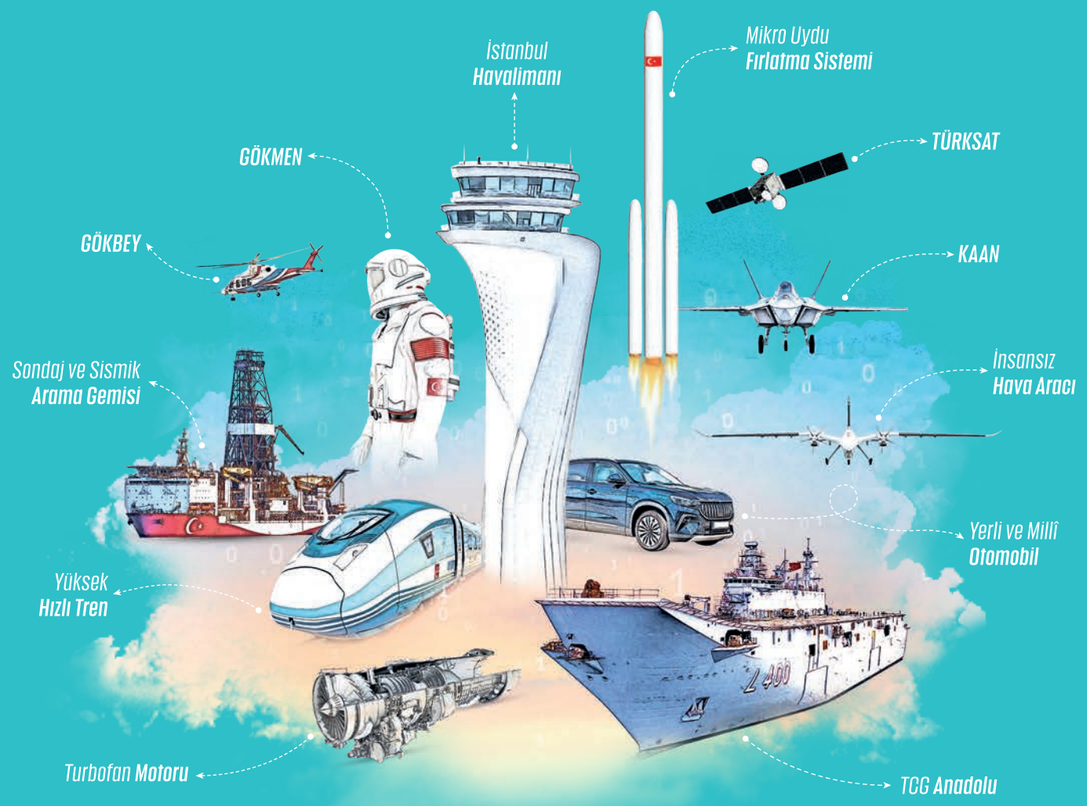
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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.

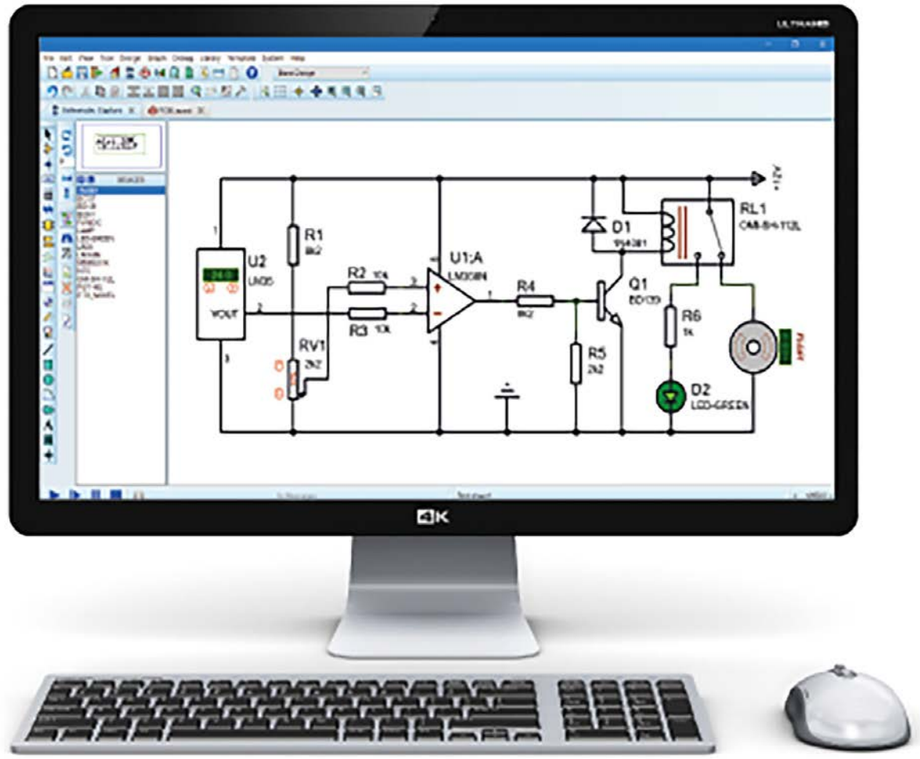
ISBN 978-975-11-6210-6

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

BİLGİSAYARLA DEVRE DİZAYNI DERS MATERYALİ

BİLGİSAYARLA DEVRE DİZAYNI

DERS MATERYALİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİLGİSAYARLA DEVRE DİZAYNI

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

DR. ZAFER ÖZTÜRK
AHMET KEKİK
HAYATİ ÖZDEMİR
NAZIM YILDIZ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 7914
DERS MATERYALLERİ DİZİSİ 1842

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	ZÜLFÜ MUTLU
Program Geliştirme Uzmanı	Dr. EDA ÖZ
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	GÜNAY DURUCAN
Rehberlik Uzmanı	FEYZA SÜNBÜL
Grafik Tasarım Uzmanı	KADİR ÇAYAN

ISBN 978-975-11-6210-6

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



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,
Medeniyyet 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 cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan 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

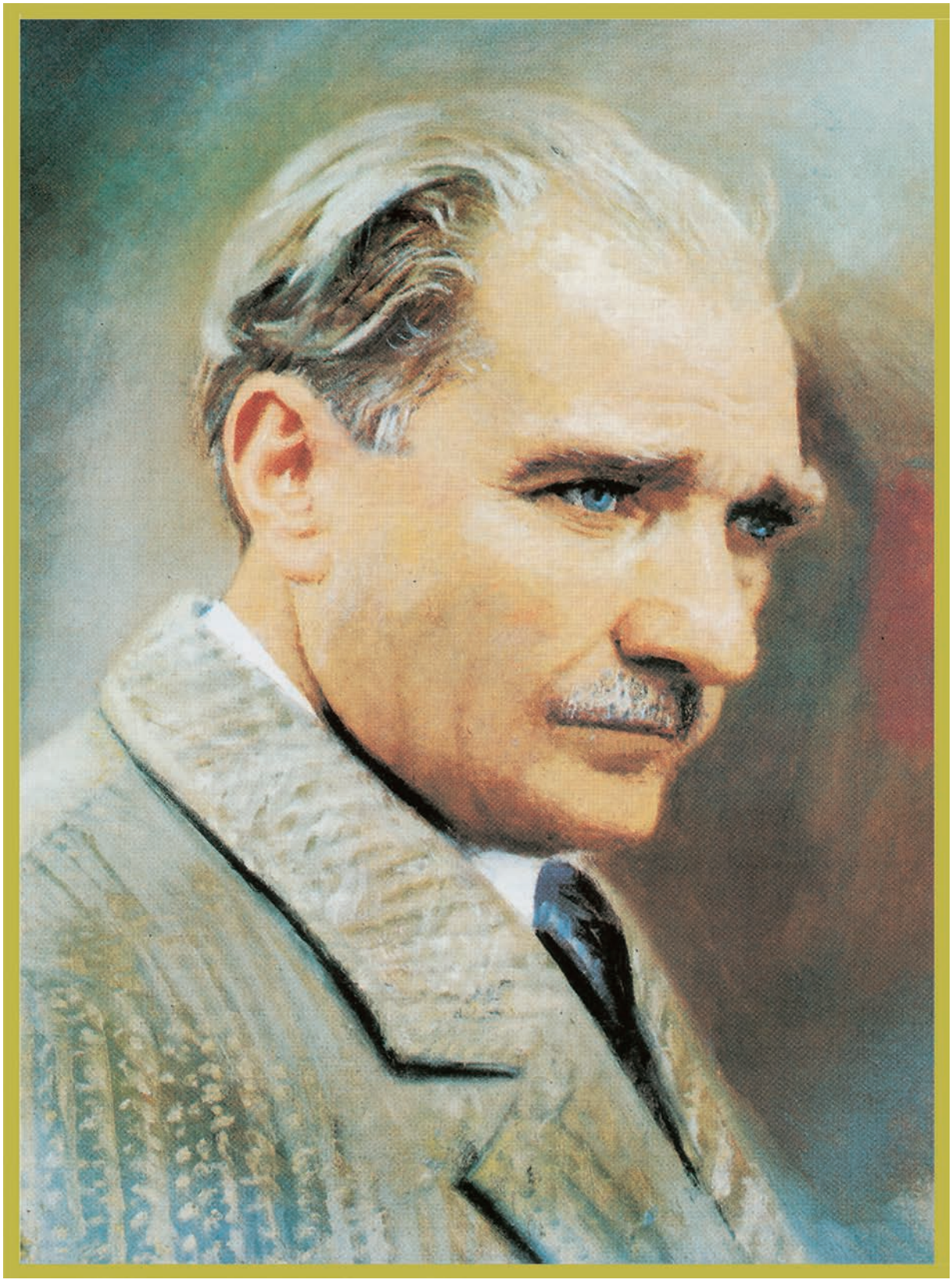
GENÇLİĞE HİTABE

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

1. BİLGİSAYARLA DEVRE ÇİZİMİ VE SİMÜLASYONU



DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14
1. BİLGİSAYARLA DEVRE ÇİZİMİ VE SİMÜLASYONU 15
1.1. SİMÜLASYON YAZILIMININ MENÜLERİ VE ARAÇ ÇUBUKLARI 16
1.1.1. Simülasyon Yazılımının Özellikleri 16
1.1.2. Simülasyon Yazılımının Menülerinin Özellikleri 16
1.1.2.1. Karşılama Ekranı ve Menüleri 16
1.1.2.2. Elektronik Devre Simülasyon Yazılımı Ana Ekranı 19
1.1.2.3. Elektronik Devre Simülasyon Yazılımı Menüleri 20
1.1.3. Simülasyon Yazılımının Araç Çubukları 30
1.1.3.1. Dosya & Proje Araç Çubuğu 30
1.1.3.2. Düzen Araç Çubuğu 30
1.1.3.3. Display Araç Çubuğu 31
1.1.3.4. Dizayn Araç Çubuğu 31
1.1.3.5. Uygulama Modülü Araç Çubuğu 31
1.1.3.6. Animasyon Araç Çubuğu 32
1.1.3.7. Ana Modlar Araç Çubuğu 32
1.1.3.8. Aygıtlar Araç Çubuğu 32
1.1.3.9. 2D Grafik Araç Çubuğu 33
1.1.3.10. Yön Araç Çubuğu 33
1.2. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER 34
1.2.1. Tasarım Alanı İle İlgili Çeşitli İşlemler 34
1.2.1.1. Yatay A4 Boyutlarında Tasarım Alanının Oluşturulması 34
1.2.1.2. Tasarım Alanının Boyutlarının Değiştirilmesi 35
1.2.1.3. Tasarım Alanının Kaydedilmesi 35
1.2.1.4. Antetli Temrinlerin Oluşturulması 35
1.2.1.5. Tasarım Alanında Dosya Açma 36
1.2.1.6. Yeni Çalışma Ortamına (Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı) Geçilmesi 37
1.2.1.7. Tasarım Alanında Görünüm Ayarlarının Yapılması 37
1.2.1.8. Tasarım Alanına Eleman Çağrılması 39
1.2.1.9. Tasarım Alanına Elemanların Yerleştirilmesi 40
1.2.1.10. Tasarım Alanına Yerleştirilen Elemanların Özelliklerinin Değiştirilmesi 41
1.2.1.11. Tasarım Alanına Güç (Power) Elemanının Yerleştirilmesi 42
1.2.1.12. Tasarım Alanına Topraklama Elemanının Yerleştirilmesi 43
1.2.1.13. Tasarım Alanında Bir Elemanın Kopyalanması 43
1.2.1.14. Tasarım Alanına Bir Elemanın Taşınması 44
1.2.1.15. Tasarım Alanında Bir Elemanın Döndürülmesi 44
1.2.1.16. Tasarım Alanında Bir Elemanın Ayna Görüntüsünün Alınması 45
1.2.1.17. Tasarım Alanında Bir Elemanın Silinmesi 45
1.2.1.18. Tasarım Alanında Çeşitli Blok İşlemleri 45
1.2.1.19. Elemanlar Arasında İletken Bağlantılarının Yapılması 47
1.2.1.20. Tasarım Alanında İletken Özelliklerinin Değiştirilmesi 48
1.2.1.21. Bağlantı Noktasının İletkenlere Eklenmesi ve Düzenlenmesi 50
1.2.1.22. Bağlantısı Yapılan Elemanların Taşınması ve Döndürülmesi 50
1.2.1.23. BUS (Çoklu Yol) Hatlarının Kullanılması 51
1.2.1.24. Bağlantı Terminallerinin Kullanılması 53
1.2.1.25. Tasarım Alanına Yazı (Text) Yazılması 54
1.2.1.26. Tasarım Alanında Devrenin Kurularak Çalıştırılması 54
1.2.1.27. Akım Yönlerinin Gösterilmesi 55
1.2.1.28. Gerilim Renklerinin Gösterilmesi 55
1.2.1.29. Elektriksel Hataların Kontrolünün Yapılması 56

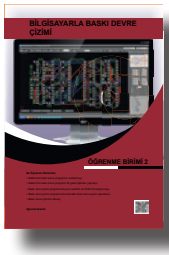


1.2.1.30. Kurulan Devrenin Malzeme Listesinin Oluşturulması 56
1.2.2. Devre Şemasının Başka Formatlara Dönüştürülmesi 57
1.2.3. Devre Şemasının Yazdırılması 57
1.3. SİMÜLASYON YAZILIMI, YAZILIMIN KOMPONENTLERİ VE ÖLÇÜ ALETLERİ 58
1.3.1. Simülasyon Yazılımı Kütüphanesi Ve Bileşenleri 58
1.3.1.1. Simülasyon Yazılımı Kütüphane Elemanları 58
1.3.1.2. Simülasyon Yazılımı Güç Kaynakları ve Topraklamalar 62
1.3.1.3. Simülasyon Yazılımı Terminalleri 64
1.3.1.4. Simülasyon Yazılımı Eleman Pinleri 65
1.3.1.5. Simülasyon Yazılımı Probları 66
1.3.1.6. Simülasyon Yazılımı Grafikleri 66
1.3.2. Simülasyon Yazılımının Ölçü Aletleri 68
1.3.2.1. Ohmmetre (Ohmmeter) 68
1.3.2.2. DC Voltmetre (Dc Voltmeter) 68
1.3.2.3. AC Voltmetre (Ac Voltmeter) 68
1.3.2.4. DC Ampermetre (Dc Ampermeter) 69
1.3.2.5. AC Ampermetre (Ac Ampermeter) 69
1.3.2.6. Wattmetre (Wattmeter) 69
1.3.2.7. Vumetre (Vumeter) 70
1.3.2.8. Osiloskop (Oscılloscope) 70
1.3.2.9. Sinyal Jeneratörü (Sıgnal Generator) 70
1.3.2.10. Dijital Desen Jeneratörü (Pattern Generator) 71
1.3.2.11. Lojik Analizörü (Logıc Analyser) 72
1.3.2.12. Dijital Zaman Sayıcısı (Counter Tımer) 72
1.3.2.13. Sanal Terminal (Vırtual Termınal) 72
1.3.2.14. Seri İletişim Data İzleyicisi (Spı Debugger) 73
1.3.2.15. I2C Data İzleyicisi (I2c Debugger) 73
1.3.2.16. Serial Port Modeli (Compım) 74
1.3.2.17. Saat Üreteci (Clock) 74
1.3.2.18. Lojik Seviye Gösterimleri (Logıcprobe) 74
1.3.2.19. Lojik Seviye Uygulayıcıları (Logıcstate, Logıctoggle) 75
1.3.2.20. Gerçek Zamanlı Dijital Kesiciler (Rtdbreak) 75
1.3.2.21. Gerçek Zamanlı Analog Akım Kesiciler (Rtıbreak) 75
1.3.2.22. Gerçek Zamanlı Analog Gerilim Kesiciler (Rtvbreak, Rtvbreak_2) 75
1.3.2.23. Usb Portu (Usbconn) 76
1.3.3. Simülasyon Yazılımında Yeni Eleman Oluşturma 76
1.3.3.1. Mevcut Eleman Üzerinde Değişiklik Yaparak Eleman Oluşturma 76
1.3.3.2. Yeni Bir Eleman Oluşturma 78
1.3.4. Simülasyon Yazılımında Eleman Pinlerinin Gösterilmesi 82
1.4. SİMÜLASYON YAZILIMI UYGULAMALARI 84
1.4.1. Dirençli Devre Uygulaması 84
1.4.2. Transistörlü Devre Uygulaması 84
1.4.3. Tristörlü Devre Uygulaması 85
1.4.4. Opamplı Devre Uygulaması 85
1.4.5. Analog Devre Uygulamaları 86
1.4.6. Ölçü Aletleri Uygulamaları 87
1.4.7. Lojik Devre Uygulaması 92
1.4.8. Entegre Devre Uygulaması 92
1.4.9. Mikrodenetleyici Uygulamaları 93
1.1. ETKİNLİK ÇALIŞMASI 95
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 96

ELEKTRONİK SİMÜLASYON UYGULAMALARI



ELEKTRONİK SİMÜLASYON UYGULAMALARI 99
BİLGİSAYARLI DEVRE SİMÜLASYON YAZILIMI YÖNERGESİ 100
DEVRE UYGULAMALARINDA KULLANILAN TEMEL ELEMANLAR VE ÖZELLİKLERİ 101
1.1. Uygulama: Temel Devre Elemanları İle Devre Kurma ve Ölçü Aleti Kullanma 103
1.2. Uygulama: Direnç Ölçme Deneyleri 105
1.3. Uygulama: Potansiyometre Ölçme Deneyleri 106
1.4. Uygulama: Ohm Kanunu Deneyleri 107
1.5. Uygulama: Kirşof Kanunları Deneyleri 108
1.6. Uygulama: Gözlü Devrede Akım ve Gerilim Ölçümleri 109
1.7. Uygulama: Lambalı ve LED'li Devreler 110
1.8. Uygulama: Kondansatör Şarj ve Deşarj Devresi 111
1.9. Uygulama: Diyot Devreleri 112
1.10. Uygulama: Doğrultmaç Devreleri 113
1.11. Uygulama: 78XX Pozitif Regüle Devreleri 115
1.12. Uygulama: 7915 Negatif Regüle ve Simetrik Besleme Devreleri 116
1.13. Uygulama: AMS1117-5 ve XL4015 Elemanlarının Kütüphaneye Eklenmesi 117
1.14. Uygulama: Transistörün Anahtar Olarak Kullanılması 118
1.15. Uygulama: Transistörün Ayarlı Direnç Olarak Kullanılması 119
1.16. Uygulama: Transistörlü Turn-On ve Turn-Off Devreleri 120
1.17. Uygulama: Transistör İle Yapılan Röle Uygulamaları 121
1.18. Uygulama: N ve P Kanal Mosfetlerin Sürülmesi 123
1.19. Uygulama: Diyaklı Flaşör Devresi 124
1.20. Uygulama: Tristörün DC'de İletime Geçirilmesi ve Durdurulması 125
1.21. Uygulama: Tristörlü Flaşör Devresi 126
1.22. Uygulama: Triyaklı Devre Uygulamaları 127
1.23. Uygulama: Opamp İle Eviren, Evirmeyen ve Gerilim İzleyici Devreleri 128
1.24. Uygulama: Opamp İle Yapılan Toplayıcı ve Fark Alıcı Devresi 130
1.25. Uygulama: Opamp İle Yapılan Karşılaştırıcı Devreleri 131
1.26. Uygulama: Opamp İle Yapılan İntegral ve Türev Alıcı Devreleri 132
1.27. Uygulama: 555 İle Frekans ve PWM Oranı Değiştirilebilen Osilatör Devresi 133
1.28. Uygulama: Gerilim Kontrollü Osilatör ve Frekans Voltaj Çevirici Devreleri 134
1.29. Uygulama: Pasif Filtre Devreleri 135
1.30. Uygulama: PTC ve NTC İle Yapılan Isı Kontrol Devreleri 136
1.31. Uygulama: LM35 Sensörü İle Yapılan Isı Kontrol Devresi 137
1.32. Uygulama: Lojik Kapı Devreleri 138
1.33. Uygulama: Kodlayıcı ve Kod Çözücü Devre 142
1.34. Uygulama: Multiplexer ve Demultiplexer Devresi 143
1.35. Uygulama: Dört Bitlik Toplayıcı, Çıkarıcı ve Karşılaştırıcı Devreler 144
1.36. Uygulama: DAC ve ADC Devreleri 145
1.37. Uygulama: JK, D ve T Tipi Flip Flop Devreleri 146
1.38. Uygulama: LDR'li 0-9 Sayıcı Devresi 147
1.39. Uygulama: 0-99, İleri-Geri Sayıcı Devresi 148
1.40. Uygulama: Basılan Buton Numarasını Gösteren Devre 149
1.41. Uygulama: 4017 Yürüyen Işık Devresi 150
1.42. Uygulama: Dıştan İçe ve İçten Dışa Sıra İle Yanan Ledler 151
1.43. Uygulama: Sıra İle Yürüyen Harf Devresi 152
1.44. Uygulama: RGB LED Devresi 153
1.45. Uygulama: Optokuplör Devreleri 154
1.46. Uygulama: Demultiplexer İle Yapılan Matris Display Uygulaması 155
1.47. Uygulama: Shift Register İle Yapılan Önce Yanan Sonra Sönen Ledler 156
1.48. Uygulama: Shift Register İle Yapılan Kayan Yazı Uygulaması 157
1.49. Uygulama: Pre Amplifikatör Devresi 158
1.50. Uygulama: Dört Kanal Mikser Devresi 159
1.51. Uygulama: Ton Kontrollü, 25W Audio Power Amplifikatör Devresi 160
1.52. Uygulama: Vumetre Devresi 161
1.53. Uygulama: Sese Duyarlı Lamba Devresi 162
1.54. Uygulama: Step Motor Kontrol Devreleri 163
1.55. Uygulama: Mosfet ve Röle İle Yapılan DC Motor Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi 164
1.56. Uygulama: L6203 ve L298 İle Yapılan DC Motor Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi 165
1.57. Uygulama: Mosfetler İle Yapılan DC Motorun H Köprü Kontrol Uygulamaları 167
1.58. Uygulama: DC Motor Hız Göstergesi 168
1.59. Uygulama: DC Çeviriciler Step Up / Step Down Uygulaması 169
1.60. Uygulama: 3A Gerilim Ayarlı Step Down Uygulaması 170
1.61. Uygulama: Akım Kontrollü Röle İle Yük Kontrolü 171
1.62. Uygulama: 3A Akım ve 1.25-24V Gerilim Ayarlı Güç Kaynağı Devresi 172
1.63. Uygulama: Arduino Sensör Modüllerinin Transistör İle Kullanılması 173
1.64. Uygulama: Arduino Sensör Modülerinin Opamp İle Kullanılması 174
1.65. Uygulama: ARDUINO İle 7 Segment 0-9 İleri Sayıcı Devresi 175
UYGULAMA DEĞERLENDİRME 178
1.1. UYGULAMA SINAVI: 555 ve 4017 Yürüyen Işık Devresi 180
1.2. UYGULAMA SINAVI: Lojik Devre Uygulaması 181
1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME 182



2. BİLGİSAYARLA BASKI DEVRE ÇİZİMİ

2. BİLGİSAYARLA BASKI DEVRE ÇİZİMİ 183
2.1. BASKI DEVRE YAZILIMI VE YAZILIMIN MENÜLERİ 184
2.1.1. Baskı Devre Yazılımının Özellikleri 184
2.1.2. Baskı Devre Yazılımının Menüleri 184
2.1.3. Baskı Devre Yazılımının Araç Çubukları ve Özellikleri 193
2.1.3.1. Dosya ve Proje Araç Çubuğu (File & Project Commands Toolbar) 193
2.1.3.2. Uygulama Araç Çubuğu (Application Commands Toolbar) 193
2.1.3.3. Görünüm Araç Çubuğu (Display Commands Toolbar) 194
2.1.3.4. Düzen Araç Çubuğu (Editing Commands Toolbar) 194
2.1.3.5. Yüzey Araç Çubuğu (Layout Toolbar) 195
2.1.3.6. Yerleşim ve Yol Çizimi Araç Çubuğu (Placing & Routing Toolbar) 195
2.1.3.7. Pad Yerleştirme Araç Çubuğu (Pad Placement Toolbar) 195
2.1.3.8. Grafik Araç Çubuğu (2D Graphics Toolbar) 196
2.1.3.9. Yüzey Seçimi Araç Çubuğu (Layer Selector Toolbar) 196
2.1.3.10. Filtre Araç Çubuğu (Selection Filter Toolbar) 196
2.1.3.11. Yön ve Döndürme Araç Çubuğu (Reflection & Rotation Toolbar) 197
2.1.3.12. Tasarım Alanı Popup (Sağ Tuş) Menüleri 197
2.2. BASKI DEVRE YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER 198
2.2.1. Baskı Devre Yazılımının Tasarım Alanı 198
2.2.2. Baskı Devre Yazılımının Tasarım Alanındaki Genel İşlemler 199
2.2.2.1. Orijin Noktasının Değiştirilmesi 199
2.2.2.2. Ölçü Biriminin Ayarlanması 199
2.2.2.3. Izgaranın (Grid) Ayarlanması 199
2.2.2.4. Plaket Alanın Tanımlanması 199
2.2.2.5. Plaket Layer ve Renk Ayarları 200
2.2.2.6. Tasarım Alanına Trace (Yol) Yerleştirilmesi 201
2.2.2.7. Trace (Yol) Özelliklerinin Değiştirilmesi ve Ayarları 202
2.2.2.8. Trace (Yol) Açısının Belirlenmesi 203
2.2.2.9. Tasarım Alanına Pad Yerleştirilmesi ve Ayarları 203
2.2.2.10. Tasarım Alanına Via Yerleştirilmesi ve Ayarları 204
2.2.2.11. Tasarım Alanına Yazı (Text) Eklenmesi ve Düzenlenmesi 204
2.2.2.12. Tasarım Alanına PCB Kılıfının Eklenmesi 205
2.2.2.13. Tasarım Alanında PCB Kılıfının Seçilmesi ve Düzenlenmesi 205
2.2.2.14. Tasarım Alanında Trace (Yol), Via, Pad / Pin ve Text İşlemleri 206
2.2.2.15. Tasarım Alanında Blok İşlemleri 206
2.2.2.16. Layer Katmanında Bakır Alanının Oluşturulması 207
2.3. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA YENİ SEMBOL VE PCB KILIFI OLUŞTURMA 209
2.3.1. Baskı Devre Yazılımında Pcb Kütüphanesi 209
2.3.2. Baskı Devre Yazılımında Kütüphane Yöneticisi 210
2.3.3. Baskı Devre Yazılımında Yeni Bir Sembol Oluşturma İşlemi 210
2.3.3.1. Sembolü Değiştirerek Yeni Bir Sembol Oluşturma İşlemi 210
2.3.3.2. Yeni Bir Sembol Oluşturma İşlemi 213
2.4. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA OTOMATİK BASKI DEVRE ÇİZİMİ 215
2.4.1. Pcb Teknolojisi Ve Tasarım Kriterleri 215
2.4.2. Serbest Çizim İle Pcb Şemasının Çizilmesi 215
2.4.3. Netlist Kullanılarak Baskı Devre Şemasının Çizilmesi 217
2.4.4. Otomatik Baskı Devre Şemasının Çizilmesi 219
2.4.5. Smd (Yüzey Montajı) Pcb Çizimi 221
2.4.6. Çift Yüzlü Baskı Devre Yapımı 222
2.4.7. 3d Modelleme 222
2.5. BASKI DEVRE ÇIKTISININ ALINMASI 224
2.5.1. Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım Yazılımı Programından Çıktı Alınması 224
2.5.2. Gerber (Cadcam) Dosyasının Oluşturulması 226
2.5.3. Cnc İle Baskı Devre Kartının Oluşturulması 228
ETKİNLİK ÇALIŞMASI 235
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 236
PCB ÇİZİM KURALLARI 238

ELEKTRONİK BASKI DEVRE UYGULAMALARI



ELEKTRONİK BASKI DEVRE UYGULAMALARI 239
2.1. Uygulama: Mevcut PCB Kılıflarının Tanıtılması 240
2.2. Uygulama: PCB Kılıflarının Oluşturulması 241
2.3. Uygulama: Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi 242
2.4. Uygulama: 555'li Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi 243
2.5. Uygulama: LM2576-ADJ Devresinin Baskı Devre Çizimi 244
2.6. Uygulama: Vumetre Devresinin Baskı Devre Çizimi 245
2.7. Uygulama: Dimmer Devresinin Baskı Devre Çizimi 246
2.8. Uygulama: Yürüyen Işık Devresinin Baskı Devre Çizimi 247
2.9. Uygulama: LDR'li 0-9 Sayıcı Devresinin Baskı Devre Çizimi 248
2.10. Uygulama: 25W Anfi ve Ton Kontrol Devresinin Baskı Devre Çizimi 249
2.11. Uygulama: Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD) 251
2.12. Uygulama: Polis Sireni Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD) 252
2.13. Uygulama: XL4015 Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD) 253
UYGULAMA DEĞERLENDİRME 254
2.1. UYGULAMA SINAVI: 741'li Karşılaştırıcı Yükselteç Devresi 255
2.2. UYGULAMA SINAVI: Melodi Devresi 257
2. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME 258

EKLER



EKLER 259
BİLGİSAYARLI DEVRE SİMÜLASYON VE BASKI DEVRE YAZILIMI KÜTÜPHANE ELEMANLARI 260
KAYNAKÇA 271
A) TEMEL KAYNAKÇA LİSTESİ 271
B) İZİN LİSTESİ 271
C) GÖRSEL KAYNAKÇASI 271
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 272
1. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI 272
2. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI 272



BİLGİSAYARLA DEVRE ÇİZİMİ VE SİMÜLASYONU

11863

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Bu öğrenme biriminde;

- Elektronik devre simülasyon programını kullanmayı
- Elektronik devre simülasyon programında genel işlemler yapmayı
- Elektronik devre simülasyon programında elektronik elemanların komponentlerini ve ölçü aletlerini kullanmayı
- Elektronik devre simülasyon programında çeşitli elektronik devreleri kurmayı ve çalıştırmayı öğreneceksiniz.

KONULAR

1.1. SİMÜLASYON YAZILIMIN MENÜLERİ
1.2. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER
1.3. SİMÜLASYON YAZILIMI, YAZILIMIN KOMPONENTLERİ VE ÖLÇÜ ALETLERİ
1.4. SİMÜLASYON YAZILIMI UYGULAMALARI

Öğrenme biriminin adını gösterir.
Öğrenme biriminin görselini gösterir.
Karekodu gösterir.
Öğrenme biriminin içeriğini gösterir.
Öğrenme birimi konularını gösterir.
Öğrenme birimi numarasını gösterir.

1.2.4.25. Tasarım Alanına Yazı (Text) Yazılması

- **Ana Modlar** araç çubuğundan **(Text Script Mode)** ( ) seçeneği seçilir.
- Tasarım alanına tıklanarak açılan Text bölümüne istenen yazı yazılır. Diğer bölümlerden yazı ile ilgili ayarlamalar yapılabilir.
- İşlem bittiğinde **OK** butonuna basılır.
- Yazı ekrana geldiğinde yazının üzerinde gerekli işlemler (taşıma, silme vb.) yapılabilir (Görsel 1.89).

Sıra Sizde "555'li Zamanlayıcı Devresi" metnini tasarım alanına yazınız.



Görsel 1.89: Tasarım alanına yazı yazma işlemi

1.2.4.26. Tasarım Alanında Devrenin Kurularak Çalıştırılması



Görsel 1.90: Tasarım alanında devre kurulması ve kurulan devrenin çalıştırılması

- Devrede kullanılacak malzeme listesi oluşturulur.
- Tüm malzemeler tasarım alanına yerleştirilir (Görsel 1.90).
- Güç ve topraklama elemanları alana yerleştirilir.
- Elemanlar arası iletken bağlantıları yapılarak devre tamamlanır.
- Animasyon kontrol panelinde Play ( ) tuşuna basılır ve simülasyon başlatılır.
- Devre çalışırken durum çubuğunda simülasyon zamanı ve CPU kullanım yüzdesi gözlenir.
- Simülasyonu durdurmak için Stop ( ) tuşuna basılır.

Bilgi Notu Simülasyon esnasında elemanlar üzerinde değişiklik gerçekleştirilemez.

Sıra Sizde Görsel 1.90'daki devreyi kurup çalıştırınız.
Elemanlar: BUTTON, RES, LED-BLUE, BATTERY

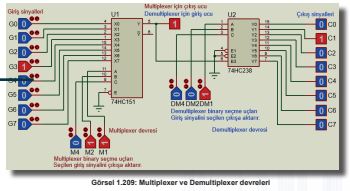
Konu görselini gösterir.
Konu başlığını gösterir.
Konuların içeriğini gösterir.
Sıra sizde gösterir.
Bilgi notunu gösterir.

34. Uygulama: Multiplexer ve Demultiplexer Devresi

Açıklama: "n" tane giriş içerisinden seçme uçları yardımıyla seçilen girişi çıkışa aktaran devrelere **veri seçiciler (multiplexer)** adı verilir. Veri seçicilerde seçme ucu sayısına bağlı olarak "2^n" formülüne göre, seçilebilecek giriş sayısı artar. Burada "n", seçme ucu sayısıdır.

Tek bir hattan bilgi alan ve bu bilgiyi olası "2n" adet çıkış hattından biri üzerinden ileten bir devreye **veri dağıtıcı (demultiplexer)** denir. Belli bir çıkış hattının seçimi "n" adet seçme ucunun durumu tarafından kontrol edilir. Bu devreler, girişteki bilgiyi seçme uçlarına bağlı olarak istenilen çıkışa aktaran devrelerdir.

Görsel 1.209'daki devre şemasında "G3", giriş sinyali seçme uçları (M4, M2, M1) aracılığı ile giriş sinyallerinden "Y" çıkışına aktarılmıştır. Aynı zamanda multiplexer (74HC151) entegresine çıkış, demultiplexer (74HC238) entegresine giriş olarak uygulanmıştır. DM4, DM2, DM1 seçme uçları ile giriş sinyali (Y), C1 çıkışına aktarılmıştır.



Görsel 1.209: Multiplexer ve Demultiplexer devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( )	74HC151, 74HC238, LOGICSTATE, LOGICPROBE(BIG)
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.209'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.88'de (örnek olarak) G3 giriş sinyali, seçme uçları yardımıyla C1 çıkışına aktarılmıştır.
- Tablo 1.88'deki multiplexer giriş sinyallerini seçip demultiplexer çıkışına aktaracak şekilde doldurunuz. Seçme uçlarının bit basamak değerlerini kendiniz giriniz.

Tablo 1.88: Verilen Değerler ve Sonuçları

MULTIPLEXER					DEMULTIPLEXER			
Çıkışa Aktarılacak Giriş Sinyali	Multiplexer Girişindeki Sinyalleri Çıkışına Aktarmak için Uygulanan Seçme Sinyalleri			Çıkış/Giriş Sinyali	Demultiplexer Girişindeki Sinyali Aktarılacak Çıkışa Uygulanan Seçme Sinyalleri			Çıkışa Aktarılacak Giriş Sinyali
Giriş No.	M4 2^2	M2 2^1	M1 2^0	Y / E3	DM4 2^2	DM2 2^1	DM1 2^0	Çıkış No.
G3	0	1	1	1	0	0	1	C1
G1								C7
G4								C6
G6								C5
G7								C3
G2								C4

Sorular:

1. Multiplexer ve demultiplexer devrelerinde seçme uçlarının görevi nedir?
2. Multiplexer ve demultiplexer devreleri nerelerde tercih edilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Multiplexer devreleri kamera sistemlerinde kullanılabilir mi? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

Uygulama adını ve numarasını gösterir.
Uygulama açıklamasını gösterir.
Öğrenme biriminin adını gösterir.
Uygulama görselini gösterir.
Malzeme kutusu ve Elemanları gösterir.
İstenenleri gösterir.
Tabloyu gösterir.
Uygulama sorularını gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantez içlerine kavramların önündeki harflerden uygun olanları yazınız. Her harfi bir defa kullanınız.

		ARAÇ ÇUBUKLARI		SEMBOLLERİ
1.	(...)	Çizim alanını ve ekranı yeniler.	A	Zoom To Area
2.	(...)	Belirlenen noktayı merkez yapar ve alana ortalar.	B	Ratsnest Mode
3.	(...)	Tasarım alanında belirlenen alanı ekran boyutunda büyütür.	C	Track Mode
4.	(...)	Tasarım alanındaki görüntüyü uzaklaştırır.	D	Differential Mode
5.	(...)	Projede kullanılan elemanların listesini hazırlar.	E	Zoom Out
6.	(...)	Yeni bir PCB kilifi oluşturur.	F	Redraw Display
7.	(...)	Tasarım alanında yol oluşturur.	G	Dimension Mode
8.	(...)	PCB şemasının net bağlantılarını listeler.	H	Make Package
9.	(...)	İki nokta arasındaki mesafeyi gösterir.	I	Angle
10.	(...)	Komponenti, belirlenen açı değerinde döndürür.	J	Select Tracks
			K	Center At Cursors
			L	Bill Of Materials

B. Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Önceden yapılmış bir çalışmanın bir bölümünü veya tamamını çalışma alanına eklemek için kullanılan menüye ne ad verilir?

A) Explore Project Folder B) Open Sample Project C) Import Legacy Project D) Import Project Clip E) Export Project Clip

12. Projede yapılan PCB çalışmasının çıktısını alma, yazıcı ayarlarını yapma, yazılacak alan ayarlarını yapma, PCB şemasını grafik dosyası olarak kaydetme gibi işlemlerin yapıldığı menüye ne ad verilir?

A) Edit B) Library C) Output D) Tools E) System

13. Export Graphics penceresinde bulunan ve mode alanında yer alan SMT Mask modunun işlevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Plaket boyutu seçimi B) Tüm padlerin seçimi C) Lehim yüzeyindeki pad seçimi D) Bütün çizimin seçimi E) Tüm yolların seçimi

14. Toggle X-Cursor menüsünün görevi aşağıdakilerden hangisidir?

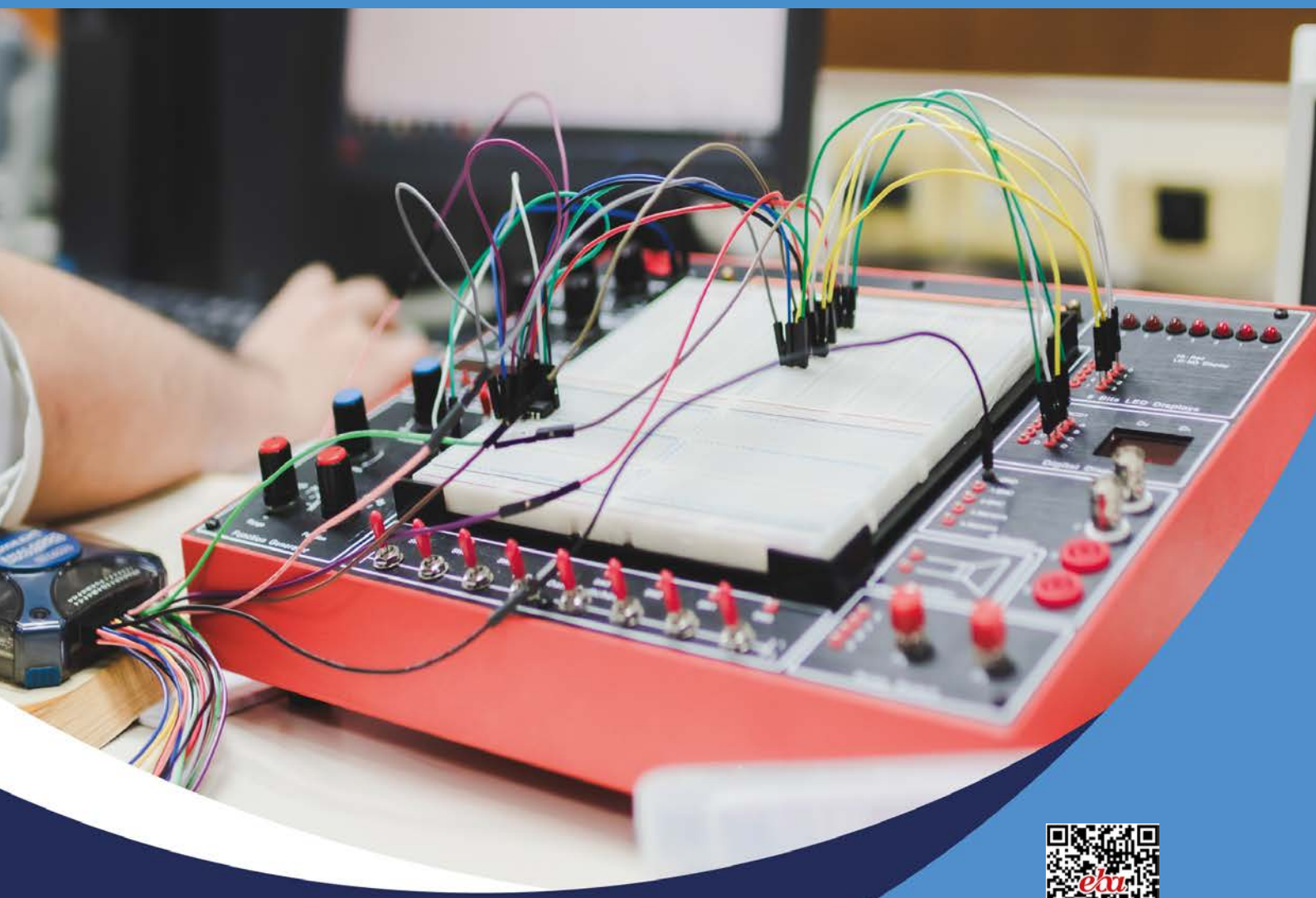
A) Belirlenen alanı merkeze olarak görüntüler.
B) Belirlenen noktaya 0 (0,0) olarak koordinat değerini atar.
C) Belirlenen nokta ile fare imlecinin gittiği nokta arasındaki koordinatları ve uzaklığı verir.
D) Fare imlecini belirlenen koordinat noktasına götürmek için kullanılır.
E) Tasarım alanında fare imlecinin şeklini değiştirir.

15. Izgara (grid) ayarlarının yapıldığı ve mesafelerinin değiştirildiği menü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Set Layer Stackup B) Set Layer Pairs C) Set Grid Snaps D) Set Board Properties E) Configure Teardropping

Ders Materyali adını gösterir.
Ölçme değerlendirme başlığını gösterir.
Soru açıklamasını gösterir.
Soru tablosunu gösterir.
Soruyu gösterir.
Cevap seçeneklerini gösterir.
Ders Materyalinin adını gösterir.
Ders Materyalinin sayfa numarasını gösterir.

BİLGİSAYARLA DEVRE ÇİZİMİ VE SİMÜLASYONU



1. ÖĞRENME BİRİMİ

Bu öğrenme biriminde;

- Elektronik devre simülasyon programını kullanmayı
- Elektronik devre simülasyon programında genel işlemler yapmayı
- Elektronik devre simülasyon programında elektronik elemanların komponentlerini ve ölçü aletlerini kullanmayı
- Elektronik devre simülasyon programında çeşitli elektronik devreleri kurmayı ve çalıştırmayı öğreneceksiniz.

KONULAR

1.1. SİMÜLASYON YAZILIMIN MENÜLERİ
1.2. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER
1.3. SİMÜLASYON YAZILIMI, YAZILIMIN KOMPONENTLERİ VE ÖLÇÜ ALETLERİ
1.4. SİMÜLASYON YAZILIMI UYGULAMALARI

1.1. SİMÜLASYON YAZILIMININ MENÜLERİ VE ARAÇ ÇUBUKLARI

1.1.1. Simülasyon Yazılımının Özellikleri

Gerçek bir sistemi temsil eden modelin oluşturulduğu alana **simülasyon** denir. Simülasyon işlemleri genellikle bilgisayar ortamında gerçekleştirilir. Elektronik devrelerin çalışma ve testleri, simülasyon yazılımları ile devreler, breadboard üzerinde kurulmadan yapılabilir (Görsel 1.1).

Bilgisayar simülasyon yazılımını kullanmanın sağladığı avantajlar şunlardır

- Elektronik devrelerin simülasyon denemeleri güvenli olarak yapılır.
- Kurulan devreye enerji yükü verilmeyeceği için enerji kaynaklı kaza riski bulunmaz.
- Devre kurulurken malzeme kullanımına gerek olmaz.
- Basit ya da karmaşık devreler rahatlıkla kurulur.
- Kurulan devrenin takibi ve kontrolü kolaylıkla yapılır ve devrede oluşabilecek hatalar tespit edilir.
- Devre çalışması animasyon şeklinde gözlemlenebilir.

Bilgisayar simülasyon yazılımının kütüphanesindeki elemanlar sınırlıdır. Bu nedenle bütün devre türlerini yazılım üzerinde kurabilmek mümkün olmayabilir. Bazı elemanlar da yazılım üzerinde animasyon şeklinde çalışmayabilir.

Bilgi Notu

Bilgisayar yazılımları, 4110 sayılı Yasa ile "5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu" kapsamında koruma altına alınmıştır. Lisanssız yazılımın çoğaltılması, yayılması, nakledilmesi, ticari mevkiye konulması durumları, 6102 sayılı Kanun gereğince haksız rekabet fiili ve suçu teşkil eder. Bu nedenle bilgisayar simülasyon yazılımı, sitesi üzerinden satın alınarak lisanslı şekilde kullanılmalıdır. Yazılımın ücretsiz deneme (demo, trial, student vb.) sürümlerinin indirlip kullanılması mümkündür. Ancak ücretsiz sürümlerin özellikleri kısıtlanmış olacaktır. Bu durum, yazılımın verimli şekilde kullanılmasını engeller.

Elektronik devrelerde çizim, simülasyon ve baskı devre tasarımı yapan pek çok yazılım vardır. Kullanıcı tarafından simülasyon için programın kullanılacağı bilgisayar ve programdan istenen özelliklere göre bu yazılımlardan herhangi biri tercih edilebilir. Program seçiminde elektronik devre şeması çizimi, baskı devre çizimi, 3D modelleme, simülasyon, mikrodenetleyici simülasyonu, internet bağlantısı olmadan çalışabilme gibi özelliklere sahip olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca programın kullanımının basit olması ve kütüphanesinin kolay geliştirilebilir olması dikkate alınmalıdır.

Elektronik devre simülasyon yazılımı, devre tasarımının yapıldığı, simülasyonunun uygulandığı ve çalışmaların animasyonlarla desteklendiği bilgisayar laboratuvarıdır. Aynı şekilde baskı devre çizim yazılımı da PCB baskı devre tasarımlarının yapıldığı programdır



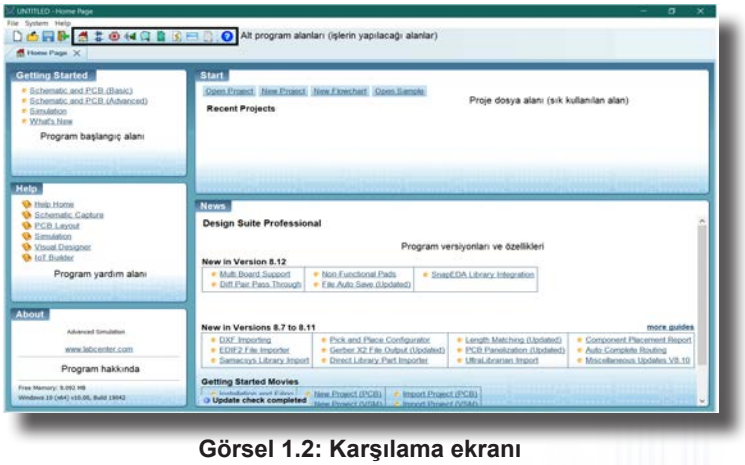
Görsel 1.1: Simülasyon yazılımı

1.1.2. Simülasyon Yazılımının Menülerinin Özellikleri

Bilgisayarlı devre simülasyon yazılımında 11 adet menü bulunmaktadır. Bunların açıklamaları aşağıda verilmiştir.

1.1.2.1. Karşılama Ekranı ve Menüleri

Simülasyon programı çalıştırıldığında karşılama ekranı açılacaktır (Görsel 1.2). Ekranın üst kısmında menüler ve araç çubukları, alt kısmında ise yardımcı araçlar ve program sürümlerinin tanıtıldığı bölümler yer alır.



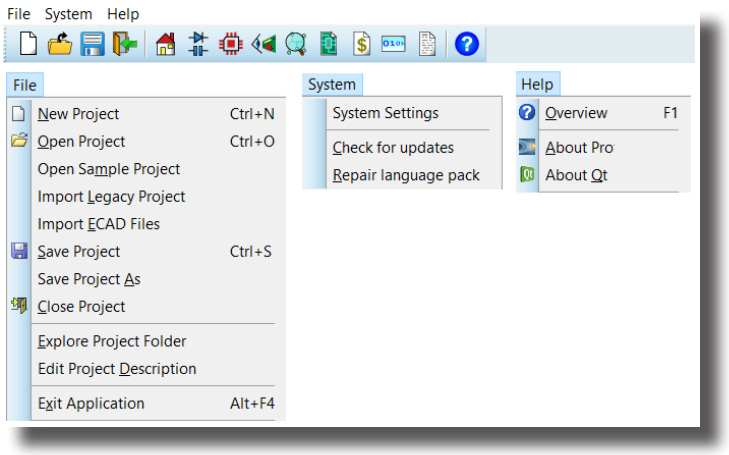
Görsel 1.2: Karşılama ekranı

Tablo 1.1'de araç çubuklarında yer alan alt programlar ve araç çubuklarının sembolleri görülmektedir.

Tablo 1.1: Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı Programı Karşılama Ekranı Araç Çubukları ve Özellikleri

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	New Project	Yeni proje dosyası açar.
	Open Project	Daha önce yapılan projeleri açar.
	Save Project	Açılan projeyi kaydeder.
	Close Project	Üzerinde çalışılan projeden çıkış yapar ama programı kapatmaz.
	Home Page	Anasayfa alanına geçişi sağlar.
	Schematic Capture	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımını yeni sekmede açar. Elektronik devrelerin çizimi ve çizilen devrenin simülasyonu bu bölümde yapılır.
	PCB Layout	Baskı devre tasarım programını (Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı) yeni sekmede açar. Elektronik devrelerin baskı devreleri bu bölümde tasarlanır.
	3D Visualizer	Üç boyutlu görsel modelleme ortamını yeni sekmede açar. Yapılan devrelerin 3D görünümleri bu bölümde gösterilir.
	Gerber Viewer	Gerber formatında gösterim ortamını yeni sekmede açar. Gerber dosyaları ve CADCAM komutuyla üretilen dosyalar bu bölümde görüntülenir.
	Design Explorer	Proje dosyalarının ve elemanlarının özelliklerinin listelendiği penceredir. Alt katmanlarda kullanılan elemanlar, özellikleri ve bağlantılarıyla birlikte bu bölümde listelenir.
	Bill Of Materials	Projede kullanılan malzeme listesi bu bölümde görüntülenir. Bu dosyalar PDF, XLS veya HTML formatında hazırlanabilir.
	Source Code	Mikrodenetleyicili devre kullanıldığında mikrodenetleyiciye yüklenen kaynak kodlar bu bölümde görüntülenir.
	Project Notes	Projeler ile ilgili not alma ortamıdır. Proje tasarlanırken konu hakkındaki bilgiler bu alana yazılır.
	Overview	Programın genel bakış kısmıdır. Yardım menüsü olarak düşünülebilir. Konu hakkında yardımlara buradan ulaşılır.

Ana ekrandaki menüler Görsel 1.3'teki gibidir.

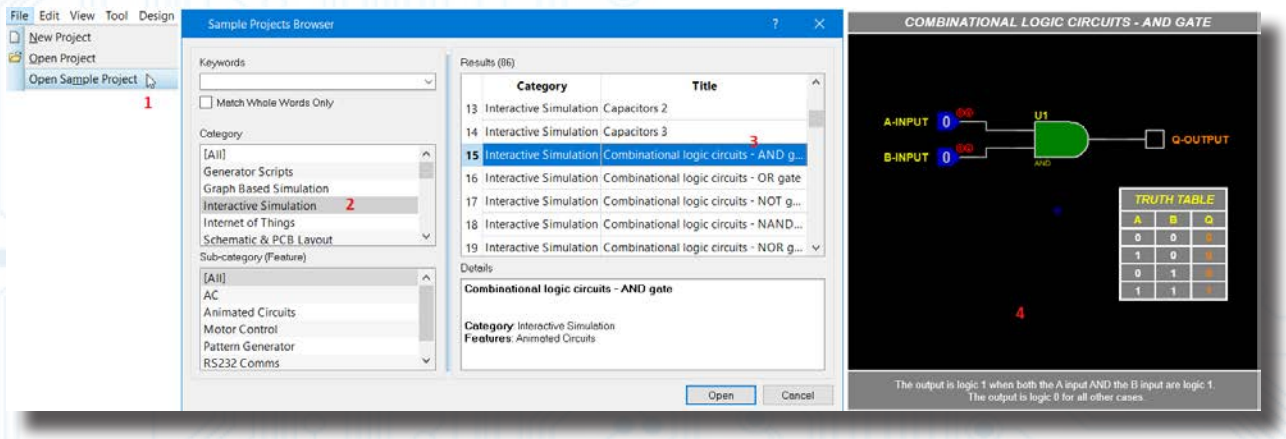


Görsel 1.3: Karşılama ekranı menüleri

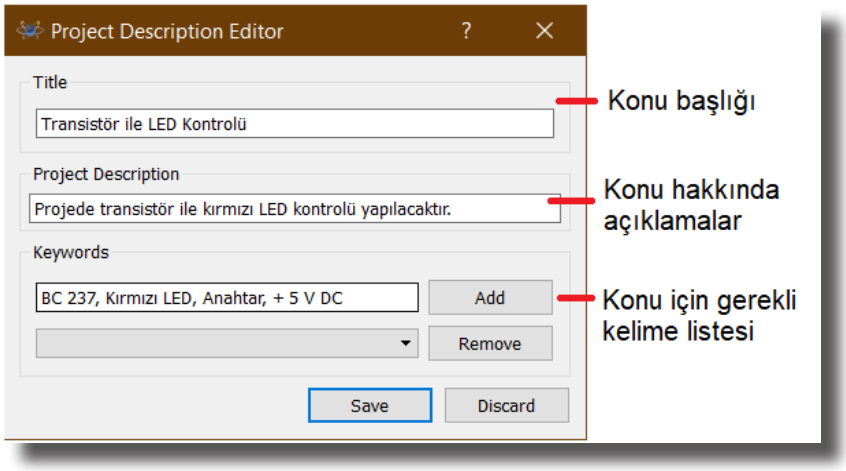
File Menüsü: Yeni bir proje oluşturma, önceden oluşturulan projeyi açma, proje kaydetme gibi işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 1.2'de alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.2: File Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
New Project	Yeni bir proje oluşturmak için kullanılır. Kısayolu, **Ctrl+N**'dir. Projenin adı ve projenin kaydedileceği klasör girilerek işlem tamamlanır.
Open Project	Önceden oluşturulan projeyi açmak için kullanılır. Kısayolu **Ctrl+O**'dur.
Open Sample Project	Örnek uygulamalar hakkında bilgilerin bulunduğu ve bu uygulamaların çağrılabildiği bölümdür. Görsel 1.4'te örnek bir proje görülmektedir.
Import Legacy Project	Programın önceki sürümlerinden (7.0 ve altı) alınan proje dosyalarını yeni projeye dâhil etmek için kullanılır.
Import ECAD Files	ECAD dosyalarını projeye dâhil etmek için kullanılır.
Save Project	Üzerinde çalışılan dosyayı ilk defa kaydetmek için kullanılır. Kısayolu **Ctrl+S**'tir.
Save Project As	Çalışılan projeyi farklı kaydetmek için kullanılır.
Close Project	Açık olan projeyi kapatmak için kullanılır. Programı kapatmaz.
Explore Project Folder	Proje dosyalarının kaydedildiği klasörü görüntüleyerek bu dosyalarda değişiklik yapılmasına imkân verir.
Edit Project Description	Üzerinde çalışılan proje ile ilgili not ve açıklamaların yazılıp saklanabildiği bölümdür (Görsel 1.5).
Exit Application	Programdan çıkış yapmak için kullanılır. Kısayolu **Alt+F4**'tür.



Görsel 1.4: Open Sample Project penceresi

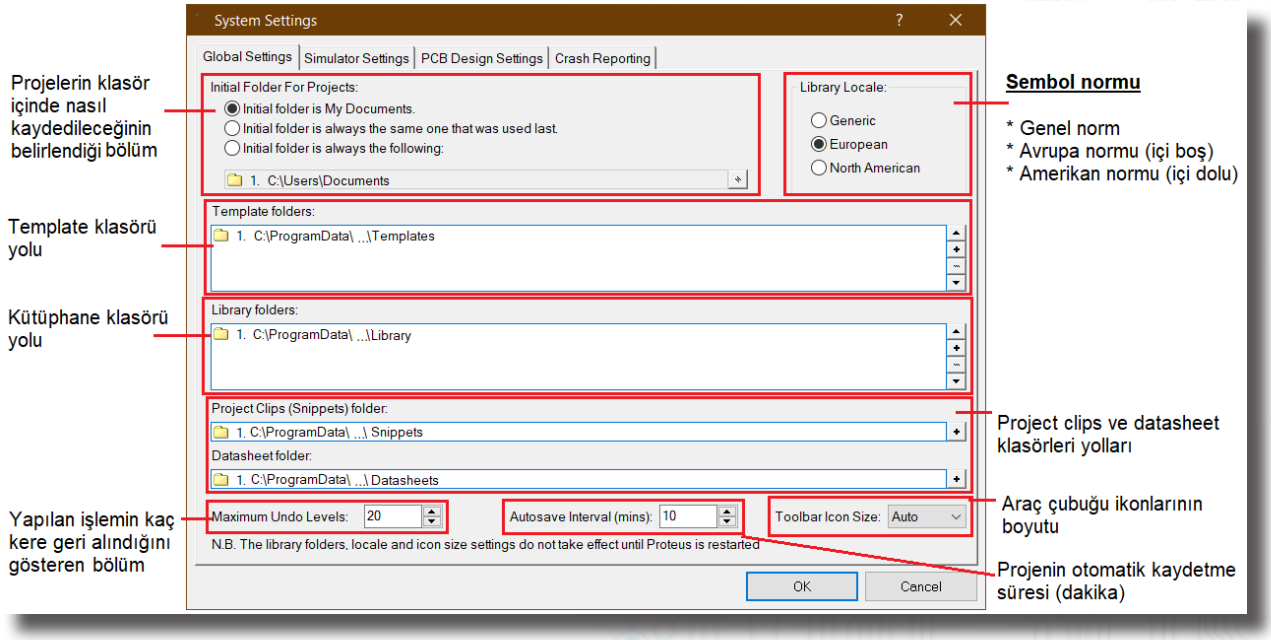


Görsel 1.5: Edit Project Description penceresi

System Menüsü: Sistem ayarlarının yapıldığı menüdür. Tablo 1.3'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.3: System Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
System Settings	Program ile ilgili sistem ayarlarının yapıldığı bölümdür (Görsel 1.6).
Check For Updates	Program ile ilgili güncellemelerin yapıldığı bölümdür.
Repair Language Pack	Dil paketinin yeniden yüklendiği bölümdür.



Görsel 1.6: System Setting penceresi

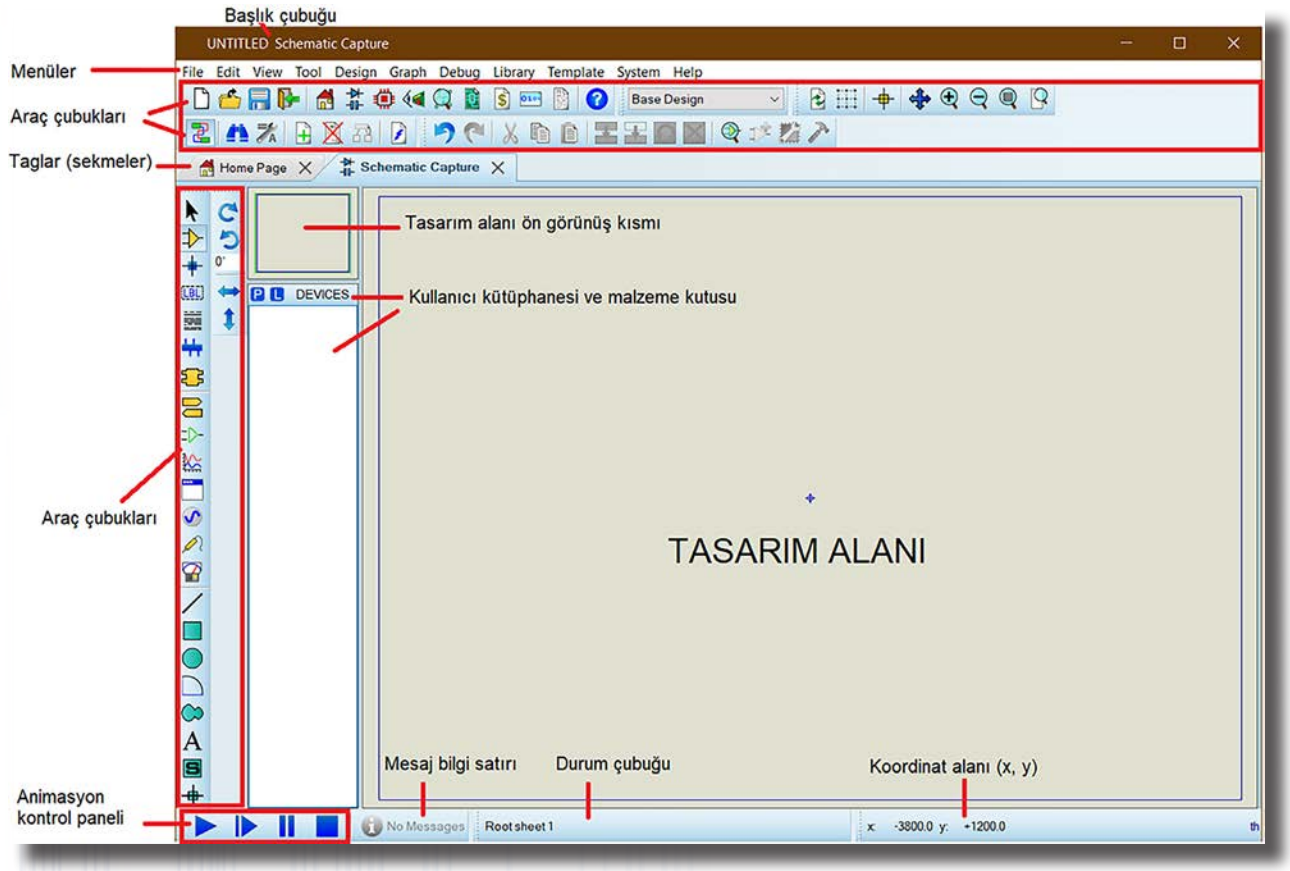
Help Menüsü: Program ile ilgili yardım alınabilecek menüdür. Tablo 1.4'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.4: Help Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Overview	Programın standart Windows yardım penceresidir. Kısayol tuşu F1'dir.
About Pro	Programın sürümü, lisans ve sistem hakkında bilgi verir.
About Qt	Program geliştirilme sürecinde kullanılan C++ araçları ile ilgili bilgiler verir.

1.1.2.1. Elektronik Devre Simülasyon Yazılımı Ana Ekranı

Görsel 1.2'deki ana pencerede Schematic Capture ( ) simgesine tıklandığında ekrana Görsel 1.7'deki gibi bir pencere gelir. Elektronik devre simülasyonu, bu pencere üzerinde yapılmaktadır.



Görsel 1.7: Elektronik devre simülasyon programı penceresi

Elektronik devre simülasyon programının penceresinde şu bölümler bulunur (Görsel 1.7).

Başlık Çubuğu: Program isminin yazılı olduğu bölümdür.

Menüler: Program menülerinin bulunduğu bölümdür.

Araç Çubukları: Program araç çubuklarının yer aldığı bölümdür. İçinde birden çok araç çubuğu bulunur.

Program araç çubukları şunlardır:

- Dosya & proje araç çubuğu
- Uygulama modülü araç çubuğu
- Display araç çubuğu
- Dizayn araç çubuğu
- Düzen araç çubuğu
- Animasyon araç çubuğu
- Ana modlar araç çubuğu
- Aygıtlar araç çubuğu
- 2D grafik araç çubuğu
- Yön araç çubuğu

Tasarım (Çalışma) Alanı: Projenin çizildiği bölümdür.

Tasarım Alanı Ön Görünüş Kısmı: Projenin tasarım alanındaki konumunu gösteren bölümdür. Ekrandaki görünümün tasarım alanı içerisindeki şeklini gösterir.

Animasyon Kontrol Paneli: Devre simülasyonunu açan, durduran veya sonlandıran bölümdür.

Kullanıcı Kütüphanesi ve Malzeme Kutusu: Elektronik malzemelere ulaşılıp seçilen malzemelerin yerleştirildiği bölümdür.

Mesaj Bilgi Satırı: Programda hata olup olmadığını gösteren bölümdür. Programda hata yoksa bu bölümde “No Message” uyarısı görülür.

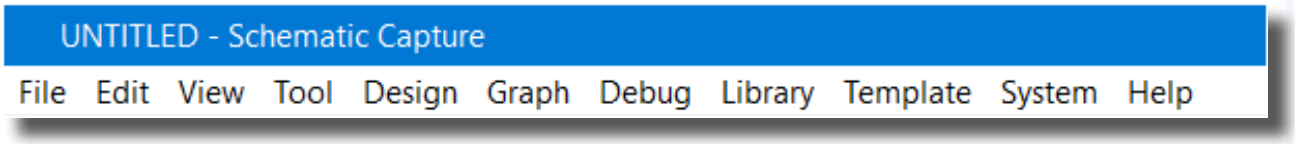
Durum Çubuğu: Yapılan çalışmanın durumunu gösteren bölümdür.

Koordinat Alanı (x, y): Fare imlecinin çalışma alanındaki koordinatlarını gösteren bölümdür.

Taglar (Sekmeler): Program içinde yer alan pencerelerin bulunduğu başlık bölümüdür.

1.1.2.3. Elektronik Devre Simülasyon Yazılımı Ana Ekranı

Görsel 1.8'de elektronik devre simülasyon programının menüleri görülmektedir.

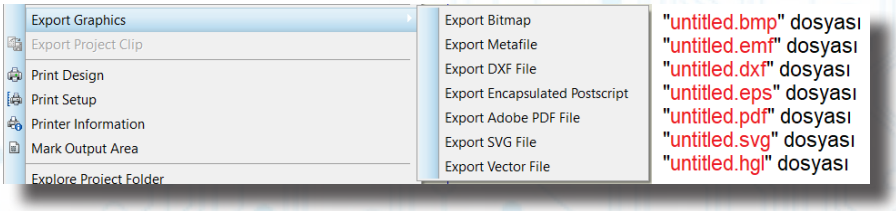


Görsel 1.8: Elektronik devre simülasyon programının menüleri

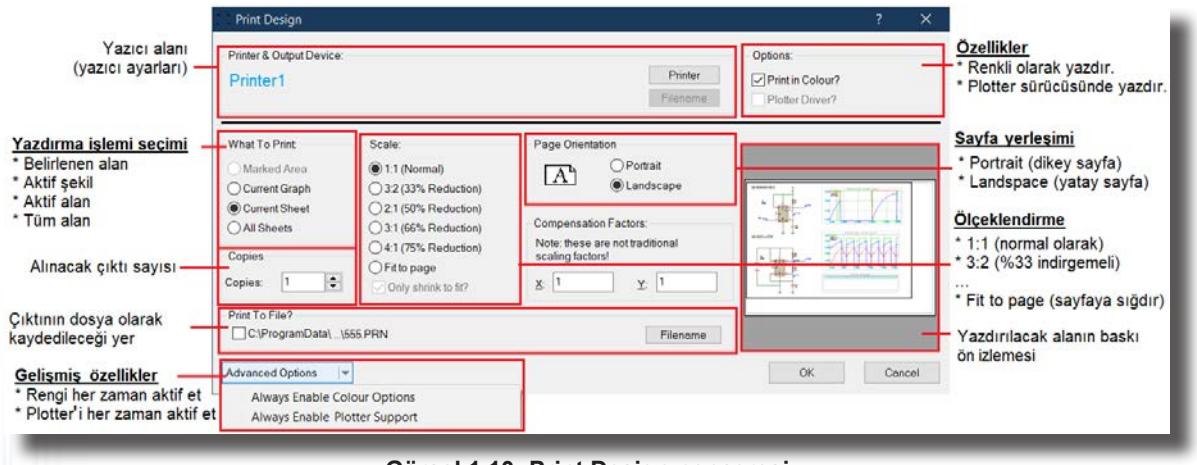
File Menüsü: Yeni projenin açıldığı, dosyanın kaydedildiği, projelerin aktarıldığı ve proje dokümanlarının yazdırıldığı menüdür. Tablo 1.5'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.5: File Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
New Project	Tasarım alanı içinde yeni bir devre çizimine başlamak için kullanılır ( ). Yeni açılacak sayfanın adı Untitled.DSN'dir. Kısayolu CTRL+N'dir.
Open Project	Daha önce oluşturulmuş olan dosyaları tekrar açmak için kullanılır ( ). Kısayolu CTRL+O'dur.
Open Sample Project	Program içinde hazır gelen örnek proje dosyalarını açmak için kullanılır.
Import Legacy Project	Programın önceki sürümlerindeki dosyaları projeye dâhil etmek için kullanılır.
Save Project	Tasarım alanında yapılan çalışmaları kaydetmek için kullanılır ( ). Kısayolu CTRL+S'tir.
Save Project As	Tasarım alanında yapılan çalışmaları başka bir isim altında kaydetmek için kullanılır.
Close Project	Açık olan projeyi kapatır ( ). Ancak programı kapatmaz.
Import Image	Çalışma alanına PNG, BMP, JPEG veya GIF uzantılı resimleri eklemek için kullanılır.
Import Project Clip	Önceden yapılan çalışmanın belli bir kısmını veya tamamını tasarım alanına çağırır ( ).
Export Graphics	Tasarım alanındaki çalışmaları BMP, metafile, DXF, PDF gibi değişik formatlara dönüştürür (Görsel 1.9).
Export Project Clip	Yapılan çalışmayı Import Project Clip kısmında kullanmak üzere export eder ( ).
Print Design	Çalışmayı yazdırmak için kullanılan bölümdür ( ). Yazdırma işlemi ile ilgili ayarlar bu bölümden yapılır (Görsel 1.10).
Print Setup	Sistemdeki tüm yazıcıların görülüp yazıcı ayarlarının yapıldığı ve kâğıt tipinin belirlendiği bölümdür ( ).
Printer Information	Sisteme yüklü olan yazıcı hakkındaki teknik bilgileri gösterir ( ).
Mark Output Area	İmleç yardımı ile yazdırılacak alanın seçildiği ve "Print Design" komutunun çalıştırıldığı bölümdür ( ). Seçilen alan buradan yazdırılır.
Explore Project Folder	Projenin kaydedileceği klasör ile ilgili seçeneklerin gösterildiği bölümdür.
Edit Project Description	Çalışılan proje ile ilgili notların yazıldığı bölümdür.
Exit Application	Programdan çıkılmasını sağlar. Kısayolu Alt+F4'tür.



Görsel 1.9: Export Graphics penceresi

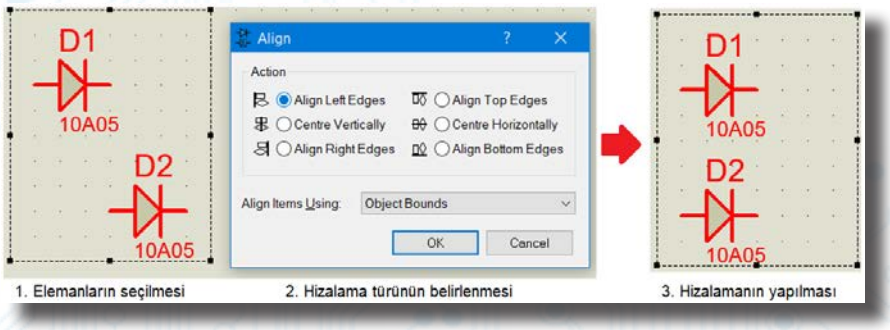


Görsel 1.10: Print Design penceresi

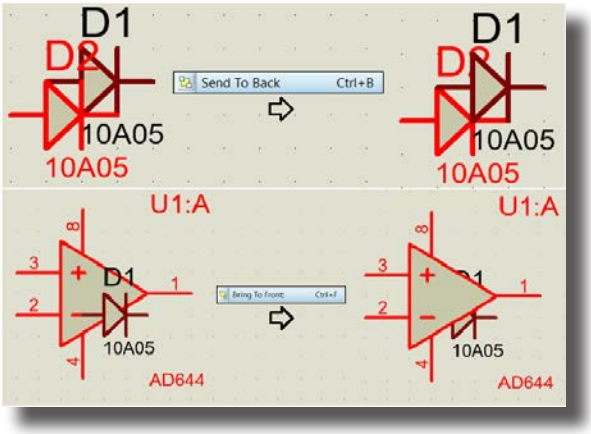
Edit Menüsü: Proje üzerinde düzenleme işlemlerinin (değişiklik yapma, geri alma, yineleme, temizleme, seçme vb.) yapıldığı menüdür. Tablo 1.6'da alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.6: Edit Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Undo Changes	Tasarım alanında yapılan işlemleri adım adım geri alır ( ). Kısayolu Ctrl+Z'dir.
Redo Changes	Tasarım alanında yapılan işlemleri adım adım ileri alır ( ). Kısayolu Ctrl+Y'dir.
Find / Edit Component	Tasarım alanında bulunan devre elemanlarını düzenlemek için kullanılan seçenektir. Bu seçenek çalıştırıldığında bir pencere açılır. Açılan pencerede "component" yazısının yanındaki kutuya elemanın sembol ismi girilip OK butonuna basıldığında elemanın düzenleme penceresi açılır. Kısayol tuşu E'dir.
Select All Objects	Tasarım alanındaki tüm elemanları hatlarla birlikte seçer.
Clear Selection	Seçili elemanların seçili olma durumunu iptal eder.
Cut To Clipboard	İşaretmiş alanı / elemanı keserek tasarım alanından alıp panoya kopyalar ( ).
Copy To Clipboard	İşaretlenmiş bölümü kopyalayarak tasarım alanına yapıştırır ( ).
Paste From Clipboard	Kopyalanan / kesilen parçayı tasarım alanında istenen noktaya yapıştırır ( ).
Align Objects	Tasarım alanında bulunan elemanların hizalanması için kullanılır. Kısayolu Ctrl+A'dır. Bu seçeneğin aktif olması için devrede hizalanması gereken elemanların seçili olması gerekli dir (Görsel 1.11).
Send To Back	Birbirinin üzerine gelen elemanlardan seçili olanı diğer elemanın altına gönderir ( ). Kısayolu Ctrl+B'dir (Görsel 1.12).
Bring To Front	Birbirinin üzerine gelen elemanlardan seçili olanı diğer elemanın üstüne gönderir ( ). Kısayolu Ctrl+F'dir (Görsel 1.12).
Tidy Design	Tasarım alanında kullanılmayan ancak malzeme kutusunda bulunan elemanları listeden kaldırır ( ). Bu işlem ile gereksiz elemanlar temizlenmiş olur.



Görsel 1.11: Align Objects penceresi ve hizalamanın yapılması

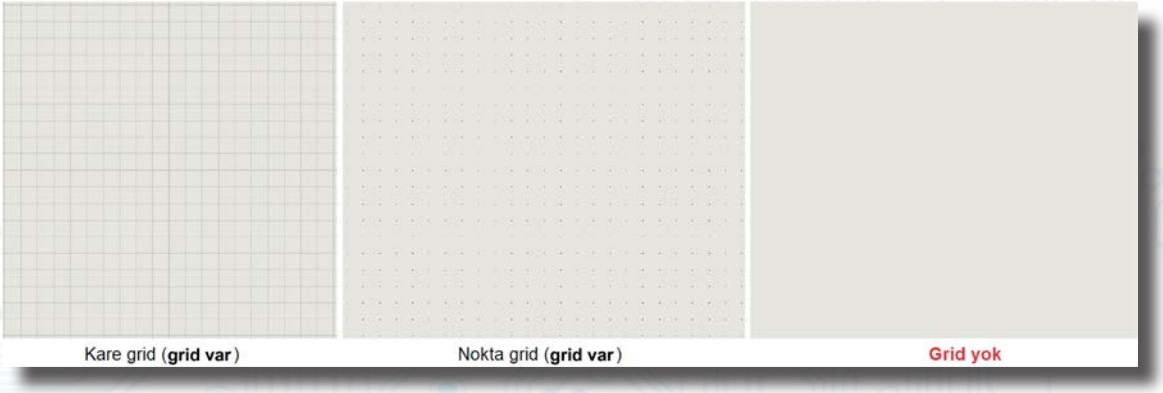


Görsel 1.12: Send To Back ve Bring To Front işlemleri

View Menüsü: Programda ekran görünümünü ayarlamak için kullanılan menüdür. Tablo 1.7'de alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.7: View Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Redraw Display	Ekran görüntüsünü yeniler ( ). Kısayol tuşu R'dir.
Toggle Grid	Tasarım alanındaki gridlerin (ızgaraların) görünmesi ya da görünmemesi seçenekleri arasında geçiş sağlar ( ). Kısayol tuşu G'dir. Görsel 1.13'te grid türleri görülmektedir.
Toggle False Origin	Tasarım alanında yeni orijin (merkez) noktası belirlemek için kullanılır ( ). Bu işlemde fare imleci değişir ve tıklanan nokta orijin noktası olur. Kısayol tuşu O'dur.
Toggle X-Cursor	Tasarım alanındaki fare imleci şekillerini değiştirmek için kullanılır ( ). Kısayol tuşu X'tir.
Snap 10th	Fare imlecinin adımını 10 br olarak ayarlar. Kısayolu Ctrl+F1'dir. Adımı görmek için koordinatlara bakılmalıdır.
Snap 50th	Fare imlecinin adımını 50 br olarak ayarlar. Kısayolu Ctrl+F2'dir.
Snap 0.1in	Fare imlecinin adımını 0,1 inç olarak ayarlar. Kısayolu Ctrl+F3'tür.
Snap 0.5in	Fare imlecinin adımını 0,5 inç olarak ayarlar. Kısayolu Ctrl+F4'tür.
Center At Cursor	Bu seçenek aktif edildiğinde fare imleci değişir ve imlecin tıklandığı nokta çalışma alanının merkezi olarak seçilir ( ). Kısayolu Ctrl+F5'tir.
Zoom In	Tasarım alanında çalışma alanının görüntüsünü büyütür ( ). Kısayolu Ctrl+F6'dır.
Zoom Out	Tasarım alanında çalışma alanının görüntüsünü küçültür ( ). Kısayolu Ctrl+F7'dir.
Zoom To View Entire Sheet	Tasarım alanının ölçüleri ne olursa olsun alanın tamamını oranlayıp gösterir ( ). Kısayolu Ctrl+F8'dir.
Zoom To Area	Tasarım alanındaki belli bir alanı / grubu ekrana sığacak biçimde büyütür ( ).
Toolbar Configuration	Araç çubuklarının istenen kısmının görünmesi ya da görünmemesi seçenekleri arasında geçiş sağlar.

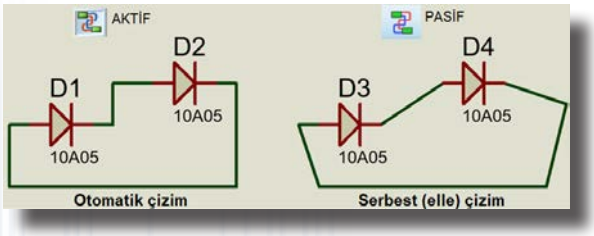


Görsel 1.13: Grid türleri

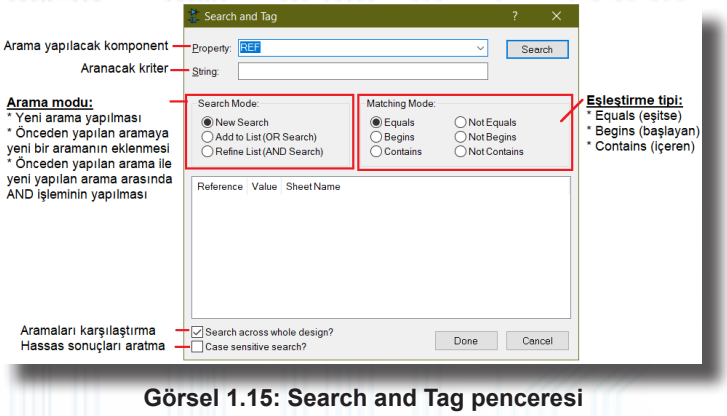
Tool Menüsü: Program için gerekli araçlar menüsüdür. Tablo 1.8'de alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.8: Tool Menüsünün Alt Menüleri

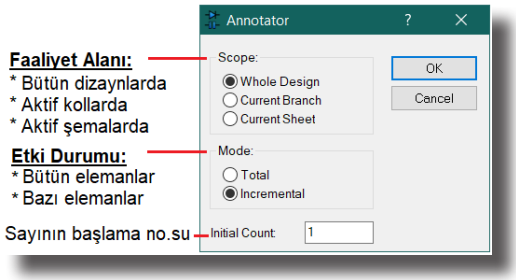
Menü Adı	Özellikleri
Wire Autorouter	Bağlantı hatlarının otomatik mi yoksa serbest mi yapılacağını belirler ( ). Kısayol tuşu W'dir (Görsel 1.14).
Search & Tag	Tasarım alanında çizilen şemadaki ve durum çubuğundaki elemanlar hakkında bilgiler verir ( ). Kısayol tuşu T'dir (Görsel 1.15).
Property Assigment Tool	Tasarım alanında kütüphaneye eklemek için oluşturulan elemana özellik tanımlanmasını sağlar ( ). Kısayol tuşu A'dır.
Global Annotator	Tasarım alanındaki çizimde kullanılan sembollerin sembol numaralarının düzenlenmesini sağlar (Görsel 1.16).
ASCII Data Import Tool	Tasarım alanında bulunan çalışmaya ASCII data verileri eklemek ve çalışmayı kütüphane dosyasına aktarmak için kullanılır.
Electrical Rules Check	Tasarım alanındaki çizimde elektriksel hata kontrolü yapar ( ). Çizimde hata yoksa bu kısımda No ERC errors found uyarısı görülür.
Netlist Compiler	Tasarım alanında bulunan çizimin bağlantı listesinin çıktısını, bağlantı biçimini, modunu, kapsamını ve üretilecek olan Netlist formatını belirler.
Model Compiler	Yapılan çalışmayla ilgili yeni bir model dosyası oluşturur.



Görsel 1.14: Wire autorouter ile çizim şeklinin belirlenmesi



Görsel 1.15: Search and Tag penceresi



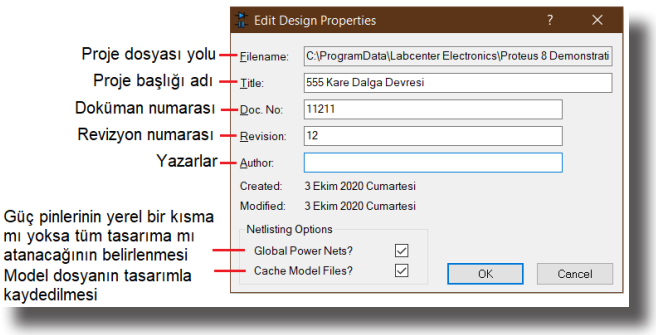
Görsel 1.16: Global Annotator iletişim penceresi

Design Menüsü: Çalışma alanının düzenlenmesi (başlık, tasarım alanı oluşturma, tasarım alanını silme, tasarım alanları arası geçiş yapma vb.) ile ilgili işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 1.9'da alt menüleri görülmektedir.

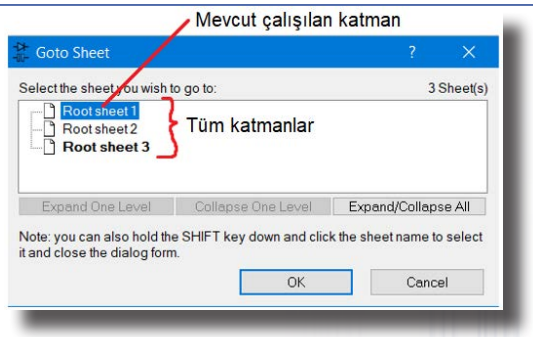
Tablo 1.9: Design Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Edit Design Properties	Projedeki dosyaya isim, doküman numarası ve açıklama gibi bilgileri ekler (Görsel 1.17).
Edit Sheet Properties	Aktif tasarım alanına başlık ve isim vermek için kullanılır.
Edit Design Notes	Tasarım alanında yapılan proje ile ilgili notlar alınması için kullanılır.
Configure Power Rails	Netlist işleminin tam olarak yapılabilmesi için güç (besleme) ayarlarının yapılmasını sağlar.
New (Root) Sheet	Proje içerisinde yeni bir tasarım alanı (katman) açar ( ). Tasarım alanında kullanılan elemanlar kütüphanede saklı kalır.
Remove / Delete Sheet	Birden fazla tasarım alanının olduğu projede istenen tasarım alanının aktif hâle getirilerek silinmesini sağlar ( ).
Goto Previous Root or Sub-Sheet	Tasarım alanından, önceki tasarım alanına geçişi sağlar ( ). Kısayolu **Page-Up**'tır.

Goto Next Root	Tasarım alanından, sonraki tasarım alanına geçişi sağlar ( ).
Sub-Sheet	Kısayolu **Page-Down**'dır.
Exit To Parent Sheet	Birden çok tasarım alanı olan çalışmada ana tasarım alanına geçişi sağlar ( ). Kısayolu **Ctrl+X**'tir.
Goto Sheet	Birden çok tasarım alanı olan çalışmada istenen tasarım alanına geçişi sağlar ( ) (Görsel 1.18).



Görsel 1.17: Edit Design Properties penceresi



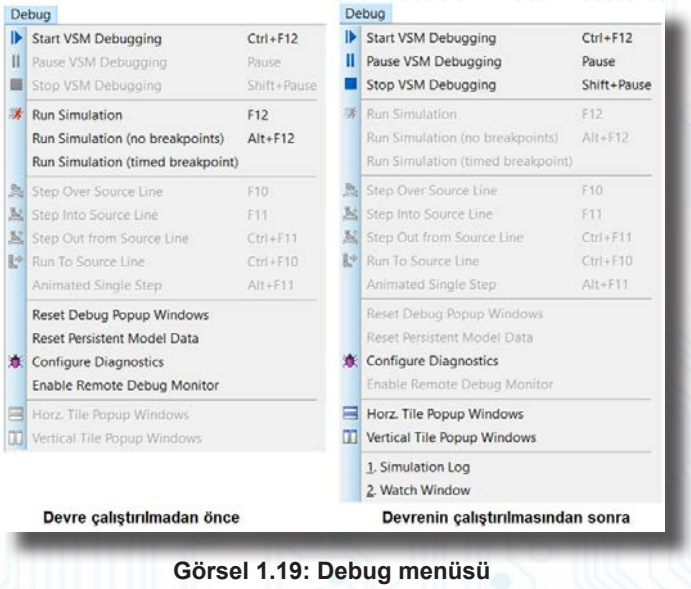
Görsel 1.18: Goto Sheet penceresi ile katman seçimi

Graph Menüsü: Tasarım alanına grafik eklemek ve alandaki grafikleri düzenlemek gibi görsel işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 1.10'da alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.10: Graph Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Edit Graph	Tasarım alanında oluşturulan grafiği düzenlemek için kullanılır ( ).
Add Traces	Tasarım alanında bulunan grafiğe izleme noktaları eklemek için kullanılır ( ). Tasarım alanında grafik yoksa seçenek pasiftir. Açılan pencerede "y" ekseninde izleme noktaları belirlenir. Kısayolu **Crtl+T**'dir.
Simulate Graph	Tasarım alanında yapılan değişiklikler grafiği etkiliyorsa grafiğin tekrar oluşturulması için kullanılır ( ). Kısayol tuşu **Space**'tir.
View Simulation Log	Simülasyon ile ilgili bilgiler verir ( ). Kısayolu **Ctrl+V**'dir.
Export Graph Data	Oluşturulan grafiğin matematiksel verilerini DAT uzantılı dosyaya kaydeder.
Clear Graph Data	Grafikte oluşan verileri silmek ve grafik simülasyonunu yeniden yaptırmak için kullanılır.
Verify Graphs	Tasarım alanındaki grafiklerin uygunluk analizini kontrol eder. Bu seçenek genellikle mikrodenetleyici tabanlı uygulamalarda tercih edilir.
Verify Files	Önceden oluşturulan grafikleri yeni grafikler ile karşılaştırıp grafiğin kontrolünü yapar.

Debug Menüsü: Tasarım alanında oluşturulan devrenin çalıştırılması, durdurulması ve adım adım çalıştırılması gibi işlemler için kullanılan menüdür. Menü, "devre çalıştırılmadan önce" ve "devre çalıştırıldıktan sonra" şeklinde iki farklı yapıya sahiptir (Görsel 1.19).

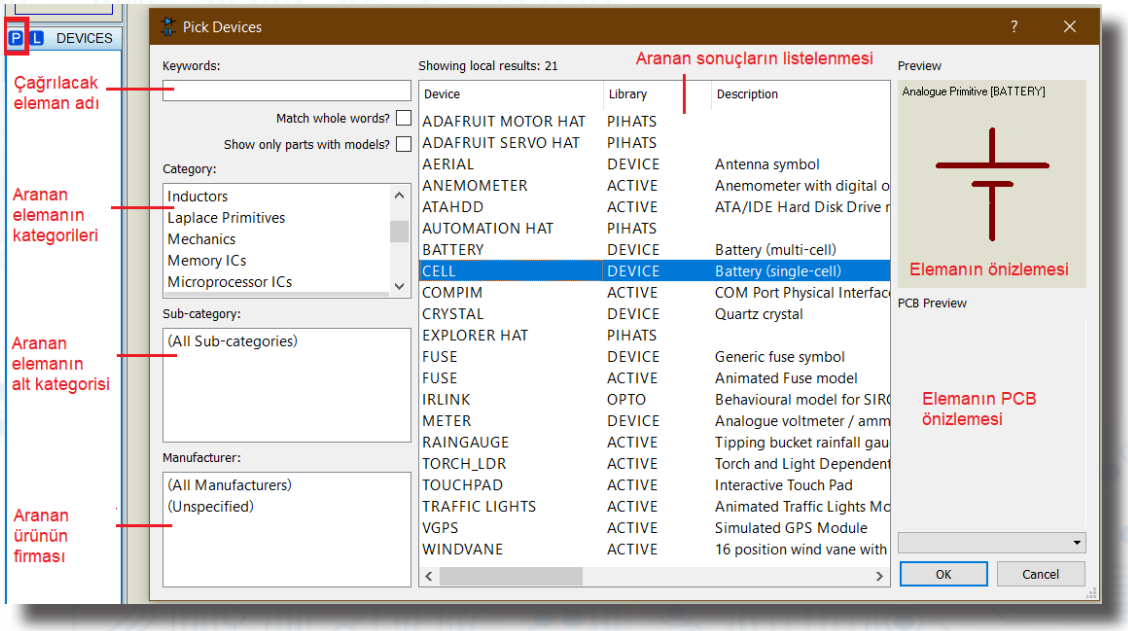


Görsel 1.19: Debug menüsü

Tablo 1.11: Debug Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Start VSM Debugging	Tasarım alanındaki devreyi adım adım çalıştırır ( ). Kısayolu Ctrl+F12'dir. Bu işlem, hata ayıklama amacıyla yapılır.
Pause VSM Debugging	Tasarım alanındaki devrenin çalışmasına ara verir ( ). Kısayol tuşu Pause'tur.
Stop VSM Debugging	Tasarım alanındaki devrenin çalışmasını durdurur ( ). Kısayolu Shift+Pause'tur.
Run Simulation	Tasarım alanındaki devreyi çalıştırır ( ). Kısayol tuşu F12'dir.
Run Simulation (no breakpoints)	Devrenin üzerine kontrol noktaları konmuş ise bu kontrol noktalarını görmezden gelerek devreyi çalıştırır. Kısayolu Alt+F2'dir.
Run Simulation (timed breakpoint)	Ayarlanan süre sonunda devrenin çalışmasını durdurur.
Step Over Source Line	Tasarım alanındaki devreyi adım adım ileri doğru çalıştırır ( ). Kısayol tuşu F10'dur.
Step Into Source Line	Aktif olan fonksiyonu veya alt programı ileri doğru çalıştırır ( ). Kısayol tuşu F11'dir.
Step Out From Source Line	Devreyi adım adım çalışma modundan normal çalışma moduna geçirir ( ). Hata ayıklama modundan çıkar. Kısayolu Ctrl+F11'dir.
Run To Source Line	Kursörün mevcut pozisyonuna ulaşana dek animasyonu çalıştırır ( ). Kaynak penceresi açık iken kullanılabilir. Kısayolu Ctrl+F10'dur.
Animated Single Step	Sürekli olarak tek adımlık animasyon yapılmasını sağlar.
Reset Debug Popup Windows	VSM simülasyon pencerelerini default (orijinal) ayarlarına döndürür.
Reset Persistent Model Data	Tasarım alanında bulunan EEPROM ve EPROM serisi elemanların verilerini resetler.
Configure Diagnostics	Tasarım alanında bulunan işlemcilerin teknik detaylarının yer aldığı pencereyi açar ( ). Programlanabilir entegrelerin simülasyonu ile ilgili ayarlar yapılır.
Enable Remote Debug Monitor	VSM simülasyonu için Virtual Debug Monitor'ü aktif eder. Hata ayıklama işleminde kullanmak üzere haricî bir görüntüleme aygıtı kullanılmasını sağlar.
Horizontal Tile Popup Windows	Açık olan pencereleri, ekranı yatay kaplayacak şekilde yerleştirir.
Vertical Tile Popup Windows	Açık olan pencereleri, ekranı dikey kaplayacak şekilde yerleştirir.

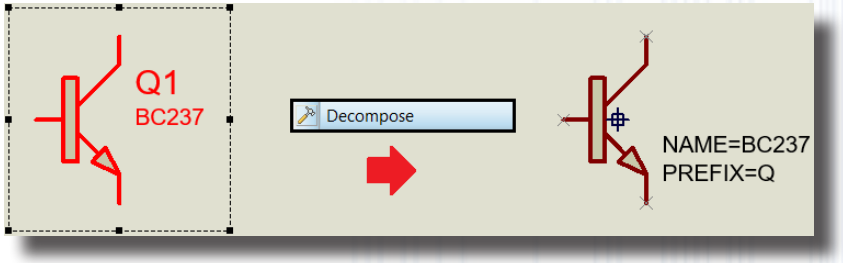
Library Menüsü: Kütüphane ile ilgili tüm işlemlerin yapıldığı menüdür (Görsel 1.20). Tablo 1.12'de alt menüleri görülmektedir.



Görsel 1.20: Pick Parts From Libraries penceresi

Tablo 1.12: Library Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Pick Parts From Libraries	Tasarım alanına eleman çağırmak için kullanılır ( ). Kısayol tuşu **P**'dir (Görsel 1.20).
Make Device	Mevcut kütüphaneye yeni eleman oluşturmak ve eklemek için kullanılır ( ).
Make Symbol	Kütüphaneye eklenecek elemanlara sembol ismi verir. Yeni sembol oluşturur.
Packaging Tool	Kütüphaneye eklenecek elemanı paketler ve kütüphane içine derler ( ).
Decompose	Kütüphanedeki eleman üzerinde çeşitli değişiklikler yaparak (elemanı bileşenlerine ayırıp) yeni bir eleman oluşturur ( ). Eleman kütüphaneden çağrıldıktan sonra fare ile aktif edilir ve eleman üzerinde gerekli değişiklikler yapılır (Görsel 1.21).
Import BSDL	Çalışma alanına BSDL uzantılı dosyaları import etmek için kullanılır.
Compile To Library	Oluşturulan yeni eleman kütüphaneye yerleştirilir.
Place Library	Bir kütüphane dosyasını kütüphane içinde bulunan (DEVICES) elemanlar kutusuna alır. Bu dosya tasarım alanında ise seçilen kütüphanedeki tüm elemanlar ekranda görüntülenir.
Verify Packagings	Kütüphaneye paket olarak yerleştirilen elemanların doğru biçimde yerleştirilip yerleştirilmediğini tespit eder. Seçilen elemanlarla ilgili kılıf bilgilerini doğrular.
Manage Changes	Değişiklikleri yönetir.
Library Manager	Kütüphane ile ilgili tüm işlemler (yeni kütüphane oluşturma, düzenleme, silme gibi) buradan yapılır.

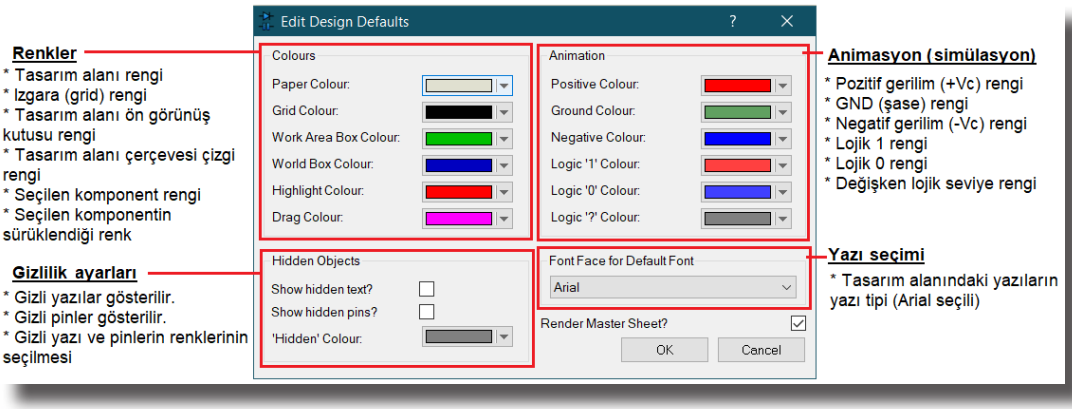


Görsel 1.21: Decompose işlemi

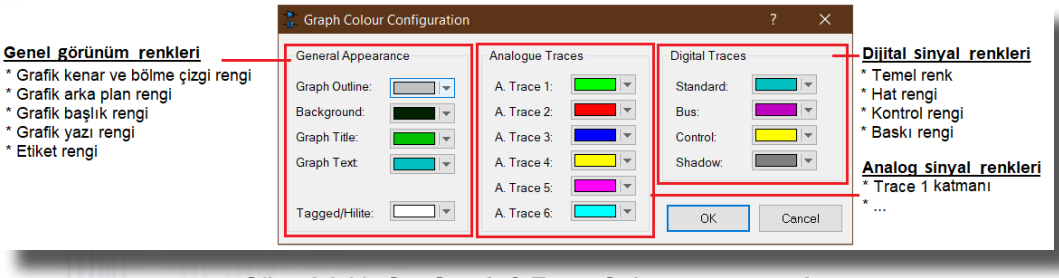
Template Menüsü: Tasarım alanının ve bu alanda bulunan elemanların (renk, yazı tipi, yazı büyüklüğü ve yolların kalınlığı vb.) ayarlarının yapıldığı menüdür. Tablo 1.13'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.13: Template Menüsünün Alt Menüleri

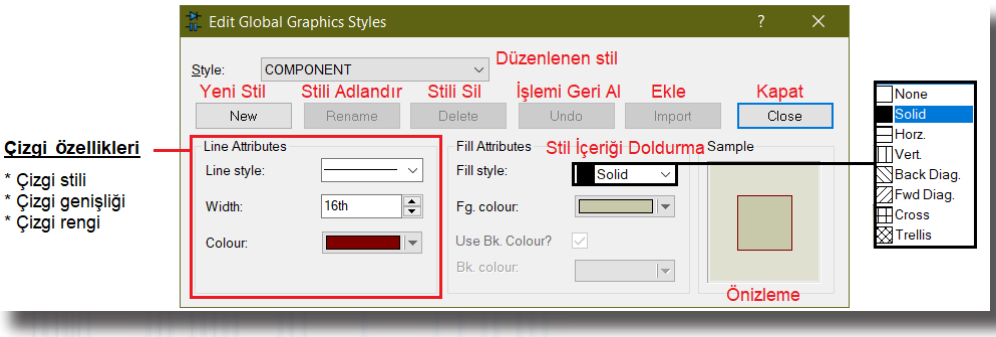
Menü Adı	Özellikleri
Goto Master Sheet	Ana tasarım alanına geçmek ve burayı düzenlemek için kullanılır ( ).
Set Design Colours	Tasarım alanına ilişkin renk ve font ayarlarının yapılmasını sağlar (Görsel 1.22).
Set Graph & Trace Colours	Grafik ile ilgili renk ayarlarının yapıldığı bölümdür (Görsel 1.23).
Edit Global Graphics Style	Grafik ile ilgili stil ayarlarının (çizgi, dolgu vb.) yapıldığı bölümdür (Görsel 1.24).
Set Text Styles	Tasarım alanında oluşturulan devre elemanlarının sahip olduğu yazıların yazı tipini, yüksekliğini, rengini ve efektlerini ayarlamak için kullanılır (Görsel 1.25).
Set 2D Graphics Defaults	İki boyutlu grafiklerle ilgili yazıların font, konum ve ebat ayarlarının yapılmasını sağlar (Görsel 1.26).
Set Junction Dot Style	Tasarım alanındaki devreye ait bağlantı noktasının ayarlarını yapar (Görsel 1.27).
Apply Styles From Template	Template klasöründeki şablonları çalışma alanına yükler.
Save Design as Template	Tasarım alanında yapılan düzenleme ayarlarının başka tasarımlarda kullanılmak üzere bir dosyada saklanmasını sağlar.



