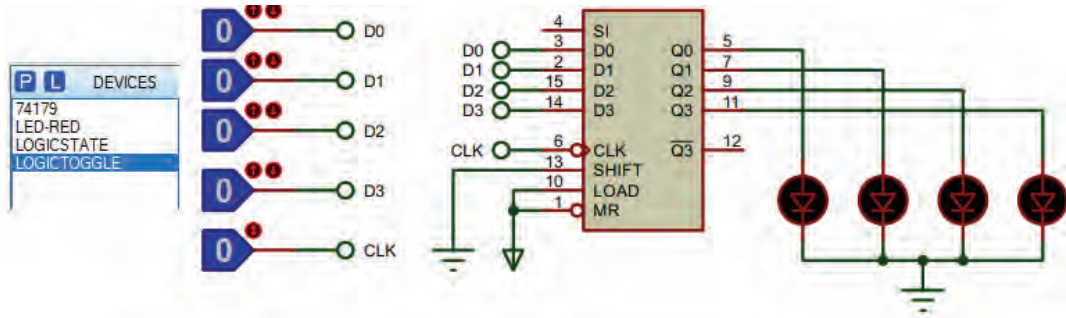
7. UYGULAMA

Paralel Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresi Kurlmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

- 1. Adım:** Elektronik çizim programını çalıştırınız.
- 2. Adım:** Görsel 12.16’de verilen paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici uygulama devresini “DEVICES” penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çizin.



Görsel 12.16: Paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi

- 3. Adım:** Terminalleri D0, D1, D2, D3 ve CLK olarak etiketleyiniz.
- 4. Adım:** CLK girişine logictoggle bağlayınız.
- 5. Adım:** Tablo 12.13’ün 1. satırındaki D0-D3 giriş bilgilerini 74179 entegresine uygulayınız.
- 6. Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini 74179 entegresine uygulayınız. Q0-Q3 çıkışlarında gördüğünüz lojik değerleri Tablo 12.13’teki Q0-Q3 satırına yazınız.

Tablo 12.13: Paralel Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

		Girişler				Çıkışlar			
	CLK	D0	D1	D2	D3	Q0	Q1	Q2	Q3
1		1	0	0	1				
2		1	1	0	0				
3		0	1	1	0				
4		0	1	1	1				

- 7. Adım:** 5. Adım ve 6. Adım’da verilen işlemleri Tablo 12.13’ün 2-4 satırları arasına uygulayınız.
- 8. Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
- 9. Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
- 10. Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

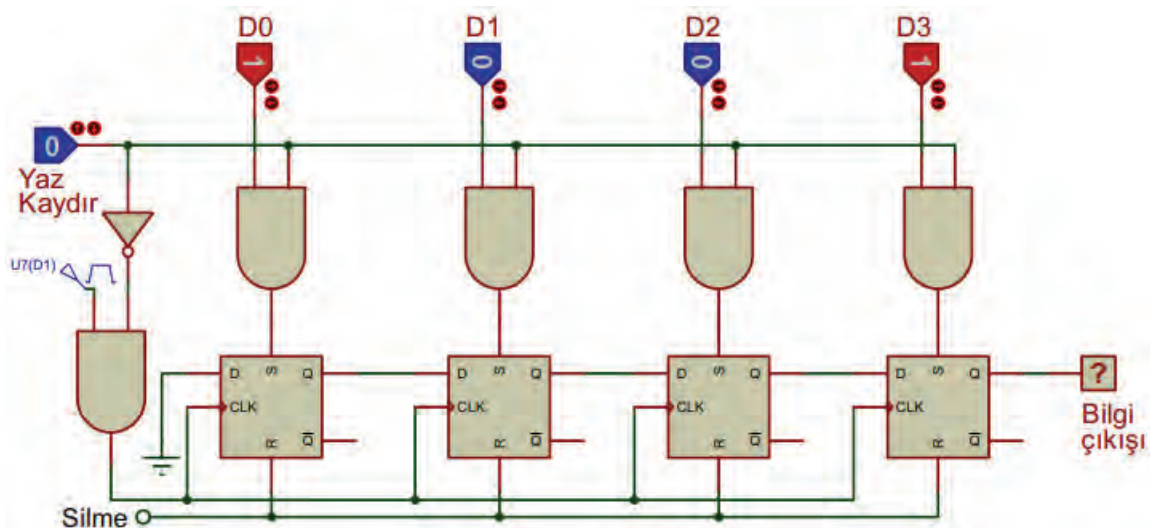


KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.13'te verilen paralel giriş-paralel çıkışlı kaydedici devresi doğru luk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

12.2.4. Paralel Giriş-Seri Çıkışlı (PISO) Kaydediciler

Bilginin tamamının kaydediciye paralel olarak yüklendiği ve çıkışındaki bilgilerin seri olarak alındığı kaydedici devresidir. J K, R S ve D tipi flip-floplar ile tasarlanabilir. Yaz/Kaydır lojik 1 değerine alınarak bilginin tamamı kaydediciye aktarılır. D3 bilgisi doğrudan bilgi çıkışında görülür. Yaz/Kaydır lojik 0 değerine alınarak bilgi kaydırma işlemi başlatılır. Dört bitlik bilginin tamamını kaydedici çıkışından almak için kaydediciye üç saat sinyali uygulanır. Görsel 12.17'de paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi görülmektedir.



Görsel 12.17: Paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi

Tablo 12.14'te dört bitlik ikilik bilginin $(1011)_2$ paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devresine yüklenmesi ve kaydırılması görülmektedir. İlk saat sinyalinde bilgi paralel girişlerden uygulanır. Üç saat sinyali sonunda bilgi seri çıkıştan alınır.

Tablo 12.14: Dört Bitlik Bilginin Paralel Giriş-Seri Çıkışlı Kaydedici Devresine Yüklenip Kaydırılması

			Girişler				
	CLK	Yaz/Kaydır	D0	D1	D2	D3	Bilgi Çıkışı
		1	1	0	0	1	1
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	1



8. UYGULAMA

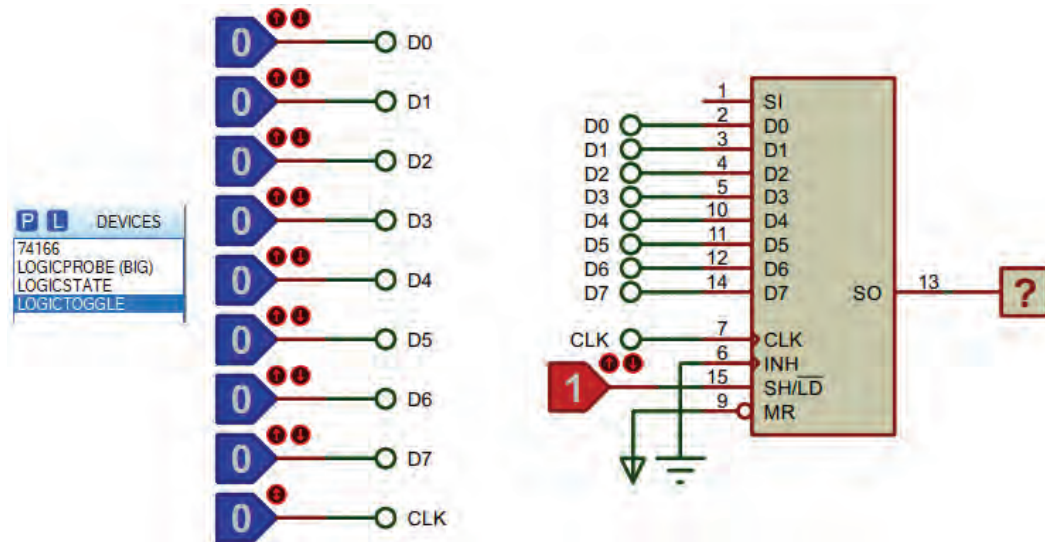
Paralel Giriş-Seri Çıkışlı Kaydedici Devresi Kurlmak ve Devreyi Çalıştırmak

Süre: 20 dk

Görev : İş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat ederek aşağıda verilen adımlar doğrultusunda paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devre uygulamasını elektronik çizim programında çizip çalıştırınız.

1. Adım: Elektronik çizim programını çalıştırınız.

2. Adım: Görsel 12.18'de verilen paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici uygulama devresini "DEVICES" penceresinde gösterilen devre elemanlarını kullanarak elektronik çizim programında çiziniz.