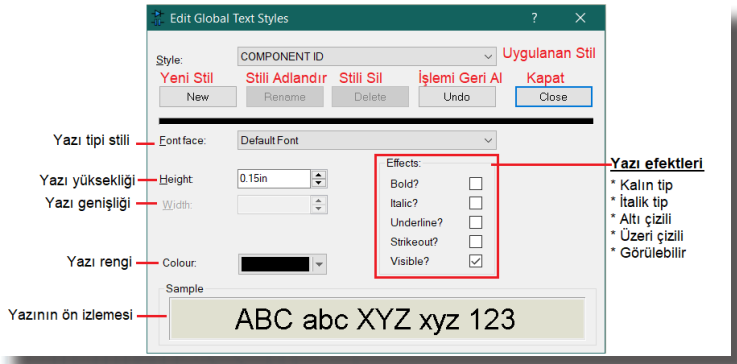
Görsel 1.22: Set Design Colours penceresi



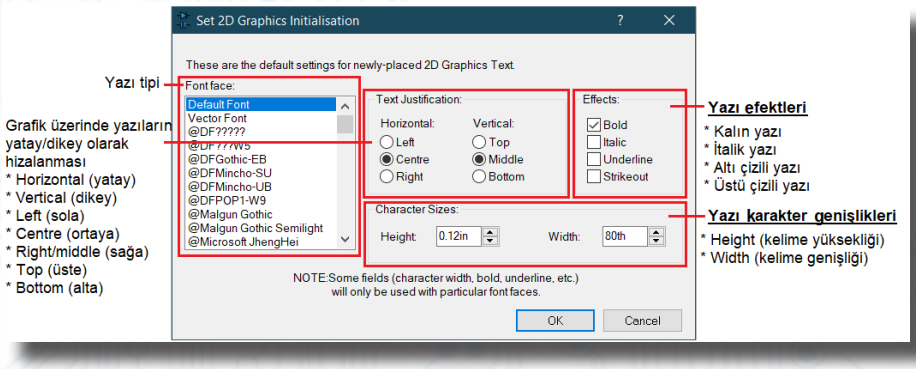
Görsel 1.23: Set Graph & Trace Colours penceresi



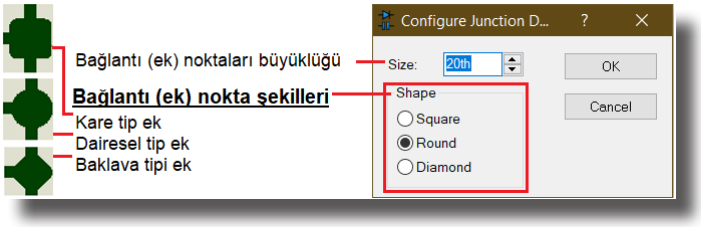
Görsel 1.24: Edit Gobal Graphics Styles penceresi



Görsel 1.25: Set Text Styles penceresi



Görsel 1.26: Set 2D Graphics Defaults penceresi

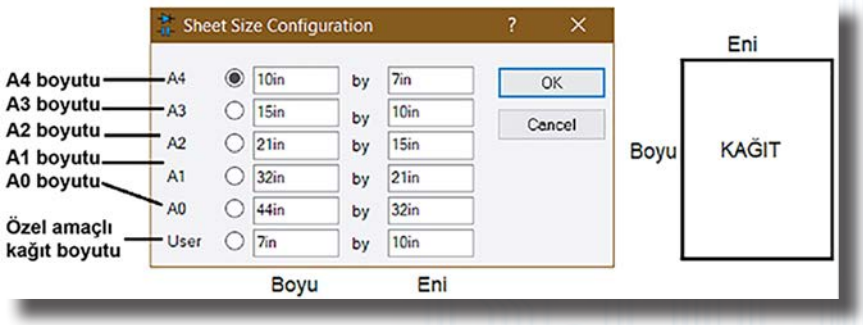


Görsel 1.27: Set Junction Dot Style penceresi

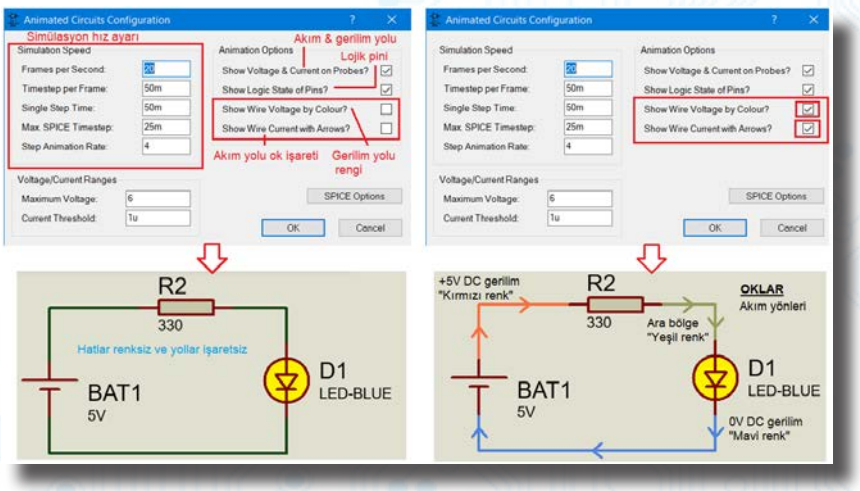
System Menüsü: Programda sistem ayarlarını (animasyon, simülasyon, sayfa, kısayol vb.) yapmak için kullanılan menüdür. Tablo 1.14'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.14: System Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
System Settings	Programın sistem ayarlarının yapılmasını sağlar.
Text Viewer	Hata, simülasyon, log vb. mesajları gösterir ( ).
Set Display Options	Program ekran özelliklerinin ayarlandığı ve animasyon ile ilgili hız ve kontrol ayarlarının yapıldığı bölümdür.
Set Keyboard Mapping	Program alt seçeneklerine kısayol tuşları tanımlamak için kullanılır.
Set Property Defitions	Elemanların kılıf yapılarını ve parametrelerini özelleştirmek için kullanılır.
Set Sheet Sizes	Tasarım alanının boyutlarının ayarlandığı bölümdür (Görsel 1.28).
Set Text Editor	Metin editörüne ilişkin yazı tipi, yazı tipi stili, yazı boyutu ve renk ayarlarının yapıldığı bölümdür.
Set Animation Options	Animasyon seçeneklerinin ve ayarlarının (akım gerilim yönlerinin gösterilmesi, simülasyon hızı, gerilim akım değer aralıkları vb.) yapıldığı bölümdür (Görsel 1.29). **Show Wire Voltage by Colour?:** Gerilimin durumunu renklendirir. Kırmızı "+", Mavi "-" şeklindedir. **Show Wire Current with Arrows?:** Akımı ok şeklinde gösterir.
Set Simulation Options	Simülasyon ile ilgili tüm ayarların yapıldığı bölümdür.
Restore Default Settings	System menüsü altında yapılan değişiklikleri default (orijinal) ayarlara döndürür.



Görrsel 1.28: Set Sheet Sizes penceresi



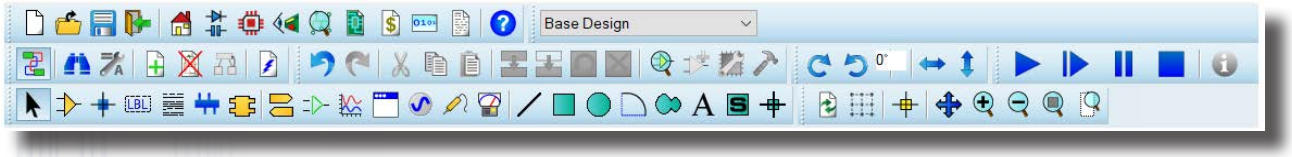
Görsel 1.29: Set Animation Options penceresi

Help Menüsü: Yardım menüsüdür. Tablo 1.15'te alt menüleri görülmektedir.

Tablo 1.15: Help Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Overview	Program ile ilgili yardım penceresidir. Kısayol tuşu F1'dir.
About Pro	Program hakkında gerekli bilgilerin bulunduğu bölümdür.
About Qt	Program yazılımında kullanılan C++ programı hakkında bilgi verir.
Schematic Capture Help	Elektronik devre simülasyon programı hakkında bilgi verir.
Schematic Capture Tutorial	Elektronik devre simülasyon programı ile ilgili öğretici bilgilerin bulunduğu bölümdür.
Simulation Help	Elektronik devre simülasyonları ile ilgili yardım bilgilerinin bulunduğu bölümdür.
VSM Model / SDK Help	Görsel sistem modelleme, analog ve dijital model oluşturma hakkında yardım dosyalarının bulunduğu bölümdür.

1.1.3. Simülasyon Yazılımının Araç Çubukları



Görsel 1.30: Simülasyon programı araç çubukları

1.1.3.1. Dosya & Proje Araç Çubuğu

Tablo 1.16: Dosya & Proje Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	New Project	Yeni bir proje dosyası oluşturur.
	Open Project	Önceden çalışılmış bir projeyi açar.
	Save Project	Üzerinde çalışılan projeyi kaydeder.
	Close Project	Çalışılan projeyi kapatır ancak program kapanmaz.

1.1.3.2. Düzen Araç Çubuğu

Tablo 1.17: Düzen Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	Undo Changes	Yapılan son işlemi bir adım geri alır.
	Redo Changes	Yapılan son geri alma işlemini iptal eder.
	Cut To Clipboard	Seçilen blok veya elemanı kesip panoya gönderir.
	Copy To Clipboard	Seçilen blok veya elemanı kopyalayıp panoya gönderir.
	Paste From Clipboard	Panoya en son gönderilen blok veya elemanı tasarım alanına yapıştırır.
	Block Copy	Tasarım alanında seçilen grubu bir başka noktaya kopyalar.
	Block Move	Tasarım alanında seçilen grubu bir başka noktaya taşır.
	Block Rotate	Tasarım alanında seçilen grubu belirli yönde döndürür.
	Block Delete	Tasarım alanında seçilen grubu siler.
	Pick Parts From Libraries	Pick Device penceresini açar ve elemanın kütüphaneden malzeme kutusuna eklenmesini sağlar.
	Make Device	Yeni bir eleman oluşturmak için kullanılır. Bir eleman belirlenir ve buna göre eleman oluşturulur.

	**Packaging Tool**	Eleman seçili iken bu seçeneğe tıklandığında elemanın PCB kılıfı ve ayak bağlantıları ekrana gelir.
	**Decompose**	Seçili elemanı parçalara, seçili grafiği bileşenlerine ayırır.

1.1.3.3. Display Araç Çubuğu

Tablo 1.18: Display Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Redraw Display**	Tasarım alanını ekranda yeniler.
	**Toogle Grid**	Ekrandaki gridleri gösterir veya gizler.
	**Toogle False Origin**	Yeni bir orijin noktası belirler.
	**Center At Cursor**	Tasarım alanının herhangi bir noktasını orijin noktası yapar.
	**Zoom In**	Tasarım alanındaki görüntüyü bir boyut büyütür.
	**Zoom Out**	Tasarım alanındaki görüntüyü bir boyut küçültür.
	**Zoom To View Entire Sheet**	Tasarım alanının tamamını ekrana sığacak şekilde yerleştirir.
	**Zoom To Area**	Tasarım alanında belirlenen kısmı ekranda büyütür.

1.1.3.4. Dizayn Araç Çubuğu

Tablo 1.19: Dizayn Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Wire Autorouter**	Bağlantıların otomatik mi yoksa elle mi yapılacağını belirler. Eleman aktifse otomatik yol atar, aktif değilse el çizimine göre yol atanır.
	**Search Tag**	Eleman arama işlemini yapar ve bulunan elemanları işaretler.
	**Property Assigment Tool**	İlgili pencereyi açarak elemanlar ile ilgili yönetim işleminin yapılmasını sağlar.
	**New (Root) Sheet**	Yeni bir katman sayfası açar.
	**Remove / Delete Sheet**	Mevcut katmanı siler.
	**Exit To Parent Sheet**	Hiyerarşik çalışmalarda alt katmana geçilmesini sağlar.
	**Electrical Rules Check**	Çalışılan devre ile ilgili elektriksel hata olup olmadığını denetler.

1.1.3.5. Uygulama Modülü Araç Çubuğu

Tablo 1.20: Uygulama Modülü Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Home Page**	Başlangıç sayfasına (anasayfaya) döndürür.
	**Schematic Capture**	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımını çalıştırır.
	**PCB Layout**	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımını çalıştırır.
	**3D Visualizer**	3D görsel modelleme programını çalıştırır.
	**Gerber Viewer**	Gerber Viewer programını çalıştırır.
	**Design Explorer**	Design Explorer programını çalıştırır.

	Bill Of Materials	Projede kullanılan elemanların listesini hazırlar.
	Source Code	Devrede mikrodenetleyici kullanılmış ise mikrodenetleyicinin kaynak kodlarını gösterir.
	Project Notes	Proje ile ilgili notların alınmasını sağlar.
	Overview	Program yardım dosyasını gösterir.

1.1.3.6. Animasyon Araç Çubuğu

Tablo 1.21: Animasyon Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	Play Button	Animasyonu başlatır.
	Play / Stop Button	Animasyonu adım adım çalıştırır.
	Pause Button	Animasyonun çalışmasına ara verir. Play tuşuna basılınca çalışma kaldığı yerden devam eder.
	Stop Button	Animasyonu tamamen durdurur.

1.1.3.7. Ana Modlar Araç Çubuğu

Tablo 1.22: Ana Modlar Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	Instant Edit Mode	Elemanı seçmek veya düzenlemek için kullanılır. Fare imlecini seçim moduna geçirir.
	Component	Tasarım alanında kullanılan malzemelerin malzeme kutusunda listelenmesini sağlar. Kütüphane bileşenlerini de yönetir.
	Junction Dot	Bağlantı noktası ekler. Fare imlecini kalem şekline çevirir.
	Wire Label	İletken bağlantılarını etiketler ve isimlendirir.
	Text Scripts	Tasarım alanına metin yazıları ekler.
	Bus	Çoklu iletken çizmek ve çoklu iletkenleri tek hatta göstermek için kullanılır.
	Sub-Circuit	Hiyerarşik düzenlemelerde port bağlantı noktalarının belirtilmesi ve entegre devre oluşturulması işlemlerinde kullanılır.

1.1.3.8. Aygıtlar Araç Çubuğu

Tablo 1.23: Aygıtlar Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	Terminal Mode	Terminal (ground, power, input vb.) ekler.
	Device Pins Mode	Eleman oluşturulurken kullanılacak eleman ayakları (pinler) buradan seçilerek yerleştirilir.
	Graph Mode	Simülasyonda grafik oluşturmak için kullanılır.
	Active Popup Mode	Bir simülasyon sırasında birden çok pencere açılır ise aktif olan simülasyon penceresinin açılmasını sağlar.
	Generator Mode	Çeşitli sinyal jeneratörlerini (kare, sinüs, DC vb.) içerisinde barındırır.
	Probe Mode	Ölçümlerde kullanılacak gerilim ve akım problarını içerir. Tape komponenti de burada bulunur.
	Multimeter Mode	Ölçü aletlerini içerisinde barındırır.

1.1.3.9. 2D Grafik Araç Çubuğu

Tablo 1.24: 2D Grafik Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**2D Graphics Line Mode**	Tasarım alanına çizgi çizer.
	**2D Graphics Box Mode**	Tasarım alanına kutu çizer.
	**2D Graphics Circle Mode**	Tasarım alanına çember çizer.
	**2D Graphics Arc Mode**	Tasarım alanına yay çizer.
	**2D Graphics Closed Path Mode**	Tasarım alanında serbest çizim yapılmasını sağlar.
	**2D Graphics Text Mode**	Tasarım alanına yazı ekler.
	**2D Graphics Symbol Mode**	Tasarım alanında bulunan sembolleri düzenler veya oluşturulan yeni elemana sembol ismi atar.
	**2D Graphics Marker Mode**	Elemanlar için orijin noktası belirler.

1.1.3.10. Yön Araç Çubuğu

Elemanları döndürmek veya elemanların ayna yansımalarını almak için kullanılır (Tablo 1.25).

Tablo 1.25: Yön Araç Çubuğu Elemanları

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Rotate Clockwise**	Seçilen elemanı saat yönünde 90° döndürür.
	**Rotate Anti Clockwise**	Seçilen elemanı saat yönünün tersine 90° döndürür.
	**Angle**	Seçilen elemanı belirlenen açıda döndürür.
	**X-Mirror**	Seçilen elemanın yatayda ayna yansımasını alır.
	**Y-Mirror**	Seçilen elemanın dikeyde ayna yansımasını alır.



Aşağıda verilen işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

- Ana ekrandan **Bilgisayarlı elektronik devre simülasyon programını** çalıştırınız.
- Grid menüsünden **Nokta Grid** seçeneğini aktif ediniz.
- Tasarım alanı boyutlarını **A4** olarak seçiniz.
- Simülasyon ayarlarında a**kım ve gerilim yollarının gösterilmesi** ayarlarını aktif ediniz.
- Tasarım alanı rengini **beyaz** olarak ayarlayınız.
- Tasarım alanını çevreleyen çizgi rengini **koyu mavi** olarak ayarlayınız.
- Seçili elemanın sürüklenirken dönüşeceği rengi **turuncu** veya **açık pembe** olarak ayarlayınız.
- Tasarım alanı yazı tipini **Arial** veya **Times New Roman** olarak ayarlayınız.
- Bağlantı çizim yollarını **otomatik olarak düz** yapınız.
- Elemanların çizgi renklerini **siyah** olarak ayarlayınız.
- Ek yerlerini daire tipi **24 th** özelliğinde seçiniz.

1.2. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER

1.2.4. Tasarım Alanı ile İlgili Çeşitli İşlemler

1.2.4.1. Yatay A4 Boyutlarında Tasarım Alanının Oluşturulması

Tasarım alanında yapılacak çalışmalar için uygun alanlar oluşturulmalıdır. A0, A1 gibi bilinen yatay / dikey ölçüler kullanılabilir veya özel ölçülerde tasarım alanı oluşturulabilir.

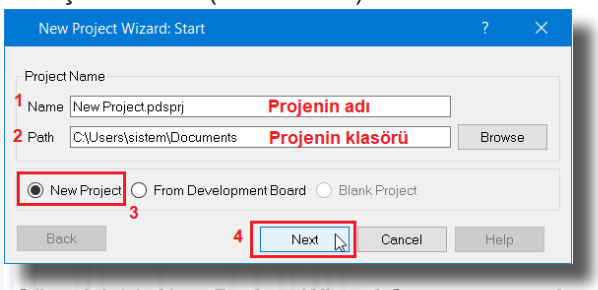
Tasarım alanı oluşturmak için işlem adımları şu şekilde gerçekleştirilir:

New Project → New Project Wizard: Start → New Project Wizard: Schematic Dizayn → Do not create a schematic → New Project Wizard: PCB Layout → New Project Wizard: Firmware → New Project Wizard: Summary → Finish

Örnek: A3 yatay ölçülerine sahip ve "Dosya1.pdsprj" adında bir tasarım alanı oluşturunuz.

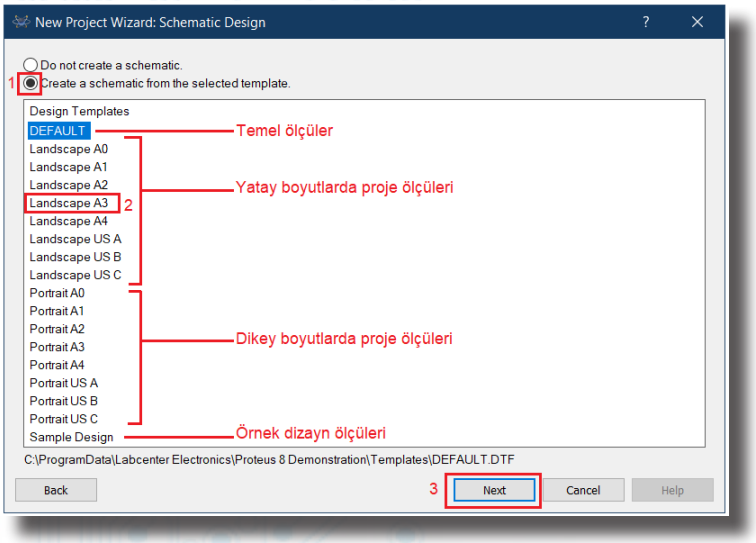
Çözüm: İşlem adımları şu şekildedir:

- **File → New Project** (↵) veya (🗋) araç çubuğu (↵)
- **New Project Wizard: Start** penceresindeki bölümlere isim ve klasör yolu girilir, **New Project** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: New Project Wizard-Start penceresi

- **New Project Wizard: Schematic Dizayn** penceresinde **Create a Schematic From the Selected Template** kısmı işaretlenir ve ardından **Landspace A3** seçilerek **Next** tuşuna basılır (Görsel 1.32).



Görsel 1.32: New Project Wizard - Dizayn penceresi

- **New Project Wizard: PCB Layout** penceresinde **Do Not a Create PCB Layout** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır. Eğer devrenin PCB şeması oluşturulacaksa **Create PCB Layout From The Selected Template** seçeneği işaretlenir.
- **New Project Wizard: Firmware** penceresinde **No Firmware Project** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır. Projede mikrodenetleyici kullanılacaksa **Create Firmware / Flowchart Project** seçeneği işaretlenmelidir.
- **New Project Wizard: Summary** penceresinde proje hakkında bilgiler görülür. İşlemler doğru ise **Finish** butonuna basılır.

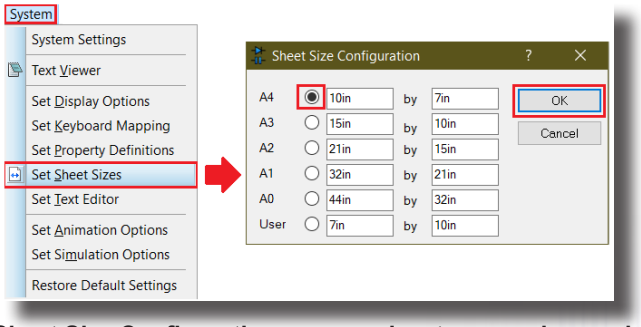
Sıra Sizde **A2 dikey ölçülerine sahip ve "Proje2.pdsprj" dosya adında yeni bir tasarım alanı oluşturunuz ve bunu kaydediniz.**

1.2.4.2. Tasarım Alanının Boyutlarının Değiştirilmesi

Tasarım alanının ölçüleri değiştirilebilir. Tasarım alanı büyüklüğü için A0, A1, A2, A3 ve A4 ölçülerinden biri seçilebilir ya da özel ölçüler kullanılabilir. Ölçü birimi "inç" veya "mm" olarak girilir.

Örnek: Tasarım alanını A4 (10 inç x 7 inç) ölçülerine göre boyutlandırınız.

Çözüm: İşlem adımları şu şekildedir (Görsel 1.33):



Görsel 1.33: Sheet Size Configuration penceresi ve tasarım alanının belirlenmesi

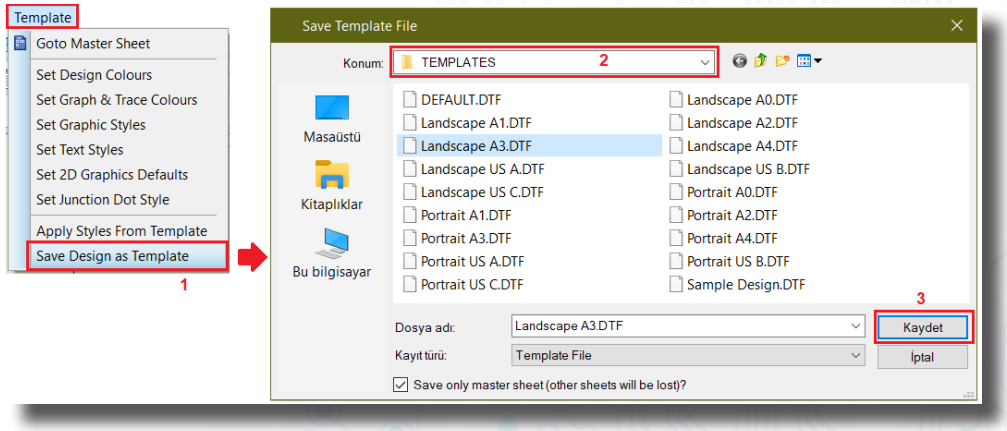
- **System → Set Sheet Sizes** (↵)
- **Sheet Size Configuration** penceresinden A4 seçeneği işaretlenir ve **OK** butonuna basılır.

Sıra Sizde **Tasarım alanının ölçülerini 14 inç x 20 inç olarak ayarlayınız.**

1.2.4.3. Tasarım Alanının Kaydedilmesi

Tasarım alanında yapılan çalışmalar iki farklı yöntemle kaydedilebilir.

- **Normal Kaydetme İşlemi:** Çalışılan alan **File → Save Project** (↵) veya (💾) araç çubuğu ile kaydedilir. Proje dokümanlarına buradan ulaşılır.
- **Template Olarak Kaydetme İşlemi:** Tasarım alanını farklı çalışmalarda kullanmak amacıyla kaydeder. Antet gibi özel ölçülere sahip tasarım alanının hazır şablon olarak kullanılmasını amaçlar. **Template → Save Design As Template** (↵) seçilir ve çıkan alanda dosya adı ve kayıt türü ***.dtf** girilerek **Kaydet** butonuna basılır (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Save Design As Template penceresi

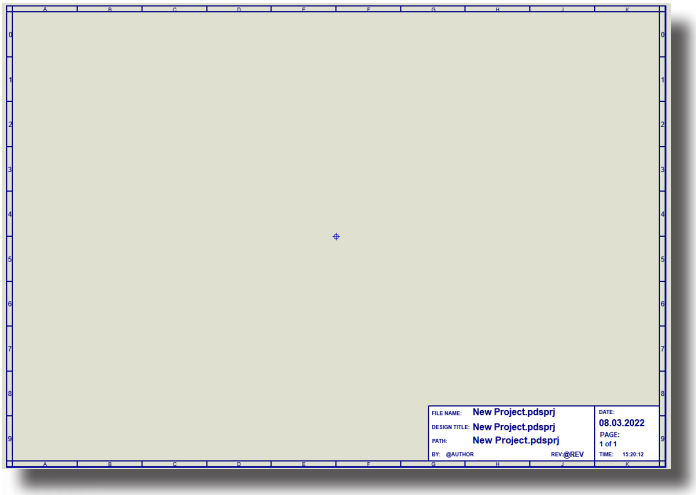
Sıra Sizde **A3 yatay ölçülerinde bir tasarım alanı oluşturunuz ve bu tasarım alanını Template olarak kaydediniz.**

1.2.4.4. Antetli Temrinlerin Oluşturulması

Tasarım alanında yapılacak çalışmalar bir antet içerisinde gerçekleştirilebilir. Antet içerisinde çerçeve ve değerlendirme alanları bulunur.

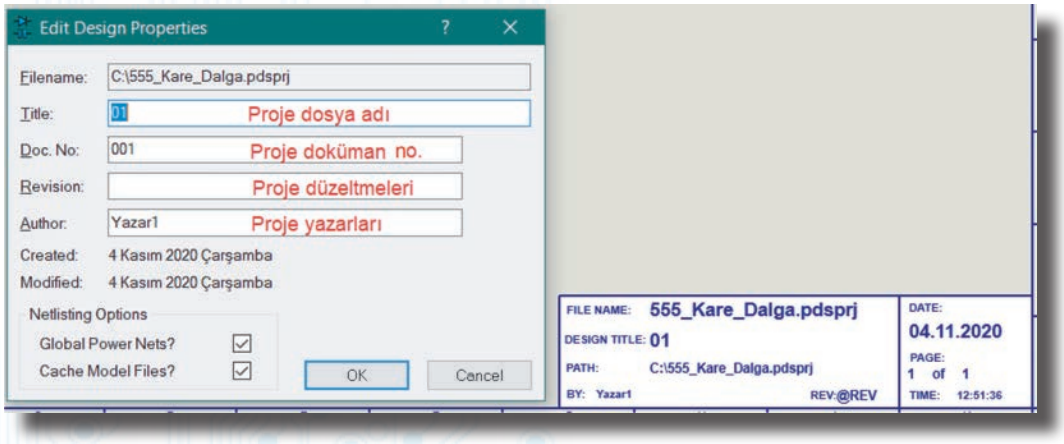
Örnek: **"555 Kare Dalga" uygulamasına ait A4 yatay ölçüsünde bir antetli alan tasarlayınız. Çalışmayı "555_Kare_Dalga.pdsprj" olarak "C:\" alanına kaydediniz..**

Çözüm: **İşlem adımları şu şekildedir (Görsel 1.35):**



Görsel 1.35: Antetli tasarım alanının oluşturulması

- **File** → **New Project** (↵) veya ( ) araç çubuğu (↵)
- **New Project Wizard: Start** penceresinde isim **(555_Kare_Dalga.pdsprj)** ve klasör yolu **(C:\)** girilir, **New Project** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır.
- **New Project Wizard: Schematic Dizayn** penceresinde **Create a Schematic From the Selected Template** kısmı işaretlenir ve ardından **Landspace A4** seçilerek **Next** tuşuna basılır.
- **New Project Wizard: PCB Layout** penceresinde **Do Not Create a PCB Layout** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır.
- **New Project Wizard: Firmware** penceresinde **No Firmware Project** seçeneği işaretlenir ve **Next** tuşuna basılır.
- **New Project Wizard: Summary** penceresinde proje hakkında bilgiler görülür. İşlemler doğru ise **Finish** butonuna basılır. Antetli alan ekrana gelir (Görsel 1.35).
- Antet alanındaki değerlendirme bölümünde değişiklik yapmak için **Design** → **Edit Design Properties** seçilir ve çıkan ekrandan gerekli düzeltmeler yapılır (Görsel 1.36).



Görsel 1.36: Edit Design Properties penceresi

Sıra Sizde **"Proje-3" dosya adında, A4 yatay ölçülerinde, "Osilatör Devresi" etiketinde, 141 No.lu doküman numarasında antetli bir temrin alanı oluşturunuz.**

1.2.4.5. Tasarım Alanında Dosya Açma

Önceden yapılan bir çalışmayı açmak için aşağıdaki işlemler sırayla uygulanır.

- **File** → **Open Project** (↵)
- İlgili klasörden tasarlanmış **design *.pdsprj** dosyası seçilir ve ardından **Aç** tuşuna basılır.

Sıra Sizde **"Proje3.pdsprj" olarak kaydedilen dosyayı açınız.**

1.2.4.6. Yeni Çalışma Ortamına (Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı) Geçilmesi

Programın ana ekranında iken yeni Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı çalışma ortamına geçmek için aşağıdaki üç yöntemden biri uygulanır.

- **File → New Project** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **CTRL+N** tuşları

Bilgi Notu **Bir çalışma işleminden sonra yeni bir çalışma ortamına geçilirken çalışılan dosyanın File → Close Project (↵) şeklinde kapatılması gerekir. Aksi takdirde önce çalışılan dosya ekrana tekrar gelecektir. Ancak program kapatılıp tekrar açıldığında tüm dosyalar otomatik olarak kapanmış olacaktır.**

Sıra Sizde **Yeni bir Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı çalışma ortamı açınız.**

1.2.4.7. Tasarım Alanında Görünüm Ayarlarının Yapılması

Tasarım Alanında Yapılan İşlemin Yenilenmesi: Tasarım alanında yapılan çalışmalarda, donmalar ve görüntülerde etkilenmeler yaşanabilir. Bu nedenle tasarım alanı ekranının yenilenmesi gerekir. **Bunun için üç yol vardır.**

- **View → Redraw Display** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **R** tuşu

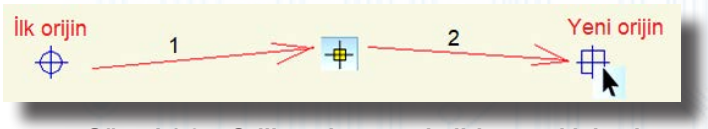
Tasarım Alanında Gridlerin Gösterilmesi: Gridler, tasarım alanında yapılan çalışmalarda, hatların çizimi, ele¬manların yerleştirilmesi gibi birçok işlemde kullanıcıya önemli destek sunar. Çalışma esnasında gridlerin kullanılması işlerin yapılmasını kolaylaştırır. Nokta ve kare tipi gridler vardır (Görsel 1.13). **Gridlere üç değişik yoldan ulaşılabilir.**

- **View → Toggle Grid** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **G tuşu**

Bilgi Notu **Ekrandaki durum dikkate alınarak butona her basıldığında sıradaki grid aktif olacaktır. Örneğin butona nokta grid aktifken basılırsa kare grid, kare grid aktifken basılırsa grid kapalı, grid kapalıyken basılırsa nokta grid aktif olacaktır.**

Tasarım Alanında Yeni Bir Orijin Noktasının Belirlenmesi: Program, tasarım alanının tam orta noktasını otomatik olarak orijin noktası olarak tanımlar. **Bu noktayı değiştirmek için üç yol vardır.**

- **View → Toggle False Origin** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **O** tuşu (Görsel 1.37)

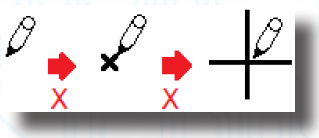


Görsel 1.37: Orijin noktasının belirlenmesi işlemi

Bilgi Notu **Orijin noktası belirlendikten sonra mevcut nokta silinmez.**

Tasarım Alanında Fare İmlecinin Değiştirilmesi: Tasarım alanında çalışma yapılırken seçilebilecek üç farklı fare imleci vardır (Görsel 1.38). **İmleç değiştirme işlemi için iki yol vardır.**

- **View → Toggle X-Cursor** (↵)
- **X** tuşu



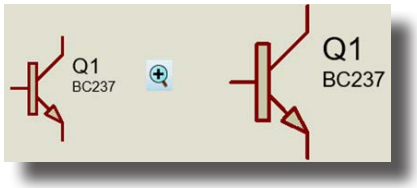
Görsel 1.38: Fare imlecinin değiştirilmesi

Tasarım Ekranının Ortalanması: Orijin noktası oluşturmadan tasarım alanında belirli bir bölüm ortalanır. Bu işlem özellikle, yapılan devrelerin ekrana ortalanmış şekilde gelmesi için kullanılır. **Bu işlem için üç yol vardır.**

- **View → Center At Cursor** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **F5** tuşu

Tasarım Alanında Görüntünün Büyütülmesi İşlemi: Tasarım alanında elemanın veya devrenin görüntüsü bir üst boyuta büyültülür (Görsel 1.39). **Bu işlem için üç yol vardır.**

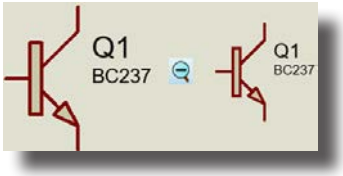
- **View → Zoom In** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **F6** tuşu



Görsel 1.39: Tasarım alanında görünümün büyültülmesi

Tasarım Alanında Görüntünün Küçültülmesi İşlemi: Tasarım alanında elemanın veya devrenin görüntüsü bir alt boyuta küçültülür (Görsel 1.40). **Bu işlem için üç yol vardır.**

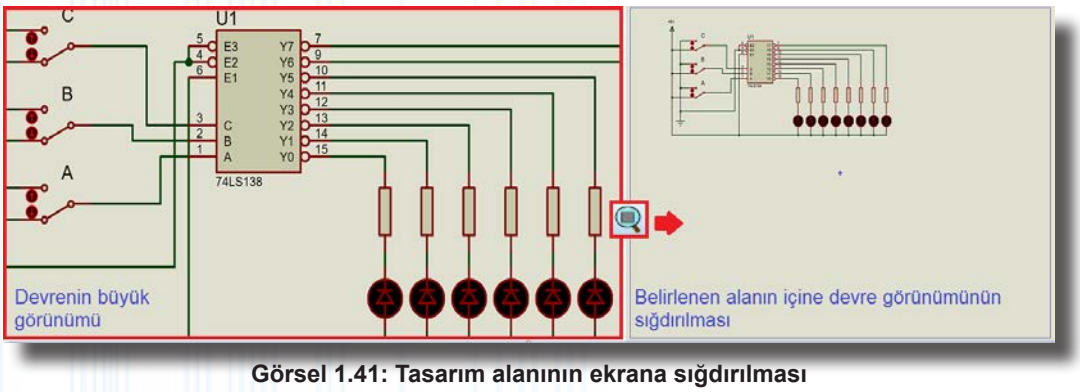
- **View → Zoom Out** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **F7** tuşu



Görsel 1.40: Tasarım alanında görünümün küçültülmesi

Tasarım Alanı Görüntüsünün Ekrana Sığdırılması İşlemi: Tasarım alanının tamamı ekrana sığacak şekilde yerleştirilir (Görsel 1.41). **Bu işlem için üç yol vardır.**

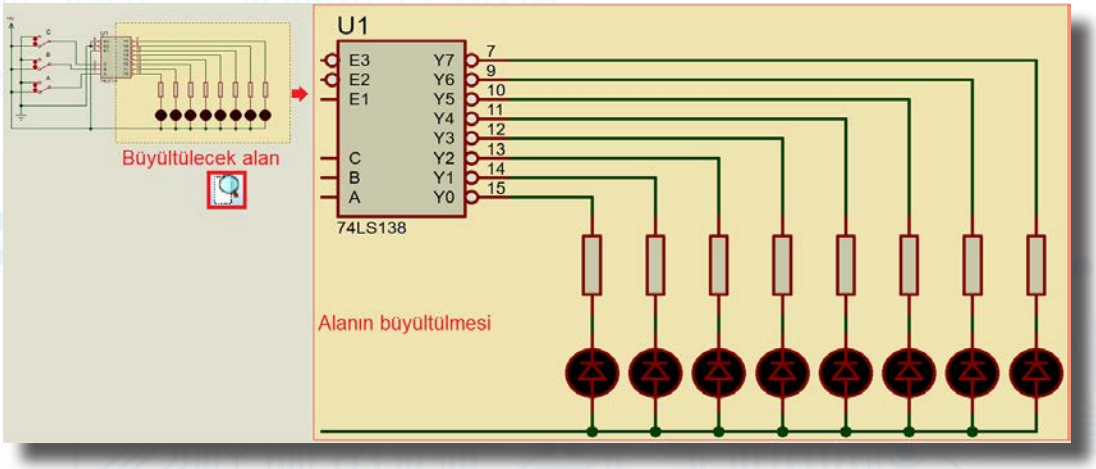
- **View → Zoom To View Entire Sheet** (↵)
- araç çubuğu (↵)
- **F8** tuşu



Görsel 1.41: Tasarım alanının ekrana sığdırılması

Tasarım Alanında Belirli Bölümün Ekrana Sığdırılması İşlemi: Tasarım alanında belirlenen kısım ekrana sığacak şekilde yerleştirilir (Görsel 1.42). **Bu işlem için iki yol vardır.**

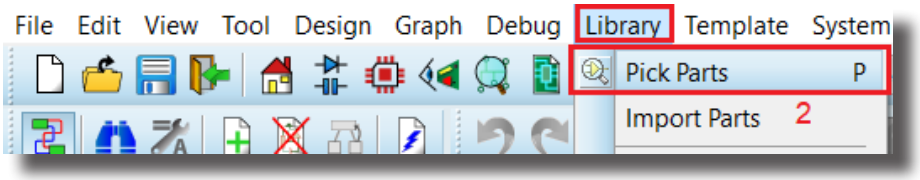
- **View → Zoom To Area** (↵)
- araç çubuğu (↵)



Görsel 1.42: Tasarım alanında belirli bölümün ekrana sığdırılması

1.2.4.8. Tasarım Alanına Eleman Çağrılması

Simülasyon yazılımında devre tasarımına başlamadan önce devre elemanlarının belirlenerek kütüphaneden malzeme kutusuna çağırılması gerekir. İlk olarak klavyeden P tuşuna basarak ya da Library menüsünden Pick Parts seçeneğine tıklayarak kütüphaneye girilir. Kütüphaneden seçilen elemanlar malzeme kutusuna getirilir.

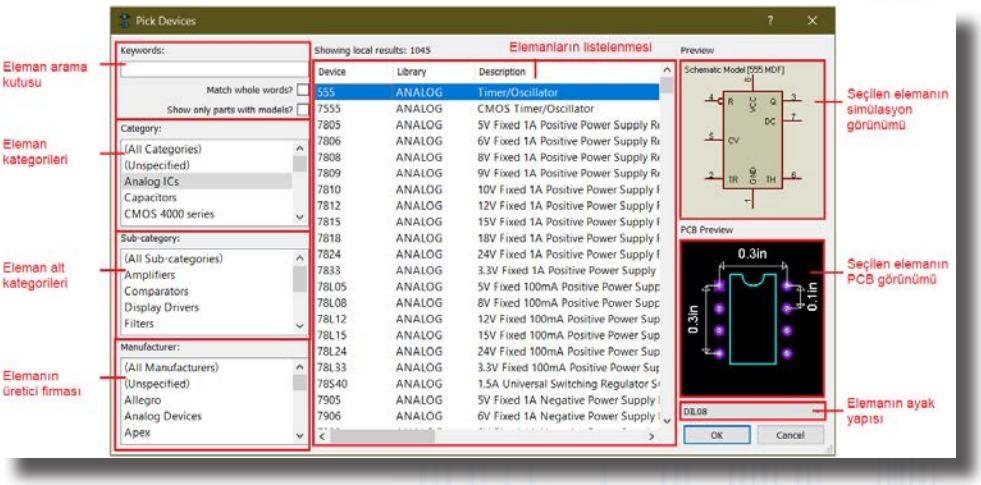


Görsel 1.43: Tasarım alanına eleman çağırma işlemi

Sıra Sizde

Aşağıda verilen işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

- Fare imlecini değiştiriniz.
- Farklı bir orijin noktası oluşturunuz.
- Tasarım alanına devre açınız ve çeşitli görünüm değişimlerini uygulayınız.



Görsel 1.44: Pick Devices penceresi ve pencereden eleman seçilmesi

Program kütüphanesinde pek çok eleman mevcuttur. Ayrıca kullanıcı tarafından kütüphane içinde bulunmayan elemanlar da oluşturulup kütüphaneye eklenebilir. Eleman kutusu üzerinde bulunan **P** düğmesi ile veya **Library** menüsünden **Pick Parts** seçeneği ile veya klavyeden **P** tuşu ile kütüphaneye girilebilir (Görsel 1.44).

Görsel 1.44'te görülen penceredeki bölümler şunlardır:

- **Keywords:** Çağrılacak elemanın ismi yazılır ve eleman, ismi ile çağrılır.
- **Match Whole Words?:** Bu seçenek onaylanırsa eleman sadece Keywords alanına yazılan isim ile aranır ve alanda listelenir.
- **Show Only Parts With Models?:** Alanda sadece modelleri gösterir.
- **Category:** Kütüphane alanıdır.
- **Sub-Category:** Seçilen kütüphanenin alt kategorisidir.
- **Manufacturer:** Seçilmiş elemanın üretici firmaları gösterilmiştir.
- **Results:** Seçilen kütüphanede belirlenen elemanlar gösterilir.
- **Part Preview:** Seçilen elemanın sembolü gösterilir.
- **PCB Preview:** Seçilen elemanın PCB'deki görünümü gösterilir.

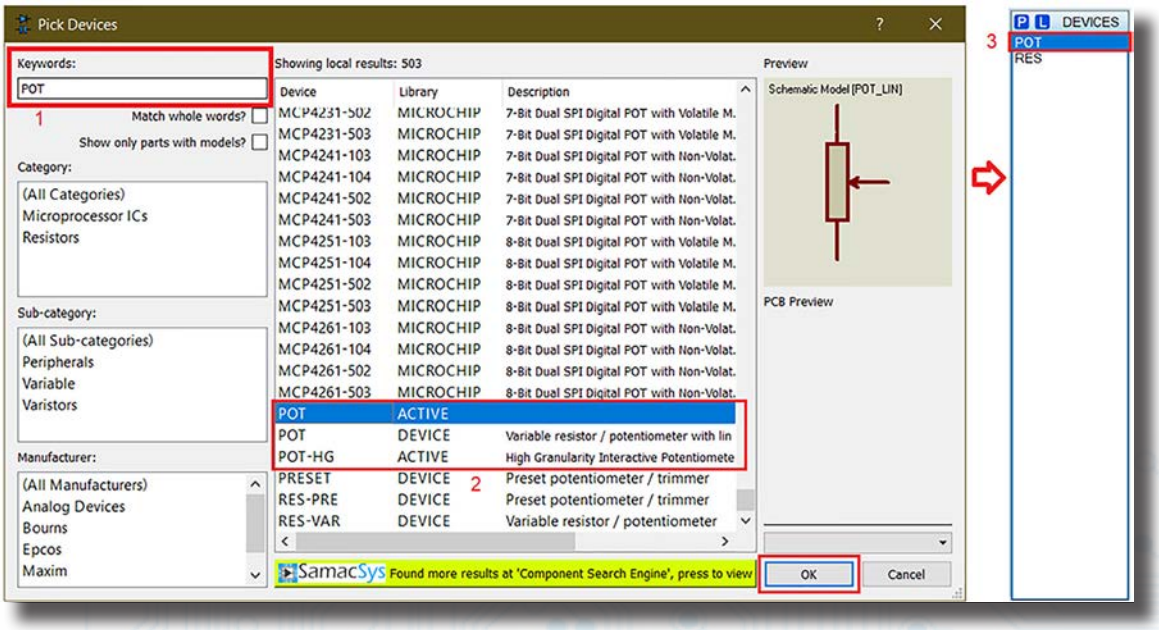
Kütüphanenin ana kategorileri şunlardır:

- **Analog ICs:** Yükselteç (opamp), karşılaştırıcı, filtre, regülatör, zamanlayıcı, display sürücüleri, çoklayıcılar gibi elemanların bulunduğu bölümdür.
- **Capacitors:** Her çeşit (seramik, polyester gibi) ve değerde kondansatörün bulunduğu bölümdür.
- **CMOS 4.000 Series:** Her türlü 40xx ve 45xx serisi CMOS entegrenin bulunduğu bölümdür.
- **Connectors:** Her türlü konnektörün bulunduğu bölümdür.
- **Data Converters:** A / D ve D / A çeviricilerin entegreleri ve bazı sıcaklık sensörlerinin bulunduğu bölümdür.
- **Debugging Tools:** Triggers, Logik Probes, Logictoggle gibi her türlü hata ayıklama ve görme aracının bulunduğu bölümdür.

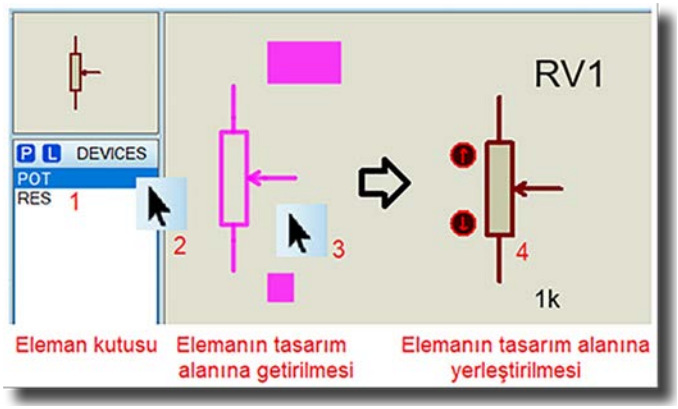
- **Diodes:** Her türlü diyodun bulunduğu bölümdür.
- **ECL 10.000 Series:** İçerisinde binary sayıcı, flip flop gibi ECL 10xxx serisi eleman bulunduran bölümdür.
- **Electromechanical:** En sık kullanılan motorların bulunduğu bölümdür.
- **Inductors:** Bobin ve transformatör çeşitlerinin bulunduğu bölümdür.
- **Laplace Primitives:** Laplace dönüşümün bulunduğu bölümdür.
- **Mechanics:** BLDC motorlarının bulunduğu bölümdür.
- **Memory ICs:** Dinamik RAM, EEPROM, EPROM, I2C hafıza entegrelerinin bulunduğu bölümdür.
- **Microprocessor ICs:** Her türlü mikroişlemci ve mikrokontrolörün bulunduğu bölümdür.
- **Miscellaneous:** Batarya, anten, drive, COMPIM, kristal, sigorta, analog ölçü aletleri gibi devre elemanlarının bulunduğu bölümdür.
- **Modelling Primitives:** Birçok elemanın veya entegrenin sembolünün bulunduğu bölümdür.
- **Operational Amplifiers:** Opamp entegrelerinin bulunduğu bölümdür.
- **Optoelectronics:** Her türlü displayin bulunduğu bölümdür.
- **PICAXE:** PICAXE elemanlarının bulunduğu bölümdür.
- **PLDs & FPGAs:** PLD ve PAL serisi entegrelerin bulunduğu bölümdür.
- **Resistors:** Her türlü direncin bulunduğu bölümdür.
- **Simulator Primitives:** Her türlü basit sinyal üretecinin bulunduğu bölümdür.
- **Speakers & Sounders:** Buzzer, sounder ve hoparlörün bulunduğu bölümdür.
- **Switches & Relays:** Tuş takımları, switch ve rölelerin bulunduğu bölümdür.
- **Switching Devices:** Diyak, triyak ve tristörün bulunduğu bölümdür.
- **Thermionic Valves:** Transistörlerden önce kullanılan Pentode, Tetrode ve Triode lambaların bulunduğu bölümdür.
- **Transducers:** Her çeşit transdüser ve sensör elemanının bulunduğu bölümdür.
- **Transistors:** Her çeşit transistörün bulunduğu bölümdür.
- **TTL 74 Series:** 74 serisi tüm entegrelerin bulunduğu bölümdür.

1.2.4.9. Tasarım Alanına Elemanların Yerleştirilmesi

- **Library** → **Pick Parts** (↵) veya **P** düğmesine basılır.
- **Keywords** alanına elemanın İngilizce adı yazılarak eleman aratılır (Görsel 1.45).
- **Results** alanına gelen elemana çift tıklanarak eleman, malzeme kutusuna alınır. Alınacak tüm elemanlar için bu işlem gerçekleştirilir. Tüm elemanlar alındıktan sonra OK butonuna basılır.
- Malzeme kutusundan eleman seçilir ve tasarım alanına bir kez tıklanır. Bu anda malzeme, alana (pembe renkli) getirilmiş ancak yerleştirilmemiş olacaktır. Eleman fare ile taşınır ve fareye bir defa tıklanarak alana yerleştirilir (Görsel 1.46).



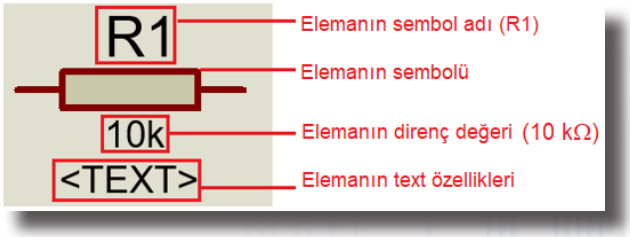
Görsel 1.45: Potansiyometrenin eleman listesinden seçilerek kutuya alınması



Görsel 1.46: Potansiyometre elemanının tasarım alanına yerleştirilmesi

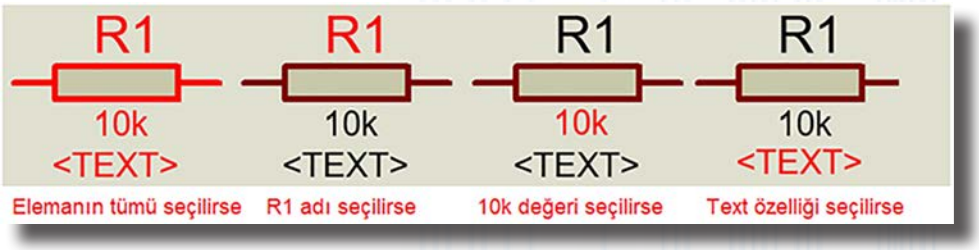
Sıra Sizde **Aşağıda verilen malzemeleri "Keywords" alanından aratınız ve malzeme kutusuna yerleştiriniz. Malzemeler:** RES, LED-GREEN, SWITCH, CELL, BC237.

1.2.4.10. Tasarım Alanına Yerleştirilen Elemanların Özelliklerinin Değiştirilmesi



Görsel 1.47: Tasarım alanına yerleştirilen bir direnç örneği

Tasarım alanına yerleştirilen elemanın özelliklerini değiştirmeden önce o elemanın üzerindeki verilerin ne anlama geldiğinin bilinmesi gerekir. Görsel 1.54'te tasarım alanına yerleştirilen bir direnç elemanı görülmektedir. Bu eleman üzerinde sembol ismi, direnç değeri ve direncin alt özellikleri bulunur.



Görsel 1.48: Eleman özelliklerinin seçilmesi

Elemanın tamamının seçilmesi için sembolün üzerine tıklanır. R1 kısmına tıklanırsa sadece sembol numarası seçilir. 10k kısmına tıklanırsa elemanın değeri seçilir. <TEXT> kısmına tıklanırsa elemanın text özelliği seçilir (Görsel 1.48).

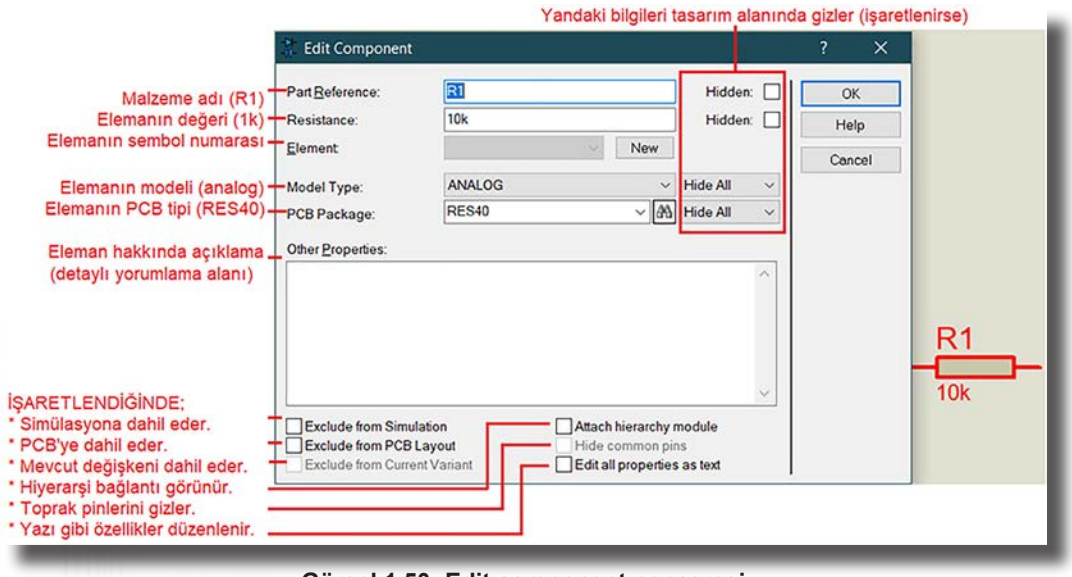
Malzemenin özelliklerini değiştirmek için yapılması gerekenler şunlardır:

- Malzemenin sembolüne tıklanır.
- Seçilen sembole çift tıklanır ya da fare imleci sembol üzerinde iken farenin sağ tuşuna basılarak açılan pencerede **Edit Properties** seçeneğine tıklanır. Malzeme seçiliyken **Ctrl+E** tuşlarına basılarak **Edit Component** seçeneğine direkt olarak da gidilebilir (Görsel 1.49).



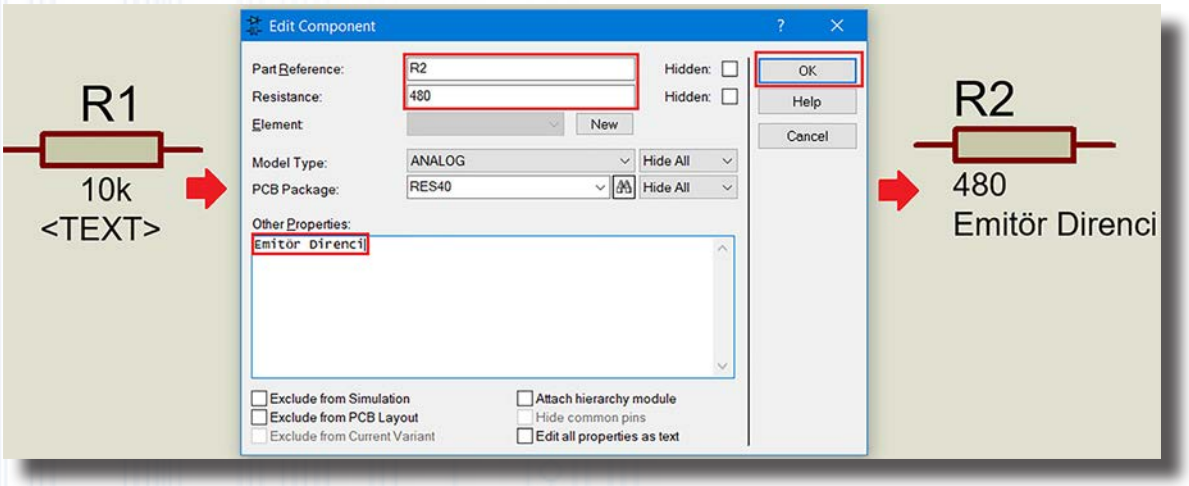
Görsel 1.49: Sembol üzerinden özelliklere ulaşma şekilleri

- **Edit Component** penceresi açılır (Görsel 1.50).



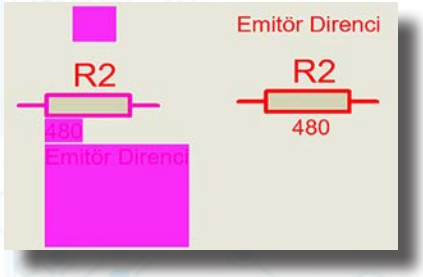
Görsel 1.50: Edit component penceresi

- Mevcut eleman **R2= 480Ω (Emitör Direnci)** şeklinde değiştirilmek istendiğinde veriler, malzeme kutularına Görsel 1.51'deki gibi girilir ve ardından **OK** butonuna basılır.



Görsel 1.51: Edit Component penceresinde eleman özelliklerinin değiştirilmesi

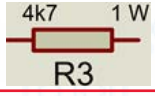
- Yerleştirilen yazının konumu değiştirilmek istendiğinde yazı kısmı seçilir ve farenin sol tuşuna basılı tutularak sürüklenir. Sürükleme esnasında elemanın rengi pembeye dönecektir. Eleman, ilgili konuma getirilip sol tuştan el çekildiğinde yazı, istenen alana yerleşmiş olacaktır (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Eleman üzerindeki yazının yerinin değiştirilmesi

Sıra Sizde

Yanda verilen direnç değerini görseldeki gibi oluşturunuz.

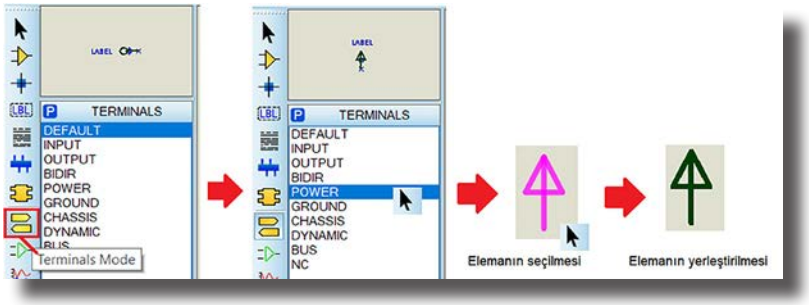


1.2.4.11. Tasarım Alanına Güç (Power) Elemanının Yerleştirilmesi

Programda analog ve dijital olarak birçok güç elemanı bulunur. En basit ve temel analog güç kaynağı **POWER**'dır.

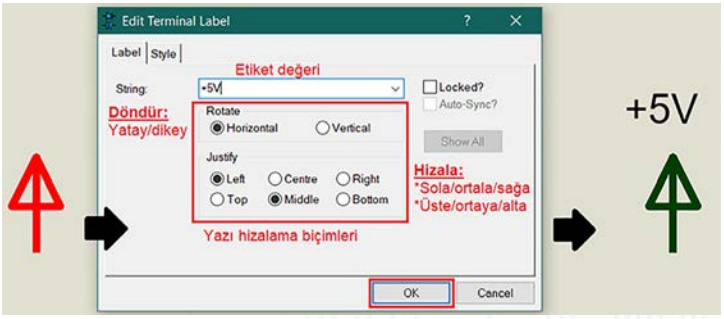
Güç kaynağını alana yerleştirirken yapılacak işlemler şunlardır:

- **Aygıtlar** araç çubuğundan **Terminals Mode** ( ) seçeneğine tıklanır.
- **Terminals** kutucuğundan **POWER** kısmına tıklanır.
- Tasarım alanında güç elemanının yerleştirileceği yere tıklanır (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Power elemanının tasarım alanına yerleştirilmesi

- Elemana + 5 VDC güç değeri atamak için eleman seçilir, sağ tuş menüsünden **Edit Properties** seçilip **String** kutusuna **+ 5 VDC** yazılır ve **ENTER** tuşuna basılır. Artık güç kaynağı + 5 VDC gerilime sahiptir (Görsel 1.54).



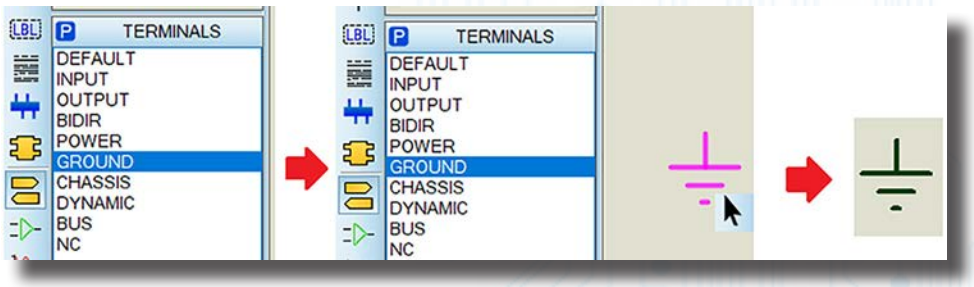
Görsel 1.54: Edit Terminal Label penceresi

Sıra Sizde **+ 12 V DC gerilime sahip güç elemanını tasarım alanına yerleştiriniz.**

1.2.4.12. Tasarım Alanına Topraklama Elemanının Yerleştirilmesi

Topraklama elemanını alana yerleştirirken yapılacak işlemler şunlardır:

- **Terminals Mode** ( ) araç çubuğuna tıklanır.
- **Terminals** kutucuğundan **GROUND** kısmına tıklanır.
- Tasarım alanında topraklama elemanının yerleştirileceği yere tıklanır (Görsel 1.55).



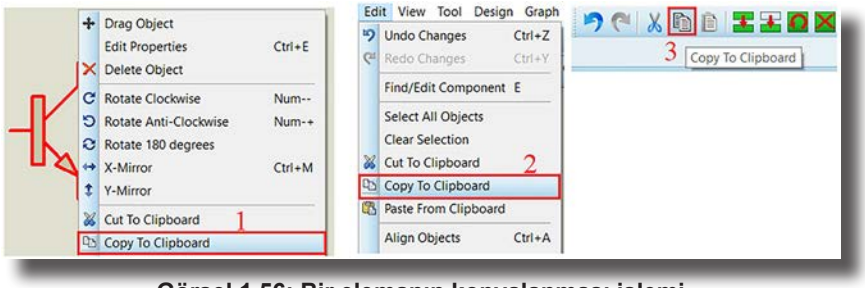
Görsel 1.55: Topraklama elemanının tasarım alanına yerleştirilmesi

Bilgi Notu **Topraklama ile çalışan birçok DC devresi vardır. Bu nedenle simülasyon uygulamalarının çoğunda topraklamanın yerleştirilmesi gerekir.**

1.2.4.13. Tasarım Alanında Bir Elemanın Kopyalanması

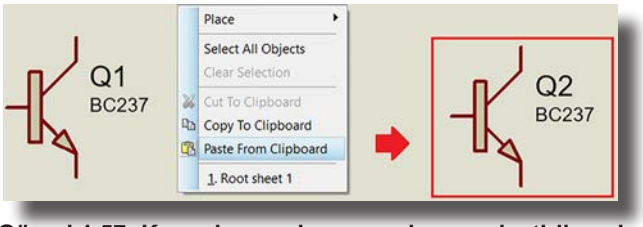
Bir elemanı kopyalamak için yapılması gerekenler şunlardır:

- Fare göstergesi ile eleman seçili hâle getirilir.
- **Edit → Copy To Clipboard** ( ) ikonuna tıklanarak veya elemanın üzerine sağ tıklanarak **Copy To Clipboard** seçilir (Görsel 1.56).



Görsel 1.56: Bir elemanın kopyalanması işlemi

- Kopyalama tamamlandıktan sonra yapıştırma işlemi için tasarım alanında ilgili yere gelinerek sağ tuş menüsünden **Paste From Clipboard** seçilir (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Kopyalanan elemanın alana yerleştirilmesi

Sıra Sizde

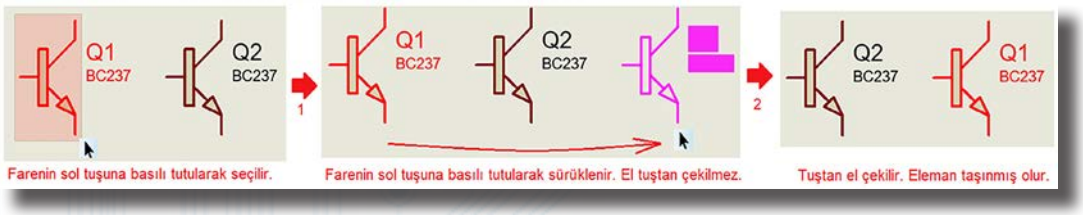
Aşağıda verilen işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

- Tasarım alanına R1=1 kΩ özelliğinde bir direnç yerleştiriniz.
- Bu direnci kopyalayarak başka alana yapıştırınız ve direnç değerini R2=2 kΩ yapınız.

1.2.4.14. Tasarım Alanına Bir Elemanın Taşınması

Bir elemanı clipboard ortamına taşımak için yapılması gerekenler şunlardır:

- Eleman, fare göstergesi ile seçili hâle getirilir.
- **Edit → Cut To Clipboard** ( ) ikonuna tıklanarak veya elemanın üzerine sağ tıklanarak **Copy To Clipboard** seçilir.
- Kesme işlemi tamamlandıktan sonra yapıştırma için tasarım alanında ilgili yere gelinerek sağ tuş menüsünden **Paste From Clipboard** seçilir.
- Bu işlemler dışında fare ile doğrudan taşıma işlemi Görsel 1.58'deki gibi yapılabilir.



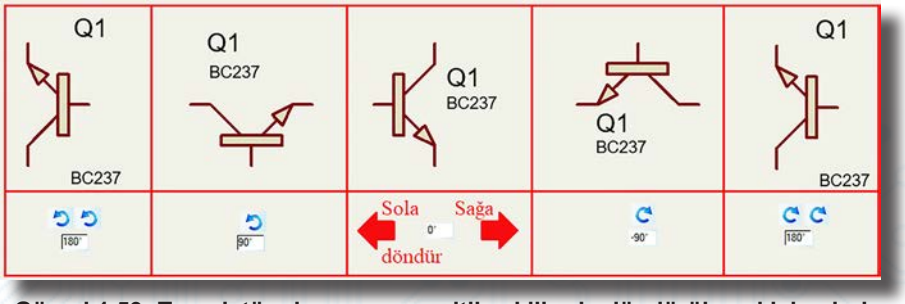
Görsel 1.58: Bir elemanın direkt olarak başka alana taşınması işlemi

Sıra Sizde

Aşağıda verilen işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

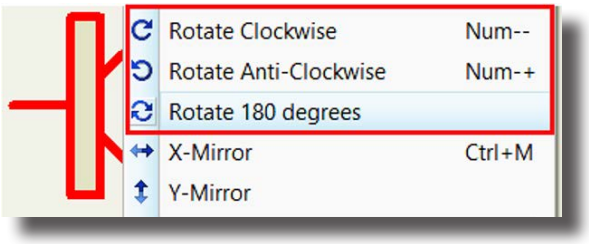
- Tasarım alanına R1=1kΩ özelliğinde bir direnç yerleştiriniz.
- R1=1kΩ direncini kopyalayınız ve başka alana yapıştırınız. Direnç değerini R3=4k7 yapınız.
- R3 direnç değerini R4=20 Ω olarak değiştiriniz ve direnci keserek başka bir alana taşıyınız.

1.2.4.15. Tasarım Alanında Bir Elemanın Döndürülmesi

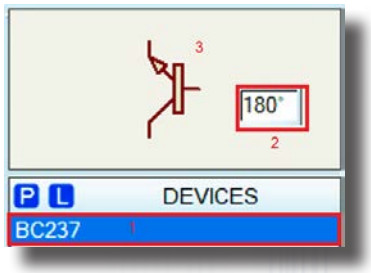


Görsel 1.59: Transistör elemanının çeşitli şekillerde döndürülmesi işlemleri

- Döndürülecek eleman seçilir.
- **Döndürme işlemi iki şekilde gerçekleştirilir:**
  - √ Yön Araç Çubuğundan Sağa 90º ( ) veya Sola 90º ( ) ikonlarına basılır. Eğer döndürme işleminin açılı yapılması istenirse " " araç çubuğundan açı değeri girilir ve Enter tuşuna basılır. Girilecek açı değeri 90º ve katları olmalıdır.
  - √ Elemana sağ tıklanır. Açılan menüde üç farklı döndürme şeklinden birisi seçilir. 90º sağa döndürmek için Rotate Clockwise (Num-), 90º sola döndürmek için Rotate Anti-Clockwise (Num +) ve 180º döndürmek için Rotate 180 degrees tıklanır (Görsel 1.60).
- Bir eleman malzeme listesindeyken döndürülüp tasarım alanına getirilebilir. Bunun için eleman, malzeme listesindeyken seçilir ve döndürme ikonlarına basılır. Malzemenin dönme durumu malzeme kutusunun üzerindeki alandan izlenebilir (Görsel 1.61).

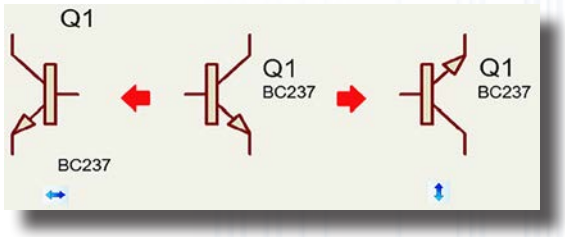


Görsel 1.60: Elemanın döndürülmesi menüleri



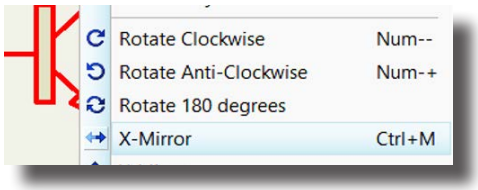
Görsel 1.61: Malzeme kutusu üzerinden döndürme işlemi

1.2.4.16. Tasarım Alanında Bir Elemanın Ayna Görüntüsünün Alınması



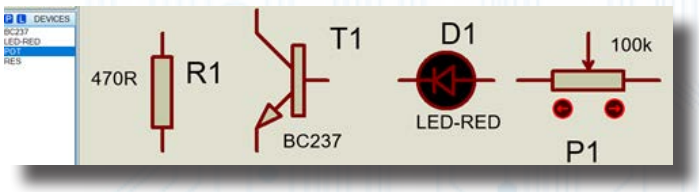
Görsel 1.62: Transistörün ayna görüntü işlemleri

- Ayna görüntüsü alınacak eleman seçilir. **Ayna görüntüsünü alma işlemi iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir:**
  - √ Yön araç çubuğundan yatay ayna görüntüsü alma ( ) veya dikey ayna görüntüsü alma ( ) ikonuna basılır (Görsel 1.62).
  - √ Elemana sağ tıklanır. Açılan menüde iki farklı mirror kısmından birisi seçilir. Ayna görüntüsünü yatay olarak almak için X-Mirror, dikey olarak almak için Y-Mirror tıklanır (Görsel 1.63).



Görsel 1.63: Elemanın ayna görüntüsünün alınması menüleri

Sıra Sizde Aşağıda verilen işlemleri gerçekleştiriniz



1.2.4.17. Tasarım Alanında Bir Elemanın Silinmesi

Silinecek eleman seçilir. **Seçili eleman üç farklı şekilde silinebilir:**

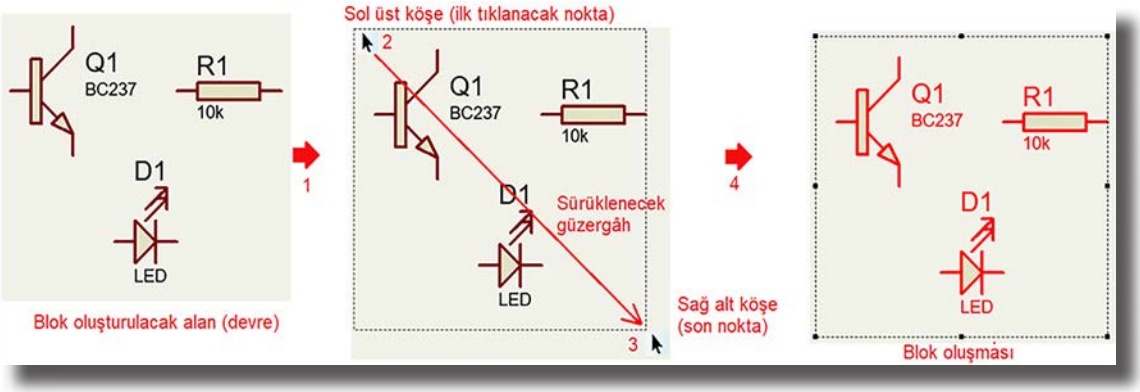
- Klavyeden **DEL** tuşuna basılır ve eleman silinir.
- Elemanın üzerine sağ tıklanır ve ardından **Delete Object** seçilir.
- **Düzen** araç çubuğundan **Block Delete** ( ) düğmesine basılır.

1.2.4.18. Tasarım Alanında Çeşitli Blok İşlemleri

Birden fazla elemanın aynı anda seçilerek bir alan oluşturma işlemine **blok işlemi** denir. Blok oluşturma işleminde tek bir eleman, birkaç eleman veya devre seçilebilir.

Bir blok oluştururken yapılacak işlemler şunlardır:

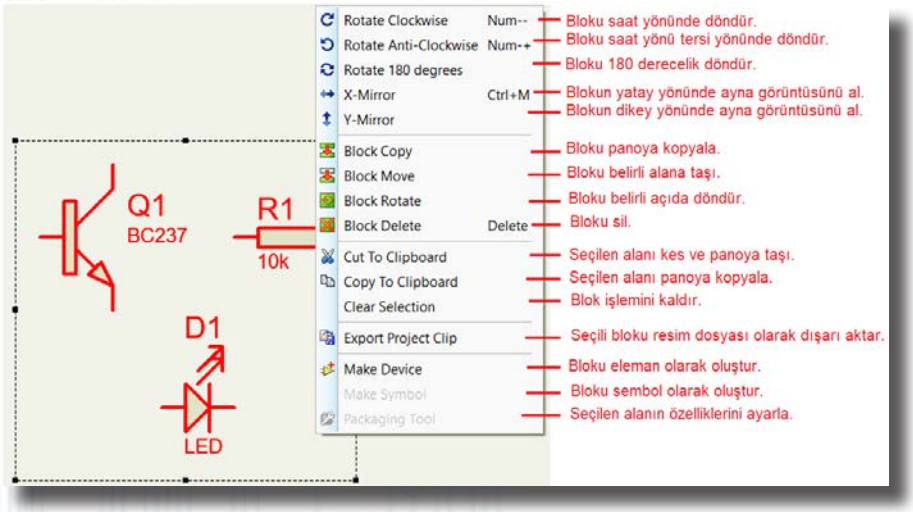
- Tasarım alanında blok içine alınacak alan belirlenir (Görsel 1.64).



Görsel 1.64: Blok oluşturma işlemi

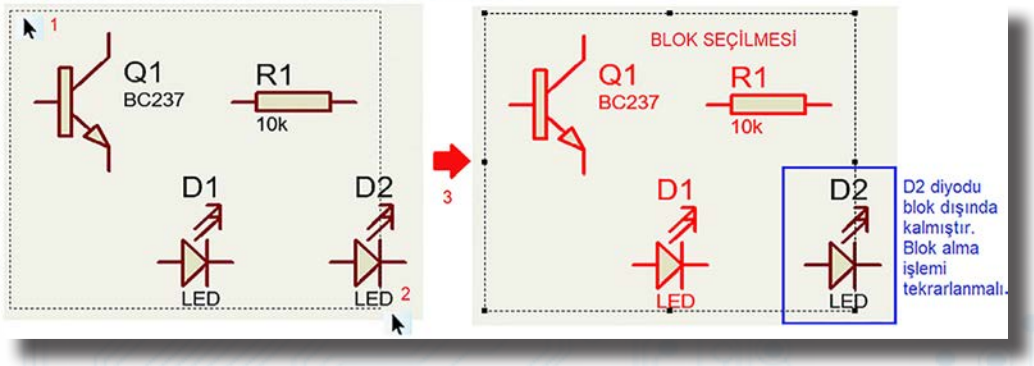
- Fare imleci blok alanının sol üst köşesine getirilir ve sol veya sağ tuşa basılı tutularak imleç sağ alt köşeye doğru sürüklenir.
- İşlem sonunda kesik çizgili dikdörtgen şeklinde bir blok oluşur ve eleman sembollerinin rengi kırmızıya döner.

Blok alanına sağ tıklanarak açılan menüden **Block** ile ilgili çeşitli işlemler yapılabilir (Görsel 1.65).



Görsel 1.65: Blok ile ilgili çeşitli işlemler

Bilgi Notu **Seçilen blok kırmızı renge döner. Büyük devrelerde devrelerin taşınması, kopyalanması gibi işlemlerde blok tercih edilir (Görsel 1.66).**



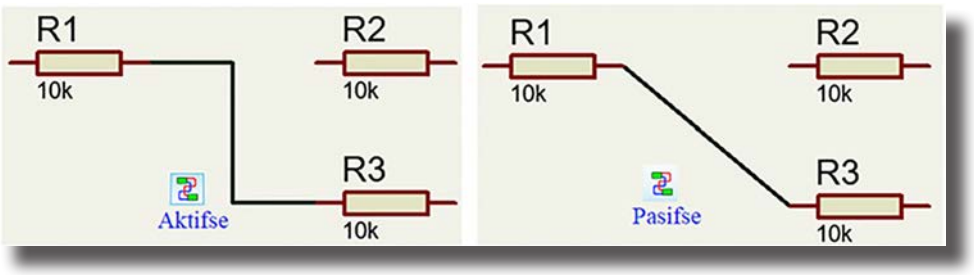
Görsel 1.66: Bir blok oluşturma işlemi ve bir elemanın blok dışında kalması

Sıra Sizde **Görsel 1.66'daki elemanlarla bir blok oluşturunuz ve oluşturduğunuz blok üzerinde çeşitli işlemleri uygulayınız.**

Elemanlar: BC237, RES, LED

1.2.4.19. Elemanlar Arasında İletken Bağlantılarının Yapılması

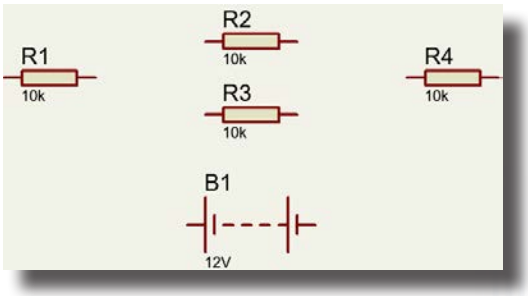
Elemanlar arası iletken bağlantıları otomatik veya elle yapılabilir. Bu işlem **Wire Autorouter** ikonu ile ayarlanır. Genellikle otomatik bağlantı yapılmakla birlikte açılı hatlarda elle bağlantı yapılır (Görsel 1.67).



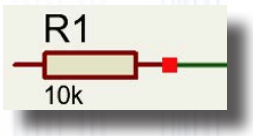
Görsel 1.67: Wire Autorouter ikonunun aktif ve pasif olması durumları

İletken bağlantıları oluşturulurken yapılması gerekenler şunlardır:

- Tasarım alanına birden fazla eleman yerleştirilir (Görsel 1.68).
- Fare imleci elemanın ucuna getirilir ve imleç değiştiğinde fareye basılı tutularak hat çizilir (Görsel 1.69).

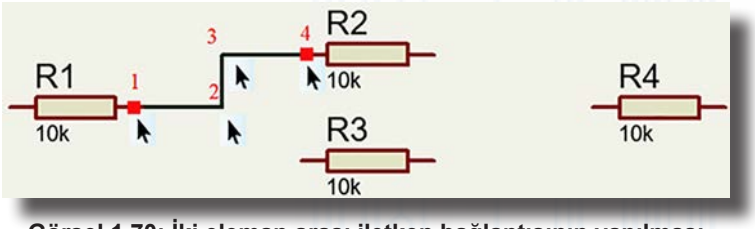


Görsel 1.68: Tasarım alanına elemanların yerleştirilmesi



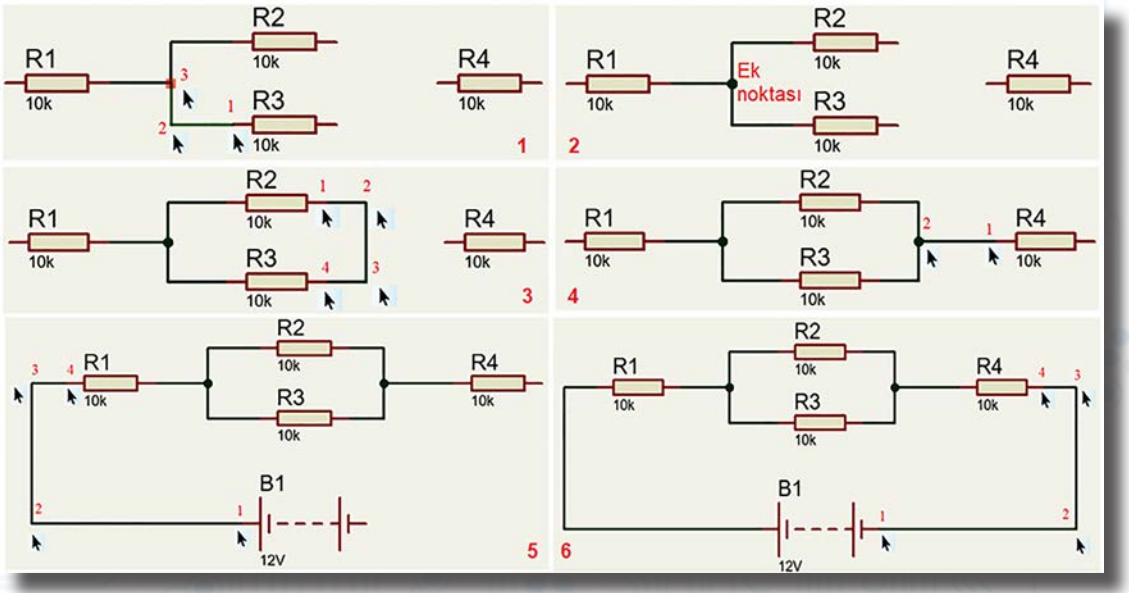
Görsel 1.69: Eleman ucundan hattın çizilmesi

- Hattın sonundaki elemanın ucuna gelindiğinde sol tuş bırakılır. Böylece iki eleman arasında bağlantı sağlanmış olur (Görsel 1.70).



Görsel 1.70: İki eleman arası iletken bağlantısının yapılması

- Aynı yöntemle iletken ekleri de yapılır. Çizilen hattın sonunda iletken varsa ek kendiliğinden oluşur (Görsel 1.71).



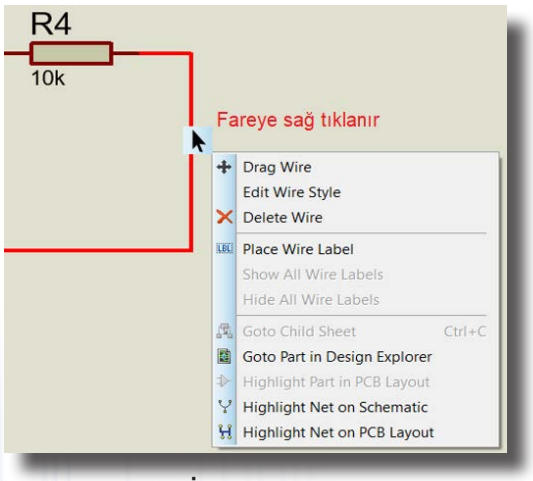
Görsel 1.71: İletken bağlantılarının tamamlanması

Bilgi Notu **Bağlantıların ilk olarak pinlerden başlaması gerekmez. Bağlantılar iletken hatlarından da başlayabilir.**

Sıra Sizde **Görsel 1.71'de verilen devreyi uygulayınız ve bağlantılarını gerçekleştiriniz.**
Elemanlar: BC237, RES, LED

1.2.4.20. Tasarım Alanında İletken Özelliklerinin Değiştirilmesi

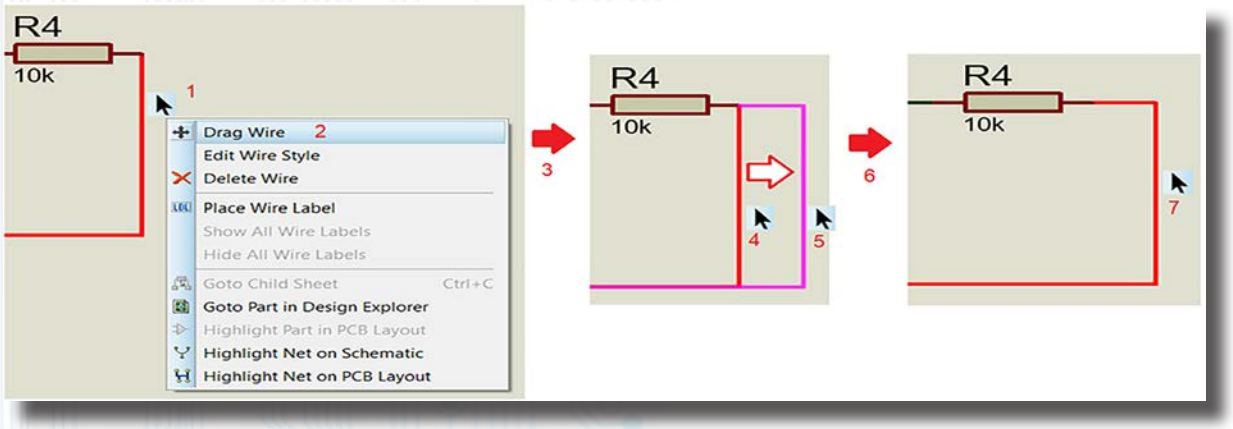
Çizilen iletkenin özellikleri, farenin sağ tuş menüsü ile değiştirilir (Görsel 1.72).



Görsel 1.72: İletken bağlantı menüsü

İletken hattı özellikleri menüleri şunlardır:

Drag Wire: Seçilen iletkeni taşır. Seçildiğinde iletken hattı taşınmaya hazırdır (Görsel 1.73).



Görsel 1.73: Drag Wire ile iletkenin taşınması işlemi

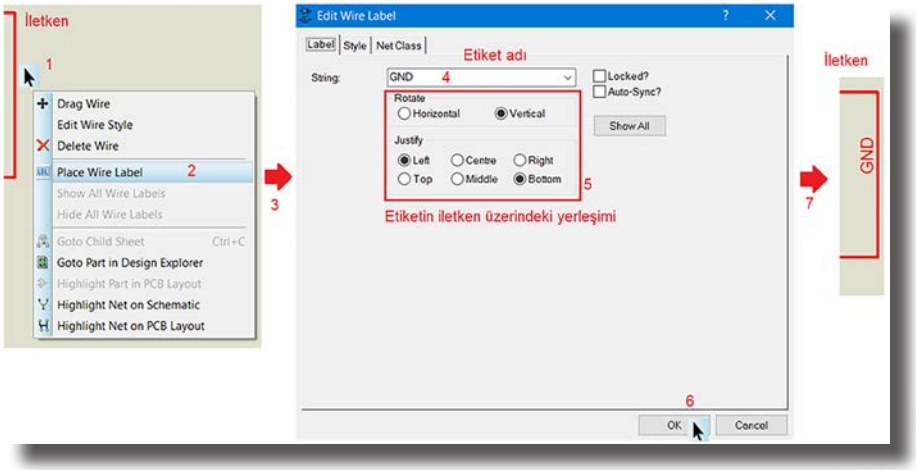
Edit Wire Style: Seçilen iletkenin özelliklerinin (renk, stil, kalınlık vb.) değiştirildiği menüdür. Tıklandığında Edit Wire Style penceresi açılır (Görsel 1.74).



Görsel 1.74: Edit Wire Style penceresi

Delete Wire: Seçilen iletkeni siler.

Place Wire Label: Seçilen iletkeni belirlenen isimle (V_{cc}, GND gibi) etiketler (Görsel 1.75).



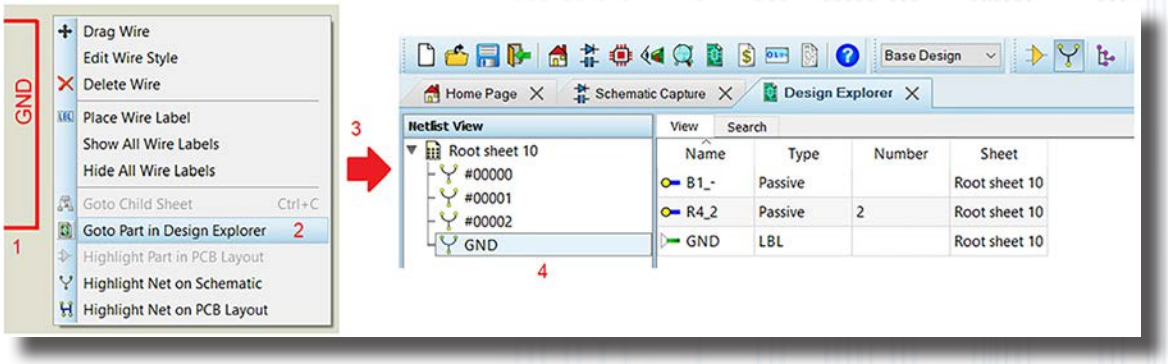
Görsel 1.75: Place Wire Label penceresi ile iletkenin etiketlenmesi

Show All Wire Labels: Tüm bağlantı isimlerini gösterir.

Hide All Wire Labels: Tüm bağlantı isimlerini gizler.

Goto Child Sheet: Alt katman tasarımı olan sembolleri görüntüler.

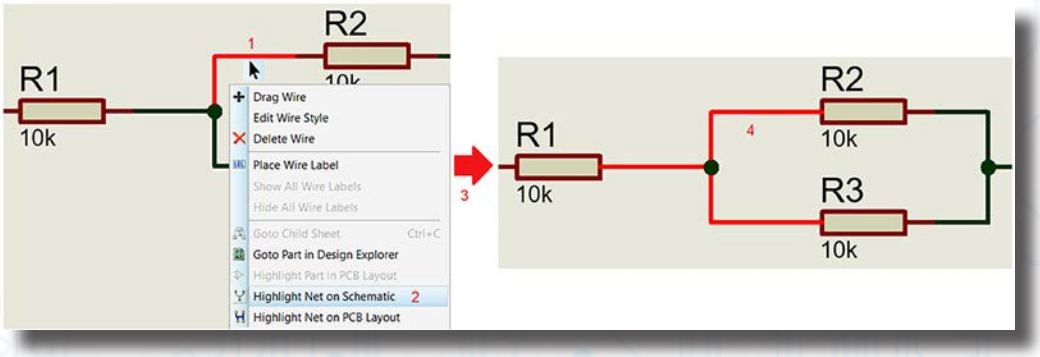
Goto Part in Design Explorer: İletkenin hangi elemana hangi pin üzerinde bağlı olduğunu gösterir. Bunun için Design Explorer penceresi açılır (Görsel 1.76).



Görsel 1.76: Goto Part in Design Explorer penceresi

Highlight Part in PCB Layout: PCB ortamında seçilen iletkeni, bu iletkenin bağlı olduğu elemanın pinlerini, bütün hat boyunca ışıklandırır ve iletkenin görüntüsünü yakınlaştırır.

Highlight Net on Schematic: Simülasyon ortamında seçilen iletkeni, bu iletkenin bağlı olduğu elemanın pinlerini, bütün hat boyunca ışıklandırır ve iletkenin görüntüsünü yakınlaştırır (Görsel 1.77).



Görsel 1.77: Highlight Net on Schematic penceresi

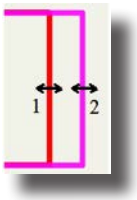
Highlight Net on PCB Layout: Proje dosyasında PCB çalışması var ise bu seçenek ile PCB şemasında iletken ve iletkene bağlı hatlar ışıklandırılır.

Bir iletkeni taşımak için yapılacak işlemler şunlardır:

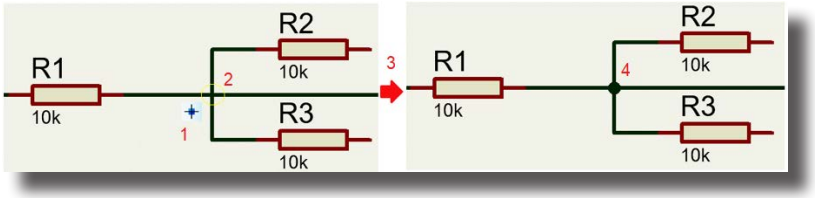
- Tasarım alanındayken **Ana Modlar** araç çubuğuna geçilir ve **Selection Mode (** **)** ikonuna tıklanır.
- Taşınacak iletkene bir defa tıklanır. İletkenin rengi kırmızı olur ve fare imleci de iki yönlü ok (↔) şekline dönüşür. Farenin sol tuşuna basılı tutularak iletken ilgili yere çekilir (Görsel 1.78).

Sıra Sizde Basit bir devre tasarlayınız ve bu devrede iletken bağlantılarının yerlerini değiştiriniz.

1.2.4.21. Bağlantı Noktasının İletkenlere Eklenmesi ve Düzenlenmesi



Görsel 1.78: İletkenin taşınması işlemi



Görsel 1.79: İletkenlerin kesiştiği kısma bağlantı noktasının eklenmesi

Bağlantı noktası eklemek için yapılacak işlemler şunlardır (Görsel 1.86):

- Ana Modlar araç çubuğuna gidilir.
- **(Junction Dot Mode) (** **)** düğmesine tıklanır.
- İletken üzerinde bağlantı noktasının ekleneceği yere tıklanır.

Bağlantı noktasını taşımak için yapılacak işlemler şunlardır:

- Bağlantı noktası, tıklanarak seçili hâle getirilip sürüklenir.
- Bağlantı noktası ilgili alana getirilince sol tuş bırakılır.
- Seçili durumu kaldırmak için boş alana tıklanır.

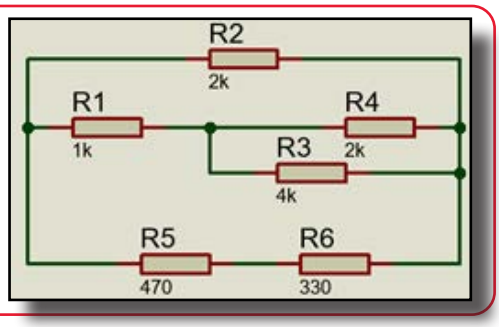
Bağlantı noktasını silmek için yapılacak işlem şudur:

- Bağlantı noktasına çift tıklanarak bağlantı silinir.

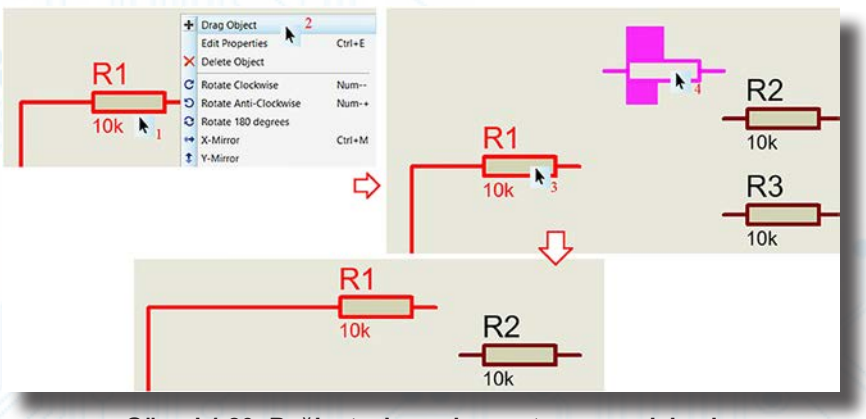
Bilgi Notu **Bağlantı noktasının şeklini değiştirme işlemi Set Junction Dot Style penceresinden ilgili şekiller seçilerek yapılabilir. Görsel 1.32'de bu pencere özelliği görülmektedir.**

Sıra Sizde

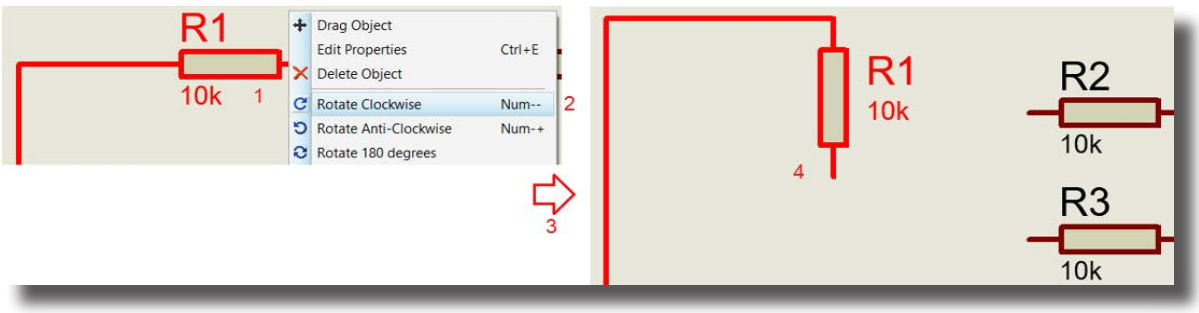
Yanda verilen devre şemasını çiziniz ve ekleri yapınız.



1.2.4.22. Bağlantısı Yapılan Elemanların Taşınması ve Döndürülmesi



Görsel 1.80: Bağlantı elemanlarının taşınması işlemi



Görsel 1.81: Bağlantı elemanlarının döndürülmesi işlemi

Bağlantılı elemanları taşımak için yapılacak işlemler şunlardır (Görsel 1.80):

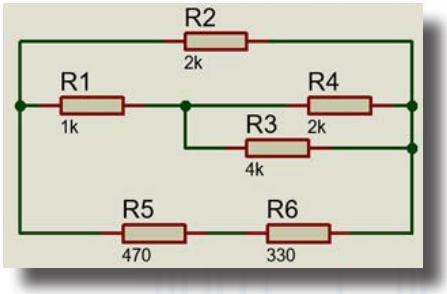
- İlgili eleman iletken hattı ile birlikte seçilir.
- Sağ tuş menüsünden **Drag Object** seçilir.
- Eleman sürüklenir ve taşınacak noktaya bırakılır.

Bağlantılı elemanları döndürmek için yapılacak işlemler şunlardır (Görsel 1.81):

- İlgili eleman iletken hattı ile birlikte seçilir.
- Sağ tuş menüsünden **Rotate**… seçilir.

Sıra Sizde

Aşağıda verilen devre üzerinde taşıma ve döndürme çalışmaları yapınız.

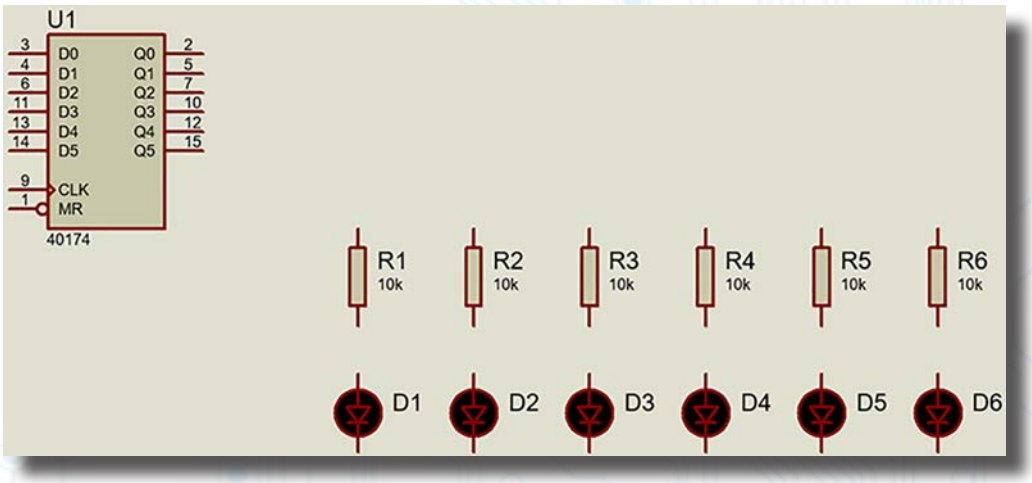


1.2.4.23. BUS (Çoklu Yol) Hatlarının Kullanılması

BUS (çoklu yol), devreyi basitleştirmek amacıyla kullanılan bir hat yapısıdır. Bu yapıda bağlantılar bir hat üzerinde toplanır. BUS hatları özellikle entegre uygulamalarında tercih edilir.

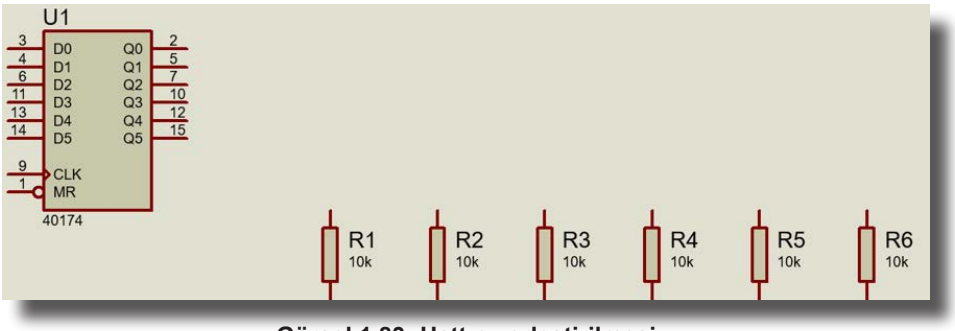
BUS terminali oluşturma işlem basamakları şunlardır:

- Elemanlar alana yerleştirilir (Görsel 1.82).