Görsel 12.18: Paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi

3. Adım: Terminalleri D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 ve CLK olarak etiketleyiniz.

4. Adım: CLK girişine logictoggle bağlayınız.

5. **Adım:** Tablo 12.15'in 0. satırındaki D0-D7 giriş bilgilerini 74166 entegresine uygulayınız.
6. **Adım:** SH/LD girişini lojik 0 değerine getirerek 74166 entegresine bilgileri yükleyiniz.
7. **Adım:** SH/LD girişini lojik 1 değerine getirerek 74166 entegresini bilgi kaydırma moduna alınız.
8. **Adım:** SO çıkışında gördüğünüz lojik değeri Tablo 12.15'in sıfırıncı satırındaki SO kısmına yazınız.
9. **Adım:** Logictoggle girişine bir kez tıklayıp CLK sinyalini 74166 entegresine uygulayınız. SO çıkışında gördüğünüz lojik değeri Tablo 12.15'in SO çıkış kısmına yazınız.

Tablo 12.15: Paralel Giriş-Paralel Çıkışlı Kaydedici Devresi Doğruluk Tablosu

			Girişler									Çıkış
	CLK	SH/LD	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	S0	
		0	1	0	1	1	0	0	0	1		
1		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
2		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
3		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
4		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
5		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
6		1	0	0	0	0	0	0	0	0		
7		1	0	0	0	0	0	0	0	0		

10. **Adım:** 9. Adım'da verilen işlemi Tablo 12.15'in 2-7 satırları arasına uygulayınız.
11. **Adım:** Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
12. **Adım:** Çalışmanız tamamlanınca bilgisayarı kapatınız.
13. **Adım:** Çalışma alanını temizleyiniz.



DEĞERLENDİRME

Çalışmalarınız aşağıdaki kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmalarınızı yaparken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.



KONTROL LİSTESİ

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Çalışmada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edildi.		
2. Elektronik çizim programı çalıştırılarak devrede kullanılacak elemanlar doğru seçildi.		
3. Elektronik çizim programında verilen devre doğru çizildi.		
4. Tablo 12.15'te verilen paralel giriş-seri çıkışlı kaydedici devresi doğruluk tablosu doğru dolduruldu.		
5. Çalışma alanı temizlendi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

- A) Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.
1. (.....) Kaydediciler, bilgiyi saklayan elektronik devrelerdir.
 2. (.....) LSB (Low significant bit), en değerli bit olarak adlandırılır.
 3. (.....) 74164 entegresi 8 bit seri giriş-paralel çıkış entegresidir.
 4. (.....) D tipi flip-flop, girişindeki bilgiyi saat sinyali geldiği zaman çıkışa aktarır.
 5. (.....) Kaydedici entegreleri sadece dirençli devrelerden oluşur.
- B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.
6. Her saat sinyalinde bir bit kaydeden ve kaydıran kaydediciye kaydedici denir.
 7. 4 bit bilgiyi, paralel girişli kaydediciyle kaydetmek için adet saat sinyali gerekir.
 8. Seri giriş-seri çıkışlı kaydedicide dört bitlik bilginin tamamını çıkışa aktarmak için adet saat sinyali gerekir.
 9. Sağa kaymalı kaydedicide ilk bilgi flip-floba kaydedilir.
 10. Logictoggle uygulama devrelerinde için kullanılır.
- C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.
11. Aşağıdakilerden hangisi bilginin girişten tek tek yüklenip çıkıştan tek tek alındığı kaydedici çeşididir?
 - A) Seri giriş-seri çıkışlı
 - B) Seri giriş-paralel çıkışlı
 - C) Paralel giriş-seri çıkışlı
 - D) Paralel giriş-paralel çıkışlı
 - E) Paralel girişli kaydedici
 12. Dört bitlik seri giriş-çıkışlı kaydedici devresinin girişinden $(11011)_2$ bilgisi girilmektedir. Aşağıdakilerden hangisi devreye üç saat sinyali uygulandığında flip-floplar üzerinde saklanan bilginin ikilik karşılığıdır?

A) 0010	B) 0011	C) 0110	D) 1100	E) 1110
 13. Aşağıdaki elemanlardan hangisi kaydedici devrelerinde kaydetme işlemini yapar?