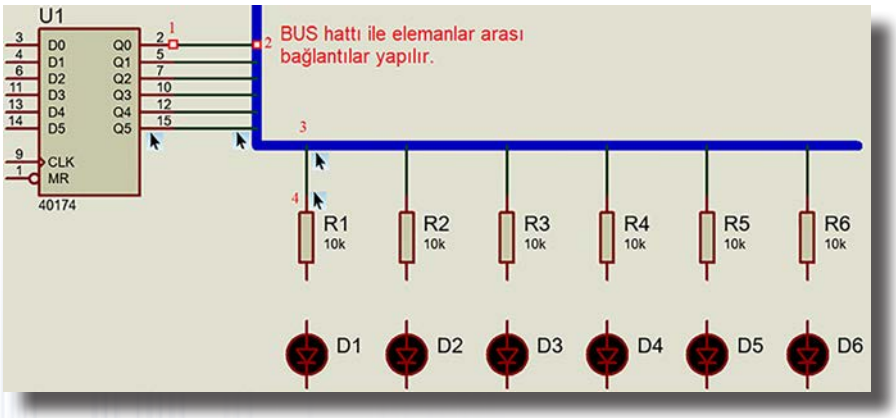


Görsel 1.82: Devre elemanlarının alana yerleştirilmesi

- **Ana Modlar** araç çubuğundan **(Buses Mode)** ( ) seçeneğine tıklanır.
- Hat başlangıç noktasına gelinerek farenin sol tuşuna basılır ve hat sürüklenerek ilerletilir.
- Hat bitim noktasına çift tıklanarak hat çekimi tamamlanır (Görsel 1.83).

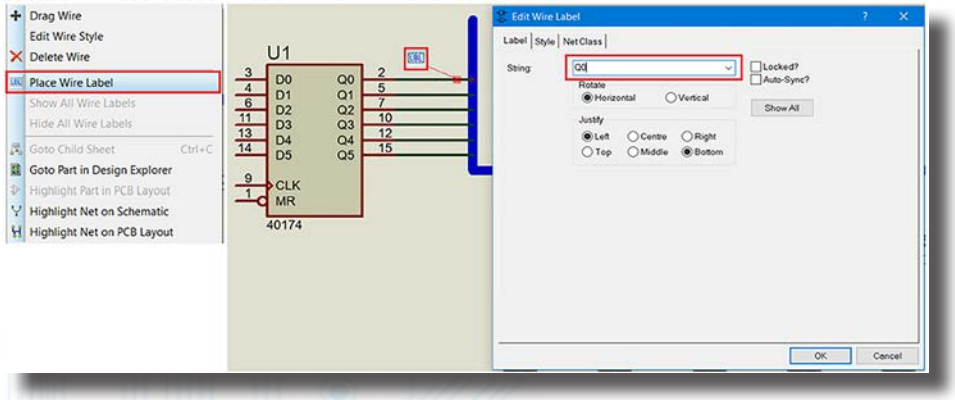


Görsel 1.83: Hattın yerleştirilmesi



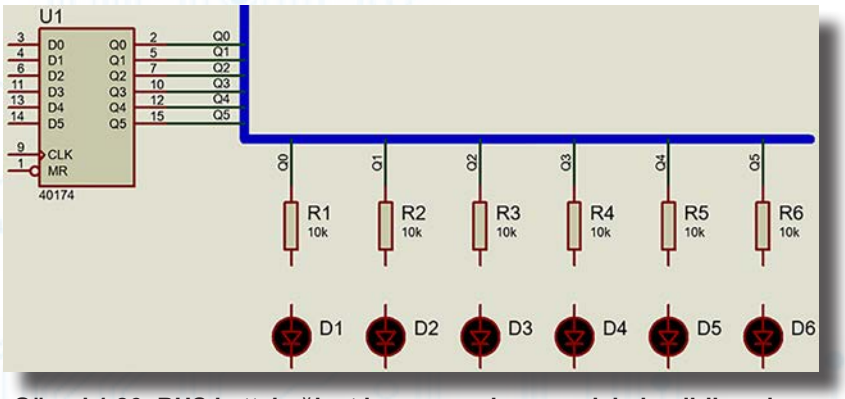
Görsel 1.84: Pinler ile BUS hattı arası iletken bağlantılarının yapılması

- Hatlara etiket vermek için **Ana Modlar** araç çubuğundan **(Wire Label Mode) (** LBL **)** seçilir ve açılan **Edit Wire Label** penceresinden hatta uygun bir isim atanır (Görsel 1.85).



Görsel 1.85: Edit Wire Label penceresi

- Aynı şekilde tüm hatlar isimlendirilir (Görsel 1.86).



Görsel 1.86: BUS hattı bağlantılarının yapılması ve isimlendirilmesi

Sıra Sizde

Görsel 1.86'daki bağlantıyı çiziniz ve BUS ile hat bağlantısını yapınız.

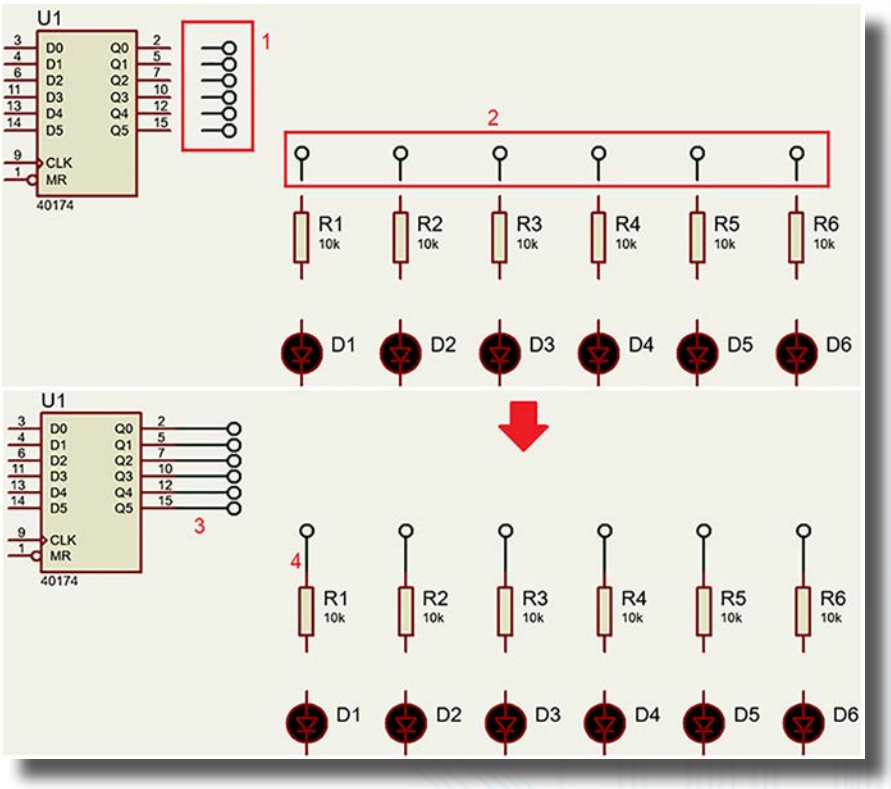
Elemanlar: 40174, RES, LED-RED

1.2.4.24. Bağlantı Terminallerinin Kullanılması

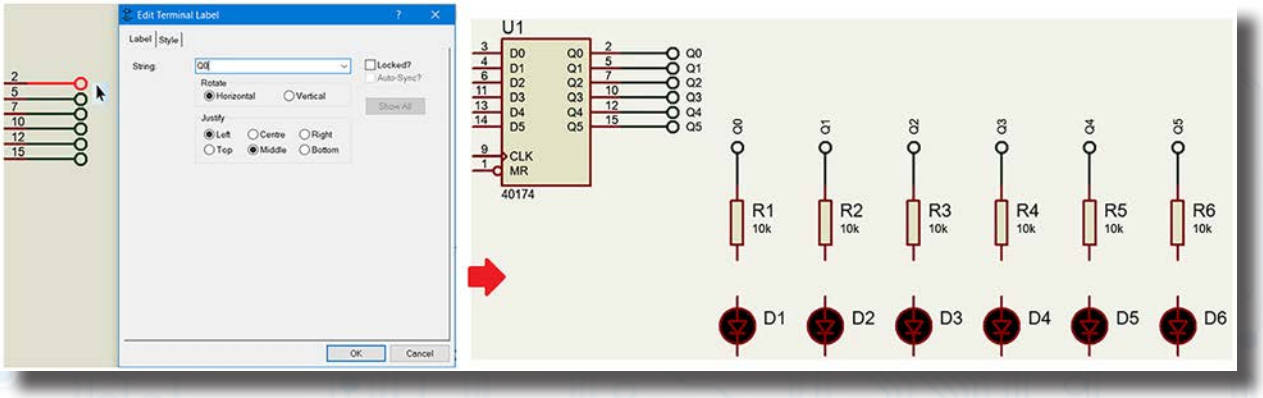
Büyük ve karmaşık devrelerde devreyi basitleştiren yöntemlerden biri de bağlantı terminallerinin kullanılmasıdır. Bağlantı terminallerinin BUS yapısından farkı, bağlantılar yapılmadan terminallere isim verilmesidir.

Bağlantı terminali oluşturma işlem basamakları şunlardır:

- Elemanlar seçilerek alana yerleştirilir (Görsel 1.87).
- **Aygıtlar** araç çubuğundan **(Terminal Modes) (**) seçeneğine tıklanır.
- Malzeme kutusundan **DEFAULT** seçilir.
- Uçları ve yönleri ayarlanan terminal, tasarım alanına yerleştirilir.
- Pin ile terminal arasındaki bağlantılar gerçekleştirilir (Görsel 1.87).
- Bağlantı terminallerine isim vermek için her bir terminale çift tıklanır ve açılan **Edit Terminal Label** penceresinden **String** kısmına uygun isimler verilir. **Style** kısmından yazı tipi ve şekli değiştirilebilir. Bu işlem ile bağlantı gerçekleşmiş olur. Bağlanması düşünülen iki terminalin de isminin aynı olmasına dikkat edilmelidir (Görsel 1.88).



Görsel 1.87: Pinler ile terminal uçlarının birleştirilmesi



Görsel 1.88: Pinlerin isimlendirilmesi ve bağlantılarının tamamlanması

Sıra Sizde

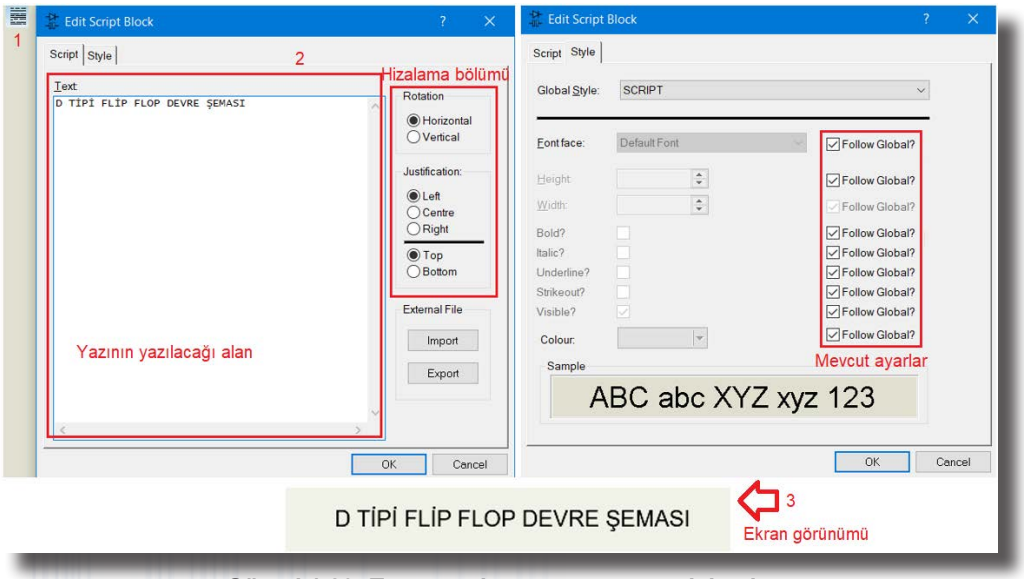
Görsel 1.88'de verilen devrenin bağlantısını pinler aracılığı ile yapınız.

Elemanlar: 40714, RES, LED-RED, DEFAULT

1.2.4.25. Tasarım Alanına Yazı (Text) Yazılması

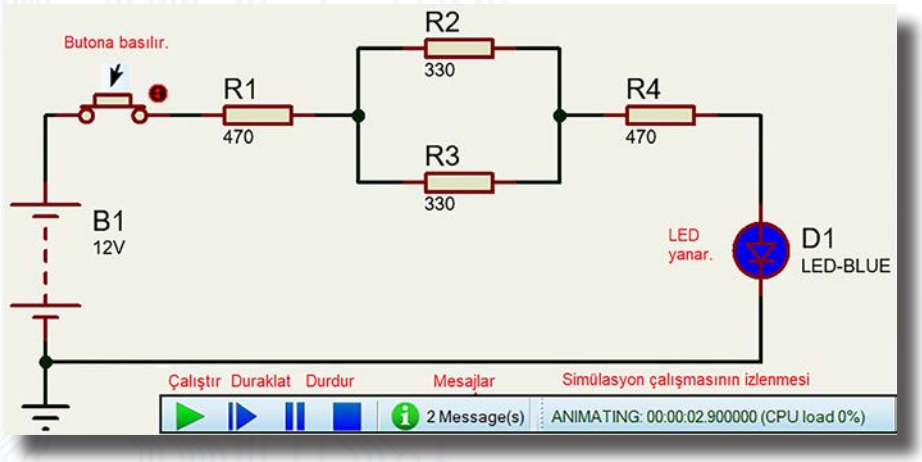
- **Ana Modlar** araç çubuğundan **(Text Script Mode)** ( ) seçeneği seçilir.
- Tasarım alanına tıklanarak açılan Text bölümüne istenen yazı yazılır. Diğer bölümlerden yazı ile ilgili ayarlamalar yapılabilir.
- İşlem bittiğinde **OK** butonuna basılır.
- Yazı ekrana geldiğinde yazının üzerinde gerekli işlemler (taşıma, silme vb.) yapılabilir (Görsel 1.89).

Sıra Sizde **"555'li Zamanlayıcı Devresi" metnini tasarım alanına yazınız.**



Görsel 1.89: Tasarım alanına yazı yazma işlemi

1.2.4.26. Tasarım Alanında Devrenin Kurularak Çalıştırılması



Görsel 1.90: Tasarım alanında devre kurulması ve kurulan devrenin çalıştırılması

- Devrede kullanılacak malzeme listesi oluşturulur.
- Tüm malzemeler tasarım alanına yerleştirilir (Görsel 1.90).
- Güç ve topraklama elemanları alana yerleştirilir.
- Elemanlar arası iletken bağlantıları yapılarak devre tamamlanır.
- Animasyon kontrol panelinde Play ( ) tuşuna basılır ve simülasyon başlatılır.
- Devre çalışırken durum çubuğunda simülasyon zamanı ve CPU kullanım yüzdesi gözlenir.
- Simülasyonu durdurmak için Stop ( ) tuşuna basılır.

Bilgi Notu **Simülasyon esnasında elemanlar üzerinde değişiklik gerçekleştirilemez.**

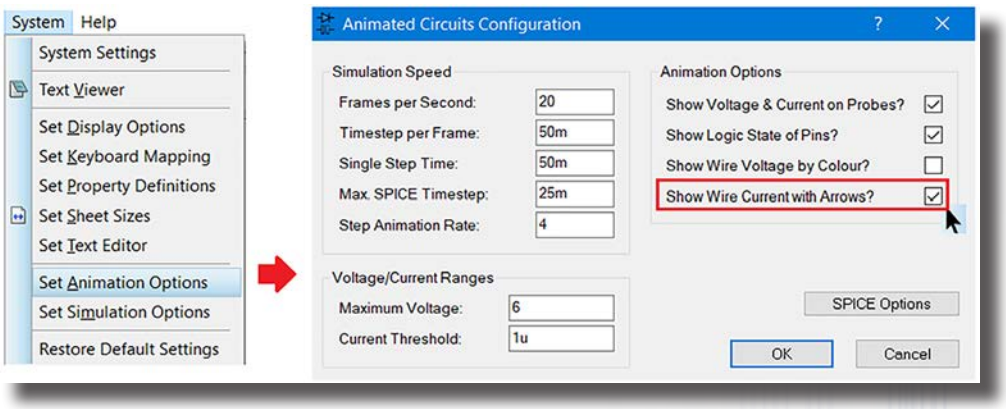
Sıra Sizde **Görsel 1.90'daki devreyi kurup çalıştırınız.**
Elemanlar: BUTTON, RES, LED-BLUE, BATTERY

1.2.4.27. Akım Yönlerinin Gösterilmesi

Simülasyonda devre çalışırken akım yönlerinin görülmesi, devrenin çalışmasının anlaşılması bakımından oldukça faydalıdır.

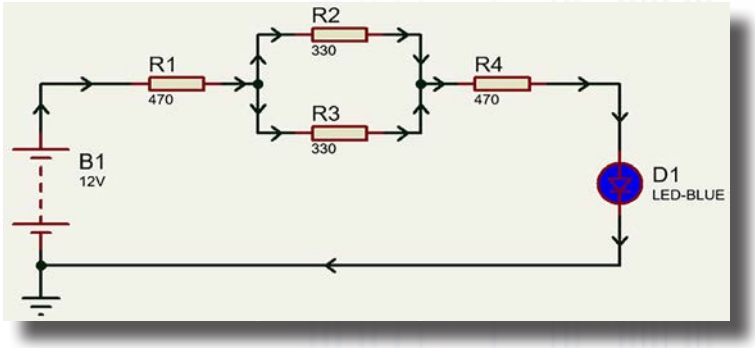
Akım yönlerinin aktif edilmesi işlem basamakları şöyledir:

- Devre kurulur.
- **System → Set Animation Options** seçeneği tıklanır.
- **Show Wire Current with Arrows?** seçeneği işaretlenir ve OK butonuna basılır (Görsel 1.91).



Görsel 1.91: Animated Circuit Configuration penceresi

- Animasyon kontrol panelinde Play (▶) tuşuna basılır ve simülasyon başlatılır (Görsel 1.92).

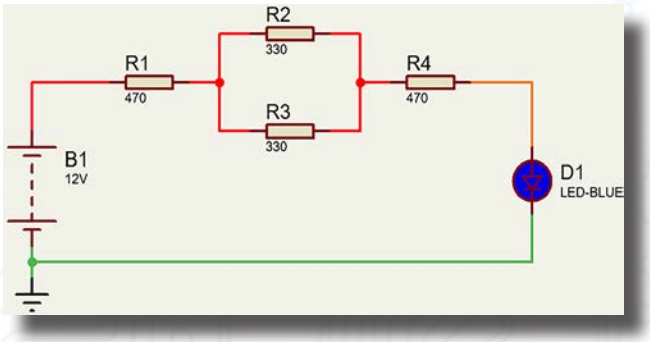


Görsel 1.92: Devrenin simülasyonunun yapılması ve akım yollarının görünmesi

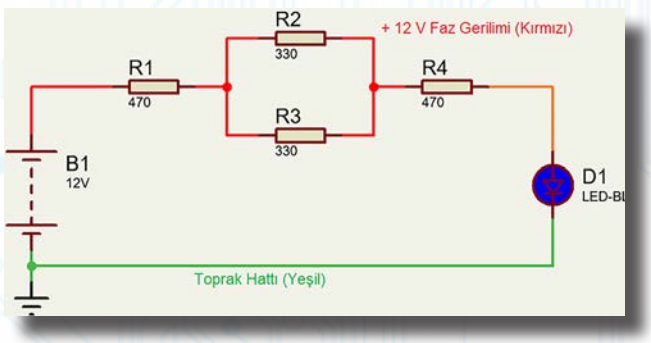
1.2.4.28. Gerilim Renklerinin Gösterilmesi

Gerilim renklerini aktif edip simülasyonda göstermek için sırayla aşağıdaki işlemler uygulanır (Görsel 1.93).

- Devre kurulur.
- **System → Set Animation Options** seçeneğine tıklanır.
- **Show Wire Voltage by Colour?** seçeneği işaretlenir ve **OK** butonuna basılır (Görsel 1.94).

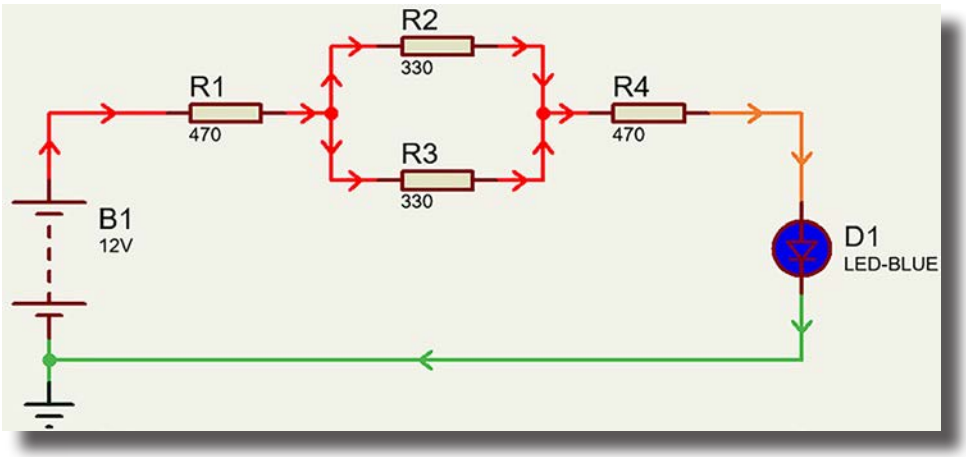


Görsel 1.93: Devrenin simülasyonunun yapılması ve gerilim renklerinin görünmesi



Görsel 1.94: Devrenin simülasyonunun yapılması ve gerilim renklendirmesinin görünmesi

- Animasyon kontrol panelinde Play (▶) tuşuna basılır ve simülasyon başlatılır (Görsel 1.95).



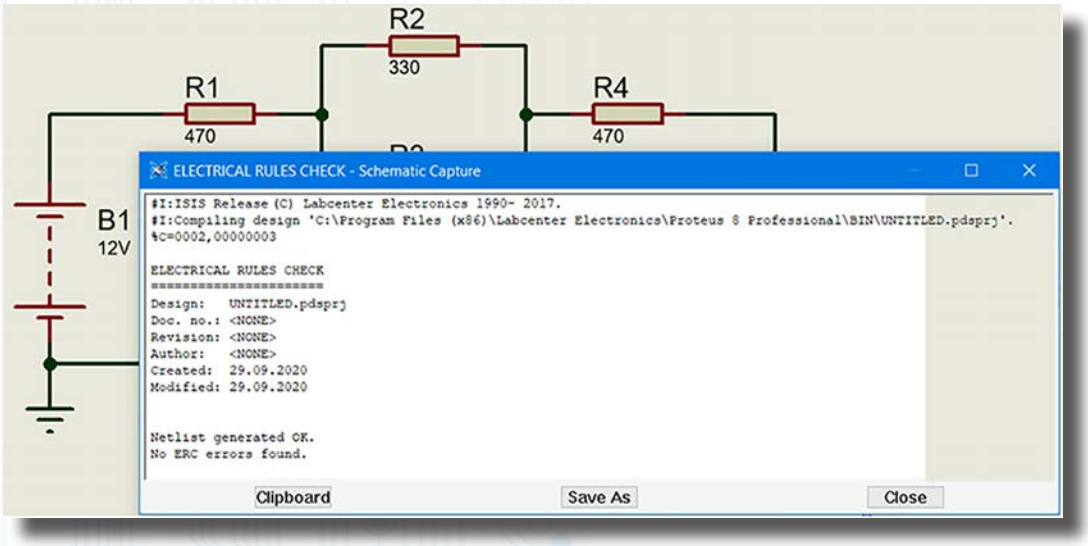
Görsel 1.95: Devrenin simülasyonunun yapılması ve akım ile gerilim durumlarının görünmesi

Bilgi Notu **Akım ve gerilim durumu aynı anda kullanılırsa animasyon daha etkili olabilir.**

Sıra Sizde **Görsel 1.92'de verilen devreyi kurunuz. Devreyi çalıştırınız ve akım ile gerilim durumlarını gözlemleyiniz.**

Elemanlar: RES, BATTERY, LED-BLUE, GROUND

1.2.4.29. Elektriksel Hataların Kontrolünün Yapılması



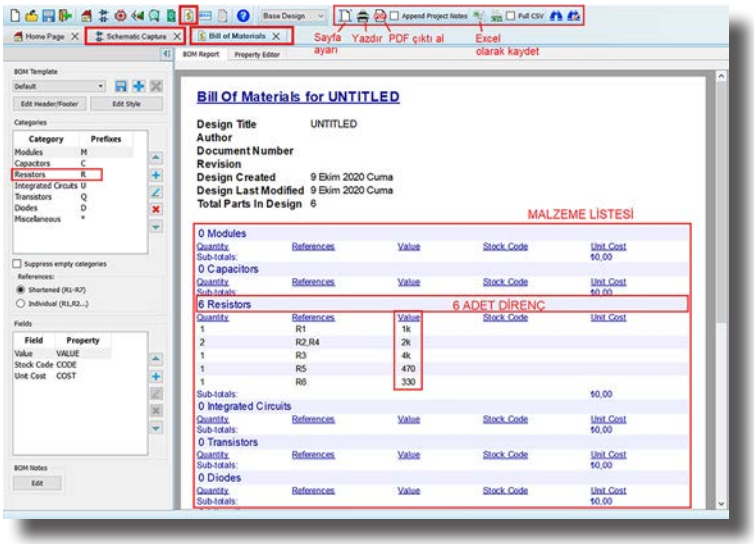
Görsel 1.96: Devrenin elektriksel hata kontrolünün yapılması

- Devre bağlantısı kurulur.
- Tools → **Electrical Rules Check** seçeneğine tıklanır ya da " " araç çubuğuna tıklanır.
- Ekrana Görsel 1.96'daki gibi bir rapor penceresi gelir. Devrede elektriksel olarak hata yoksa **No Error**… şeklinde uyarı görülür.

1.2.4.30. Kurulan Devrenin Malzeme Listesinin Oluşturulması

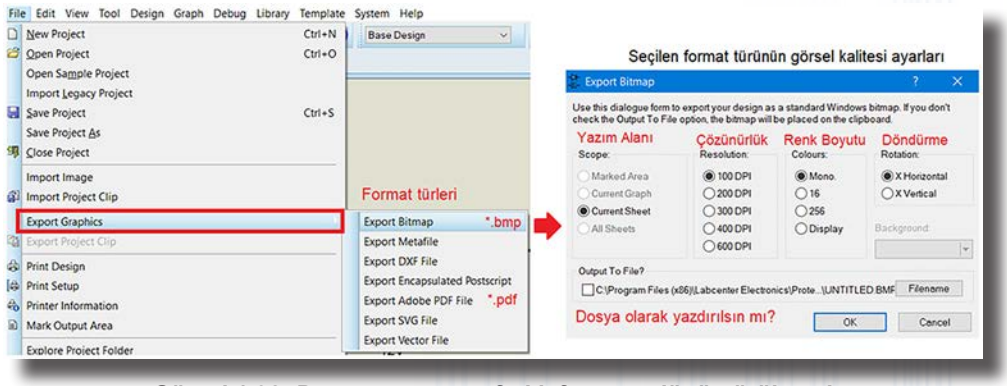
- Devre oluşturulur.
- Uygulama araç çubuğunda bulunan **(Bill Of Materials)** ( ) seçeneğine tıklanır. Görsel 1.97'de örnek bir devrenin malzeme listesi görülmektedir.
- Malzeme listesi PDF veya Excel formatında alınabilir ya da yazdırılabilir.

Sıra Sizde **Görsel 1.97'de verilen devreyi kurunuz ve devrenin malzeme listesini oluşturunuz. Bu listeyi masaüstüne PDF olarak kaydediniz.**



Görsel 1.97: Devre malzeme listesinin oluşturulması

1.2.5. Devre Şemasının Başka Formatlara Dönüştürülmesi



Görsel 1.98: Devre şemasının farklı formata dönüştürülmesi

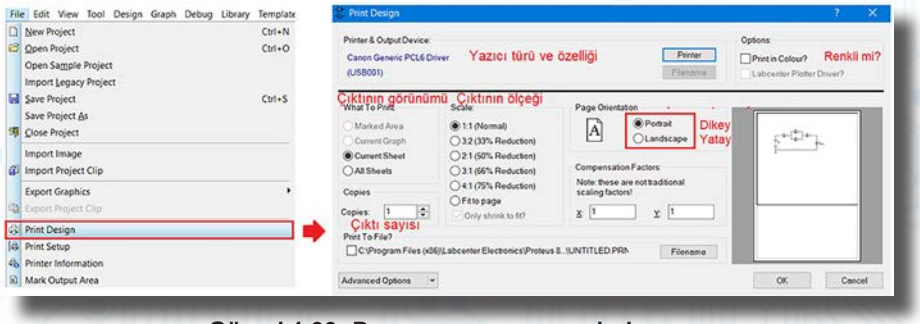
- **File** menüsünden **Export Graphics** seçilir (Görsel 1.98).
- Gelen menüden devre şemasını PDF olarak kaydetmek için **Export Adobe PDF File**, resim dosyası olarak kaydetmek için **Export Bitmap** kısmına tıklanır.
- Açılan pencereden dosya ile ilgili ayarlar yapılarak **OK** butonuna basılır.

Sıra Sizde **Görsel 1.98'de verilen devreyi kurunuz ve devre şemasını PDF olarak kaydediniz.**

1.2.6. Devre Şemasının Yazdırılması

- **File** → **Print Design** seçeneğine tıklanır.
- Açılan pencerede yazıcı, yazdırılacak alan, bu alanın ölçüleri ve kâğıdın duruş şekli belirlendikten sonra yazdırma işlemine geçilir.
- Çıktının renkli olması istenir ise **Print in Colour?** seçeneği işaretlenir (Görsel 1.99).

Sıra Sizde **Görsel 1.99'da verilen devreyi A4 ölçüsündeki kâğıda yazdırınız.**



Görsel 1.99: Devre şemasının yazdırılması

1.3. SİMÜLASYON YAZILIMI, YAZILIMIN KOMPONENTLERİ VE ÖLÇÜ ALETLERİ

1.3.1. Simülasyon Yazılımı Kütüphanesi ve Bileşenleri

Simülasyon yazılımında elemanlar, **P** düğmesinden veya **Library → Picks part from libraries** menüsünden seçilir.

1.3.1.1. Simülasyon Yazılımı Kütüphane Elemanları

Analog ICs: Yükselteç (opamp), karşılaştırıcı, filtre, regülatör, zamanlayıcı, display sürücüleri, çoklayıcılar gibi elemanların bulunduğu bölümdür (Tablo 1.26).

Tablo 1.26: Analog ICs Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Amplifiers	Yükselteçler (opamplar)	AD622, EL2003, INA117, SA03, TDA2030…
Comparators	Karşılaştırıcılar	LM111, ADC0852, MAX9060, TL393…
Display Drivers	Display sürücüleri	LM3914, LM3915, LM3916
Filters	Filtreler	LMF100, MF10…
Miscellaneous	Karışık	IR2101, INA283, LF13006…
Multiplexers	Çoklayıcılar	ADG1212, DG418, HI-507, MAX4820…
Regulators	Regülatörler	7805, 7912, LM317, REG-NEG, TL783…
Timers	Zamanlayıcılar	555, 7555, NE555, NE556, TS556
Voltage References	Gerilim referanslayıcıları	AD680, LH007, LM113, MCP1525…

Capacitors: Farklı çeşit ve değerlerde seramik, polyester vb. kondansatörlerin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.27).

Tablo 1.27: Capacitors Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Animated	Animasyon özellikli	CAPACITOR
Electrolytic Aluminum	Elektrolitik özellikli	A700Dxxx, A700Vxx, A700Xxx…
Generic	Temel özellikli	CAP (kutupsuz), CAP-ELEC (elektrolitik), CAP-POL (kutuplu), REALCAP (gerçekçi)

Bilgi Notu **Programın menüsünde farklı özelliklere sahip kondansatör modelleri (polyester, seramik, yüksek sıcaklıklı, diskli, çok katmanlı vb.) mevcuttur. Tablo 1.27'de sık kullanılan kondansatörlere yer verilmiştir.**

CMOS 4000 Series: 40xx ve 45xx serisi CMOS entegrelerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.28).

Tablo 1.28: CMOS 4000 Series Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Adders	Toplayıcılar	4008, 4560
Buffers & Drivers	Tamponlar ve sürücüleri	4009, 4010, 4041, 4049, 4054, TC4467…
Comparators	Karşılaştırıcılar	4063, 4585
Counters	Sayıcılar	40102, 40161, 4017, 40193, 4040, 4059 …
Decoders	Kod çözücüler	4028, 4055, 4511, 4543, 4555, 4556…
Encoders	Kodlayıcılar	4532, MM74C922
Flip-Flops & Latches	Flip floplar, latchler	4013, 40174, 4027, 4042, 4043, 4508…
Frequency & Timers	Programlanabilen zamanlayıcı	4541
Gates & Inverters	Kapılar ve invertörler	4002, 40106, 4023, 4030, 4068, 4069…
Memory	Memory, hafızalar	40105, 4537
Misc. Logic	Lojik çeşitliler	4089, 4529, 4559
Multiplexers	Çoklayıcılar	4019, 4051, 4052, 4053, 4067, 4512, 4539
Multivibrators	Multivibratörler	4047, 4098, 4528, 4538, CD4047, CD4098
PLLs	Faz kilitlemeli çevrimleri	4046
Registers	Kaydediciler	4006, 40104, 4014, 40194, 4021, 4076…
Signal Switches	Sinyal anahtarlamaları	4016, 4066

Connectors: Konnektör çeşitlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.29).

Tablo 1.29: Connectors Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Arduino Connectors	ARDUINO konnektörleri	ARDUINO-SIL6, GROVE-A…
Audio	Ses konnektörü	DIN3, DIN5, DIN6, DIN8
D-Type	D tipli konnektör	CONN-D15F, CONN-D9M…
Header Blocks	Klemens konnektörleri	CONN-H10, SILL-100-15…
Miscellaneous	Çeşitli konnektörler	AT-BUS, PIN, TERMINAL, USBCONN…
Terminal Blocks	Terminal blokları	TBLOCK-I2, TBLOCK-M4…

Data Converters: A / D ve D / A çeviricilerin entegreleri ve bazı sıcaklık sensörlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.30).

Tablo 1.30: Data Converters Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
A / D Converters	Analog-Dijital dönüştürücüler	AD1674, ADC0803, ADS7825, ICL7135…
D / A Converters	Dijital-Analog dönüştürücüler	AD5305, DAC0807, LTC1655, MAX5822…
Light Sensors	Işık sensörleri	TSL251RD
Sample & Hold	Örnekleyici ve tutucular	LF198, LF298, LF398
Temperature Sensors	Sıcaklık sensörleri	DS1620, LM35, MAX31820, TC1047…

Debugging Tools: Hata ayıklama ve görme araçlarının bulunduğu bölümdür (Tablo 1.31).

Tablo 1.31: Debugging Tools Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Breakpoint Triggers	Kesme üreteçleri	RTDBREAK_4, RTVMON_1…
Logic Probes	Lojik probları	LOGICPROBE, LOGICPROBE (BIG)
Logic Stimuli	Lojik durumlayıcıları	LOGICSTATE, LOGICTOGGLE

Diodes: Diyot türlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.32).

Tablo 1.32: Diodes Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Bridge Rectifiers	Köprü diyotlar	2W01G, DF01S, G2SB20, GBU6K…
Generic	Genel diyotlar	BRIDGE (Köprü diyot), DIODE (Genel), DIODE-SC (Shottky diyot), DIODE-TUN (Tünel diyot), DIODE-ZEN (Zener diyot)
Rectifiers	Doğrultucular	1N4001, 1N4007, 1N5401, 6A1…
Schottky	Shottky diyotlar	10BQ015, 20CLQ030, B140B-13…
Switching	Anahtarlamalı diyotlar	OA47, OA90, MA127, HD2A, BY206…
Transient Suppressors	Bastırıcı diyotlar	1SMB10AT3, SMDA12…
Tunnel	Tünel diyotlar	DIODE-TUN
Varicap	Varikap diyotlar	BBY31, ZC820A, ZMV829ATA…
Zener	Zener diyotlar	1N4733A, 1N5238B, BZX84C22…

ECL 10000 Series: Binary sayıcı, flip flop gibi ECL 10xxx serisi elemanların bulunduğu bölümdür.

Electromechanical: Sık kullanılan motorların bulunduğu bölümdür (Tablo 1.33).

Tablo 1.33: Electromechanical Menüleri

Elemanlar	Özelliği
Fan-DC	DC fan motor
Motor	Basit DC motor (göstergesiz)
Motor-3PH	Üç fazlı indüksiyon motor
Motor-Bistepper	Bipolar step motor
Motor-BLDCM	Fırçalı DC motor
Motor-DC	DC motor (göstergeli)

Motor-Encoder	DC motor (göstergeli ve pozitif enkoderli)
Motor-Servo	Servo motor
Motor-Stepper	Step motor (unipolar)

Inductors: Bobin ve transformatör çeşitlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.34).

Tablo 1.34: Inductors Menüleri

Elemanlar	Özelliği
Inductor	Genel bobin tipi
Ind-air	Hava boşluklu bobin
Ind-core	Çekirdekli bobin
Tran-1P2S	Çift sekonderli yalıtılmış transformatör (2x iki uçlu)
Tran-2P2S	Transformatör (basit yapılı-iki uçlu)
Tran-2P3S	İki sekonderli (orta noktalı) transformatör (üç uçlu)

Bilgi Notu **Tablo 1.34'te verilen bobin ve transformatörler dışında birçok model bulunur.**

Laplace Primitives: Laplace dönüşümünün bulunduğu bölümdür.

Mechanics: BLDC motorların bulunduğu bölümdür.

Memory ICs: Dinamik RAM, EEPROM, EPROM, I2C hafıza entegrelerinin bulunduğu bölümdür.

Microprocessor Ics: Mikroişlemci ve mikrokontrolör türlerinin bulunduğu bölümdür. PICxx serisi ile 8051 serisi işlemcilerin kullanım alanı fazladır. Günümüzde ARM, Cortex vb. işlemciler ön plana çıkmıştır.

Miscellaneous: Batarya, anten, drive, COMPIM, kristal, sigorta, analog ölçü aletleri gibi devre elemanlarının bulunduğu bölümdür (Tablo 1.35).

Tablo 1.35: Miscellaneous Menüleri

Elemanlar	Özelliği
Aerial	Anten
Anemometer	Anemometre (hız ölçer)
Battery	Çok hücreli batarya (DC kaynak)
Cell	Tek hücreli batarya (DC kaynak)
Compim	COM portu
Crystal	Kuartz kristal osilatörü
Fuse	Sigorta
IRLINK	Infrared eleman
Meter	Analog voltmetre / ampermetre
Torch_LDR	Işık etkili direnç (animasyonlu)
Traffic Lights	Trafik ışık modülü
VGPS	GPS modülü
Windvane	Rüzgârgülü (çıkışlı)

Modelling Primitives: Elemanın veya entegrelerin sembollerinin bulunduğu bölümdür.

Operational Amplifiers: Opamp entegrelerinin bulunduğu bölümdür. 741 opamp entegresi sıklıkla tercih edilir.

Optoelectronics: Display türlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.36).

Tablo 1.36: Optoelectronics Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
14-Segment Displays	14 segmentli displayler	14SEG-MPX1-CA-BLUE, HDSP-A22C…
16-Segment Displays	16 segmentli displayler	16SEG-MPX6-CC-GRN…
7-Segment Displays	7 segmentli displayler	7SEG-BCD, 7SEG-COM-AN-BLUE…
Alphanumeric LCDs	Karakter özellikli displayler	LM016L, LM018L, LM044L…
Bargraph Displays	Bar grafik özellikli displayler	LED-BARGRAPH-RED…
Dox Matrix Displays	Dot matrix özellikli displayler	MATRIX-8x8-BLUE, MATRIX-5x7-RED…

Graphical LCDs	Grafik yapılı displayler	LM3228, ILI9341, LY190-128064…
Lamps	Lambalar	LAMP, LAMP-FIL, LAMP-NEON
LCD Controllers	LCD kontrolcüleri	HD44780, KS0108, SED1520, UC1701…
LCD Panels Displays	LCD panel göstergeleri	LCDSTK502, VI-402-DP, VLS5573…
LEDs	LED diyotlar	LED, LED-BLUE, LUMILED, RGBLED-CA…
Miscellaneous	Çeşitli displayler	HT16K33, MY9221, P9813, SN3218…
Optocouplers	Optokuplörler	4N25, 4N37, 6N137, OPTOCUPLER-NPN…
Serial LCDs	Seri tip LCD paneller	MILFORD-2x16-BKP…

PICAXE: PICAXE elemanlarının bulunduğu bölümdür.

PLDs & FPGAs: PLD ve PAL serisi entegrelerin bulunduğu bölümdür.

Resistors: Direnç türlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.37).

Tablo 1.37: Resistors Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Chip Resistor	Çip özellikli dirençler	CHIPRES11K, CHIPRES7K5…
Generic	Genel nitelikli dirençler	RES
High Voltage	Yüksek gerilim dirençleri	HIGHVOLTAGE10M…
NTC	Negatif etkili dirençler	NCP15WB473, NTPAJ4R0…
PTC	Pozitif etkili dirençler	KTY81-1XX…
Resistor Packs	Paket ortak dirençler	RESPACK-7, RESPACK-8, RX8
Variable	Potansiyometre	POT, POT-HG, PRESET, RES-PRE, RES-VAR
Varistors	Varistörler (gerilim etkili)	VARISTOR…

Bilgi Notu **Tablo 1.37'deki dirençler dışında birçok direnç modeli bulunmaktadır.**

Simulator Primitives: Basit sinyal üreteci türlerinin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.38).

Tablo 1.38: Simulator Primitives Menüleri

Elemanlar	Özelliği
Aerial	Anten
Anemometer	Anemometre (hız ölçer)
Battery	Çok hücreli batarya (DC kaynak)
Cell	Tek hücreli batarya (DC kaynak)
Compim	COM portu
Crystal	Kuartz kristal osilatörü
Fuse	Sigorta
IRLINK	Infrared eleman
Meter	Analog voltmetre / ampermetre
Torch_LDR	Işık etkili direnç (animasyonlu)
Traffic Lights	Trafik ışık modülü
VGPS	GPS modülü
Windvane	Rüzgârgülü (çıkışlı)

Speakers & Sounders: Buzzer, sounder ve hoparlörün bulunduğu bölümdür (Tablo 1.39).

Tablo 1.39: Speakers & Sounders Menüleri

Elemanlar	Özelliği
ARDUINO_Audio	Arduino için ses çıkışı
Buzzer	Buzzer (tek ses çıkışlı)
Sounder	Ses kaynağı (düşük güçlü)
Speaker	Hoparlör

Switches & Relays: Tuş takımları, switch ve rölelerin bulunduğu bölümdür (Tablo 1.40).

Tablo 1.40: Switches & Relays Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Keypads	Tuş takımları	KEYPAD-CALCULATOR…
Relays	Röleler	RELAY, RELAY2P, RLY-SPNO…
Switches	Anahtarlar	DIPSW_4, BUTTON, SW-SPDT, JUMPER…

Switching Devices: Diyak, triyak, tristör ve anahtarlama elemanlarının bulunduğu bölümdür (Tablo 1.41).

Tablo 1.41: Switching Devices Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
DIACs	Diyaklar	DIAC, DB3, CR2300SA, TB0640H-13…
Generic	Genel elemanlar	DIAC, SCR, THYRISTOR, TRIAC
SCRs	SCR tristörleri	2N5063, EC103A, S051E, SCR…
TRIACs	Triyaklar	BTA06-600B, Q401E3, TRIAC, Z0410NF…

Thermionic Valves: Transistörlerden önce kullanılan Pentode, Tetrode ve Triode lambaların bulunduğu bölümdür.

Transducers: Çeşitli transdüser ve sensör elemanlarının bulunduğu bölümdür (Tablo 1.42).

Tablo 1.42: Transducers Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Distance	Mesafe sensörleri	SRF04, GUR03, GP2D12 …
Dust	Toz sensörleri	PPD42
Humidity / Temperature	Nem / sıcaklık sensörleri	TH02, DHT11, SHT15, SI7021, HTU21D…
LDR	Işık etkili direnç	LDR
Light Sensor	Işık sensörleri	ALS-PT19, APDS-9002
Load Cell	Yük hücreleri	LOADCELL
Pressure	Basınç sensörleri	BMP180, MPX4115, MPX4250…
Sound	Ses sensörleri	VUMETER
Temperature	Sıcaklık sensörleri	NTC, PTC_NICKEL, KTY81, TCT, RTD-PT100, OVEN, OHMMETER…

Transistors: Çeşitli transistör elemanlarının bulunduğu bölümdür (Tablo 1.43).

Tablo 1.43: Transducers Menüleri

Alt Menüleri	Özelliği	Örnek Modelleri
Bipolar	BJT transistörler	2N2222, 2SB1219, BC237, BC328, ZTX107
Generic	Genel transistörler	NJFET, NMOSFET, NPN, PNP, PJFET, PMOSFET, UJT
IGBT	IGBT transistörler	IRG4BC10KD, STGB10NB37LZ…
JFET	J-FET transistörler	2N2609, 2N3971, 2SJ28, J402, MPF102…
MOSFET	MOSFET transistörler	2N6849, 2SJ48, 2SK413, BUZ11, IRF130…
RF Power LDMOS	LDMOS transistörler	LC421, L125, LX723, LZ402, LQ821…
RF Power VDMOS	VDMOS transistörler	S8201, SE701, SP201, SQ202, SR706…
Unijunction	UJT transistörler	UJT, 2N6027, 2N6028

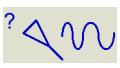
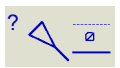
TTL 74 Series: 74 serisi tüm entegrelerin (74ALS, 74F, 74LS vb.) bulunduğu bölümdür

1.3.1.2. Simülasyon Yazılımı Güç Kaynakları ve Topraklamalar

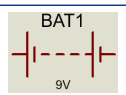
Tablo 1.44: Simülasyon Yazılımında Bulunan Terminals Mode Araç Çubuğu Elemanları

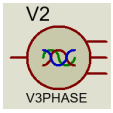
Sembolü	Komutu	Özellikleri
	**POWER**	DC güç kaynağıdır. Kaynağa “+” veya “–” gerilim değerleri verilebilir.
	**GROUND**	Topraklama elemanıdır. AC ve DC devrelerde kullanılır.
	**CHASSIS**	Şasi elemanıdır. DC devrelerde kullanılır.

Tablo 1.45: Simülasyon Yazılımında Bulunan Generator Mode Araç Çubuğu Elemanları

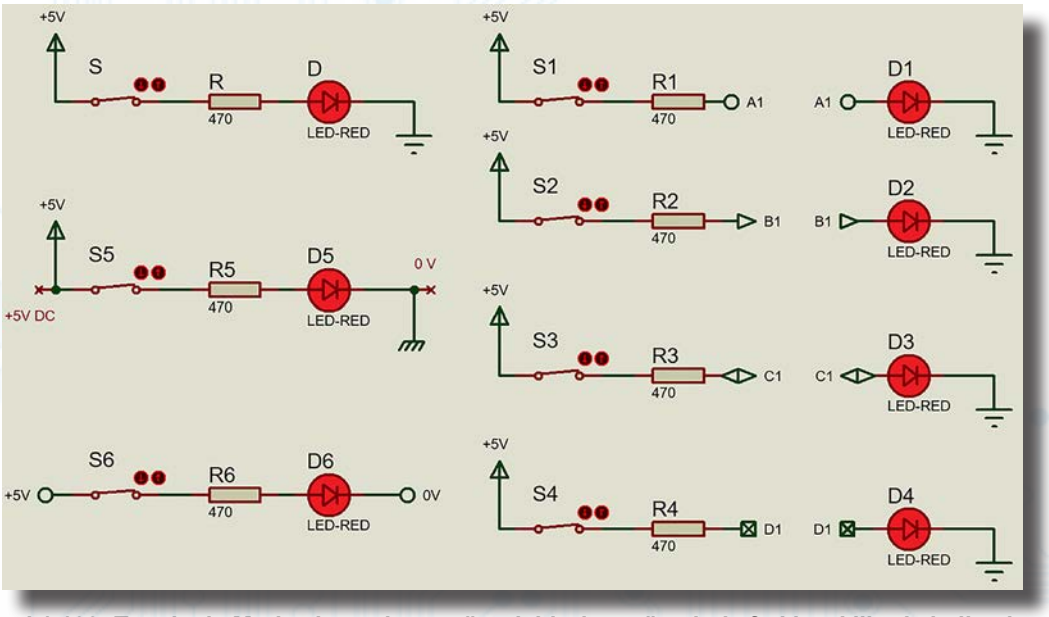
Sembolü	Komutu	Özellikleri
	DC	Sabit DC gerilim kaynağıdır. Kaynağa "+" veya "–" gerilim değeri verilebilir.
	SINE	Genliği, frekansı, faz kontrolü, periyodu ayarlanabilen bir AC gerilim üretecidir.
	PULSE	Analog darbe sinyali üretecidir. Frekansı, periyodu ve genliği ayarlanabilir.
	EXP	Logaritmik özellikli darbe sinyali üretecidir.
	SFFM	FM frekanslı sinyal üretecidir.
	PWLIN	Geçici formlu darbe sinyali üretecidir.
	FILE	Dataların (verilerin) ASCII dosyasından alındığı bir giriş ucudur.
	AUDIO	Ses sinyali üretecidir. Simülasyonun sesli işitilmesini sağlar. Sesler WAV formatındadır.
	DSTATE	Sürekli durum lojik seviye (0 ve 1) üretecidir.
	DEDGE	Tek lojik seviye kenarı (0'dan 1'e geçiş veya 1'den 0'a geçiş gibi) üretecidir.
	DPULSE	Tek clock sinyali üretecidir. Palsin tipi (pozitif / negatif) ve süresi ayarlanabilir.
	DCLOCK	Sürekli clock sinyali üretecidir. DPULSE'tan farkı, birden çok sinyalin periyodik olarak üretilmesidir. Başlangıç noktası ("+-+" veya "-+-") ve pals süresi ayarlanır.
	DPATTERN	Tanımlı rastgele lojik sinyal üretecidir. Belirli genlikte sinyaller farklı zaman aralıklarında üretilir.
	SCRIPTABLE	Karmaşık test sinyali üretecidir. BASIC programlama dili desteği sağlar. Analog ve dijital dalga formlarının üretilmesini sağlar.

Tablo 1.46: Simülasyon Yazılımı Kütüphanesindeki Simulator Primitives Menüsü Elemanları

Sembolü	Komutu	Özellikleri
	CELL	Tek hücreli DC gerilim kaynağıdır. Küçük devrelerde kullanılır.
	BATTERY	Çok hücreli DC gerilim kaynağıdır. Orta güçlü devrelerde tercih edilir.
	VSOURCE	DC gerilim kaynağıdır. DC gerilim gereken tüm devrelerde kullanılır. Orta ve büyük güçlü DC devrelerde tercih edilir.
	ALTERNATOR	AC gerilim kaynağıdır. Genlik ve frekans değeri ayarlanabilir.
	VSINE	AC sinüs gerilim kaynağıdır. Genliği, frekansı, DC offset ayarı, zamanı ve sönümleme oranı ayarlanabilir.
	GENERATOR	Dijital 0 ve 1 sinyalleri üretir.

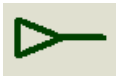
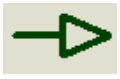
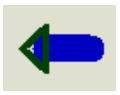
	**V3PHASE**	Üç fazlı AC gerilim kaynağıdır.
	**IEC1000-4-5**	Test sinyal pals gerilim üretecidir. 10 µs ila 700 µs zaman aralığına sahiptir. Belirli uygulamalarda kullanılır.
	**VEXP**	Üstel özellikli gerilim kaynağıdır. RC şarj ve deşarj devrelerindeki gibi darbe sinyali üreten logaritmik gerilim üretecidir.
	**VPULSE**	Tek clock sinyali üreten gerilim üretecidir.
	**VPWLIN**	Geçici formlu sinyaller ve darbeler üreten gerilim üretecidir.
	**VSFFM**	FM frekanslı sinyal üreten gerilim üretecidir.
	**CSOURCE**	DC akım kaynağıdır. Belirli bir DC akım değeri üretir.
	**IEXP**	Üstel özellikli akım kaynağıdır. RC şarj ve deşarj devrelerindeki gibi darbe sinyali üreten logaritmik akım üretecidir.
	**IPULSE**	Tek clock sinyali üreten akım üretecidir.
	**IPWLIN**	Geçici formlu sinyaller ve darbeler üreten akım üretecidir.
	**ISFFM**	FM frekanslı sinyal üreten akım üretecidir.
	**ISINE**	Sinüs özellikli akım kaynağıdır.

1.3.1.3. Simülasyon Yazılımı Terminalleri

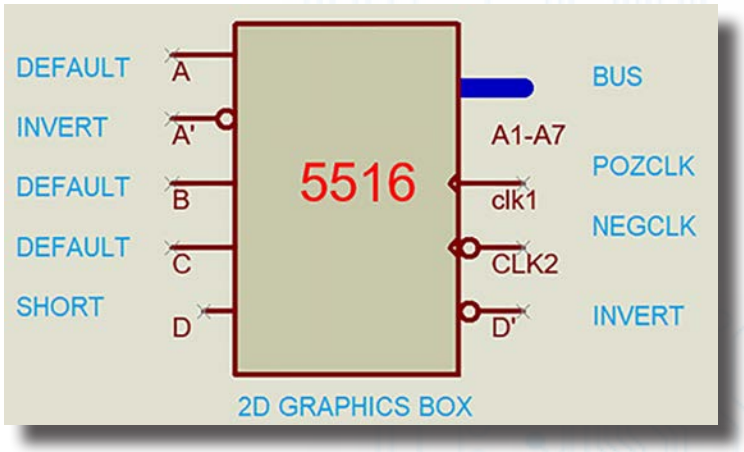


Görsel 1.100: Terminals Mode elemanlarının örnek bir devre üzerinde farklı şekillerde kullanılması

Tablo 1.47: Simülasyon Yazılımında Bulunan Terminals Mode Araç Çubuğu Elemanları

Sembolü	Komutu	Özellikleri
	POWER	Güç kaynağı girişidir.
	GROUND	Topraklama elemanıdır.
	CHASSIS	Şasi elemanıdır.
	DEFAULT	Temel bağlantı terminal ucudur. Farklı noktalardaki elemanların bağlantılarının hat çizimi olmadan yapılmasını sağlar.
	INPUT	Giriş bağlantı ucudur. Belirlenen sinyalin ilgili elemana gitmesi için kullanılır.
	OUTPUT	Çıkış bağlantı ucudur. Elemandaki sinyalin dışarıya yansıtılması için kullanılır.
	BIDIR	Çift bağlantı ucudur. Çift taraflı bağlantısız iletişim sağlayan noktalardır. Aynı isme ait iki BIDIR birbirine bağlantı kurar. Burada giriş çıkış noktası olup olmaması fark etmez (Değişkendir.).
	DYNAMIC	Default gibi bağlantı terminal ucudur ancak bağlanacak giriş farklı değişkenlere sahip özellikte olmalıdır.
	BUS	BUS hattı bağlantı ucudur. BUS hattının dağıtımını sağlar.
	NC	Default gibidir ancak isimlendirme yapılamaz. Buradaki amaç bir noktaya terminal bağlantısı atamaktır.

1.3.1.4. Simülasyon Yazılımı Eleman Pinleri



Görsel 1.101: Device Pins Mode araçları ile bir eleman oluşturma işlemi

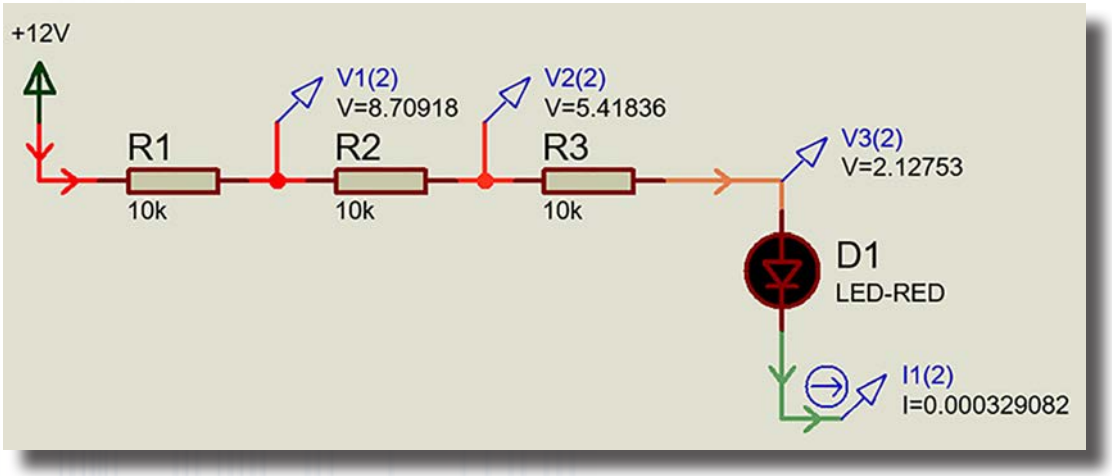
Tablo 1.48: Device Pins Mode Araç Çubuğu Elemanları

Sembolü	Komutu	Özellikleri
	DEFAULT	Temel giriş pinidir.
	INVERT	Uygulanan sinyalin değilini alan giriş pinidir.

	**POSCLK**	Elemana pozitif clock sinyali uygulayan giriş pinidir.
	**NEGCLK**	Elemana negatif clock sinyali uygulayan giriş pinidir.
	**SHORT**	Default pin ile aynı özellikte ancak bağlantı yapısı daha kısa olan giriş pinidir.
	**BUS**	BUS hattı pinidir.

1.3.1.5. Simülasyon Yazılımı Probları

Problar, ölçüm noktalarına bağlanan uçlardır. Devrede bağlı bulundukları noktaların zamana bağlı olarak ölçülmesi ve kayıt altına alınması için kullanılır. Ölçü aletlerine oranla daha az yer kaplar. Bu nedenle devrede bağlantı karmaşasının önüne geçer. Özellikle grafik tabanlı simülasyonlarda grafiği çizdirebilmek için tercih edilir (Görsel 1.102).



Görsel 1.102: Örnek bir devre üzerinde akım ve gerilim problarının gösterilmesi

Tablo 1.49: Terminals Mode Araç Çubuğu Elemanları

Sembolü	Komutu	Özellikleri
	**VOLTAGE**	Voltaj probudur. Analog ve dijital simülasyon devrelerinde kullanılır. Analog devrede simülasyonun gerçek değerini, dijital devrede simülasyonun lojik değerini gösterir.
	**CURRENT**	Akım probudur. Analog devrelerde kullanılır. Ölçümün yönü grafik oluşturulurken belirtilir.
	**TAPE**	Probların izlendiği bölümlerdir. Problar üzerinden tanımlanan dosya üzerinde yapılan ölçümler kayıt altına alınıp izlenebilir ve sinyaller grafik üzerinde gözlemlenebilir.

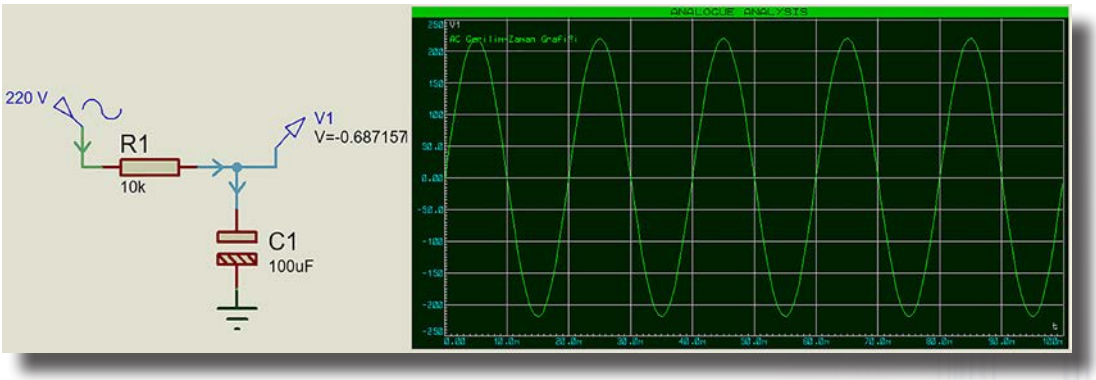
1.3.1.6. Simülasyon Yazılımı Grafikleri

Grafikler, devrelerde detaylı sinyal izleme ve ölçme yapmak için kullanılır. Test problarından gelen bilgiler bu grafikler üzerinden işlenir. Grafik türlerini görmek için Gadgets araç çubuğunda bulunan Graph Mode seçeneği kullanılır (Tablo 1.50).

Tablo 1.50: Graph Mode Menüleri ve Özellikleri

Grafik Türü	Özellikleri
Analogue	Akım ve gerilim grafiklerinin zamana bağlı olarak çizildiği bölümdür.
Digital	Lojik seviyesinin zamana bağlı olarak çizildiği bölümdür.
Mixed	Analog ve dijital sinyallerin tek bir grafikte çizildiği bölümdür.
Frequency	Frekansın gerilim veya akım kazancı şeklinde çizildiği bölümdür. Bode çizimidir.
Transfer	Karakteristik eğrilerin çizildiği bölümdür. Transfer analizi türünde grafikler çizilir.
Noise	Devrenin gürültü analizinin (termal gürültü gibi) grafiksel olarak çizildiği bölümdür.

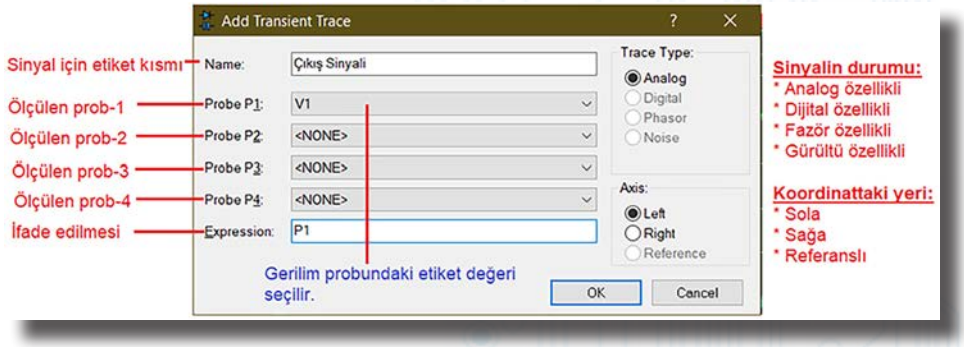
Distortion	Devrenin distorsiyon grafiğinin çizildiği bölümdür.
Fourier	Ölçülen verileri zamandan frekansa dönüştüren fouriyer (transient) analizi grafiğinin çizildiği bölümdür. Zaman formatını frekans formatına dönüştürür.
Audio	Fouriyer analizi sonucunun WAV formatına dönüştürüldüğü bölümdür.
Interactive	İnteraktif grafiklerin çizildiği bölümdür.
Conformance	Sonuçların önceki sonuçlarla karşılaştırıldığı bölümdür. Dijital simülasyonda kullanılır.
DC Sweep	DC analiz grafiğinin çizildiği bölümdür.
AC Sweep	AC analiz grafiğinin çizildiği bölümdür.



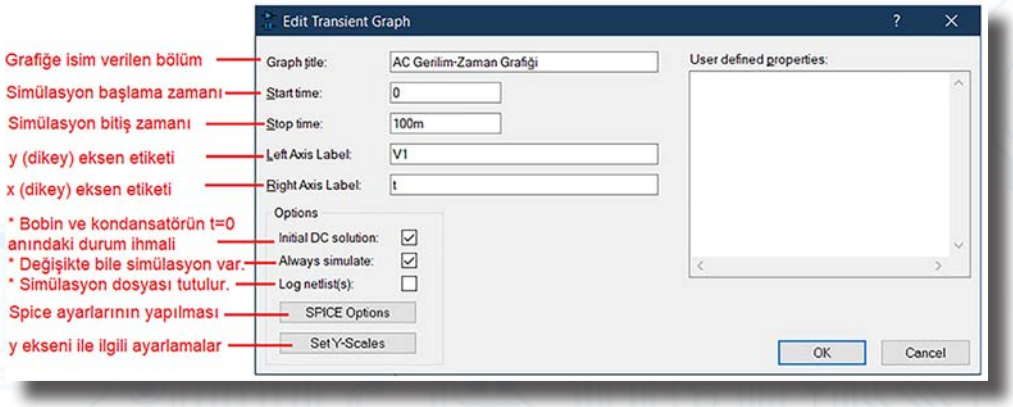
Görsel 1.103: Devre grafiğinin oluşturulması örneği

Görsel 1.103'teki devrenin kurulum aşamaları şu şekilde sıralanabilir:

- Örnek bir devre kurulur ve ölçüm yapılacak noktaya **Voltage Probee** bağlanır (Görsel 1.103).
- **Voltage Probee** ayarları bölümünden uygun bir isim etiketi yazılır ve **OK** butonuna basılır.
- **Graph mode** seçeneği içinden uygun bir grafik (Analogue) seçilir ve ekrana yerleştirilir.
- Grafik üzerine sağ tıklanır ve **Add Traces**… seçilir.
- Açılan pencereden **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probee** bölümünden verilen etiket değeri girilir (Görsel 1.104).
- Grafik üzerine sağ tıklanır ve **Edit Graph**… seçilir. Gelen pencereden; **Stop Time** kutusuna uygun bir süre (100 m yani 100 ms aralıklarla), **Left Axis Label** kutusuna **V1** etiketi, **Right Axis Label** kutusuna **t etiketi** girilir ve **OK** butonuna basılır (Görsel 105).
- Grafik ekranına tıklanarak **Simülate Graph** seçilir. Simülasyon olarak grafik izlenir (Görsel 1.103).



Görsel 1.104: Add Transient Trace penceresi

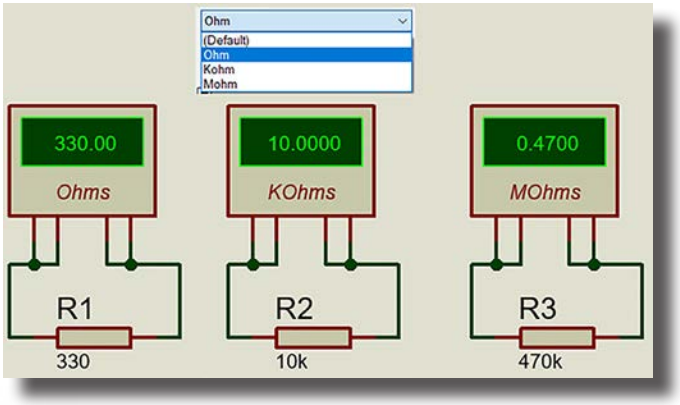


Görsel 1.105: Edit Transient Graph penceresi

1.3.2. Simülasyon Yazılımının Ölçü Aletleri

1.3.2.1. Ohmmetre (Ohmmeter)

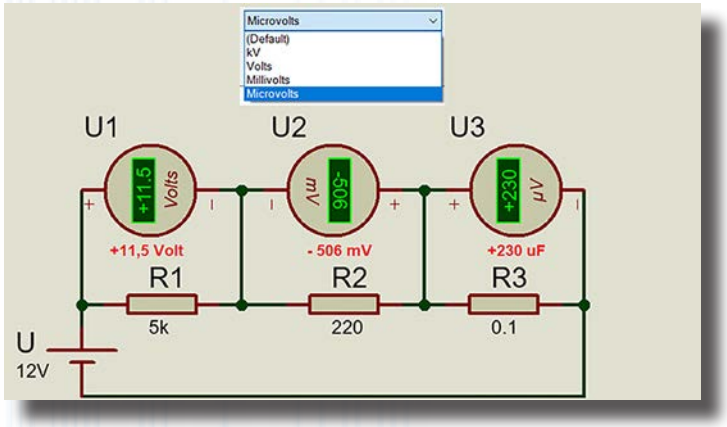
Devrede belirlenen iki nokta arasındaki direnci ölçen ölçü aletidir. Birimi Ohm (Ω) olup ölçme birimleri; ohm (Ω), kiloohm (kΩ) ve megaohm (MΩ) şeklindedir. Ölçüm yaparken devreye gerilim uygulanmamış olmasına dikkat edilmelidir. Görsel 1.106'da örnek direnç ölçümleri görülmektedir.



Görsel 1.106: Ohmmetre ile çeşitli direnç ölçümleri

1.3.2.2. DC Voltmetre (DC VOLTMETER)

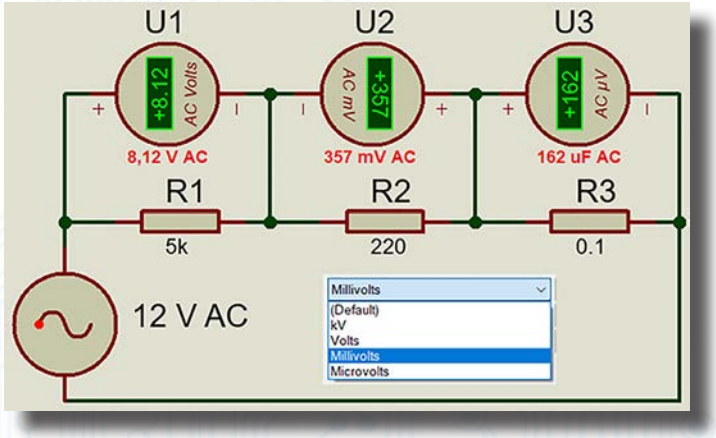
Devrede DC gerilimini ölçen ölçü aletidir. Birimi volt (V) olup ölçme birimleri; mikrovolt (μV), milivolt (mV), volt (V) ve kilovolt (kV) şeklindedir. Ölçülecek elemana paralel bağlanır. Bağlanacak uçların yönüne dikkat edilmelidir, aksi takirde ölçüm değeri "-" olarak görülecektir (Görsel 1.107).



Görsel 1.107: DC voltmetre ile çeşitli DC gerilim ölçümleri

1.3.2.3. AC Voltmetre (AC VOLTMETER)

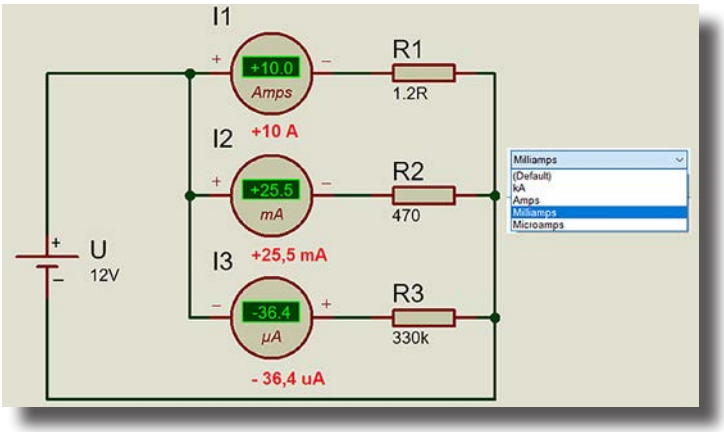
Devrede AC gerilimini ölçen ölçü aletidir. Birimi volt (V) olup ölçme birimleri; mikrovolt (μV), milivolt (mV), volt (V) ve kilovolt (kV) şeklindedir. Ölçülecek elemana paralel bağlanır (Görsel 1.108).



Görsel 1.108: AC voltmetre ile çeşitli AC gerilim ölçümleri

1.3.2.4. DC Ampermetre (DC AMPMETER)

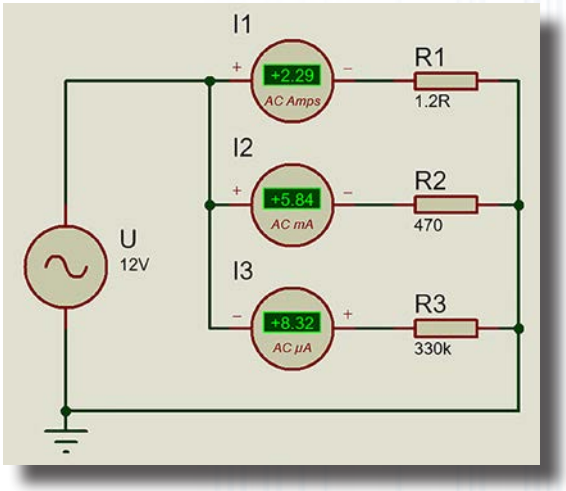
Devrede DC akımı ölçen ölçü aletidir. Birimi Amper (A) olup ölçme birimleri; mikroamper (μA), miliamper (mA), amper (A) ve kiloamper (kA) şeklindedir. Ölçülecek elemana seri olarak bağlanır. Bağlanacak uçların yönüne dikkat edilmelidir, aksi takdirde ölçüm değeri "-" olarak görülecektir (Görsel 1.109).



Görsel 1.109: DC ampermetre ile çeşitli DC akım ölçümleri

1.3.2.5. AC Ampermetre (AC AMPMETER)

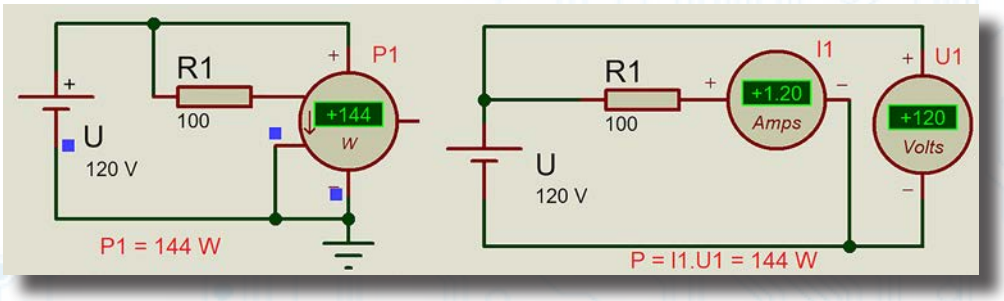
Devrede AC akımı ölçen ölçü aletidir. Birimi Amper (A) olup ölçme birimleri; mikro Amper (μA), mili Amper (mA), Amper (A) ve kilo Amper (kA) şeklindedir. Ölçülecek elemana seri olarak bağlanır (Görsel 1.110).



Görsel 1.110: AC ampermetre ile çeşitli AC akım ölçümleri

1.3.2.6. Wattmetre (WATTMETER)

Devredeki güç değerini aktif (W), reaktif (VAR) veya görünür (VA) güç şeklinde ölçen ölçü aletidir. Akım ucu devre elemanına seri, gerilim ucu ise paralel bağlanır. Simülasyon yazılımında ölçme etkeni düşüktür. Bu nedenle ampermetre ve voltmetre kullanılarak ölçme yapılıp sonuçların hesaplanması daha sağlıklıdır.



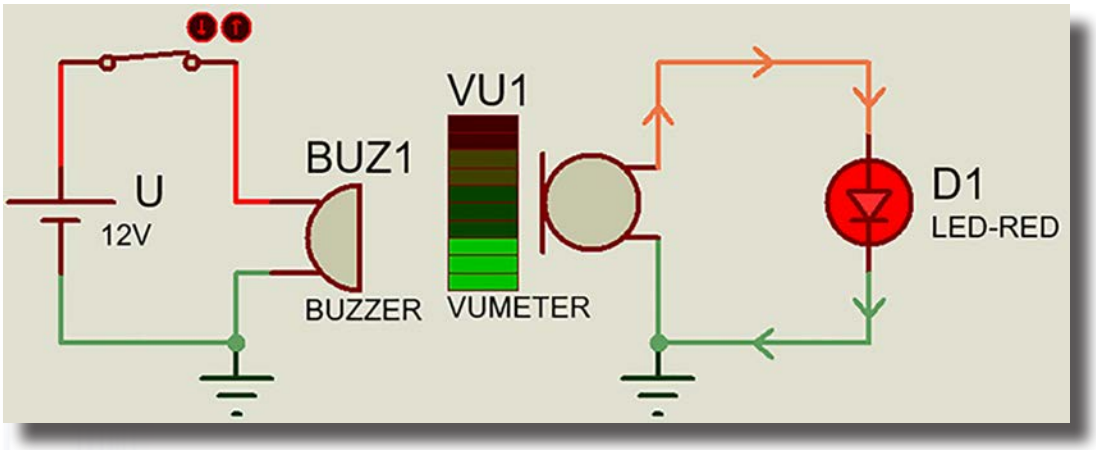
Görsel 1.111: Devrede güç ölçme işlemleri

Bilgi Notu

Akım, gerilim ve direnç ölçümlerinde ekranda MAX veya 0 değeri görünüyorsa ölçülen birim ile ölçü aletinin birimi aynı veya çok yakın değildir. Örneğin, 14 μA ölçülen devrede ampermetre "Amper" olarak ayarlanmışsa ekranda değer görünmez.

1.3.2.7. Vumetre (VUMETER)

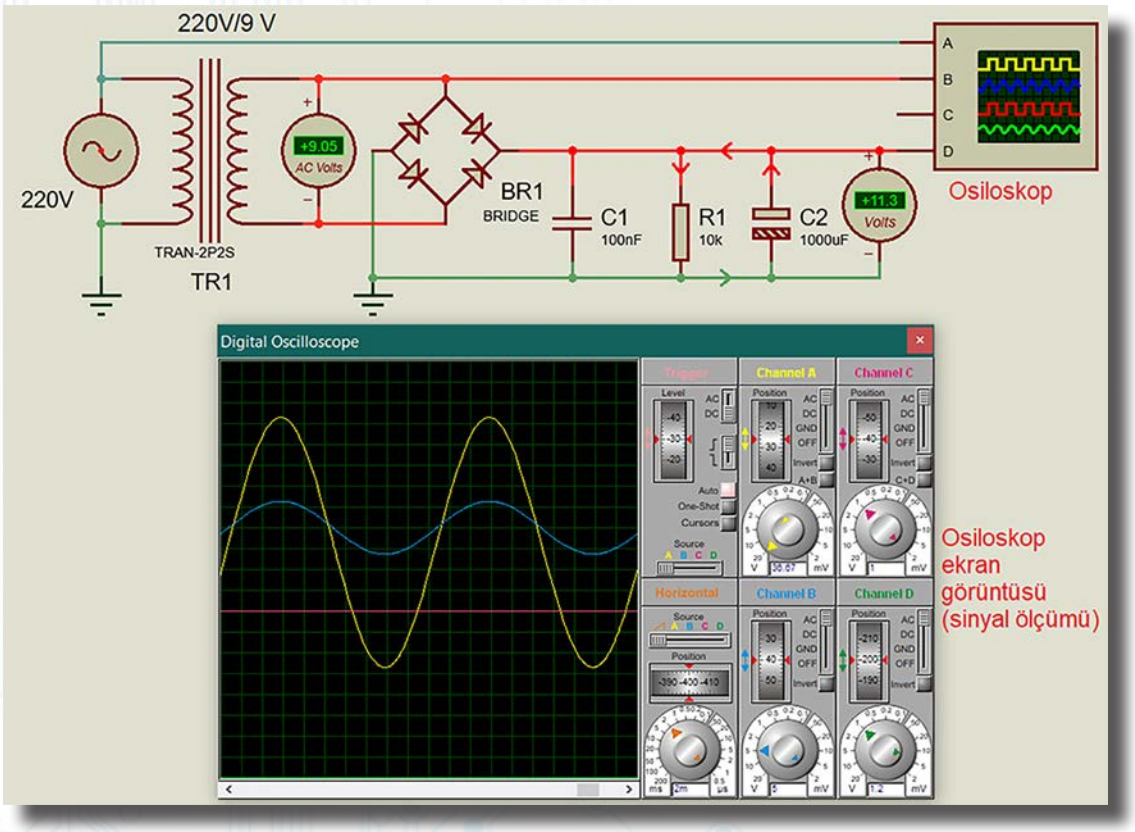
Ses şiddetini ölçen ölçü aletidir. Ölçülen ses şiddetini belli bir gerilim değerinde çıkışa verir. Görsel 1.112'de örnek bir ses devresi ve devrenin ses şiddetinin ölçümü görülmektedir.



Görsel 1.112: Örnek bir ses devresinde ses şiddetinin ölçülmesi

1.3.2.8. Osiloskop (OSCILLOSCOPE)

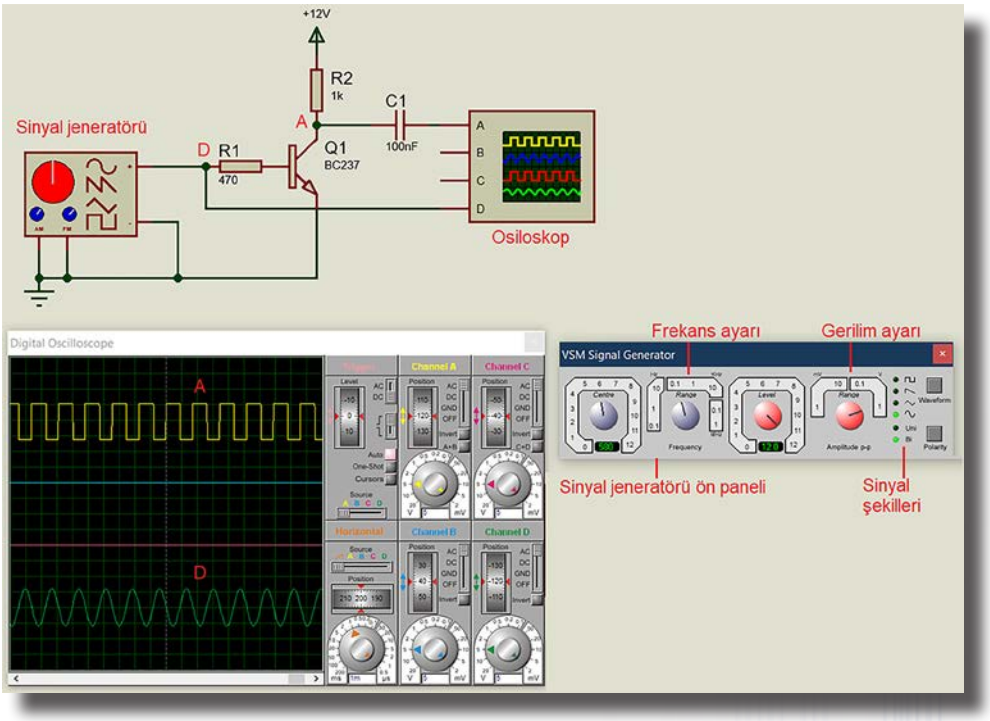
Elektriksel işaretin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda ölçülmesini sağlayan ölçü aletidir. Dört kanala sahiptir. Ekran rengi değiştirilebilir. Aynı anda iki kanal kullanılabilir. Görsel 1.113'te örnek bir devrede osiloskop bağlantısı ve ölçülen sinyaller görülmektedir.



Görsel 1.113: Örnek devre bağlantısında farklı noktalardan osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi

1.3.2.9. Sinyal Jeneratörü (SIGNAL GENERATOR)

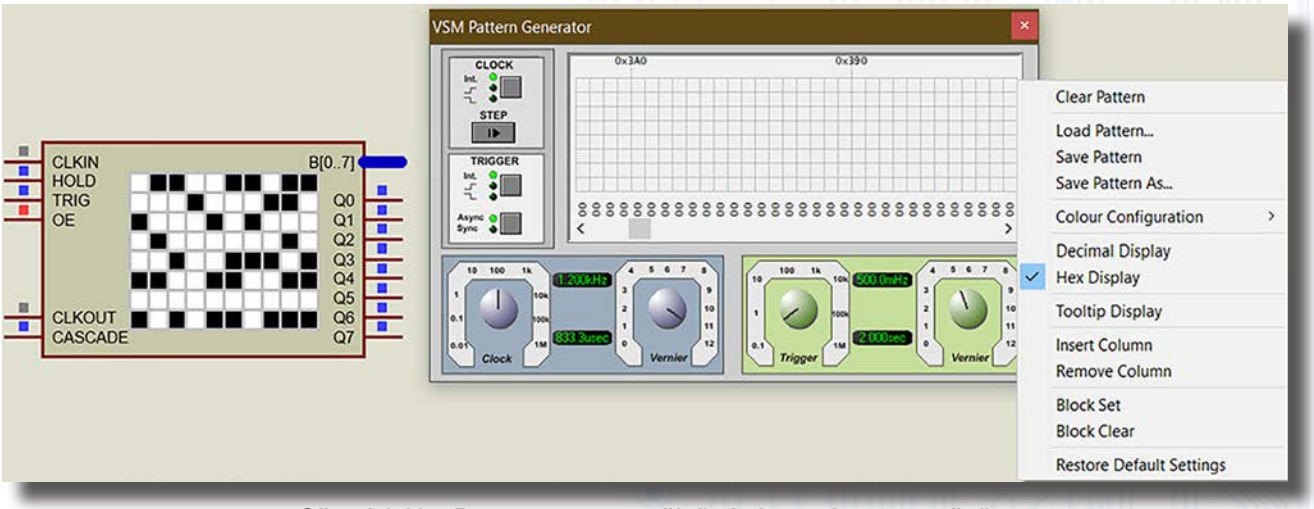
Sinüsoidal, kare dalga, üçgen dalga ve testere dişi dalga sinyalleri üreten elektronik cihazdır. Devrede uygulanacak sinyalin şekli **Waveform** düğmesinden ayarlanır. Düğmeye her tıklandığında dalga şekli değişir ve bu değişim LED'ler ile görülür. 0 – 12 MHz aralığında çıkış sinyal frekansı ve 0 – 12 V aralığında çıkış sinyali genliğine sahiptir (Görsel 1.114).



Görsel 1.114: Örnek bir devre bağlantısına sinyal jeneratörünün bağlanması

1.3.2.10. Dijital Desen Jeneratörü (PATTERN GENERATOR)

Analog sinyal jeneratörünün dijital karşılığıdır. Grafik ve interaktif modlarda çalışır. Tetikleme modları mevcuttur. Çok hassas ölçüm yapar. Çeşitli zamanlama modları vardır. Desimal veya hekzadesimal sistemde ızgara görüntüleme mod ayarı vardır. Pattern ekranı üzerinde düzenleme yapılabilir. Ölçü aletinin menüleri Tablo 1.51'deki gibidir (Görsel 1.115).



Görsel 1.115: Pattern generator ölçü aleti ve çalışma menüsü

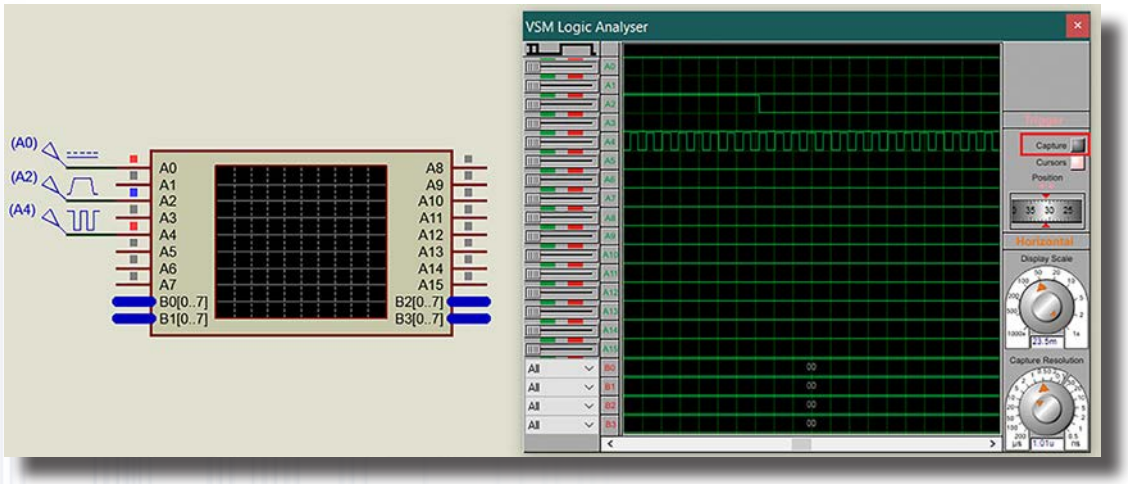
Tablo 1.51: Pattern Generator Ölçü Aleti Menüleri

Menüler	Özellikleri
Clear Pattern	Ekranı temizler ve lojik 0 durumuna döndürür.
Load Pattern	Kaydedilmiş pattern ekranını çağırır.
Save Pattern	Patern ekranını kaydeder.
Save Pattern As	Patern ekranını farklı isimle kaydeder.
Colour Configuration	Renk ayarlamaları yapar.
Decimal Display	Veriyi gösteren rakamların formatını onluk olarak ayarlar.
Hex Display	Dataları patern ekranın altında hex olarak gösterir.
Tooltip Display	Onaylandığında fare imlecinin hangi hücrede bulunduğunu gösterir.
Insert Column	Araya sütun ekler.

Remove Column	Seçilen sütunu siler.
Block Set	Onaylandığında bir blok oluşturulursa blok içindeki tüm hücreler lojik 1 yapılır.
Block Clear	Onaylandığında bir blok oluşturulursa blok içindeki tüm hücreler lojik 0 yapılır.
Restore Default Settings	Pattern ekranını orijinal hâline çevirir.

1.3.2.11. Lojik Analizörü (LOGIC ANALYSER)

Dijital devrelerdeki lojik sinyallerin durumlarını gösteren dijital ölçü aletidir. **A0 – A15 (16 uç)** uçlarına tekli ve **B0 – B3 (4 uç)** uçlarına çoklu (bus) yol bağlantıları yapılır. 48 kanalı vardır. 8x1 bit izleme imkânı sağlar. 200 µs – 0,5 ns arası sinyalleri yakalayabilir. 40000 x 52 bit yakalama tamponu mevcuttur (Görsel 1.116).



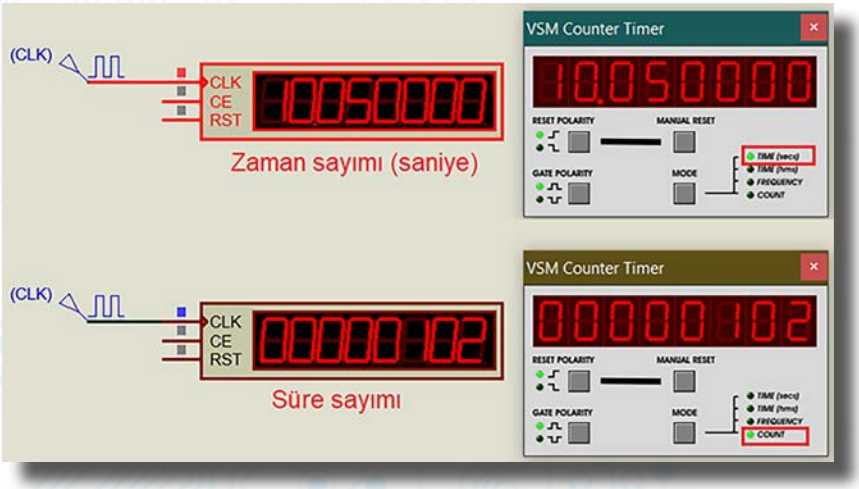
Görsel 1.116: Lojik analizör ile çeşitli sinyallerin ölçülmesi

1.3.2.12. Dijital Zaman Sayıcısı (COUNTER TIMER)

Clock girişine uygulanan sinyalin değişim sayısını gösteren ölçü aletidir. Çok amaçlı olarak kullanılabilir. 1 µs kararlığında saniye cinsinden ve 1 ms kararlığında dakika ve saat cinsinden zamanlayıcı moduna sahiptir. 0 ila 99.999.999 arası sayma işlemi yapar (Görsel 1.117).

Tablo 1.52: Dijital Zaman Sayacının Pin İsimleri ve Pinlerin Görevleri

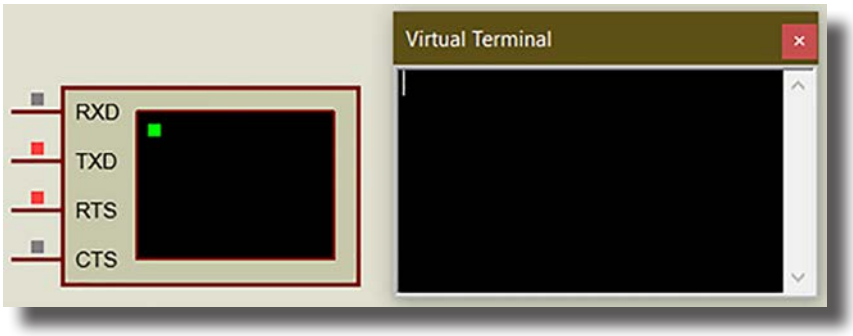
Pin No	Pin Adı	Özellikleri
1	CE	Frekans sayacını aktif etme pin girişi
2	RST	Sayıcıyı resetleme girişi



Görsel 1.117: Dijital zaman sayıcısı ile örnek sayma işlemleri

1.3.2.13. Sanal Terminal (VIRTUAL TERMINAL)

Seri iletişim arabirimidir. RS232 asenkron seri veri üretir ve üretilen seri bilgileri alır. Veriyi istenen formatta fiziksel olarak istenen COM portuna gönderebilir. 300 ila 115200 baud arası iletişim hızı mevcuttur. Stop bitleri 0, 1 ve 2 şeklindedir (Görsel 1.118).



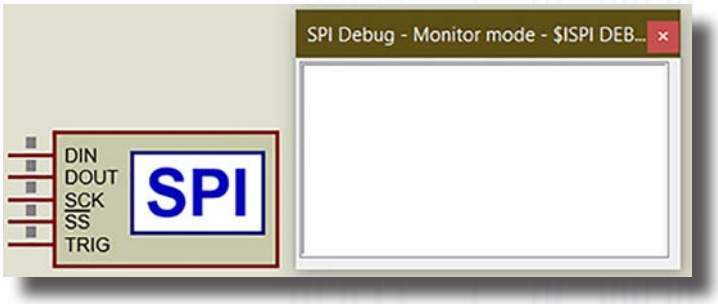
Görsel 1.118: Virtual Terminal penceresi

1.3.2.14. Seri İletişim Data İzleyicisi (SPI DEBUGGER)

Hatlardaki seri sinyalleri izlemek için kullanılan ölçü aletidir. 8 bitlik veri aynı anda senkronize şekilde gönderilip alınır. Yüksek oranda veri örnekleme kapasitesine sahiptir. Oldukça kararlıdır. Tam mod şeklinde ayar yapılabilir (Görsel 1.119).

Tablo 1.53: Seri İletişim Data İzleyicisi Pinleri ve Pinlerin Görevleri

Pin No	Pin Adı	Sinyalin Adı
1	DIN	Hattaki seri sinyaller
2	DOUT	İstenen seri sinyallerin gönderimi
3	SCK	Saat pini
4	SS	Enable pini
5	TRIG	Yeni veri depolama



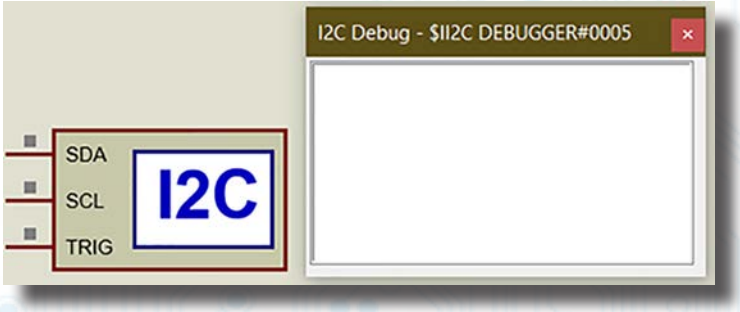
Görsel 1.119: SPI Debugger penceresi

1.3.2.15. I2C Data İzleyicisi (I2C DEBUGGER)

Mikroişlemci ve mikrodenetleyici sistemlerinde veri izleme için kullanılan ölçü aletidir. En etkili veri iletişim yöntemlerinden biridir. Büyük miktardaki verileri örnekleme kapasitesine sahip kararlı bir sistemdir. Tam mod şeklinde ayarı yapılabilir (Görsel 1.120).

Tablo 1.54: I2C Data İzleyicisi Pinleri ve Pinlerin Görevleri

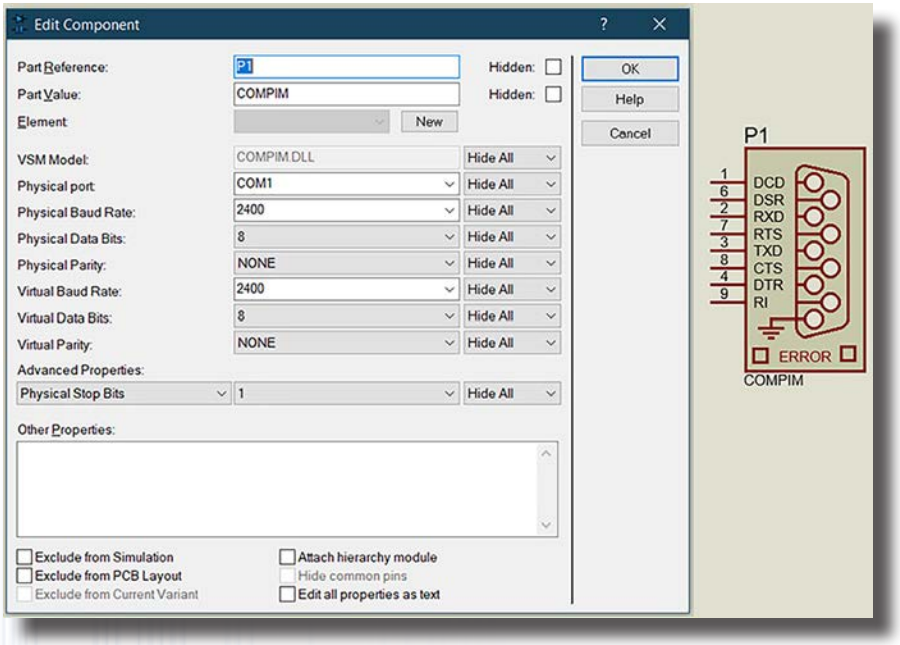
Pin No	Pin Adı	Sinyalin Adı
1	SDA	Veri alıp gönderme
2	SCL	Saat pini
3	TRIG	Yeni veri depolama



Görsel 1.120: I2C Debugger penceresi

1.3.2.16. Serial Port Modeli (COMPIM)

PC seri port (USART) modelidir. PC seri portunun tüm özelliklerine sahiptir. İnteraktif ve fiziksel simülasyona izin verir. RS232 standardında yapılan tüm işlemler mevcuttur (Görsel 1.121).



Görsel 1.121: COMPIM penceresi

Tablo 1.55: COMPIM Komponenti Pinlerinin İsimleri ve Görevleri

Pin No	Pin Adı	Sinyalin Adı
1	DCD	Veri taşıyıcısı tespiti
2	RxD	Veri alıcısı ucu (alınan verilerin okunması)
3	TxD	Veri göndericisi ucu (yollanan veriler)
4	DTR	Veri terminalinin durumu (hazırlama)
5	GND	Sinyal topraklama ucu (şase ucu)
6	DSR	Veri ayarının durumu (set etme)
7	RTS	Göndermek için istek durumu
8	CTS	Silmek için istek durumu
9	RI	Modemden gelen istekler

Bilgi Notu **Devre kurulumu COMPIM pinlerinin sırasına dikkat edilerek gerçekleştirilmelidir.**

1.3.2.17. Saat Üreteci (CLOCK)

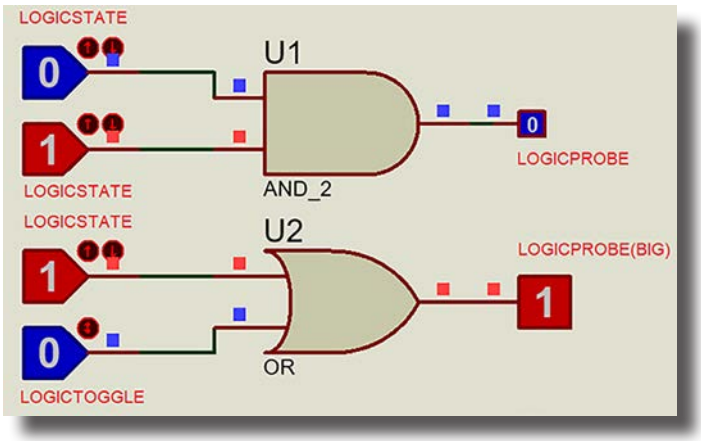
Kare dalga sinyali üretecidir. Lojik devrelerde istenen frekans ve sabit genlik değerinde sinyal üretir. Genliği 5 V olarak verilir. Tek pinlidir ve bu pin, sinyalin uygulanacağı kısma bağlanır. Basit kare dalga isteyen uygulamalarda ve sinyal tetiklemeli yerlerde kullanılabilir (Görsel 1.122).



Görsel 1.122: LED üzerinde CLOCK üretecinin uygulanması örneği

1.3.2.18. Lojik Seviye Gösterimleri (LOGICPROBE)

Bağlandığı noktanın lojik seviyesini (0 veya 1) gösteren elemandır. Simülasyonda kırmızı renkte ise "Lojik 1", mavi renkte ise "Lojik 0" durumunu gösterir. İki farklı şekli bulunur. Şekillerin işlevi aynıdır, boyutları farklıdır. Kütüphaneden LOGICPROBE veya LOGICPROBE (BIG) isimleriyle aratılır (Görsel 1.123).



Görsel 1.123: Örnek bir devre üzerinde lojik seviye gösterim uygulamaları

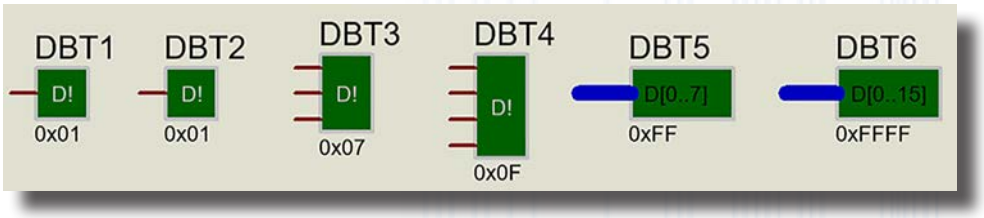
1.3.2.19. Lojik Seviye Uygulayıcıları (LOGICSTATE, LOGICTOGGLE)

LOGICSTATE bağlandığı noktaya lojik sinyal uygulayan elemandır. Tasarım alanına eklendiğinde mavi renklidir (Lojik-0). Simülasyonda üzerine tıklanırsa rengi kırmızı olur yani Lojik-1 değerine dönüşür. Her tıklamada değeri değişir.

LOGICTOGGLE'ın LOGICSTATE'ten tek farkı, fare imleci üzerine getirilip fare tuşuna basılı tutulduğu sürece konum değiştirmesidir, fare tuşu bırakıldığında eski konumuna döner (Görsel 1.123).

1.3.2.20. Gerçek Zamanlı Dijital Kesiciler (RTDBREAK)

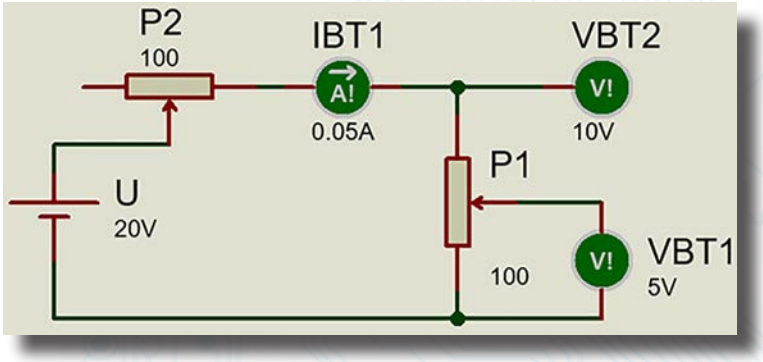
Lojik devrelerde devre simülasyonu esnasında belirlenen nokta veya noktalardaki lojik sinyallerin durumuna göre simülasyonu durduran elemanlardır. Tek bit, 2 bit, 3 bit, 4 bit, 8 bit ve 16 bit değerinde altı çeşidi vardır. Kütüphaneden **RTDBREAK** veya **RTDBREAK_x** isimleriyle aratılır (Görsel 1.124).



Görsel 1.124: Rtdbreak komutları

1.3.2.21. Gerçek Zamanlı Analog Akım Kesiciler (RTIBREAK)

Analog devrelerde devrenin simülasyonunda akıma bağlı olarak simülasyonu geçici biçimde durduran elemanlardır. Komponentin düzenleme penceresi açıldığında girilen **Trigger Current** değerine (bu değerden daha büyük bir akım geçene kadar) göre devre simülasyonunu Play tuşuna basılana dek durdurur. Eleman, malzeme kutusundan **RTIBREAK** ismiyle aratılıp tasarım alanına eklenir (Görsel 1.125).



Görsel 1.125: Örnek bir devre üzerinde RTVBREAK ve RTIBREAK elemanlarının kullanılması

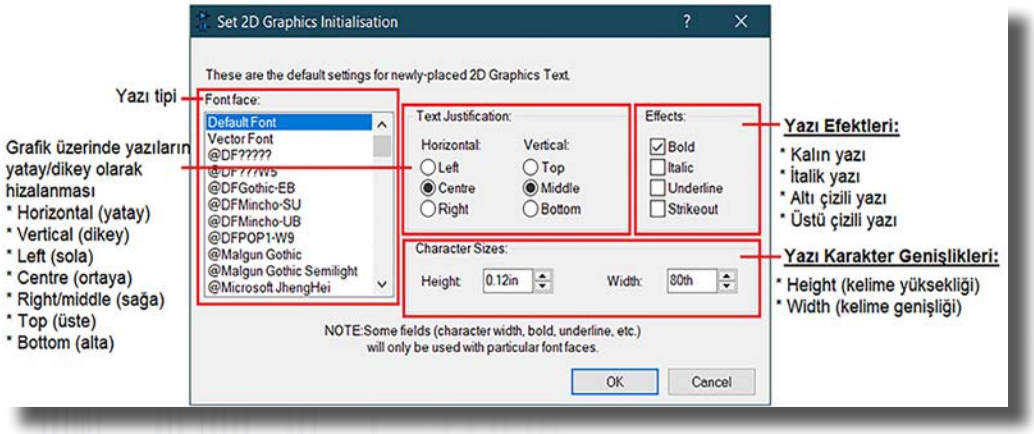
1.3.2.22. Gerçek Zamanlı Analog Gerilim Kesiciler (RTVBREAK, RTVBREAK_2)

Analog devrenin simülasyonunda gerilime bağlı olarak simülasyonu geçici olarak durduran elemanlardır. Komponentin düzenleme penceresi açıldığında girilen **Trigger Voltage** değerine (bu değerden daha büyük

bir gerilim geçene kadar) göre devre simülasyonunu Play tuşuna basılana dek durdurur. VTB3'ün, VTB2'den tek farkı istenen iki ayrı nokta arasındaki gerilim farkına göre (GND zorunluluğu olmaz.) simülasyonu durdurmasıdır. Bu elemanı çağırmak için malzeme kutusundan RTVBREAK ismi aratılmalıdır. Görsel 1.125'teki devrede, IBT1 elemanı, 0.05A ve üzeri akım geçtiğinde simülasyon tekrar çalıştırılana kadar devreyi durduracaktır. Aynı şekilde VBT1 ve VBT2 elemanları da üzerlerinde yazılan değerler aşıldığında simülasyon tekrar çalışıncaya dek devreyi durduracaktır.

1.3.2.23. USB Portu (USBCONN)

Bu elemanın program simülasyonunda kullanılması için Virtual USB Driver sürücüsünün PC ortamında kurulması gerekir. Eleman sanal USB işlevi görür ve USB'den gelen bilgileri programda işler (Görsel 1.126).



Görsel 1.126: USB portları ve yazılımın kurulması

1.3.3. Simülasyon Yazılımında Yeni Eleman Oluşturma

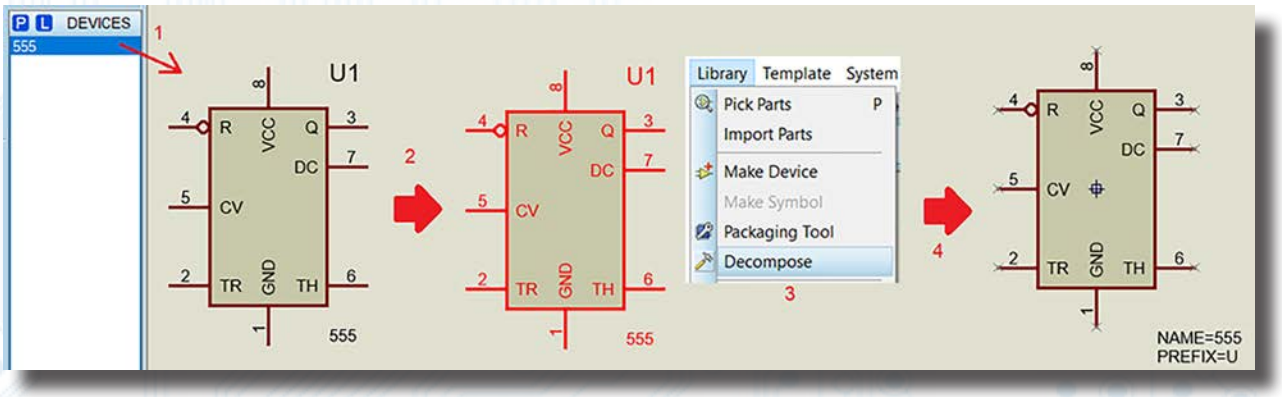
Program kütüphanesinde olmayan elemanlar oluşturulup kütüphaneye eklenebilir.

Eleman oluşturmada iki yöntem kullanılır:

- Benzer elemanı açarak eleman üzerinde değişiklikler yapmak. (Bu işlemi yapmadan önce elemanın yedeğinin alınması gerekir.)
- Yeni bir eleman oluşturmak.

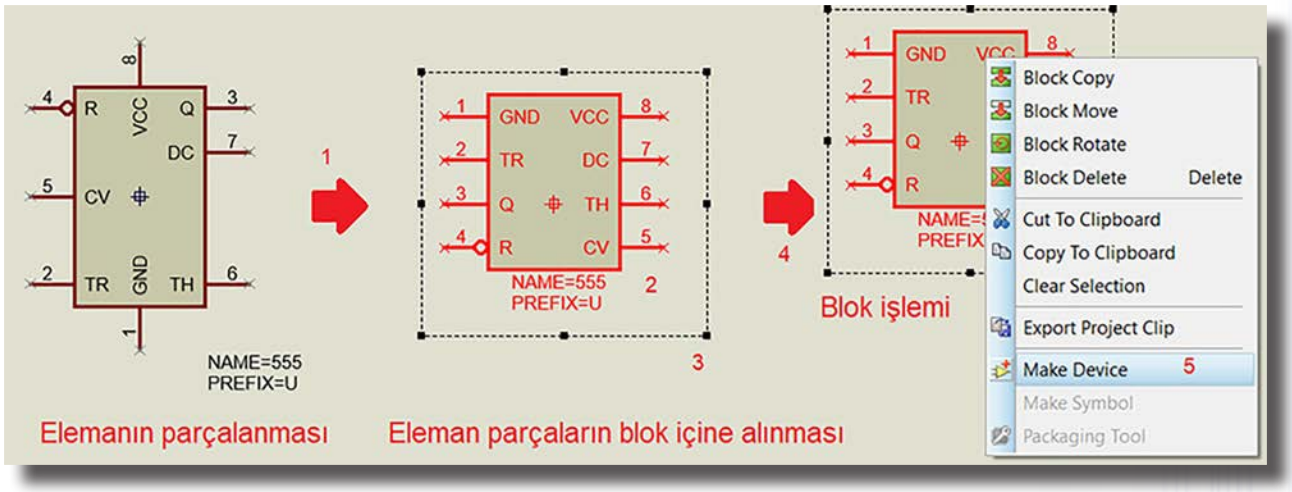
1.3.3.1. Mevcut Eleman Üzerinde Değişiklik Yaparak Eleman Oluşturma

- Kütüphaneden değişiklik yapılacak eleman seçilir.
- Eleman tasarım alanına yerleştirilir ve elemana sağ tıklanarak açılan pencereden **Decompose** seçilir. Aynı işlem **Library** menüsünden **Decompose** seçilerek de yapılabilir (Görsel 1.127). Görseldeki örnekte 555 entegresi tercih edilmiştir.



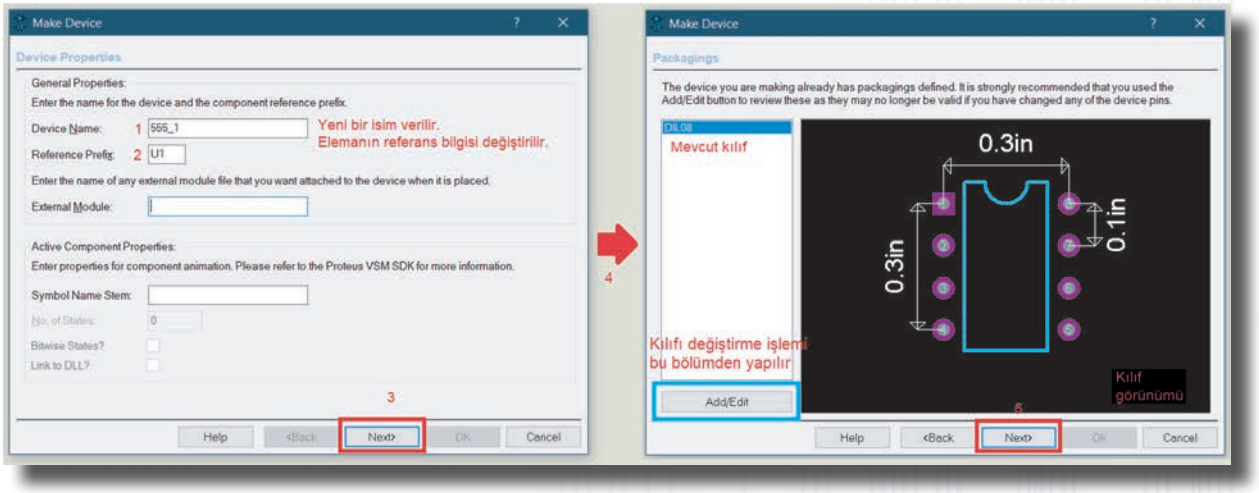
Görsel 1.127: Eleman üzerinde decompose işlemi

- Eleman parçalarına ayrılmıştır. Eleman üzerinde işlemler yapılabilir. Görseldeki örnekte sıralı pin oluşturulması ve yerleştirilmesi planlanmıştır. Her bir pin tek tek seçilir ve sıralı olacak şekilde yeniden düzenlenir (Görsel 1.128).



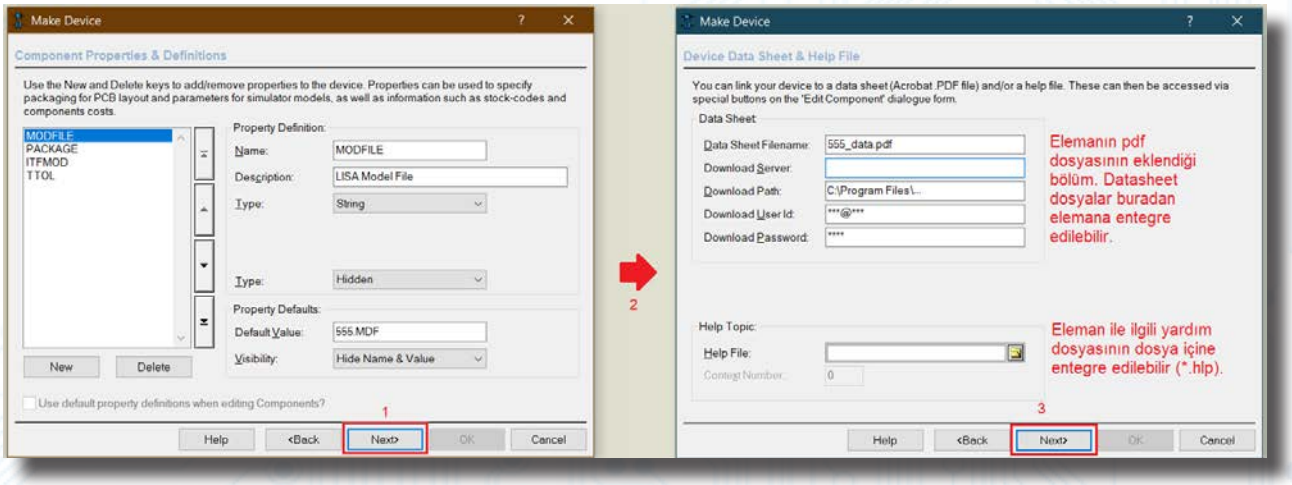
Görsel 1.128: Eleman üzerinde düzenleme işlemi

- Düzenleme işlemi sonunda eleman, blok içerisine alınır. Sağ tıklanarak ya da **Library** menüsüne girilerek **Make Device** seçilir (Görsel 1.129).
- Ekrana Make Device penceresi gelir. Yeni eleman için isim ve referans kodu, ilgili kutudan değiştirilir ve **Next** tuşuna basılır. Ekrana PCB kılıfı tanımlamasının yapılacağı bir pencere gelir. Mevcut elemanın kılıfının kullanılması istenirse **Next** tuşuna basılır eğer farklı kılıf kullanılması istenirse kılıfı değiştirmek için **Add / Edit** tıklanır.



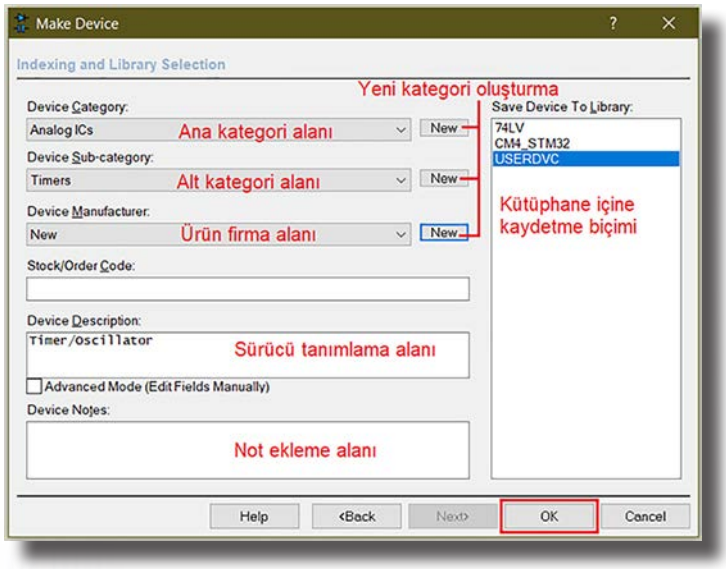
Görsel 1.129: Make Device penceresi-1

- Ekrana Görsel 1.130'daki gibi pencere gelir. Burada eleman ile ilgili tüm özellikler verilmiştir. Hiçbir özellik değiştirilmeden **Next** butonuna basılır ve **data sheet** penceresi ekrana çıkar. Eleman ile ilgili data dosyasını (*.pdf) ve help dosyasını (*.hlp) elemanın içerisine yerleştirmek için ilgili kutular doldurulur, dosyanın yükleneceği alan seçilir ve **Next** butonuna basılır.



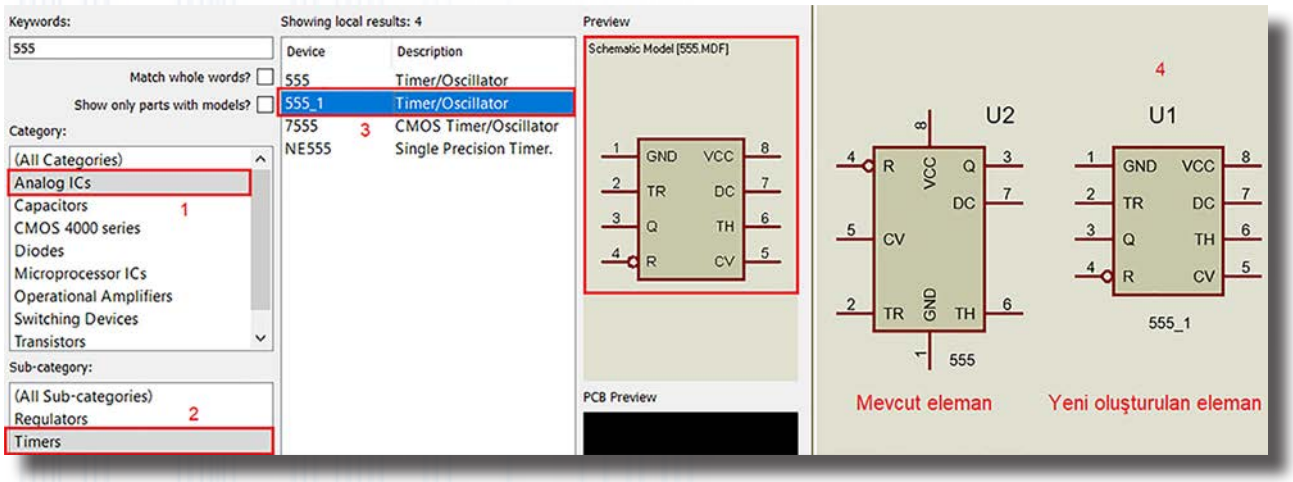
Görsel 1.130: Make Device penceresi-2

- Ekrana, Görsel 1.131'deki gibi elemanın kütüphaneye nasıl yerleştirileceğini gösteren bir pencere gelir. Bu pencereden elemanın kütüphane içerisinde hangi kategorilere yerleştirileceği seçilir. Ayrıca eleman ile ilgili açıklamalar verilebilir. İşlem sonunda **OK** butonuna basılır.



Görsel 1.131: Make Device penceresi-3

- Eleman, kütüphaneden seçilir ve tasarım alanına yerleştirilir (Görsel 1.132).



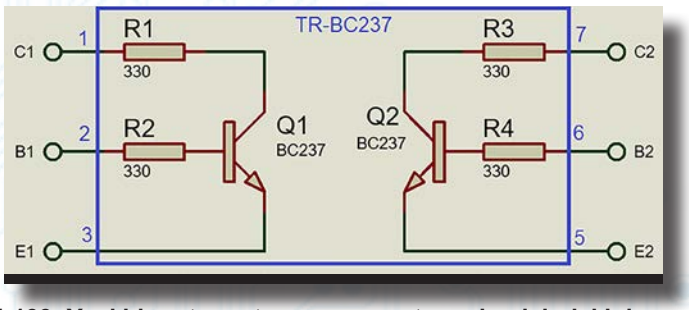
Görsel 1.132: Yeni elemanın seçilmesi ve alana yerleştirilmesi

1.3.3.2. Yeni Bir Eleman Oluşturma

Yeni bir elemanı tasarlarken yapılması gerekenler şunlardır:

- Elemanın yapısı ve devre modeli tasarlanır (Görsel 1.133).
- Elemanın giriş ve çıkış uçları belirlenir (4 giriş 2 çıkış).
- Elemanın +Vcc (+5 V) ile GND (0 V) besleme uçları belirlenir. Entegre tasarlanırken; +Vcc beslemesi entegrenin sol üst ucuna, GND beslemesi ise entegrenin sağ alt ucuna konur.
- Entegrenin PCB ayak pin bağlantısı seçilir (8 pinli).

Pinlere gelmesi gereken uçlar etiketlenir (Görsel 1.133).

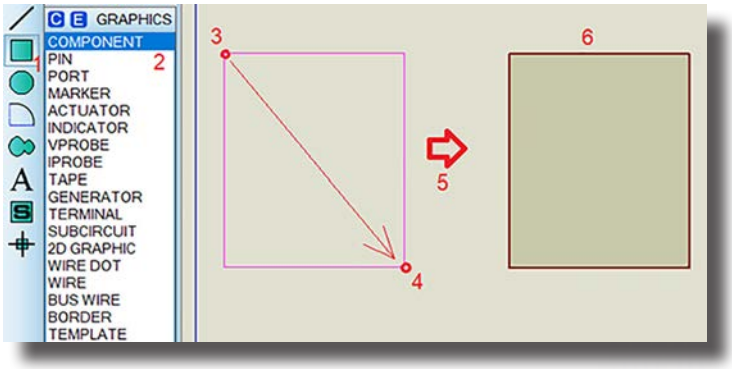


Görsel 1.133: Yeni bir entegre tasarımı ve entegre içerisindeki devre yapısı

Görsel 1.133'te iki adet BC237 transistör ile tasarlanmış ve uçları belirlenmiş bir entegre tasarımı görülmektedir. Bu entegre **TR-BC237** olarak isimlendirilmiştir.

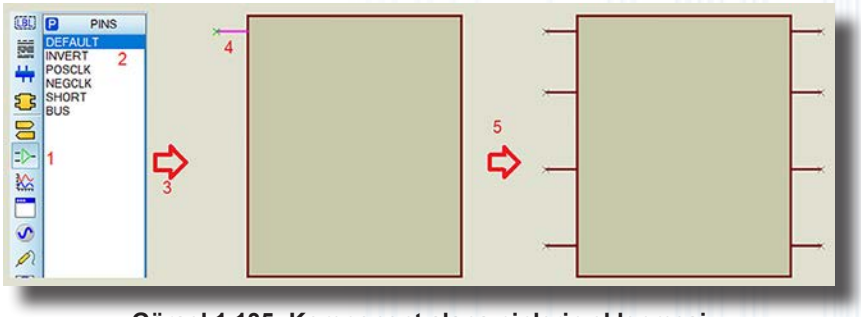
Elemanın tasarım aşamaları şunlardır:

- Yeni bir proje dosyası açılır.
- **2D Graphics** araç çubuğundan **2D Graphics Box Mode (** **)** düğmesine basılır.
- Kullanıcı kutusu kısmından **COMPONENT** seçeneği seçilir ve tasarım alanı üzerinde uygun ölçülerde bir dikdörtgen çizilir (Görsel 1.134).



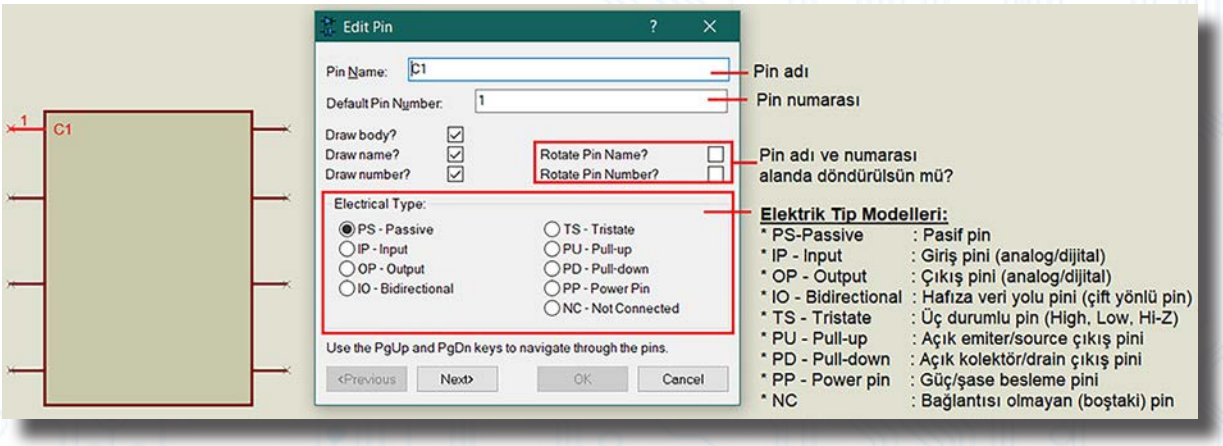
Görsel 1.134: 2D Graphics Box ile komponent oluşturulması

- **Gadgets** araç çubuğundan **Device Pins Mode (** **)** seçilir ve **DEFAULT** aktif edilir.
- Komponent, fareye basılı tutularak tasarım alanına sürüklenir.
- Pinler, komponent alanına tıklanarak çarpı uçlar dışarıda kalacak diğer uçlar komponent kenarına temas edecek şekilde alana yerleştirilir (Görsel 1.135).



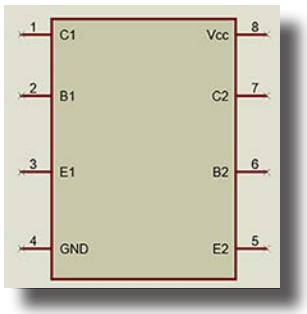
Görsel 1.135: Komponent alana pinlerin eklenmesi

Pinlerin yerleşimi tamamlandıktan sonra her bir pine isim ve numara verilir. Bunun için pinlere sırasıyla çift tıklanır ve ekrana Görsel 1.136'daki gibi Edit Pin penceresi gelir. Tıklanan pine isim, numara ve özellik (güç ya da çıkış) atanır. Aynı işlemler tüm pinlere uygulanır.

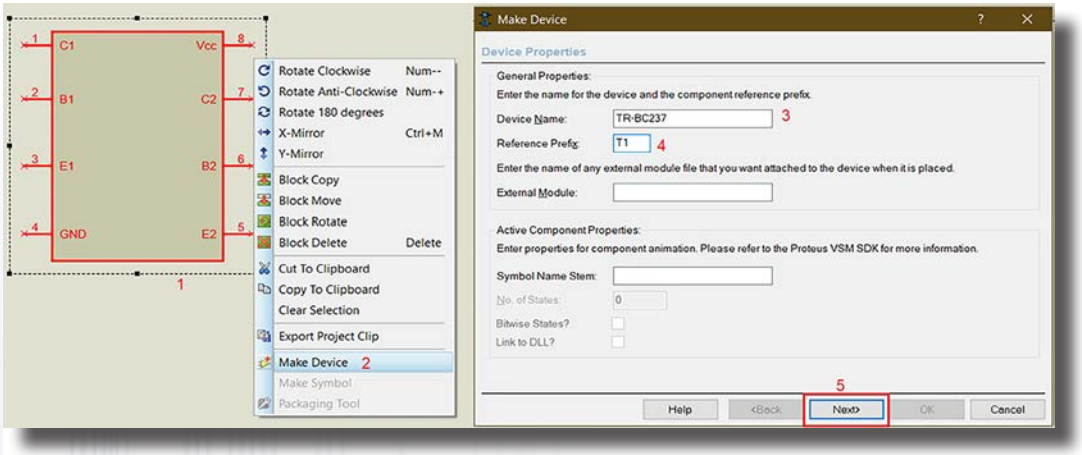


Görsel 1.136: Pin isim ve numaralarının yazılması

Bilgi Notu **Elektrik tip modelleri 4 ve 8 No.lu pinler için PP, diğerleri için PS olarak seçilmelidir. Ayrıca bir pine değili (A gibi) için verilecek isim, iki $ karakteri (A gibi) arasına yazılmalıdır.**

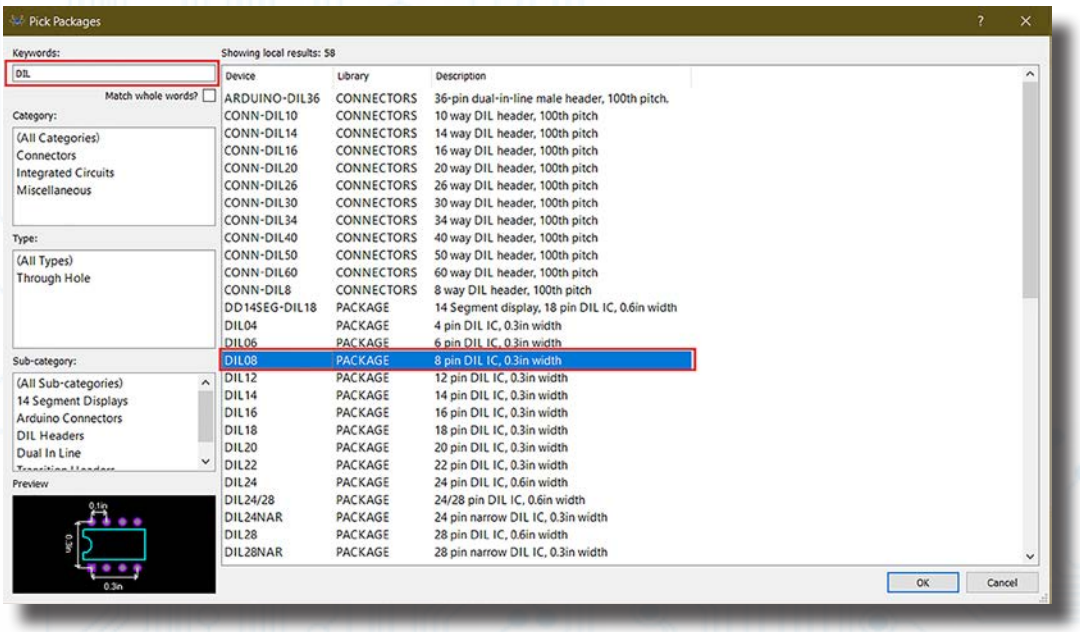


Görsel 1.137: Pinlerin tamamlanması

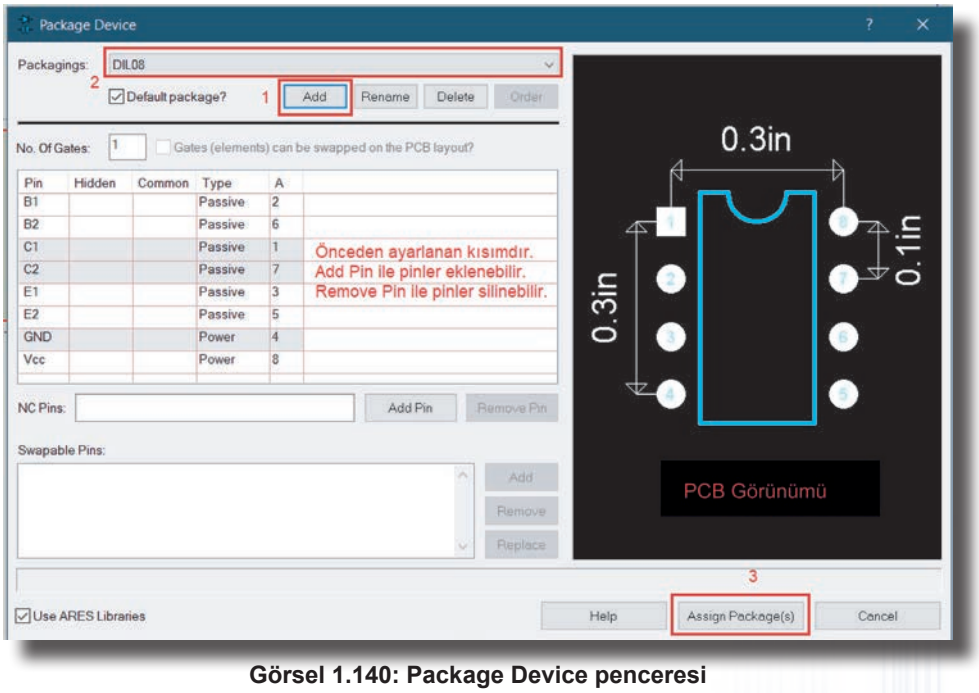


Görsel 1.138: Elemanın seçilmesi ve elemana isim tanımlanması

- Tasarım işlemi sonunda bütün elemanlar seçilerek bir blok oluşturulur (Görsel 1.138). Ardından sağ tıklanarak açılan pencereden **Make Device** seçeneğine tıklanır. Çıkan ekranda elemana **TR-BC237** ismi ve **T1** referansı verilir ve **Next** tuşuna basılır.
- Görsel 1.139'daki gibi PCB düzenleme penceresi gelir. Tasarım yeni olduğundan ekranda hiçbir malzeme görülmez. Bu nedenle örnek bir PCB atamak için **Add / Edit** butonuna basılır.
- Gelen ekranda PCB tanımlamaları yapılabilir, pinlerin durumu tekrar gözden geçirilebilir ve elemanın özellikleri değiştirilebilir.
- **Add** butonuna basılır. 8 pin eklemek için Keywords alanına **DIL** yazılır, gelen menü içerisinden **DIL08** seçilir ve **OK** butonu tıklanır (Görsel 1.139).
- Pinler önceden ayarlandığından çıkan alanda otomatik olarak tanımlanır. Pinlerin özelliklerinin değiştirilmesi gerekirse pinin üzerine sağ tıklanır ve değişikler yapılır.
- **Assign Package(s)** butonuna basılır (Görsel 1.139).

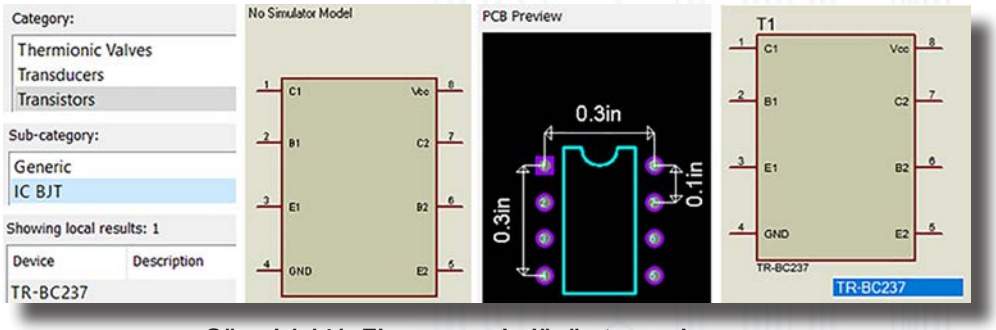


Görsel 1.139: PCB kılıf atanması işlemleri



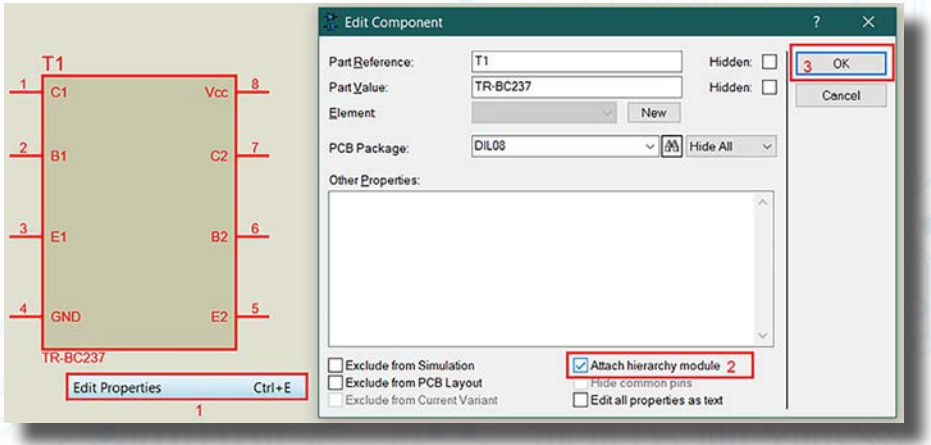
Görsel 1.140: Package Device penceresi

- **Next** tuşuna basılır ve çıkan ekranda PCB ile ilgili paket ayarlaması yapılır. Yeni tanımlamalar yapmak için **New** butonuna basılır ve özellikler eklenir.
- Ekleme yapılmayacaksa **Next** butonuna basılır.
- Açılan pencerede **data sheet** ile ilgili bilgi eklenmeyecekse **Next** ile devam edilir.
- Son aşamada kategori alanını gösteren pencere gelir.
- **Device Category** alanından **Transistors, Device Sub-category** alanından **New → IC BJT** oluşturularak oluşturulan kısım seçilir. **OK** butonuna basılarak işlemler tamamlanır (Görsel 1.141).



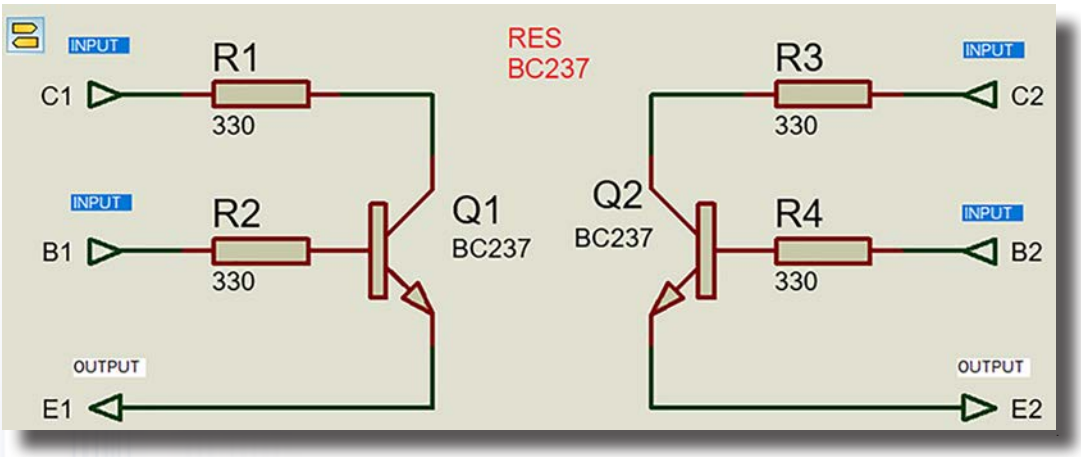
Görsel 1.141: Eleman sembolünün tamamlanması

- Eleman tasarımının tamamlanmasının ardından simülasyon modellemesi için alt kısmında devrenin tasarlanması ve entegre ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. İlk olarak tasarım alanına eleman eklenir ve elemanın üzerine sağ tıklanarak **Edit Properties** seçilir.
- Gelen ekranda **Attack hierarchy module** kutucuğu işaretlenir ve **OK** butonuna basılır (Görsel 1.142).



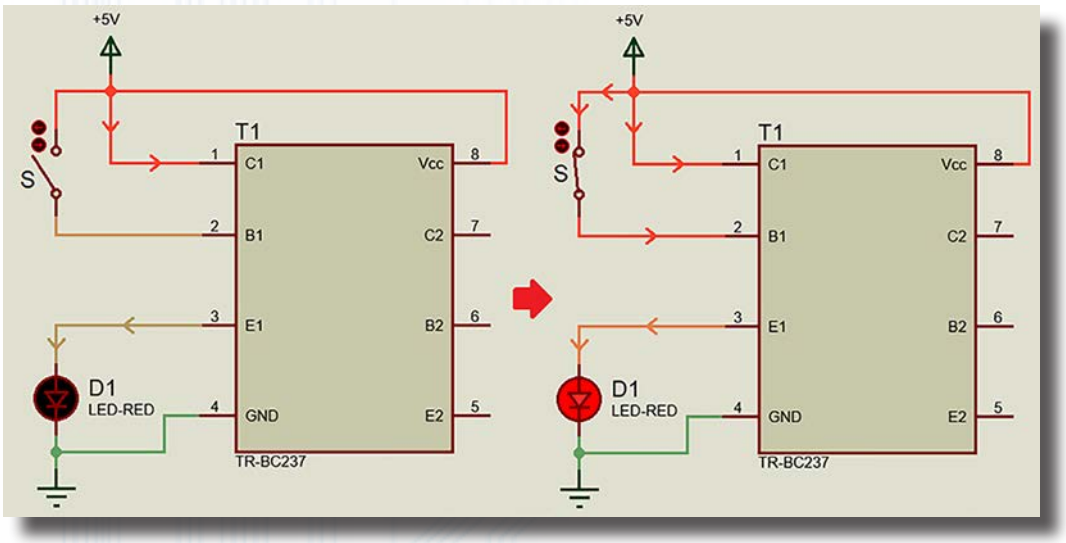
Görsel 1.142: Edit Properties penceresi ile ayarlama

- Elemana sağ tıklanır ve açılan pencereden **Goto Child Sheet** seçilir.
- Entegreye özel model oluşturma alanı ekrana gelir. Bu alanda Görsel 1.143'teki gibi devre çizimi yapılır ve devredeki uçlara terminal uçları bağlanır.
- Her bir terminal ucunun entegredeki ismi ile etiketlemesi yapılır.
- İşlemler tamamlandığında tasarım alanına sağ tıklanır ve Exit To Parent Sheet seçilir. Böylelikle modelleme işlemi tamamlanmış olur.



Görsel 1.143: Devrenin çizilmesi ve terminal bağlantılarının yapılması

- Ana entegre üzerinde örnek bir devre bağlantısı yapılır ve entegrenin çalışması test edilir. Görsel 1.144'te basit bir bağlantı şeması görülmektedir.



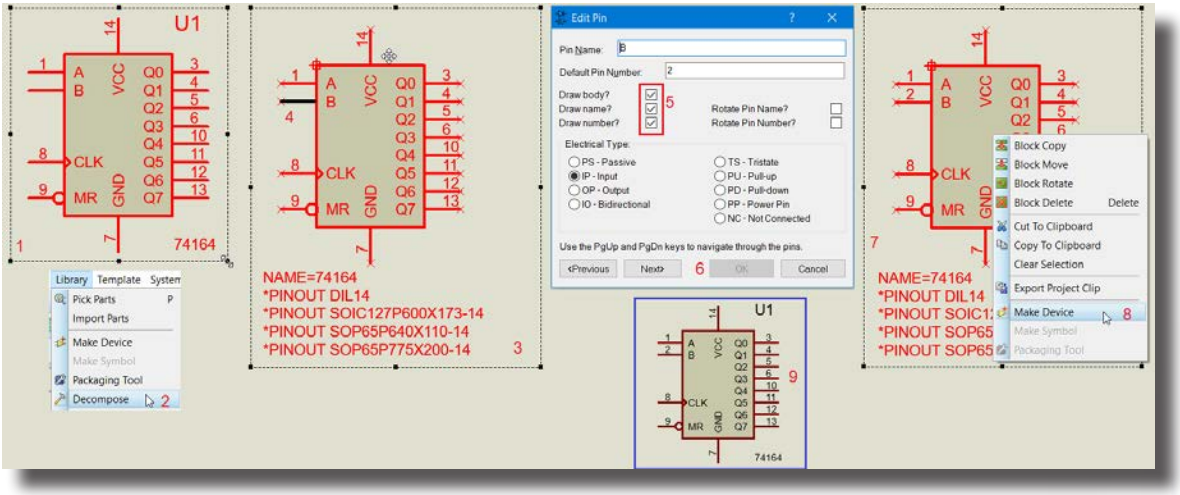
Görsel 1.144: Tasarlanan entegrenin örnek devre üzerinde test edilmesi

1.3.4. Simülasyon Yazılımında Eleman Pinlerinin Gösterilmesi

Kütüphanede birçok elemanın sembolü üzerinde besleme ve GND uçları görülmemektedir. Simülasyon programı, entegrenin içerisindeki besleme ve GND bağlantılarını otomatik olarak yaparak devreyi çalıştırır.

Besleme ve GND uçlarının entegre üzerinde görülmesi için yapılması gerekenler şunlardır:

- Kütüphaneden entegre **(74164)** seçilir ve tasarım alanına yerleştirilir.
- Eleman seçilir ve **Decompose** seçeneği ile bileşenlerine ayrılır. Böylelikle görünmeyen pinler görünür hâle gelir.
- Boş pinlere çift tıklanır ve çıkan ekranda **Draw body?**, **Draw name?** ve **Draw number** kutucukları işaretlenir, ardından **OK** butonuna basılır.
- Aynı işlem diğer uçlar için de yapılır.
- Eleman üzerinde önceden yerleştirilmiş pinlerin yerleşim düzeni yapılır ve bütün elemanlar seçilerek blok yapılır (Görsel 1.145).
- Blok alanına sağ tıklanır ve açılan pencereden **Make Device** seçilir.
- Bir önceki konuda anlatılan işlem adımları uygulanır.



Görsel 1.145: 74164 entegresinin pinlerinin görüntülenmesi

Bilgi Notu

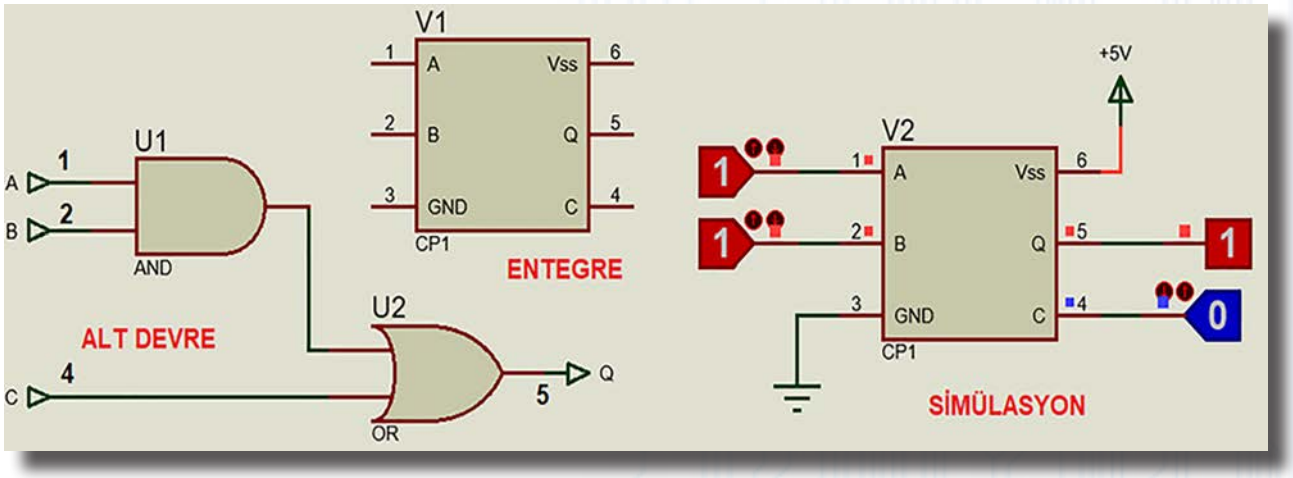
Entegre devre oluşturma işleminde Subcircuit Mode ( ) araç çubuğu kullanılır. Bu araç çubuğunun işlevi, komponent tasarımı ve bu tasarımın içerisine eleman yerleştirme işlemleri ile benzerlik gösterir. Genellikle belirli devreleri tek bir entegre tasarımı altında göstermek için kullanılır.

Sıra Sizde

Aşağıda verilen işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

19290

- 7432 entegresinin besleme pinlerini görünür hâle getiriniz ve entegreyi "7432a" olarak kaydediniz.
- 555 entegresinin pinlerini sıralı görülecek şekilde yeniden modelleyiniz ve entegreyi "555_1" olarak kaydediniz.
- Görsel 1.146'da verilen devreyi entegre içerisine modelleyiniz ve devresini LOGICSTATE ve LOGICPROBE kullanarak modelin çalışmasını test ediniz.



Görsel 1.146: Devre tasarımı ve entegre modellemesi

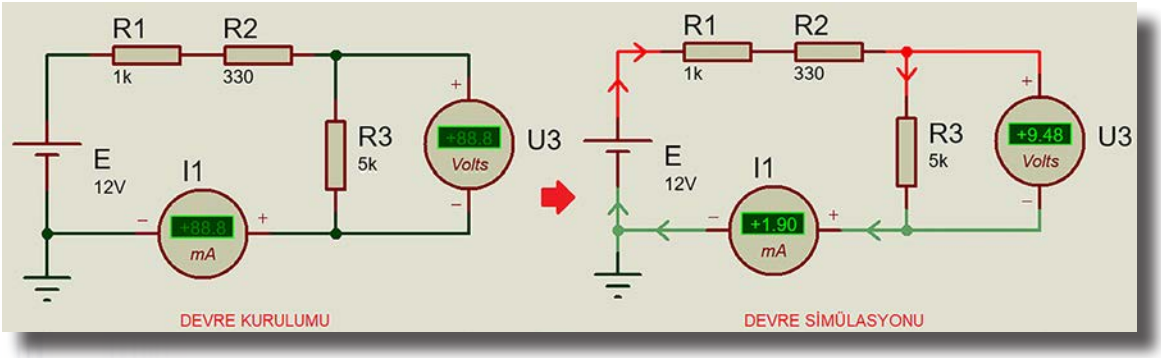
Bilgi Notu

Kimi uygulamalara yönelik elemanlar program kütüphanesinde bulunmayabilir. Program kütüphanesinde bulunmayan dosyalar internet ortamından bulunup programa eklenebilir. Bu işlem gerçekleştirilirken ilk olarak istenen ürünün library ve model dosyaları internet ortamında aratılır. Örneğin, microphone ve lm2576 gibi elemanlara ihtiyaç varsa arama motoruna "Program microphone library" yazılarak bu elemanlar aratılır. Bulunan zipli dosya indirilir. Bu zipli dosya açıldığında library klasöründe phone.idx ve phone.lib, model klasöründe ise phone.dll dosyası görülür. Bu dosyalar Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımının kurulduğu klasördeki library ve model klasörlerine kopyalanır. Ardından Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı çalıştırıldığında semboller kütüphanede görülür. Aynı şekilde arduino, arduino modülleri ve lm2576 için de arama yapılır. İnternet ortamında ürünün library dosyaları mevcut değil ise yazılım üzerinde bir eleman oluşturulması gerekmektedir.

1.4. SİMÜLASYON YAZILIMI UYGULAMALARI

1.4.1. Dirençli Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.147'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

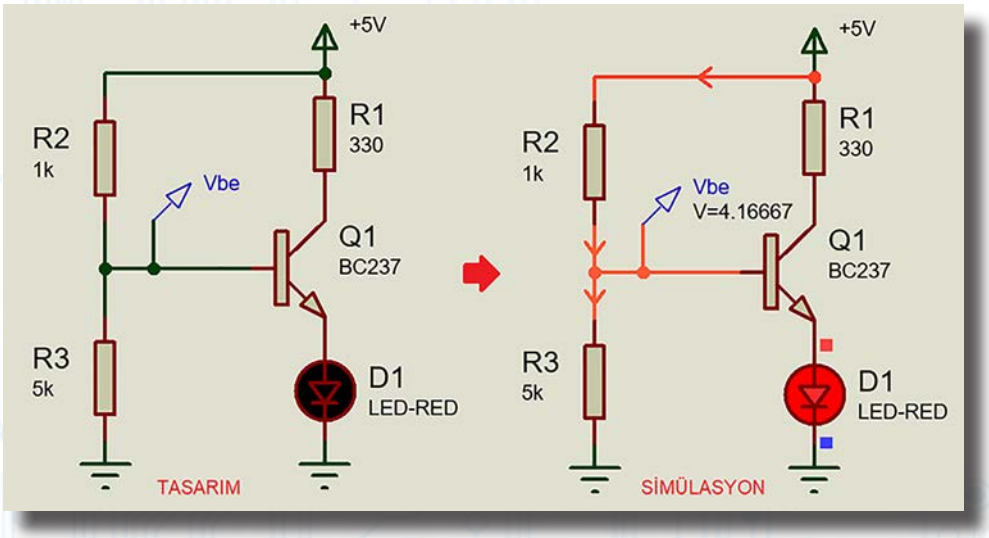


Görsel 1.147: Dirençli devre örneği

- **COMPONENT MODE (** **)** seçili iken açılan **DEVICE (P L DEVICES)** penceresinden **P** simgesine tıklanır. Açılan pencereden **CELL**, **RES** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir.
- Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Ölçü aletleri simgesine ( ) tıklanır. Açılan **INSTRUMENTS** alanından DC Ampermetre ve DC Voltmetre seçilerek alana uygun açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode (** **)** alanından **GROUND** seçilir, kaynağa paralel olacak şekilde alana yerleştirilir ve hat ile **GROUND** bağlantısı yapılır. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play (** **)** butonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.147).

1.4.2. Transistörlü Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.148'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.



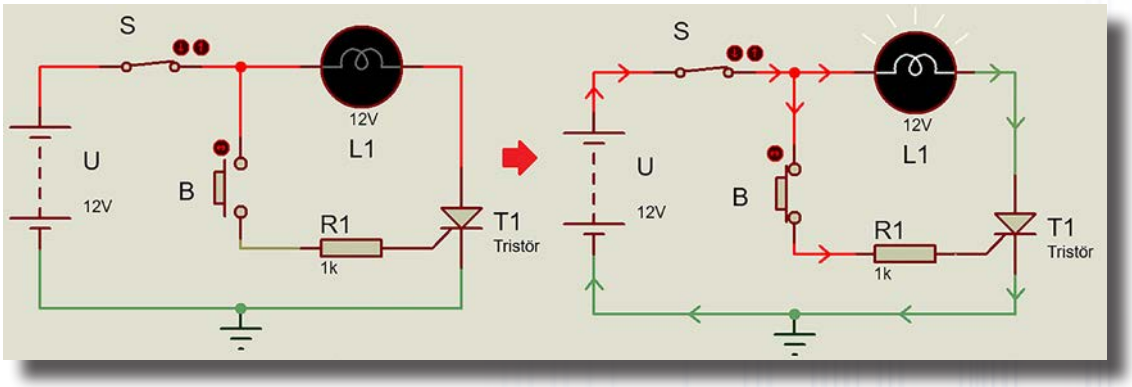
Görsel 1.148: Transistörlü devre örneği

- **COMPONENT MODE (** **)** seçili iken açılan **DEVICE (P L DEVICES)** penceresinden **P** simgesine tıklanır. Açılan pencereden **BC237**, **RES** ve **LED-RED** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.

- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlem bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları yapılır.
- **Terminals Mode (**) alanından **POWER** ve **GROUND** seçilir.
- **Probe mode (**) araç çubuğundan **Voltage Probe** seçilerek transistörün beyaz ucuna bağlanır ve "Vbe" olarak isimlendirilir. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play (**) butonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.148).

1.4.3. Tristörlü Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.149'da verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

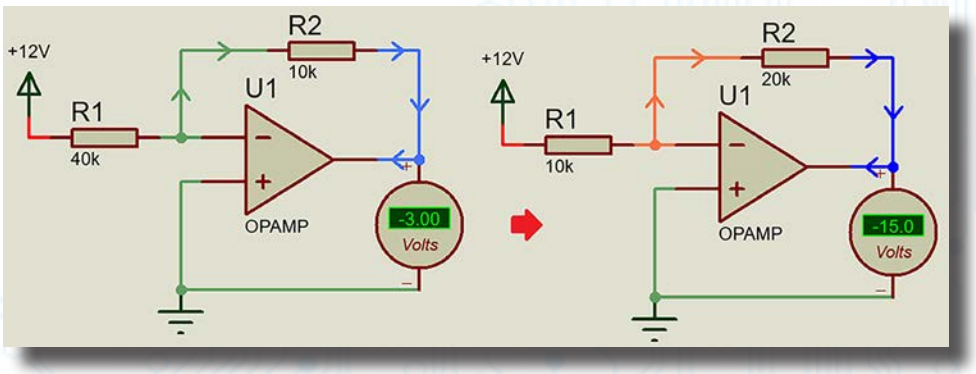


Görsel 1.149: Tristörlü devre örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **BATTERY**, **RES**, **THYRISTOR**, **LAMP**, **BUTTON** ve **SWITCH** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir.
- Elemanlar, tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlem bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları yapılır.
- **Terminals Mode (**) alanından **GROUND** seçilip alana yerleştirilir ve hat ile ground bağlantısı yapılır.
- Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play (**) butonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.149).

1.4.4. Opamplı Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.150'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.



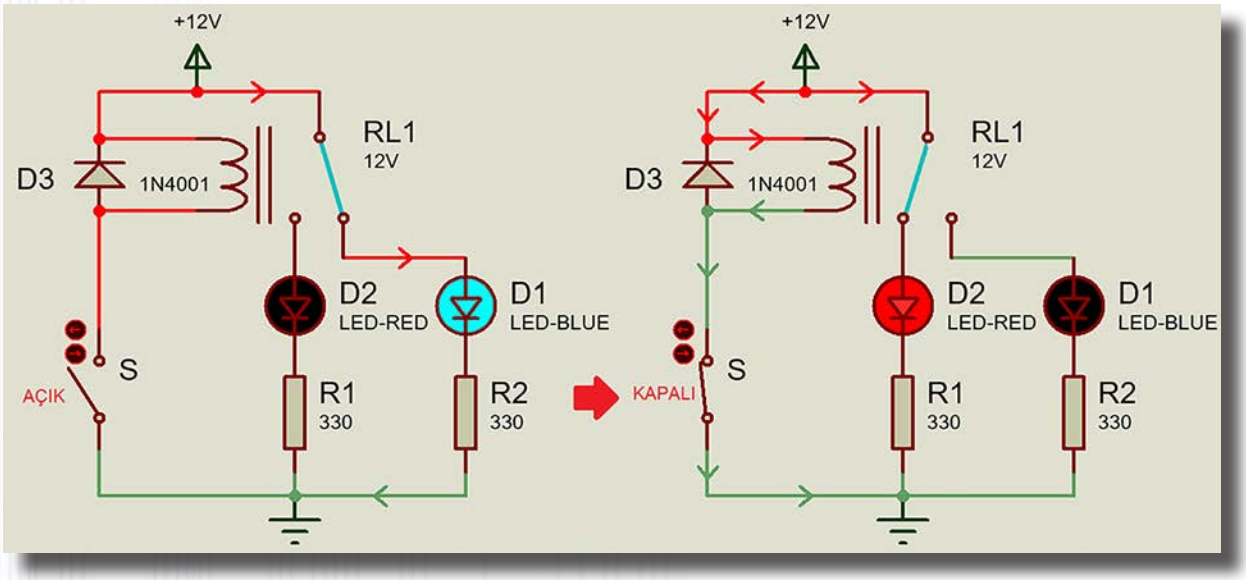
Görsel 1.150: Opamplı devre örneği

$$V_{çıkış} = -\frac{R_2}{R_1} . V_{giriş} = -\frac{10k}{40k} . 12 = -3\ Volt$$

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **OPAMP**, **RES** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir.
- Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Ölçü aleti ( ) **INSTRUMENTS** alanından seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode ( )** alanından **POWER** ve **GROUND** seçilir. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play ( )** butonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir.
- **Stop ( )** butonuna basılarak simülasyon durdurulur ve direnç değerleri değiştirilerek simülasyon tekrar yapılır (Görsel 1.150).

Bilgi Notu **Opamplarda çıkış gerilimi, giriş geriliminin ±1,25 katını aşamaz.**

1.4.5. Analog Devre Uygulamaları



Görsel 1.151: Röle devresi örneği

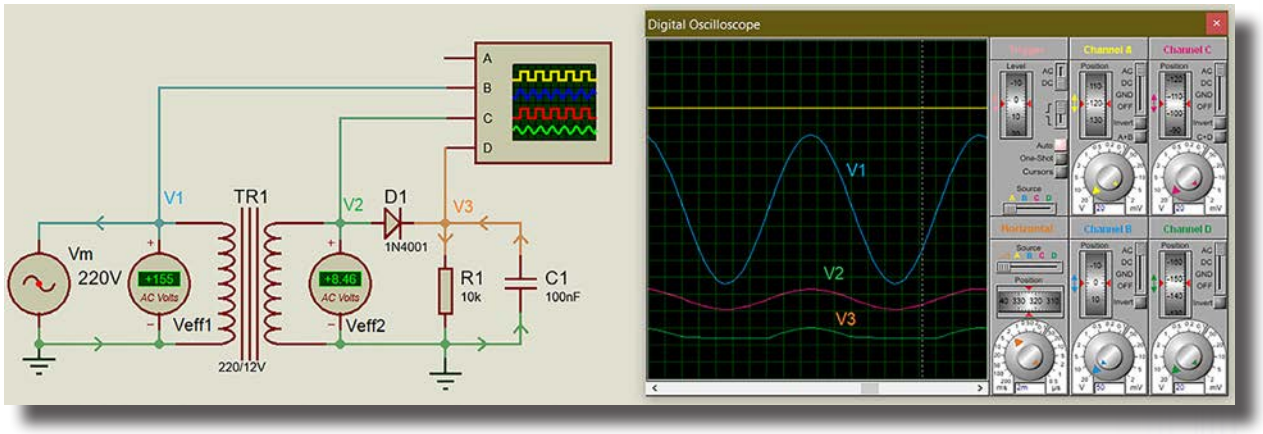
- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **SWITCH**, **RELAY**, **RES**, **1N4001**, **LED-RED** ve **LED-BLUE** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir.
- Elemanlar, tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode ( )** alanından **POWER** ve **GROUND** seçilir. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play ( )** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.151).

Örnek: Görsel 1.152'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

Transformatör için giriş ve çıkış gerilim ayarı yoktur. Bunun yerine bobin değeri bulunur. Bunun için;

$$\frac{\text{Primer Bobin İndüktans (H)}}{\text{Sekonder Bobin İndüktans (H)}} = \left(\frac{\text{Primer Gerilimi (V)}}{\text{Sekonder Gerilimi (V)}}\right)^2$$

Giriş gerilimi 220 V, çıkış gerilimi 12 V olan transformatör için $(220 / 12)^2 = 18{,}332^2 = 336{,}11$ kat dönüştürme oranı vardır. Yani **L1 = 336,11.L2** şeklindedir. Primer sargı alanına **336.11 H**, sekonder sargı alanına **1 H** olarak değer girilmelidir.

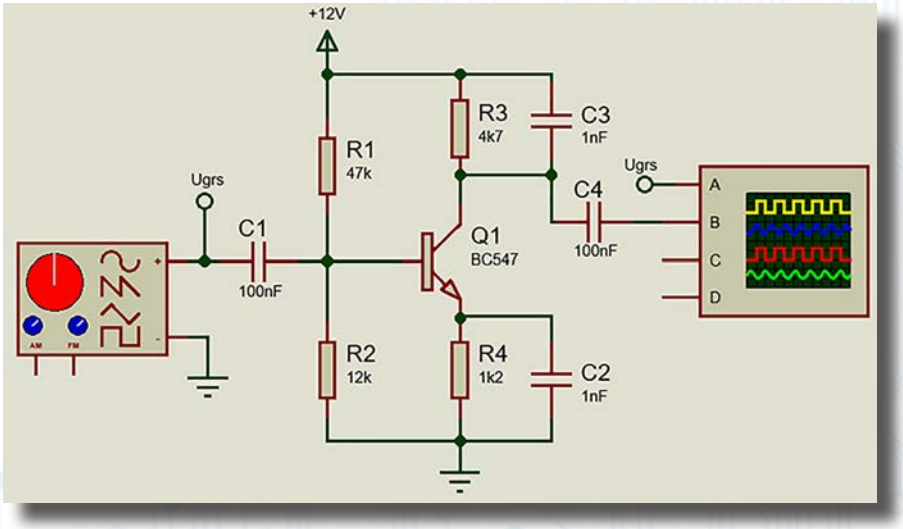


Görsel 1.152: Diyot ve transformatörlü devre örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **ALTERNATOR**, **TRAN-2P2S**, **1N4001**, **RES** ve **CAP** elemanları aranır ve elemanlar bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- **ALTERNATOR** simgesinin üzerine çift tıklanır. Açılan pencerede **amplitude değeri** 220V ve frequency değeri 50Hz olarak girilmelidir.
- Ölçü aleti ( ) **INSTRUMENTS** alanından **AC VOLTMETER** ve **OSCILLOSCOPE** seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır, **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlem bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode** ( ) alanından **GROUND** seçilir, kaynağa paralel olacak şekilde alana yerleştirilir ve hat ile bağlantı yapılır. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- Devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.152).
- Osiloskop ekranında dalga şekillerini yeterli büyüklükte görebilmek için önce A ve B kanallarının genlik değerleri, Volt / div komitatörleri çevrilerek uygun kademeye getirilir. Ardından sinyali net görebilmek için Time / div komitatörü uygun kademeye getirilir. Gerekiyor ise Volt / div ve Time / div komitatörleri, sinyaller ekranda net görülene kadar ayarlanır (Görsel 1.152).

1.4.6. Ölçü Aletleri Uygulamaları

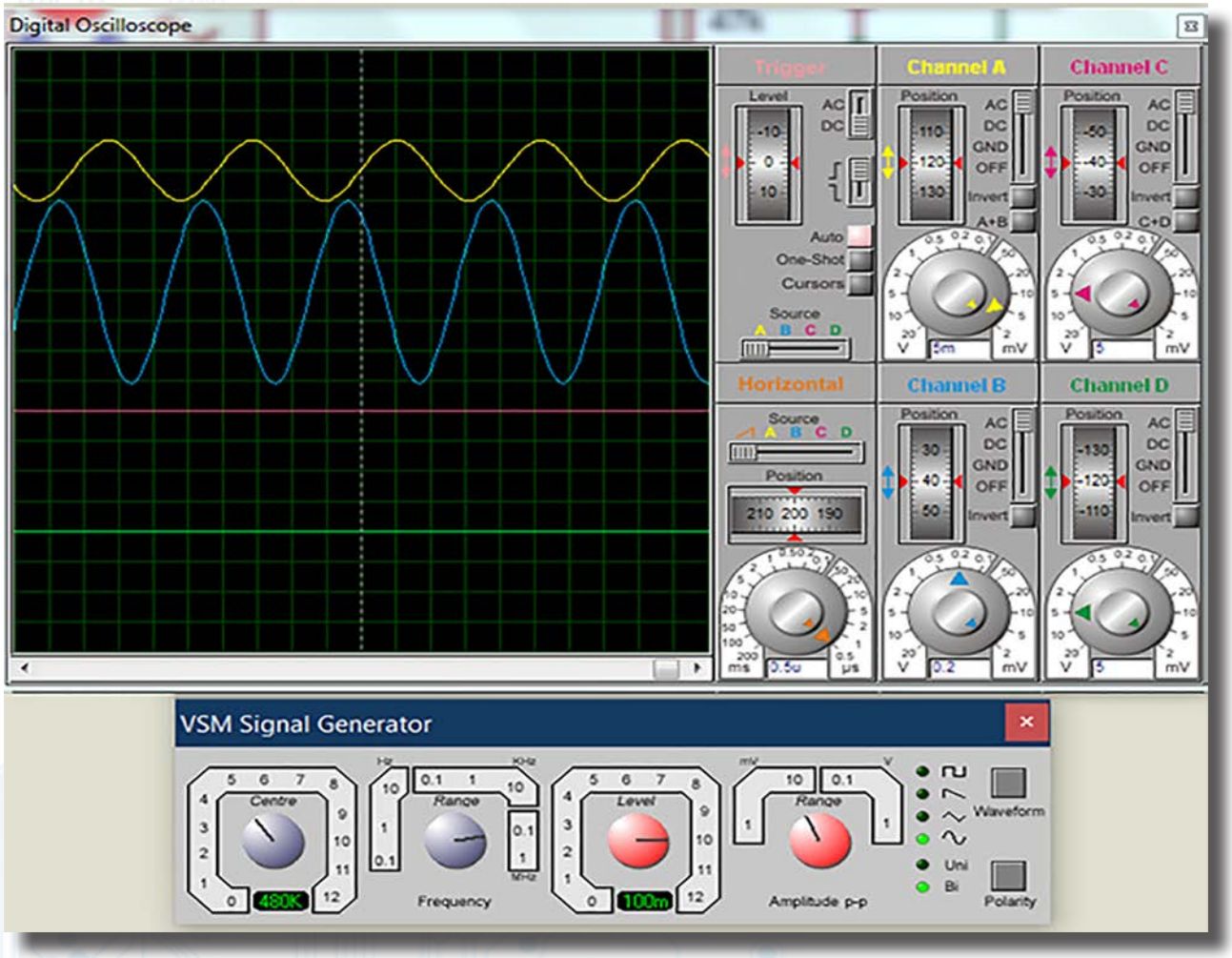
Örnek: Görsel 1.154'te verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.



Görsel 1.153: Emiteri şase yükselteç devresi

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **CAP**, **RES** ve **BC547** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.

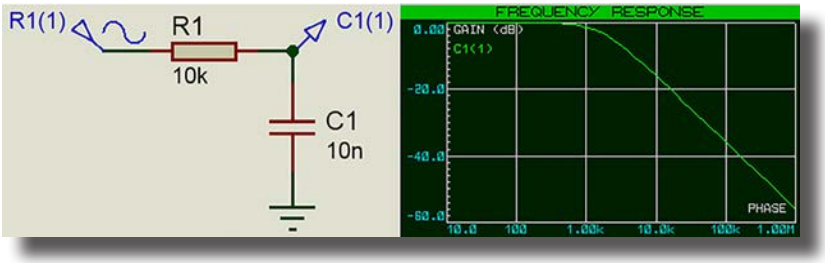
- **Terminals Mode** alanından **DEFAULT**, **POWER** ve **GROUND** seçilir. Seçilen elemanların bağlantıları yapılır. DEFAULT, sanal bağlantı demektir. Yolları çizmeden isimleri aynı olan bağlantıları birleşmiş gibi kabul eder.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler devre şemasındaki değerlere göre girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- Ölçü aleti ( ) **INSTRUMENTS** alanından **SIGNAL GENERATOR** ve **OSCILLOSCOPE** seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilir.
- Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** elemanı seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- Devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir (Görsel 1.154).
- Açılan **SIGNAL GENERATOR** ve **OSCILLOSCOPE** elemanları ekranda uygun yerlere yerleştirilir.
- **SIGNAL GENERATOR**'ün **Waveform** düğmesine basılarak uygulanacak sinyalin tipi seçilir.
- **SIGNAL GENERATOR**'ün **Frequency** frekans değeri 480KHz, **Amplitude** gerilim değeri 10mV olacak şekilde tepeden tepeye ayarlanır. Frekans için **Frequency** yazısının üzerindeki Range komitatörü ile çarpan değeri, solundaki Centre komitatörü ile ince ayar değeri ayarlanır. 480KHz değeri elde edilir. Gerilimin tepeden tepeye değeri için **Amplitude** yazısının üzerindeki **Range** komitatörü ile çarpan değeri, solundaki **Level** komitatörü ile ince ayar değeri ayarlanır. 10mV değeri elde edilir (Görsel 1.154).



Görsel 1.154: Osiloskoptan sinyallerin ölçülmesi

- Osiloskop ekranında dalga şekillerini yeterli büyüklükte görebilmek için önce A ve B kanallarının genlik değerleri, Volt / div komitatörleri çevrilerek ayarlanır. Ardından sinyalin net görülebilmesi için Time / div komitatörü uygun kademeye getirilir. Gerekiyor ise Volt / div ve Time / div komitatörleri sinyaller ekranda net görülene kadar ayarlanır.
- Giriş sinyali ile çıkış sinyali arasında faz farkı olup olmadığı kontrol edilir.
- Giriş sinyalinin çıkışta kaç kat yükseltildiğine dikkat edilmelidir.

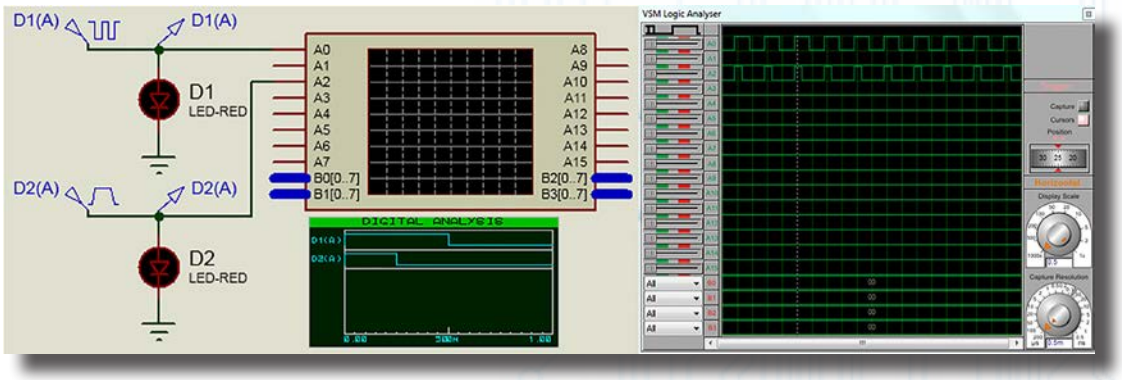
Örnek: Görsel 1.155'te verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız..



Görsel 1.155: Alçak frekansların geçişine izin veren filtre devresi örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **CAP** ve **RES** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır. Açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler devre şemasındaki değerlere göre girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode** alanından **GROUND** seçilir ve bağlantıları yapılır.
- **Probe mode (** **)** araç çubuğundan **Voltage Probe** seçilerek kondansatörün üst ucuna bağlanır ve C1(1) olarak isimlenir.
- **Generator Mode (** **)** alanından **SINE** seçilir. R1 direncinin girişine bağlanır ve **R1(1)** olarak isimlenir. **SINE** simgesine sağ tıklanır ve **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Amplitude** bölümüne 5V, **Frequency** bölümüne 1MHz değeri girilir.
- **Graph mode** seçeneği içinden uygun bir grafik **Frequency** seçilir ve seçilen grafik ekrana yerleştirilir.
- Grafik üzerine sağ tıklanır. Açılan pencereden **Add Traces**… seçilir.
- Açılan yeni pencerede; **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri **C1(1)** girilir.
- Grafik ekranına sağ tıklanarak açılan pencereden **Simülate Graph** seçilir. Simülasyon olarak grafik izlenir (Görsel 1.155).
- Giriş sinyalinden 5V genlikli 1MHz sinyal uygulandığı ve devrenin çıkışında belirli bir frekansın üzerindeki sinyallerin durdurulduğu gözlemlenmelidir.

Örnek: Görsel 1.156'da verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

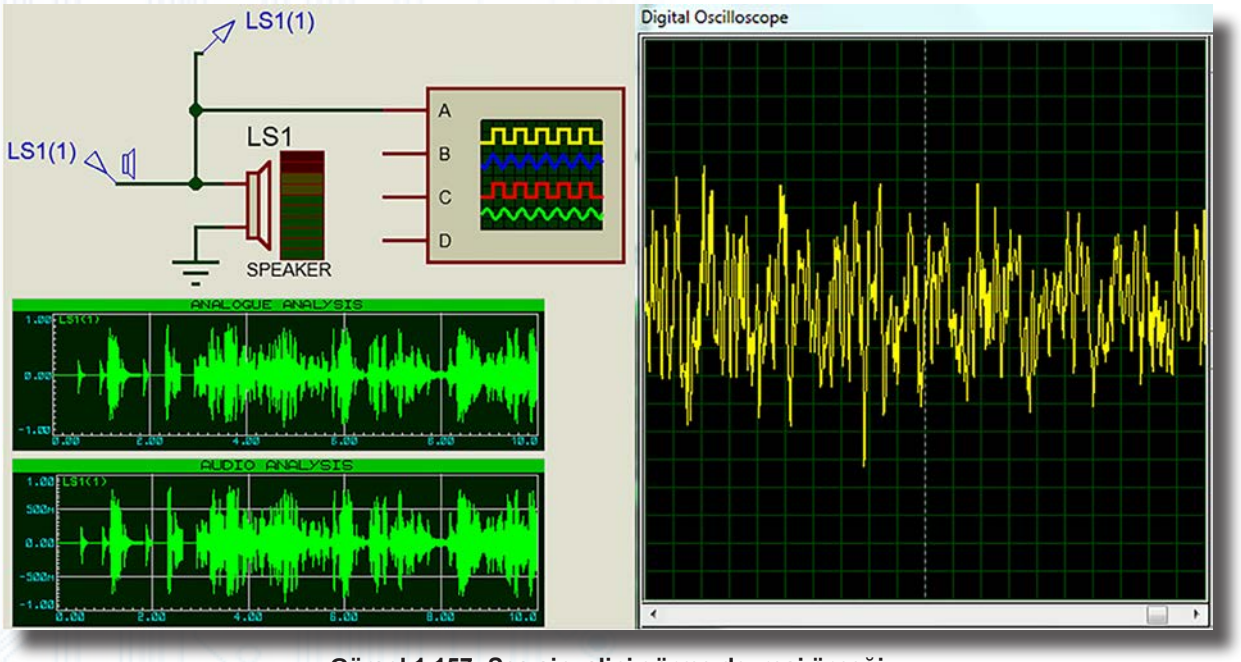


Görsel 1.156: PWM sinyalini görme devresi örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **LED RED** elemanı bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir (Görsel 1.156).
- Terminals Mode alanından **GROUND** seçilir. Bağlantıları yapılır.
- **Generator Mode (** **)** alanından **DCLOCK** seçilir. D1 LED diyodunun girişine bağlanır ve **D1(A)** olarak isimlenir. **DCLOCK** simgesine sağ tıklanır ve açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Clock Type (** High-Low-High Clock **)** işaretlenir. **Frequency** değeri 1(Hz) olarak girilir.
- **Generator Mode (** **)** alanından **PULSE** seçilir. D2 LED diyodunun girişine bağlanır ve D2(A) olarak isimlenir. PULSE simgesine sağ tıklanır ve açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek **pulsed voltage** 5V, **pulse width-pwm** oranı %25 ve **Frequency** değeri 1(Hz) olarak girilir.
- **Probe mode (** **)** araç çubuğundan **Voltage Probe** seçilerek D1 ve D2 LED diyodun üst ucuna bağlanır ve **D1(A)**, **D2(A)** olarak isimlenir.

- Ölçü aleti ( ), **INSTRUMENTS** alanından **Logic Analyser** seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilip A0 ve A2 kanallarının bağlantıları yapılır.
- **Play (** **)** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir.
- **Logic Analyseri**, ekranda devrenin görüleceği yere alınır. **Capture** kapalı iken **Display Scale** ve "capter resolution" en sola alınır. **Capture** ikonuna basılıp ikon tekrar sönene kadar beklenir. Ekranda uygulanan kare dalga sinyallerin farkı gözlenir. Aynı zamanda LED diyotların yanış zamanlarının bu sinyaller ile uyumlu olup olmadığı da gözlenir.
- **Stop (** **)** ikonuna basılarak simülasyon durdurulur. **PULSE pwm** yüzdesi **%75 olarak** değiştirilip simülasyon tekrar çalıştırılır.
- Bu esnada **DCLOCK**'ta sinyalinin sadece frekansının arttırabileceği, **PULSE**'da ise sinyalin hem genliğinin hem de kare dalganın 1'de kalma zamanının (PWM) değiştirebileceği gözlemlenebilir. Aynı sinyaller **DIGITAL ANALYSIS** ekranında da gözlemlenebilir.
- **Graph mode** seçeneği içinden uygun bir grafik **DIGITAL** seçilir ve ekrana yerleştirilir.
- Grafik üzerine sağ tıklanır ve **Add Traces**… seçilir. Açılan pencereden; **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri **D1(A)** girilir.
- Grafik üzerine tekrar sağ tıklanır ve **Add Traces**… seçilir. Açılan pencereden; **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri **D2(A)** girilir.
- Grafik ekranına sağ tuş ile tıklanarak **Simülate Graph** seçilir. Grafik, simülasyon olarak izlenir. İki sinyal arasındaki fark ekrandan tekrar gözlemlenebilir.

Örnek: Görsel 1.157'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

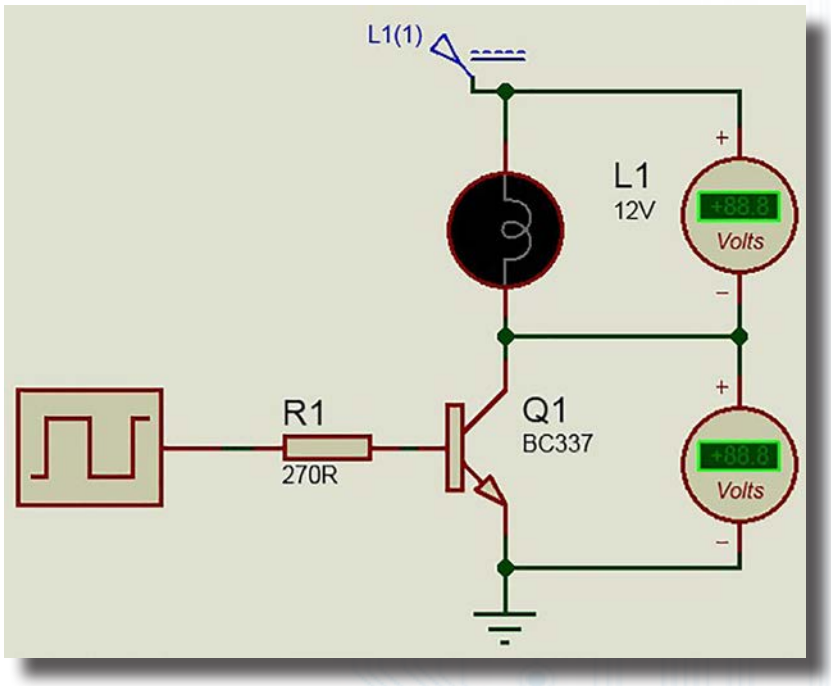


Görsel 1.157: Ses sinyalini görme devresi örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **SPEAKER** elemanı bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Eleman tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir (Görsel 1.157).
- **Terminals Mode** alanından **GROUND** seçilir. Bağlantıları yapılır.
- **Generator Mode (** **)** alanından **AUDIO** seçilir. Hoparlörün girişine bağlanır ve **LS1(1)** olarak isimlenir. **AUDIO** simgesine sağ tıklanır ve **Edit Properties** seçeneğine girilerek **WAV Audio File** kısmına daha önce bilgisayarda olan ***.wav** uzantılı ses dosyası eklenir.
- **Probe mode (** **)** araç çubuğundan **Voltage Probe** seçilerek **Speaker**'ın üst ucuna bağlanır ve **LS1(1)** olarak isimlenir.
- Ölçü aleti ( ) **INSTRUMENTS** alanından **OSCILLOSCOPE** seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilip bağlantıları yapılır.
- **Play (** **)** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir.

- **Time / dive** ve **Volt / dive** komitatörleri ayarlanarak ses sinyalinin incelemeleri yapılır.
- **Stop (■)** ikonuna basılarak simülasyon durdurulur.
- **Graph mode** seçeneği içinden uygun bir grafik **ANALOGUE** seçilir ve ekrana yerleştirilir.
- Grafik üzerine sağ tıklanır ve **Add Traces**… seçilir. Açılan pencereden **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri **LS1(1)** girilir.
- **ANALOGUE** ekranına sağ tıklanır ve **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Stop Time** seçeneğine 10 değeri girilir.
- Grafik ekranına sağ tıklanarak Simülate Graph seçilir. Grafik simülasyonu izlenir.
- **Graph mode** seçeneği içinden uygun bir grafik **AUDIO** seçilir ve ekrana yerleştirilir.
- Grafik üzerine sağ tıklanır ve **Add Traces**… seçilir. Açılan pencereden; **Name** kutusuna grafik adı, **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri **LS1(1)** girilir.
- **AUDIO** ekranına sağ tıklanır ve **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Stop Time** seçeneğine 10 değeri girilir.
- Grafik ekranına sağ tıklanarak **Simülate Graph** seçilir. Grafik simülasyonu izlenir.

Örnek: Görsel 1.158'de verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.

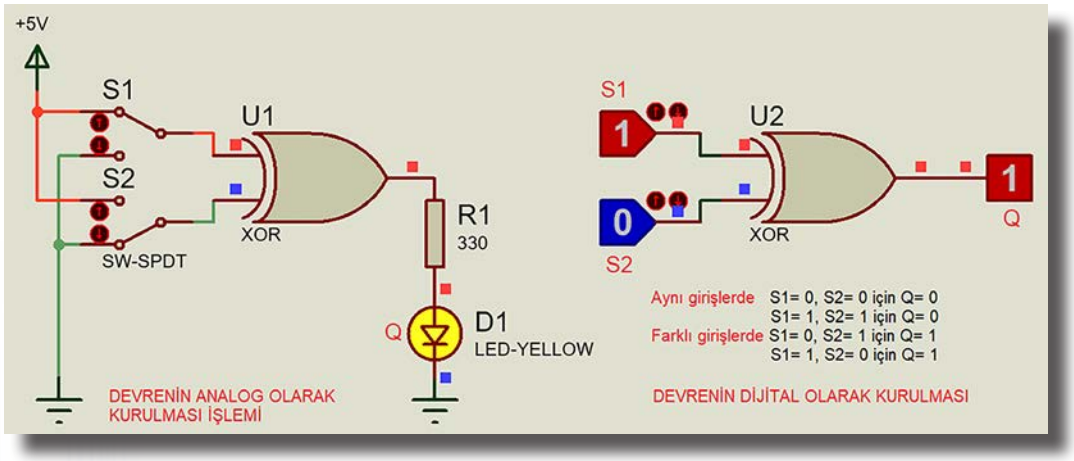


Görsel 1.158:Transistörlü devre örneği

- Malzeme (⇉) (P) kutusundan **CLOCK**, **LAMP**, **BC337** ve **RES** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir.
- Elemanlar tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Ölçü aleti (), **INSTRUMENTS** alanından seçilir ve alana uygun açılarda yerleştirilir.
- **Terminals Mode ()** alanından **GROUND** seçilir.
- **Generator Mode ()** alanından **DC** seçilir. Lambanın üst ucuna bağlanır ve **L1(1)** olarak isimlenir. **DC** simgesine sağ tıklanır ve açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Voltage** değeri **12V** olarak girilir.
- CLOCK simgesine sağ tıklanır ve açılan pencereden **Edit Properties** seçeneğine girilerek **Clock frequency** değeri 1Hz olarak girilir.
- Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir. Devre bağlantıları kontrol edilir.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play (▶)** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve simülasyon üzerinde devrenin çalışması kontrol edilir.
- **Stop (■)** ikonuna basılarak simülasyon durdurulur (Görsel 1.158).

1.4.7. Lojik Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.159'da verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.



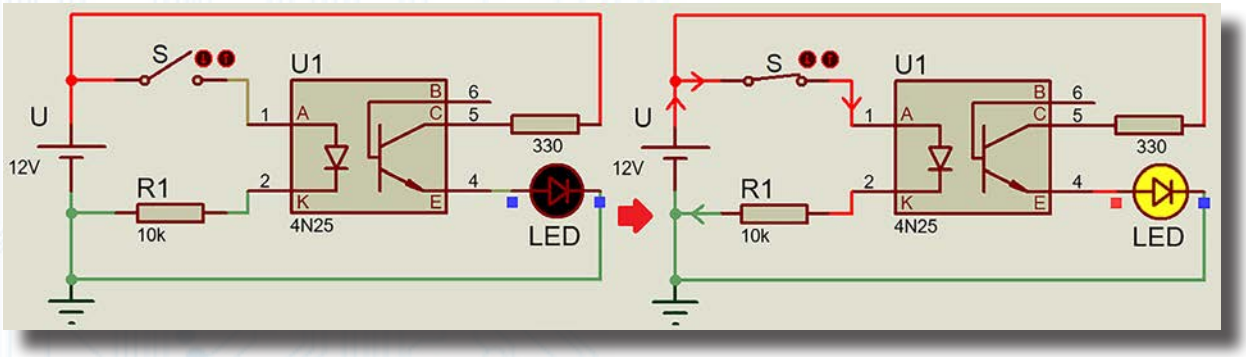
Görsel 1.159: Lojik devre örneği

Görsel 1.159'da XOR kapısı ile kurulmuş iki farklı şekildeki tek tipli devre görülmektedir. Analog devrede anahtar ve LED kullanılarak çıkış sinyali elde edilmiştir. Dijital devrede girişteki lojik sinyaller çıkıştan doğrudan okunmaktadır. Analog devrede "0" değeri için topraklama kısmına bağlanması gerekir.

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **CELL**, **SW-SPDT**, **LED-YELLOW**, **RES**, **XOR**, **LOGICPROBE**, **LOGICSTATE** ve **POWER** elemanları bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar, tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- **System** menüsünden **Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- **Play ( )** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve çalışma kontrol edilir (Görsel 1.159).
- S1 ve S2 isimli anahtar ve LOGICSTATE'lerin üzerindeki düğmelere basılarak giriş değerleri değiştirilir.
- Devre şemalarının çıkışına bağlanan LED diyot ve logicprobe durumları gözlemlenir.
- **Stop ( )** ikonuna basılarak simülasyon durdurulur (Görsel 1.159).

1.4.8. Entegre Devre Uygulaması

Örnek: Görsel 1.160'ta verilen devreyi tasarım alanında kurarak çalıştırınız.



Görsel 1.160: Optokuplör devresi örneği

- Malzeme ( ) ( ) kutusundan **CELL**, **RES**, **4N25**, **LED-YELLOW** ve **SWITCH** elemanları aranır ve elemanlar bulunarak eleman kutusuna yerleştirilir. Elemanlar, tasarım alanına belirli açılarda yerleştirilir.
- Elemana sağ tıklanır, **Edit Properties** seçeneğine girilerek gerekli isimlendirmeler yapılır ve değerler girilir. Bu işlemler bütün elemanlar için uygulanır. Elemanlar arasında kablo bağlantıları gerçekleştirilir.
- **Terminals Mode** alanından **GROUND** seçilir, kaynağa paralel olacak şekilde alana yerleştirilir ve hat ile bağlantısı yapılır. Devre bağlantılarının kontrolü yapılır.
- **System→Animation Options** seçilir ve akım ile gerilim kutucukları işaretlenir.
- Devre simülasyonu çalıştırılır ve çalışma kontrol edilir (Görsel 1.160).

1.4.9. Mikrodenetleyici Uygulamaları

Elektronik devre uygulamaları içerisinde mikrodenetleyiciler sıklıkla kullanılır. PIC, ATMEL, ARDUINO vb. birçok ürün modeli mevcuttur. Diğer elektronik devrelerinden farklı olarak devreler, içerilerine kod yüklenmesi ile çalışmaktadır.

Uygun bir programlama dilinde tasarlanan yazılım (C+ vb.) uygun derleyiciler üzerinden *.**hex** koduna dönüştürülür ve mikrodenetleyicilere yüklenir. Simülasyon programı içerisinde **VSM Studio** kısmında bu derleme işlemi de yapılabilmektedir. Devreler, programda tasarlanır ve text dosyasında kaydedilen *.**hex** dosyası özellikler içerisinden mikrodenetleyicilere yüklenir. **Play** ikonuna basılarak devre simülasyonu çalıştırılır ve çalışma kontrol edilir.

Örnek: Görsel 1.161'de verilen LED Yakıp Söndürme Devresini simülasyon ortamında çalıştırınız (RES, LEDRED, ARDUINO NANO, BATTERY).

Tablo 1.56: LED Yakıp Söndürme Devresinin C ve Hex Kodları

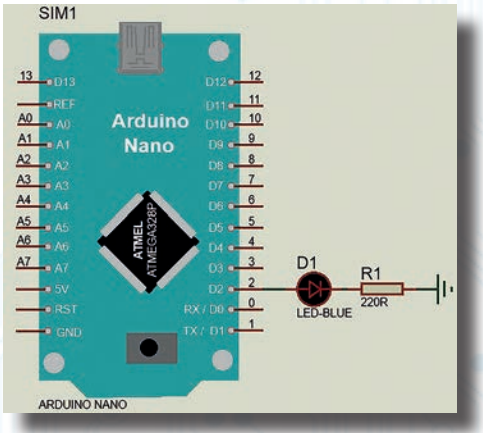
C Kodu (ledyanson.c)

```
const byte LED=2;
void setup() {
  pinMode(LED, OUTPUT);
}
```

```
void loop() {
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(1000); }
```

Hex Kodu (ledyanson.h)

```
:100000000C945C000C946E000C946E000C946E00CA
:100010000C946E000C946E000C946E000C946E00A8
:100020000C946E000C946E000C946E000C946E0098
:100030000C946E000C946E000C946E000C946E0088
:100040000C9413010C946E000C946E000C946E00D2
:100050000C946E000C946E000C946E000C946E0068
:100060000C946E000C946E0000000000002400270029
:100070002A000000000250028002B0004040404CE
:10008000404040402020202020203030303030342
:1009000010204081020408001020408102001021F
:1000A000040810200000000800020100000030407FB
:1000B000000000000000000011241FBECFEFD8E0B8
:1000C000DEBFCDBF21E0A0E0B1E001C01D92A930AC
:1000D000B207E1F70E945D010C94CC010C94000082
:1000E000E4EAF0E02491E0E9F0E09491ECE7F0E05C
:1000F000E491EE23C9F0222339F0233001F1A8F472
:10010000213019F1223029F1F0E0EE0FFF1FEE58F7
:10011000FF4FA591B4912FB7F894EC91811126C0AF
:1001200090959E239C932FBF08952730A9F02830E7
:10013000C9F0243049F7209180002F7D03C0209121
:1001400080002F7720938000DFCF24B52F7724BD48
:10015000DBCF24B52F7DFBCF2091B0002F772093EC
:10016000B000D2CF2091B0002F7DF9CF9E2BDACFF7
:100170003FB7F894809105019091060 1A091070185
:10018000B091080126B5A89B05C02F3F19F0019634
:10019000A11DB11D3FBFBA2FA92F982F8827BC01E1
:1001A000CD01620F711D811D911D42E0660F771F09
:1001B000881F991F4A95D1F708958F929F92AF9209
:1001C000BF92CF92DF92EF92FF920E94B8004B0154
:1001D0005C0188EEC82E83E0D82EE12CF12C0E9421
:1001E000B800681979098A099B09683E734081053E
:1001F0009105A8F321E0C21AD108E108F10888EEC0
:10020000880E83E0981EA11CB11CC114D104E10426
:10021000F10429F7FF90EF90DF90CF90BF90AF905F
:100220009F908F9008951F920F920FB60F921124F6
:100230002F933F938F939F93AF93BF93809101012F
:1002400090910201A0910301B0910401309100014D
:1002500023E0230F2D3758F50196A11DB11D2093E2
:1002600000018093010190930201A0930301B093D8
:1002700004018091050190910601A0910701B091C0
:1002800008010196A11DB11D8093050190930601FF
:10029000A0930701B0930801BF91AF919F918F91F7
:1002A0003F912F910F900FBE0F901F90189526E849
:1002B000230F0296A11DB11DD2CF789484B5826020
:1002C00084BD84B5816084BD85B5826085BD85B5FA
:1002D000816085BD80916E00816080936E00109278
:1002E000810080918100826080938100809181 00F3
:1002F000816080938100809180008160809380 0084
:10300008091B10084608093B1008091B0008160E1
:1031000809 3B00080917A00846080937A0080910D
:100320007A00826080937A0080917A008160809365
:100330007A0080917A00806880937A001092C100E0
:10034000E0E9F0E02491ECE7F0E08491882399F073
:1003500090E0880F991FFC01E859FF4FA591B491D7
:10036000FC01EE58FF4F859194918FB7F894EC9172
:10037000E22BEC938FBFC0E0D0E081E00E947000E0
:10038000 0E94DD0080E00E9470000E94DD00209746
:0C039000A1F30E940000F1CFF894FFCF11
:00000001FF
```



Görsel 1.161: ARDUINO NANO ile yapılan LED yakıp söndürme devresi

Örnek: Görsel 1.162'de verilen ARDUINO UNO devresini simülasyon ortamında çalıştırınız.

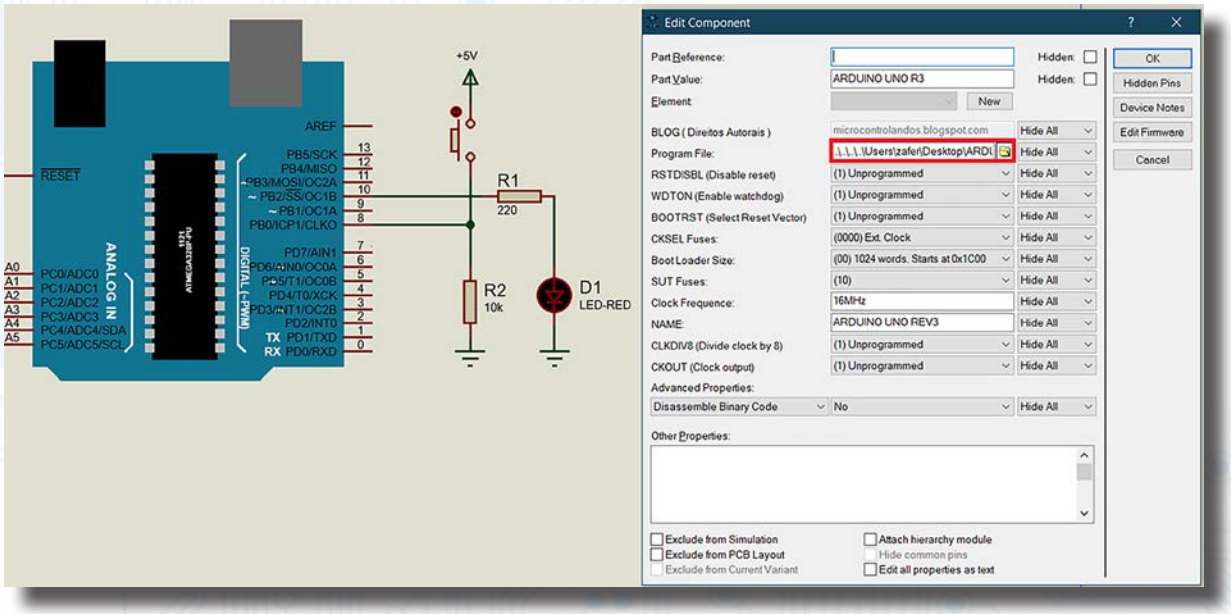
Tablo 1.57: ARDUINO UNO Devresinin C Kodu

C Kodu (ARDUINO.c)

```
#define Buton 8
#define Led 10
void setup()
{
  pinMode(Buton, INPUT);
  pinMode(Led, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if (digitalRead(Buton) == 1)
  digitalWrite(Led,HIGH);
  else
  digitalWrite(Led,LOW);
}
```

Hex Kodu (ARDUINO.hex)

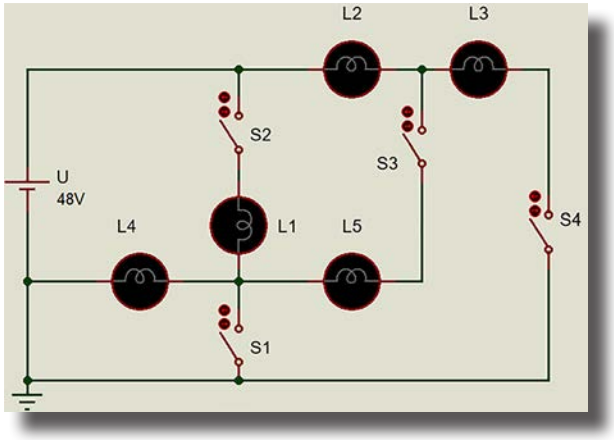
```
:100000000C9461000C9473000C9473000C947300B6
:100010000C9473000C9473000C9473000C94730094
:100020000C9473000C9473000C9473000C94730084
:100030000C9473000C9473000C9473000C94730074
:100040000C94C9000C9473000C9473000C9473000E
:100050000C9473000C9473000C9473000C94730054
:100060000C9473000C947300000000240027001F
:100070002A000000000023002600290000000000E4
:1000800025002800 2B0004040404040404040202D4
:10090000202020203030303030301020408102007
:1000A000408001020408102001020408102000012
:1000B000000800020100000304070000000000027
:1000C000000011241FBECFEFD8E0DEBFCDBF21E07E
:1000D000A0E0B1E001C01D92A930B207E1F70E9493
:1000E00013010C94BC010C940000833081F028F4BF
:1000F000813099F08230A9F008958730A9F08830D6
:10010000C9F08430B1F4809180008F7D03C080916C
:1001100080008F7780938000089584B58F7784BDA9
:10012000089584B58F7DFBCF8091B0008F77809349
:10013000B00008958091B0008F7DF9CF1F93CF93C9
:10014000DF93E8EBF0E09491E4EAF0E0D491E0E9A9
:10015000F0E0C491CC23B9F0182F992319F0892F1E
:100160000E947500EC2FF0E0EE0FFF1FE458FF4FE8
:10017000A591B4918FB7F894EC91111108C0D09566
:10018000DE23DC938FBFDF91CF911F910895DE2B8B
:10019000F8CF1F920F920FB60F9211242F933F9317
:1001A0008F939F93AF93BF9380910501 9091060128
:1001B000A0910701B09108013091040123E0230FC1
:1001C0002D3758F50196A11DB11D20930401809390
:1001D000050190930601A0930701B0930801809157
:1001E000000190910101A0910201B09103010196DB
:1001F000A11DB11D8093000190930101A093020104
:10020000B0930301BF91AF919F918F913F912F9137
:100210000F900FBE0F901F90189526E8230F02969F
:10022000A11DB11DD2CF789484B5826084BD84B500
:10023000816084BD85B5826085BD85B5816085BDE1
:1002400080916E00816080936E0010928100809199
:10025000810082608093810080918100816080932 1
:10026000810080918000816080938000 8091B10046
:10027000084608093B1008091B00081608093B00071
:1002800080917A00846080937A0080917A00826005
:1002900080937A0080917A00816080937A008091C7
:1002A0007A00806880937A001092C100C2EAD0E0A0
:1002B000FE0124910EE810E0F80184918823C9F032
:1002C00090E0880F991FFC01E859FF4FA591B49168
:1002D000FC01E458FF4F459154913FB7F8949C912D
:1002E000822F809598239C93FA01908189238083A3
:1002F0003FBFE4EAF0E02491E0E9F0E08491882354
:1003000099F090E0880F991FFC01E859FF4FA591E3
:10031000B491FC01E458FF4F859194918FB7F89404
:10032000EC91E22BEC938FBF96EBE92E90E0F92E47
:1003300020E0C22E20E0D22EF7018491FE01A4908D
:10034000F801B490BB2079F081110E947500EB2D6B
:10035000F0E0EE0FFF1FEE58FF4FA591B4918C9186
:10036000A82281E009F480E00E949E00C114D1041B
:0C03700019F30E940000E0CFF894FFCFCA
:00000001FF
```



Görsel 1.162: ARDUINO UNO ile buton kontrollü LED yakma devresi

1.1. ETKİNLİK ÇALIŞMASI

1. Etkinlik: **Görsel 1.163'te lambalı devre verilmiştir. Tablo 1.58'de verilen durumlara göre hangi lambaların yandığını uygulayarak gözlemleyiniz.**



Görsel 1.163: Lambalı devre

Tablo 1.58: Devrenin Çalışma Durumları

ANAHTARLAR				LAMBALAR				
S1	S2	S3	S4	L1	L2	L3	L4	L5
	X		X					
X		X						
X		X	X					
	X	X	X					
X	X	X	X					

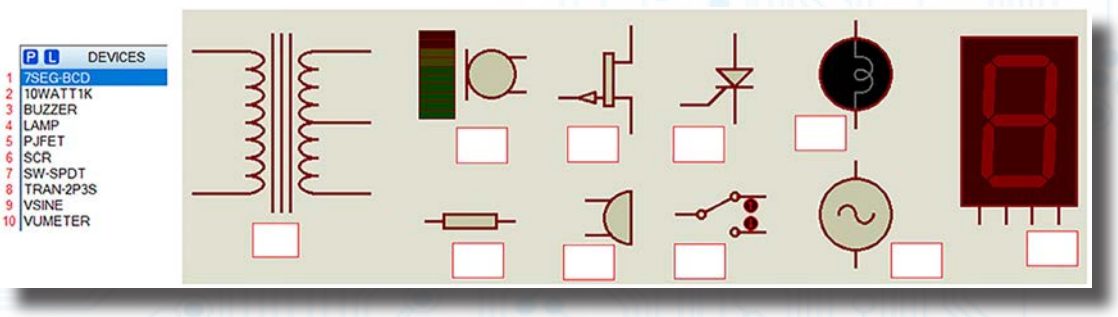
2. Etkinlik: **Aşağıda belli başlı menü listeleri verilmiştir. Listedeki menü isimlerini, Tablo 1.59'daki ilgili bölümlere yerleştiriniz.**

Verilenler: Redraw Display, Electrical Rules Check, Decompose, Edit Project Description, Send To Back, Make Device, Save Project, Center At Cursor, Search & Tag, Toolbar Configuration, Model Compiler, Print Setup, Mark Output Area, Clear Selection, Tidy Design, Packaging Tool, Snap 0.1in, Wire Autorouter, Undo Changes, Align Objects, Manage Changes, Toggle Grid, Global Annotator, Import Image, Pick Parts

Tablo 1.59: Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı Menüleri

FILE	EDIT	VIEW	LIBRARY	TOOL

3. Etkinlik: **Görsel 1.164'te numaraları verilen elemanlar alana farklı şekillerde yerleştirilmiştir. Buna göre hangi elemanın hangi numaraya ait olduğunu elemanın altındaki kutucuğa yazınız.**



Görsel 1.164: Devre elemanları ve yerleşimi

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1.  **Yanda verilen sembol, hangi seçenekteki araç çubuğuna aittir?**

A) Anasayfa B) PCB Layout C) Schematıc Capture
D) Design Explorer E) Gerber Viewer

2. Kullanılan malzeme listesi, aşağıda sembolleri verilmiş olan araç çubuklarının hangisiyle oluşturulur?

A)  B)  C)  D)  E) 

3. Proje dosyalarının farklı kaydedilmesini sağlayan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Edit Project Description B) Save Project As C) Explore Project Folder
D) System Settings E) Overview

4. Program içinde gelen örnek proje dosyalarını açmak için kullanılan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Open Project B) New Project C) Import Legacy Project
D) Open Sample Project E) Save Project

5. Tasarım alanındaki çalışmayı BMP olarak kaydetmeyi sağlayan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Export Graphics B) Import Image C) Save Project As
D) Import Project Clip E) Import Legacy Project

6. Tasarım alanında ızgaraların görünmesini sağlayan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Redraw Display B) Toggle Grid C) Toggle False Origin D) Toggle X-Cursor E) Center At Cursor

7. Tasarım alanındaki devrenin ekrana tam sığacak şekilde büyütülmesini sağlayan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Zoom In B) Zoom Out C) Zoom To View Entire Sheet D) Zoom To Area E) Center At Cursor

8. Hatların eğik mi yoksa dikey mi çizileceği aşağıdaki menülerin hangisi ile belirlenir?

A) Electrical Rules Check B) Global Annotator C) Netlist Compiler
D) Property Assigment Tool E) Wire Autorouter

9. "Goto Previous Root or Sub-Sheet" menü seçeneğinin işlevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sonraki tasarım alanına geçilir.
B) Önceki tasarım alanına geçilir.
C) Aktif tasarım alanı siler.
D) Aktif tasarım alanına geçilir.
E) Istenen tasarım alanına geçilir.