A) Direnç	B) Flip-flop	C) LED	D) VE kapısı	E) VEYA kapısı
 14. Aşağıda verilen flip-flopların hangisinde 8 bitlik paralel seri giriş-çıkış entegresinde çıkış alınır?

A) Birinci	B) İkinci	C) Dördüncü	D) Yedinci	E) Sekizinci
 15. Aşağıdakilerden hangisi bir adet flip-flopun tutabileceği bilgi biti adedidir?

A) Bir	B) İki	C) Üç	D) Beş	E) Sekiz

**CEVAP ANAHTARLARI**

1. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	R	11	A
2	Y	7	arttıkça	12	D
3	D	8	mika	13	B
4	D	9	morötesi (kızılötesi)	14	E
5	Y	10	P	15	C

2. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	seri	11	C
2	Y	7	toplamına	12	A
3	D	8	aynı	13	D
4	D	9	paralel	14	E
5	Y	10	devre	15	B

3. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	doğru akım	11	A
2	D	7	akümülatör	12	C
3	Y	8	devices	13	D
4	D	9	hFE	14	B
5	Y	10	azalan	15	E

4. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	havya	11	C
2	Y	7	IR-DA istasyonu	12	D
3	D	8	gazlı	13	A
4	Y	9	lehim sökme fitili - MAS teli	14	B
5	Y	10	havya altlığı	15	E

5. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	Y	6	baskı devre	11	A
2	D	7	morötesi	12	D
3	Y	8	eğre ile	13	E
4	Y	9	milimetrik	14	D
5	D	10	el brezi	15	C

6. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	transformatör	11	C
2	Y	7	avometre	12	A
3	Y	8	%20	13	D
4	D	9	diyotlar	14	B
5	D	10	enerji	15	E

7. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	SMD entegre	11	C
2	D	7	krem	12	D
3	Y	8	antistatik	13	D
4	Y	9	çelik ızgara	14	B
5	D	10	izopropil alkol	15	A

8. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	Y	6	5 volt'tur	11	C
2	D	7	sekiz	12	B
3	Y	8	on altılık	13	D
4	Y	9	doğruluk tablosu	14	E
5	D	10	Değil (NOT)	15	A



9. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	$(1001)_2$	11	C
2	Y	7	dört	12	A
3	D	8	Q2	13	C
4	Y	9	Q14	14	D
5	D	10	sekiz	15	E

10. ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	Y	6	kristal	11	D
2	D	7	tek kararlı	12	A
3	D	8	T flip-flop	13	C
4	Y	9	lojik 1	14	E
5	D	10	lojik 0	15	C

11.ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	asen-kron-senkron	11	E
2	Y	7	2^n-1	12	A
3	D	8	$\bar{Q}$	13	C
4	D	9	dört	14	C
5	Y	10	kaskat	15	E

12.ÖĞRENME BİRİMİ					
Doğru/Yanlış		Boşluk Doldurma		Çoktan Seçmeli	
1	D	6	seri girişli	11	A
2	Y	7	bir	12	C
3	D	8	sekiz	13	B
4	D	9	soldaki	14	E
5	Y	10	clk	15	A

KAYNAKÇA

Bilişim Teknolojileri Alanı Çerçeve Öğretim Programı

- ARSLAN Ali (2013). Elektrik-Elektronik ve Ölçme 1-2
- BEREKET Metin, TEKİN Engin (2004). Elektronik Atelye ve Laboratuvar – 1
- BEREKET Metin, TEKİN Engin (2015). Dijital Elektronik
- DEMİREL Hüseyin (2012). Dijital Elektronik
- GÖRKEM Abdullah (2004). Atölye 1
- YAĞIMLI Mustafa, AKAR Feyzi (2014). Dijital Elektronik
- YÜCESAN Adem (2006). Dijital Elektronik
- <https://diyot.net/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Direct_current
- https://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply
- <https://learnabout-electronics.org/Downloads/Power%20Supplies%20Module%2001.pdf>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Lehimleme>
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%BCzey_montaj_teknolojisi
- <https://www.arslanelektronik.com.tr/>
- http://www.robotiksistem.com/transformator_nedir_transformator_cesitleri.html
- <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/references/how-to-solder>
- <https://www.teknielectronics.com/smd-dizgi-ve-montaj-teknolojisi.html>

GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2416>