10. Kütüphanedeki eleman üzerinde çeşitli değişiklikler yaparak elemanı bileşenlerine ayırıp yeni bir eleman oluşturmaya yarayan menü seçeneği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Manage Changes B) Packaging Tool C) Decompose D) Compile To Library E) Verify Packagings

11. "Edit Design Defaults" penceresinde görülen renk ayarlamalarından hangisi seçilirse seçili komponentin sürüklendiği renk üzerinde değişiklik yapılır?

A) Drag Colour B) Grid Colour C) Work Area Box Colour D) World Box Colour E) Highlight Colour

12. Gerilim ve akım yollarının belirlenip renklendirildiği seçenek menüsü aşağıda verilen menülerin hangisinde bulunmaktadır?

A) Graph Menüsü B) Design Menüsü C) System Menüsü D) Library Menüsü E) Debug Menüsü

13. Aşağıda sembolleri verilen araç çubuklarından hangisi "2D Grafik Araç Çubuğu" üzerinde bulunmaz?

A)  B)  C)  D)  E) 

14.  **Yanda verilen semboller, seçeneklerdeki araç çubuğu menülerinden hangisine aittir?**

A) Uygulama Araç Çubuğu B) Dizayn Araç Çubuğu C) Display Araç Çubuğu D) Düzen Araç Çubuğu E) Ana Modlar Araç Çubuğu

15. Aşağıda sembolleri verilen araç çubuklarından hangisi yeni ek noktası ekler?

A)  B)  C)  D)  E) 

16. Aşağıdakilerden hangisi elemanın PCB kılıfı ve ayaklarını ekrana getiren araç çubuğunun sembolüdür?

A)  B)  C)  D)  E) 

17. GROUND elemanı, aşağıda sembolleri verilen menülerden hangisinin içinde yer alır?

A)  B)  C)  D)  E) 

18. Aşağıda verilen seçeneklerden hangisi Tool menüsü içinde yer alır?

A) Tidy Design B) Print Setup C) Run Simulation D) Set Text Styles E) Netlist Compiler

19. "Ctrl+A" kısayolu aşağıdakilerden hangisinin işlevini görür?

A) ASCII Data Import Tool B) Zoom To Area C) Global Annotator D) Align Objects E) Set Animation Options

20. Programda bir eleman aşağıda verilen açılardan hangisi ile döndürülemez?

A) -180° B) +45° C) +90° D) +180° E) +270°

21. Aşağıdakilerden hangisi analog ölçü aletidir?

A) VTERM B) RTIBREAK C) SPI DEBUGGER D) CLOCK E) RTDBREAK

22. Ampermetre ölçüm kademesinde hangi birim değeri bulunmaz?

A) Mikroamper (μA) B) Miliamper (mA) C) Amper (A) D) Kiloamper (kA) E) Megaamper (MA)

23. "RTVBREAK" ölçü aletinin görevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Analog devrelerde, devrenin simülasyonundaki gerilime bağlı olarak simülasyonu geçici durduran elemanlardır.
B) Analog devrelerde, devrenin simülasyonundaki akıma bağlı olarak simülasyonu geçici durduran elemanlardır.
C) Devrede uygulanacak sinüsoidal, kare dalga, üçgen dalga, testere dişi sinyaller üreten elektronik cihazdır.
D) İşaretin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda belirlenebilmesini sağlayan elektronik cihazdır.
E) Doğru gerilim değerini ölçen elektronik cihazdır.

24. Aşağıdaki eleman ve kütüphane isim eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

A) Direnç – RES B) Kondansatör – CAP C) Bobin – IND-IRON
D) Trimpot – BRIDGE E) Anahtar – SWITCH

25. 

Yanda verilen sembol hangi isim ile çağrılır?

A) BUZZER B) SPEAKER C) SOUNDER D) LDR E) LAMP

26. Tasarım alanının boyut ölçüleri aşağıdakilerden hangisi ile değiştirilebilir?

A) Set Text Editor B) Set Display Options C) Set Sheet Sizes
D) System Settings E) Set Property Defitions

27. Eleman malzeme kutusuna hangi araç çubuğu ile ulaşılır?

A)  B)  C)  D)  E) 

28. 
Yandaki şekilde birinci eleman ikinci şekle çevrilmiştir. Bu çevirme işleminde sırasıyla hangi iki işlem uygulanmıştır?

A)  B)  C)  D)  E) 

29. Motorlar kütüphane içerisinde hangi kategori altında yer alır?

A) Electromechanical B) Laplace Primitives C) Inductors
D) Miscellaneous E) Simulator Primitives

30. Dijital devrelerdeki lojik sinyallerin durumlarını gösteren dijital ölçü aleti aşağıdakilerden hangisidir?

A) RTDBREAK B) CLOCK C) SPI Debugger D) Logic Analyser E) VTERM

31. 
Yandaki sembolün açıklaması hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

A) Logic State B) Logic Probe C) Logic Analyser D) Logic Toggle E) RTDBREAK

32. Prop üzerinde "Lojik-0" değeri hangi renk ile gösterilir?

A) Kırmızı B) Yeşil C) Mavi D) Sarı E) Siyah

33. COMPIM portunun 2 No.lu pin ucu aşağıdakilerden hangisidir?

A) TxD B) GND C) DTR D) CTS E) RxD

34. Lojik analizör ile ilgili aşağıda verilen özelliklerden hangisi yanlıştır?

A) 24 tane kanalı bulunur. B) 8x1 bit izleme imkânı sağlar.
C) 40000 x 52 bit yakalama tamponu (buffer) mevcuttur. D) 200 µs – 0,5 ns arası sinyalleri yakalayabilir.
E) 4x8 bit BUS (yol) izleme imkânı vardır.



UYGULAMALAR

ELEKTRONİK SİMÜLASYON UYGULAMALARI

SİMÜLASYON PROGRAMI UYGULAMALARI

BİLGİSAYARLI DEVRE SİMÜLASYON YAZILIMI YÖNERGESİ

- Kullandığınız bilgisayarı genel olarak kontrol ediniz.
- Bilgisayarın sağlam ve kabloların tam olduğundan emin olunuz.
- Bilgisayarınızı açınız ve simülasyon programını çalıştırınız.
- Elektronik devre çizimi için "" simgesine tıklayarak Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımını çalıştırınız.
- Tasarım ekranında **ToggleGrid ()** sekmesine tıklayarak grid ayarlarını yapınız (Hassas çizim için **Snap 10th**, normal çizim için **Snap 0.5in** kullanılır.).
- **Component Mode ()** seçili iken açılan **DEVICE (** DEVICES **)** penceresinden **P** simgesine tıklayarak elemanları malzeme kutusuna alınız.
- Alınan elemanlar sadece Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında kullanılacaksa elemanın genel sembolünü alarak devre çizimini hızlı bir şekilde yapabilirsiniz. Örneğin, bütün dirençler için **RES** elemanını malzeme kutusuna alıp çalışma alanına ekledikten sonra değerlerini değiştirerek kullanabilirsiniz.
- Devre şemasının Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım'te baskı devresi çıkarılacaksa elemanın PCB kılıfı olup olmadığını ve boy uygunluğunu kontrol etmelisiniz.
- Eleman, kütüphanede yoksa eş değer özellikli bir eleman aratınız. Örneğin **MINRES10R** direnci yerine **RES**'i seçerek işlem yapınız. **THYRISTOR**, **TRIAC** ve **DIAC** gibi elemanlar için de bu durum geçerlidir.
- Program kütüphanesinde bulunmayan elemanları internette ilgili sitelerden alabilir veya kendiniz oluşturabilirsiniz.
- Elemanları çalışma alanına alınız.
- Sesli uygulamalarda *.**wav** uzantılı dosya kullanmalı ve gerekli dosyayı bilgisayarınıza yüklemelisiniz.
- Elemanlar üzerinde gerekli ayarlamaları yapınız. Elemanlar üzerinde yapılan işlemler genellikle sağ tuş menüsünden gerçekleştirilir.
- Tasarım alanının renk ve yazı türü ayarlarını **Template** menüsünden yapabilirsiniz.
- **DC** gerilim için basit devrelerde **CELL**, orta seviye devrelerde **BATTERY** ve ileri seviye devrelerde **POWER** kullanılır.
- Temrinlerde verilen devre şemasını çiziniz.
- Çizim için gerekiyorsa **BUS** kullanabilirsiniz.
- **Play ()** tuşuna basarak simülasyonu çalıştırınız ve devrenin çalışmasını kontrol ediniz.
- **Stop ()** tuşuna basarak simülasyonu durdurunuz.
- Çalışan ve doğru sonuçları veren devreyi kaydediniz.
- Benzer devrenin yeniden kurulumunda eski devreyi **BlockCopy ()** komutu ile çalışma alanına alıp alınan devre üzerinde değişiklik yaparak yeni devreyi tasarlayabilirsiniz. Aynı işlem için devrenin tamamını seçtikten sonra sağ tuş menüsünden **Copy To Clipboard (** Copy To Clipboard **)** ile devreyi kopyalayabilir ve **Paste From Clipboard (** Paste From Clipboard **)** ile boş alana yapıştırabilirsiniz.
- Temrin uygulamalarında bazı elemanların simülasyonları bulunmamaktadır. Bu tür elemanlar devre dışı bırakılır. Örneğin, Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında bulunan klemens türlerinden **TBLOCK** ve **CONN-SIL** serisinde **TBLOCK-M2**, **CONN-SIL2** gibi klemenslerin devre dışı bırakılması gerekebilir. Bu işlem için ilgili elemana sağ tıklanarak **Edit Properties** seçeneğindeki **Edit Component** diyalog kutusuna gidilir. Gidilen bölümde Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında **Exclude from Simulation (** Exclude from Simulation **)** seçeneği, Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımında **Exclude From PCB Layout (** Exclude from PCB Layout **)** seçeneği işaretlenir.
- Önce programı daha sonra bilgisayarı kapatınız.
- Bilgisayarı daima "Başlat-Bilgisayarı Kapat" menülerinden kapatınız. Hiçbir zaman fişini çekerek bilgisayarı kapatmayınız.
- Bilgisayarı sizden sonra kullanacak arkadaşlarınızı da düşünerek dikkatli ve özenli kullanınız.

ÖNEMLİ NOT

LED diyot, programın bazı sürümlerinde digital olarak çalışmaktadır fakat bu diyot aslında **Analog** bir elemandır. Dijital olarak çalışan LED diyodun **analog** hâle getirilmesi gerekir. **Bu işlemin yapılabilmesi için iki farklı yol izlenebilir:**

1. Geçici Yöntem: Malzeme kutusundan **LED-RED** seçilir ve tasarım alanına eklenir. Eklenen **LED-RED**'in üzerine çift tıklanır. Gelen **Edit Component** penceresinde, **Model Type** alanındaki seçeneklerden digital yerine analog seçilir ve **OK** butonuna basılır. Bu işlem, program her çalıştırıldığında tekrarlanmalıdır.

2. Kalıcı Yöntem: Bu işlemde analog özellikli yeni LED diyot üretilir. Malzeme kutusundan LED-BLUE seçilir ve tasarım alanına eklenir. Eklenen LED-BLUE üzerine sağ tıklanıp gelen pencereden Decompose seçeneği seçilir (Görsel 1.165.a). NAME=LED-BLUE yazısına çift tıklanır. Açılan Edit Script Block penceresine Görsel 1.165.d'deki gibi MODFILE=LEDA yazılır ve **OK** butonuna basılır. Alan, Görsel 1.165.b'deki gibi işaretlenip alan üzerine sağ tuş ile tıklanır. Gelen pencereden Make Device seçeneği seçilir. Açılan Make Device

penceresinden sadece Device Name alanına LED-BLUE-A yazılıp Next ikonuna basılır (Görsel1.165.e). Açılan pencerelerde herhangi bir değişiklik yapılmadan sadece Next veya OK ikonlarına tıklanır. Bu işlemle, analog özellikli yeni LED diyot üretilmiş olur (Görsel 1.165.c). Aynı işlem kütüphanede bulunan diğer LED diyotlar için de tekrarlanmalıdır.



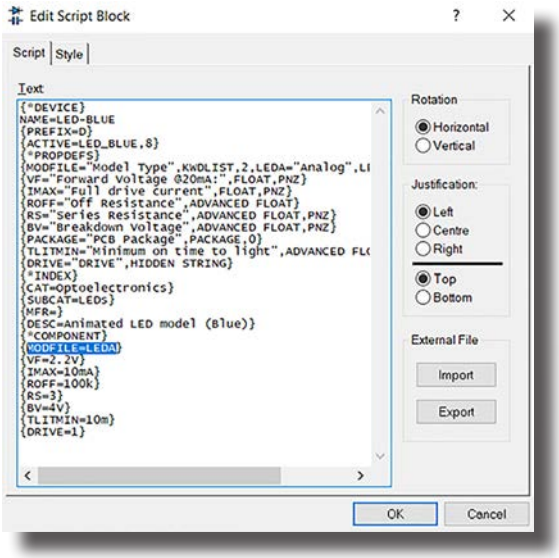
(a) Decompose işlemi olan LED



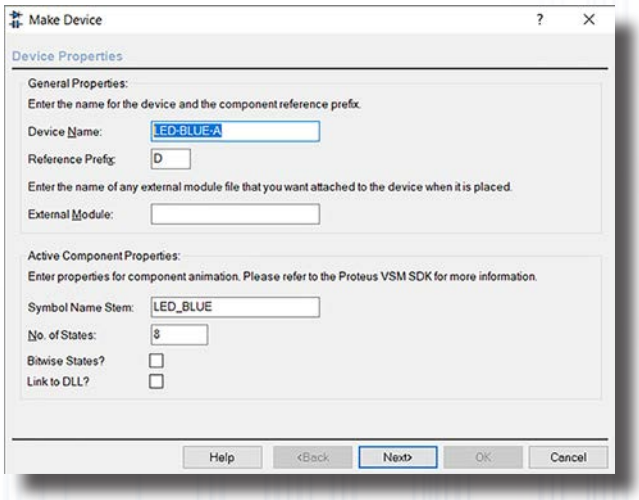
(b) LED'in blok içine alınması



(c) Üretilen LED diyot



(d) Edit Script Block penceresi



(e) Make Device penceresi

Görsel 1.165: Digital LED diyodun Model Type alanının değiştirilmesi

DEVRE UYGULAMALARINDA KULLANILAN TEMEL ELEMANLAR VE ÖZELLİKLERİ

Component Mode ( ) Menüsü

ALTERNATOR ( ): Devreye AC sinyal uygulayan elemandır. Elemanın **Frequency** alanına frekans değeri, **Amplitude** alanına gerilim değeri girilir.

CLOCK ( ): Devreye sabit 5V genlikli, frekansı ayarlanabilen kare dalga sinyali uygulayan elemandır. Elemana çift tıklanır ve açılan **Frequency** alanından frekans değeri girilir.

LOGICSTATE ( ): Devreye lojik sinyal uygulayan elemandır. Eleman, tasarım alanına eklendiğinde mavi renklidir (Lojik-0). Simülasyon sırasında elemanın üzerine tıklanırsa eleman, kırmızı renge yani Lojik-1 değerine dönüşür. Her tıklamada elemanın değeri değişir.

LOGICPROBE ( ): Devrede bağlandığı noktanın lojik seviyesini (0 veya 1) gösteren elemandır. Eleman, simülasyonda kırmızı renkte ise **Lojik-1**, mavi renkte ise **Lojik-0** durumunu gösterir.

Terminals Mode ( ) Menüsü

POWER ( ): Devrenin besleme gerilimi elemanıdır. Elemana sol tıklanır ve açılan pencereden **String** alanına üretilmek istenen gerilim değeri yazılır (String: +12V).

GROUND ( ): Devrenin şasesi için kullanılan elemandır. Elemana sol tıklanır ve açılan pencereden String alanına şase ismi yazılır (String: GND).

DEFAULT ( ): Bağlantı yolu çizmeden iki nokta arasında sanal bağlantı oluşturan elemandır. Özellikle çok bağlantılı devrelerde çizim karmaşasını önler. Tasarım alanına eklendikten sonra üzerine çift tıklanır ve açılan pencereden String alanına bir isim verilir. Aynı isimli bir bağlantı daha oluşturularak sanal bağlantı yapılmak istenen ikinci noktaya bağlanır. Böylece arada hat olmadığı hâlde iki nokta bağlı hâle gelir.

Generator Mode ( ) Menüsü

DC ( ): Devreye DC gerilim uygulamak için kullanılan elemandır. Elemana sol tıklanır ve açılan **DC Generator Properties** penceresinden **Voltage** alanına istenen gerilim değeri yazılır (+12V).

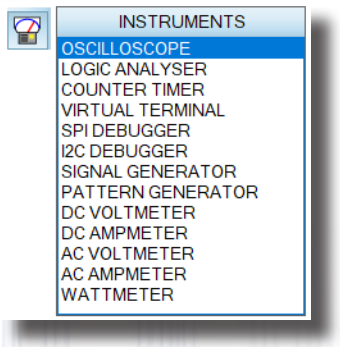
SINE ( ): Devreye AC gerilim ve frekans sinyali uygulamak için kullanılan elemandır. **Frequency** frekans değerinin, **Amplitude** gerilim değerinin girileceği alandır.

DCLOCK ( ): Devrenin istenilen bir noktasına sabit 5V genlikli, frekansı ayarlanabilen kare dalga sinyali uygulamak için kullanılan elemandır. Elemana çift tıklanır ve açılan pencerede **Frequency** seçeneğinden frekans değeri girilir.

PULSE ( ): Devrenin istenilen bir noktasına gerilim ve frekans sinyali uygulamak genellikle de PWM sinyali üretmek için kullanılan elemandır. Uygulanan sinyalin PWM oranı değiştirilebilir. Elemana çift tıklanır, açılan pencereden kare dalganın PulsedVoltage gerilim değeri (5V), **PulseWidth-%** Pwm oranı (%25) ve **Frequency** frekans değeri (1Hz) girilir.

AUDIO ( ): Devrenin istenen noktasına ses sinyali uygulayan elemandır. Çalışma alanına **AUDIO** eklenir, eklenen **AUDİO** üzerine çift tıklanır ve açılan pencerede **WAV Audio File** seçeneğinden önceden hazırlanmış ***.wav** uzantılı dosyanın yeri gösterilir.

Instruments ( ) Menüsü



Görsel 1.166: Instruments menüsü

DC VOLTMETER: DC gerilim ölçen elemandır. Devreye paralel bağlanır. Ölçülen değeri doğrudan gösterir. Ekranda "0" veya "MAX" ifadeleri varsa simülasyon durdurulup gerekli ayarlar yapılır.

AC VOLTMETER: AC gerilim ölçen elemandır. Devreye paralel bağlanır. Ölçülen değeri doğrudan gösterir. Ekranda "0" veya "MAX" ifadeleri varsa simülasyon durdurulup gerekli ayarlar yapılır.

DC AMPMETER: DC akım ölçen elemandır. Devreye seri bağlanır. Ekranda "0" veya "MAX" ifadeleri varsa simülasyon durdurulup gerekli ayarlar yapılır.

AC AMPMETER: AC akım ölçen elemandır. Devreye seri bağlanır. Ekranda "0" veya "MAX" ifadeleri varsa simülasyon durdurulup gerekli ayarlar yapılır.

WATTMETER: Devrede güç ölçen elemandır. Elemanın iki ucu devreye seri, diğer iki ucu paralel bağlanır.

OSCILLOSCOPE: Devrede istenen bir noktadaki sinyal görüntüsünü incelemek için kullanılan elemandır. Elemanın dört adet kanal girişi vardır. Simülasyon çalıştırıldığında osiloskop ana ekranı açılır. Time/div ve Volt/div komütatörleriyle gerekli ayarlamalar yapılır. Sinyaller ekranda netleştirildiğinde istenen değerler hesaplanır.

SIGNAL GENERATOR: Devreye istenen bir noktadan haricî sinyal uygulamak için kullanılan elemandır. Simülasyon çalıştırıldığında açılan ana ekranda aşağıdaki ayarlamalar yapılır.

- √ **Frequency:** Frekans değeri
- √ **Amplitude:** Gerilim değeri
- √ **Range Komütatörü:** Çarpan değeri
- √ **Centre Komütatörü:** İnce ayar
- √ **Waveform:** Uygulanacak sinyalin tipi

LOGIC ANALYSER: Devre üzerinde istenen noktadaki dijital sinyalleri görüntülemek için kullanılan elemandır. Simülasyon çalıştırıldığında **Logic Analyser** ana ekranı açılır. Bu ekranda **Display Scale** ve **Capture Resolution** ayarları en sol konuma alınıp **Capture** sekmesine basılır. **Capture** pembe, yeşil ve son olarak gri renge döndüğünde girişten uygulanan sinyal, ekranda görüntülenir.

ProbeMode ( ) Menüsü

VOLTAGE PROBE ( ): İstenilen bir noktanın şase ile arasındaki **DC** gerilim değerini ölçmek için kullanılan elemandır. Devre şemasında karışıklığı önlemek ve grafik ekranlarda görüntü elde etmek için kullanılır.

CURRENT PROBE ( ): Belirlenen noktadan akım değerini ölçmek için kullanılan elemandır. Topraklamaya yakın bir noktaya bağlanılarak kullanılır.

GraphMode ( ) Menüsü

Devreye grafik eklemek için kullanılan menüdür. Grafik eklenmeden önce ilgili noktaya **Voltage Probe** bağlanmalı ve bağlanan **Voltage Probe**'a isim verilmelidir. Grafik eklendikten sonra sağ tuş menüsünden **AddTraces**… seçilir. **Açılan pencerede aşağıdaki işlemler yapılır:**

- √ **Name:** Grafik adı girilir.
- √ **Probe P1: Voltage Probe** kısmında verilen etiket değeri girilir.
- √ **SimülateGraph:** Grafik simülasyonu izlenir.

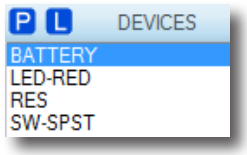
ANALOGUE: Devredeki bir noktanın analog grafiğini çizdirmek için kullanılan elemandır.
DIGITAL: Devredeki bir noktanın dijital grafiğini çizdirmek için kullanılan elemandır.
FREQUENCY: Devredeki bir noktanın frekans grafiğini çizdirmek için kullanılan elemandır.
AUDIO: Devredeki bir noktanın ses grafiğini çizdirmek için kullanılan elemandır.

Bilgi Notu **Uygulama işlemlerine başlmadan önce "Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı Devre Kurulumu" başlığı altındaki maddeler mutlaka okunmalıdır.**

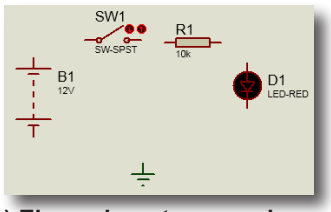
1.1. Uygulama: Temel Devre Elemanları İle Devre Kurma ve Ölçü Aleti Kullanma

Açıklama: Bu uygulamada Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı programında ilk devre çizimi yapılıp simülasyon gerçekleştirilecektir. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında kullanılan elemanlar üzerinde yapılacak işlemlerin geneli, sembolün üzerine sağ tıklama ile açılan diyalog kutusundan yapılır.

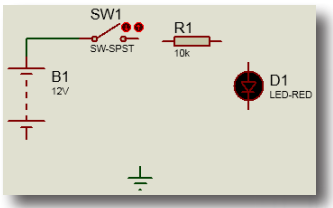
Devre Şeması:



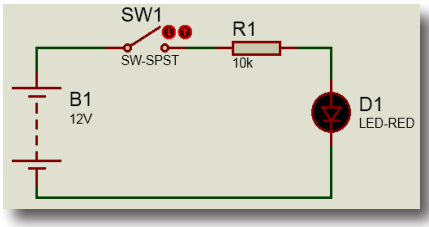
(a) Malzeme listesine elemanların eklenmesi



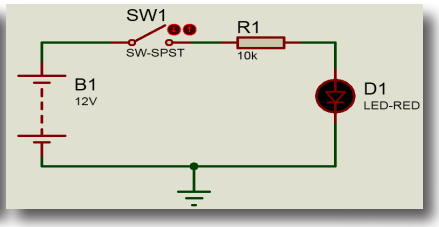
(b) Elemanların tasarım alanına yerleştirilmesi



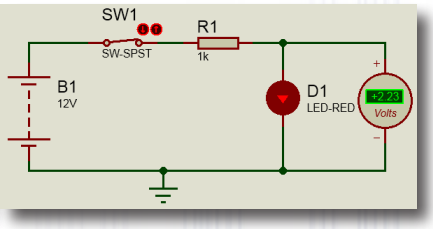
(c) Elemanlar arası ilk yol bağlantısının yapılması



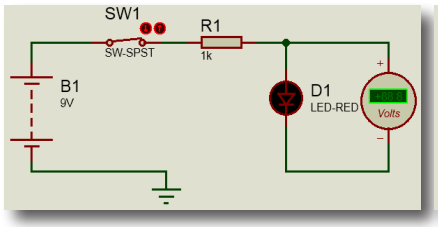
(d) Yolların çizilmiş hâli



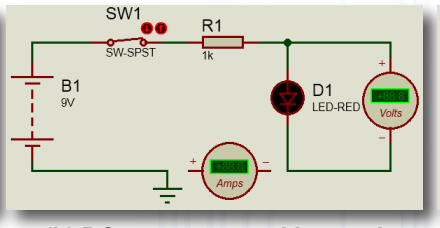
(e) Şemanın çizilmesi



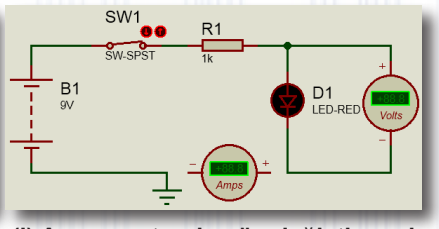
(f) DC voltmetrenin bağlanması



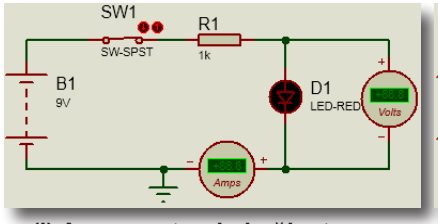
(g) Yolun silinmesi



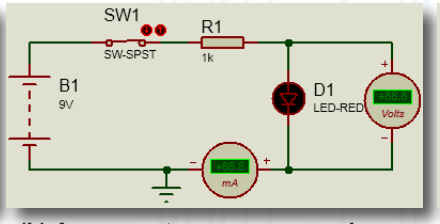
(h) DC ampermetre eklenmesi



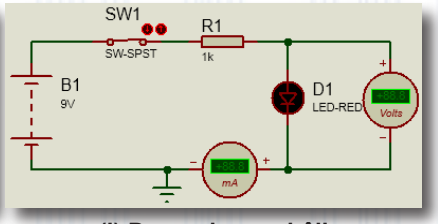
(i) Ampermetrenin yön değiştirmesi



(j) Ampermetrenin bağlantısının yapılması



(k) Ampermetre ayarının yapılması



(l) Devrenin son hâli

Görsel 1.167: İlk deney devresinin çizim aşamaları ve LED diyodun gerilim değerlerinin ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanları

Component ( ) (P)	BATTERY, RES, SWITCH(SW-SPST), LED-RED
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER, DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı programının ikonuna çift tıklayarak programı çalıştırınız.
- simgesine tıklayarak Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımını açınız.
- Malzeme kutusunda verilen elemanları aşağıdaki aşamaları takip ederek eleman listesine ekleyiniz.
  - √ Ekranın sol tarafında bulunan Component ( ) simgesine tıklayınız.
  - √ Açılan **DEVICE (P L DEVICES)** "P" (P) simgesine tıklayınız. Açılan pencereden **Keywords** alanına malzemenin adını (BATTERY) yazınız.
  - √ Results kısmından elemanın ismine (BATTERY ACTIVE) çift tıklayıp elemanın sol taraftaki DEVICE sekmesine yerleştiğini görünüz.
- Aynı yöntemle, devre şemasında kullanılacak diğer elemanları da eleman listesine ekleyiniz. Tamamladığınız listeyi Görsel 1.167.a'daki liste ile karşılaştırınız.

- Eleman listesi eklendikten sonra **DEVICE** penceresinden elemanın ismine **(BATTERY)** tıklayarak elemanı işaretleyiniz. Ardından çalışma sayfasına tıklayarak işaretlediğiniz elemanın sembolünü alana ekleyiniz. Aynı yöntemle diğer elemanları da çalışma sayfasına ekleyip Görsel 1.167.b'deki şekli oluşturunuz.
- **Component (** **)** seçili seçili iken **B1 BATTERY** sembolünün üst ucuna tıklayıp (Fare imleci semboller ya da elemanlar üzerine getirildiğinde imleç rengi kırmızıya dönecektir.) fareyi SW1 anahtarının ucuna doğru sürükleyiniz. Bağlantı yolunun oluşmaya başladığını gözlemleyiniz. SW1 anahtarının ucuna tıklayınız. Bu işlemlerle İki eleman arasındaki bağlantıyı yapmış oldunuz. Yaptığınız bağlantıyı Görsel 1.167.c'deki şekil ile karşılaştırınız.
- Aynı yöntemle diğer bağlantı yollarını da oluşturunuz. Yapılan bağlantıları Görsel 1.167.d'deki şekil ile karşılaştırınız.
- **Terminal Mode (** **)** simgesine tıklayınız. Açılan pencereden **GROUND**'u seçip çalışma sayfasına ekleyiniz. Eklediğiniz simgeyi devre şemasına bağlayınız (Görsel 1.167.e).
- **System** menüsünden **Animation Options**'ı seçiniz ve akım ile gerilim kutucuklarını işaretleyiniz.
- Malzeme kutusundan **LED-RED**'i seçiniz ve tasarım alanına ekleyiniz. Eklenen LED-RED'in üzerine çift tıklayınız. Gelen **Edit Component** penceresinde, **Model Type** alanındaki seçeneklerden **Digital** yerine **Analog**'u seçiniz ve **OK** butonuna basınız. Bu işlemi program her çalıştırıldığında tekrarlayınız. Ya da yeniden Analog LED Diyot üretiniz.
- **Play (** **)** butonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız ve simülasyon üzerinde devrenin çalışmasını kontrol ediniz. SW1 anahtarının üzerindeki düğmeleri (tıklayarak) kapatınız. LED-RED, sönük renkte yanacak veya hiç yanmayacaktır.
- **Stop (** **)** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz.
- R1 direncine çift tıklayıp açılan **Edit Component** penceresinden 10k olan **Resistance** değerini, 1k olarak değiştiriniz ve **OK** sekmesine tıklayınız. R1 direncinin 1k değerinde olduğunu teyit ediniz.
- **Play (** **)** butonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız. SW1 anahtarının üzerindeki düğmeleri kapatınız. LED-RED'in yandığını gözlemleyiniz.
- **Stop (** **)** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz
- Ölçü aletleri ( ) butonuna tıklayınız. Açılan **INSTRUMENTS** alanından **DC VOLTMETER**'i seçip çalışma sayfasına ekleyiniz. Eklediğiniz simgenin bağlantısını LED diyoda paralel olacak şekilde yapınız (Görsel 1.167.f).
- **Play (** **)** butonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız. SW1 anahtarının üzerindeki düğmeler açık ve kapalı iken LED diyodun yanıp yanmadığını ve **DC VOLTMETER**'in ölçtüğü gerilim değerini gözlemleyiniz. Sonuçları Görsel 1.167.f'deki şekil ile karşılaştırınız.
- **Stop (** **)** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.167.f'deki devre bağlantısında LED diyodun katot ucu ile şase sembolü arasındaki yolun üzerine sağ tuş ile çift tıklayıp yolu siliniz. Bağlantıyı Görsel 1.167.g ile karşılaştırınız.
- Ölçü aletleri ( ) butonuna tıklayınız. Açılan **INSTRUMENTS** alanından **DC AMPMETER**'i seçip çalışma sayfasına ekleyiniz ve sildiğiniz yolun arasına (yönüne dikkat ederek) seri bir şekilde bağlayınız. Görsel 1.167.h'de **DC** ampermetrenin "–" ucunu şaseye, "+" ucunu LED diyodun katot ucuna bağlayınız. Ampermetreye sağ tıklayınız , , ve simgelerine tıklayarak ampermetrenin yönünü belirleyiniz. Görsel 1.167.i'deki bağlantıyı yapıp simülasyonu çalıştırınız (Görsel 1.167).
- **DC AMPMETER** ekranında akım değerini "0A" olarak görünüz. **Stop** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz.
- **DC AMPMETER**'e çift tıklayarak açılan **Edit Component** penceresinden **Amps** olan **Display Range** kademesini **Miliamps** olarak değiştiriniz ve **OK** sekmesine tıklayınız (Görsel 1.167.k).
- **Play** butonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız. **DC VOLTMETER** ve **DC AMPMETER** değerlerini gözlemleyiniz (Görsel 1.167.l).
- **Stop** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz.
- **BATTERY** sembolüne çift tıklayarak açılan **Edit Component** penceresinden "12V" olan **Voltage** değerini "9V" olarak değiştiriniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- **Play** butonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız. SW1 anahtarının üzerindeki düğmelere tıklayıp anahtar açık ve kapalıyken LED diyodun yandığını kontrol ediniz. **DC VOLTMETER**'in gerilim ve **DC AMPMETER**'in akım değerini gözlemleyiniz.

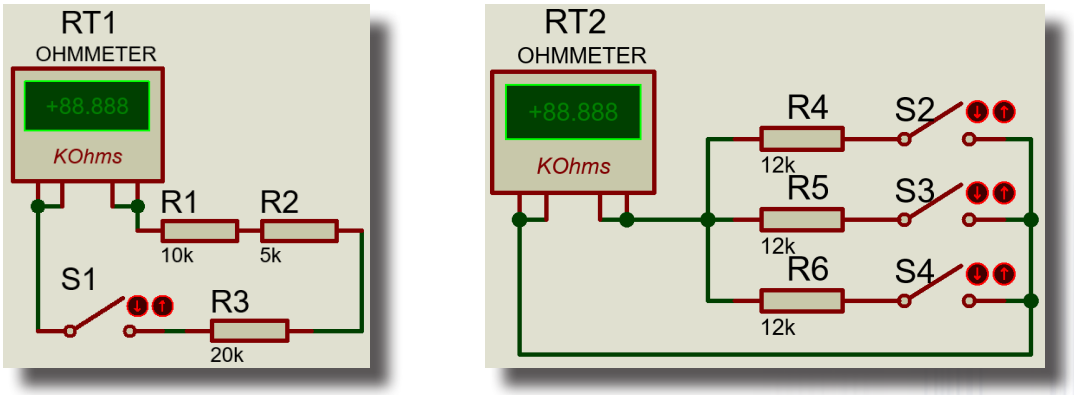
Sorular:

1. 12V kaynak geriliminde LED diyodun üzerinde ölçülen gerilim değeri nedir? Ölçtüğünüz değeri arkadaşlarınız ile karşılaştırınız.
2. BATTERY gerilimi 9V'ye düşünce voltmetre ve ampermetrenin ölçtüğü değerler bu değişimden nasıl etkilenir?

1.2. Uygulama: Direnç Ölçme Deneyleri

Açıklama: Eş değer direnç, seri devrelerde devredeki dirençlerin toplamına, paralel devrelerde ise paralel bağlı dirençlerin tersinin toplamına eşittir. Direnç ölçme işlemi ohmmetre ile yapılır. Ohmmetre ile direnç ölçülürken devrede enerji kesilmiş olmalıdır (Görsel 1.168). Aksi takdirde ölçüm hatalı olur. Seri ve paralel devrelerin eş değer direnç formülleri aşağıda gösterilmiştir.

$$R_{T1} = R_1 + R_2 + R_3(\Omega) \qquad R_{T2} = \frac{1}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}}(\Omega)$$



(a) Seri bağlı dirençlerin ölçülmesi (b) Paralel bağlı dirençlerin ölçülmesi

Görsel 1.168: Çeşitli dirençlerin ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	OHMMETER, RES, SWITCH (SW-SPST)

İstenenler

- Malzeme kutusunda verilen elemanları ekleyiniz.
- Görsel 1.168'de verilen devre şemalarını sırasıyla kurunuz.
- Sıra ile gelen devrelerde, yeni devreyi tekrar çizmek yerine var olan devreyi "" simgesi seçili iken farenin sol tuşunu basılı tutarak sürükleyip işaretleyiniz. Malzemelerin seçili yani kırmızı işaretli olduğuna dikkat ediniz. Bu aşamada ikinci devreyi üretmek için iki yöntem vardır. Birinci yöntemde Block Copy ( ) butonuna basılıp ikinci devre üretilir. İkinci yöntemde ise devre üzerine sağ tıklanır, gelen pencereden Copy To Clipboard (Copy To Clipboard) seçilir, daha sonra boş bir alana sağ tıklanıp gelen pencereden Paste From Clipboard (Paste From Clipboard) seçilerek devre üretilir. İki yöntemden biri ile yeni devreyi üretiniz. Üretilen devre üzerinde gerekli değişiklikleri yapınız.
- **Play** ikonuna tıklayarak devre simülasyonunu başlatınız. S1, S2, S3 ve S4 anahtarının üzerindeki düğmelerin (düğme üzerine tıklayarak) açık/kapalı durumlarını ayarlayınız.
- Tablo 1.60'ta verilen anahtarların durumlarına göre direnç değerlerini ölçünüz ve tabloya yazınız.
- **Stop** butonuna tıklayarak simülasyonu durdurunuz.

Tablo 1.60: Eş Değer Direnç Ölçümleri ve Sonuçların Karşılaştırılması

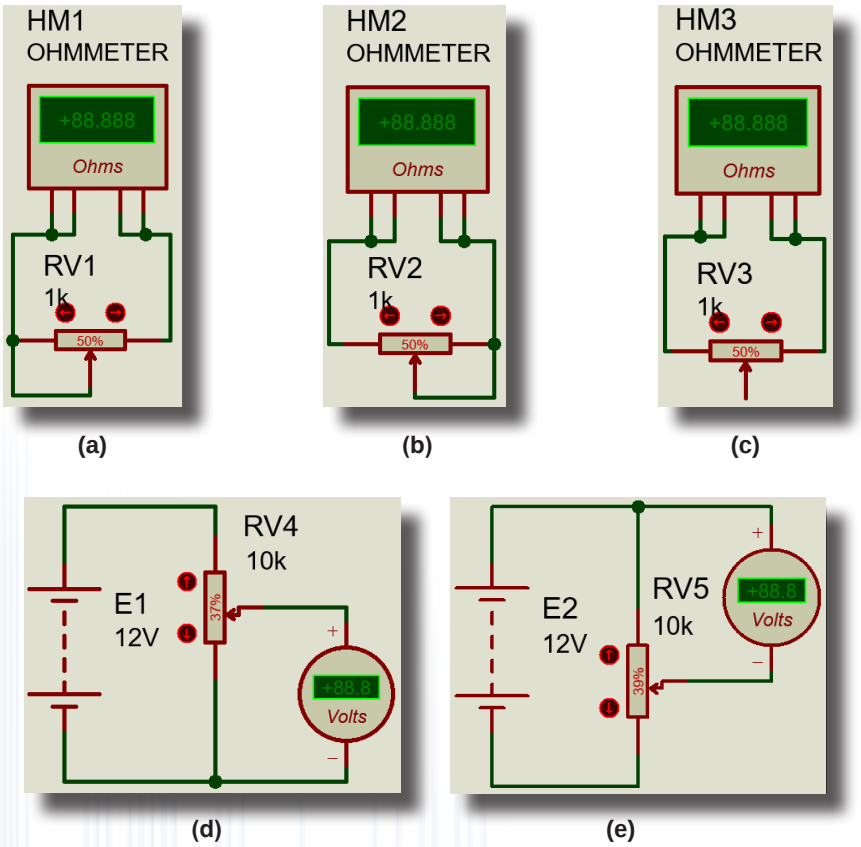
Seri Devre	Paralel Devre			Eş Değer Dirençler	
S1	S2	S3	S4	RT1	RT2
Kapalı	-			……..Ω	
-	Açık	Açık	Kapalı	-	……..Ω
	Açık	Kapalı	Açık		……..Ω
	Açık	Kapalı	Kapalı		……..Ω
	Kapalı	Açık	Açık		……..Ω
	Kapalı	Açık	Kapalı		……..Ω
	Kapalı	Kapalı	Açık		……..Ω
	Kapalı	Kapalı	Kapalı		……..Ω

Sorular

1. Devredeki eş değer dirençleri hesaplayınız. Hesaplama sonucu çıkan değerlerle ölçülen değerler aynı mıdır? Farklılık varsa sebebini belirtiniz.
2. Elektronik devrelerde enerji varken ohmmetreler ile niçin ölçüm yapılmaz?
3. Görsel 1.168'deki R2 direnci 5K değerindedir. Bu devre şemasında direnç değerlerini gerçekte uygulayacakmış gibi tasarlayınız. 5K değerindeki direnci 10K, 47K, 270R, 10R, 1R direnç değerleri ile elde ediniz.

1.3. Uygulama: Potansiyometre Ölçme Deneyleri

Açıklama: Potansiyometre, değeri değiştirilebilen dirençtir. Üç uca sahiptir. Kenardaki uçlar potansiyometrenin direnç değerini verir ve sabittir. Ortadaki uç ise hareketli olup direnci değiştirir. Görsel 1.169'daki devrelerde potansiyometrenin direnç ölçümü ve uçlarındaki gerilim değişimi görülmektedir.



Görsel 1.169: Potansiyometre uçlarının dirençlerinin ve gerilim değerlerinin ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	OHMMETER, RES
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER

İstenenler

- Malzeme kutusunda verilen elemanları ekleyerek Görsel 1.169'da verilen devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz.
- Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- Görsel 1.169'daki a, b ve c şekillerinde ölçülen direnç değerlerine dikkat ediniz.
- Görsel 1.169'daki a ve b şekillerinin hangisinde potansiyometrenin yüzde (%) değeri ile direnç değerinin doğru orantılı olarak artıp azaldığını inceleyiniz.
- Görsel 1.169'daki c şeklinde, potansiyometrenin değerini değiştirerek ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız.
- Görsel 1.169'daki d ve e şekillerinin hangisinde potansiyometrenin yüzde (%) değeri ile ölçülen gerilim değerinin doğru orantılı olarak artıp azaldığını inceleyiniz.
- Devrenin simülasyonunu durdurunuz.
- Ters orantılı olarak ölçüm yapan devredeki potansiyometreyi X ve Y düzleminde döndürerek doğru orantılı ölçüm yapacak hâle getiriniz.
- Simülasyonu başlatıp durdurarak ölçüm sonucunu gözlemleyiniz.
- Bundan sonraki uygulamalarda potansiyometrenin değerlerini doğru orantılı artacak şekilde bağlamanız tavsiye edilir.

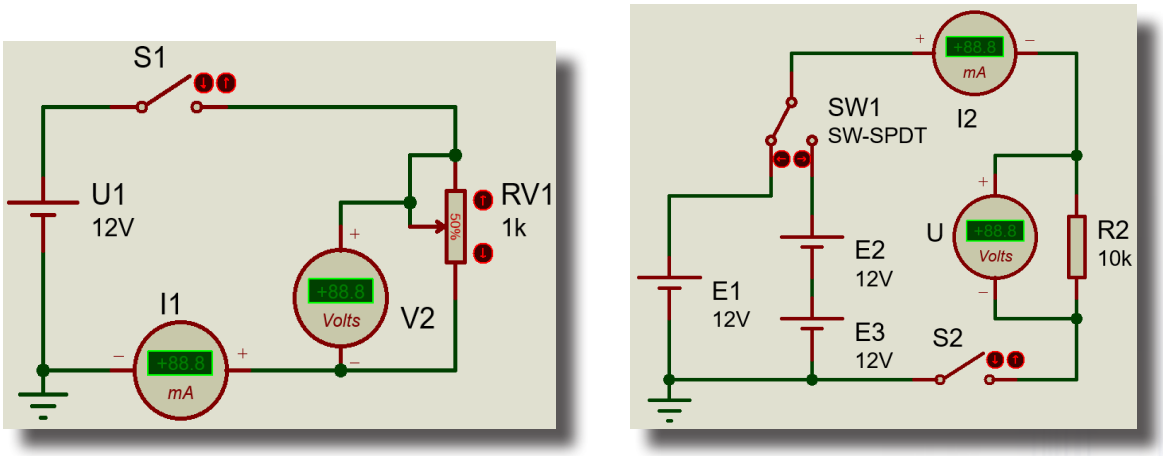
Sorular

1. Normal dirençler potansiyometrenin yerine kullanılabilir mi?
2. El ile çevrilen potansiyometre ile sürgülü potansiyometreler arasındaki farkları araştırınız. Bu potansiyemetre türlerinin hangi devrelerde tercih edildiklerini araştırıp arkadaşlarınız ile paylaşınız.

1.4. Uygulama: Ohm Kanunu Deneyleri

Açıklama: Akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiye **Ohm Kanunu** denir. Bu kanun, elektrik ve elektronik devrelerinin temel kanunlarındandır. Bu kanuna göre akım; gerilimle doğru, dirençle ters orantılıdır.

$$U = I \cdot R$$



a) Sabit gerilim, değişken yük

b) Değişken gerilim, sabit yük

Görsel 1.170: Ohm Kanunu deneyleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	RES, SWITCH (SW-SPST), SW-SPDT, CELL (BATTERY), POT-HG
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER, DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Malzeme kutusunda verilen elemanları ekleyerek Görsel 1.170.a'da verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve devreye ölçü aletlerini yerleştiriniz. Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- POT değerlerini Tablo 1.61'de verilen değerlere getirerek ampermetre ve voltmetreden ölçülen değerleri tabloya yazınız.
- Görsel 1.170.b'de verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve devreye ölçü aletlerini yerleştiriniz. Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- Devrenin S2 anahtarını kapatınız. SW1 anahtarının konumunu değiştirerek ölçülen akım ve gerilim değerlerini Tablo 1.62'ye yazınız.

Tablo 1.61: İlk Devrenin Test Edilmesi

RV1 (%)	RV1 (Ω)	I1 (mA)	V1 (Volt)	Ohm Kanunu I1= (V1+V2) / Reş
%20	200 Ω			
%40	400 Ω			
%50	500 Ω			
%75	750 Ω			
%100	1000 Ω			

Tablo 1.62: İkinci Devrenin Test Edilmesi

SW1 Konumu	Giriş Gerilimi		I2 (mA)	U (Volt)	Ohm Kanunu I2= U / R2
1	E1	12V			
2	E2+E3	24V			

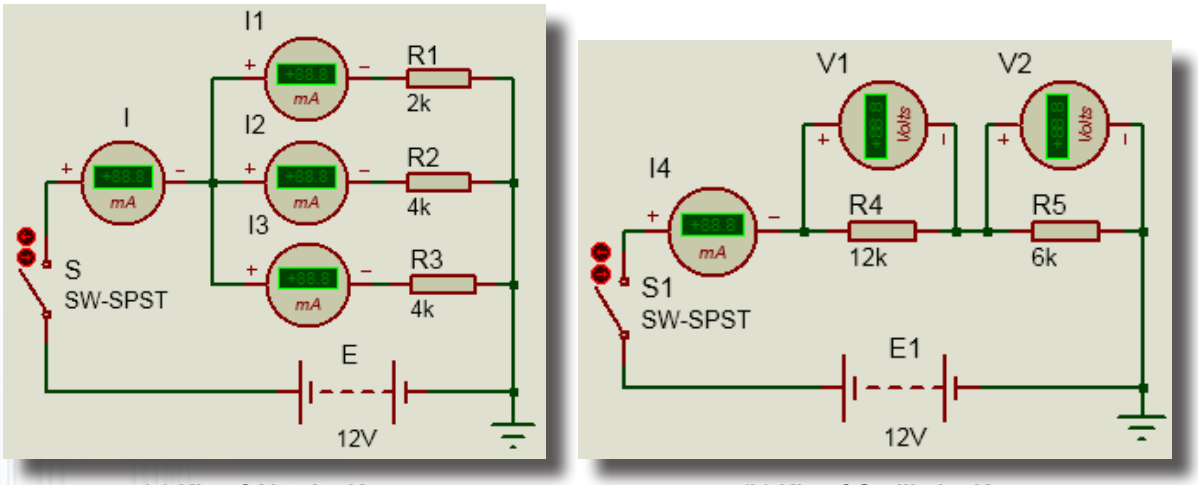
Sonuç: Ölçüm sonuçlarına göre elde edilen değerler Ohm Kanunu'nu sağlar (…) - sağlamaz (…).

Sorular

1. Görsel 1.170.a'da direnç değiştikçe akım ne yönde değişti?
2. Görsel 1.170.b'de gerilim değiştikçe akım ne yönde değişti?
3. Sonuçları Ohm Kanunu açısından değerlendiriniz.

1.5. Uygulama: Kirşof Kanunları Deneyleri

Açıklama: Seri devrelerde dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamı kaynak gerilimine eşittir. Buna Kirşof Gerilimler Kanunu denir. Bu devrelerde akım sabittir. Deneye göre E2= V2+V3 şeklinde olmalıdır. Paralel devrelerde dirençlerden geçen akımların toplamı devre akımına eşittir. Buna Kirşof Akımlar Kanunu denir. Bu devrelerde gerilim sabittir. Deneye göre I=I1+I2+I3 şeklinde olmalıdır.



(a) Kirşof Akımlar Kanunu (b) Kirşof Gerilimler Kanunu

Görsel 1.171: Kirşof Kanunları deneyleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BATTERY, RES, SWITCH (SW-SPST)
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER, DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.171'de verilen devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- S1 ve S2 anahtarlarını kapatarak ölçüm sonuçlarını Tablo 1.63'teki alana yazınız.
- Batarya gerilimini 24V olarak ayarlayıp ölçümleri tekrar yapınız ve sonuçları tabloya yazınız.
- İşlemin sonunda 12V değerine göre hesaplamaları yaparak sonuçları tabloya yazınız ve ölçüm değerleriyle karşılaştırınız.

Tablo 1.63: Ölçüm Sonuçları

Verilenler	12V (Elle Hesaplama)	12V (Ölçümler)	24V (Ölçümler)
I (mA)			
I1 (mA)			
I2 (mA)			
I3 (mA)			
V1 (V)			
I4 (mA)			
V2 (V)			

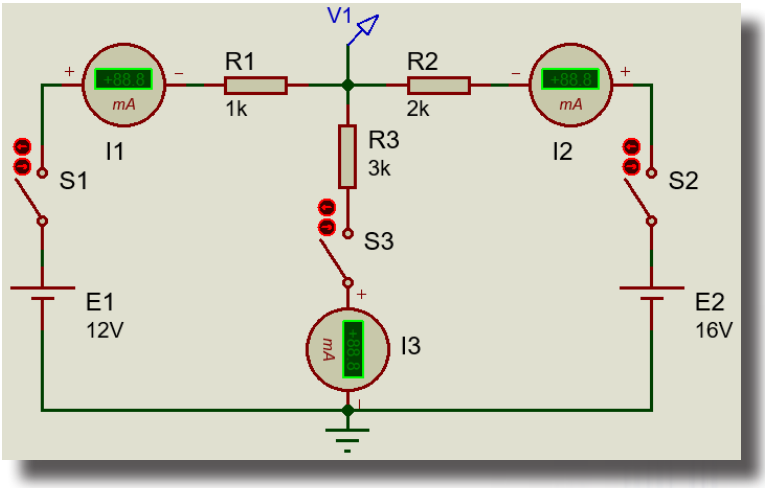
Sorular

1. V1 ve V2 voltmetrede 6V gerilim ölçülmesi için hangi direnç değerleri kullanılabilir? Örnekler veriniz.
2. Görsel 1.171'de verilen devre şemalarında I ve I4 ampermetreleri ters bağlanırsa ölçüm sonucu nasıl değişir?
3. Görsel 1.171'deki direnç değerleri 2k, 4k, 6k, 12k'dır. Simülasyon programında olmasına rağmen piyasada bu direnç değerlerinden bazıları yoktur. Bu uygulamayı gerçek ortamda yapabilmek için nasıl bir yol izlenmesi gerekir? Araştırarak arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

1.6. Uygulama: Gözlü Devrede Akım ve Gerilim Ölçümleri

Açıklama: Bu uygulamada iki gözlü bir devrede geçen akımlar (I_1, I_2, I_3) ve düğüm noktasındaki (V_1) gerilim değerinin ölçümü yapılacaktır. Ölçülen değerler ile çevre akımları/düğüm gerilimleri yöntemiyle hesaplanan değerler birbirleriyle karşılaştırılacaktır. Anahtarların konumları ile bu işlemler kontrol edilebilecektir.

$$E_1 = I_1 . (R_1 + R_3) + I_2 . R_3$$
$$E_2 = I_2 . (R_2 + R_3) + I_1 . R_3 \quad \rightarrow \quad \mathbf{I_3 = I_1 + I_2} \quad \text{veya} \quad I_3 = I_1 + I_2 \rightarrow \frac{\mathbf{V_1}}{\mathbf{R_3}} = \frac{\mathbf{V_1 - E_1}}{\mathbf{R_1}} + \frac{\mathbf{V_1 - E_2}}{\mathbf{R_2}}$$



Görsel 1.172: Gözlü devrede akım ve gerilim ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	CELL (BATTERY), RES, SWITCH (SW-SPST)
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	GROUND
Probe Mode ( )	VOLTAGE

İstenenler

- Görsel 1.172'de verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Ölçü aletlerini, yönlerine dikkat ederek devreye bağlayınız.
- Devre şemasına, **Probe Mode ( )** sekmesinden **Voltage**'ı ekleyip bağlantıyı yapınız ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.64'teki anahtarların açık/kapalı durumlarına göre ölçülen değerleri tabloya yazınız.
- Devrenin hesabını elle yapınız ve sonuçları tabloya yazınız.
- V_1 geriliminin ölçülen değerleriyle elle hesaplanan değerleri karşılaştırarak yorumlayınız.
- Devredeki E2 bataryasının bağlantısını ters çeviriniz ve Tablo 1.65'teki işlemleri yaparak sonuçları tabloya yazınız.

Tablo 1.64: Ölçüm Sonuçları (E2 Batarya Doğru Bağlanırsa)

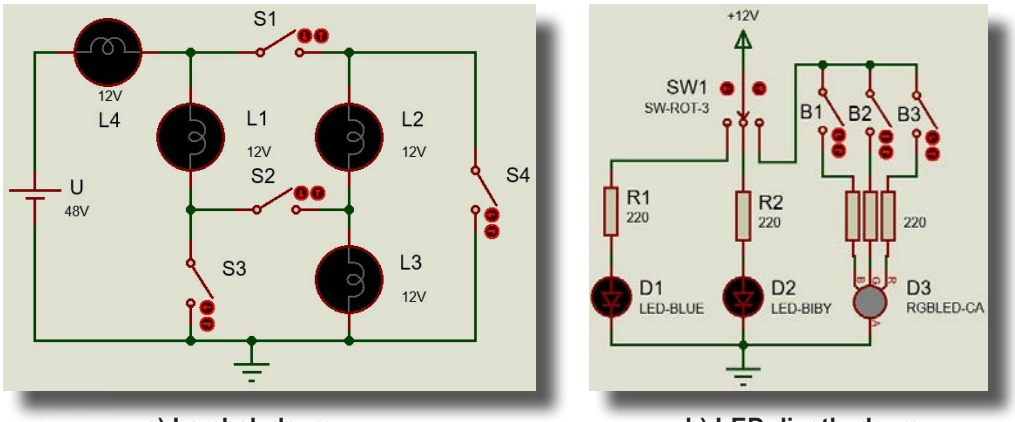
S1	S2	S3	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	V_1 (V)	Elle Hesaplama (V_1)
Kapalı	Açık	Kapalı					
Açık	Kapalı	Kapalı					
Kapalı	Kapalı	Açık					
Kapalı	Kapalı	Kapalı					

Tablo 1.65: Ölçüm Sonuçları (E2 Batarya Ters Bağlanırsa)

S1	S2	S3	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	V_1 (V)	Elle Hesaplama (V_1)
Kapalı	Açık	Kapalı					
Açık	Kapalı	Kapalı					
Kapalı	Kapalı	Açık					
Kapalı	Kapalı	Kapalı					

1.7. Uygulama: Lambalı ve LED'li Devreler

Açıklama: Bu uygulamada çeşitli anahtarlar, lambalar ve LED diyotlar kullanılarak devre simülasyon uygulaması yapılacaktır. Devre yolları takip edilip anahtarların açık/kapalı olma durumuna bakılarak lambaların ve LED diyotların çalışmaları bilgisayarlı simülasyon programı üzerinde test edilecek ve sonuçlar not edilecektir.



a) Lambalı devre b) LED diyotlu devre

Görsel 1.173: Lambalı ve LED'li devreler

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Malzemeler	CELL, LAMP, SWITCH, SW-ROT-3, LED-BIBY, LED-BLUE, RGBLED-CA
Terminal	GROUND, POWER

İstenenler

- Görsel 1.173.a'da verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Anahtarların açık/kapalı durumlarına göre lambaların yanma durumlarını Tablo 1.66'ya yazınız.
- Görsel 1.173.b'de verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- SW1 anahtarını "1" konumuna alınız ve D1 LED'inin verdiği ışık rengini tabloya yazınız.
- SW1 anahtarını "2" konumuna alınız. D1 LED'inin verdiği ışık rengini tabloya yazınız. Daha sonra D1 LED'ini ters bağlayınız ve LED'in verdiği ışık rengini tabloya yazınız.
- SW1 anahtarını "3" konumuna alınız. Tablo 1.67'deki gibi B1, B2, B3 anahtarlarını çeşitli şekilde kapatınız ve D3 LED'inin verdiği ışık rengini tabloya yazınız.

Tablo 1.66: Lambalı Devrenin Çalışma Durumları

ANAHTARLAR				LAMBALAR			
S1	S2	S3	S4	L1	L2	L3	L4

Tablo 1.67: LED Diyotlu Devrenin Çalışma Durumları

SW1 Anahtar	B1 Anahtar	B2 Anahtar	B3 Anahtar	D1 LED	D2 LED	D3 LED
1	-	-	-		-	-
2 (D2 düz bağlı)	-	-	-	-		-
2 (D2 ters bağlı)	-	-	-	-		-
3	Açık	Açık	Kapalı	-	-	
	Açık	Kapalı	Açık	-	-	
	Açık	Kapalı	Kapalı	-	-	
	Kapalı	Açık	Açık	-	-	
	Kapalı	Açık	Kapalı	-	-	
	Kapalı	Kapalı	Açık	-	-	
	Kapalı	Kapalı	Kapalı	-	-	

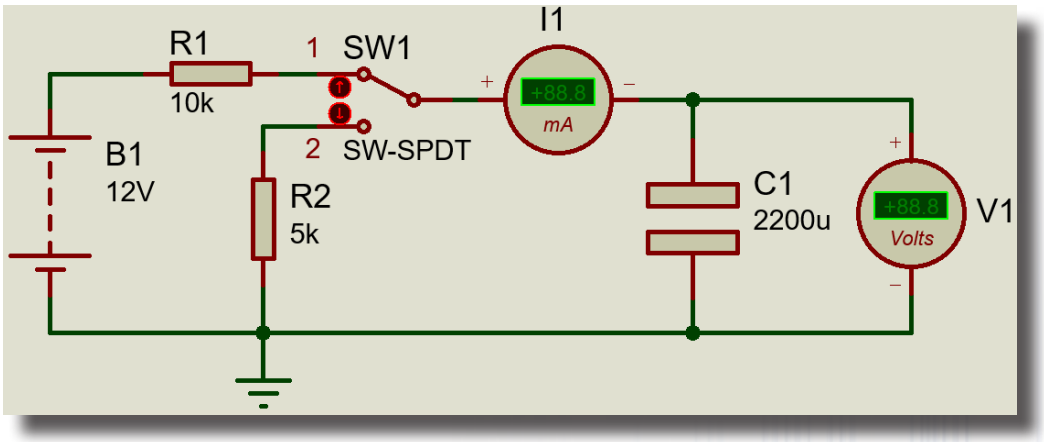
Sorular

1. Kullanılan LED'ler arasında ne gibi farklılıklar vardır?

1.8. Uygulama: Kondansatör Şarj ve Deşarj Devresi

Açıklama: Kondansatörler, elektrik enerjisini depolamak için kullanılır. Kondansatörlerin dolmasına **şarj**, boşalmasına **deşarj** denir. Şarj-deşarj süresi T= 5.(R.C) formülüyle bulunur.

Bu uygulamada kondansatör şarj ve deşarj deneyi gerçekleştirilecektir. S1 anahtarı "1" konumundayken kondansatör $\mathbf{T_{şarj}=5.(R_1.C_1)}$ saniye süresince şarj olacaktır ve bu işlem kondansatör üzerinden görülebilecektir. S1 anahtarı "2" konumuna alındığında şarj olan kondansatör $\mathbf{T_{deşarj}=5.(R_2.C_1)}$ **saniye** süresince deşarj olacaktır. Şekildeki devrede $T_{şarj}=5.(10.10^3.2200.10^{-6})$ = 110 saniye sürede şarj ve $T_{deşarj}$ = $5.(5.10^3.2200.10^{-6})$ = 55 saniye sürede deşarj işlemi olacaktır.



Görsel 1.174: Kondansatör şarj-deşarj devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	BATTERY, CAPACITOR (CAP-ELEC), RES, SW-SPDT
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.174'te verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Ölçü aletlerini yönlerine dikkat ederek bağlayınız.
- Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- SW1 anahtarını "1" konumuna alınız ve kondansatörün şarj işlemini gözlemleyiniz.
- $\mathbf{T_{şarj=}\ 5.(R_1.C_1)}$ saniye formülüyle şarj süresini hesaplayınız.
- SW1 anahtarını "2" konumuna alınız ve kondansatörün deşarj işlemini gözlemleyiniz.
- $\mathbf{T_{deşarj\ =}\ 5.(R_2.C_1)}$ saniye formülüyle deşarj süresini hesaplayınız.
- Gözlemlenen değerleri Tablo 1.68'e yazınız ve sonuçları değerlendiriniz.

Tablo 1.68: Ölçüm Sonuçları

S1 "1"	S1 "2"	I1 (mA)	Şarj Süresi (saniye)	Deşarj Süresi (saniye)
X	-			-
-	X		-	

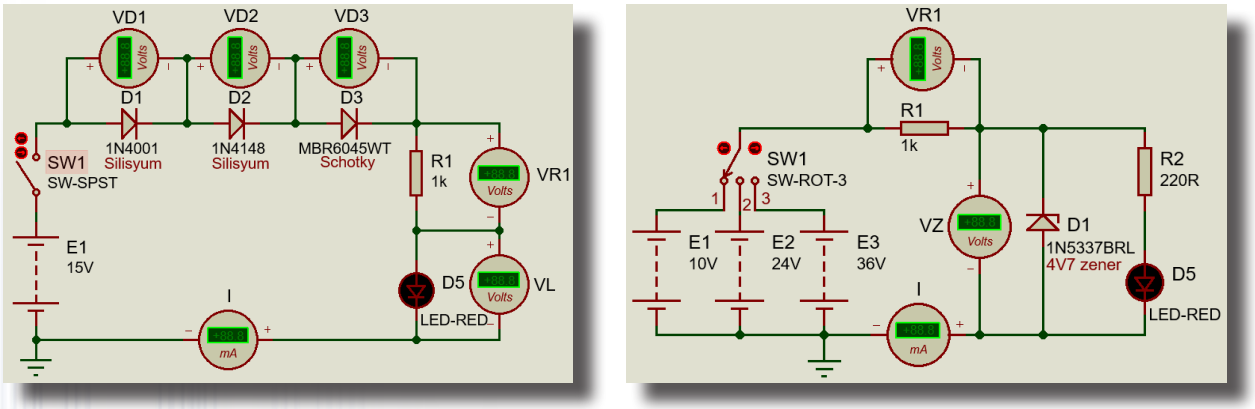
Sorular

1. 10 kΩ ve 330 µF kondansatörün şarj ve deşarj sürelerini hesaplayınız.
2. Görsel 1.174'teki uygulamayı gerçek ortamda yapabilmek için 5k direnç değeri yerine hangi değerde direnç takılmalıdır? Araştırıp arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

1.9. Uygulama: Diyot Devreleri

Açıklama: Elektrik akımının tek yönlü geçişine izin veren yarı iletken devre elemanına **diyot** denir. Diyodun **anot** (A) ve **katot** (K) olmak üzere iki ucu vardır. Üzerine uygulanan gerilimin belirli bir değere ulaşması hâlinde gerilimi sabitleyen diyotlara **zener diyot** denir. Zener diyot, devreye ters bağlanır ve ters polarma altında çalışır. Doğru polarma altında ışık yayan yarı iletken diyotlara **LED diyot** denir. LED diyot elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürür ve farklı renklerde ışık yayar. Devreye ön dirençlerle (220 Ω gibi) beraber bağlanır.

Görsel 1.175'teki devrede, D1 ve D2 gibi silisyum diyot uçlarında 0.7V, D3 schotky diyot uçlarında 0.4V, zener diyot uçlarında ise 4.7V gerilim okunur.



(a) Diyot gerilimlerini ölçme devresi

(b) Zener diyot devresi

Görsel 1.175: Diyot devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Malzemeler	BATTERY, 1N4001, 1N4148, SCHOTKY (MBR6045WT), DIODE-ZEN (1N5337BRL), LED-RED, RES (220R, 1K), SW-ROT-3
Ölçü Aletleri	DC VOLTMETER, DC AMPMETER
Terminal	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.175'te verilen devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Ölçü aletlerini yönlerine dikkat ederek bağlayınız. Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- Görsel 1.175.a'da verilen devre şemasının ölçüm sonuçlarını Tablo 1.69'a kaydediniz.
- Görsel 1.175.b'de SW1 anahtarların konumlarına göre Tablo 1.70'teki ölçümleri yapınız ve sonuçları tabloya yazınız.

Tablo 1.69: Diyot Gerilimleri Devresinin Ölçme Sonuçları

E1 (Volt)	VD1 (Volt)	VD2 (Volt)	VD3 (Volt)	VL (Volt)
15V				
24V				

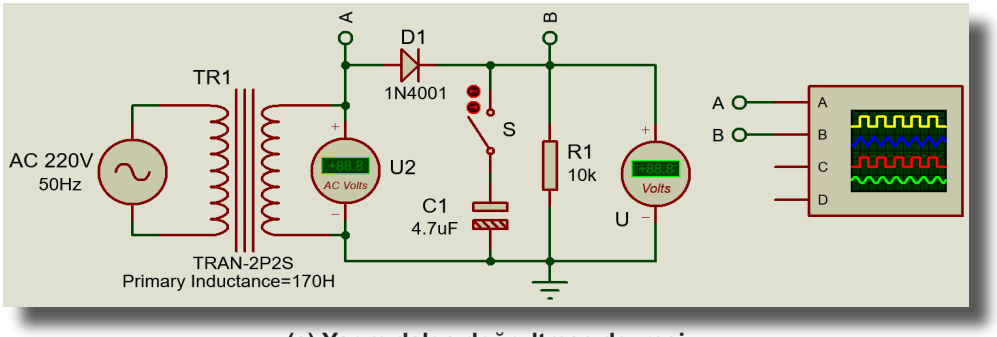
Tablo 1.70: Zener Diyot Devresinin Ölçüm Sonuçları

	SW1 (1 Konumda)	SW1 (2 Konumda)	SW1 (3 Konumda)
VR1 (Volt)			
VZ (Volt)			
I (mA)			
LED Durumu	Sönük ( ) - Yanık ( )	Sönük ( ) - Yanık ( )	Sönük ( ) - Yanık ( )

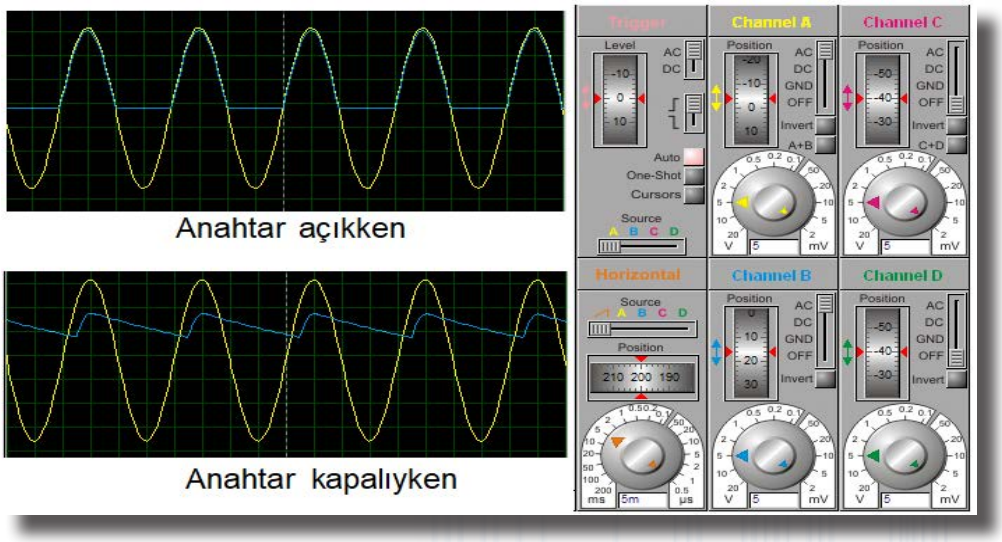
Sorular

1. Görsel 1.175.a'daki devrede D1 1N4001 diyodu ters bağlanırsa devre nasıl çalışır?
2. Görsel 1.175.b'deki devrede D1 4V7 zener diyodu ters bağlanırsa devre nasıl çalışır?

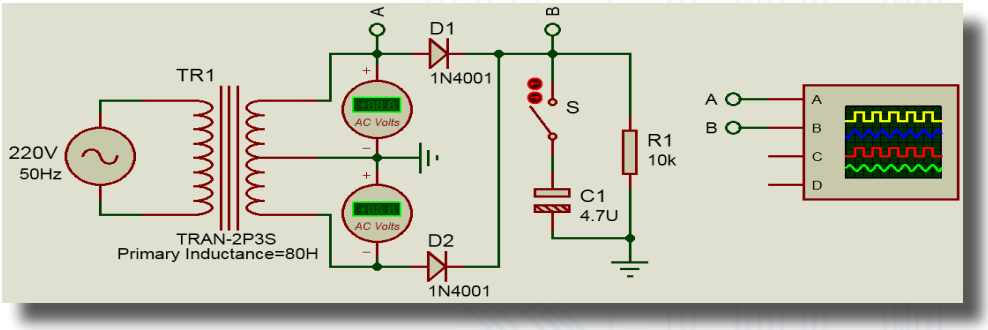
1.10. Uygulama: Doğrultmaç Devreleri



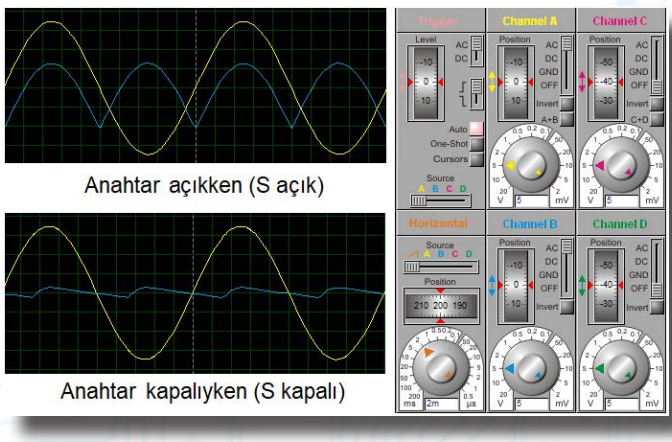
(a) Yarım dalga doğrultmaç devresi



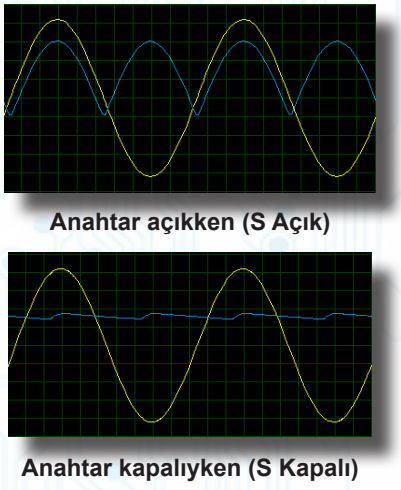
(b) Osiloskop ile yarım dalga doğrultmaç devresinin sinyal ölçümleri



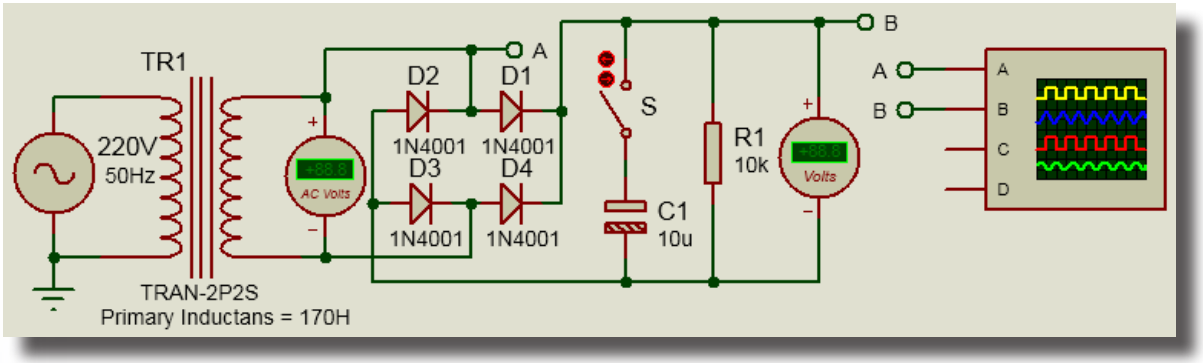
(c)Tam dalga doğrultmaç devresi



(d) Tam dalga doğrultma devresinin osiloskop görüntüsü



(e) Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin osiloskop görüntüsü



(f) Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi

Görsel 1.176: Doğrultmaç devre şemaları ve dalga şekillerinin osiloskop ekran görüntüleri

Açıklama: Doğrultmaç devreleri, AC sinyali DC sinyale çevirmek için kullanılır. Devrenin girişindeki alternatör AC 220V 50Hz şehir şebeke gerilimi üretir. Transformatör ise bu sinyali istenen gerilim değerine düşürür. Görsel 1.176.a'daki yarım dalga doğrultmaç devresinde D1 diyodu, S anahtarı açık iken girişten uygulanan AC sinyalin pozitif alternansını geçirir, negatif alternansını kırpar. Görsel 1.176.c'deki iki diyotlu tam dalga doğrultmaç için üç uçlu transformatör kullanılır. Tam dalga doğrultmaç devresinde diyotlar sırayla iletime geçmekte ve pozitif alternansı yüke aktarmaktadır. Sonuç olarak yükün üst ucu daima pozitif olmaktadır. Görsel 1.176.e'deki köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin sekonder sargısının üst ucu pozitif iken alt ucu negatiftir. D1 ve D3 iletimdedir. Üst uçtaki pozitif alternans, yüke aktarılır. Bu durumda D2 ve D4 kesimdedir. Üst uç negatif olduğunda alt uç pozitiftir. D2 ve D4 iletimdedir. Alt uçtaki pozitif alternans, yüke aktarılır. Bu durumda D1 ve D3 kesimdedir. Bu nedenle yükün üst ucu pozitiftir.

Her üç devrede de S anahtarı kapalıyken devrenin çıkışına bağlanan kondansatör sayesinde devrenin çıkışında DC sinyale yakın ripple sinyal görünür. R1 direnci, çıkışta yük oluşturmak için eklenmiştir. Tam dalga doğrultmaç devresinde yarım dalga doğrultmaç devresine göre daha iyi bir doğrultma elde edilir. Çünkü yük üzerinde elde edilen pozitif alternanslar arasında boşluk yoktur. Köprü tipi doğrultmaç ile tam dalga doğrultmaç devresinin çıkış dalga şekilleri aynıdır. Temel fark ise köprü tipinde iki uçlu, tam dalgada üç uçlu transformatör kullanılmasıdır. Köprü tipinde dört diyot, tam dalga tipinde iki diyot kullanılır.

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	ALTERNATOR, 1N4001, MINRES10K, PCELEC1000U35V, SWITCH, TRAN-2P2S, TRAN-2P3S CAP-ELEC
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER, AC VOLTMETER, OSCILLOSCOPE
Terminal Mode ( )	DEFAULT, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.176.a'da verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz.
- Alternatör ve transformatörün ayarlarını yapınız. Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- Simülasyon başlatıldığında açılan osiloskop ekranını aynı anda devre şemasını da görebilecek şekilde uygun bir alana kaydırınız.
- Osiloskop ekranında dalga şekillerini net görebilmek için Time/div ve Volt/div komütatörlerini uygun kademeye getiriniz.
- S anahtarı açık ve kapalı konumda iken osiloskop ekranını gözlemleyerek giriş ve çıkış sinyallerini karşılaştırınız.
- Ölçülen değerler ile Görsel 1.176.b'deki değerleri karşılaştırınız. Çıkış sinyalinin değişimine dikkat ediniz.
- Kondansatör değerlerini 22 µF, 100 µF ve 1000 µF yaparak ölçümleri tekrarlayınız.
- Aynı işlemleri Görsel 1.176.c'deki tam dalga ve Görsel 1.176.e'deki köprü tipi doğrultmaç devreleri için tekrarlayınız.

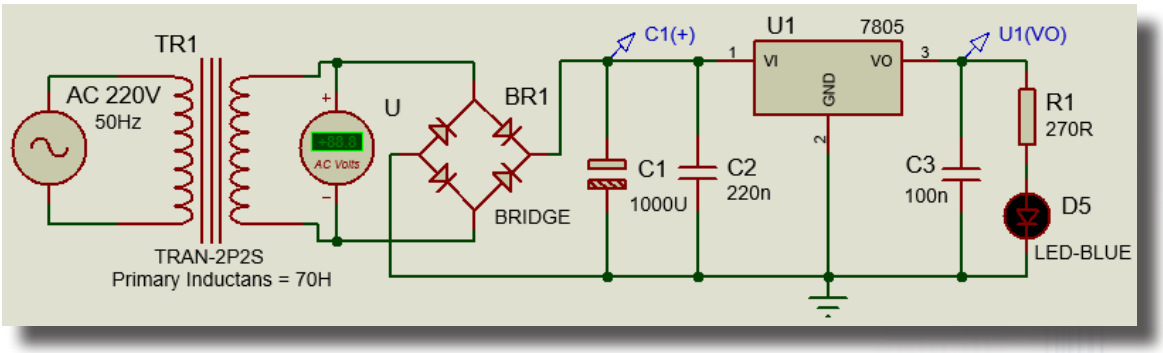
Sorular

1. Yarım dalga doğrultmaç devresinde D1 diyodununun yönü değiştirilirse devrenin çıkış dalga şekillerinde nasıl bir değişiklik olur? Nedenini açıklayınız.
2. Tam dalga doğrultmaç devresinde D1 veya D2 diyodu çıkarıldığında devrenin çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
3. Ripple sinyali ne demektir? Araştırınız.

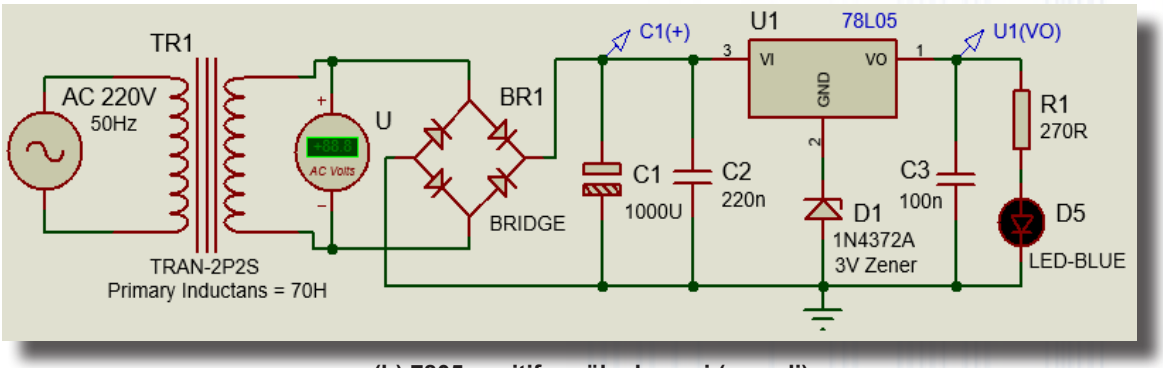
1.11. Uygulama: 78XX Pozitif Regüle Devreleri

Açıklama: Çıkıştan alınan gerilimi ve akımı sabit tutan devrelere **regüle devresi** denir. Doğrultmaçlar ile doğrultulan DC gerilimin sabitlenmesi için regüle devrelerine ihtiyaç duyulur. Filtre devresinden sonra uygun elemanlarla regüle devresi oluşturularak devrenin girişinde veya çıkışında meydana gelen değişimlerin çıkış gerilimini etkilememesi sağlanır. Regüle işlemi için zener diyot, transistör veya entegre gerilim regülatörleri kullanılır.

Pozitif gerilim regülatörleri pozitif regülasyon yapar. Bu devrelerin seri numaraları "78XX" şeklindedir. Buradaki "XX" yerine gelen rakam, çıkış gerilim değerini belirtir. "XX" değeri; 05, 06, 08, 09, 10, 12, 15, 18, 24 olarak belirlenmiştir. Regülasyon yapılabilmesi için giriş gerilimi, çıkış geriliminden en az 3V yüksek olmalıdır. GND bacağı ile şase arasına bir zener bağlanırsa çıkış gerilimi zener gerilimi kadar artar.



(a) 7805 pozitif regüle devresi (normal)



(b) 7805 pozitif regüle devresi (zenerli)

Görsel 1.177: Pozitif regüle devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7815, 7812, 7805, 78L15, 78L12, 78L05, ALTERNATOR, BRIDGE, TRAN-2P2S, DISC100N50V (CAP-ELEC), LED-BLUE, MINRES270R (RES), PCELEC1000U35V (CAP), 1N4372A
Ölçü Aletleri ( )	AC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	DEFAULT, GROUND
Probe Mode ( )	VOLTAGE

İstenenler

- Görsel 1.177.a'da verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz. Devrenin simülasyonunu başlatınız ve ölçtüğünüz değerleri Tablo 1.71'e yazınız.
- Simülasyonu durdurunuz. 7805 entegresinin ikinci ucuna 3V zener diyot bağlayarak gerilimleri ölçünüz ve sonuçları tabloya yazınız (Görsel 1.177.b).
- Görsel 1.177.a'daki devrede 7805 numaralı regülatör yerine yerine 7812 ve 7815 numaralı regülatörleri takarak ölçümleri tekrar yapınız.

Tablo 1.71: Çıkış Sinyallerinin Ölçülmesi

Zener Etkisi	U (Volt)	C1(+) (Volt)	U1 (V0) (Volt)
Zener yok (2 No.lu uçta)			
Zener var (2 No.lu uçta)			

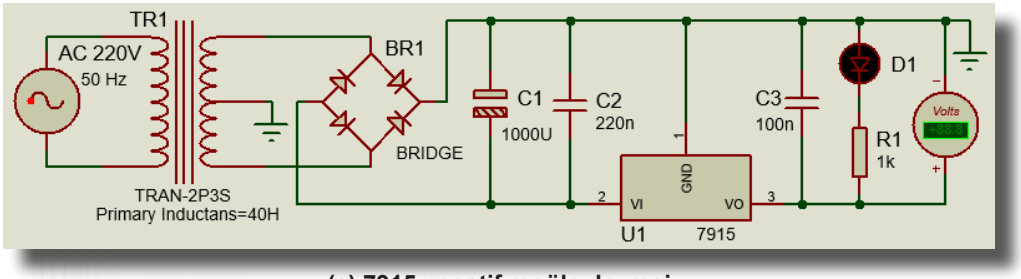
Sorular

1. Devredeki zener diyodun çıkış gerilimine etkisi nedir?
2. Görsel 1.177.b'deki devrede 78L05 ve malzeme listesinde 78L12 ve 78L15 isimlerinde regülatörler bulunmaktadır. Bu regülatörlerin aralarındaki fark nedir?

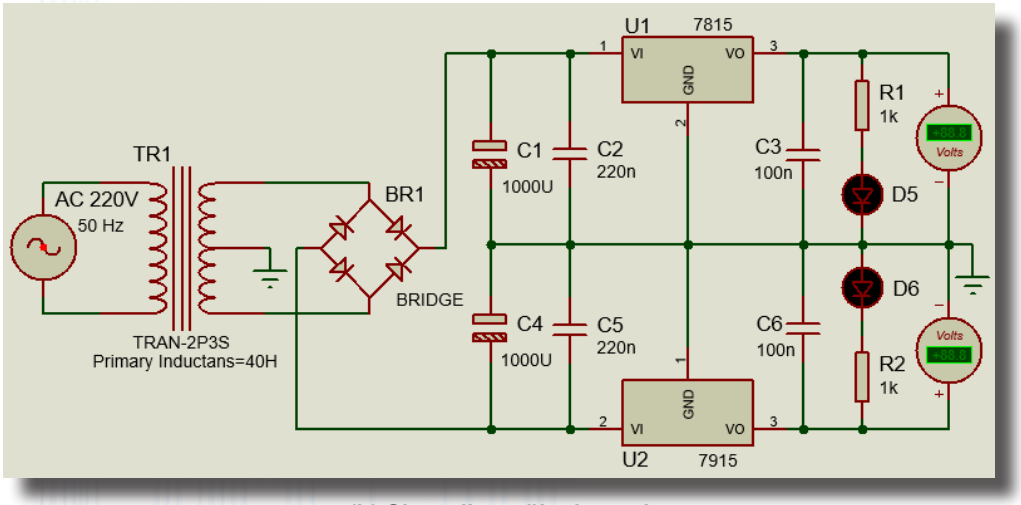
1.12. Uygulama: 7915 Negatif Regüle ve Simetrik Besleme Devreleri

Açıklama: Negatif gerilim regülatörlerinin 78 serisinden farklı olarak 79 serisi regüle entegreleri, negatif regülasyon yapar. Bu devrelerin seri numaraları 79XX şeklindedir. Buradaki "XX" yerine gelen rakam gerilim değerini belirtir. Canlı uç eksidir. Ortak uç (GND) artıdır. Giriş geriliminin çıkış geriliminden en az 3V yüksek olması gerekir.

78 ve 79 serisi ile yapılan simetrik regüle devresinde üç uçlu transformatör kullanılmış ve transformatörün orta ucuna GND eklenmiştir. Köprü diyot, sekonderde oluşan pozitif alternansları C1'in artı ucuna, negatif alternansları C4'ün eksi ucuna göndermektedir. C1'in eksi ucu ve C4'ün artı ucu GND noktasına bağlıdır. Standart 78xx ve standart 79xx devreleri aynı anda kullanılmıştır. Böylece ±15V'lik besleme gerilimleri elde edilmiştir.



(a) 7915 negatif regüle devresi



(b) Simetrik regüle devresi

Görsel 1.178: Regüle devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7815, 7915, 7812, 7912, 7805, 7905, ALTERNATOR, BRIDGE, DISC100N50V (CAP), LED-BLUE, TRAN-2P3S, MINRES1k, PCELEC1000U35V (CAP-ELEC)
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.178.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz.
- Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- **DC** voltmetrenin ölçtüğü gerilim değerini kontrol ediniz. Ölçülen değer ile U1 gerilim regülatörünün isminin aynı olmasına dikkat ediniz. Aynı işlemleri 7912 ve 7905 gerilim regülatörü için de tekrarlayınız.
- Görsel 1.178.b'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz.
- Devre simülasyonunu çalıştırınız.
- **DC** voltmetrelerin ölçtüğü gerilim değerlerini kontrol ediniz. Ölçülen değerler ile U1 ve U2 gerilim regülatörünün isminin aynı olup olmadığını kontrol ediniz.
- Aynı simülasyonu 7812-7912 çifti ve 7805-7905 çifti ile değiştirip ölçüm sonuçlarını gözlemleyiniz.

Sorular:

1. Simetrik besleme nerelerde kullanılır? Araştırınız.

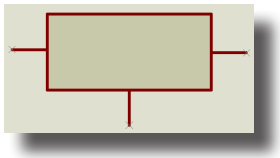
1.13. Uygulama: AMS1117-5 ve XL4015 Elemanlarının Kütüphaneye Eklenmesi

Açıklama: AMS1117 entegresi 0.8A akım veren, ayarlanabilen veya sabit doğrusal gerilim verebilen regülatördür. AMS1117-ADJ ayarlı ve AMS1117-1.2, 1.5, 1.8, 2.5, 2.85, 3.3 ve 5V sabit gerilim verebilen çeşitleri vardır. XL4015, 180Khz sabit frekanslı PWM buck (kademeli) DC / DC dönüştürücüdür. Çıkışında 5A akım verebilen anahtarlamalı gerilim regülatörüdür. Giriş geriliminin aralığı 8-36V'dir. Çıkış geriliminin aralığı 1.25-32V'dir. Dâhili olarak akım sınırlaması ve çıkış kısa devre koruması mevcuttur.

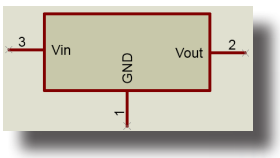
AMS1117-5 ve XL4015'in sembolü Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında mevcut olmadığı için sembolleri kütüphanenize ekleyiniz.



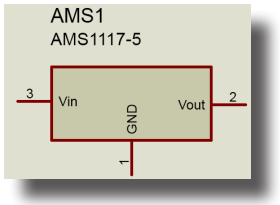
(a) Boş kutu çizimi



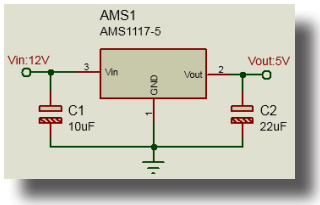
(b) Pinlerin yerleşimi



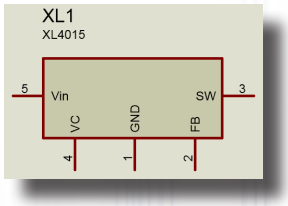
(c) Pinlerin isimlerinin verilmesi



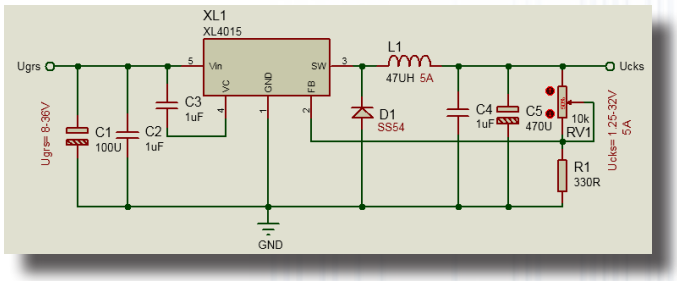
(d) AMS1117-5 sembolü



(e) AMS1117-5 0,8A 5V güç kaynağı devresi



(f) XL4015 sembolü



(g) XL4015 ile 5A 1.25-32V ayarlı güç kaynağı devresi

Görsel 1.179: AMS1117-5 ve XL4015 uygulama devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	AMS1117-5, XL4015, 1N914, MINRES330R, PCELEC100U50V250M, PCELEC470U25V850M, POT-HG, REALIND, CAP-ELEC
Terminal Mode ( )	GROUND, DEFAULT

İstenenler

- **2D Graphics Box Mode**'a ( ) tıklayınız ve **GRAPHICS** alanından **COMPONENT** seçili iken tasarım alanında farenin sol tuşuna basılı tutarak belirli ölçülerde kutu çiziniz (Görsel 1.179.a). Sağ tuş ile kutuyu blok içine alıp üzerine sağ tıklayınız ve gelen pencereden **Make Symbol**'ü seçiniz. **Symbol name** alanına elemanın ismini yazınız (AMS1117-5) ve **OK** butonuna basınız.
- **Device Pins Mode**'u ( ) tıklayınız ve **PINS** alanından **DEFAULT** seçili iken oluşturduğunuz elemana pinlerini ekleyiniz (Görsel 1.179.b). Eklediğiniz pinlere sıra ile çift tıklayarak gelen **Edit Pin** penceresinden **Pin Name** alanına pinin ismini (Vin), **Default Pin Number** alanına pin numarasını (3) girip **OK** butonuna basınız (Görsel 1.179.c). Aynı işlemleri diğer uçlar için de tekrarlayınız.
- Kutuyu sağ tuş ile blok içine alıp üzerine sağ tıklayınız. Gelen pencereden **Make Device**'ı seçiniz. Device Name alanına eleman ismini (AMS1117-5), **Reference Prefix** alanına elemanın sembol ismini (AMS) yazınız ve **Next** butonuna basınız. **Packagings** penceresinden **Add/Edit**'i seçiniz. Gelen **Package Device** penceresinden **Add** ikonuna basarak **SOT223-3** kılıfını seçiniz. **Packagings** alanına **SOT223-3** yazınız. PCB kılıfının pin numaraları işaretli iken **Assing Package(s)** ikonuna tıklayınız. Gelen **Make Device** penceresinden **Next** ikonunu tıklayıp gelen pencereleri takip ederek yeni elemanı (AMS1117-5) oluşturunuz (Görsel 1.179.d). **Component Mode ( )** seçili iken açılan device penceresinde AMS1117-5 entegresini görebilirsiniz. Aynı işlemleri Görsel 1.179.f'deki XL4015 elemanı için yaparak elemanı kütüphaneye ekleyiniz. PCB kılıfı olarak **TO170P1524X483-6** sembolünü tanıtınız.

Görsel 1.179.e ve Görsel 1.179.g'de verilen devre şemalarını çiziniz.

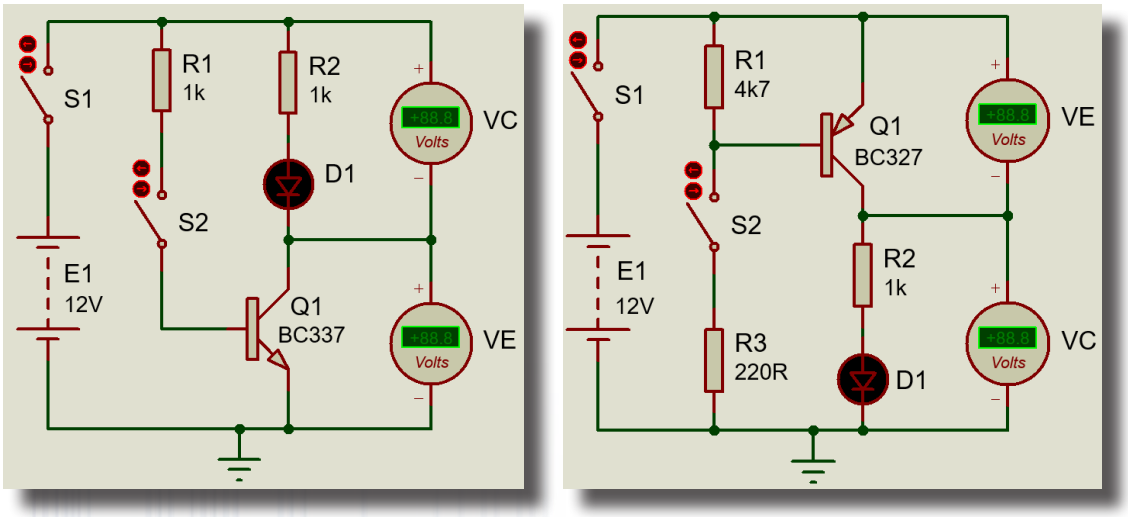
Sorular

1. AMS1117 entegresi arduino UNO kartlarında ne amaçla kullanılır?

1.14. Uygulama: Transistörün Anahtar Olarak Kullanılması

Açıklama: Transistörün kollektör, beyz ve emiter olmak üzere üç adet ucu vardır. Beyz ucu kontrol ucudur. Beyz ucu tetiklendiğinde kolekktör ile emiter arası akım geçişi olur. Beyz ucu, transistörün tipine göre tetiklenir. NPN tipi transistörde beyz ucuna pozitif (+) sinyal uygulandığında transistör iletime geçer. Kolektör ile emiter arası akım geçişi olur. PNP tipi transistörde ise beyz ucuna negatif sinyal uygulandığında transistör iletime geçer. Emiter ile kollektör arası akım geçişi olur. NPN tipi transistörler yükün eksi ucunu GND ile anahtarlamak için kullanılır. PNP tipi transistörler ise yükün artı ucunu +12V ile anahtarlamak için kullanılır.

S1 anahtarı, her iki devrede de devreye enerji vermek için kullanılır. S2 anahtarı ise transistörün tetiklenmesini sağlar. Transistör iletimde veya kesimdeyken V_E voltmetresi, kollektör ile emiter arası gerilimi; V_C voltmetresi, yük uçlarında düşen gerilimi göstermektedir.



(a) NPN transistör **(b) PNP transistör**

Görsel 1.180: Transistörün anahtar olarak kullanılması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BATTERY, BC327, BC337, LED-GREEN, POT-HG, RES (MINRES1K, MINRES4K7, MINRES220R), SWITCH
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.180'deki devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve ölçü aletlerini şemaya yerleştiriniz.
- Devrenin simülasyonunu başlatınız.
- Anahtarların durumlarına göre voltmetrelerden görülen değerleri ve LED durumunu Tablo 1.72'ye yazınız.
- Devrenin simülasyonunu durdurunuz.

Tablo 1.72: Ölçüm Sonuçları

Devre Türü	Anahtarların Durumları		Voltmetre Ölçümleri		LED Durumu
	S_1	S_2	V_C (Volt)	V_E (Volt)	
NPN Transistör	Kapalı	Açık			Sönük ( ) – Yanık ( )
	Kapalı	Kapalı			Sönük ( ) – Yanık ( )
PNP Transistör	Kapalı	Açık			Sönük ( ) – Yanık ( )
	Kapalı	Kapalı			Sönük ( ) – Yanık ( )

Sorular:

1. S2 anahtarının devrelerdeki görevi nedir?
2. Görsel 1.180'de verilen devrelerde NPN ve PNP tipi transistörler yükün hangi gerilim ucunu kontrol etmek için kullanılmıştır?

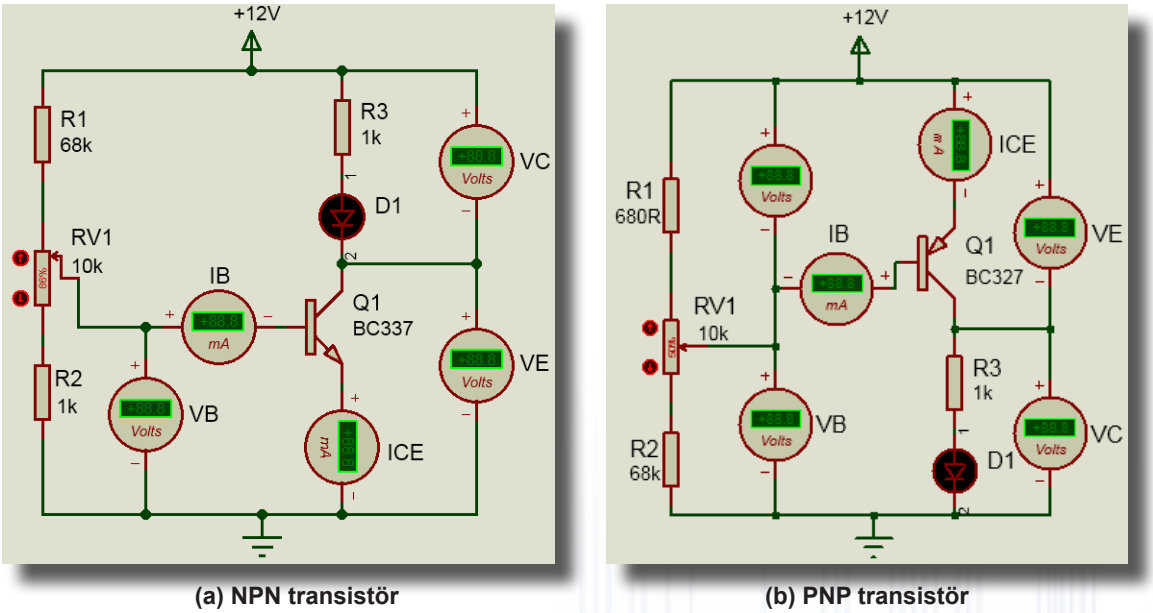
1.15. Uygulama: Transistörün Ayarlı Direnç Olarak Kullanılması

Açıklama: Transistör, akım kontrollü akım kaynağıdır. Beyz ucuna verilen akım arttıkça kollektör ile emiter arasından geçen akım da artar.

NPN tipi transistörün beyz ucuna uygulanan gerilim arttıkça kollektör ile emiter arasından geçen akım artar, kollektör ve emiter uçlarında ölçülen gerilim azalır.

PNP transistörün beyz ucuna uygulanan gerilim azaldıkça emiter ile kollektör arasından geçen akım artar, kollektör ve emiter uçlarında ölçülen gerilim azalır.

Her iki devrede de RV1 potansiyometresi ile transistörün yavaş yavaş iletime ve kesime gitmesi sağlanarak LED diyodun ışık şiddeti değiştirilir. V_E voltmetresi, transistör kesimde veya iletimdeyken kollektör ile emiter arası gerilimi, V_C ise yük uçlarında düşen gerilimi göstermektedir. Ampermetrelerde "IB" beyz akımını, "ICE" ise kollektör ile emiter arasından geçen akımı göstermektedir.



(a) NPN transistör (b) PNP transistör

Görsel 1.181: Transistörün ayarlı direnç olarak kullanılması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BC327, BC337, LED-GREEN, RES (MINRES680, MINRES1K, MINRES68K), POT-HG, SW-SPST, BATTERY
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER, DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- **Terminal Mode ( )** simgesinden **POWER**'ı seçerek tasarım alanına ekleyiniz.
- Eklediğiniz sembole çift tıklayıp +12V'lik bir besleme gerilimi ( ) elde ediniz (String: +12V).
- Görsel 1.181'deki devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Potansiyometreyi Tablo 1.73'teki oranlara ayarlayarak ölçü aletlerinden okunan değerleri ve LED'in durumunu kaydediniz.
- Potansiyometrenin değerini ayarlarken % değeri ile VB voltmetresinin gösterdiği değere veya yönüne (% artarken artması azalırken azalması) dikkat ediniz.

Tablo 1.73: Ölçüm Sonuçları

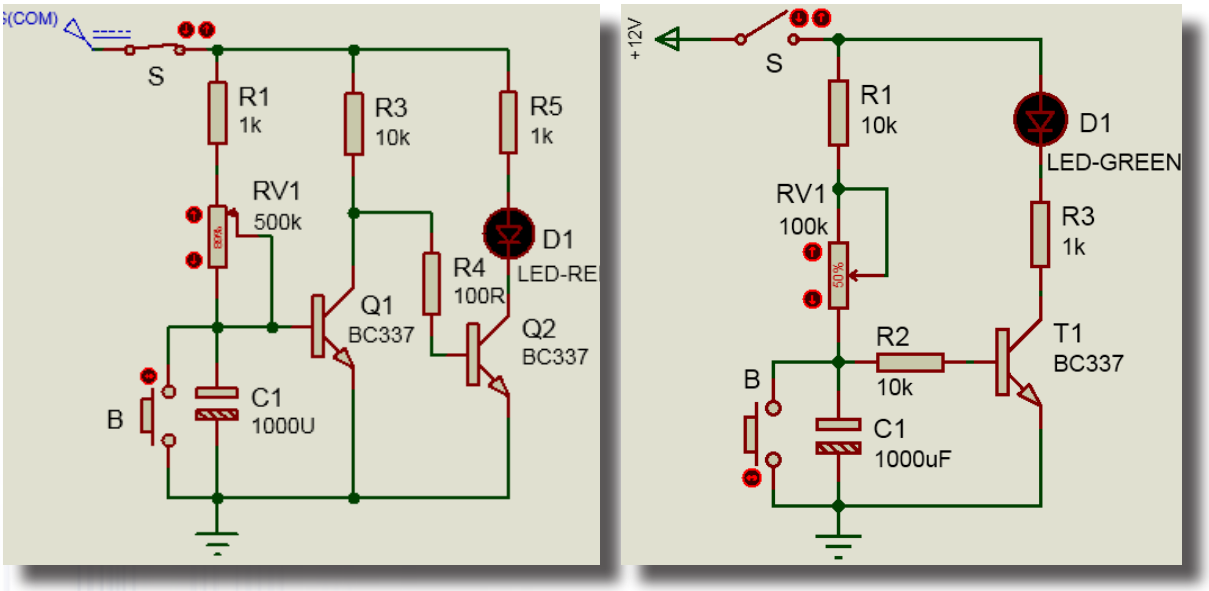
RV1 Durumu		I_B (mA)	I_{CE} (mA)	V_B (V)	V_C (V)	V_E (V)	LED Durumu
NPN	%25						Sönük ( ) - Yanık ( )
	%50						Sönük ( ) - Yanık ( )
	%75						Sönük ( ) - Yanık ( )
PNP	%25						Sönük ( ) - Yanık ( )
	%50						Sönük ( ) - Yanık ( )
	%75						Sönük ( ) - Yanık ( )

Sorular:

1. Bu iki devre ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.16. Uygulama: Transistörlü Turn-on ve Turn-off Devreleri

Açıklama: Turn on devresi belirli bir zaman sonra çalışan devre demektir. Turn off devresi de belirli bir zaman sonra duran devre demektir. Her iki devrede de zaman gecikmesini seri bağlı R1, RV1 ve C1 elemanları belirler. B butonuna basılıp çekildiğinde LED yanar veya söner.



(a) Turn-On devresi (b) Turn-Off devresi

Görsel 1.182: Transistörlü Turn-On ve Turn-Off devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	POT-HG, RES (MINERES1k, MINERES10k), BC337, LED-RED, LED-GREEN, CAP-ELEC (CAPACITOR), BUTTON, SWITCH
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Generator Mode ( )	DC

İstenenler

- **Generator Mode ( ) - DC** seçeneğini seçiniz ve kaynağı tasarım alanına ekleyiniz.
- Kaynağın üzerine çift tıklayarak **DC Generator Properties** penceresinden **Voltage** alanına "12" değerini giriniz. Böylece +12V'lik bir besleme gerilimi elde etmiş oldunuz.
- **Generator name** kısmını boş bırakırsanız **DC** elemanı devre şemada bağlandığı noktanın ismini alır.
- Görsel 1.182'deki devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sırayla kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- RV1 potansiyometre değerlerini Tablo 1.74'teki gibi ayarlayınız ve çalışma sürelerini inceleyerek tabloya yazınız.
- Her bir durumda butona (B) tıklayarak çalışmaları test ediniz.

Tablo 1.74: Ölçüm Sonuçları

Devre Tipi	RV1 (%)	B (Durumu)	Ayarlı Süre (saniye)	LED Durumu
Turn-On Devresi	%25			
	%50			
	%75			
Turn-Off Devresi	%25			
	%50			
	%75			

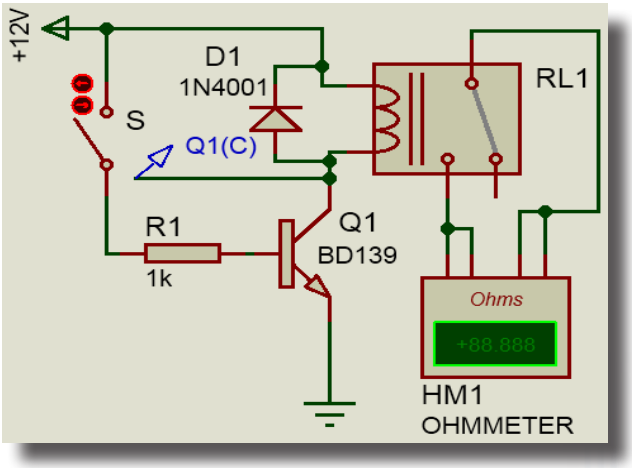
Sorular

1. C1 kondansatörünün değerini "470µF" yapınız. RV1 trimpotunu Tablo 1.74'teki değerlere getirdiğinizde bir değişiklik oldu mu?
2. Bu iki devre ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

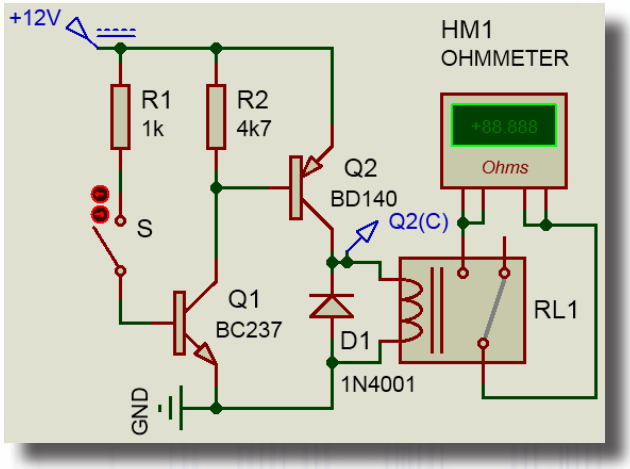
1.17. Uygulama: Transistör İle Yapılan Röle Uygulamaları

Açıklama: Devrede kullanılan rölenin iki bobin ucu, üç de kontak ucu vardır. Kontak uçlarının isimleri NO, C ve NC'dir. Rölenin ortak ucu C, açık ucu NO, kapalı ucu NC'dir. Bobin uçlarına enerji uygulanmadığında C ile NC ucu kısa devre, C ile NO ucu açık devredir. Bobin uçlarına enerji uygulandığında ise C ile NO ucu kısa devre, C ile NC ucu açık devre olur. Bobin uçlarına enerji verilip çekildiğinde oluşan manyetik enerjiyi boşaltmak için ters ve paralel bağlı diyot kullanılır.

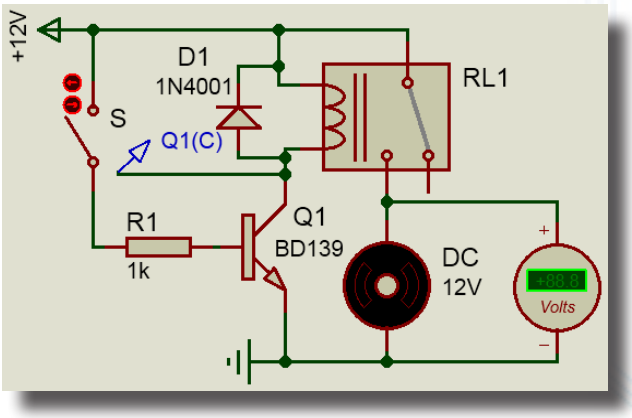
Devrelerde S anahtarı, transistörü tetikleyerek iletime geçirir. Anahtara basıldığında rölenin bobin uçları enerjilenir. Görsel 1.183.a ve 1.183.b'deki devrede röle, paletini çeker. C ile NO ucu kısa devre olur. Bu işlem kuru kontak anahtarlaması olarak bilinir. Görsel 1.183.c ve 1.183.d'deki devrede DC 12V motor çalışır. Röle kontaklarından DC gerilim, anahtarlama yapmak için kullanılır. Görsel 1.183. f'deki devrede AC 220V lamba yanar. Röle kontaklarından AC gerilim, anahtarlama yapmak için kullanılır.



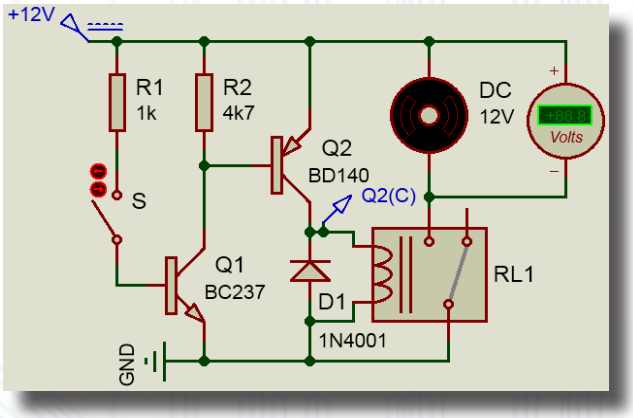
(a) Rölenin NPN transistör ile kuru kontak anahtarlaması



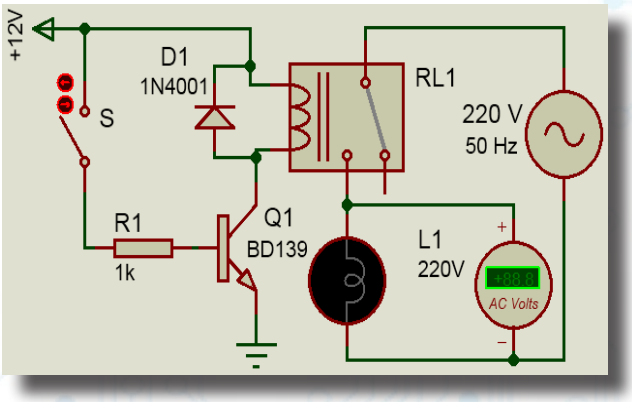
(b) Rölenin PNP transistör ile kuru kontak anahtarlaması



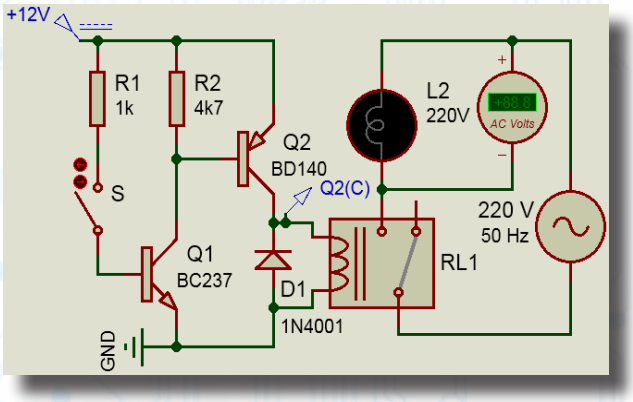
(c) Rölenin NPN transistör ile DC gerilim anahtarlaması



(d) Rölenin PNP transistör ile DC gerilim anahtarlaması



(e) Rölenin NPN transistör ile AC gerilim anahtarlaması



(f) Rölenin PNP transistör ile AC gerilim anahtarlaması

Görsel 1.183: NPN ve PNP transistör ile röle uygulamaları

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4001, ALTERNATOR, BD139, LAMP, SW-SPST, RES (MINRES1K, MINRES4K7), OMI-SH-112L (RELAY), MOTOR
Prob Uçları ( )	VOLTAGE
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

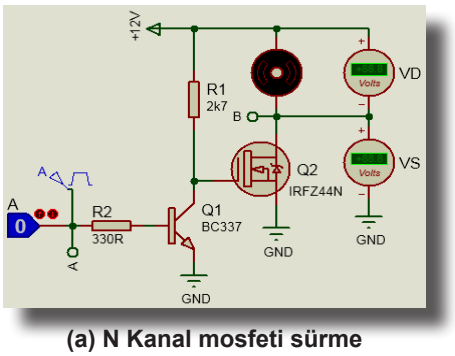
- Görsel 1.183.a ve Görsel 1.183.b'deki devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- S anahtarı açıkken OHMMETER'ın ölçtüğü değeri gözlemleyiniz.
- S anahtarı kapalı iken **Voltage Probe**'un ve OHMMETER'ın ölçtüğü değeri gözlemleyiniz.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.183.c ve Görsel 1.183.d'deki devre şemalarını da Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- S anahtarı açıkken ve kapalıyken motorun durumunu, ölçülen gerilim değerlerini gözlemleyiniz.
- Uygulamanın bu kısmını motor yerine lamba takarak tekrar deneyiniz.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.183.e ve Görsel 1.183.f'deki devre şemalarını da Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- S anahtarı açıkken ve kapalıyken motorun durumunu, ölçülen gerilim değerlerini gözlemleyiniz.
- Uygulamanın bu kısmını lamba yerine motor takarak tekrar deneyiniz.
- Simülasyonu durdurunuz.

Sorular

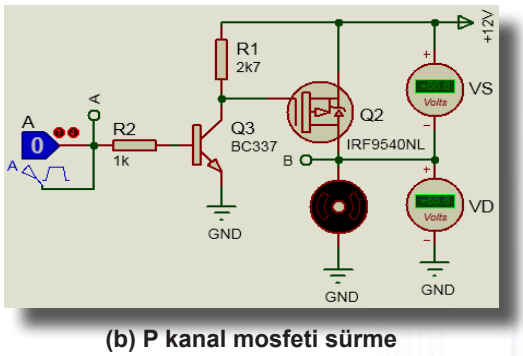
1. Görsel 1.183.a ve Görsel 1.183.b'deki devrenin çalışmasını S anahtarının durumuna ve OHMMETER'ın ölçtüğü değere göre yorumlayınız.
2. Röle ile kuru kontak anahtarlaması hangi sektörde ve hangi uygulamalarda kullanılmaktadır? Araştırınız.
3. Görsel 1.183.c ve Görsel 1.183.d'deki devrelerin çalışmasını S anahtarının, transistörlerin, rölenin ve motorun durumuna göre yorumlayınız.
4. Röle ile DC gerilim anahtarlaması hangi sektörde ve hangi uygulamalarda kullanılmaktadır? Araştırınız.
5. Görsel 1.183.e ve Görsel 1.183.f'deki devre şemalarının çalışmasını S anahtarının, transistörlerin, rölenin ve motorun durumuna göre yorumlayınız.
6. Röle ile AC gerilim anahtarlaması hangi sektörde ve hangi uygulamalarda kullanılmaktadır? Araştırınız.

1.18. Uygulama: N ve P Kanal Mosfetlerinin Sürülmesi

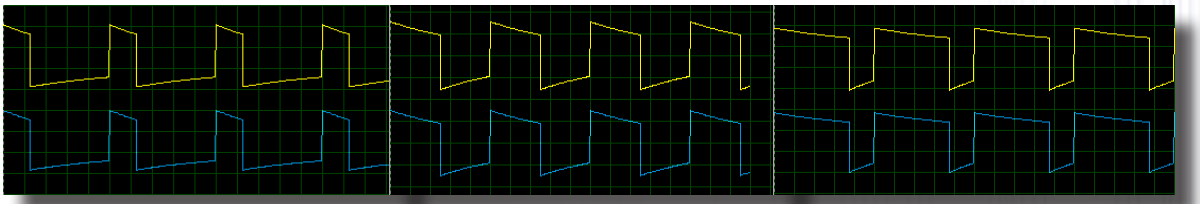
Açıklama: MOSFET'in drain, gate ve source olmak üzere üç ucu vardır. Gate ucuna uygulanan gerilime göre drain ile source arasında akım geçişi olur. MOSFET'lerin giriş empedansları, çalışma frekansları ve kontrol akımları yüksek, iç dirençleri ise çok düşüktür. MOSFET'ler genellikle MOSFET sürücü veya transistör üzerinden sürülür. N kanal MOSFET'ler yükün eksi ucunu GND ile anahtarlamak için P kanal MOSFET'ler ise yükün artı ucunu +12V ile anahtarlamak için kullanılır. PWM sinyali, kare dalga sinyalin bir periyotta 1'de ve 0'da kalma sürelerini değiştirebilmek demektir. Genellikle DC motorun hız kontrolünde PWM sinyali kullanılır.



(a) N Kanal mosfeti sürme



(b) P kanal mosfeti sürme



(c) %25 Pwm sinyali (d) %50 Pwm sinyali (e) %75 Pwm sinyali

Görsel 1.184: MOSFET sürme devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	IRFZ44N, IRF9540NL, MOTOR, LAMP, BC337, LED-GREEN, RES (MINRES1K, MINRES2K7, MINRES330R), LOGICSTATE ( )
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal ( )	POWER, GROUND, DEFAULT
Generator Mode ( )	PULSE

İstenenler

- Görsel1.184.a ve 1.183.b'deki devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız. LOGICSTATE'in durumuna göre voltmetrelerde görülen değerleri ve motorun hareket durumunu Tablo 1.75'e yazınız.
- Simülasyonu durdurunuz. Görsel 1.184'te verilen iki farklı devrede sırasıyla LOGICSTATE'leri silip yerine **Generator Mode** ( ) alanından **PULSE**'ı ( ) seçiniz.
- **PULSE**'ı R2 direncinin girişine bağlayınız ve "A" olarak isimlendiriniz. **PULSE** simgesine çift tıklayınız. Gelen pencerede **Pulsed Voltage (5V)**, **Pulse Width**-% Pwm oranı (%25) ve **Frequency (1Hz)** değerlerini giriniz.
- PWM sinyallerini görmek için A ve B noktalarına osiloskop bağlayınız.
- Simülasyonu başlatınız. Her iki devrede de motorun çalışmasını gözlemleyiniz.
- Her iki devre için de PWM oranını sırayla, %50, %75, %90 ve %100 olarak ayarlayıp simülasyonu her seferinde yeniden başlatınız. Osiloskop ölçümlerinizi Görsel 1.184.c, d, e ile karşılaştırınız.
- İki uygulama devre şeması için de motor yerine lamba takınız. Simülasyonları tekrarlayınız.

Tablo 1.75: Ölçüm Sonuçları

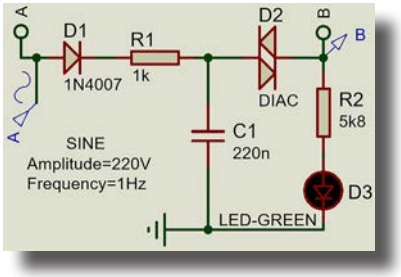
Devre Türü	LOGICSTATE Durumları	Voltmetre Ölçümleri		MOTOR Durumu
	A	V_D (Volt)	V_S (Volt)	
N Kanal	0			Durma ( ) – Hareket ( )
	1			Durma ( ) – Hareket ( )
P Kanal	0			Durma ( ) – Hareket ( )
	1			Durma ( ) – Hareket ( )

Sorular

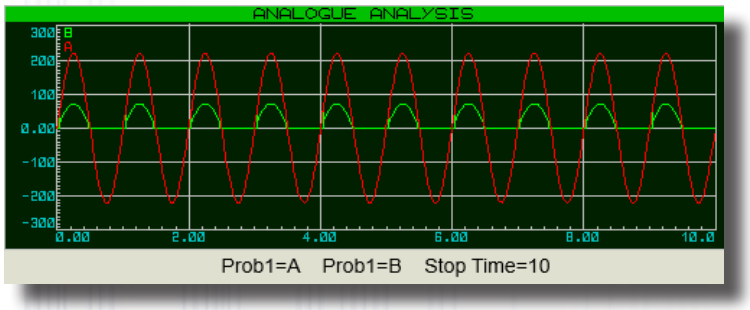
1. PWM sinyali nedir? Bu sinyal neden DC motor hız kontrol devrelerinde tercih edilir? Araştırınız.

1.19. Uygulama: Diyaklı Flaşör Devresi

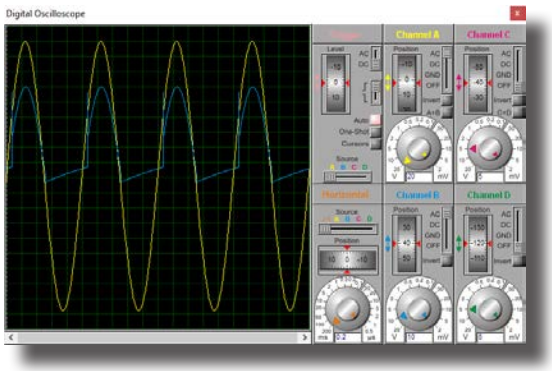
Açıklama: Diyak, her iki yönde de iletime geçebilen bir zener diyottur. Düşük gerilim altındayken kesimdedir ve yüksek bir dirence sahiptir. Gerilim belli bir değerin üstüne çıktığında diyak, iletime geçer. Diyakların kırılma gerilimi 28V-42V arasındadır. Diyaklar, tristör ve triyakların sürülmesinde ve kırpma devrelerinde kullanılır.



(a) Diyaklı flaşör devresi



(b) Analoque Analysis ekranının görüntüsü



(c) Osiloskop ile sinyal ölçümü

Görsel 1.185: Diyaklı flaşör devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4007, DIAC, LED-GREEN, PHYC1812NPO100P1K (CAP), RES (MINRES1K, MINRES470R)
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE
Terminal Mode ( )	GROUND
Generator Mode ( )	SINE
Graph Mode ( )	ANALOGUE

İstenenler

- Görsel 1.185.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode** alanından **SINE**'ı seçip D1 diyodunun girişine bağlayınız ve **A** olarak isimlendiriniz. **SINE** simgesine çift tıklayarak açılan pencerede Görsel 1.185.a'daki değerleri giriniz ve simülasyonu başlatınız.
- Devre şeması üzerinde ölçülecek sinyalleri osiloskop ekranında gözlemleyiniz ve ölçümleri Görsel 1.185.c ile karşılaştırınız. Devrenin simülasyonunu durdurunuz.
- **Probe Mode** alanından **VOLTAGE**'ı seçip devre şemasında ilgili yere bağlayınız.
- **Graph Mode** alanından **ANALOGUE**'u seçip tasarım alanına ekleyiniz.
- Grafik ekran üzerine sağ tıklayıp **Add Traces** penceresinden Name kutusuna grafik adı giriniz. **Probe** P1 kutusuna **SINE** ismi olarak "A" girip **OK** butonuna basınız. Grafik ekranı üzerine tekrar sağ tıklayarak **Probe P1** kutusuna **Voltage Probe** kısmında verilen etiket değerini **(B)** girip **OK** butonuna basınız.
- **ANALOGUE** ekranına sağ tıklayarak **Edit Properties**'i seçip gelen pencerede **Stop Time** bölümüne "10" değerini giriniz.
- Grafik ekranına sağ tıklayarak **Simülate Graph**'ı seçiniz.
- Simülasyonu grafik olarak izleyiniz ve Görsel 1.185.b ile karşılaştırınız.

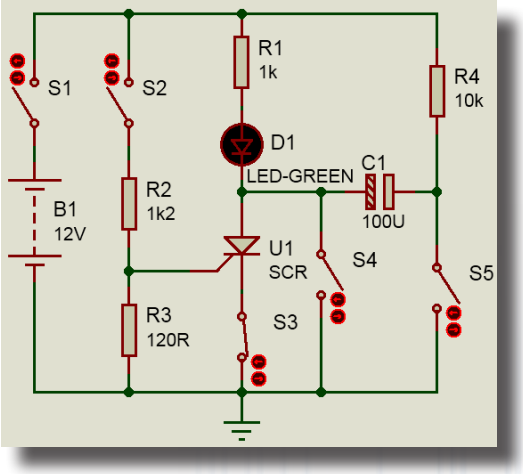
Sorular

1. Grafik ekranda Stop Time değerini değiştirerek ekranda oluşan grafiğin değişimini inceleyiniz. Sonucu sınıf ortamında tartışınız.
2. Diyak, hangi elemanları sürmek için kullanılır? Araştırınız.

1.20. Uygulama: Tristörün DC'de İletime Geçirilmesi ve Durdurulması

Açıklama: Tristörün anot, gate ve katot olmak üzere üç adet ucu vardır. Gate ucu tetikleme ucudur. Gate ucu tetiklendiğinde anot ile katot arasında akım geçişi olur. Tristör iletime geçer. Gate sinyali kesilse dahi anot ile katot arasında akım akışı devam eder. Tristörü durdurmak için "seri anahtar ile durdurma, paralel anahtar ile durdurma ve kapasitif yöntem ile durdurma" gibi özel yöntemler kullanılır.

Görsel 1.186'daki devrede S1 anahtarı devreye enerji vermek için kullanılır. S2 anahtarı ise tristörü tetikler. Tristör tetiklenince anot ile katot arasında akım geçişi olur ve LED diyot yanar. S3 anahtarı tristörü seri anahtar ile durdurmak için kullanılmıştır. S3 anahtarı açılınca tristörün katot enerjisini keser ve tristör durur. S4 anahtarı tristörü paralel anahtar ile durdurmak için kullanılır. S4 anahtarı kapanınca tristörde anot ile katot arasında kısa devre olur ve tristör durur. S5 anahtarı ise tristörü kapasitif yöntem ile durdurmak için kullanılır. Tristör iletime geçtiğinde C1 kondansatörü R4 üzerinden şarj olur. S5 anahtarı kapanınca C1 kondansatörü tristörün anot ile katot uçlarına ters gerilim uygular. Tristör durur ve LED diyot söner.



Görsel 1.186: Tristörün DC'de iletime geçirilmesi ve durdurulması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BATTERY, SWITCH, RES (MINRES1K, MINRES1K2, MINRES10K,) MINRES120R, LED, SCR, CAP-ELEC (PCELEC10U50V65M)
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.186'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.76'daki uygulamaları yapınız ve çalışmaları tabloya yazınız. Tablo 1.76'daki bölümler, işlem farklılıklarına göre farklı renklerle yazılmıştır. Kalın ve siyah renkte yazılan bölüm, tristörü iletime geçirme ve seri anahtarla durdurma işlemleri içindir. Mavi renkte yazılan bölüm, tristörü iletime geçirme ve paralel anahtarla durdurma işlemleri içindir. Kırmızı renkte yazılan bölüm ise tristörü iletime geçirme ve kapasitif yöntem ile durdurma işlemleri içindir.

Tablo 1.76: Devre-1 Ölçüm Sonuçları

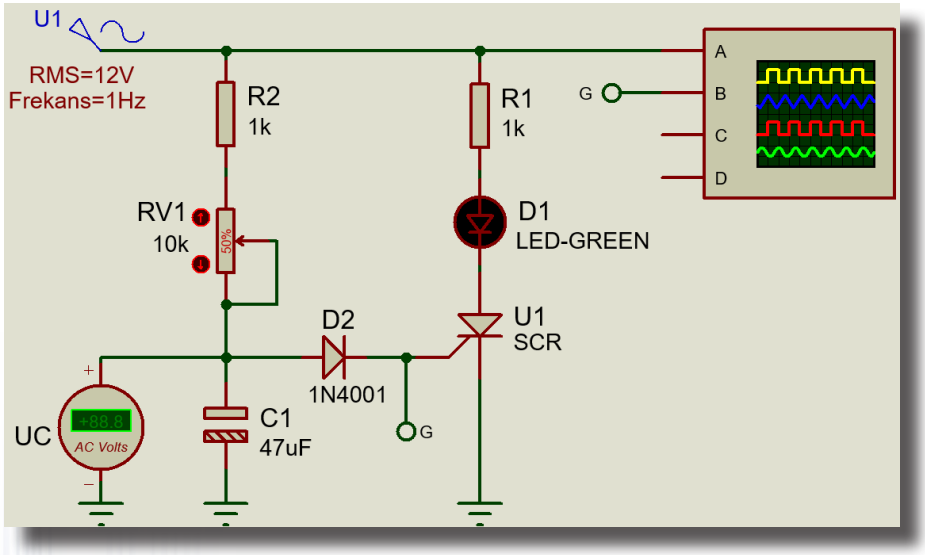
Sıra	S1	S2	S3	S4	S5	Tristör Durumu	LED Durumu
1	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
2	Kapalı	Kapalı	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
3	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
4	Kapalı	Açık	Açık	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
5	Kapalı	Kapalı	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
6	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
7	Kapalı	Açık	Kapalı	Kapalı	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
8	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
9	Kapalı	Kapalı	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
10	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
11	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Kapalı	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )
12	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Açık	İletim ( ) – Kesim ( )	İletim ( ) – Kesim ( )

Sorular

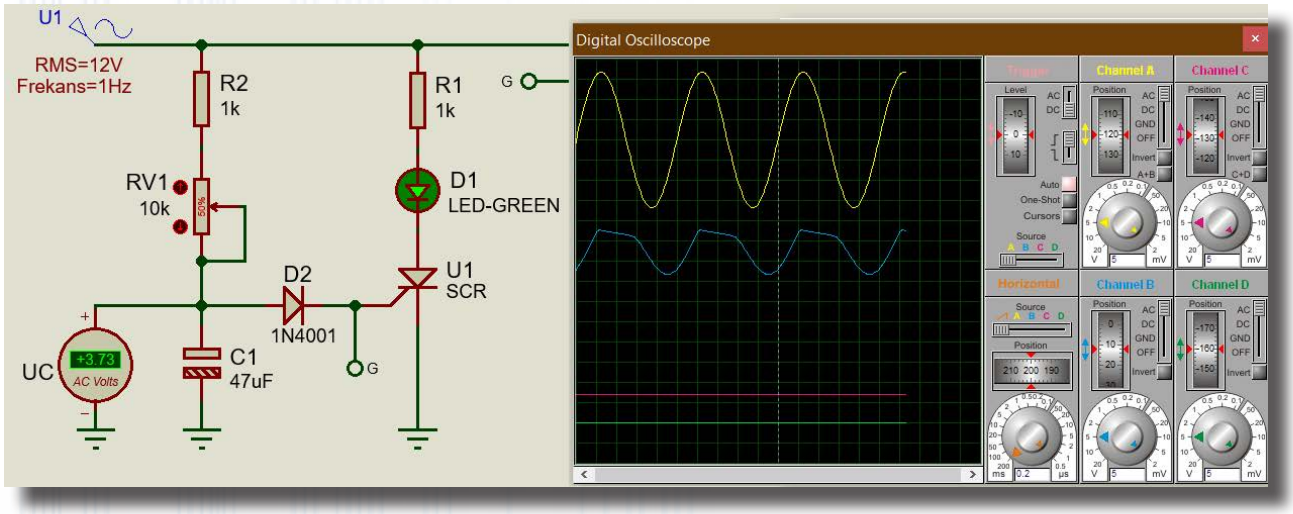
1. Tristörün iletime geçmesine ve kesime gitmesine sebep olan anahtarlar hangileridir?
2. S3 anahtarı sürekli açık konumda iken tristör nasıl çalışır? Nedenini belirtiniz.

1.21. Uygulama: Tristörlü Flaşör Devresi

Açıklama: Tristör, AC sinyalin pozitif alternanslarında iletime geçerken negatif alternanslarında yalıtımdadır. Kondansatör **T= (R2+RV1).C1** (sn.) süresince şarj olur. Gate tetikleme gerilimine ulaşıldığında kondansatör deşarj olarak tristörü iletime geçirir ve LED yanar.



Görsel 1.187: Tristörlü flaşör devresi



Görsel 1.188: Osiloskop ile sinyal ölçümü

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4001, CAP-ELEC, RES, LED-GREEN, POT-HG, SCR
Ölçü Aletleri ( )	AC VOLTMETER, OSCILLOSCOPE
Terminal Mode ( )	DEFAULT, GROUND
Generator Mode ( )	SINE

İstenenler

- Görsel 1.187'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında sıra ile kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Ölçülen değerleri Görsel 1.188'deki değerle karşılaştırınız.
- RV1 potansiyometrenin değerini değiştirerek çıkış sinyalinin değişimini gözlemleyiniz.
- AC gerilim yerine **DC** gerilim uygulayarak devrenin durumunu inceleyiniz.

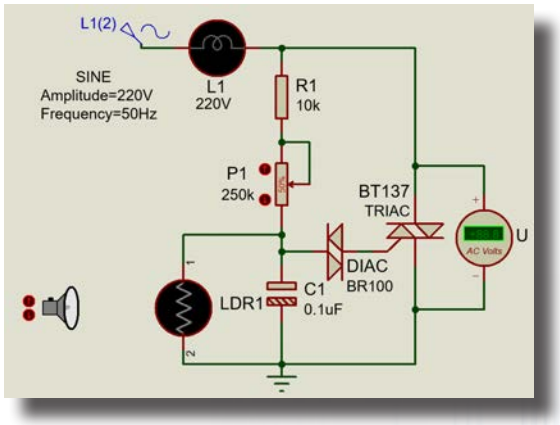
Sorular

1. Devre şemasında D2 diyodu neden kullanılır?
2. Devreye DC 12V gerilim uygulandığında devre nasıl çalışır?

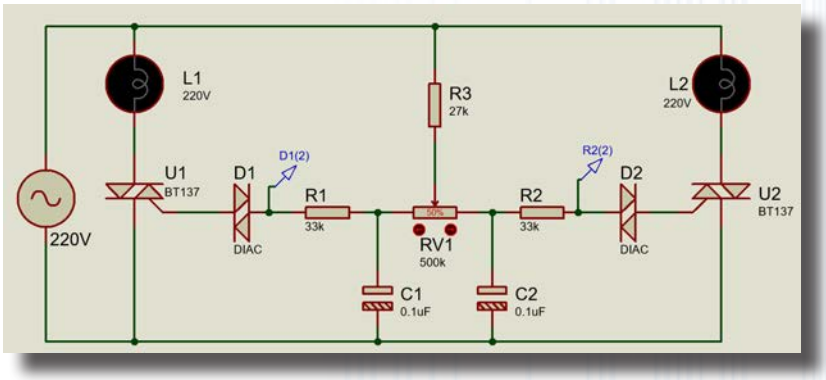
1.22. Uygulama: Triyaklı Devre Uygulamaları

Açıklama: Triyak, A1 (Anot 1), A2 (Anot 2) ve Gate olmak üzere üç uca sahiptir. DC ve AC gerilimlerde çalışabilir. Diyak ve triyak, iki yönlü akım geçiren güç kontrol elemanlarıdır. Diyak, diyodun; triyak, tristörün çift yönlü gelişmiş modelidir. Bu elemanlar genellikle AC akım devrelerinde kullanılır. LDR, üzerine düşen ışık şiddetiyle ters orantılı olarak direnç değeri değişen elemandır. LDR'nin direnci aydınlıkta minimum, karanlıkta maksimumdur.

Görsel 1.189'daki devrede LDR'nin üzerine düşen ışık miktarına göre lamba yanmaktadır. P1 potansiyometresi LDR'nin üzerine düşen ışık miktarını ayarlamaktadır. Görsel 1.190'daki devrede RV1 potansiyometresi ortada olduğunda iki lamba da yanmazken RV1 POT direnç değeri hangi tarafta daha fazla olursa o taraftaki triyak tetiklenir ve aynı taraftaki lamba yanar.



Görsel 1.189: Triyaklı LDR'li dimmer devresi



Görsel 1.190: Lambaların karşılıklı olarak karartılması devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	LAMP, DIAC, CAP-ELEC, TORCH_LDR (LDR), TRIAC, RES, POT-HG
Ölçü Aletleri ( )	A3C VOLTMETER
Terminal Mode ( )	GROUND
Generator Mode ( )	SINE

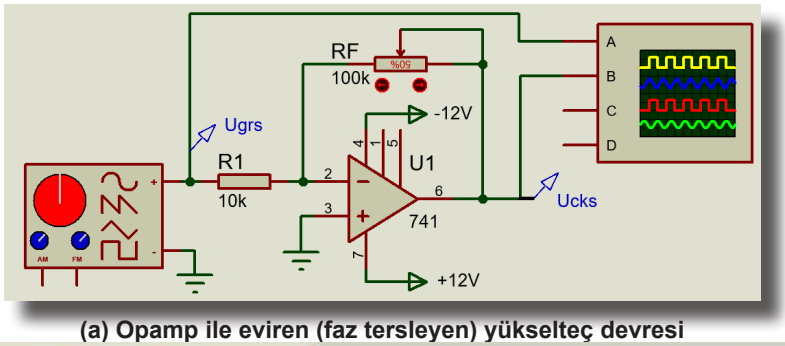
İstenenler

- Görsel 1.189'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Potansiyometre ve LDR ışık değerlerini değiştirerek lambanın çalışmasını gözlemleyiniz. Sonuçları arkadaşlarınız ile tartışarak değerlendiriniz.
- Lamba yerine motor takarak uygulamayı tekrarlayınız.
- Görsel 1.190'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- POT değeri %50 iken lambaların durumlarını inceleyiniz. POT değerini %30'a kadar azaltınız ve L1 lambasının yandığını gözlemleyiniz. Sonuçları değerlendiriniz.
- POT değerini %75'e kadar **arttırınız** ve L2 lambasının yandığını gözlemleyiniz. Her iki durumdaki D1(2) ve R2(2) gerilim değerlerini okuyunuz. Sonuçları değerlendiriniz.

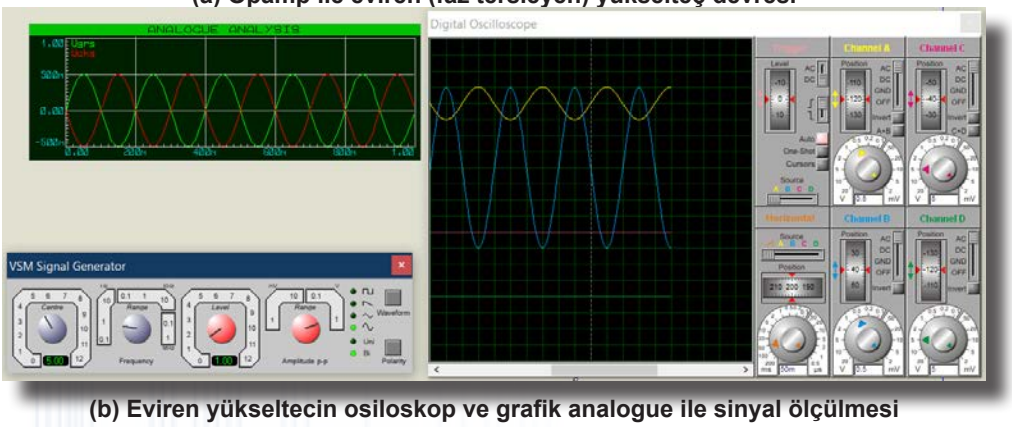
Sorular

1. Bu uygulama ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

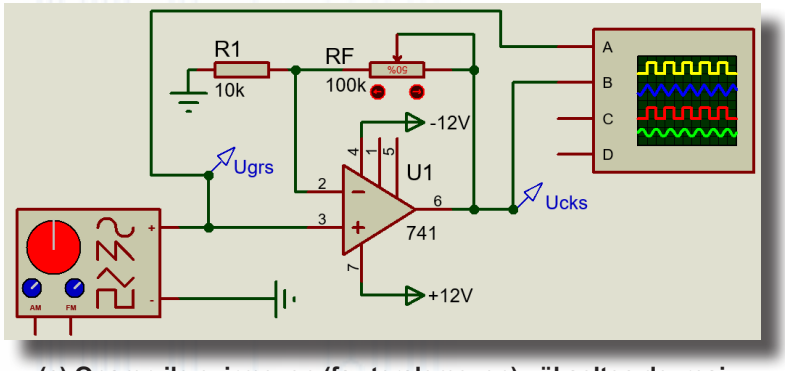
1.23. Uygulama: Opamp İle Eviren, Evirmeyen ve Gerilim İzleyici Devreleri



(a) Opamp ile eviren (faz tersleyen) yükselteç devresi



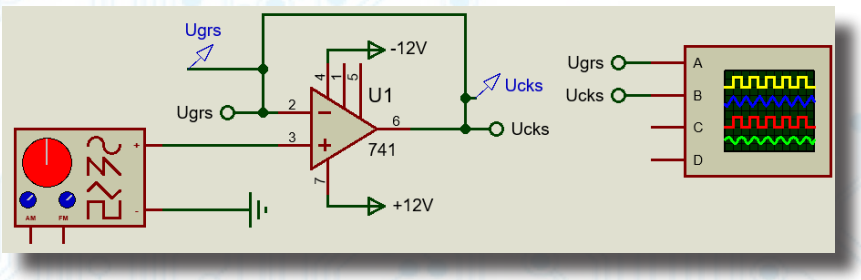
(b) Eviren yükseltecin osiloskop ve grafik analogue ile sinyal ölçülmesi



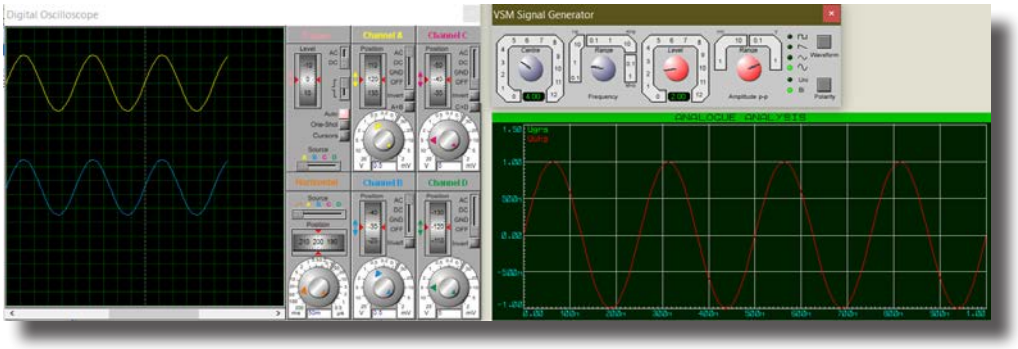
(c) Opamp ile evirmeyen (faz terslemeyen) yükselteç devresi



(d) Evirmeyen yükseltecin osiloskop ve grafik analogue ile sinyal ölçülmesi



(e) Opamp ile gerilim izleyici devresi



(f) Gerilim izleyici devresinin osiloskop ve grafik analogue ile sinyal ölçülmesi

Görsel 1.191: Opamp ile yükselteç ve gerilim izleyici devreleri ve dalga şekilleri

Açıklama: Opamp yüksek kazançlı bir yükselteçtir.

Görsel 1.191.a'daki devrede giriş sinyali opampın "-" ucu olan eviren girişine uygulandığı için devrenin adı eviren yükselteçtir. Giriş sinyali (V_g) ile çıkış sinyali ($V_Ç$) arasında 180° faz farkı vardır. Çıkış gerilimi ($V_ç$), giriş geriliminin (V_g) geri besleme direnci (R_f) ile çarpımının giriş direncine (R_1) oranı kadar yükseltilir.

Görsel 1.191.c'deki devrede giriş sinyali opampın "+" ucu olan evirmeyen girişine uygulandığı için devrenin adı evirmeyen yükselteçtir. Giriş sinyali ile çıkış sinyali arasında faz farkı yoktur. Çıkış gerilimi, minimum giriş geriliminden büyüktür.

$$V_ç = -V_g \cdot \left(\frac{R_f}{R_1}\right) \qquad V_ç = V_g \cdot \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right)$$

Görsel 1.191.e'deki gerilim izleyici devresinde giriş sinyali ile çıkış sinyali aynıdır. Girişten hangi sinyal uygulanırsa çıkıştan o sinyal alınır. Bu devre, tampon yükselteç olarak da bilinir. İki devrenin arasında iki devreyi izole etmek için kullanılır **($V_ç = V_g$)**.

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	RES (MINERES10k), POT-HG, 741
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, SIGNAL GENERATOR
Graph Mode ( )	ANALOGUE
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.191.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- RF potansiyometresinin yönüne dikkat ederek değerini %10'a getiriniz ve simülasyonu çalıştırınız.
- **Signal Generator**'ın **Frequency** frekans değerini 5Hz, **Amplitude** gerilim değerini 1V olarak tepeden tepeye ayarlayınız.
- Frekans için **Frequency** yazısının üzerindeki **Range** komitatörü ile çarpan değerini ayarlayıp aynı yazının solundaki Centre komitatörü ile ince ayarı yapınız. 5Hz değerini elde ediniz.
- Gerilimin tepeden tepeye değeri için **Amplitude** yazısının üzerindeki **Range** komitatörü ile çarpan değerini ayarlayıp aynı yazının solundaki **Level** komitatörü ile ince ayar yapınız. 1V değerini elde ediniz.
- **Signal Generator** üzerindeki dijital sayılardan ayarladığınız değerleri kontrol ediniz.
- Osiloskop kullanarak sinyalleri ölçünüz ve sonuçları Görsel 1.191.b ile karşılaştırınız.
- Giriş sinyali **(Ugrs)** ile çıkış sinyali **(Ucks)** arasındaki farklara dikkat ediniz.
- **Signal Generator**'ın **Waveform** düğmesine basarak uygulayacağınız sinyalin tipini değiştiriniz. Giriş sinyali ile çıkış sinyalindeki değişiklikleri takip ediniz.
- RF potansiyometresinin değerini %20, %30 ve %50 yaparak çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
- **Probe Mode**'dan **VOLTAGE**'ı giriş ve çıkış noktalarına **Görsel 1.191.c**'deki gibi ekleyiniz.
- **Graph mode** seçeneği içerisinden **ANALOGUE**'u seçiniz ve ekrana yerleştiriniz. **Ugrs** ve **Ucks** isimlerini **ANALOGUE** grafik ekranına ekleyiniz.
- Grafik ekranına sağ tıklayarak **Simulate Graph**'ı seçiniz. Simülasyonda giriş/çıkış dalga şekillerini grafik olarak izleyiniz. Grafiği Görsel 1.191.b ile karşılaştırınız.
- Aynı işlemleri Görsel 1.191.c'deki evirmeyen yükselteç ve Görsel 1.191.e'deki gerilim izleyici devreleri için tekrarlayınız.

Sorular:

1. Görsel 1.191.a veya Görsel 1.191.c uygulamalarında RF=%50 iken Signal Generator'ın gerilim değerini 10V'ye kadar yavaş yavaş yükseltip çıkış sinyalinin değişimini gözlemleyiniz. Giriş sinyali çıkışta değişti mi? Çıkış sinyalinin üstleri kırpıldı mı? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

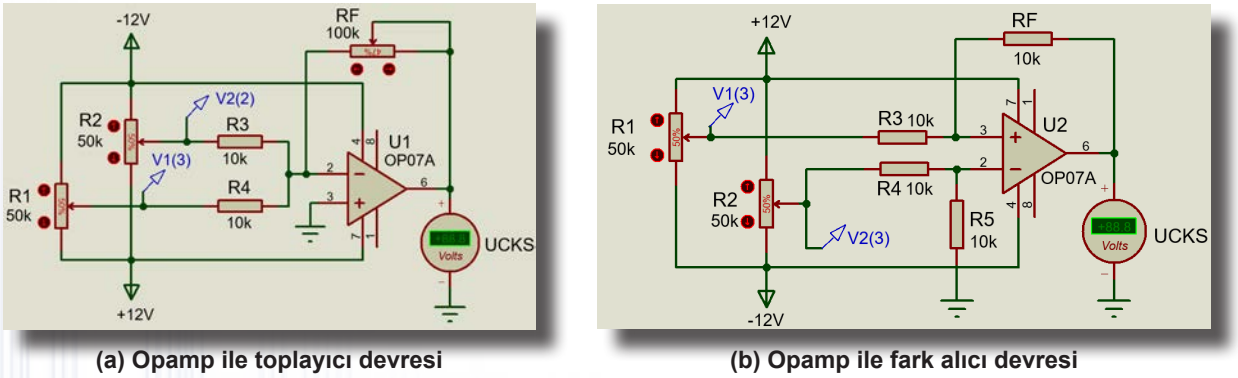
1.24. Uygulama: Opamp İle Yapılan Toplayıcı ve Fark Alıcı Devresi

Açıklama: Toplar yükselteç, devrenin girişine uygulanan sinyallerin toplamını alır ve toplama işlemini yapar. Formüldeki "-" işareti opampın eviren yükselteç olarak çalışmasından kaynaklıdır.

$$V_ç = -R_f \cdot \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}\right) \qquad \Rightarrow R_f = R_1 = R_2 \rightarrow V_ç = -(V_1 + V_2)$$

Fark yükselteci; devrenin "+" ve "-" girişlerine uygulanan sinyallerin farkını alır. Opampta kullanılan direnç değerleri eşit seçildiğinde devre, yükseltme yapmadan girişine uygulanan sinyallerin farkını alır.

$$V_ç = \left[V_1 \cdot \left(1 + \frac{R_f}{R_3}\right) \cdot \left(\frac{R_5}{R_4 + R_5}\right)\right] \cdot \left[V_2 \cdot \left(\frac{R_f}{R_3}\right)\right] \Rightarrow R_1 = R_5 \text{ve } R_F = R_4 \rightarrow V_ç = \left(\frac{R_f}{R_3}\right)(V_2 - V_1)$$



(a) Opamp ile toplayıcı devresi (b) Opamp ile fark alıcı devresi

Görsel 1.192: Opamp ile yapılan toplayıcı ve fark alıcı devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	RES (MINERES10k), POT-HG, 741, OP07A
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.192.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- **Ucks** geriliminin değerini V2(2-3) ve V1(3) voltaj prob değerleri ile karşılaştırınız.
- R1 ve R2 potansiyometrelerinin değerlerini voltaj prob değerlerine göre değiştirip devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
- İstediğiniz üç farklı ölçüm sonucunu Tablo 1.77'ye yazınız.
- Görsel 1.192.b'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Fark yükselteci devresi için işlem basamaklarını tekrarlayınız.

Tablo 1.77: Ölçüm Sonuçları

DEVRE	R1 (%)	R2 (%)	RF (%)	V1(3) (V)	V2(2-3) (V)	U_{CKS} (V)
Toplayıcı						
Çıkarıcı						

Sorular

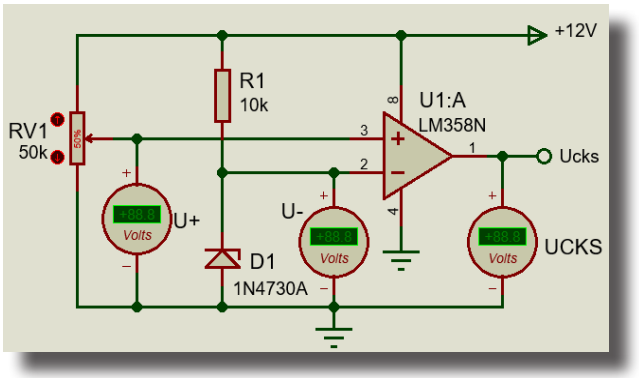
1. RF potansiyometresinin çıkış gerilimine Ucks etkisini belirtiniz.
2. Toplar yükselteç ile ses sistemlerinde kullanılan mixer devresi yapılabilir mi? Araştırıp arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Fark alıcı yükselteç, bir devrenin istenilen noktaları arasında akım ölçmek için kullanılabilir mi? Araştırıp arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.25. Uygulama: Opamp İle Yapılan Karşılaştırıcı Devreleri

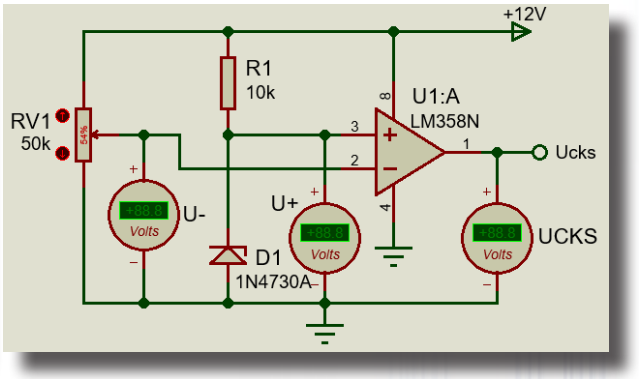
Açıklama: Evirmeyen karşılaştırıcı devresinde giriş sinyali opampın "+" ucuna, referans sinyali opampın "-" ucuna uygulanır. $U_{grs}>U_{ref}$ ise U_{cks}=+V, $U_{grs}<U_{ref}$ ise U_{cks}=-V olur.

Eviren karşılaştırıcı devresinde referans sinyali opampın "+" ucuna, giriş sinyali opampın "-" ucuna uygulanır. $U_{grs}>U_{ref}$ ise U_{cks}=-V, $U_{grs}<U_{ref}$ ise U_{cks}=+V olur.

Görsel 1.193'teki devre şemalarında simetrik besleme değil tek kaynak besleme kullanılmıştır. Bunun için çıkış gerilimi opampın besleme gerilimi ile sınırlı olacağından +12V ile 0V değerlerinden birisini alacaktır.



(a) Evirmeyen karşılaştırıcı devresi



(b) Eviren karşılaştırıcı devresi

Görsel 1.193: Opamp ile karşılaştırıcı devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	RES (MINERES10k), POT-HG, LM358N, 1N4730A
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.193.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- **Ucks** geriliminin değerini U+ ve U- değerleri ile karşılaştırınız.
- RV1 potansiyometresinin değerlerini değiştirip devrenin çalışmasını **Ucks**, **U+** ve **U-** değerlerinde gözlemleyiniz. RV1'in % değerini 3 farklı değer olarak belirleyip Tablo 1.78'deki ilgili yerleri doldurunuz.
- RV1 potansiyometresinin, çıkış gerilimine yapacağı **Ucks** etkisine dikkat ediniz. Simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.193.b'deki devre şeması için aynı işlemleri tekrarlayınız.
- Besleme gerilimini +5V olarak değiştirip iki devre için de simülasyonu tekrar yapınız. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.78'e not ediniz.

Tablo 1.78: Ölçüm Sonuçları

Devre	Besleme (V)	RV1 (%)	U+ (Volt)	U- (Volt)	U_{CKS} (V)
Evirmeyen karşılaştırıcı devresi	+12V				
	+12V				
	+12V				
	+ 5V				
	+ 5V				
	+ 5V				
Eviren karşılaştırıcı devresi	+12V				
	+12V				
	+12V				
	+ 5V				
	+ 5V				
	+ 5V				

Sorular

1. Besleme gerilimleri ile Ucks değerleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
2. Tek kaynak besleme devrelerinde genellikle LM358N opampının kullanılmasının nedeni nedir? Araştırınız.

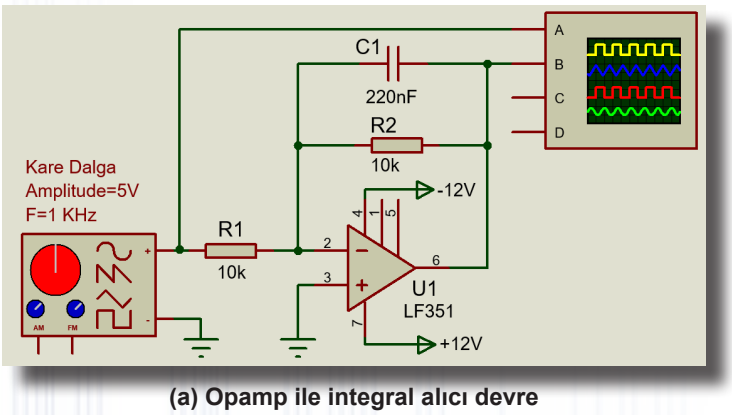
1.26. Uygulama: Opamp İle Yapılan İntegral ve Türev Alıcı Devreleri

Açıklama: İntegral alan devre, girişine uygulanan sinyalin integralini alır ve çıkışa aktarır. İntegral alıcı devrenin girişine kare dalga uygulandığında devrenin çıkışında üçgen dalga elde edilir.

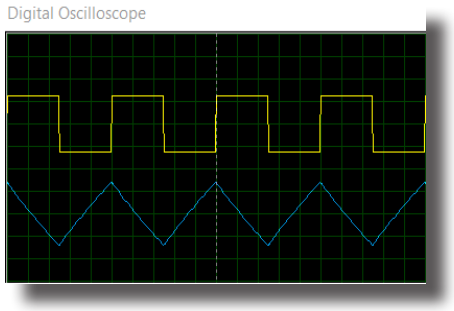
$$V_ç = \frac{1}{R_1 . C_1} . \int_0^t V_ç . \, dt$$

Türev alan devre, girişine uygulanan sinyalin türevini alır ve çıkışa aktarır. Türev alan devrenin girişine üçgen (sivriltilmiş) dalga uygulandığında çıkışından kare dalga, kare dalga uygulandığında ise çıkışından üçgen dalga elde edilir.

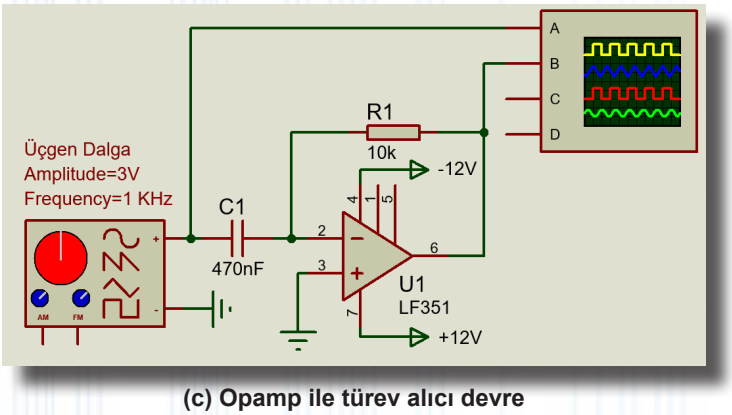
$$V_ç = R_1 . C_1 . \frac{dV_g}{dt}$$



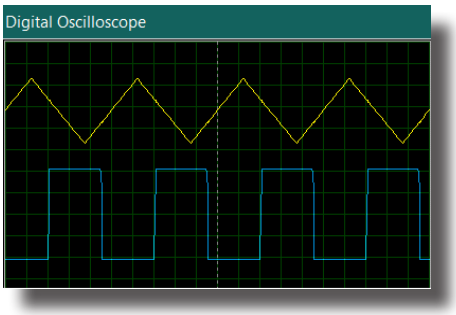
(a) Opamp ile integral alıcı devre



(b) İntegral alıcının giriş-çıkış dalga şekilleri



(c) Opamp ile türev alıcı devre



(d) Türev alıcının giriş-çıkış dalga şekilleri

Görsel 1.194: Opamp ile integral ve türev alıcı devreleri ve giriş-çıkış dalga şekilleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	RES (MINRES10K), POT-HG, CAP (DISC220N25V),LF351
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, SIGNAL GENERATOR
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

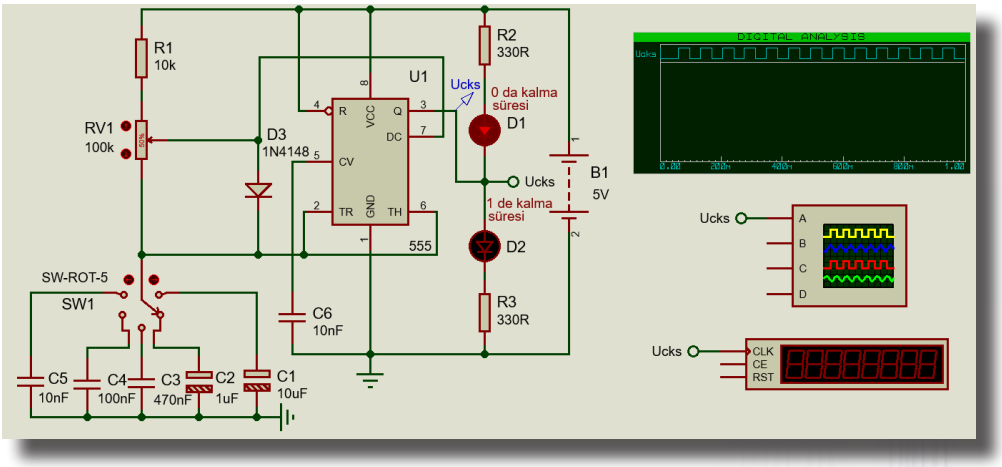
- Görsel 1.194.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Osiloskop ile sinyalleri ölçünüz ve sonuçları Görsel 1.194.b'deki dalga şekilleri ile karşılaştırınız.
- Uygulayacağınız sinyalin tipini **Signal Generator**'ın **Waveform** düğmesine basarak değiştiriniz. Giriş sinyali ile çıkış sinyalindeki değişiklikleri takip ediniz.
- Aynı işlemleri görsel 1.194.c'deki türev alıcı devresi için de yapınız.

Sorular

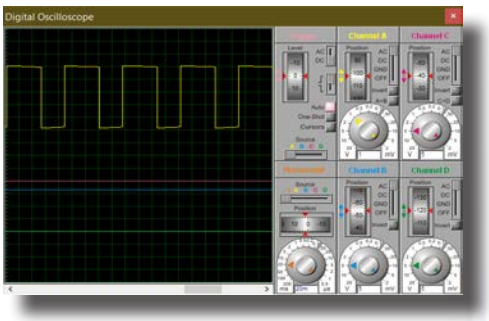
1. İntegral alıcı ve türev alıcı devre nerelerde kullanılır? Arkadaşlarınız ile araştırınız.
2. LM741, OP07, LF351 ve LM358N opamplarının farklarını araştırınız.

1.27. Uygulama: 555 İle Frekans ve PWM Oranı Değiştirilebilen Osilatör Devresi

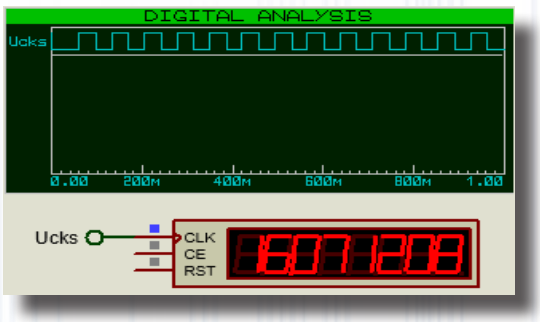
Açıklama: 555 entegresi; düşük maliyetli, yüksek frekanslarda kararlı çalışan, geniş çalışma frekansına (saniyeler ile saatler arasında) sahip, yaygın biçimde kullanılan bir entegredir. Entegrenin çalışma frekans değeri entegreye bağlanan R ve C elemanları ile ayarlanabilir. Bu nedenle 555 entegresi genellikle zamanlama devrelerinde kullanılır. PWM sinyali üretmek için de kullanılabilir. Bu devrenin ürettiği sinyalin frekans değeri ve PWM (duty cycle) oranı değişebilmektedir.



(a) 555'li osilatör devresi



(b) Osiloskoptan ölçülen sinyaller



(c) Digital analysis ölçümü ve Counter timer ekranı

Görsel 1.195: 555'li osilatör devresi ve dalga şekilleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	1N4148, 555, BATTERY, CAP-ELEC, CERAMIC10N, LED-RED, LED-YELLOW, MINRES1K, MINRES330R, POT-HG, SW-ROT-5, TBLOCK-M2
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, COUNTER TIMER
Terminal Mode ( )	DEFAULT, GROUND
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Graph Mode ( )	DIGITAL

İstenenler

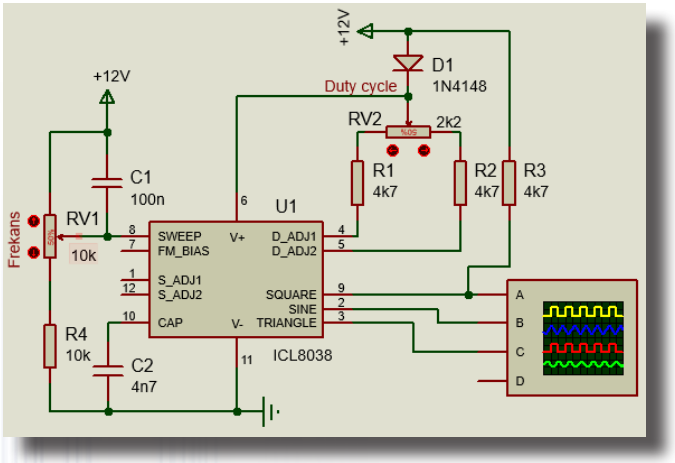
- Görsel 1.195.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- SW1 anahtarı C2 kondansatörü kademesinde iken RV1 potansiyometresini %1 ile %99 arasında değiştirerek osiloskop ekranını ve **Counter Timer** ekranını takip ediniz (Görsel 1.195.b ve c).
- Osiloskop ekranındaki çıkış dalga şeklindeki ve **Counter Timer** ekranındaki değişikliği gözlemleyiniz.
- RV1'i %60 değerine getirip SW1 anahtarını sıra ile C1,C2,C3,C4 ve C5 kondansatörlerinin olduğu konuma getiriniz. Osiloskop ekranındaki çıkış dalga şeklindeki ve **Counter Timer** ekranındaki değişikliği gözlemleyiniz. Simülasyonu durdurunuz.
- **Probe Mode**'dan **VOLTAGE**'ı seçiniz ve devreye bağlantısını yapınız.
- **Graph mode**'dan **DIGITAL**'i seçiniz ve ekrana yerleştiriniz.
- **DIGITAL** grafik ekranına **Voltage Probe** ismini **Ucks** olarak ekleyiniz.
- Grafik ekranına sağ tıklayarak **Simülate Graph**'ı seçiniz. Simülasyon olarak grafiği izleyiniz. Grafiği Görsel 1.195.c ile karşılaştırınız.

Sorular

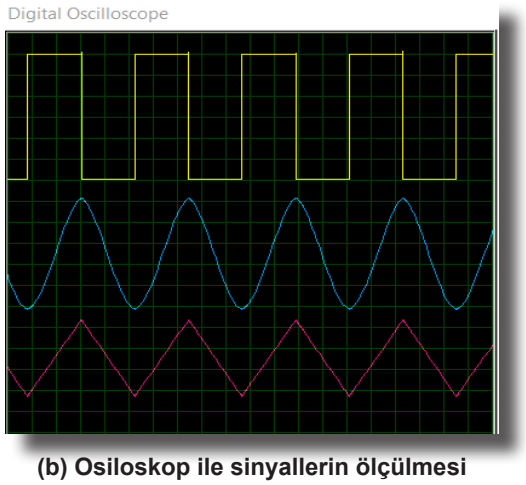
1. RV1 ve SW1 elemanlarının devre şemasındaki görevini arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.28. Uygulama: Gerilim Kontrollü Osilatör ve Frekans Voltaj Çevirici Devreleri

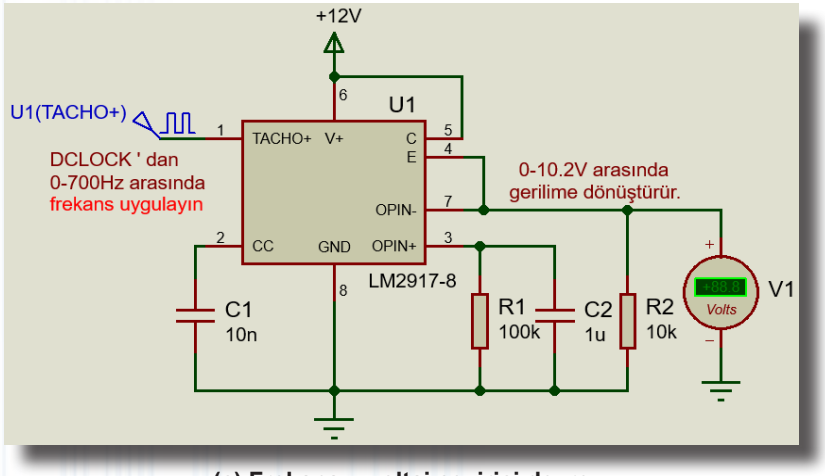
Açıklama: ICL8038, VCO entegresi olup osilatör devrelerinde kullanılır. ICL8038 entegresi, farklı frekanslarda ve **pwm**'lerde (duytcycle) kare dalga, üçgen dalga ve sinüsoidal sinyal üretebilir. Entegrenin frekans değeri 0-300kHz arasındadır. LM2917-8, frekans voltaj çevirici entegresidir. Bu entegrenin girişinden uygulanan AC sinyalin frekansı değiştikçe çıkıştaki DC gerilim değeri değişir.



(a) Gerilim kontrollü osilatör devresi



(b) Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi



(c) Frekans – voltaj çevirici devre

Görsel 1.196: Gerilim kontrollü osilatör ve frekans voltaj çevirici devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4148, POT-HG, RES, ICL8038, CAP, LM2917-8, AUDIO1U
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, DC VOLTMETER
Generator Mode ( )	DCLOCK
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.196.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- RV1 frekans ayarı potansiyometresini değiştirerek osiloskop ekranındaki sinyalin frekans değişimini takip ediniz (Görsel 1.196.b). RV1 potansiyometresini %50 konumuna getiriniz.
- RV2 PWM (dutycycle) ayarı potansiyometresini %1 ve %100 konumları arasında ayarlayarak osiloskop ekranındaki dalga şekillerinin değişimini takip ediniz. Simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.196.c'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz. **Generator Mode**'dan **DCLOCK** ekleyip frekans değerine 100Hz yazınız. Devrenin simülasyonunu başlatınız
- Devre şemasındaki yönergelere uygun olarak **DCLOCK**'tan giriş sinyalinin frekansını değiştirip çıkış gerilimini gözlemleyiniz.

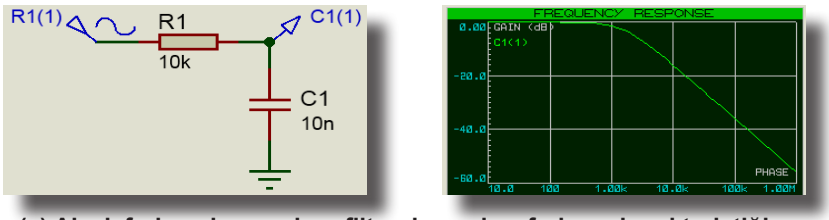
Sorular

1. Görsel 1.196.a ve Görsel 1.196.c'deki devre şemalarının çalışmasını açıklayınız.

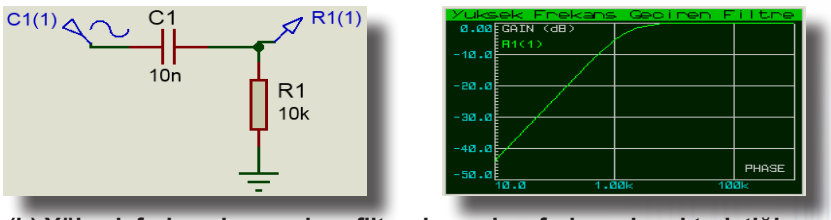
1.29. Uygulama: Pasif Filtre Devreleri

Açıklama: Filtreler, farklı frekanslara sahip sinyallerin belirli frekans değerlerini geçiren, belirli frekans değerlerini bastıran devrelerdir. **Pasif filtre devreleri genel olarak dört grupta toplanır:**

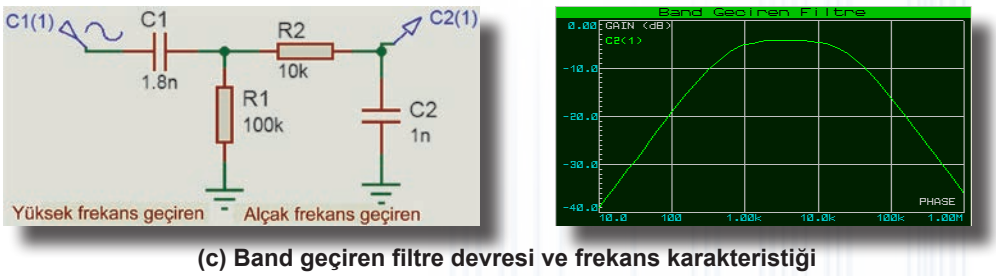
a) Alçak frekansları geçiren filtreler, belirli bir değerin altındaki frekansların geçişine izin verir.
b) Yüksek frekansları geçiren filtreler, belirli bir değerin üzerindeki frekansların geçişine izin verir.
c) Band geçiren filtreler, belirli bir aralıktaki frekansların geçişine izin verir.
d) Band durduran filtreler, belirli bir aralıktaki frekansların geçişine izin verir.



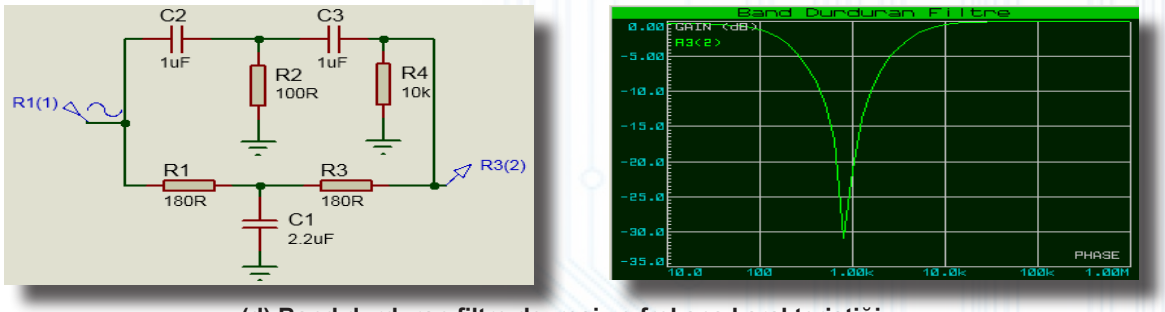
(a) Alçak frekansları geçiren filtre devresi ve frekans karakteristiği



(b) Yüksek frekansları geçiren filtre devresi ve frekans karakteristiği



(c) Band geçiren filtre devresi ve frekans karakteristiği



(d) Band durduran filtre devresi ve frekans karakteristiği

Görsel 1.197: Pasif filtre devreleri ve frekans eğrileri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	CAP, RES
Probe Mode ( )	POWER, GROUND
Terminal Mode ( )	VOLTAGE
Generator Mode ( )	SINE
Graph Mode ( )	FREQUENCY

İstenenler

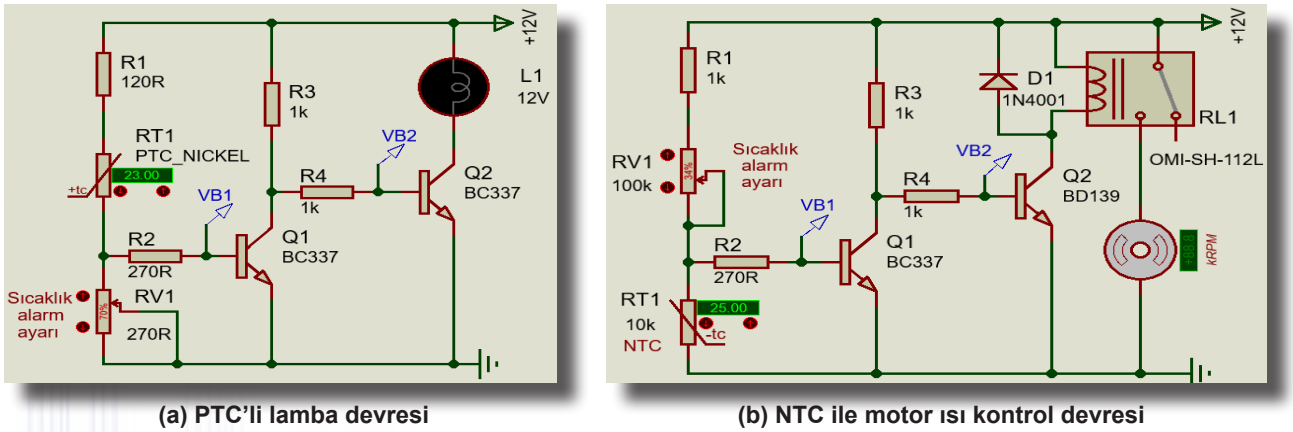
- Görsel 1.197.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode** alanından **SINE**'ı seçiniz. 5V genlikli 1MHz frekansında sinyal değerine ayarlayınız.
- **Graph Mode**'dan **Frequency**'i seçiniz ve ekrana yerleştiriniz.
- **Frequency** grafik ekranına **Voltage Probe** ismini **VC1(1)** olarak ekleyiniz.
- Grafik ekranına sağ tıklayarak **Simulate Graph**'ı seçiniz. Simülasyon olarak grafiği izleyiniz. Grafiği Görsel 1.197.a ile karşılaştırınız.
- Aynı işlemleri Görsel 1.197.b, Görsel 1.197.c ve Görsel 1.197.d'deki filtre devreleri için de yapınız.

Sorular

1. Filtre devreleri ses sistemlerinde kullanılabilir mi? Araştırınız.

1.30. Uygulama: PTC ve NTC İle Yapılan Isı Kontrol Devreleri

Açıklama: Ortamdaki ısı değişiminin algılanmasını sağlayan elemanlara **ısı sensörü** ya da **sıcaklık** sensörü denir. Bulunduğu ortamın ya da temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci artan devre elemanına **PTC** denir. Bulunduğu ortamın ya da temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci azalan devre elemanına **NTC** denir. PTC ve NTC, ısı alarm devrelerinde kullanılır.



(a) PTC'li lamba devresi (b) NTC ile motor ısı kontrol devresi

Görsel 1.198: PTC ve NTC'li devreler

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BC337, BD139, LAMP, RES, POT-HG, PTC_NICKEL, NTC, 1N4001, FAN-DC, OMI-SH-112L
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.198.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- RV1 potansiyometresinin değerini "%70", PTC ısı değerini "24" yapınız. Lambanın durumunu gözlemleyerek PTC'nin ısı değerini değiştiriniz.
- Lambanın hangi ısı değerinde yandığını gözlemleyiniz. VB1 ve VB2 gerilimlerini ölçünüz ve sonucu Tablo 1.79'a yazınız.
- RV1 sıcaklık ayarı potansiyometresinin değerini değiştirerek PTC'nin hangi sıcaklık değerlerinde yanacağını (ölçtüğünüz gerilim değerlerine de dikkat ederek) belirleyiniz. Belirlediğiniz iki farklı değeri tabloya işleyiniz.
- RV1, PTC, lamba ve ölçtüğünüz gerilimlerin durumuna göre devrenin çalışmasını yorumlayınız ve tablodaki alanlara üç farklı ölçüm sonucunu yazınız.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.198.b'deki NTC'li devre şeması için de yapınız. Simülasyonda lamba yerine motor kullanıldığına dikkat ediniz.

Tablo 1.79: Ölçüm Sonuçları

PTC Sıcaklığı	RV1 (%)	VB1 (V)	VB2 (Volt)	Lamba Durumu
				Sönük ( ) - Yanık ( )
				Sönük ( ) - Yanık ( )
				Sönük ( ) - Yanık ( )
NTC Sıcaklığı	RV1 (%)	VB1 (V)	VB2 (Volt)	Motor Durumu
				Sabit ( ) - Hareketli ( )
				Sabit ( ) - Hareketli ( )
				Sabit ( ) - Hareketli ( )

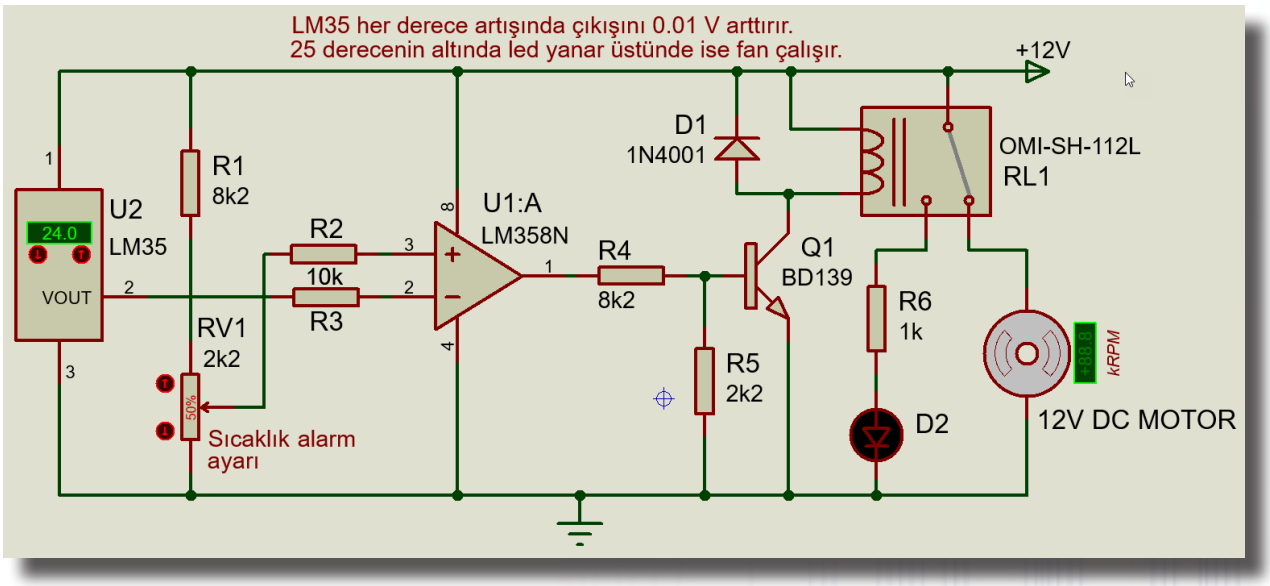
Sorular

1. PTC ve NTC ısı sensörlü kontrol devreleri ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.31. Uygulama: LM35 Sensörü İle Yapılan Isı Kontrol Devresi

Açıklama: Bu uygulamayı gruplar hâlinde gerçekleştirmeniz, uygulama esnasındaki gözlem ve düşüncelerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşarak iş birliğine gitmeniz önerilir.

LM35, analog bir ısı sensörüdür. Sıcaklık değişimine göre çıkış ucundan gerilim değişimi yapar. PTC ve NTC'ye göre daha hassastır. Düşük güç tüketimi, hızlı tepki süresi 0.3º hassasiyette tepki vermesi ve fiyatının ucuz olması bu sensörün önemli özellikleridir.



Görsel 1.199: LM35'li DC motor devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4001, BD139, MOTOR (FAN-DC), LED-GREEN, LM35, LM358N, RES, POT-HG, OMI-SH-112L
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER

İstenenler

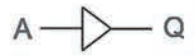
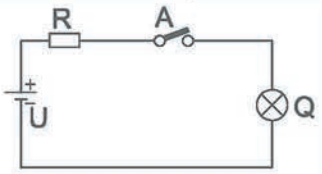
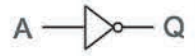
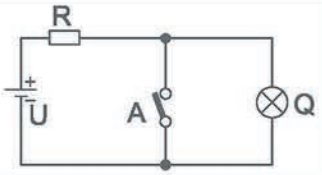
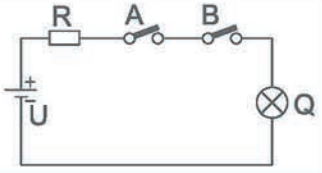
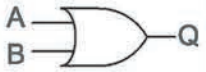
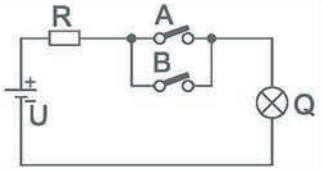
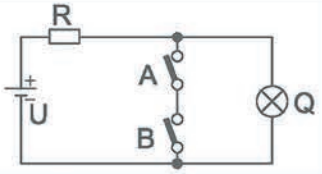
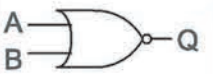
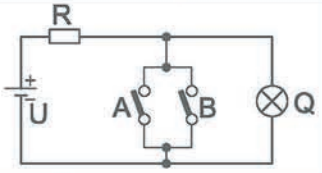
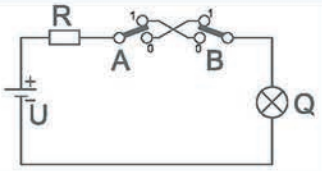
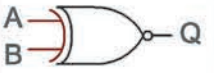
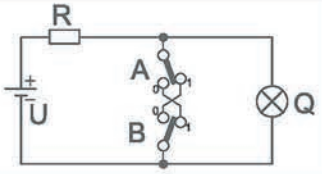
- Görsel 1.199'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- RV1 potansiyometresinin değerini %10, LM35 ısı değerini 240 yapınız.
- Simülasyonu başlatınız.
- LED diyodun ve motorun durumunu gözlemleyerek LM35'in ısı değerini değiştiriniz. LED diyodun hangi ısı değerinde yandığını, motorun hangi ısı değerinde çalıştığını gözlemleyiniz.
- LM35'in 2 No.lu ucundaki, RV1'in orta ucundaki ve LM358N'nin 1 No.lu ucundaki gerilimi **Voltage Probe** veya **DC Voltmeter** ile ölçünüz.
- RV1 sıcaklık ayarı potansiyometresinin değerini değiştirerek LED diyodun, LM35 hangi sıcaklık değerlerinde iken yandığını belirtiniz. Aynı işlemle motorun hangi sıcaklık değerinde çalışacağını da ölçünüz. Bu işlemleri yaparken ölçtüğünüz gerilim değerlerine dikkat ediniz.
- RV1, LM35, lamba, fan-DC motor ve ölçtüğünüz gerilimlerin durumuna göre devrenin çalışmasını yorumlayınız.
- Simülasyonu durdurunuz.
- LM35 ısı sensörünü çıkarıp yerine NTC ve ön direnç ekleyerek devreyi yeniden kurunuz.
- Daha sonra NTC ısı sensörünü çıkarıp yerine PTC ve ön direnç ekleyerek devreyi yeniden kurunuz ve simülasyonu çalıştırınız.

Sorular

1. LM35, NTC ve PTC arasındaki farkları araştırınız.
2. LM35, NTC ve PTC isimli elemanlardan hangisinin hangi tür devrelerde tercih edildiğini araştırınız.
3. Görsel 1.199'da verilen devrenin hangi katlardan oluştuğunu araştırınız.

1.32. Uygulama: Lojik Kapı Devreleri

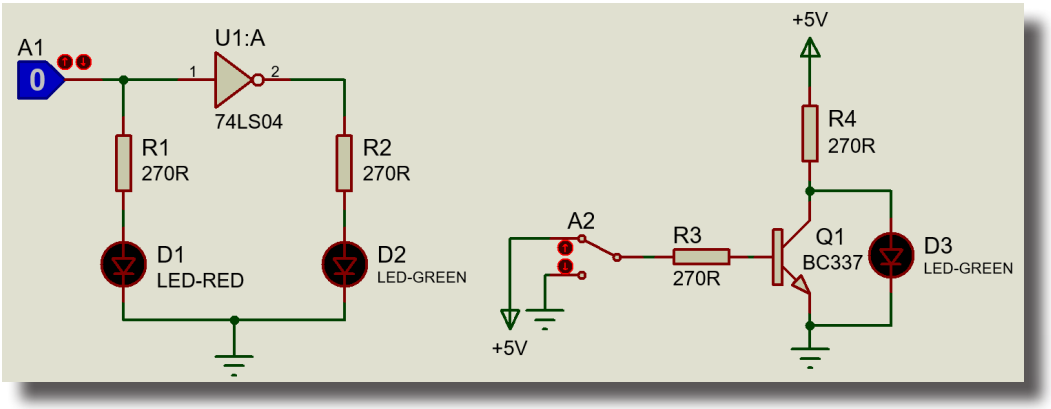
Açıklama: Dijital devrelerde temel işlemler lojik kapılar ile gerçekleştirilir. Her kapının belli bir işlevi bulunmaktadır. Analog devrelerde +5V sinyalin dijitaldeki eş değeri Lojik-1, 0V sinyalin eş değeri ise Lojik-0 olmaktadır. Görsel 1.200'de lojik kapılar ve eş değerleri görülmektedir.

SEMBOLLER	KAPI İSMİ	FORMÜLÜ VE DOĞRULUĞU	ELEKTRİK ŞEMASI
	TAMPON (BUFFER) KAPISI	Q= A A Q 0 0 1 1	
	DEĞİL (NOT) KAPISI	Q= $\overline{A}$ A Q 0 1 1 0	
	VE (AND) KAPISI	Q= A * B A B Q 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	
	VEYA (OR) KAPISI	Q= A + B A B Q 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	
	VE DEĞİL (AND NOT) KAPISI	Q= $\overline{A * B}$ A B Q 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	
	VEYA DEĞİL (OR NOT) KAPISI	Q= $\overline{A + B}$ A B Q 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	
	ÖZEL VEYA (EX-OR) KAPISI	Q= A⊕B Q= $\overline{A}$*B + A*$\overline{B}$ A B Q 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0	
	ÖZEL VEYA DEĞİL (EX-NOR) KAPISI	Q= A⊗B Q= $\overline{A}$*$\overline{B}$ + A*B A B Q 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1	

Görsel 1.200: Lojik kapılar ve eş değerleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	**74LS04**, **74HC08**, **74LS32**, **74LS00**, **74LS02**, **74LS86**, **4077**, BC337, LED-GREEN, LED-RED, LOGICSTATE, RES(MINRES270R), SW-SPDT
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

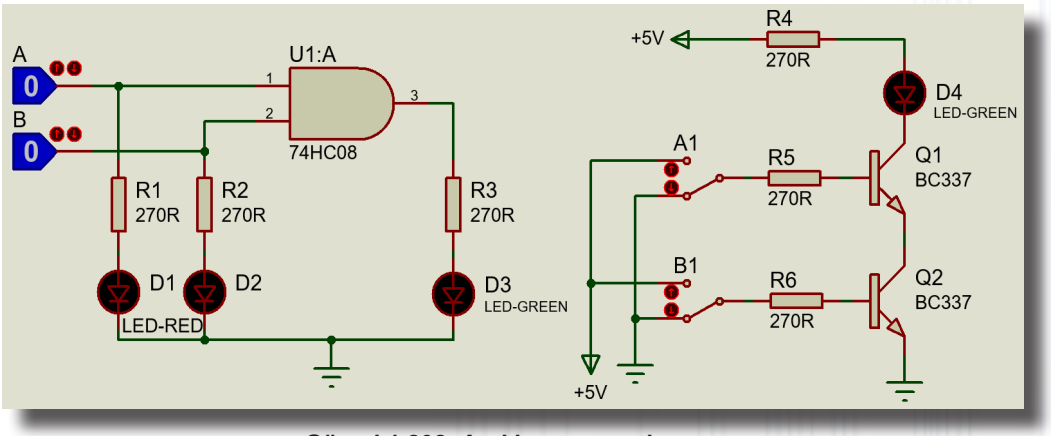


Görsel 1.201: Not kapısı uygulaması

Not →Q=A'

Tablo 1.80: Not Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A1	D2 LED (Q)	D1 LED (Q')	A2	D3 LED (Q)
0			0V	
1			+5V	

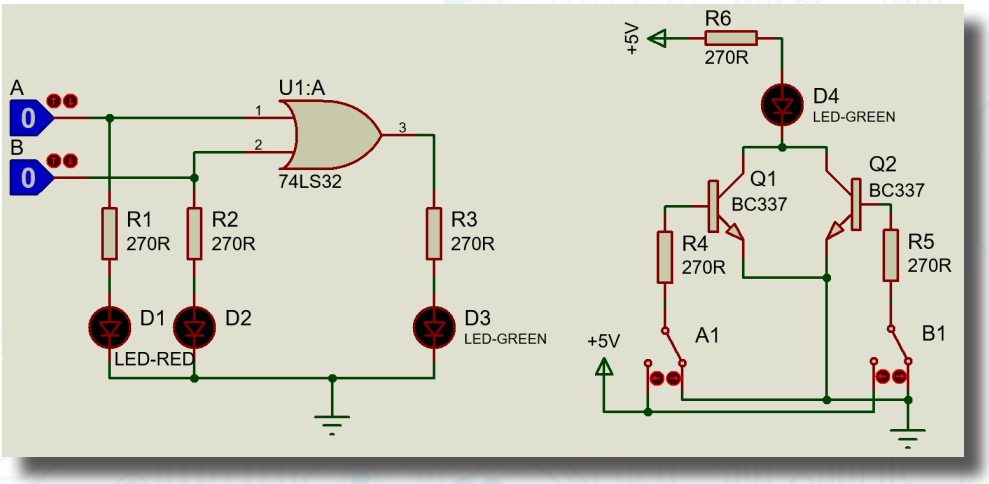


Görsel 1.202: And kapısı uygulaması

AND →Q=A .B

Tablo 1.81: And Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	A1	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	

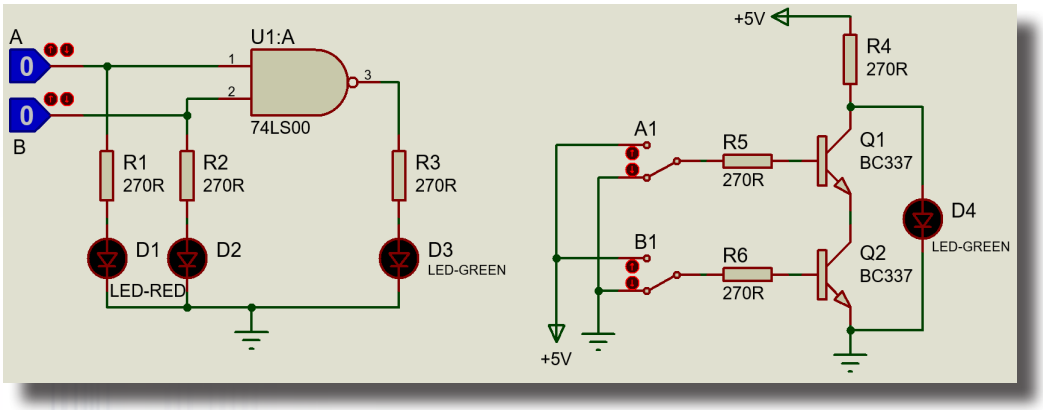


Görsel 1.203: Or kapısı uygulaması

OR →Q=A+B

Tablo 1.82: Or Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	A1	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	

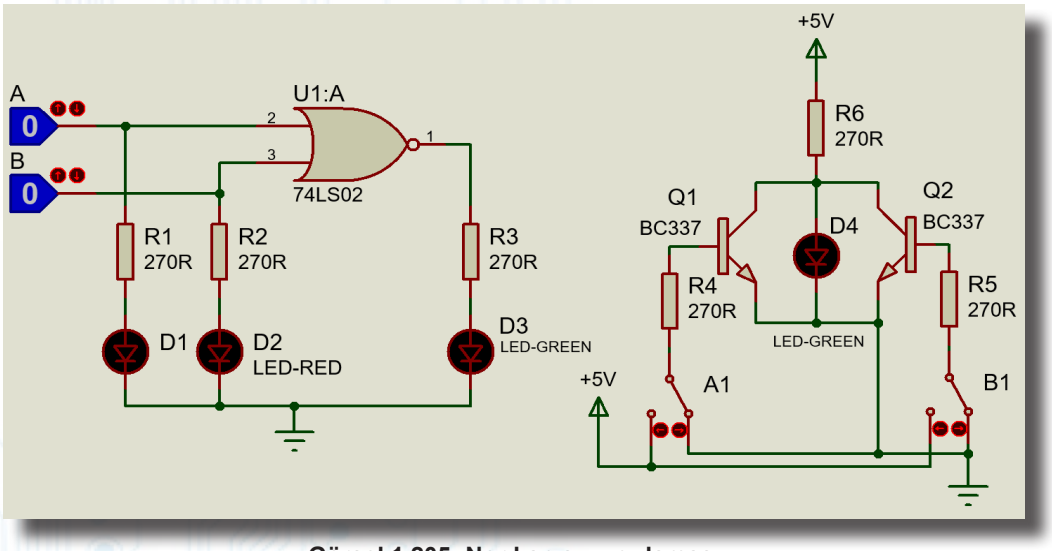


Görsel 1.204: Nand kapısı uygulaması

NAND →Q=(A .B) = $\overline{A}$+$\overline{B}$

Tablo 1.83: Nand Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	A1	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	

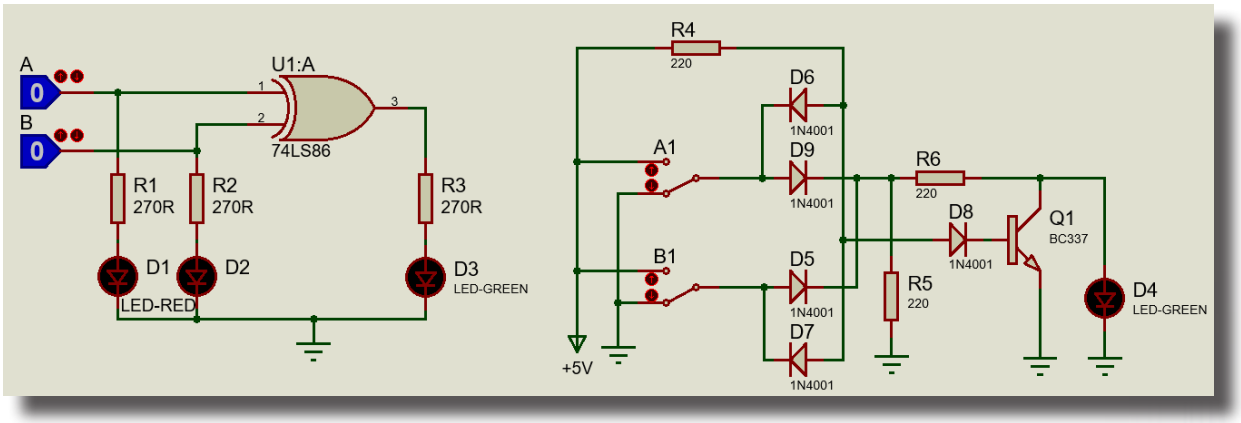


Görsel 1.205: Nor kapısı uygulaması

NOR →Q=(A +B) = $\overline{A}$.$\overline{B}$

Tablo 1.84: Nor Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	$\overline{A1}$	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	

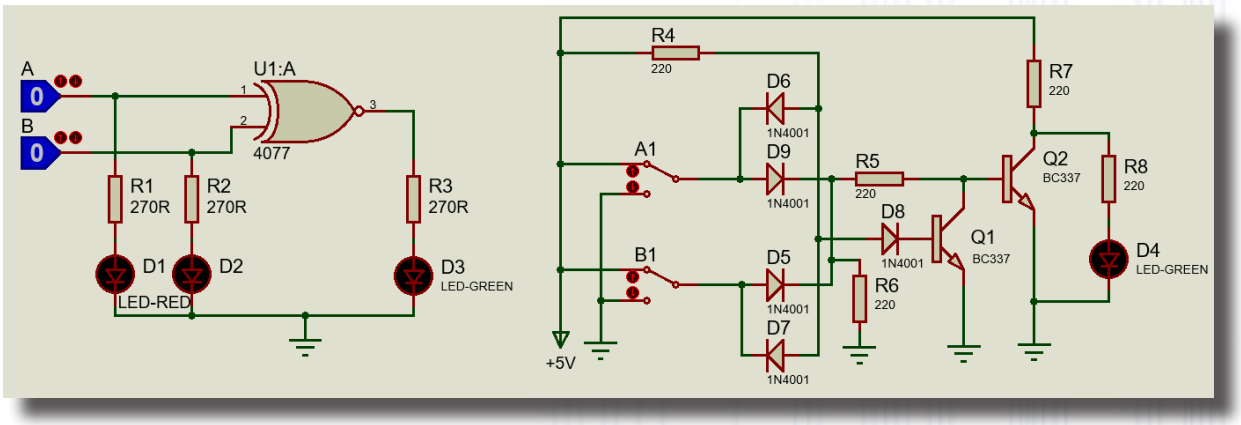


Görsel 1.206: Ex-or kapısı uygulaması

EX - OR →Q = A ⊕ B = $\bar{A}$ .B+ A .$\bar{B}$

Tablo 1.85: Ex-or Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	A1	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	



Görsel 1.207: Ex-nor kapısı uygulaması

EX - NOR →Q = A ⊕ B = $\bar{A}$. $\bar{B}$ + A .B

Tablo 1.86: Ex-nor Kapısı Uygulaması Ölçüm Sonuçları

A	B	D3 (Q)	A1	B1	D4 (Q)
0	0		0V	0V	
0	1		0V	+5V	
1	0		+5V	0V	
1	1		+5V	+5V	

İstenenler

- Görsel 1.201'deki NOT kapısı uygulamasının devre şemalarını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.80'de verilen durumlarla simülasyonu test ederek ölçülen sonuçları tabloya yazınız.
- Devrenin simülasyonunu durdurunuz.
- Aynı işlemleri AND, OR, NAND, NOR, EX-OR ve EX-NOR uygulamaları için de gerçekleştiriniz ve sonuçları ilgili tablolara yazınız.

Sorular:

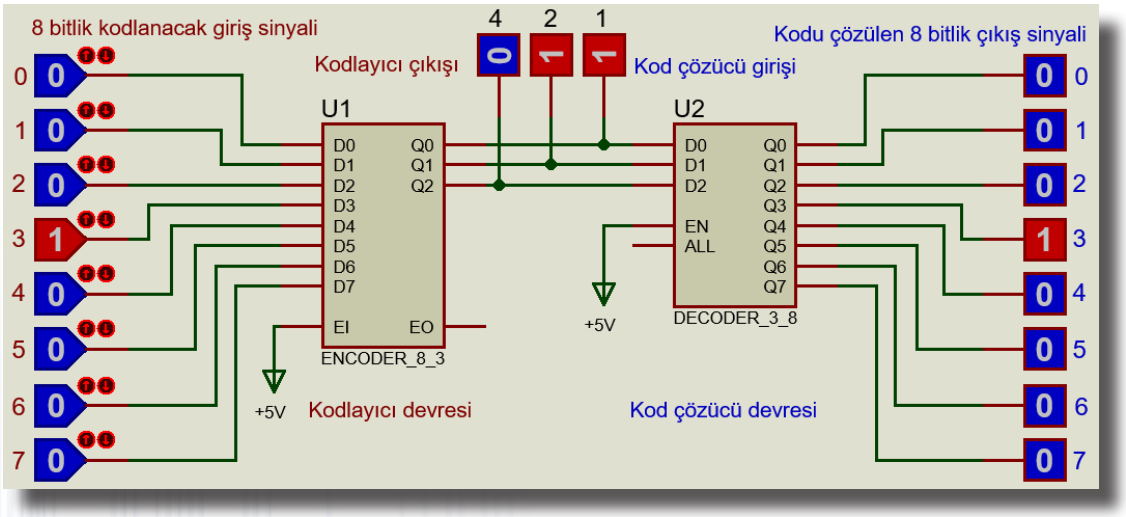
1. Lojik kapılardan hangisi kayan yazı panolarının temelini oluşturur? Araştırınız.
2. Lojik kapılar ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.33. Uygulama: Kodlayıcı ve Kod Çözücü Devre

Açıklama: Tüm sayıların ikilik sayı sistemindeki karşılığına **kod** denir. Herhangi bir sistemdeki değeri ikilik sayı sistemine çevirme işlemine **kodlama** denir. "2^n" sayıdaki giriş hattından gelen ikili bilgileri, maksimum "n" sayıda çıkış hattına dönüştüren lojik devreye **kodlayıcı devresi** denir.

Kodlayıcı devrenin tam tersini yaparak "n" sayıdaki giriş hattından gelen ikili bilgileri, maksimum "2n" sayıda çıkış hattına dönüştüren lojik devreye **kod çözücü devresi** denir. Bu devre ikilik sayı sisteminde kodlanmış bilgileri, anlaşılması daha kolay bilgilere dönüştürür.

Görsel 1.208'deki devre şemasında kodlayıcı girişindeki 8 bitlik bilgi, kodlayıcı çıkışında kodlanmış olarak elde edilir. Aynı zamanda kodlayıcı (encoder) entegresinin çıkışı ve kod çözücü (decoder) entegresine giriş olarak uygulanmıştır. Kod çözücü girişindeki 3 bitlik bilgi, çıkışta 8 bit olarak elde edilir.



Görsel 1.208: Kodlayıcı ve kod çözücü devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	ENCODER_8_3, DECODER_3_8, LOGICSTATE, LOGICPROBE (BIG)
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.208'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.87'de kodlayıcı girişindeki sinyalleri uygulayarak çıkışlarda okunan değerleri gözlemleyip tabloyu doldurunuz.

Tablo 1.87: Verilen Değerler ve Sonuçları

KODLAYICI GİRİŞLERİ								Kodlayıcı Çıkışı/ Kod Çözücü Girişi			KOD ÇÖZÜCÜ ÇIKIŞLARI							
S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	Y4	Y2	Y1	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	4	2	1	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
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											

Sorular

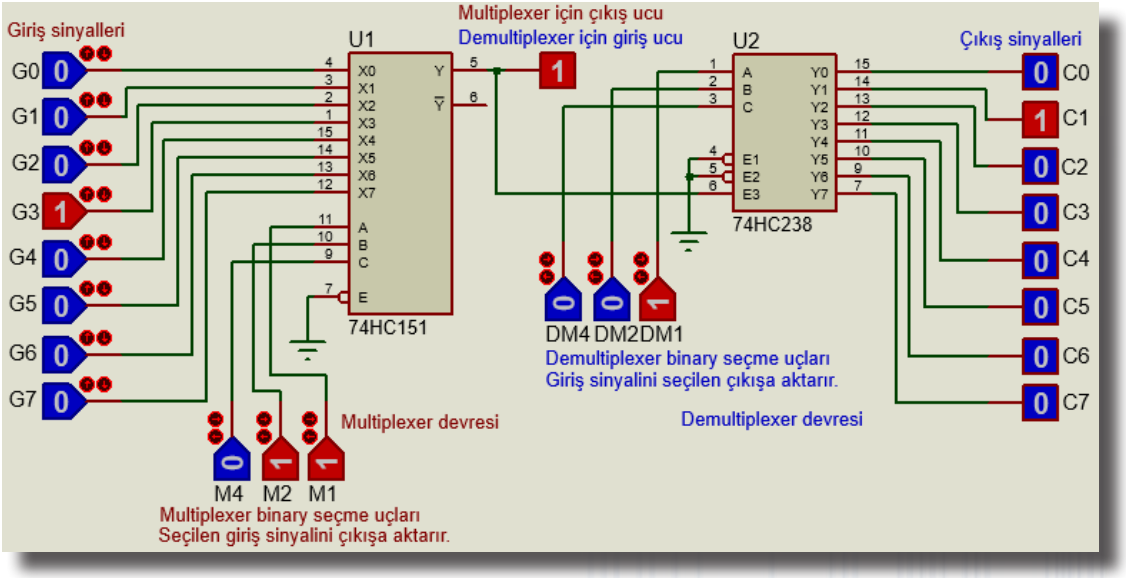
1. Bütün girişler "1" olduğunda çıkış nasıl gözlemlenir?
2. Devrenin çalışmasını arkadaşlarınız ile birlikte açıklayınız.
3. Kodlayıcı ve kod çözücü devreler nerelerde ve ne amaçla kullanılır? Araştırınız.

1.34. Uygulama: Multiplexer ve Demultiplexer Devresi

Açıklama: "n" tane giriş içerisinden seçme uçları yardımıyla seçilen girişi çıkışa aktaran devrelere **veri seçiciler (multiplexer)** adı verilir. Veri seçicilerde seçme ucu sayısına bağlı olarak "2^n" formülüne göre, seçilebilecek giriş sayısı artar. Burada "n", seçme ucu sayısıdır.

Tek bir hattan bilgi alan ve bu bilgiyi olası "2n" adet çıkış hattından biri üzerinden ileten bir devreye **veri dağıtıcı (demultiplexer)** denir. Belli bir çıkış hattının seçimi "n" adet seçme ucunun durumu tarafından kontrol edilir. Bu devreler, girişteki bilgiyi seçme uçlarına bağlı olarak istenilen çıkışa aktaran devrelerdir.

Görsel 1.209'daki devre şemasında "G3", giriş sinyali seçme uçları (M4, M2, M1) aracılığı ile giriş sinyallerinden "Y" çıkışına aktarılmıştır. Aynı zamanda multiplexer (74HC151) entegresine çıkış, demultiplexer (74HC238) entegresine giriş olarak uygulanmıştır. DM4, DM2, DM1 seçme uçları ile giriş sinyali (Y), C1 çıkışına aktarılmıştır.



Görsel 1.209: Multiplexer ve Demultiplexer devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	74HC151, 74HC238, LOGICSTATE, LOGICPROBE(BIG)
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.209'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.88'de (örnek olarak) G3 giriş sinyali, seçme uçları yardımıyla C1 çıkışına aktarılmıştır.
- Tablo 1.88'deki multiplexer giriş sinyallerini seçip demultiplexer çıkışına aktaracak şekilde doldurunuz. Seçme uçlarının bit basamak değerlerini kendiniz giriniz.

Tablo 1.88: Verilen Değerler ve Sonuçları

MULTIPLEXER				Çıkış/Giriş Sinyali	DEMULTIPLEXER			
Çıkışa Aktarılacak Giriş Sinyali	Multiplexer Girişindeki Sinyalleri Çıkışına Aktarmak için Uygulanan Seçme Sinyalleri				Demultiplexer Girişindeki Sinyali Aktarılacak Çıkışa Uygulanan Seçme Sinyalleri			Çıkışa Aktarılacak Giriş Sinyali
Giriş No.	M4	M2	M1	Y / E3	DM4	DM2	DM1	Çıkış No.
	2^2	2^1	2^0		2^2	2^1	2^0	
G3	0	1	1	1	0	0	1	C1
G1								C7
G4								C6
G6								C3
G7								C5
G2								C4

Sorular:

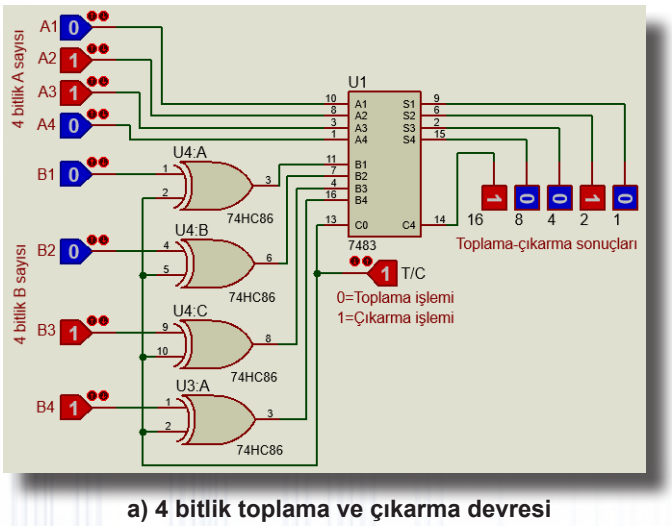
1. Multiplexer ve demultiplexer devrelerinde seçme uçlarının görevi nedir?
2. Multiplexer ve demultiplexer devreleri nerelerde tercih edilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Multiplexer devreleri kamera sistemlerinde kullanılabilir mi? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.35. Uygulama: Dört Bitlik Toplayıcı, Çıkarıcı ve Karşılaştırıcı Devreler

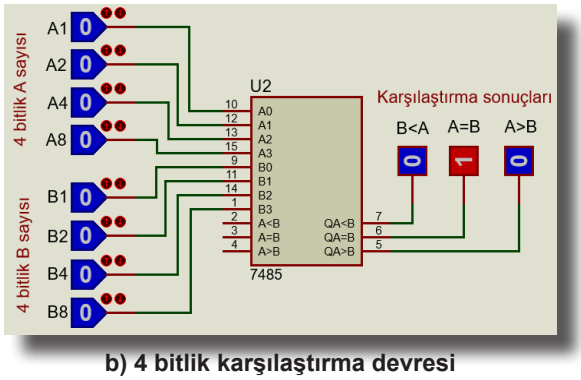
Açıklama: Toplayıcı devreleri, A ve B gibi iki farklı lojik sinyali toplayarak çıkışa lojik olarak aktaran devrelerdir. Çıkarma devreleri de A ve B gibi iki farklı lojik sinyalin farkını alan devrelerdir. Çıkarma devreleri, toplama işleminin değilini alarak işlemi gerçekleştirir.

Görsel 1.210.a'daki devre şemasında T/C ile 0'da iken toplama, 1'de iken çıkarma işlemi gerçekleştirilir.

A ve B değerindeki iki sayıyı lojik bitleri olarak karşılaştıran ve istenen şartlara uygun olarak sonuca yansıtan devrelere **karşılaştırıcı devreler** denir. Bu devreler, iki sayıyı lojik olarak büyük (>), eşit (=) veya küçük (<) şekillerde karşılaştırır ve durumu sonuca yansıtır.



a) 4 bitlik toplama ve çıkarma devresi



b) 4 bitlik karşılaştırma devresi

Görsel 1.210: 4 Bitlik toplayıcı-çıkarıcı ve karşılaştırıcı devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	74H83, 7485, LOGICSTATE, LOGICPROBE(BIG)
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.210.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.89'da verilen değerleri giriniz ve sonuçları tabloya yazarak değerlendiriniz.
- Simülasyonu durdurunuz. Görsel 1.210.b'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.90'da verilen değerleri giriniz ve sonuçları tabloya yazarak değerlendiriniz.

Tablo 1.89: Toplama-Çıkarma Devresi İle İlgili Verilen Değerler ve Sonuçları

	T/C	4 Bitlik A Sayısı				4 Bitlik B Sayısı				Toplama-Çıkarma Sonuçları				
		A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	S4	S3	S2	S1
		2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
TOPLAMA	0	0	1	0	0	0	0	1	1					
	0	1	0	0	1	1	0	1	0					
	0	1	1	0	0	0	1	0	1					
	0	0	1	1	1	0	1	1	0					
ÇIKARMA	1	1	0	0	1	0	0	1	1					
	1	0	1	1	1	0	1	0	0					
	1	1	1	0	0	1	0	0	1					
	1	1	0	1	1	0	1	1	1					

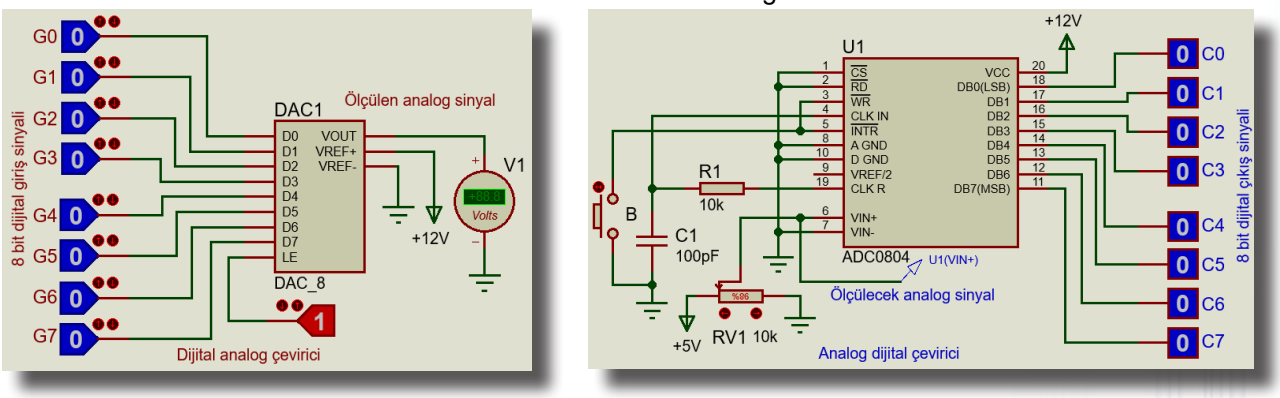
Tablo 1.90: Karşılaştırıcı Devresi İle İlgili Verilen Değerler ve Sonuçları

4 Bitlik A Sayısı				4 Bitlik B Sayısı				Karşılaştırma Sonuçları		
A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	A>B	A=B	A<B
1	0	0	1	0	0	1	1			
0	1	1	0	1	0	1	0			
1	1	0	0	1	1	0	0			
1	0	1	1	1	0	1	0			
0	1	1	0	0	1	1	1			

1.36. Uygulama: DAC ve ADC Devreleri

Açıklama: Girişindeki lojik sinyali analog sinyale çeviren devrelere **dijital-analog dönüştürücü (DAC) devresi** denir. Girişindeki analog sinyali lojik sinyale çeviren devrelere **analog-dijital dönüştürücü (ADC) devresi** denir.

Görsel 1.211'deki devrelerde 8 bitlik DAC ve ADC devreleri görülmektedir.



a) 8 bit DAC devresi b) 8 bit ADC devresi

Görsel 1.211: 8 bit DAC ve ADC devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	DAC_8, ADC0804, LOGICSTATE, LOGICPROBE(BIG)
Terminal Mode ( )	GROUND
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETRE
Probe mode ( )	VOLTAGE

İstenenler

- Görsel 1.211.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.91'de verilen değerleri giriniz ve sonuçları tabloya yazarak değerlendiriniz.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Görsel 1.211.b'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- RV1 potansiyometresi ile ölçülecek analog sinyali tablo 1.92'deki değerlere ayarlayınız. Gerilim ölçümünü U1 (VIN+) **Voltage Probe** ile yapınız. Dijital sonuçların çıkması için gerilim değerini ayarladıktan sonra B butonuna basınız.
- Tablo 1.92'de verilen değerleri giriniz ve sonuçları tabloya yazarak değerlendiriniz.

Tablo 1.91: DAC Devresi İle İlgili Verilen Değerler ve Sonuçları

8 Bitlik Dijital Giriş Sinyali								Analog Çıkış Gerilimi
G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	V1 (Volt)
0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	1	1	0	
0	0	0	1	0	1	0	1	
0	1	1	0	1	0	1	1	
1	0	1	0	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	

Tablo 1.92: ADC Devresi İle İlgili Verilen Değerler ve Sonuçları

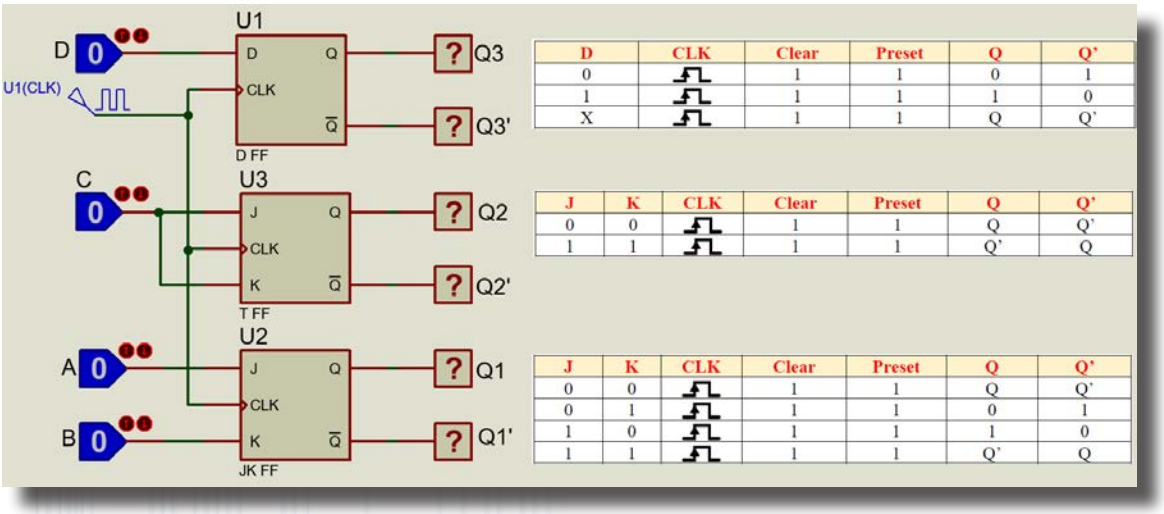
Analog Giriş Gerilimi	8 Bitlik Dijital Çıkış Sinyali							
U1 (VIN+)	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
1 V								
1.5 V								
2 V								
3 V								
3.5 V								
4 V								
4.5 V								

1.37. Uygulama: JK, D ve T Tipi Flip Flop Devreleri

Açıklama: Girişlerine uygulanan sinyal ile çıkışları iki kararlı olan elektronik elemanlara **flip flop devresi** denir. Bu devre, girişlerine uygulanan sinyaller değiştirilmediği müddetçe durumunu korur ve bir bitlik veriyi saklar. Giriş sinyaline göre çıkış değeri ya "Lojik-0" ya da "Lojik-1" olur.

İki girişe (J ve K) sahip olan, CLK palsi ile konum değiştiren flip floplara **JK tipi flip flop** denir. **JK tipi flip flop**, J ve K girişlerinin çıkışı etkilemesi için clock palsine gerek duyar. Bu pals olmazsa giriş konum değiştirse bile çıkış aynı kalır. Tek girişe sahip, clock palsi ile durum değiştiren, bilgi kaydetmede kullanılan flip floplara **D tipi flip flop** denir. D tipi flip flopta giriş ne ise her gelen tetikleme palsi ile çıkış o olur. Tek girişe sahip, clock palsi ile durum değiştiren flip floplardan biri de **T tipi flip flop**tur. Bu flip flop genellikle sayıcı devrelerinde kullanılır. T tipi flip flop, JK tipi flip flopun girişleri kısa devre edilerek elde edilebilir.

Görsel 1.212'de devre şeması ve yanında olması gereken doğruluk tabloları verilmiştir.



Görsel 1.212: JK, D ve T tipi flip flop devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	D FF, T FF, JKFF, LOGICPROBE (BIG), LOGICSTATE
Terminal Mode ( )	DCLOCK

İstenenler

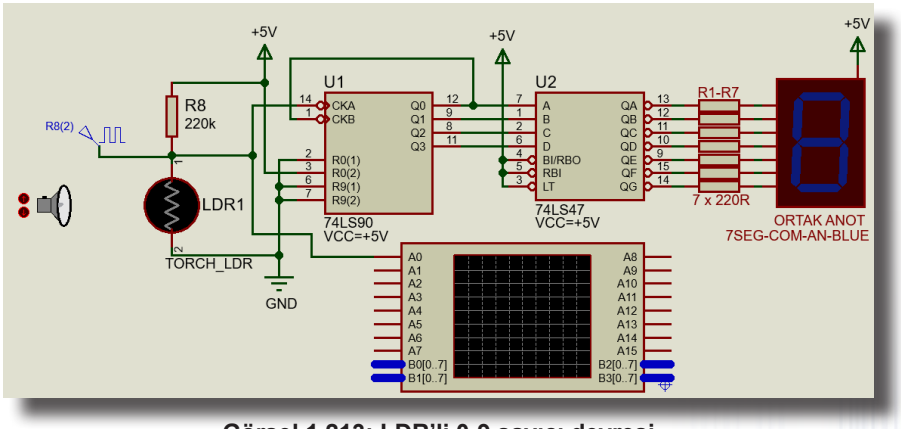
- Görsel 1.212'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **DCLOCK** sinyaline uygun sinyal aralığı belirleyiniz ve simülasyonu başlatınız.
- A, B, C ve D girişlerinin değerlerini değiştirerek çıkışları gözlemleyiniz ve sonuçları Tablo 1.93'e kaydediniz.
- Sonuçları değerlendiriniz.

Tablo 1.93: Ölçüm Sonuçları

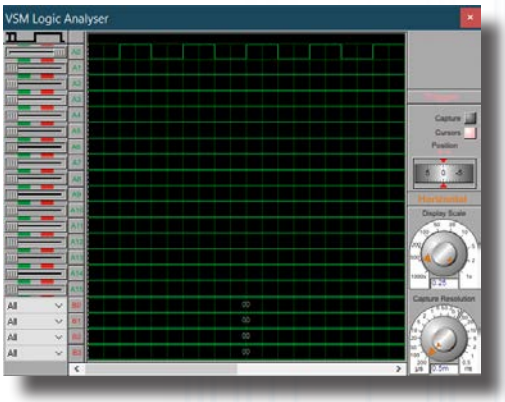
JK FF Giriş		JK FF Çıkış		T FF Giriş	T FF Çıkış		D FF Giriş	D FF Çıkış	
A	B	Q1	Q1'	C	Q2	Q2'	D	Q3	Q3'
0	1			1			0		
1	0			0			1		
0	0			1			1		
1	1			0			1		

1.38. Uygulama: LDR'li 0-9 Sayıcı Devresi

Açıklama: Sayıcı devreleri, giriş darbelerine bağlı olarak belirli bir durum dizisini tekrarlayan lojik devrelerdir. 7490 entegresi sayıcı entegresidir. 7447 entegresi ise giriş uçlarındaki BCD kodunu çıkışta seven (7) segmente çeviren entegredir. LDR, üzerine düşen ışık şiddetiyle ters orantılı olarak direnç değeri değişen elemandır. LDR'nin direnci aydınlıkta minimum, karanlıkta maksimumdur. Görsel 1.213'te LDR ile Clock Pulse üretilmiştir. 7490 entegresi her Clock Pulse'ta sayıcı değerini bir birim arttırır. 7447 entegresi de bu BCD sayıyı, seven segment display sürecek değere dönüştürür. 7447 entegresinin çıkışları değillenmiş olduğu için ortak anot display kullanılmıştır.



Görsel 1.213: LDR'li 0-9 sayıcı devresi



Görsel 1.214: Lojik analizör üzerinde sinyal ölçümü

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7SEG-COM-AN-BLUE, 74LS47, 74LS90, RES (220k, 220R), TORCH_LDR
Ölçü Aletleri ( )	LOGIC ANALYSER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Generator Mode ( )	DCLOCK

İstenenler

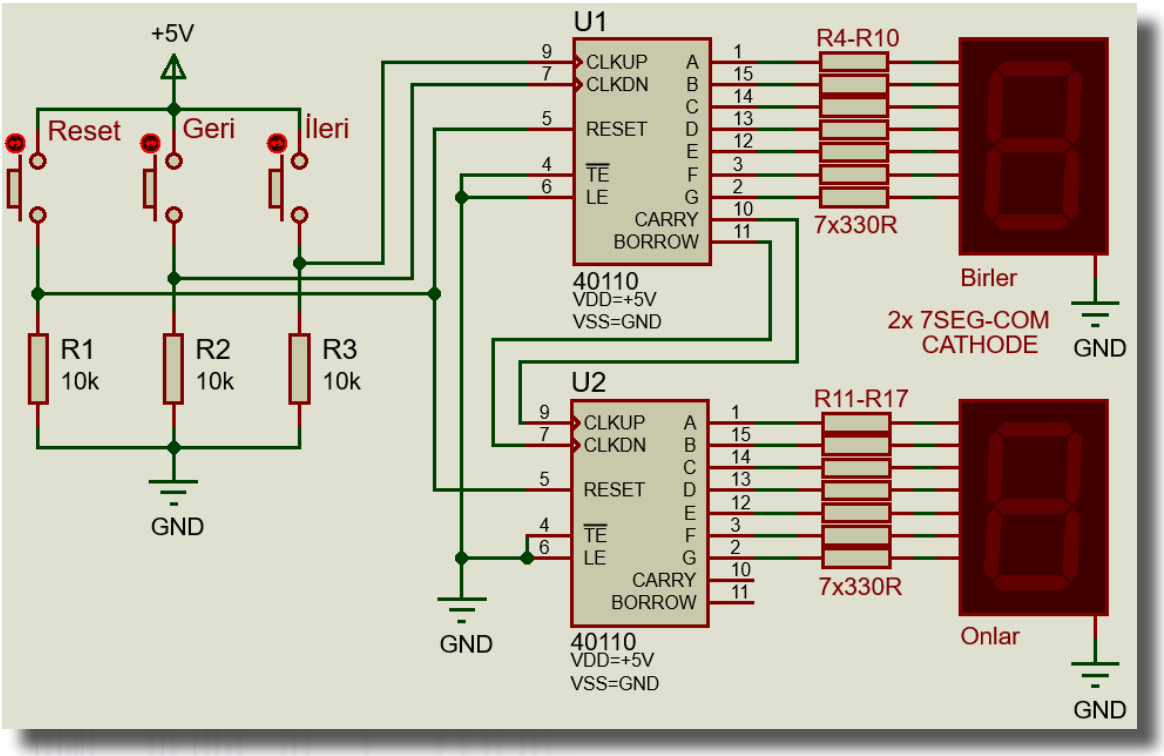
- Görsel 1.213'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Torch_LDR'nin üzerindeki düğmelere basarak lambayı LDR'nin üzerine yaklaştırıp çekiniz. Displaydeki değerin değişimini gözlemleyiniz. Simülasyonu durdurunuz.
- **Generator Mode**'dan **DCLOCK**'u şemaya ekleyiniz ve R8 ile LDR'nin birleşim yerine bağlayınız. Frekans değeri değiştirilmezse 1Hz'de kalacaktır.
- Ölçü aletlerinden **Logic Analyser**'ı çalışma sayfasına ekleyiniz. Simülasyonu tekrar başlatınız.
- Display ekranının saymaya başladığını göreceksiniz. Açılan **Logic Analyser** ekranında **Display Scale** ve **Capture Resolution** ayarlarını en sol konuma alıp **Capture** sekmesine basınız. **Capture**, önce pembe, sonra yeşil ve en sonunda tekrar gri renge döndüğünde girişten uygulanan sinyali ekranında gösterecektir. Sonuçları Görsel 1.214'teki ölçüm sonuçları ile karşılaştırınız.

Sorular

1. LDR'li 0-9 sayıcı devresi ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.39. Uygulama: 0-99, İleri-Geri Sayıcı Devresi

Açıklama: Sayıcı devreleri, giriş darbelerine bağlı olarak belirli bir durum dizisini tekrarlayan lojik devrelerdir. 40110 entegresinin desimal sayma, sayı değerini arttırma ve azaltma özelliği vardır. Ayrıca seven (7) segment display çıkışı mevcuttur. Bu entegre Carry ve Borrow çıkışları ile ikinci bir entegreyi sürme imkânı verir. Sayıcı devrelerinde 7 segment display (ortak katotlu) kullanılır. 40110 entegresi sayıcı tasarlamak için üretilmiştir.



Görsel 1.215: 0-99 ileri-geri sayıcı devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7-SEG-COM-CATHODE, 40110, BUTTON, MINRES330R, MINRES10k
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.215'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- 40110 entegresinin üzerine çift tıklayarak gelen pencereden **Hidden Pins** seçeneğini seçip VDD yerine +5V, VSS yerine GND seçiniz.
- Devre simülasyonunu çalıştırınız.
- İLERİ butonuna birkaç defa basınız ve her basışınızda displaylerin üstteki birler basamağından itibaren birer birer arttığını gözlemleyiniz.
- Daha sonra GERİ butonuna basınız ve iki display üzerinde toplam sayının azaldığını gözlemleyiniz.
- RESET butonuna da basarak ekranın sıfırlandığını gözlemleyiniz.

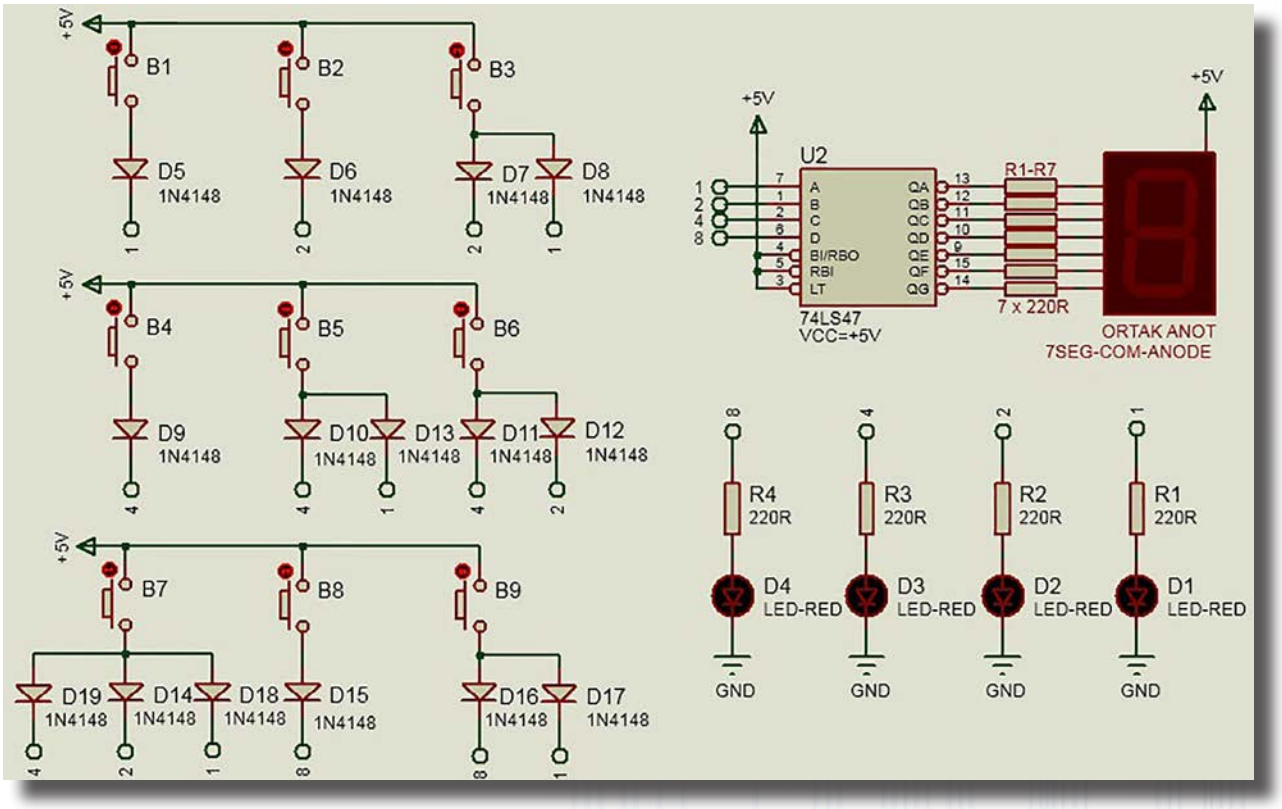
Sorular

1. Devreyi 0-999 sayıcı olarak arkadaşlarınız ile tartışarak tasarlayınız.
2. R4-R10 dirençleri ile 7-SEG-COM-CATHODE arasındaki bağlantıda BUS hattı kullanarak devreyi tekrar çiziniz.
3. Bu simülasyon ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
4. **Hidden Pins** ayarlarının değiştirilme nedenlerini arkadaşlarınız ile tartışınız.
5. Buton zıplaması nedir? Buton zıplaması olmaması için alınacak tedbirler nelerdir? Araştırınız.

1.40. Uygulama: Basılan Buton Numarasını Gösteren Devre

Açıklama: 7447, giriş uçlarındaki BCD kodu, çıkışında seven segmente çeviren entegredir.

Görsel 1.216'da 3x4 keypad düzeninde yerleştirilmiş butonlar görülmektedir. Butonlara bastıkça ilgili buton numarasına göre diyotlar yardımıyla BCD kod üretilir. 7447'de bu BCD sayısı, seven segment displayi sürecek değere dönüştürülür. 7447'nin çıkışları değillenmiş olduğu için ortak anot display kullanılmıştır.



Görsel 1.216: Basılan buton numarasını gösteren devre

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7SEG-COM-ANODE, 1N4148, RES (220R), LED-RED
Terminal Mode ( )	POWER (+5V), GROUND (GND)

İstenenler

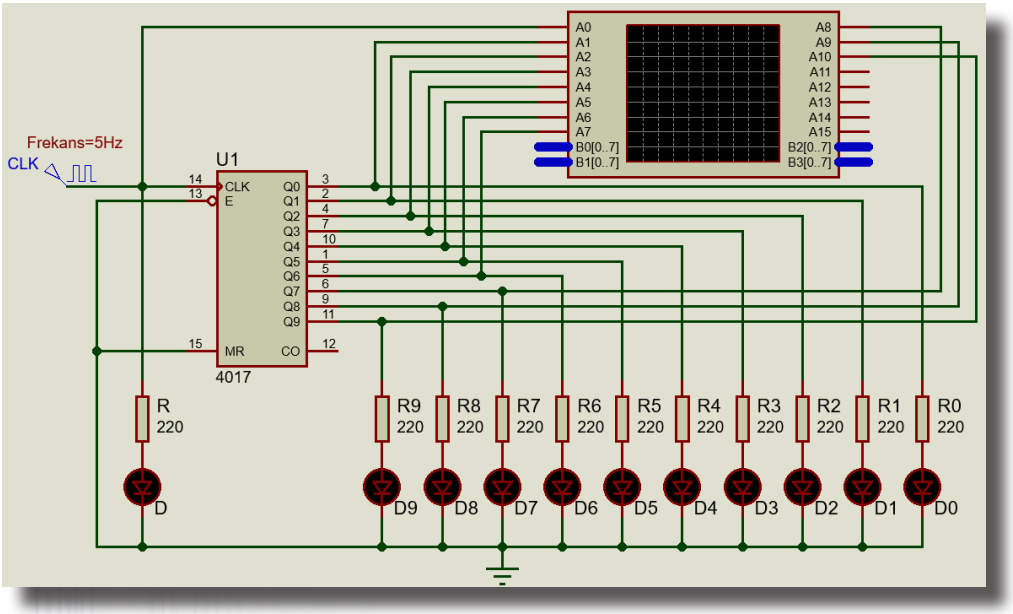
- Görsel 1.216'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- B1 ile B9 arası butonlara bastıkça LED diyotlarda elde edilen BCD kodu gözlemleyiniz.
- Oluşan BCD kodun ortak anot displaydeki sayı değerine eşit olduğunu gözlemleyiniz.

Sorular

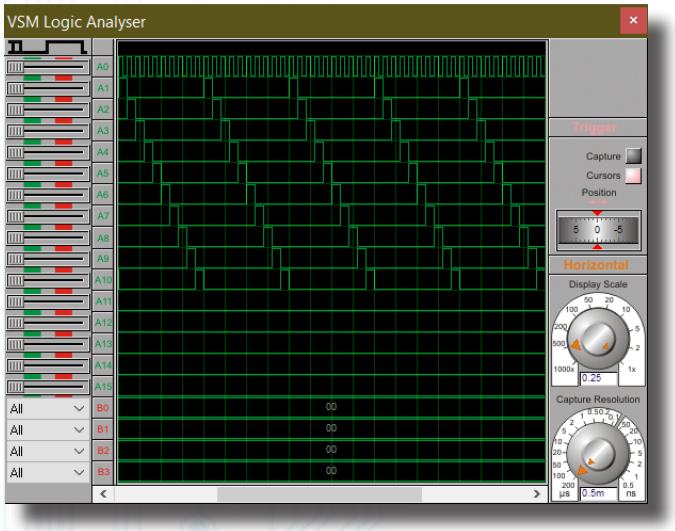
1. Görsel 1.216'daki devre şemasındaki diyotlar kaldırılır ise devre nasıl çalışır?
2. Görsel 1.216'daki devre şemasındaki diyotların görevi nedir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.41. Uygulama: 4017 Yürüyen Işık Devresi

Açıklama: 4017 entegresinin declock pini, gerekli tetikleme sinyalini aldıktan sonra entegre çıkışlarını belirli aralıklarla ve sıra ile aktif eder.



Görsel 1.217: 4017 yürüyen ışık devresi



Görsel 1.218: Lojik analizör ile sinyallerin ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	4017, LED-RED, RES
Generator Mode ( )	DCLOCK
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.217'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **DCLOCK** frekans değerini 5Hz yapınız ve ölçü aletleri bölümünden **Logic Analyser**'ı çalışma sayfasına ekleyiniz. Eklediğiniz elemanların bağlantılarını yapınız.
- Devre şemasının kurulumunu tamamlayınız ve simülasyonu başlatınız.
- Açılan **Logic Analyser** ekranında, ölçülen sinyalleri göstermek için gerekli ayarları yapıp ölçümleri Görsel 1.218'deki ölçüm sonuçları ile karşılaştırınız.
- Simülasyonu durdurup **DCLOCK** frekans değerini 1-10Hz arasında değiştirerek simülasyonu tekrarlayınız.

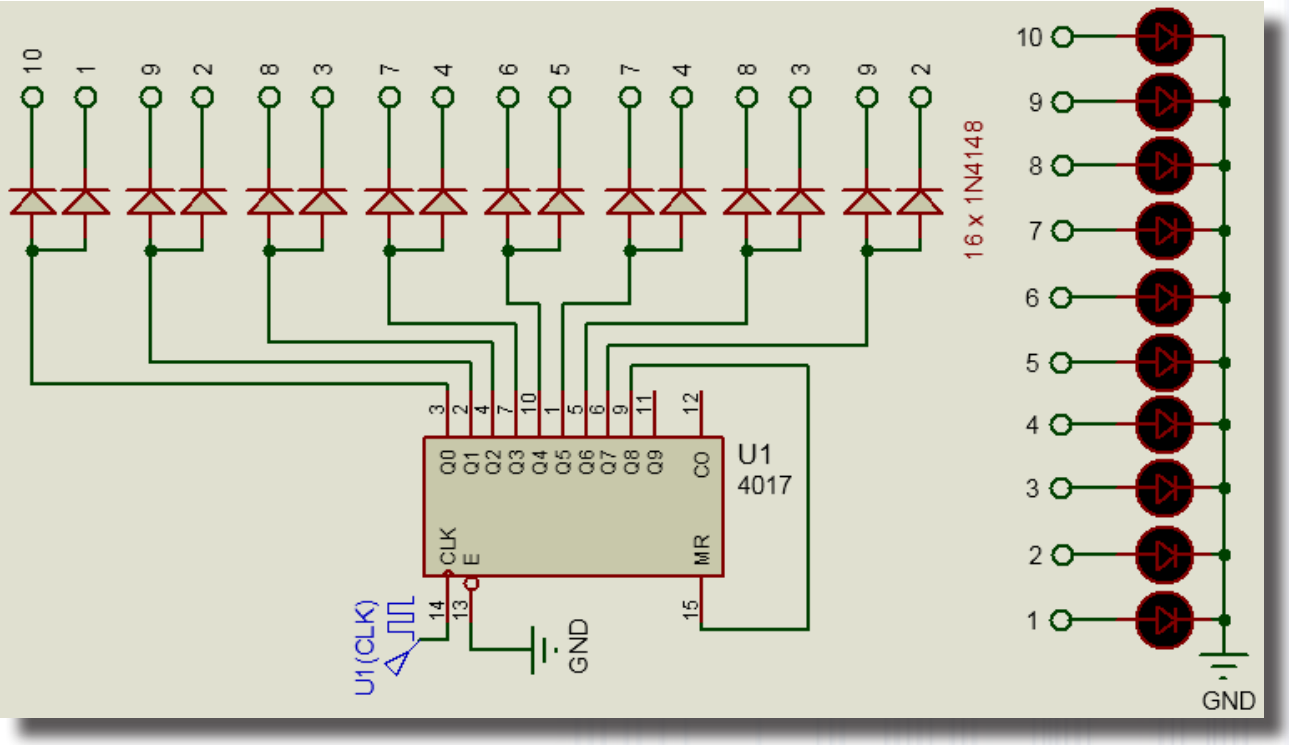
Sorular

1. Bu simülasyon hangi devrelerde veya uygulamalarda kullanılabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.42. Uygulama: Dıştan İçe ve İçten Dışa Sıra İle Yanan LED'ler

Açıklama: 4017 entegresinin clock pini, gerekli tetikleme sinyalini aldıktan sonra entegre çıkışlarını belirli aralıklarla, sıra ile aktif eder. Kullanılmayacak ilk çıkış ucu, MR ucu ile birleştirilmelidir. (Görsel 1.219).

Görsel 1.219'deki devre şemasında LED'ler dıştan içe doğru ve içten dışa doğru yanmaktadır. Devre şemasındaki 4017'nin çıkış uçlarına bağlanan diyotlar, iki LED diyodun aynı anda birbirinden etkilenmeden yanması için kullanılmıştır.



Görsel 1.219: Dıştan içe ve içten dışa yürüyen LED devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	4017, 1N4148, LED-RED, RES
Generator Mode ( )	DCLOCK
Terminal Mode ( )	GROUND

İstenenler

- Görsel 1.219'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Devre şemasının simülasyonunu başlatınız.
- LED diyotların önce dıştan içe, sonra içten dışa doğru sıra ile yandığını gözlemleyiniz.
- Simülasyonu durdurup **DCLOCK** frekans değerini 1-10Hz arasında değiştirerek tekrarlayınız.

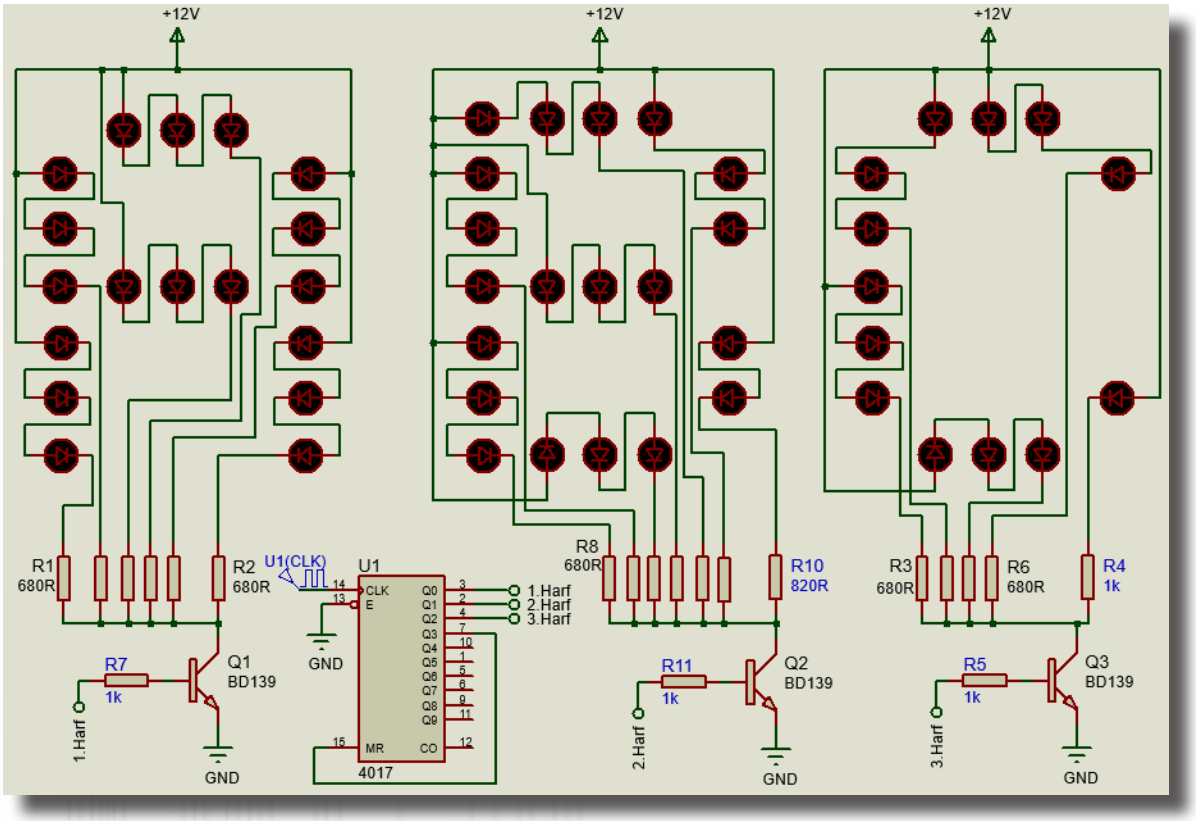
Sorular

1. Görsel 1.219'daki devre şemasında 4017'nin çıkış uçlarına bağlanan diyot çiftlerinin görevini açıklayınız.
2. Görsel 1.219'daki devre şeması ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Görsel 1.219'daki devre şemasını kullanarak polis çakar devresi tasarlayınız?

1.43. Uygulama: Sıra İle Yürüyen Harf Devresi

Açıklama: 4017 entegresinin clock pini, gerekli tetikleme sinyalini aldıktan sonra entegre çıkışlarını belirli aralıklarla, sıra ile aktif eder. Kullanılmayacak ilk çıkış ucu, MR ucu ile birleştirilmelidir (Görsel 1.220).

Görsel 1.220'deki devre şemasında LED'ler genel olarak üçerli biçimde gruplandırılmıştır. Üçlü grup oluşmadığında ikili biçimli gruplandırılmış veya birli olarak kullanılmıştır. Gruplar, yük dirençleri ile beraber paralel olarak bağlanmıştır. 4017'nin çıkış akımı, her harf blokundaki akımı süremeyecektir. Her bir harf grubunda oluşacak akımı kontrol edebilmek için arada BD139 transistörü kullanılmıştır.



Görsel 1.220: Yürüyen harf animasyonu devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	4017, BD139, LED-RED, RES
Generator Mode ( )	DCLOCK
Terminal Mode ( )	POWER (+12V), GROUND

İstenenler

- Görsel 1.220'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Devre şemasının simülasyonunu başlatınız.
- A, B ve C harflerinin sıra ile yandığını gözlemleyiniz.
- Simülasyonu durdurup **DCLOCK** frekans değerini 1-10Hz arasında değiştirerek tekrarlayınız.

Sorular

1. 1.Görsel 1.220'deki devre şemasında LED'ler üçerli biçimde gruplanmıştır. Fakat bazı LED'ler ikili biçimde gruplan¬mış veya birli olarak kullanılmıştır. Üçlü gruplar için 680R, ikili gruplar için 820R, birli olarak kullanılan LED'ler için 1k direnç değerleri seçilmesinin nedeni nedir? Her grubun direnç değeri eşit olsaydı animasyonda ne değişirdi?

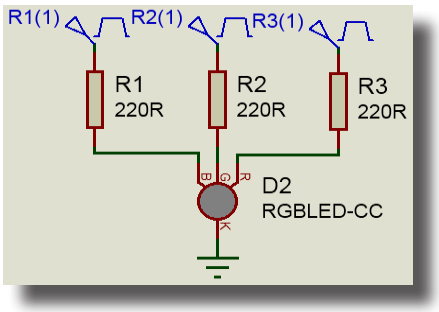
2. Görsel 1.220'deki devre şemasında istediğiniz dördüncü harfi oluşturarak şemayı tekrar oluşturup çalıştırınız.

3. Görsel 1.220'deki devre şeması ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

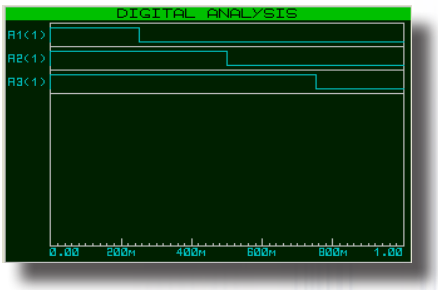
1.44. Uygulama: RGB LED Devresi

Açıklama: RGB, **R**ed (kırmızı), **G**reen (yeşil) ve **B**lue (mavi) renklerin baş harfleri birleştirilerek oluşmuş bir terimdir. RGB LED'ler bir kılıf içerisinde üç rengin birleşmesiyle oluşturulmuştur. Bu üç rengi kullanarak farklı kombinasyonlarda çok fazla renk verilebilir. RGB LED'ler ortak anot ve ortak katot olarak üretilir. RGB LED'lerin her bir rengi için ayrı PWM sinyali uygulayarak tüm renkler elde edilebilir. PWM sinyali, bir periyotta kare dalga sinyalin 1 ve 0'da kalma sürelerini değiştirebilmek demektir.

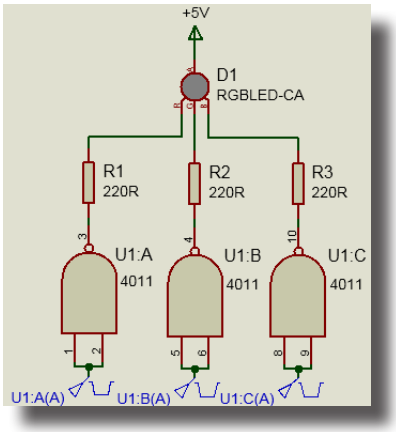
Görsel 1.221.a'daki ilk devrede ortak anot RGB diyot kullanılmıştır. Bu nedenle ortak uç, artıya bağlanır. Diğer uçlara direnç üzerinden, ayrı ayrı nand kapılarından PWM sinyali uygulanarak RGB LED'in değişik renklerde ışık vermesi sağlanır. Görsel 1.221.b'deki ilk devrede ortak katot RGB diyot kullanılmıştır. Bu nedenle LED diyodun ortak ucu şaseye bağlanır. Diğer uçlarına ise direnç üzerinden ayrı ayrı PWM sinyali uygulanarak RGB LED'in değişik renklerde ışık vermesi sağlanır.



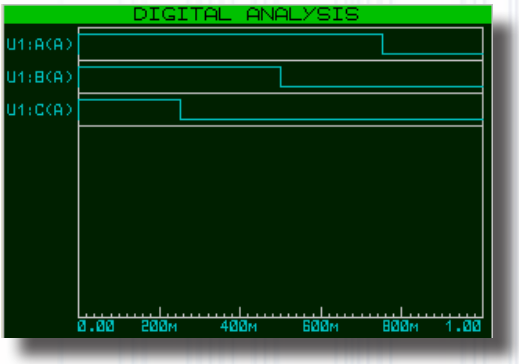
(a) Ortak katot RGB



(b) Graphic mode dijital analizi



(c) Ortak anot RGB



(d) Graphik mode dijital analizi

Görsel 1.221: RGB LED devreleri ve dijital grafik ekran görüntüleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	4011, MINRES220R, RGBLED-CA, RGBLED-CC
Generator Mode ( )	PULSE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Graphs Mode	DIGITAL

İstenenler

- Görsel 1.221.b'deki ortak katot RGB devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Generatör Mode'dan **PULSE**'ı ekleyiniz ve her bir **PULSE** için ayarları yapınız. Pulsed voltaj=5V **Pulse Width**%=R1=%25, R2=%50, R3=%75.
- Simülasyonu başlatınız. RGB LED'de oluşan renkleri gözlemleyiniz.
- R1, R2 ve R3 **Pulse**'larının PWM yüzdelerini sıra ile değiştirerek oluşan renk farklılıklarını görünüz.
- **Graph Mode**'dan **Digital Analysis** ekranı oluşturup üç **PULSE** sinyalini de **Digital Analysis**'e ekleyiniz. Ekranda uyguladığınız sinyalin yüzdelerine göre kare dalgaları gözlemleyiniz.
- Her bir RGB LED için beşer tane farklı PWM değeri girerek oluşan renkleri gözlemleyiniz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.221.a'daki ortak anot RGB devresi için tekrarlayınız.

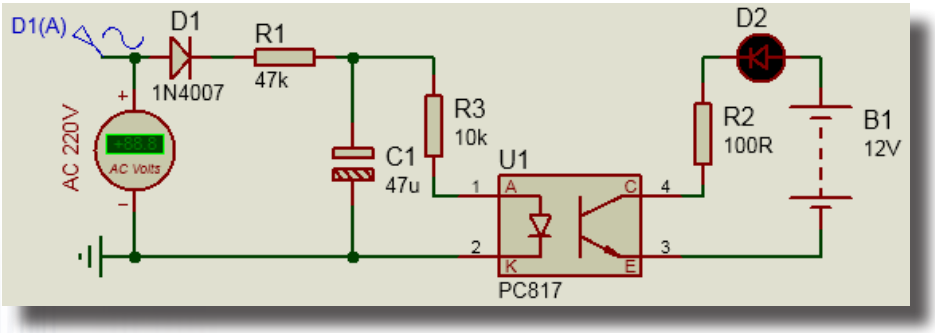
Sorular

1. Ortak anot RGB devresinde nand kapıları ne için kullanılmıştır?
2. RGB LED'leri en çok nerelerde ve hangi amaç ile kullanılır?

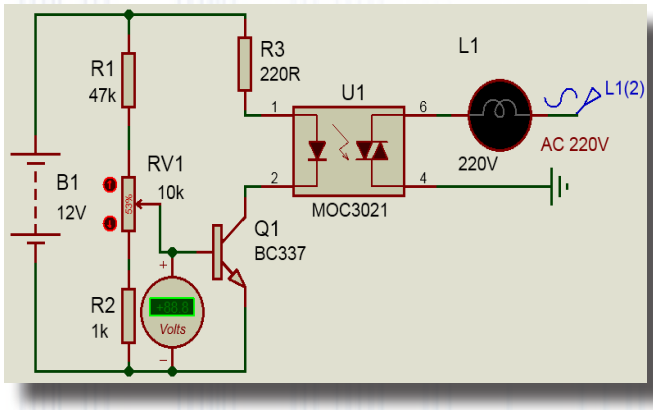
1.45. Uygulama: Optokuplör Devreleri

Açıklama: Optokuplör, kaynak ve yük arasında elektriksel izolasyon sağlayan devre elemanıdır. Optik yalıtıcı olarak da isimlendirilir. İçinde bir infrared diyot (LED) ve onun karşısında bir foto transistör vardır. İçerdiği malzemelerden de anlaşılacağı gibi ışık yardımıyla iletişim sağlanır. Optokuplörün bir ucuna gerilim uygulandığında led ışık verir ve kontrol ucu ışığa hassas olan alıcı eleman yani foto transistör iletime geçer. Ayrıca transistör, triyak, MOSFET, tristör, TTL, lojik, CMOS vb. farklı çeşitleri vardır.

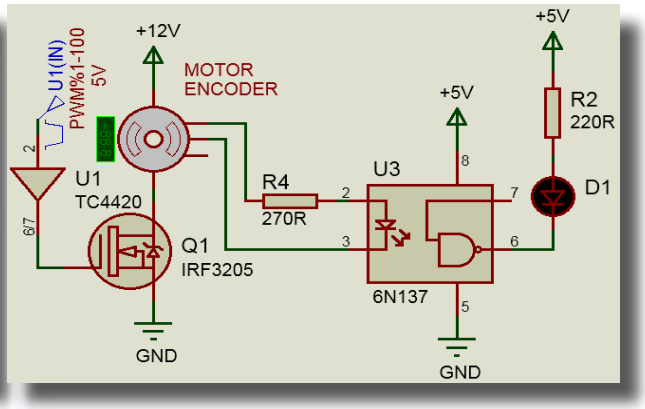
Görsel 1.222'deki üç devrenin çalışma mantığı da aynıdır. Optokuplör içindeki diyot tetiklenir. Karşısındaki transistör, triyak ve nand kapısı ışın ile iletime geçer. Bunların uçlarındaki LED'ler veya AC lamba yanar. Optokuplör ile AC-DC, DC-AC ve DC-DC devreler birbirinden yalıtımlıdır fakat birbirlerine bağımlı olarak çalışmaları sağlanmıştır.



(a) PC817 optokuplör ile AC 220V test devresi



(b) MOC3021 ile AC 220V lamba ayarı(dimmer örneği)



(c) 6N137 ile motor hızınına göre yanan flaşör

Görsel 1.222: Optokuplör devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	6N137, IRF3205, LED-RED, RES, MOTOR-ENCODER, TC4420, 1N4007, PC817, LED-GREEN, BATTERY, BC337, LAMP, MOC3021, POT-HG
Ölçü Aletleri ( )	AC VOLTMETER, DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Generator Mode ( )	SINE, PULSED

İstenenler

- Görsel 1.222.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **SINE**'ı ekleyip bağlantısını yapınız.
- Gerilim değerini 220V olarak belirleyiniz.
- Simülasyonu çalıştırınız ve devreyi yorumlayınız.
- Aynı işlemleri Görsel 1.222.b'deki devre için de yapınız.
- RV1 potansiyometresinin değerini değiştirerek lambanın ışık şiddetine dikkat ediniz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.222.c'deki devre için de yapınız.
- Pwm oranını değiştirerek motorun dönüş hızını ve LED'in yanışını gözlemleyiniz.

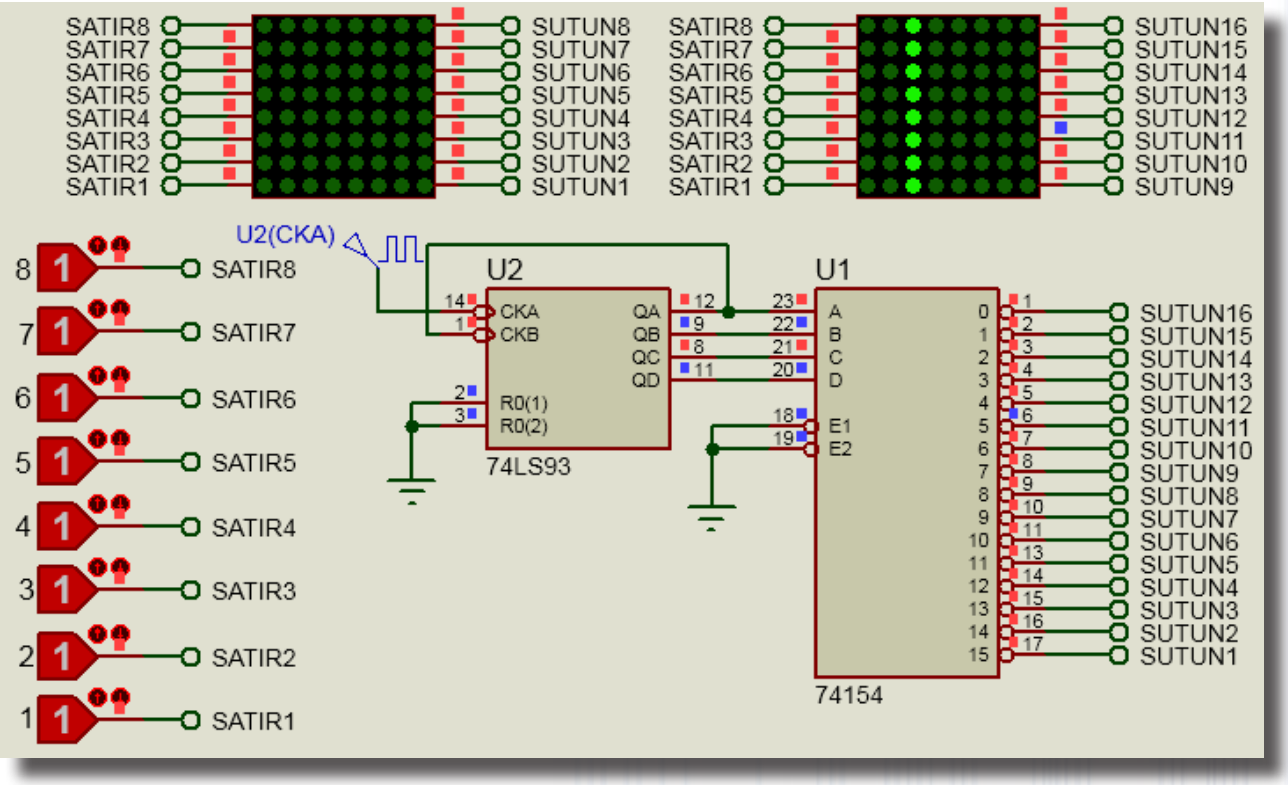
Sorular

1. Bu uygulama ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.46. Uygulama: Demultiplexer İle Yapılan Matris Display Uygulaması

Açıklama: İnsan gözü saniyede 25 hareketi görebilir. Bu sayının üzerindeki hareketi göremez. İnsan gözünün bu özelliğinden dolayı tarama sistemi geliştirilmiştir. Matris ekranda küçük "**I**" harfinin kayma şeklinde hareketi görülmektedir. Uygulama yapılırken önce satırlardan hepsi "1" olacak şekilde LOGICSTATE'ler ayarlanır, sonra da sütunlar sağdan sola, sıra ile aktif hâle getirilir ve ekranda küçük "**I**" harfinin kayışı ortaya çıkar.

Görsel 1.223'teki devre şeması, kayan yazıların ve taramalı ekranların temelini oluşturur. 7493 entegresi sayıcı entegresidir. 74154 entegresi demultiplexerdır.



Görsel 1.223: Demultiplexer ile matris display uygulaması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	**MATRIX-8X8-GREEN**, 74154, 74LS93, LOGICSTATE
Terminal Mode ( )	DEFAULT, GROUND
Generator Mode ( )	DCLOCK

İstenenler

- Görsel 1.223'te verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **DCLOCK**'u alıp ilgili yere bağlayınız.
- Simülasyonu başlatınız.
- Satırlardaki LOGICSTATE değerlerinin hepsini "1" olacak şekilde ayarlayınız. Ekranda oluşan simülasyonu izleyiniz.
- Satırlardan farklı bilgiler göndererek ekranda oluşan simülasyonu izleyiniz.

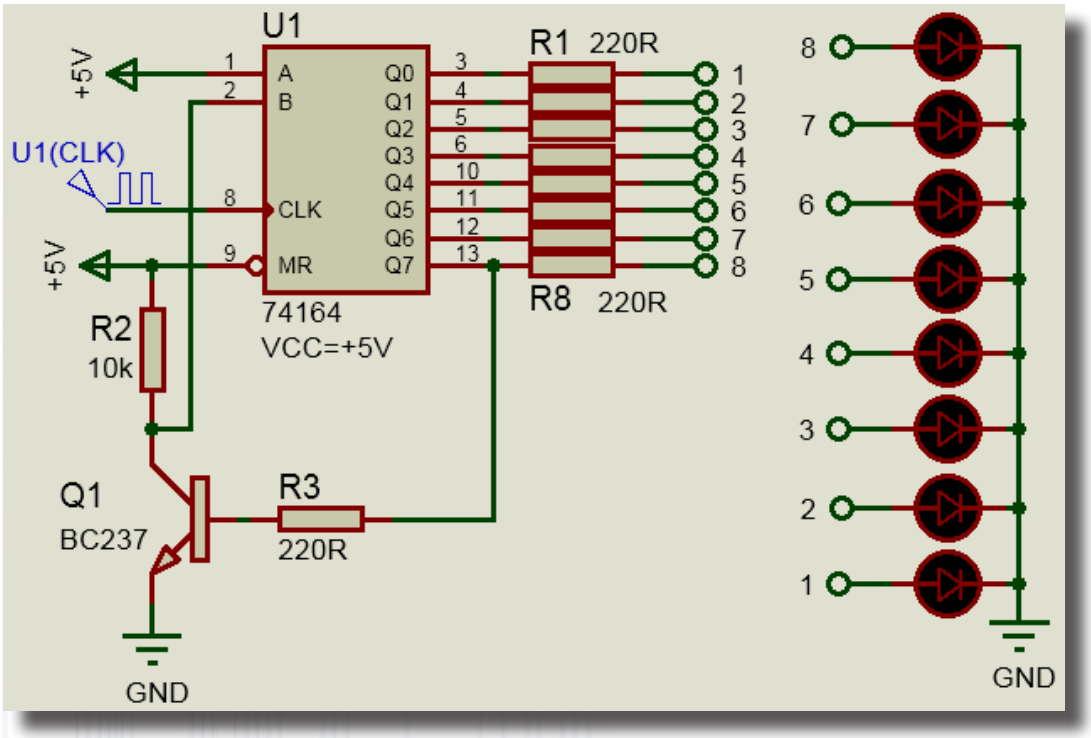
Sorular

1. Matris Display'de yazı veya şekil oluşturmak için neler yapılması gerektiğini araştırınız. Sonuçları sınıf ortamında tartışınız.

1.47. Uygulama: Shift Register İle Yapılan Önce Yanan Sonra Sönen LED'ler

Açıklama: 74164 entegresi, seri giriş paralel çıkışlı bir shift register (kaymalı kaydedici) entegresidir. İki adet seri giriş ucu vardır. Bu uçlar A ve B olarak isimlendirilir ve entegrenin içinde bir and (ve) kapısı ile birbirine bağlıdır.

Görsel 1.224'teki devre şeması bu özellikten faydalanarak oluşturulmuştur. 74164 entegresinin Q7 çıkışına transistörün anahtar olarak kullanılan devresi eklenmiştir. Bu sayede Q0-Q7 çıkışları sıra ile 1 bilgisine döner yani LED'ler yanar. Q7 çıkışı aktif olunca Q1 transistörü iletime geçer ve çıkışlar sıra ile 0 bilgisine döner yani LED'ler söner.



Görsel 1.224: Shift Register ile kayan yazı devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	74164, BC237, LED-RED, MINRES220R, MINRES10k
Terminal Mode ( )	POWER (+5V), GROUND (GND)
Generator Mode ( )	DCLOCK

İstenenler

- Görsel 1.224'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- 74164 entegresinin üzerine çift tıklayarak gelen pencereden **Hidden Pins** seçeneğini seçip VCC bölümüne +5V, GND bölümüne GND yazınız. Devre simülasyonunu çalıştırınız.
- LED diyotların sıra ile yandığını ve sıra ile söndüğünü gözlemleyiniz.

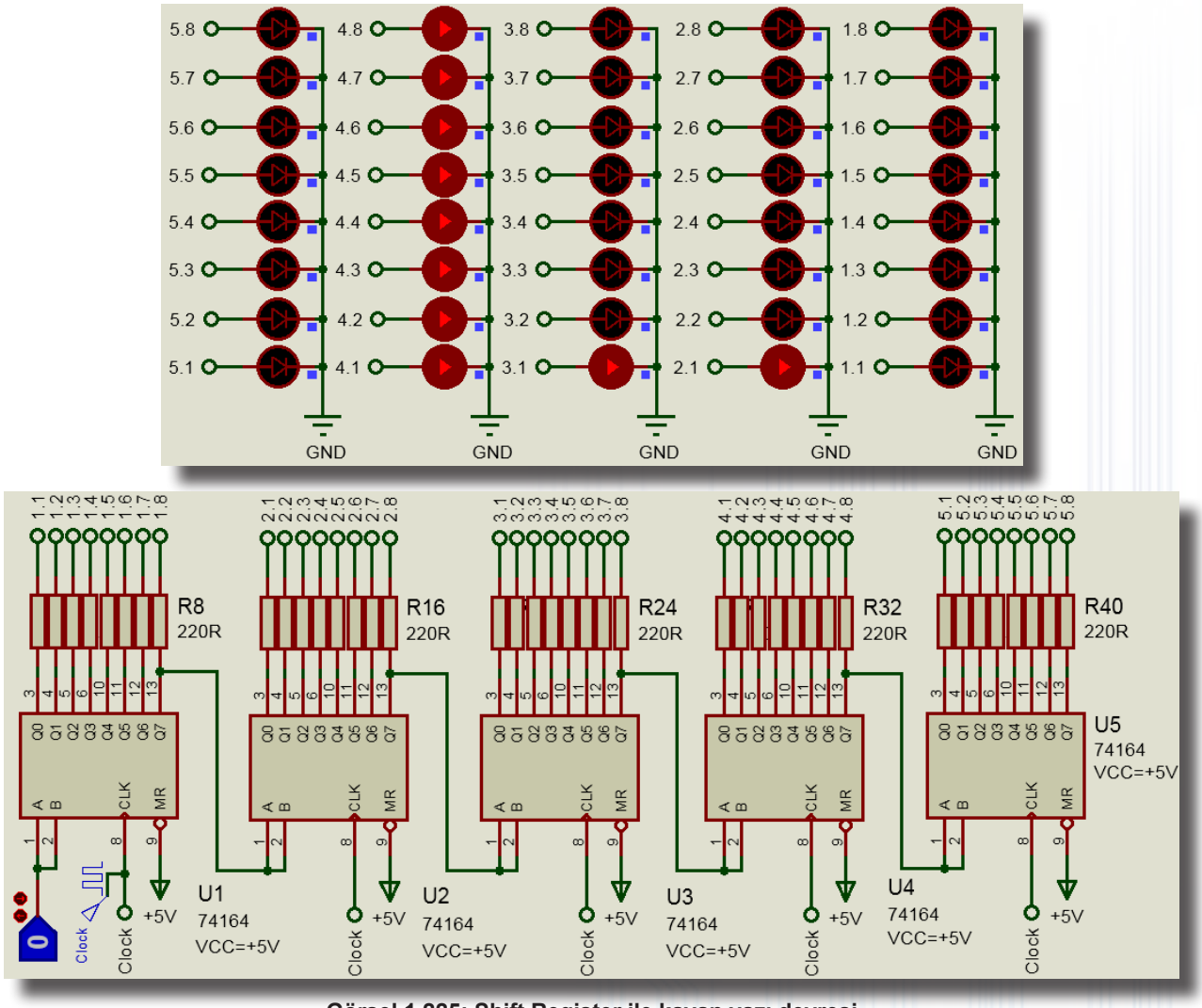
Sorular

1. Görsel 1.224'teki devre şemasını 16 tane LED'i yakıp söndürecek şekilde arkadaşlarınız ile beraber oluşturunuz.

1.48. Uygulama: Shift Register İle Yapılan Kayan Yazı Uygulaması

Açıklama: 74164 entegresi, seri giriş paralel çıkışlı bir shift register (kaymalı kaydedici) entegresidir. İki adet seri giriş ucu vardır. Bu uçlar A ve B olarak isimlendirilir ve entegrenin içinde bir and (ve) kapısı ile birbirine bağlıdır. Bu özelliğinden dolayı A ve B girişleri genelde birleştirilerek kullanılır.

Entegrenin clk (clock veya pals) ucu pozitif kenar tetiklemelidir (Yani palsin 0 dan 1 e yükselen kenarında tetiklenir.). Bu uca pals gönderildiğinde seri girişteki bilgi (0 veya 1), entegrenin içine alınır ve diğer bitler kaydırılır. Bu uca tekrar pals gönderilirse seri girişteki bilgi entegrenin içine alınır ve diğer bitler kaydırılır. Bu arada bilgiler 8 bitlik paralel çıkışlardan alınabilir. Entegrenin reset ucu, normal durumda +5V'a bağlanır ve entegrenin resetlenmesi istenirse GND ile birleştirilir.



Görsel 1.225: Shift Register ile kayan yazı devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	74164, LOGICSTATE, MINRES220R, LED-RED
Terminal Mode ( )	POWER (+5V), GROUND (GND)
Generator Mode ( )	DCLOCK

İstenenler

- Görsel 1.225'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- 74164 entegresinin üzerine çift tıklayarak gelen pencereden **Hidden Pins** seçeneğini seçip VCC bölümüne +5V, GND bölümüne **GND** yazınız. Devre simülasyonunu çalıştırınız.
- LOGICSTATE girişinden rastgele "1 ve 0" sinyali uygulayarak çıkıştaki LED'lerin yandığını gözlemleyiniz.
- LOGICSTATE girişinden rastgele "1 ve 0" sinyali uygulayarak Görsel 1.225'teki gibi "L" harfini oluşturunuz.

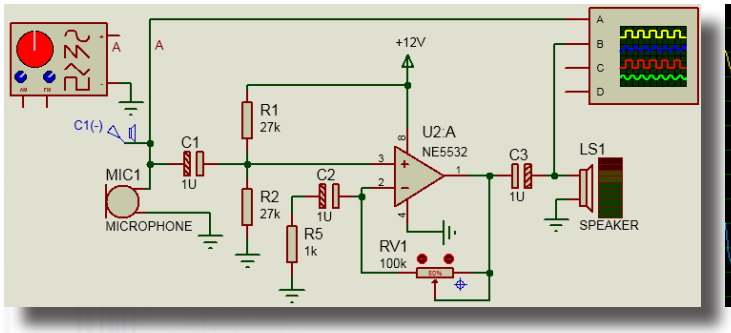
Sorular

1. LOGICSTATE girişinden rastgele "1 ve 0" sinyali uygulayarak ekranda "A" ve "E" harflerini oluşturunuz.
2. Aynı uygulamayı 74595 veya 4094 entegresini kullanarak arkadaşlarınız ile tasarlayınız.

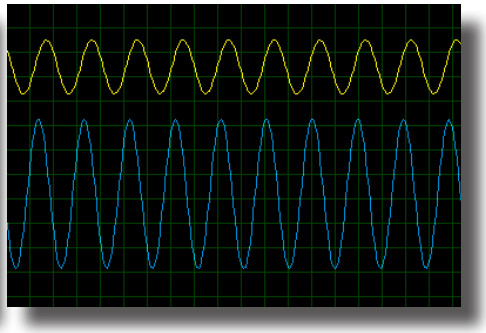
1.49. Uygulama: Pre-amplifikatör Devresi

Açıklama: Ses dalgalarını elektrik işaretine çeviren cihazlara **mikrofon** denir. Mikrofonların genel olarak çıkış gerilimi 1-10mV ve frekansları 50Hz-10kHz arasındadır. Mikrofon sinyallerini yükseltmek için Pre-amplifikatör devreleri kullanılır. Pre-amplifikatör, kaynaktan alınan ses sinyallerinin güç amplifikatörüne aktarılmadan önce kuvvetlendirildiği ön amplifikatördür.

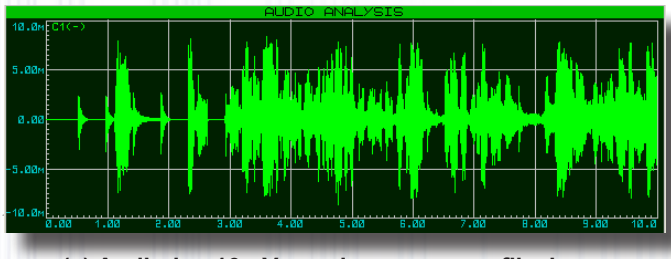
Görsel 1.226'daki devre şemasını kurmadan önce **microphone** isimli malzemenin programda olup olmadığını kontrol ediniz. Malzeme, programda yoksa internetten malzemenin library dosyasını bulup programa ekleyiniz. Library dosyası bulunamaz ise ***.wav** uzantılı bir ses dosyası elde ediniz. ***.wav** uzantılı dosyanın da bulunamaması durumunda Signal Generator'dan veya SINE'dan 4mV genlikli ve frekansı 100Hz sinyal uygulayarak deneyi yapabilirsiniz.



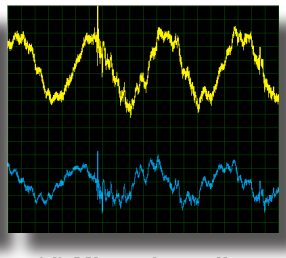
(a) Opamplı Pre-amplifikatör devre şeması



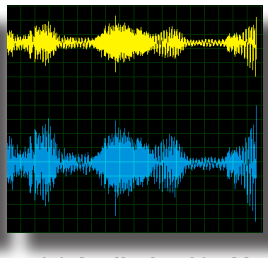
(b) Sinyal generator 4mV 100Hz



(c) Audiodan 10mV ses dosyasının grafik ekranı



(d) Microphone ile giriş-çıkış sinyali



(e) Audiodan10mV ses dosyası

Görsel 1.226: Pre-amplifikatör devre şeması ve dalga şekilleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	NE5532, RES, CAP-ELEC, MICROPHONE, POT-HG, SPEAKER
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, SIGNAL GENERATOR
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Generator Mode ( )	AUDIO
Graph Mode ( )	AUDIO, ANALOG

İstenenler

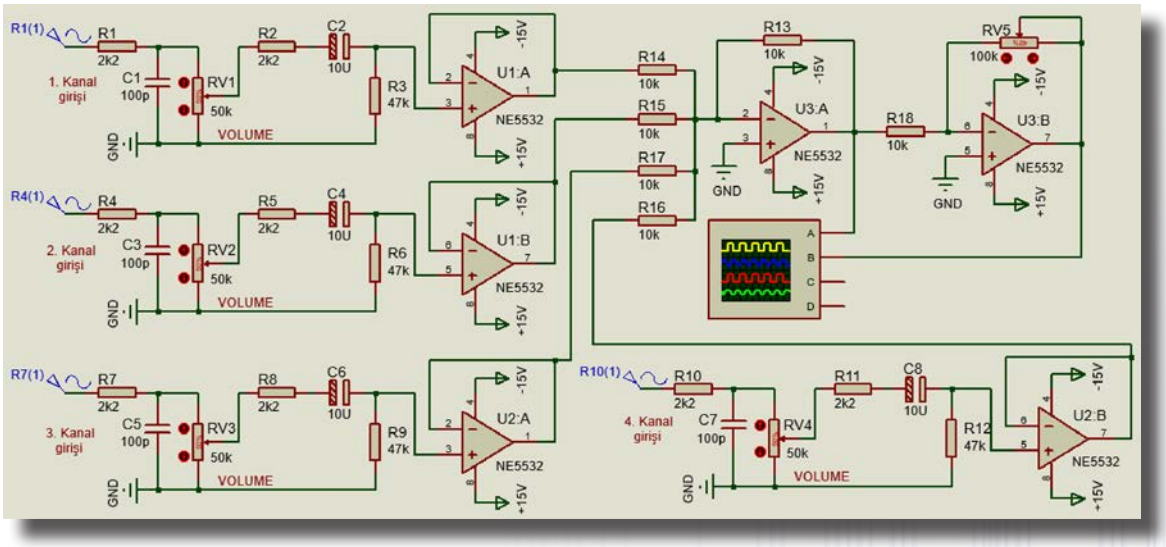
- Görsel 1.226.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Speakerı, simülasyonda devre dışı bırakınız.
- Microphone sembolünü Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımına eklediyseniz simülasyonu başlatınız. Osiloskop ekran görüntülerini Görsel 1.226.d ile karşılaştırınız.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Microphone'u simülasyonda devre dışı bırakınız
- **Generator Mode** alanından **AUDIO**'yu seçiniz ve Görsel 1.226.a'daki devre şemasına bağlayınız. *.wav uzantılı dosyanın yolunu gösteriniz ve **Amplitude** değerini 10mV yapınız.
- Simülasyonu başlatınız. Görsel 1.226.e ile osiloskop ekran görüntülerini karşılaştırınız. Simülasyonu durdurunuz.
- **Graph mode** seçeneği içerisinden **AUDIO**'yu seçiniz ve ekrana yerleştiriniz.
- **AUDIO grafik** ekranına **AUDIO generator** ismini ekleyiniz ve **Stop Time** değerini "10" yapınız.
- Simülate Graph seçeneği ile devrenin girişinden uygulanan **audio (*.wav)** dosyasının grafiğini izleyiniz. Grafik ekran görüntülerini Görsel 1.226.c ile karşılaştırınız.
- Devre şemasından **AUDIO Generator**'ın bağlantısını çıkarınız. Yerine **Signal Generator** bağlayınız ve simülasyonu başlatınız.
- 4mV 100Hz sinyal uygulayarak osiloskop ekranındaki görüntüleri gözlemleyip Görsel 1.226.b'deki osiloskop ekranı görüntüleri ile karşılaştırınız.

Sorular

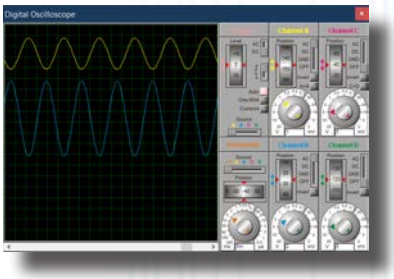
1. Mikser devrelerinde Pre-amplifikatör devreleri nasıl kullanılır? Araştırınız.

1.50. Uygulama: Dört Kanal Mikser Devresi

Açıklama: İki veya daha fazla giriş kanalı bulunan, bu kanallara giren ses sinyallerini karıştırarak tek sinyal olarak çıkaran cihaza **mikser** denir. Mikserin girişlerine ses üreten cihazlar (mikrofon, gitar vb.) bağlanabilir. Seslerin yoğunlukları mikser devresinden ayarlanabilir. Mikser devresi, bu uygulamaya kadar yapılan uygulama deneylerinin birleştirilmesiyle elde edilecektir. Mikser devrelerinin çıkış gerilimi genel olarak maksimum 1V'dir. Simülasyonda her bir kanaldan 100mV 60Hz sinyal uygulanacaktır. Her bir kanal girişinde filtre devreleri ve tampon yükselteç kullanılmıştır. Dört kanal sinyal çıkışı toplayıcı yükselteçte toplanır. Eviren yükselteç ile sinyal yükseltilir. Bu devrenin çıkışı power yükseltecine gitmelidir.



Görsel 1.227: Dört kanal mikser devresi



Görsel 1.228: Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	CERAMIC100P, POT-HG, PCELEC10U35V60M, NE5532, RES
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Generator Mode ( )	SINE

İstenenler

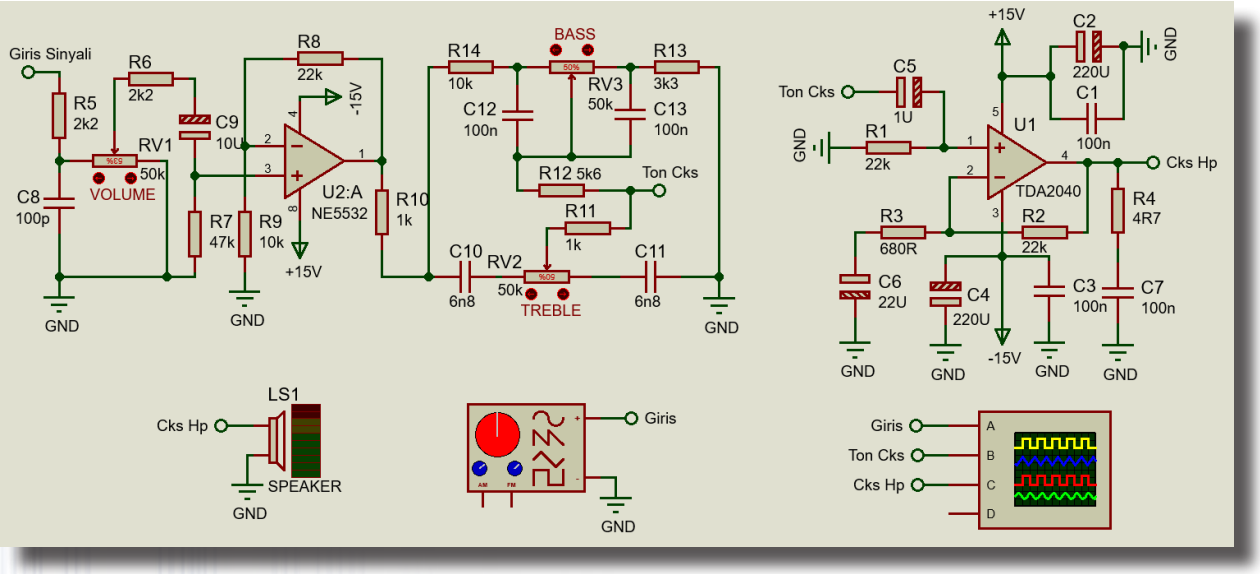
- Görsel 1.227'deki devre şemasının 1. Kanal kısmını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **SINE**'ı devre şemasına ekleyiniz. **SINE**, **VR1(1)** olarak isimlenecektir. **SINE** üzerine çift tıklayınız ve açılan pencereden 100mV, 60Hz olacak şekilde değerleri giriniz. Blok kopyalama ile aynı devreyi 3 adet daha üretiniz. Devrenin kalan kısmını çiziniz. Osiloskop bağlantısını yapınız. Simülasyonu çalıştırınız.
- Osiloskop ekranında sinyalleri görecek şekilde Volt/Div ve Time/Div komitatörlerini ayarlayınız.
- RV1, RV2, RV3 ve RV4 ses potansiyometrelerini tamamen kapatarak çıkış sinyalinin sıfırlandığını görünüz. Sonra potansiyometreleri tekrar %50 konumuna getiriniz.
- RV5 genel çıkış potansiyometresini ayarlayarak çıkış dalga şeklindeki artışı ve azalışı gözlemleyiniz (Görsel 1.228).
- Kanal girişlerinden farklı gerilim ve frekans değerlerinde sinyal (100mV'yi geçmeden) uygulayarak çıkış dalga şeklini gözlemleyiniz. Bazı kanalların sinyal etkisini kesiniz. Temel amaçlar için kullanılabilecek mikser devresinin çalışmasını kontrol ediniz.

Sorular

1. Mikser devresini kanal giriş sayısı 6 olacak şekilde oluşturunuz.

1.51. Uygulama: Ton Kontrollü, 25W Audio Power Amplifikatör Devresi

Açıklama: Ton kontrol, devrelerde bulunan ince sese (tiz) veya kalın sese (bas) ait frekansların kontrolünü sağlar. Yüksek frekanslı veya alçak frekanslı işaretlerin geçişini sağlar. Ton kontrolü frekans kontrolüdür. Amplifikatörler (yükselteçler), elektronik sinyalleri arttırmak (yükseltmek) için kullanılan elektronik cihazlardır.



Görsel 1.229: Ton kontrollü audio power amplifikatör devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	CAP, RES, NE5532, CAP-ELEC, POLYLAYER6N8, POT-HG, SPEAKER, TDA2040
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, SIGNAL GENERATOR
Terminal Mode ( )	DEFAULT, POWER, GROUND

İstenenler

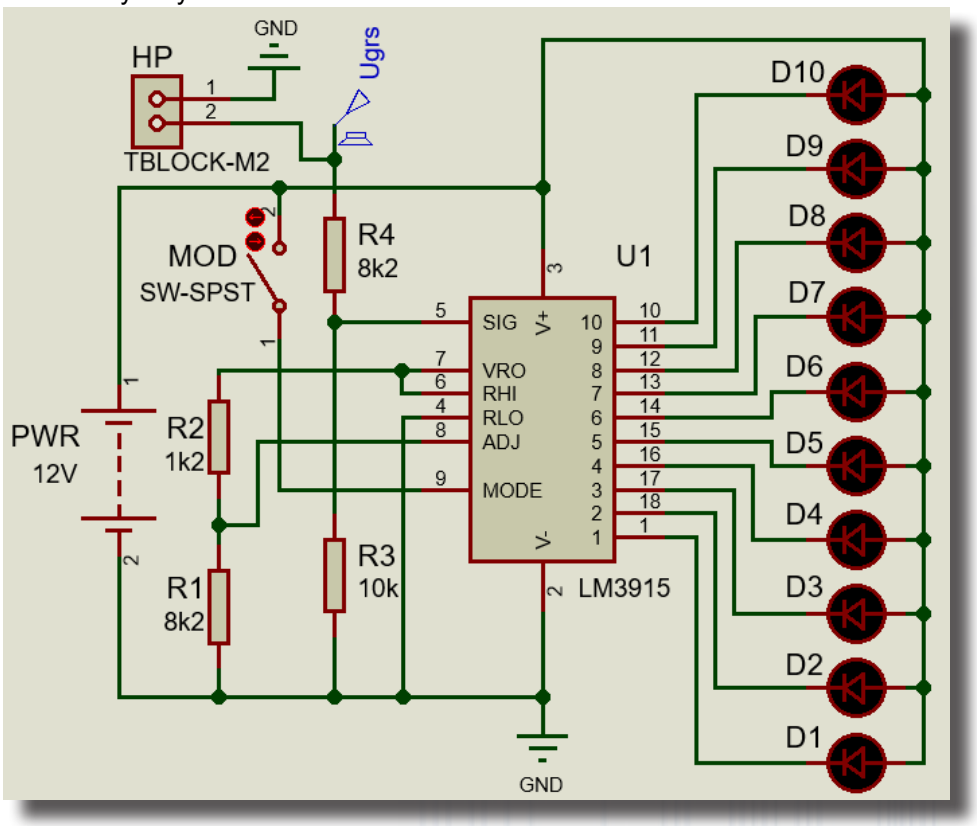
- Görsel 1.229'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Sinyal jeneratöründen gerilim değeri 1V, frekans değeri 50Hz sinyal uygulayınız. Osiloskop ekranında dalga şekillerini net biçimde görecek şekilde ayarları yapınız.
- VOLUME potansiyometresini minimum değere ve maksimum değere getirerek çıkış sinyallerini gözlemleyiniz. Ardından potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- TREBLE potansiyometresini minimum ve maksimum değerine getirerek çıkış sinyallerini gözlemleyiniz. Değerlerde yaptığınız değişikliklerin çıkış sinyaline hiçbir etkisi olmamalıdır. Ardından potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- BASS potansiyometresini minimum ve maksimum değerine getirerek çıkış sinyalini gözlemleyiniz. Potansiyometre, değer değişikliklerinde VOLUME potansiyometresi gibi çalışmalıdır. Ardından potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- Sinyal jeneratöründen gerilim değeri 1V, frekans değeri 8KHz olarak sinyal uygulayınız. Osiloskop ekranında dalga şekillerini net biçimde görecek şekilde ayarlayınız.
- VOLUME potansiyometresini minimum değere ve maksimum değere getirerek çıkış sinyallerini gözlemleyiniz. Ardından potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- TREBLE potansiyometresini minimum ve maksimum değerine getirerek çıkış sinyalini gözlemleyiniz. Potansiyometre, değer değişikliklerinde VOLUME potansiyometresi gibi çalışmalıdır. Ardından, potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- BASS potansiyometresini minimum ve maksimum değerine getirerek çıkış sinyalini gözlemleyiniz. Değerlerde yaptığınız değişikliklerin çıkış sinyaline hiçbir etkisi olmamalıdır. Ardından, potansiyometre ayarını %50 değerine tekrar getiriniz.
- Simülasyonu durdurunuz. Sonuçlar istendiği gibi ise devre çalışıyor demektir.

Sorular

1. Sinyal jeneratöründen gerilim değerini 3V yapınız. VOLUME potansiyometresini maksimum değerine getiriniz. Çıkış sinyalinde neden kırpılmalar olmuştur? Sınıf ortamında tartışınız.
2. Ton kontrol ve amplifikatör devrelerinin nasıl test edildiğini sınıf ortamında tartışınız.

1.52. Uygulama: Vumetre Devresi

Açıklama: Ses şiddetini ölçmek için kullanılan ölçü aletine **vumetre** denir. **Vumetre**, ses seviyesine göre çıkışlarında bulunan LED'leri yakar. Böylelikle LED'ler, vumetre sayesinde dinlenilen müziğin şiddetine göre yanmış olur. Vumetre devreleri, müzik şiddetinin seviyesini gösterir. Müziğin bas, tiz ve ses seviyesi ne kadar fazla olursa o kadar fazla LED yanar. Görsel 1.230'daki devre şeması kurulmadan önce bilgisayara *.wav uzantılı müzik dosyası yüklenmelidir.



Görsel 1.230: Vumetre devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BATTERY, LED-BLUE, LM3915, SW-SPST, TBLOCK-M2, RES
Generator Mode ( )	AUDIO, DC
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Audio Dosyası	*.WAV dosyası

İstenenler

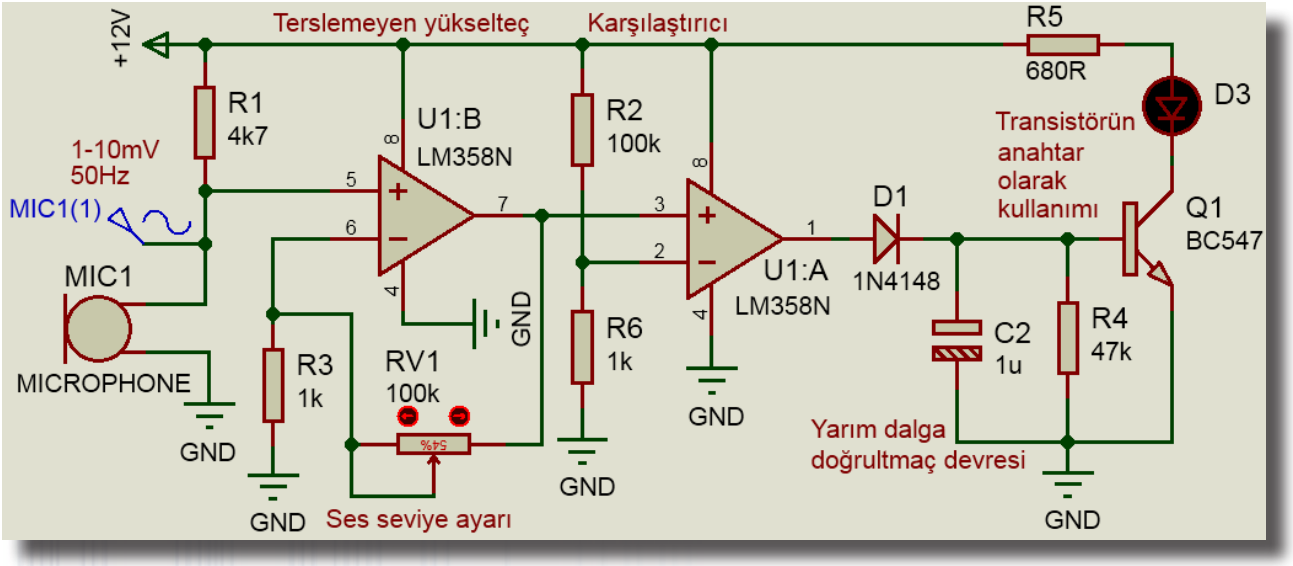
- Görsel 1.230'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **DC**'yi devre şemasına ekleyiniz. Eklediğiniz **DC**, **Ugrs** olarak isimlenecektir. **DC** üzerine çift tıklayınız ve açılan pencereden **Voltage** kısmına 3V değerini giriniz.
- Simülasyonu başlatınız. MOD anahtarını açık ve kapalı hâle getirerek LED'lerin yanışını izleyiniz. Simülasyonu durdurunuz.
- **DC** üzerine çift tıklayınız ve açılan pencereden **Voltage** kısmını **0-20V** arasında değiştirerek her seferinde simülasyonu başlatınız. LED'lerin yanışını izleyiniz ve simülasyonu durdurunuz.
- **DC** üzerine çift tıklayınız ve açılan pencereden **Analogue Types**'tan **Audio** seçeneğini seçiniz. **WAV Audio File**'dan, önceden hazırladığınız .wav uzantılı dosyanın yerini gösteriniz. **Amplitude** değerini 10V yapıp **OK** butonuna tıklayınız.
- Simülasyonu başlatınız. Müziğin ses şiddetine göre LED'lerin yanışını gözlemleyiniz.

Sorular

1. Vumetre, hangi devrelerde kullanılır? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
2. Vumetre devreleri elektrikli araçlarda nasıl kullanılabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.53. Uygulama: Sese Duyarlı Lamba Devresi

Açıklama: Ses dalgalarını elektrik işaretine çeviren cihazlara **mikrofon** denir. Mikrofonların genel olarak çıkış gerilimi 1 ile 10mV, frekansları ise 50Hz ile 10KHz arasındadır. Görsel 1.231'deki devre şeması kurulmadan önce Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı programında **microphone** malzemesinin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Programda bu malzeme yoksa internetten Library dosyası bulunup programa eklenir. Dosya internette bulunamazsa ölçü aletlerindeki **Signal Generator'**dan veya **Generator Mode**'dan **SINE**'a gidilip SINE'dan 1-10mV genlik ve 50Hz frekans değerli sinyal uygulanarak deney yapılır.



Görsel 1.231: Sese duyarlı lamba devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4148, BC547, LED-GREEN, MICROPHONE, POT-HG, RES, CAP-ELEC, CAP, LM358N
Generator Mode ( )	SINE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Devre şemasını hangi malzemeyle kuracağınıza karar verdikten sonra Görsel 1.231'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Mikrofon haricinde bir cihaz kullanacak iseniz 1-10mV genlikli ve 50Hz frekanslı sinyal uygulayınız.
- Simülasyonu başlatınız.
- RV1 potansiyometrenin değerini değiştirerek LED diyodun flaş yapmasını sağlayınız.
- Simülasyonu durdurunuz.
- Mikrofon temin ettiyseniz simülasyonu başlatınız.
- RV1 potansiyometresinin değerini değiştirerek LED'in yanış ayarını değiştiriniz.
- Simülasyonu durdurunuz.

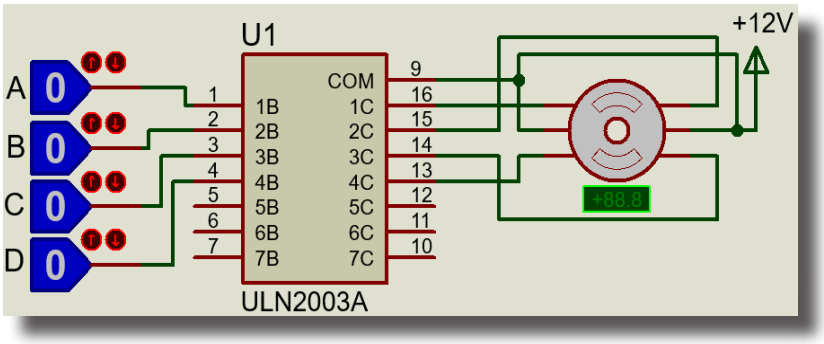
Sorular

1. R5 ve D3 malzemeleri yerine başka hangi yük kullanılabilir? Bulduğunuz yük hangi uygulamalarda kullanılabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.
2. Şimdiye kadar edindiğiniz simülasyon deneyimine dayanarak devrenin çalışmasını arkadaşlarınız ile tartışarak açıklayınız.

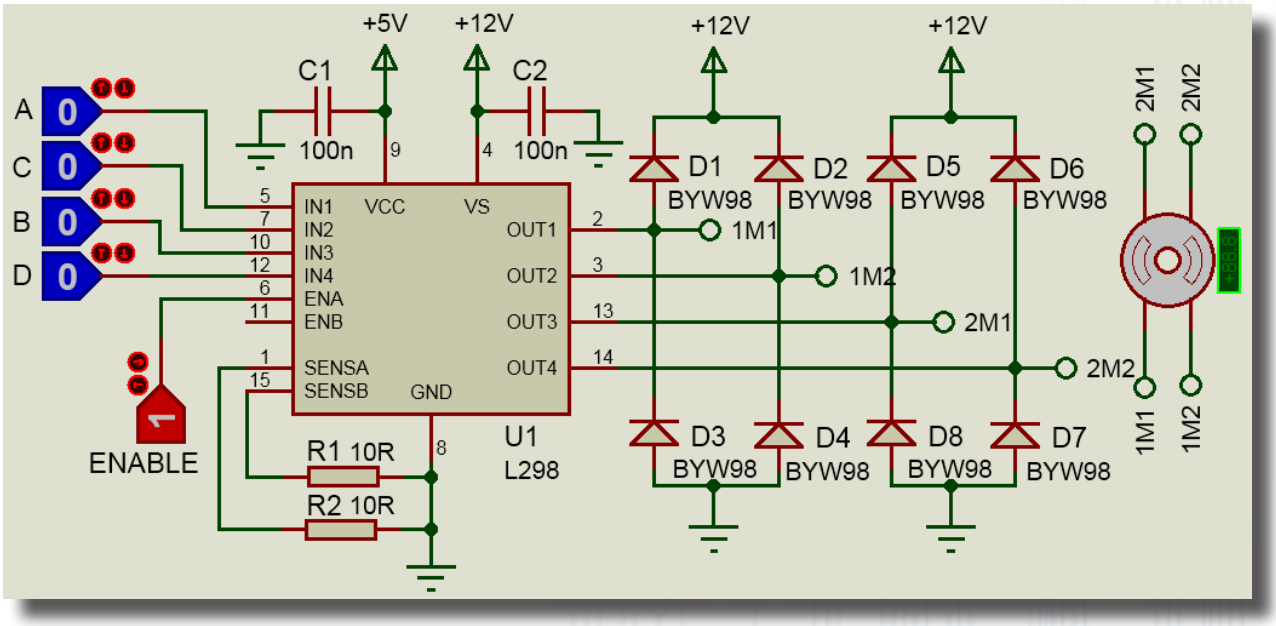
1.54. Uygulama: Step Motor Kontrol Devreleri

Açıklama: Step motorlara adım motoru da denir. Adım motorları belirli adımlarla hareket eder. Motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek step motor kontrol edilir. Step motorların adım açıları genellikle 90º, 45º, 18º, 7.5º ve 1.8º'dir. Farklı adım açılarına bağlı step motorlar da mevcuttur.

Görsel 1.232 ve Görsel 1.233'teki devre şemaları, bipolar ve unipolar step motorun uygulama devrelerine örnektir.



Görsel 1.232: Bipolar step motor devresi



Görsel 1.233: Unipolar step motor devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	BYW98, DISC100N50V, L298, LOGICSTATE, MINRES10R, MOTOR-BISTEPPER, MOTOR-STEPPER, ULN2003A
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT

İstenenler

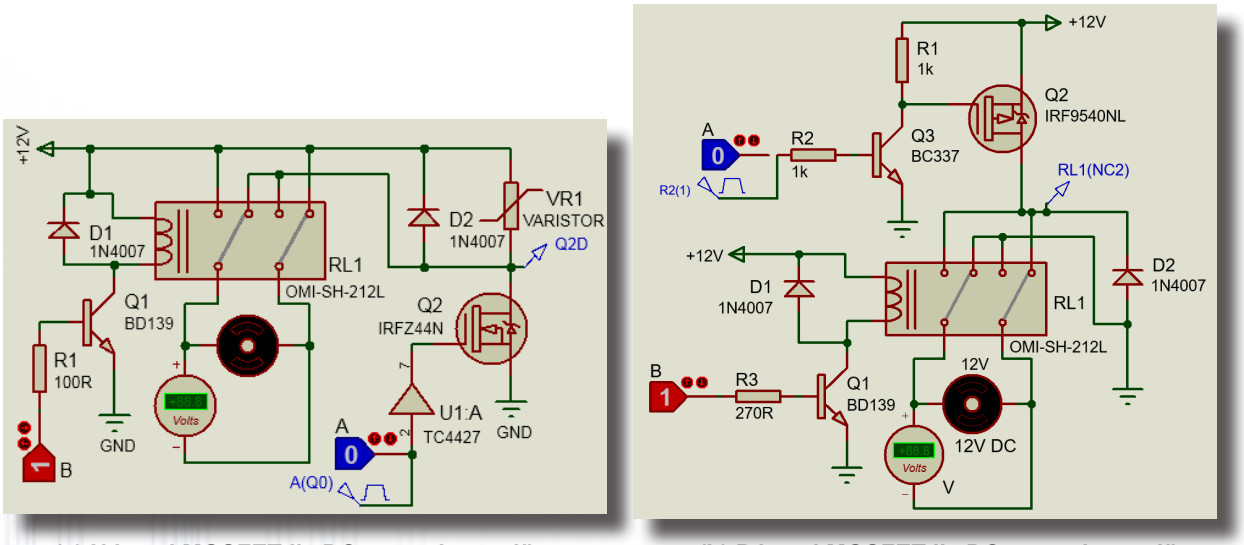
- Görsel 1.232'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- A, B, C ve D lojik girişlerinden, önce 1 sonra 0 sinyali uygulayarak step motorun belirli bir yöndeki hareketini ve hangi yöne döndüğünü gözlemleyiniz. Step motoru en az bir tur döndürene kadar aynı işlemi gerçekleştiriniz.
- D, C, B ve A lojik girişlerinden, önce 1 sonra 0 sinyali uygulayarak step motorun belirli bir yöndeki hareketini ve hangi yöne döndüğünü gözlemleyiniz. Step motoru en az bir tur döndürene kadar aynı işlemi gerçekleştiriniz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.233'teki bipolar motor sürücü devresi için tekrarlayınız. Bu işlemde enable seçici ucunun 1 olması gerekir.

Sorular

1. Şimdiye kadar edindiğiniz simülasyon deneyimine dayanarak Görsel 1.232 ve Görsel 1.233'teki devrelerin lojik girişlerinin başka hangi yöntemlerle sürülebileceğini değerlendiriniz.
2. Bu devre ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.55. Uygulama: Mosfet ve Röle İle Yapılan DC Motor Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi

Açıklama: Görsel 1.234'teki devrede B LOGICSTATE motorun yönünü, A LOGICSTATE ise MOSFET'in gate ucunun MOSFET sürücü üzerinden tetiklenmesini sağlar. Çift kontak, röle ile motor uçlarının yön değiştirilmesi için kullanılmıştır. N kanal MOSFET'ler yükün eksi ucunu GND ile anahtarlamak için P kanal MOSFET'ler yükün artı ucunu +12V ile anahtarlamak için kullanılır. PULSE üzerinden farklı pwm oranlarında sinyal uygulanarak motorun hızı değiştirilebilir.



(a) N kanal MOSFET ile DC motor kontrolü (b) P kanal MOSFET ile DC motor kontrolü

Görsel 1.234: Mosfet ve röle ile DC motor hız kontrolü ve devir yönü değişimi devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	1N4007, BD139, BD911, BC337, BD912, IRFZ44N, IRF9540NL, LOGICSTATE, MINRES (100R,270R,1K), MOTOR, TC4427, VARISTOR, OMI-SH-212L
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Generator Mode ( )	PULSE

İstenenler

- Görsel 1.234.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- LOGICSTATE değerlerinden A=0 ve B=1 iken devrenin çalışmasını ve **DC** voltmetre ile voltaj probunun ölçtüğü gerilimleri gözlemleyiniz.
- LOGICSTATE değerini A=1 yapınız, ölçülen değerleri ve motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
- LOGICSTATE değerini B=0 yapınız, ölçülen değerleri ve motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
- LOGICSTATE değerlerinden A=0 ve B=0 iken devrenin çalışmasını ve **DC** voltmetre ile voltaj probunun ölçtüğü gerilimleri gözlemleyiniz.
- Mosfetin drain ucundan ölçülen gerilim ile motor uçlarındaki gerilimi karşılaştırınız.
- Simülasyonu durdurunuz. A LOGICSTATE'i silip yerine **Generator Mode** alanından **PULSE**'ı seçiniz ve mosfet sürücünün girişine bağlayınız. 5V, 1Hz ve pwm oranı %25 olacak şekilde değerleri giriniz.
- Simülasyonu çalıştırınız. Aynı işlemleri baştan başlayarak tekrarlayınız.
- PWM oranını %50, %75, %90 ve %100 olarak sıra ile ayarlayıp simülasyonu her seferinde yeniden başlatınız. PWM değiştikçe motorun tepkisini gözlemleyiniz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.234.b'deki devre şeması için tekrarlayınız.

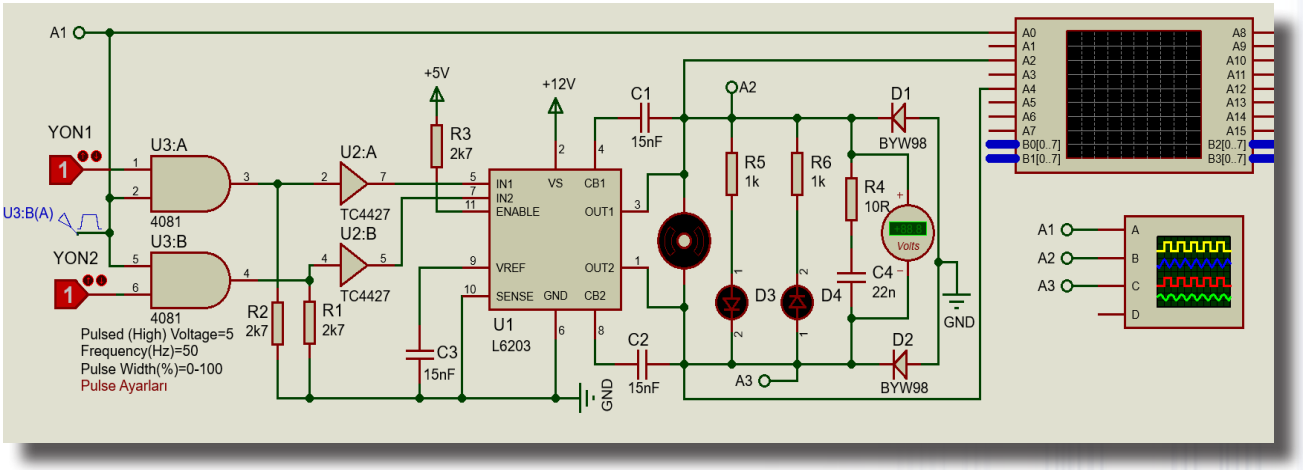
Sorular

1. Devre şemasında VARISTOR ve TC4427'nin kullanılmasının nedeni nedir? Araştırınız.
2. Q2 mosfeti yerine; N kanal mosfetli devrede BD911 transistörünü, P kanal mosfetli devrede BD912 transistörünü takınız. Gerilim ölçüm değerlerine dikkat ediniz.
3. Motor dönerken mosfetin üzerine neden düşük gerilim düştüğünü tartışınız.

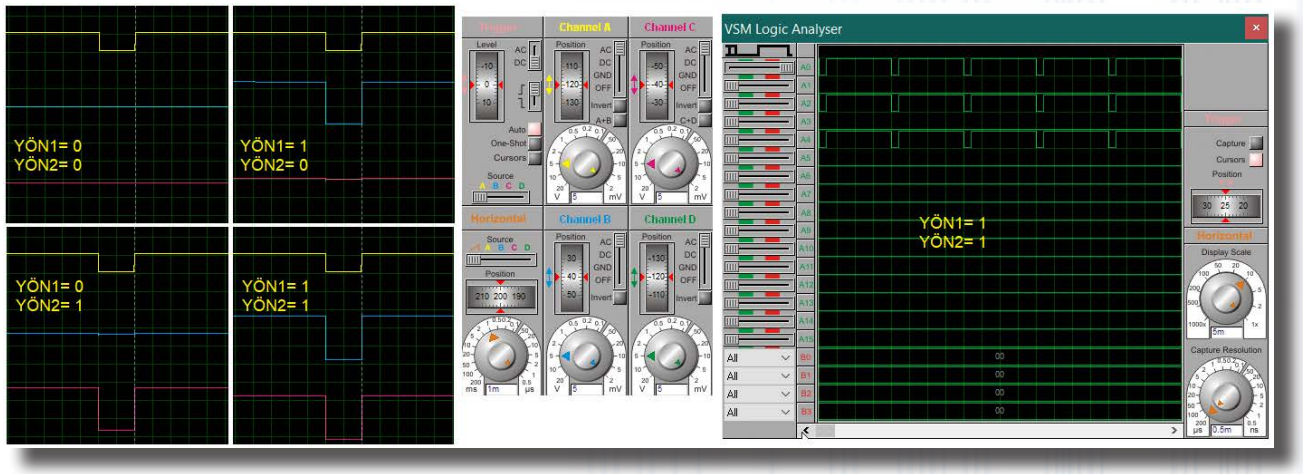
1.56. Uygulama: L6203 ve L298 Entegreleri İle Yapılan DC Motor Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi

Açıklama: L6203 motor sürücü entegresinin giriş gerilimi 48V'ye kadardır. İki adet çıkışa sahip olan bu motor sürücü entegresi, çıkışlardan 5A'ya kadar akım verebilir.

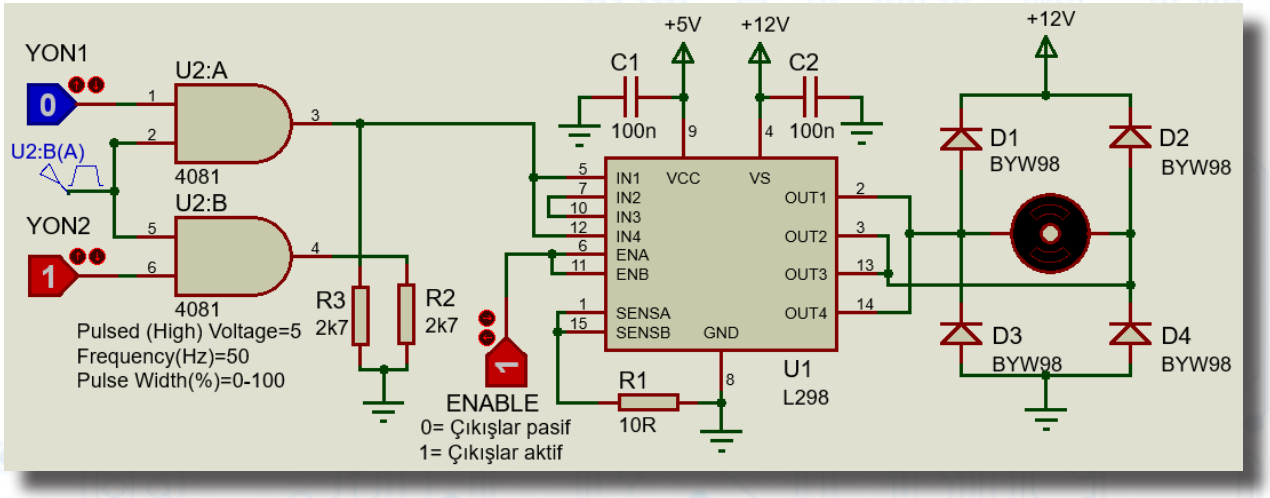
L298 motor sürücü entegresinin giriş gerilimi 46V'ye kadardır. Motor, çıkışlardan 2A'ya kadar akım verebilir. Dört adet çıkışa sahip olan bu motor sürücü entegresinin çıkışları, 1-4 ve 2-3 şeklinde biçimde paralel bağlanabilir. Bu işlemle entegrenin çıkış sayısı ikiye düşürülmüş ve vereceği akım güçlendirilmiş olur.



(a) L6203 ile DC motor hız kontrolü ve devir yönü değişimi



(b) Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi



(c) L298 ile DC motor hız kontrolü ve devir yönü değişimi

Görsel 1.235: Entegre ile DC motor hız kontrolü ve devir yönü değişimi devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	4081, BYW98, DISC22N50V, DISC100N50V, L6203, LED-GREEN, LOGICSTATE, MOTOR, TC4427, 4081, RES, L298
Ölçü Aletleri ( )	OSCILLOSCOPE, LOGIC ANALYSER, DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER (+5V, +12V), GROUND (GND), DEFAULT

İstenenler

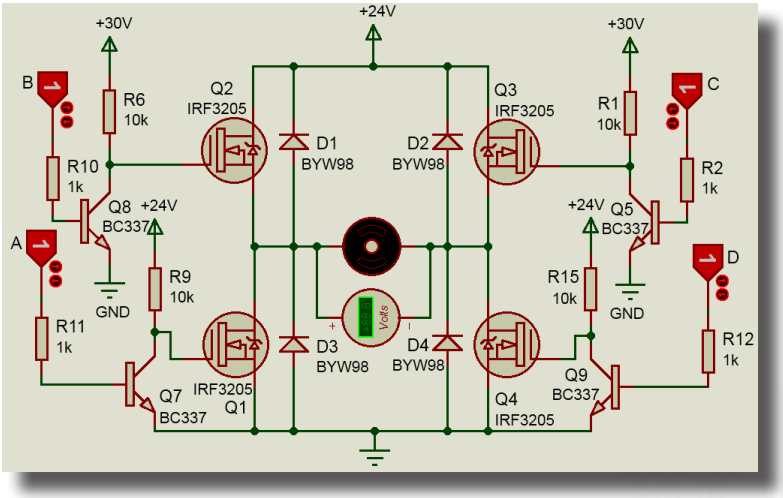
- Görsel 1.235.a'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **Generator Mode**'dan **PULSE**'ı alıp ilgili yere bağlayınız. 5V, 50Hz ve Pwm değeri %25 olacak şekilde ayarları yapınız.
- Ölçü aletlerinden osiloskop alınız ve A1, A2 ve A3 yerlerine bağlayınız.
- Devre şemasının kurulumunu tamamlayarak simülasyonu başlatınız.
- YON1=0 ve YON2=0 iken motorun dönüş yönüne ve hızına, **DC** voltmetrenin değerine, LED diyotların durumuna ve osiloskop ekranındaki dalga şekillerine dikkat ediniz (Görsel 1.235.b).
- YON1=1 ve YON2=0 iken motorun dönüş yönüne ve hızına, **DC** voltmetrenin değerine, LED diyotların durumuna ve osiloskop ekranındaki dalga şekillerine dikkat ediniz (Görsel 1.235.b).
- YON1=0 ve YON2=1 iken motorun dönüş yönüne ve hızına, **DC** voltmetrenin değerine, LED diyotların durumuna ve osiloskop ekranındaki dalga şekillerine dikkat ediniz (Görsel 1.235.b).
- Simülasyonu durdurunuz. Son üç işlemi PWM oranı %50, %75, %90 ve %100 olacak şekilde tekrarlayınız.
- Aynı işlemleri Görsel 1.235.c'deki devre şeması için de yapınız. Osiloskop bağlantılarını devre şeması üzerinde kendiniz yapınız.

Sorular

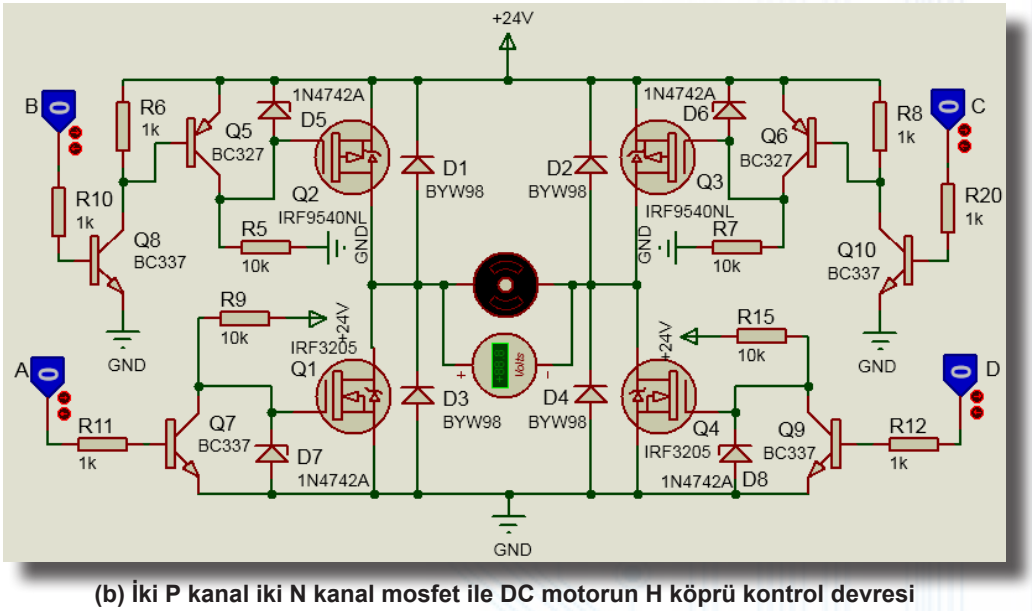
1. Görsel 1.235.a ve Görsel 1.235.c'deki devre şemalarının çalışmasını yorumlayınız.
2. Bu devre şemaları ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.57. Uygulama: Mosfetler İle Yapılan DC Motorun H Köprü Kontrol Uygulamaları

Açıklama: Görsel 1.236'daki devre şemalarında DC motorun yön kontrolü yapılacaktır. A ve C LOGICSTATE'lerine beraber tetikleme uygulanmalıdır. Aynı şekilde, B ve D LOGICSTATE'lerine de beraber tetikleme uygulanmalıdır. DC motor, A ve C çifti ile bir yöne, B ve D çifti ile diğer yöne döner. Görsel 1.236.a'daki devre şemasında Q2 ve Q3 mosfetlerinin gate gerilimleri yüksek olmalıdır.



(a) Dört N kanal mosfet ile DC motorun H köprü kontrol devresi



(b) İki P kanal iki N kanal mosfet ile DC motorun H köprü kontrol devresi

Görsel 1.236: Mosfet ile DC motorun H köprü kontrol devreleri

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	IRF9540NL, IRF3205, BC337, BC327, BYW98, 1N4742A, RES, LOGICSTATE, MOTOR
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER (+5V, +12V), GROUND (GND), DEFAULT

İstenenler

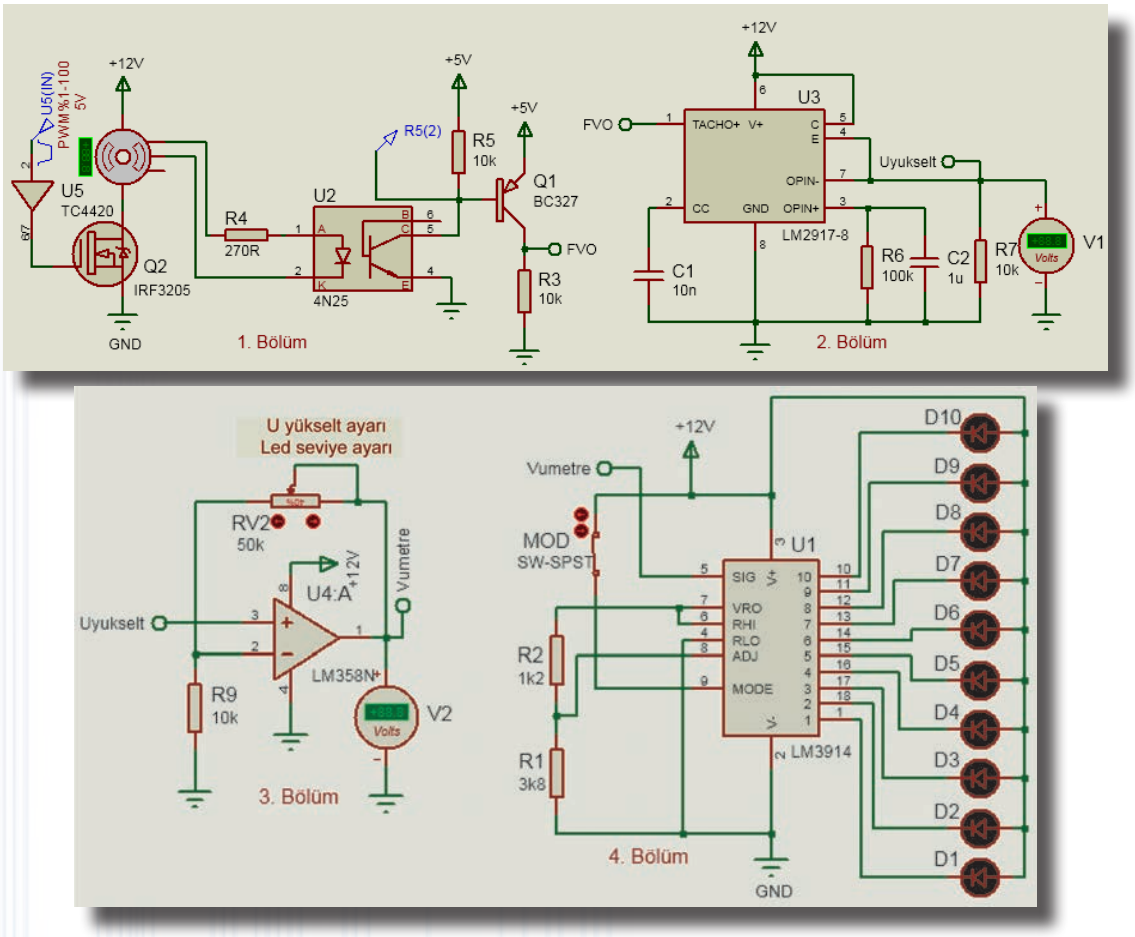
- Görsel 1.236'daki devre şemalarını sıra ile Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- **DC** motorun her iki yönde de dönüşünü sağlayabilmek için **A–C** LOGICSTATE'lerinin konumlarını aynı anda ve **B-D** LOGICSTATE'lerinin konumlarını aynı anda değiştiriniz. **DC** voltmetrenin ölçtüğü değerlere dikkat ediniz.

Sorular

1. Görsel 1.236.a'daki devre şemasında Q2 ve Q3 mosfetlerinin gate gerilimlerinin neden yüksek olması gerektiğini araştırınız.
2. Görsel 1.236'daki devrelerin çalışmasını mosfet ve LOGICSTATE durumlarına göre açıklayınız.

1.58. Uygulama: DC Motor Hız Göstergesi

Açıklama: DC motor hız göstergesi projesi şimdiye kadar uygulaması yapılan devrelerin ayrı ayrı birleşiminden oluşmaktadır. Birinci bölümde optokuplör ile motorun encoder çıkışlarından yalıtımlı bir şekilde sinyal alınır. İkinci bölümde motorun dönüş hızında meydana gelen kare dalganın frekans değişimleri gerilime çevrilir. Üçüncü bölümde, elde edilen gerilimin yükseltilmesi sağlanır. Bu sayede motorun dönüş adımları daha net anlaşılır hâle getirilmiştir. Dördüncü bölüm, yükseltilmiş gerilim değerini LED'lerle göstermek için kullanılmıştır.



Görsel 1.237: DC motor hız göstergesi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	MOTOR-ENCODER, TC4420, IRF3205, 4N25, LM2917-8, LM358N, LM3914, POT-HG, RES, CAP, SW-SPTS
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT
Generator Mode ( )	PULSE

İstenenler

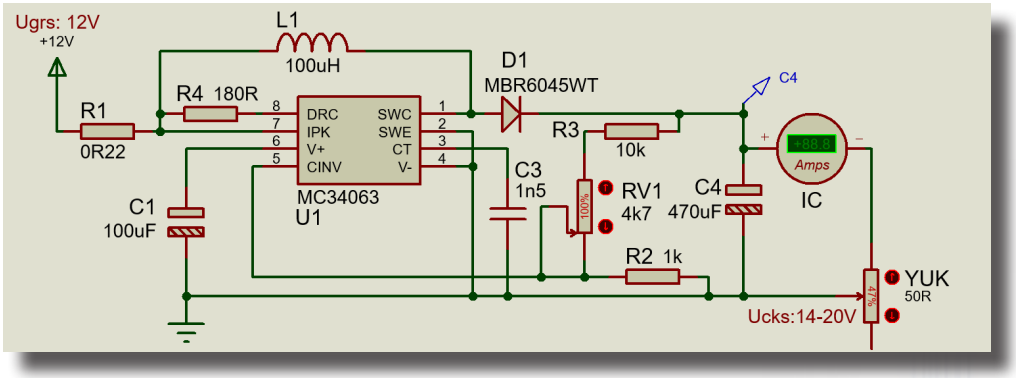
- Görsel 1.237'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- **PULSE Generator**'a şemadaki değer aralıklarını giriniz ve simülasyonu başlatınız.
- Ölçü aletlerinin ölçtüğü değerlere dikkat ederek LED'lerin yanmasını izleyiniz.
- PWM oranını, RV2 ve MOD switch'ini değiştirerek devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
- PWM oranını max değerine getirerek LED'lerin hepsini, yanacak değere getiriniz.

Sorular

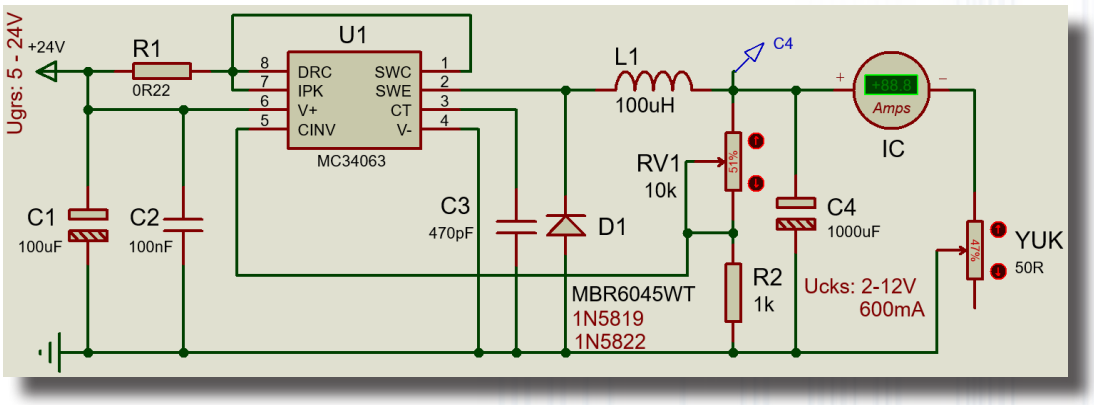
1. Devre şemasında kullanılan bölümlerin/katların isimlerini belirleyiniz.
2. Görsel 1.237'deki devre şeması ile günlük hayatta kullanılabilecek hangi ürünler tasarlanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.59. Uygulama: DC Çeviriciler Step Up / Step Down Uygulaması

Açıklama: MC34063, DC-DC çevirici entegresi olup güç kontrol entegreleri kategorisinde yer alır. Farklı DC kaynakları, istediğiniz DC gerilime çevirmenize izin veren entegrelerden biridir. MC34063 DC-DC çevirici entegresi, 3 – 40V DC giriş gerilimi aralığında çalışmaktadır. Çıkış gerilimini gerilim bölücü dirençler ile ayarlama imkânı sunar. Böylece girişteki yüksek DC gerilimin çıkışta düşürülmesini (step down), girişteki düşük DC gerilimin de çıkışta yükseltilmesini (step up) sağlar. Çıkış akımı normalde 600 mA iken ek transistör ilavesi ile 1.5A'ya kadar arttırılabilir. Çalışma frekansı 100 KHz'dir.



a) Step up devresi



b) Step down devresi

Görsel 1.238: DC – DC çeviriciler

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	3WATT0R22, CERAMIC470P, CERAMIC1N5, MBR6045WT, MC34063, MINRES1K5, MINRES180R, DISC100N50V, PCELEC470U35V550M, PCELEC100U50V250M, PCELEC1000U25V850M, POT-HG, REALIND
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- Görsel 1.238'deki step down devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Voltaj probunun ölçtüğü gerilim yavaş yavaş yükselecektir.
- Voltaj probunun ölçtüğü gerilimi takip ederken **DC** ampermetrenin gösterdiği akımı gözlemleyiniz. Yük reostasını kullanarak akımı artırıp çıkış geriliminin hangi değerde düşmeye başladığını takip ediniz.
- Aynı işlemleri Görsel 1.238'deki step up çevirici devre şeması için tekrarlayınız.

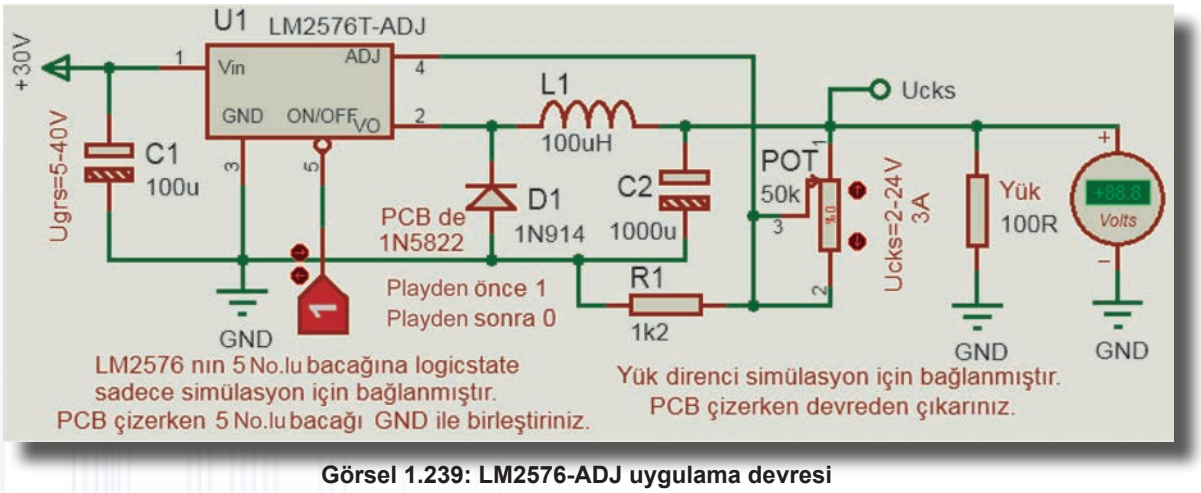
Sorular

1. Voltaj probunun ölçtüğü gerilimin yavaş yavaş yükselmesinin sebebi nedir?
2. Akım arttıkça gerilim neden düşmektedir?
3. Step down ve step up çeviriciler nerelerde kullanılır? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.60. Uygulama: 3A Gerilim Ayarlı Step Down Uygulaması

Açıklama: M2576, çıkışında 3A verebilen anahtarlamalı voltaj regülatörüdür. Bu regülatörün 3.3V, 5V, 12V ve 15V sabit voltaj regüle eden çeşitleri bulunmaktadır. Bunların yanında LM2576-ADJ gibi ayarlanabilir özellikte olanı da mevcuttur. LM2576'nın 5 No.lu on/off ucu, çıkış geriliminin açılıp kapanmasına izin verir.

Devre şemasını kurmadan önce LM2576-ADJ malzemesinin Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı programında olup olmadığını kontrol ediniz. Malzeme programda yok ise internetten malzemenin library dosyasını bulup programa ekleyiniz. Malzeme dosyasının internet ortamında da bulunamaması hâlinde deneye yeni malzeme kılıfı oluşturarak devam ediniz.



Görsel 1.239: LM2576-ADJ uygulama devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	LM2576-ADJ, 1N914, MINRES1K2, MINRES100R, PCELEC100U50V250M, PCELEC1000U25V850M, POT-HG, REALIND
Ölçü Aletleri ( )	DC VOLTMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT

İstenenler

- Bobin olarak REALIND elemanını kullanınız. Uyarıları dikkate alarak Görsel 1.239'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- LOGICSTATE "1" konumunda iken simülasyonu başlatınız.
- POT değerini %1 konumuna getirip LOGICSTATE'i "0" konumuna alınız. **DC** voltmetrenin ölçtüğü çıkış geriliminin değerine dikkat ediniz.
- LOGICSTATE "1" konumunda iken POT değerini "%100" konumuna getirip LOGICSTATE'i "0" konumuna alınız. **DC** voltmetrenin ölçtüğü çıkış geriliminin değerine dikkat ediniz.
- LOGICSTATE "1" konumunda iken POT değerini ara konumuna getirip LOGICSTATE'i "0" konumuna alınız. **DC** voltmetrenin ölçtüğü çıkış geriliminin değerine dikkat ediniz.
- 5V ve 12V sabit çıkış gerilimi verecek direnç değerlerini ohmmetre ile ölçerek bulunuz. Yerine sabit direnç takarak simülasyonu çalıştırıp çıkış gerilimini ölçünüz.
- LM2576-ADJ dosyalarını programa ekleyemediyseniz LM2576-ADJ sembolünü oluşturup devre şemasını çiziniz. PCB kılıfı olarak TO220-5'i tanımlayınız.

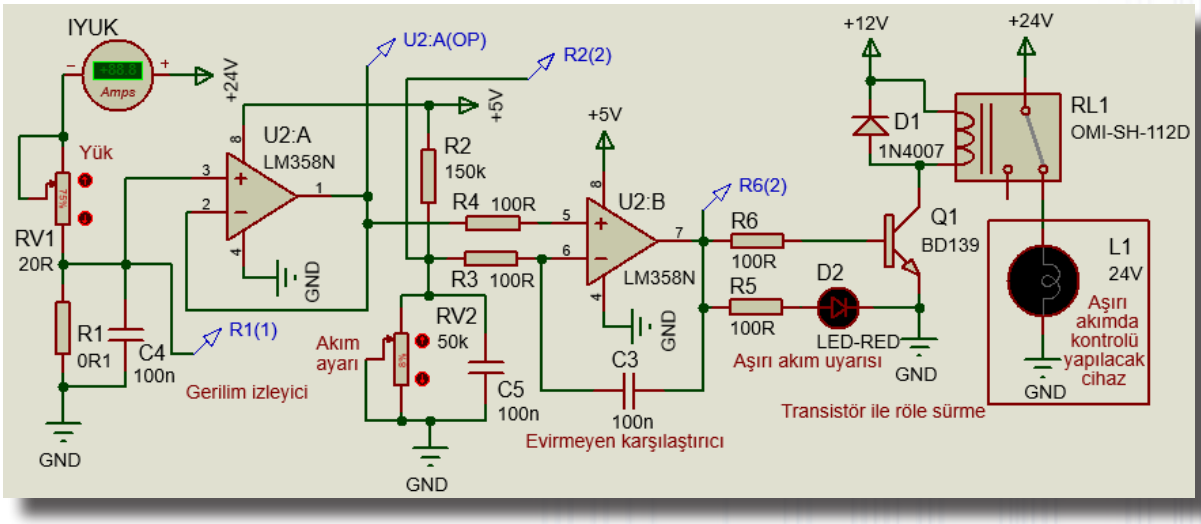
Sorular

1. Devrenin çalışmasını yorumlayarak arkadaşlarınız ile tartışınız.
2. Çıkış geriliminin neden yavaş yavaş arttığını arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. LM2576'nın 5V ve 12V sabit gerilim veren, LM2576-5 ve LM2576-12 devre şemasını araştırınız. Malzeme kılıflarını LM2576-5 ve LM2576-12 olarak oluşturup devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon ve Baskı Devre yazılımı programında çiziniz. PCB kılıfı olarak TO220-5 tanımlayınız.

1.61. Uygulama: Akım Kontrollü Röle İle Yük Kontrolü

Açıklama: Akım ölçme işlemi genel olarak devreye seri bağlanan yük dirençleri (0R1, 0R01 gibi) üzerinde düşen gerilimin ölçülmesi ile yapılır. Görsel 1.240'taki devre şeması, akım sınırlaması devresine örnektir. Bu devre, RV2 potansiyometresiyle ayarlanan gerilim değerini 0R1 direnci üzerinde oluşan gerilim ile karşılaştırarak çalışmaktadır. Devrede RV1 potansiyometresi, çalışma akımı kontrol edilecek devre için yük olarak kullanılmıştır. IYUK DC ampermetresi yükün çektiği akımı göstermektedir. R1(1) voltaj probu, 0R1 üzerine düşen gerilimi göstermektedir.

U2A opamp, 0R1 üzerindeki gerilim değerinin etkilenmemesi için gerilim izleyici (tampon) olarak kullanılmıştır. U2:A(OP) voltaj probu, gerilim izleyici çıkışındaki gerilimi göstermektedir. U2:A(OP) =R1(1) olmalıdır. R2(2) voltaj probu, ayarlanan veya sınırlama yapılacak akım değerini gerilim olarak gösterir. U2B opampı, evirmeyen karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Voltaj probları ile ölçülen gerilimlerde U2:A(OP)>R2(2) ise R6(2)=5V akım fazla olduğu için alarm verir ve LED yanar. Röle, paletini çeker. Lamba sönüktür ve akım kontrolü ile çalışacak yük, devre dışıdır. U2:A(OP)<R2(2) ise R6(2)=0V devrede alarm yoktur ve LED sönüktür. Röle, paletini çekmez ve lamba yanar.



Görsel 1.240: Akım kontrollü röle ile yük kontrol devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	10WATT0R1,POT-HG, OMI-SH-112D, LM358N, BD139, LAMP, RES, CAP, LED-RED, 1N4007
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND
Probe Mode ( )	VOLTAGE

İstenenler

- Görsel 1.240'ta verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- Tablo 1.94'teki RV2 potansiyometresinin değerine göre tabloyu doldurunuz.

Tablo 1.94: Ölçüm Sonuçları

RV2 (%)	xx<R1<xx %'nin Altında %'nin Üstünde		IYUK	V R1(1)	V U2:A(OP)	V R2(2)	V R6	ALARM (LED)	RÖLE Aktif Pasif	LAMBA Sönük Yanık
5	xx<RV1%									
	RV1%<xx									
10	xx<RV1%									
	RV1%<xx									
15	xx<RV1%									
	RV1%<xx									

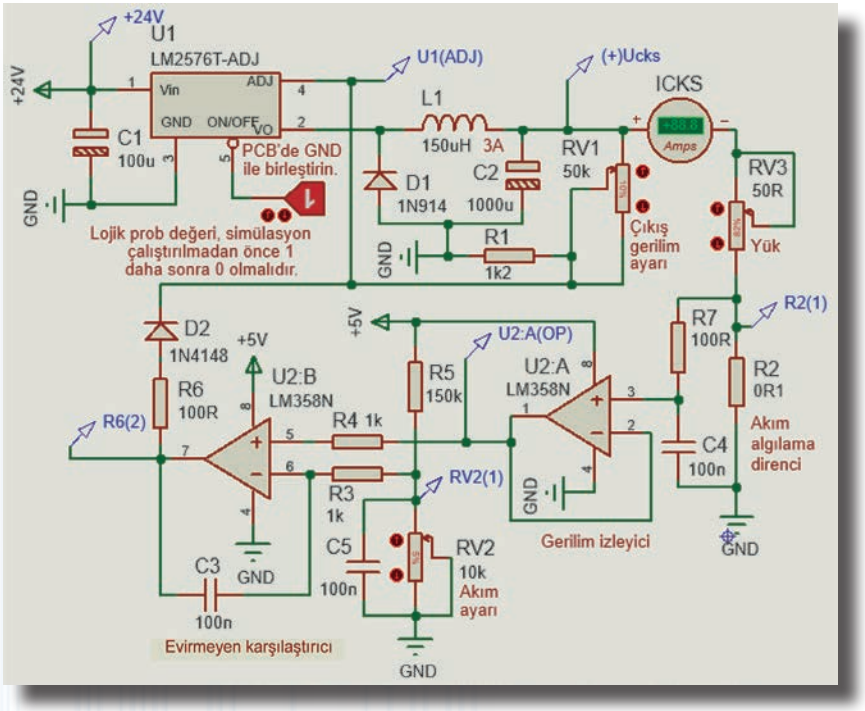
Sorular:

1. Devrenin çalışmasını tartışınız.
2. XL4015 entegresi ile akım ve gerilim ayarlı güç kaynağı devresini araştırınız.

1.62. Uygulama: 3A Akım ve 1.25-24V Gerilim Ayarlı Güç Kaynağı Devresi

Açıklama: LM2576-ADJ, çıkış gerilimi ayarlanabilen ve çıkışında 3A akım verebilen anahtarlamalı voltaj regülatörüdür. Akım ölçme işlemi genel olarak devreye seri bağlanan yük dirençleri (0R1, 0R01 gibi) üzerinde düşen gerilimin ölçülmesi ile yapılır. Bu regülatör, RV2 potansiyometresiyle ayarlanan gerilim değerini 0R1 direnci üzerinde oluşan gerilim ile karşılaştırarak çalışmaktadır. RV3 potansiyometresi, çalışma akımı kontrol edilecek devre için yük olarak kullanılmıştır. ICKS DC ampermetresi, yükün çektiği akımı göstermektedir. R2(1) voltaj probu, geçen akımın algılanmasını sağlayacak olan 0R1 üzerinde düşen gerilimi göstermektedir. RV1 potansiyometresi, çıkış gerilimini ayarlar ve (+) Ucks ile çıkış gerilim değeri ölçülür.

U2A opamp, 0R1 üzerindeki gerilim değerinin etkilenmemesi için gerilim izleyici (tampon) olarak kullanılmıştır. U2:A(OP) voltaj probu, gerilim izleyici çıkışındaki gerilimi göstermektedir. U2:A(OP) =R2(1) olmalıdır. RV2(1) voltaj probu, ayarlanan veya sınırlama yapılacak akım değerinin gerilim olarak gösterimidir. U2B opampı, evirmeyen karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Voltaj probları ile ölçülen gerilimlerde U2:A(OP)>RV2(1) ise R6(2)=5V olur. R6 ve D2 üzerinden LM2576-ADJ'nin 4 numaralı bacağına 5V uygulanır. Devreden çekilen akım ayarlanan akım değerinden büyük olduğu için çıkış gerilimi düşer. U2:A(OP)<RV2(1) ise R6(2)=0V olur. LM2576-ADJ'nin 4 numaralı bacağında (U1(ADJ)) 1,25V ölçülür. Devreden çekilen akım ayarlanan akım değerinden düşük olduğu için çıkış gerilimi ayarlanan değerdedir.



Görsel 1.241: LM2576-ADJ ile akım gerilim ayarlı güç kaynağı devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	LM2576-ADJ, 3WATT0R1, POT-HG, LM358N, RES, CAP, CAP-ELEC, 1N914, REALIND
Terminal Mode ( )	POWER (+24V, +5V), GROUND (GND)
Ölçü Aletleri ( )	DC AMPMETER
Probe Mode ( )	VOLTAGE

İstenenler

- Görsel 1.241'de verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz ve simülasyonu başlatınız.
- RV1'i %10 yapınız ve Tablo 1.95'teki RV2 potansiyometresinin değerine göre tabloyu doldurunuz.

Tablo 1.95: Ölçüm Sonuçları

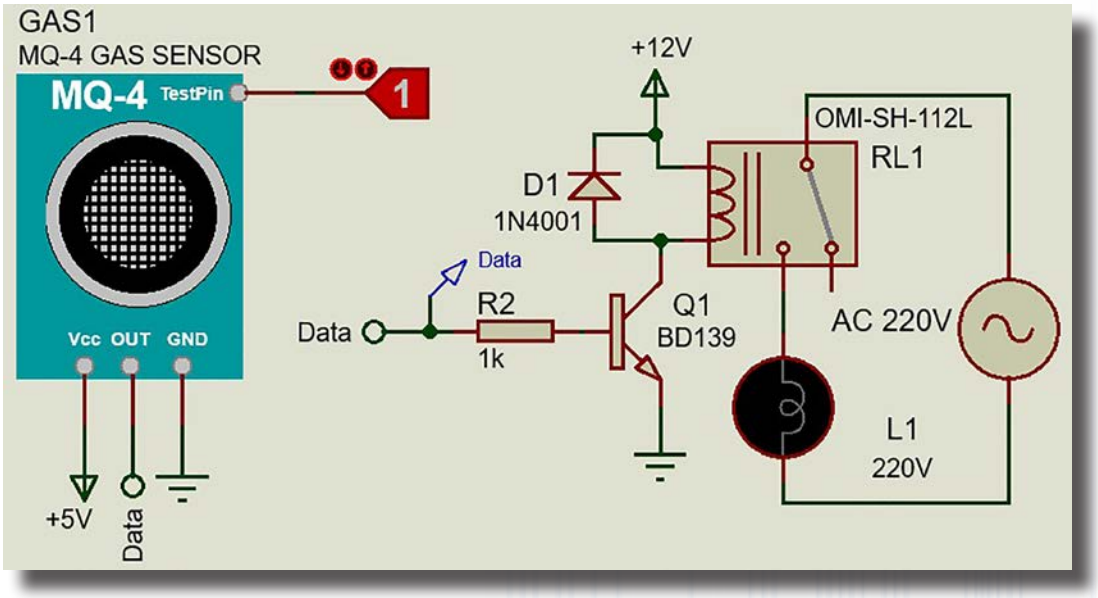
RV2 (%)	xx<RV3<xx %'nin Altında %'nin Üstünde		ICKS	V R2(1)	V U2:A(OP)	V RV2(1)	V R6(2)	V U1(ADJ)	V Ucks	Akım Koruma Var/Yok
5	xx<RV3%									
	RV3%<xx									
10	xx<RV3%									
	RV3%<xx									
15	xx<RV3%									
	RV3%<xx									

1.63. Uygulama: Arduino Sensör Modüllerinin Transistör İle Kullanılması

Açıklama: Arduino modülleri, simülasyon programları için hazırlanmıştır. Bu modüller, algılanan unsura göre çıkışta Lojik-1 veya 0 vermektedir. Simülasyon için algılama unsurlarına test girişi eklenmiştir. Test girişinden Lojik-1 veya 0 uygulanarak algılanan unsur aktif veya pasif edilmiş gibi simüle edilebilir. Bu modülleri kullanabilmek için modüllerin üzerindeki mikrodenetleyiciye *.hex uzantılı dosyanın yüklenmesi gerekir.

PIR sensör hareketi, Flame sensör alevi, Rain sensör yağmuru algılar. Magnetic reed switch, mıknatıs ile konum değiştirir. IR sensör, mesafe ölçümü için kullanılır. Saund sensör ses sinyalini, Gas sensör gazı algılar. Görsel 1.242'deki devrede arduino sensör modüllerinin hepsi uygulanabilir. Gas sensörünün test girişi Lojik-0 iken sensöre gaz bilgisi gelmez. Sensörün data ucu Lojik-0'dır. Transistör ve röle kesimde iken lamba yanmaz. Gas sensörünün test girişi Lojik-1 iken sensöre gaz bilgisi gelir. Data ucu Lojik-1'dir. Transistör iletime geçer. Röle, enerjilenip paletini çeker ve AC yük yerine bağlanan lamba yanar.

Uyarı: Bu deneyin uygulanabilmesi için internetten her sensörün Arduino sensor library dosyası temin edilmeli ve programa eklenmelidir.



Görsel 1.242: Arduino sensör modüllerinin transistör ile kullanılması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4001, ALTERNATOR, BD139, LAMP, LOGICSTATE, RES, POT-HG, OMI-SH-112L
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT
Arduino Modülleri	GAS SENSOR, MAGNETIC REED SWITCH, SOUND SENSOR, IR SENSOR

İstenenler

- Görsel 1.242'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- GAS SENSOR modülü için ***.hex** uzantılı dosyayı modüle yükleyiniz. Bu işlem için GAS SENSOR üzerine çift tıklayınız. Gelen **Edit Component** penceresindeki **Program File** bölümünden ***.hex** dosyasının bilgisayarınızda bulunduğu yeri gösteriniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- Simülasyonu başlatınız.
- Test Pin girişi "Lojik-0" iken data gerilimini ve lambanın durumunu gözlemleyiniz.
- Test Pin girişi "Lojik-1" iken data gerilimini ve lambanın durumunu gözlemleyiniz.
- Aynı işlemleri magnetic reed switch, sound sensör ve IR sensor modülleri için ayrı ayrı yapınız.

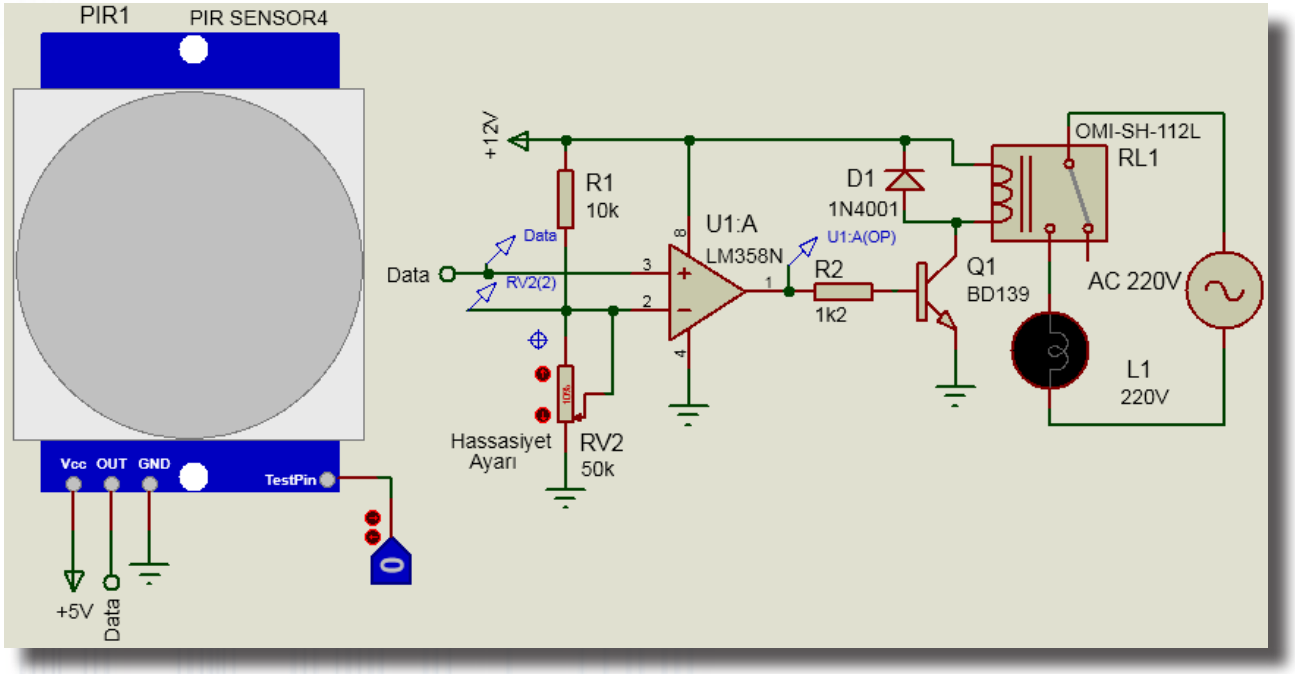
Sorular

1. Bu devre, lamba kontrolü yerine hangi ürünlerle kullanabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.64. Uygulama: Arduino Sensör Modüllerinin Opamp İle Kullanılması

Açıklama: Görsel 1.243'teki devre, ARDUINO sensör modüllerinin hepsi için uygulanabilir. Devrede opamp, evirmeyen karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. PIR sensöründen test girişi "Lojik-0" iken hareket bilgisi gelmez. Data ucu "Lojik-0"dır. Opampın çıkışı 0'dır. Transistör ve röle kesimde iken lamba yanmaz. PIR sensörünün test girişi "Lojik-1" iken devreye hareket bilgisi gelir. Data ucu "Lojik-1"dir. Opampın çıkışı +12V olduğunda transistör iletime geçer. Röle, enerjilenip paletini çeker ve AC yük yerine bağlanan lamba yanar.

Uyarı: Bu deneyin uygulanabilmesi için internetten her sensörün Arduino sensor library dosyası temin edilmeli ve programa eklenmelidir.



Görsel 1.243: Arduino sensör modüllerinin opamp ile kullanılması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	1N4001, ALTERNATOR, BD139, LAMP, LM358N, LOGICSTATE, RES, POT-HG, OMI-SH-112L
Probe Mode ( )	VOLTAGE
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND, DEFAULT
Arduino Modülleri	PIR SENSOR, RAIN SENSOR, FLAME SENSOR

İstenenler

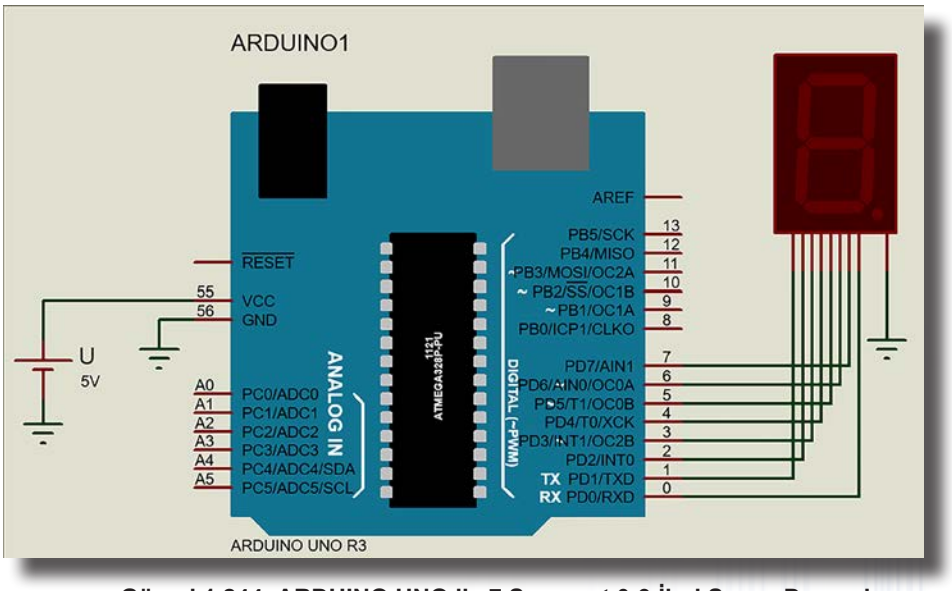
- Görsel 1.243'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- PIR SENSOR modülünün ***.hex** uzantılı dosyasını modüle yükleyiniz. Bu işlem için PIR SENSOR üzerine çift tıklayınız. Gelen **Edit Component** penceresindeki **Program File**'dan ***.hex** dosyasının bilgisayarınızda bulunduğu yeri gösteriniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- Simülasyonu çalıştırınız.
- Test Pin girişi "Lojik-0" iken datayı, RV2 ve U1:A gerilimlerini, lambanın durumunu gözlemleyiniz.
- Test Pin girişi "Lojik-1" iken datayı, RV2 ve U1:A gerilimlerini, lambanın durumunu gözlemleyiniz.
- Aynı işlemleri Rain sensör ve Flame sensör modülleri için ayrı ayrı yapınız.

Sorular

1. Bu devre, lamba kontrolü yerine hangi ürünlerle kullanılabilir? Arkadaşlarınız ile tartışınız.

1.65. Uygulama: ARDUINO ile 7 Segment 0-9 İleri Sayıcı Devresi

Açıklama: Görsel 2.244'teki devrede ARDUINO UNO ile ortak katotlu 7 segment displayli 0-9 sayıcı görülmektedir. 1 saniye aralıklarla 0'dan 9'a sayma işlemini yapar ve baştan başlayarak devam eder.



Görsel 1.244: ARDUINO UNO ile 7 Segment 0-9 İleri Sayıcı Devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	7-SEG-MPX1-CC, ARDUINO UNO. R3, CELL
Terminal Mode ( )	GROUND

7 Segment 0-9 İleri Sayıcı Devresinin C ve HEX Kodları

C Kodu (sayici.c)	Hex Kodu (sayici.h)

void setup() {for(int i=7;i>0;i--)
{pinMode(i,OUTPUT);}}
void loop() {
// Display "0" yanacak
digitalWrite(1,HIGH);//a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,HIGH);//e
digitalWrite(6,HIGH);//f
digitalWrite(7,LOW);//g
delay(1000);
// Display "1" yanacak
digitalWrite(1,LOW); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,LOW);//d
digitalWrite(5,LOW);//e
digitalWrite(6,LOW);//f
digitalWrite(7,LOW);//g
delay(1000);
	:100000000C945C000C946E000C946E000C946E00CA
	:100010000C946E000C946E000C946E000C946E00A8
	:100020000C946E000C946E000C946E000C946E0098
	:100030000C946E000C946E000C946E000C946E0088
	:100040000C9417010C946E000C946E000C946E00CE
	:100050000C946E000C946E000C946E000C946E0068
	:100060000C946E000C946E0000000080002010069
	:10007000000304070000000000000000000000072
	:1000800025002800 2B0000000000240027002A0083
	:10009000404040404040402020202020203032E
	:1000A000030303030102040810204080010204 0836
	:1000B000102001020408102011241FBECFEFD8E049
	:1000C000DEBFCDBF21E0A0E0B1E001C01D92A930AC
	:1000D000B207E1F70E9461010C94FA020C9400004F
	:1000E00090E0FC01E859FF4F2491FC01EC55FF4FD3
	:1000F0003491FC01E057FF4FE491EE23C9F0222335
	:1001000039F0233001F1A8F4213019F1223029F11E
	:10011000F0E0EE0FFF1FE458FF4FA591B4918FB7A9
	:10012000F894EC91611126C030953E233C938FBF2B
	:1001300008952730A9F02830C9F0243049F780917C
	:1001400080008F7D03C0809180008F778093800036

C Kodu (sayici.c)	Hex Kodu (sayici.h)

// Display "2" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,LOW);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,HIGH);//e
digitalWrite(6,LOW);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000);
// Display "3" yanacak
digitalWrite(1,HIGH);//a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,LOW);//e
digitalWrite(6,LOW);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000); //1 saniye bekletiyoruz
// Display "4" yanacak
digitalWrite(1,LOW); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b.
digitalWrite(3,HIGH);//c.
digitalWrite(4,LOW);//d
digitalWrite(5,LOW);//e
digitalWrite(6,HIGH);//f.
digitalWrite(7,HIGH);//g.
delay(1000);
// Display "5" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,LOW);//b.
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,LOW);//e.
digitalWrite(6,HIGH);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000);
// Display "6" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,LOW);//b.
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,HIGH);//e.
digitalWrite(6,HIGH);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000);
	:10015000DFCF84B58F7784BDDBCF84B58F7DFBCFB8
	:100160008091B0008F778093B000D2CF8091B000A3
	:100170008F7DF9CF3E2BDACF3FB7F8948091050100
	:1001800090910601A0910701B091080126B5A89BA6
	:1001900005C02F3F19F00196A11DB11D3FBFBA2F19
	:1001A000A92F982F8827BC01CD01620F711D811DD9
	:1001B000911D42E0660F771F881F991F4A95D1F75E
	:1001C00008958F929F92AF92BF92CF92DF92EF925B
	:1001D000FF920E94BC004B015C0188EEC82E83E0B8
	:1001E000D82EE12CF12C0E94BC00681979098A09EB
	:1001F0009B09683E734081059105A8F321E0C21A6E
	:10020000D108E108F10888EE880E83E0981EA11C51
	:10021000B11CC114D104E104F10429F7FF90EF905F
	:10022000DF90CF90BF90AF909F908F9008951F92D6
	:100230000F920FB60F9211242F933F938F939F939A
	:10024000AF93BF9380910101909102 01A0910301AE
	:10025000B09104013091000123E0230F2D3758F5B0
	:100260000196A11DB11D2093000180 93010190937F
	:100270000201A0930301B0930401809105019091C4
	:100280000601A0910701B09108010196A11DB11DC1
	:1002900080930501909306 01A0930701B093080194
	:1002A000BF91AF919F918F913F912F910F900FBE72
	:1002B0000F901F90189526E8230F0296A11DB11DDF
	:1002C000D2CF789484B5826084BD84B5816084BDCA
	:1002D00085B5826085BD85B5816085BD80916E00E4
	:1002E000816080936E0010928100809 18100826015
	:1002F000809381008091810081608093810080915 2
	:10030000800081608093800080 91B1008460809340
	:10031000B1008091B00081608093B00080917A003C
	:10032000846080937A0080917A00826080937A0062
	:1003300080917A00816080937A0080917A00806851
	:1003400080937A001092C10027E030E0F901EC556B
	:10035000FF4F4491F901E057FF4F8491882399F0B2
	:1003600090E0880F991FFC01EA57FF4FA591B491C7
	:10037000FC01E458FF4F859194918FB7F894EC916C
	:10038000E42BEC938FBF2150310901F7C0E0D0E09E
	:1003900061E081E00E94700061E082E00E947000F4
	:1003A00061E083E00E94700061E084E00E947000E0
	:1003B00061E085E00E94700061E086E00E947000CC
	:1003C00060E087E00E9470000E94E10060E081E050
	:1003D0000E94700061E082E00E94700061E083E0B2
	:1003E0000E94700060E084E00E94700060E085E0A0
	:1003F0000E94700060E086E00E94700060E087E08C
	:100400000E9470000E94E10061E081E00E947000A3
	:1004100061E082E00E94700060E083E00E94700072
	:1004200061E084E00E94700061E085E00E9470005D

C Kodu (sayici.c)	Hex Kodu (sayici.h)

// Display "7" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b.
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,LOW);//d
digitalWrite(5,LOW);//e.
digitalWrite(6,LOW);//f
digitalWrite(7,LOW);//g
delay(1000);
// Display "8" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,HIGH);//e
digitalWrite(6,HIGH);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000);
// Display "9" yanacak
digitalWrite(1,HIGH); //a
digitalWrite(2,HIGH);//b
digitalWrite(3,HIGH);//c
digitalWrite(4,HIGH);//d
digitalWrite(5,LOW);//e
digitalWrite(6,HIGH);//f
digitalWrite(7,HIGH);//g
delay(1000);
}
	:1004300060E086E00E94700061E087E00E9470004A
	:100440000E94E10061E081E00E94700061E082E0D2
	:100450000E94700061E083E00E94700061E084E02F
	:100460000E94700060E085E00E94700060E086E01D
	:100470000E94700061E087E00E9470000E94E1002D
	:1004800060E081E00E94700061E082E00E94700004
	:1004900061E083E00E94700060E084E00E947000F0
	:1004A00060E085E00E94700061E086E00E947000DC
	:1004B00061E087E00E9470000E94E10061E081E05D
	:1004C0000E94700060E082E00E94700061E083E0C2
	:1004D0000E94700061E084E00E94700060E085E0AE
	:1004E0000E94700061E086E00E94700061E087E099
	:1004F0000E9470000E94E10061E081E00E947000B3
	:1005000060E082E00E94700061E083E00E94700081
	:1005100061E084E00E94700061E085E00E9470006C
	:1005200061E086E00E94700061E087E00E94700058
	:100530000E94E10061E081E00E94700061E082E0E1
	:100540000E94700061E083E00E94700060E084E03F
	:100550000E94700060E085E00E94700060E086E02C
	:100560000E94700060E087E00E9470000E94E1003D
	:1005700061E081E00E94700061E082E00E94700012
	:1005800061E083E00E94700061E084E00E947000FE
	:1005900061E085E00E94700061E086E00E947000EA
	:1005A00061E087E00E9470000E94E10061E081E06C
	:1005B0000E94700061E082E00E94700061E083E0D0
	:1005C0000E94700061E084E00E94700060E085E0BD
	:1005D0000E94700061E086E00E94700061E087E0A8
	:1005E0000E9470000E94E100209709F4D1CE0E9481
	:0805F0000000CECEF894FFCF0D
	:00000001FF

İstenenler

- Görsel 1.244'te verilen devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamında kurunuz.
- Verilen hex kodunu not defteri programına kopyalayınız ve sayici.hex isminde kaydediniz.
- ARDUINO'ya çift tıklayınız ve ilgili kısımdan sayici.hex dosyasını yükleyiniz.
- Devrenin simülasyonunu çalıştırınız.
- Sayma işleminin 0'dan 9'a kadar yapıldığını gözlemleyiniz.
- Simülasyonu durdurunuz.
- 9'dan 0'a doğru geri sayacak şekilde devreyi yeniden oluşturunuz.

1. UYGULAMA DEĞERLENDİRME

Aşağıda uygulama listesi görülmektedir. Bu listelerde verilen puanlama yönergeleri aşağıdaki gibidir.

A: Devre elemanlarının malzeme kutusuna yerleştirilmesi ve devrelerin kurulması (25 puan)

B: Devreye ölçü aletlerinin ve diğer bağlantı uçlarının doğru biçimde bağlanması (25 puan)

C: Devrenin gerekli ayarlarının yapılması ve simülasyonun çalıştırılması (25 puan)

D: Devre çalışmasının gözlemlenmesi, sinyallerin ölçülmesi ve kontrolü (25 puan)

E: Toplam değerlendirme (100 puan)

No	Uygulama Adı	İmza	A	B	C	D	TOPLAM
			25p	25p	25p	25p	100p
1	Temel Devre Elemanları İle Devre Kurma ve Ölçü Aleti Kullanma						
2	Direnç Ölçme Deneyleri						
3	Potansiyometre Ölçme Deneyleri						
4	Ohm Kanunu Deneyleri						
5	Kirşof Kanunları Deneyleri						
6	Gözlü Devrede Akım ve Gerilim Ölçümleri						
7	Lambalı ve LED'li Devreler						
8	Kondansatör Şarj/Deşarj Devresi						
9	Diyot Devreleri						
10	Doğrultmaç Devreleri						
11	78XX Pozitif Regüle Devreleri						
12	7915 ve Simetrik Besleme Devreleri						
13	AMS1117-5 ve XL4015 Elemanlarının Kütüphaneye Eklenmesi						
14	Transistörün Anahtar Olarak Kullanılması						
15	Transistörün Ayarlı Direnç Olarak Kullanılması						
16	Transistörlü Turn-On ve Turn-Off Devreleri						
17	Transistör İle Yapılan Röle Uygulamaları						
18	N ve P Kanal Mosfetlerin Sürülmesi						
19	Diyaklı Flaşör Devresi						
20	Tristörün DC'de İletime Geçirilmesi ve Durdurulması						
21	Tristörlü Flaşör Devresi						
22	Triyaklı Devre Uygulamaları						
23	Opamp İle Eviren, Evirmeyen ve Gerilim İzleyici Devreleri						
24	Opamp İle Yapılan Toplayıcı ve Fark Alıcı Devreleri						
25	Opamp İle Yapılan Karşılaştırıcı Devreleri						
26	Opamp İle Yapılan Türev ve İntegral Alıcı Devre						
27	555 İle Frekans ve PWM Oranı Değiştirilebilen Osilatör Devresi						
28	Gerilim Kontrollü Osilatör ve Frekans Voltaj Çevirici Devreleri						
29	Pasif Filtre Devreleri						
30	PTC ve NTC İle Yapılan Isı Kontrol Devreleri						
31	LM35 Sensörü İle Yapılan Isı Kontrol Devresi						
32	Lojik Kapı Devreleri						
33	Kodlayıcı ve Kod Çözücü Devre						
34	Multiplexer ve Demultiplexer Devresi						
35	Dört Bitlik Toplayıcı, Çıkarıcı ve Karşılaştırıcı Devreler						
36	DAC ve ADC Devreleri						
37	JK, D ve T Tipi Flip Flop Devreleri						
38	LDR'li 0-9 Sayıcı Devresi						
39	0-99 İleri-Geri Sayıcı Devresi						
40	Basılan Buton Numarasını Gösteren Devre						
41	4017 Yürüyen Işık Devresi						

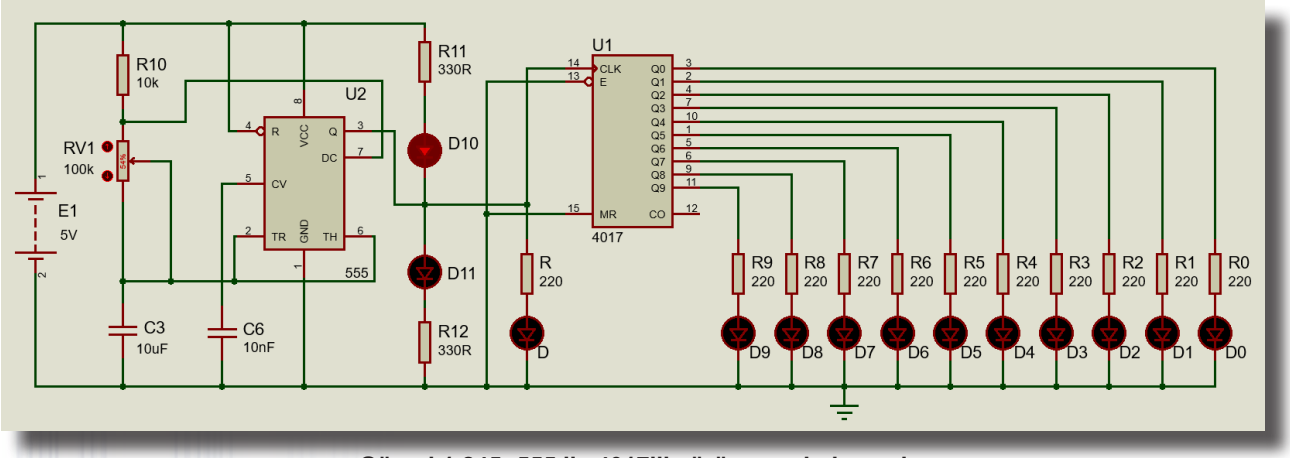
42	Dıştan İçe ve İçten Dışa Sıra İle Yanan LED'ler						
43	Sıra İle Yürüyen Harf Devresi						
44	RGB LED Devresi						
45	Optokuplör Devreleri						
46	Demultiplexer İle Yapılan Matris Display Uygulaması						
47	Shift Register İle Yapılan Önce Yanan Sonra Sönen LED'ler						
48	Shift Register İle Yapılan Kayan Yazı Uygulaması						
49	Pre-amplifikatör Devresi						
50	Dört Kanal Mikser Devresi						
51	Ton Kontrollü, 25W AudioPower Amplifikatör Devresi						
52	Vumetre Devresi						
53	Sese Duyarlı Lamba Devresi						
54	Step Motor Kontrol Devreleri						
55	Mosfet ve Röle İle Yapılan DC Motorun Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi						
56	L6203 ve L298 İle Yapılan DC Motor Hız Kontrolü ve Devir Yönü Değişimi						
57	Mosfetler İle Yapılan DC Motorun H Köprü Kontrol Uygulamaları						
58	DC Motor Hız Göstergesi						
59	DC – DC Çeviriciler Step Up / Step Down						
60	3A Gerilim Ayarlı Step Down Uygulaması						
61	Akım Kontrollü Röle İle Yük Kontrolü						
62	3A Akım ve 1.25-24V Gerilim Ayarlı Güç Kaynağı Devresi						
63	Arduino Sensör Modüllerinin Transistör İle Kullanılması						
64	Arduino Sensör Modüllerinin Opamp İle Kullanılması						
65	ARDUINO İle 7 Segment 0-9 İleri Sayıcı Devresi						
	TOPLAM PUAN						

Değerlendirme: Toplamda 65 adet uygulamadan …. adet uygulama yapılmıştır. Bütün uygulamaların ortalaması …… puan olmuştur. Sonuç itibarıyle başarılıdır (…) – başarısızdır (…).

1.1. UYGULAMA SINAVI

555 ve 4017 Yürüyen Işık Devresi

Açıklama: 555 entegresi ile kare dalga üreteci yapılacaktır. 4017 entegresi, clock pini gerekli tetikleme sinyalini aldıktan sonra entegre çıkışlarını belirli aralıklarla ve sıra ile aktif hâle getirir. Görsel 1.247'deki devre şemasında 555 ile 4017 sürülerek yürüyen ışık devresi yapılacaktır. RV1 potansiyometresi LED'lerin yanış hızını ayarlar.



Görsel 1.245: 555 ile 4017'li yürüyen ışık devresi

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) ( )	555, 4017, BATTERY, CAP, CAP-ELEC, CERAMIC10N, LED-RED, LED-YELLOW, MINRES1K, MINRES330R, POT-HG, RES
Terminal Mode ( )	POWER, GROUND

İstenenler

- İstenen elemanları malzeme kutusuna yerleştiriniz.
- Görsel 1.247'deki devreyi verildiği gibi çiziniz.
- Akım ve gerilim yollarının gösterme ayarlarını aktif ediniz.
- Devrenin simülasyonunu çalıştırınız.
- Potansiyometre ile oynayarak LED'lerin yanıp sönme hızlarını gözlemleyiniz.
- Dosyayı **yuruyen1.pdsprj** olarak kaydediniz.
- Devre malzeme listesini çıkarınız, malzemeleri temin ediniz ve kontrol ediniz.
- Devreyi breadboard üzerinde kurunuz ve çalıştırınız.
- Simülasyon ile gerçek çalışmayı karşılaştırınız.
- Sonuçları değerlendiriniz.

Değerlendirme

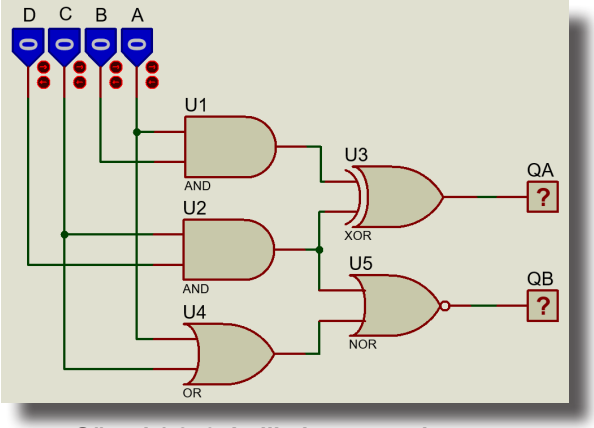
Sıra No.	Ölçütler	Puan	Alınan Puan
1	Malzeme kutusuna elemanların yerleştirilmesi	10	
2	Elemanların tasarım alanına şekildeki gibi yerleştirilmesi	10	
3	Hat bağlantılarının şekildeki gibi eksiksiz biçimde yapılması	10	
4	Hat bağlantılarının düzgün şekilde uygulanması	10	
5	Elemanların isimlerinin doğru şekilde yerleştirilmesi	10	
6	Devre simülasyonunun yapılması ve çalıştırılması	10	
7	Devrenin kaydedilerek teslim edilmesi	10	
8	Devrenin malzeme listesinin çıkartılması ve malzemelerin breadboard üzerine yerleştirilmesi	10	
9	Devrenin breadboard üzerinde çalıştırılması ve pot ayarının test edilmesi	10	
10	Simülasyon ile gerçek uygulamanın karşılaştırılması	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Öğrencinin Adı-Soyadı : ..... **Öğretmenin Adı-Soyadı** : .....
Sınıfı-Numarası : ..... **Tarih** : ... / ... / 20 ...
İmza : ..... **İmza** : .....

1.2. UYGULAMA SINAVI

Lojik Devre Uygulaması

Açıklama: Görsel 1.248'de çeşitli kapılarla lojik devre tasarımı görülmektedir. Girişlere uygulanan sinyal değerleri kapılar aracılığıyla çıkışlara aktarılır. Sinyal, her kapının işlevine göre değişir.



Görsel 1.246: Lojik devre uygulaması

Malzeme Kutusu ve Elemanlar

Component ( ) (P)	AND, NOR, OR, XOR, LOGICPROBE (BIG), LOGICSTATE

İstenenler

- İstenen elemanları malzeme kutusuna yerleştiriniz.
- Görsel 1.248'deki devreyi verildiği gibi çiziniz. Devrenin simülasyonunu çalıştırınız.
- Giriş sinyallerini Tablo 1.96'daki gibi uygulayarak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz ve sonuçları tabloya yazınız. Sonuçlara göre dalga grafiklerini çiziniz. Dosyayı **dijital1.pdsprj** olarak kaydediniz.

Tablo 1.96: Ölçüm Sonuçları

A	B	C	D	QA	QB
0	1	0	1		
0	1	1	0		
1	0	1	0		
1	1	0	0		
1	0	1	1		
1	1	1	1		

Değerlendirme

Sıra No.	Ölçütler	Puan	Alınan Puan
1	Malzeme kutusuna elemanların yerleştirilmesi	10	
2	Elemanların tasarım alanına şekildeki gibi yerleştirilmesi	10	
3	Hat bağlantılarının şekildeki gibi eksiksiz biçimde yapılması	10	
4	Hat bağlantılarının düzgün şekilde uygulanması	10	
5	Elemanların her birinin isimlerinin doğru şekilde yerleştirilmesi	10	
6	Devre simülasyonunun yapılması ve çalıştırılması	10	
7	Giriş sinyallerinin ayarlanması ve çıkışların gözlenmesi	10	
8	Çıkış değerlerinin tabloya yazılması	10	
9	Devrenin denkleminin oluşturulması	10	
10	Dalga grafiğinin çizilmesi	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Öğrencinin Adı-Soyadı : .....
Sınıfı-Numarası : .....
İmza : .....

Öğretmenin Adı-Soyadı : .....
Tarih : ... / ... / 20 ...
İmza : .....

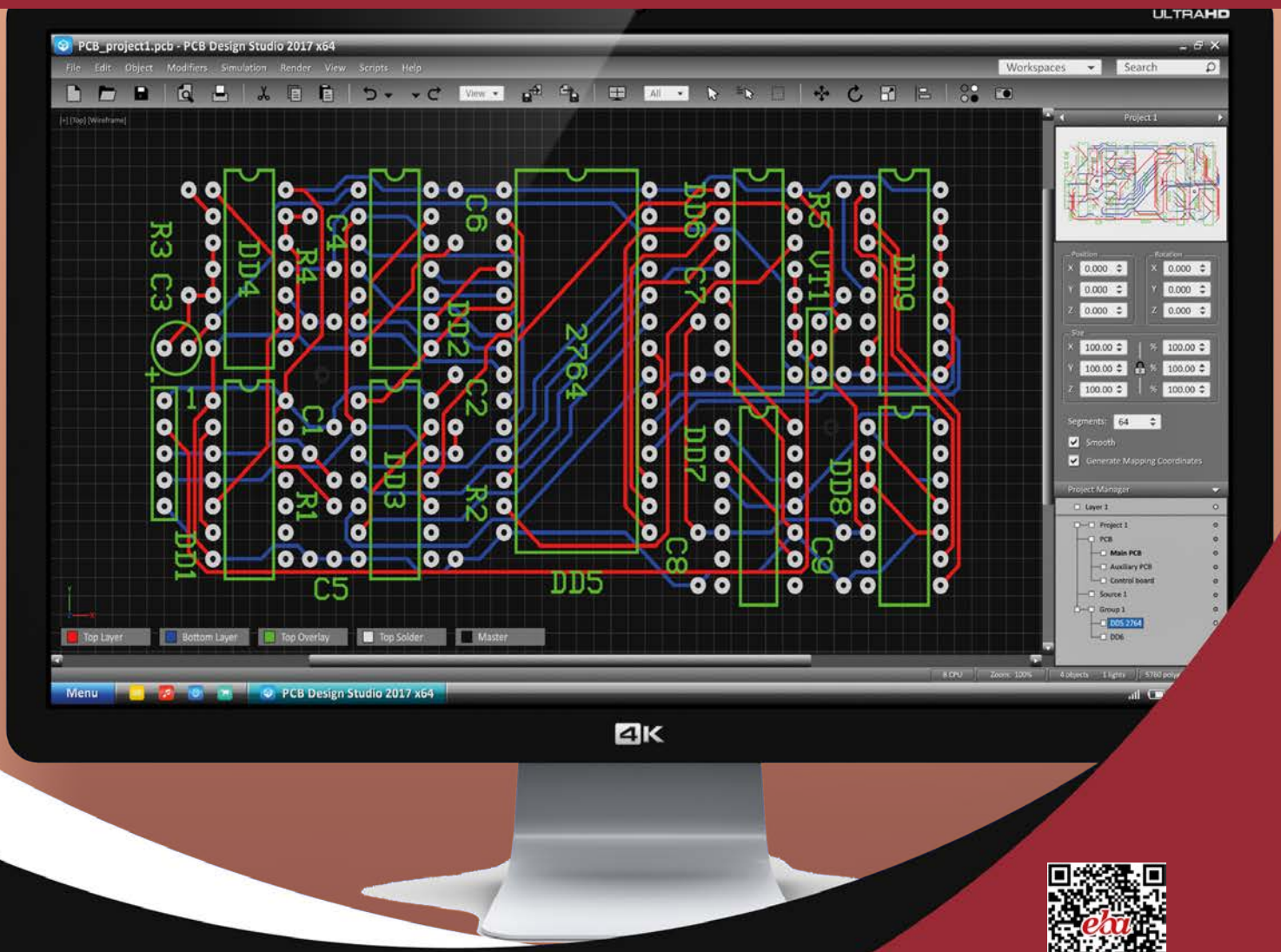
1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME

Yönerge: Aşağıdaki formda yer alan ölçütlere göre öğrencinin kazanabildiği beceriler ve davranışlar için "Evet", kazanamadığı beceriler ve davranışlar için "Hayır" kutucuğunu işaretleyiniz.

No.	Ölçütler	Evet	Hayır
1	Simülasyon programının menülerini inceledi.		
2	Simülasyon programının araç çubuklarını inceledi.		
3	Simülasyon programının kütüphane elemanlarını inceledi.		
4	Simülasyon programının ayarlarını inceledi.		
5	Simülasyon programında çeşitli işlemler yaptı.		
6	Simülasyon programı tasarım alanına çeşitli elemanlar yerleştirdi.		
7	Simülasyon programı tasarım alanındaki elemanlar üzerinde çeşitli işlemler yaptı.		
8	Simülasyon programının komponentlerini ve ölçü aletlerini inceledi ve kullandı.		
9	Simülasyon programında yeni bir eleman oluşturdu ve bunu kütüphaneye ekledi.		
10	Simülasyon programında dirençli devre uygulamalarını yaptı.		
11	Simülasyon programında transistörlü devre uygulamalarını yaptı.		
12	Simülasyon programında tristörlü devre uygulamalarını yaptı.		
13	Simülasyon programında opamplı devre uygulamalarını yaptı.		
14	Simülasyon programında analog devre uygulamalarını yaptı.		
15	Simülasyon programında ölçü aletleriyle çeşitli devre uygulamalarını yaptı.		
16	Simülasyon programında lojik devre uygulamalarını yaptı.		
17	Simülasyon programında entegre devre uygulamalarını yaptı.		
18	Simülasyon programında mikrodenetleyici devre uygulamalarını yaptı.		
19	Simülasyon programında verilen etkinlik çalışmalarına katıldı.		
20	Simülasyon programında çeşitli uygulamaları çizerek simülasyonlarını yaptı.		
21	Simülasyon programında çeşitli uygulamaları tasarladı.		
22	Simülasyon programında çeşitli uygulamaları breadboard üzerinde uyguladı.		
23	Simülasyon programında çeşitli uygulamalarda ölçme işlemlerini yaptı.		
24	Simülasyon programında çeşitli uygulamalarda sinyalleri gözlemledi ve not aldı.		
25	Simülasyon programında çalışmalar gözlemlendi ve sorular yanıtlandı.		

Değerlendirme: Öğrencinin 25 maddeden en az 20'sini gerçekleştirmiş olması beklenir.

BİLGİSAYARLA BASKI DEVRE ÇİZİMİ



2. ÖĞRENME BİRİMİ

Bu Öğrenme Biriminde;

- Elektronik baskı devre programını kullanmayı
- Elektronik baskı devre programı ile genel işlemler yapmayı
- Baskı devre çizim programında yeni sembol ve PCB kılıf oluşturmayı
- Baskı devre çizim programında otomatik baskı devre çizim işlemlerini
- Baskı devre çıktısını almayı öğreneceksiniz.

KONULAR

2.1. BASKI DEVRE YAZILIMI VE YAZILIMIN MENÜLERİ
2.2. BASKI DEVRE YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER
2.3. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA YENİ SEMBOL VE PCB KILIFI OLUŞTURMA
2.4. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA OTOMATİK BASKI DEVRE ÇİZİMİ
2.5. BASKI DEVRE ÇIKTISININ ALINMASI

2.1. BASKI DEVRE YAZILIMI VE YAZILIMIN MENÜLERİ

PCB (Printed Circuit Board) Layout baskı devre yazılımı elektronik devre simülasyon yazılımı ile tasarlanan elektronik devrelerin baskılı devrelerinin çizildiği programdır. Program ile manuel tasarım yapılabilir veya simülasyon ortamından programa aktarım gerçekleştirilerek modellemeler yapılabilir. Baskı devreler, tek veya çok katlı olarak tasarlanabilir.

2.1.1. BASKI DEVRE YAZILIMININ ÖZELLİKLERİ

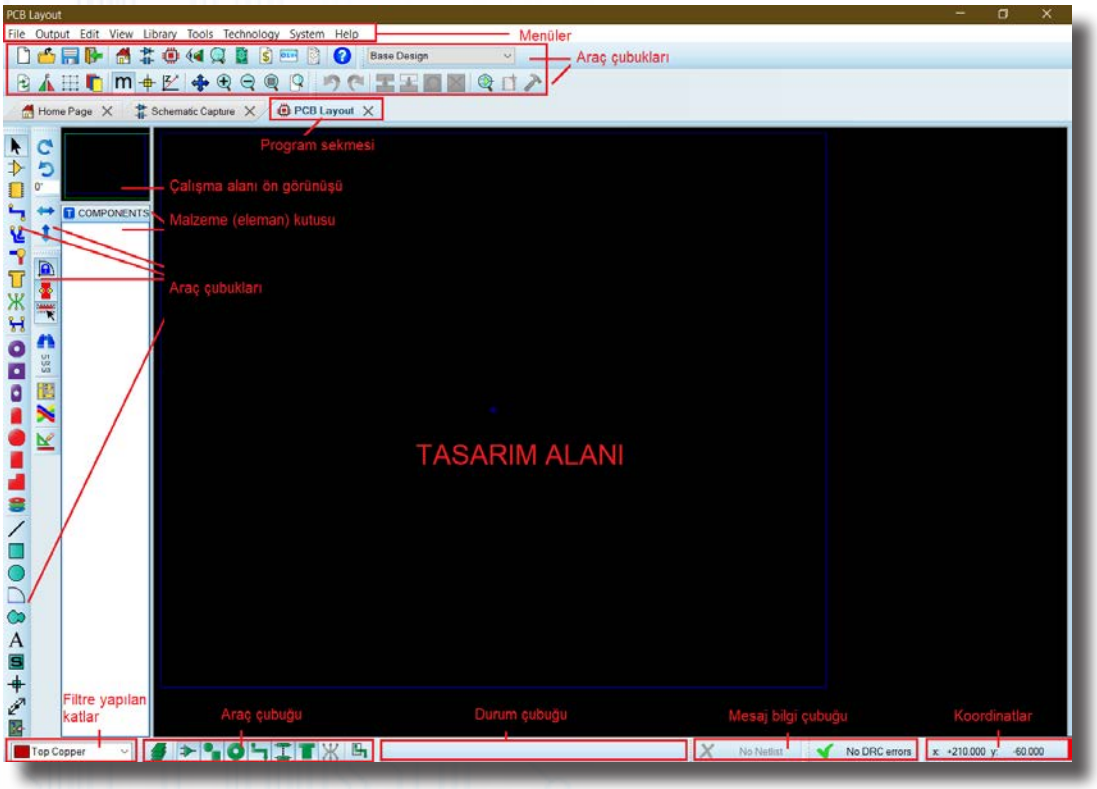
Baskı devre yazılımı, baskı devrelerin oluşturulmasında kullanıcıya birçok fayda sunar. Özellikle elektronik devrelerin simülasyonlarının baskı devrelerini kolaylıkla oluşturur.

Baskı devre yazılımının avantajları şunlardır

- Baskı devre yolları ve pad kısımları daha kolay tasarlanabilir.
- Daha karmaşık devrelerin tasarlanmasını kolaylaştırır.
- Baskı devre plaketini daha pratik olarak yerleştirilmesinde kolaylık sağlar.
- Akım durumuna göre yol kalınlıkları kolaylıkla düzenlenebilir veya değiştirilebilir.

2.1.2. BASKI DEVRE YAZILIMININ MENÜLERİ

Görsel 1.4'teki ana pencerede PCB Layout ( ) simgesine tıklandığında Görsel 2.1'deki pencere ekrana gelir. Elektronik baskı devre yazılımı, bu pencere üzerinde yapılmaktadır.



Görsel 2.1: Baskı devre yazılımı ekran görüntüsü

Görsel 1.4'teki ana pencerede PCB Layout ( ) simgesine tıklandığında ekrana Görsel 2.1'deki pencere gelir. Elektronik baskı devre (Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı) bu pencere üzerinde yapılmaktadır.

Elektronik baskı devre programı penceresinde şunlar bulunur (Görsel 2.1):

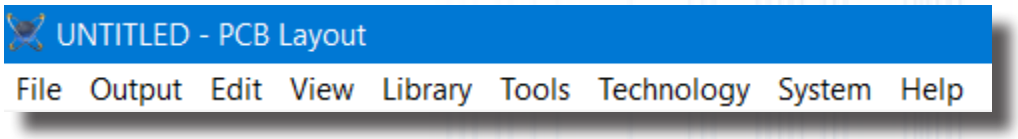
- **Başlık Çubuğu Alanı:** Program isminin yazıldığı bölümdür.
- **Menü Çubuğu Alanı:** Program menülerinin bulunduğu bölümdür.
- **Araç Çubukları Alanı:** Program araç çubuklarının yer aldığı bölümdür.

Araç çubukları şu şekilde gruplanır:

√ Dosya ve proje araç çubuğu (file & project commands toolbar)
√ Uygulama araç çubuğu (application commands toolbar)

- √ Görünüm araç çubuğu (display commands toolbar)
- √ Düzen araç çubuğu (editing commands toolbar)
- √ Yüzey araç çubuğu (layout toolbar)
- √ Yerleşim ve yol çizimi araç çubuğu (placing & routing toolbar)
- √ Pad yerleştirme araç çubuğu (pad placement toolbar)
- √ 2D grafik araç çubuğu (2D graphics toolbar)
- √ Yüzey seçimi araç çubuğu (layer selector toolbar)
- √ Filtre araç çubuğu (selection filter toolbar)
- √ Yön ve döndürme araç çubuğu (reflection & rotation toolbar)

- **Tasarım (Çalışma) Alanı:** Projenin çizildiği bölümdür. Ekran arka planı siyahtır.
- **Tasarım Alanı Ön Görünüş Bölümü:** Projenin tasarım alanındaki konumunu gösteren bölümdür. Ekrandaki görünümün tasarım alanı içerisindeki şeklini gösterir.
- **Kullanıcı Kütüphanesi ve Malzeme Kutusu:** PCB komponentini çağırmak **(P)**, oluşturmak **(C)** ve kütüphane alanına ulaşmak **(L)** amacıyla kullanılan elemanların görüntülendiği bölümdür.
- **Mesaj Bilgi Kutusu:** PCB çiziminde hata varsa hatayı bildiren, hata yoksa **No DRC Errors** mesajını veren (Çizim olmadığında **No Netlist** mesajını verir.) bölümdür.
- **Durum Çubuğu:** Gerçekleşmekte olan işlemle ilgili bilgi veren bölümdür. Fare imleci, menü ve araç çubuklarının üzerine geldiğinde ilgili elemanların isimleri görülür.
- **Koordinat Alanı (x, y):** Farenin çalışma alanındaki koordinatlarını gösteren bölümdür.
- **Proje Tagları (Sekmeleri):** Program içinde yer alan pencerelerin bulunduğu başlık bölümüdür.

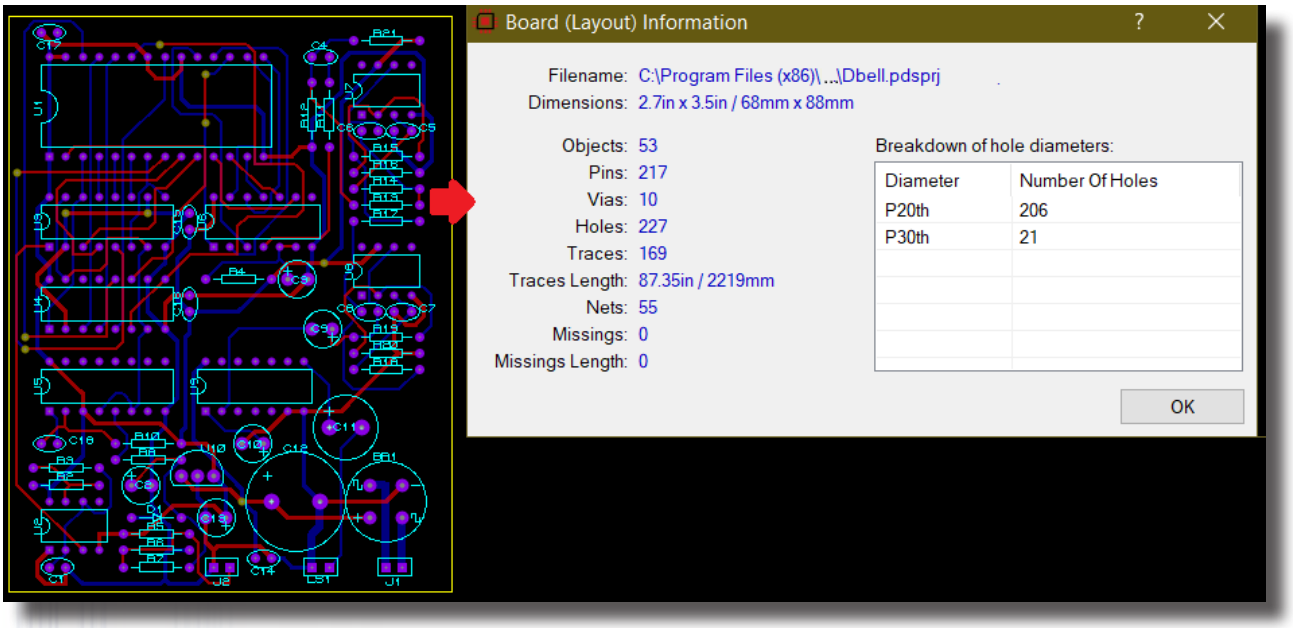


Görsel 2.2: Baskı devre yazılımı menüleri

File Menüsü: Yeni projenin açıldığı, dosyanın kaydedildiği, projelerin aktarıldığı ve dokümanların projeye yerleştirildiği menüdür. Tablo 2.1'de menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.1: File Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
New Project	Yeni bir proje dosyası oluşturmak için kullanılır.
Open Project	Önceden yapılmış proje dosyasını çağırmak için kullanılır.
Open Sample Project	Programa yüklenen örnek proje dosyasını açmak için kullanılır.
Import Legacy Project	Programın önceki sürümlerinde yapılan dosyaları projeye dâhil etmek için kullanılır.
Import ECAD Files	Önceden yapılmış ECAD tipi proje dosyalarını projeye dâhil etmek için kullanılır.
Save Project	Çalışılan dosyayı kaydetmek için kullanılır.
Save Project As	Kaydedilmiş dosyayı farklı isimle farklı alana kaydetmek için kullanılır.
Close Project	Çalışılan dosyayı kapatmak için kullanılır. Program kapanmaz.
Import Bitmap	Çalışma alanına ***.bmp** uzantılı resimleri eklemek için kullanılır.
Import DXF	Çalışma alanına ***.dxf** uzantılı grafik dosyalarını eklemek için kullanılır.
Import Project Clip	Önceden yapılmış bir çalışmanın bir bölümünü veya tamamını çalışma alanına eklemek için kullanılır.
Export Project Clip	Yapılan bir çalışmanın bir bölümünün veya tamamının kaydedilmesini sağlar. Kaydedilen çalışma, başka bir çalışma alanına eklenebilir.
Board Information	Yapılan çalışma hakkındaki verilerin görüldüğü bölümdür. Kullanılan komponent sayısı gibi verilere bu bölümden ulaşılır (Görsel 2.3).
Explore Project Folder	Proje dosyalarının kaydedildiği klasör bilgilerini ekrana getirir. Sistem ayarlarından klasörün yeri değiştirilebilir.
Edit Project Description	Proje hakkındaki not ve açıklamaların yazıldığı bölümdür.
Exit Application	Programı kapatmak için kullanılır.

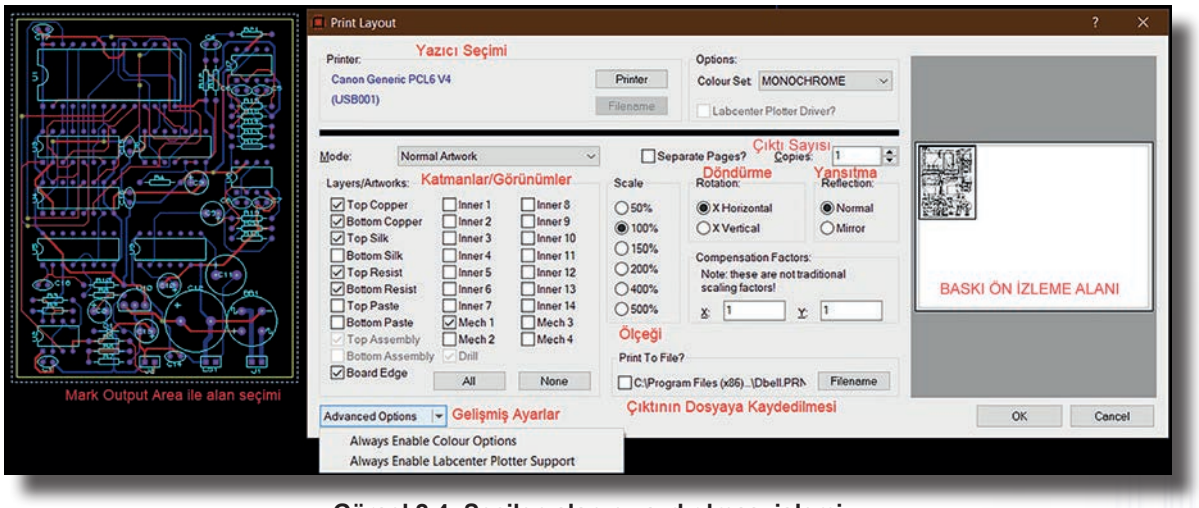


Görsel 2.3: Board information penceresi

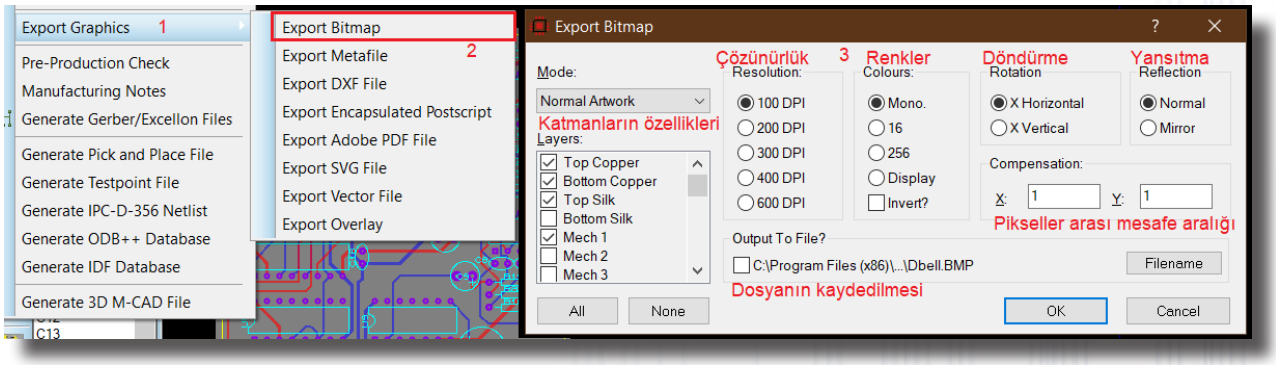
Output Menüsü: Projede yapılan PCB çalışmasının çıktısını almak, yazıcı ayarlarını yapmak, yazılacak alan ayarlarını yapmak, çıktının PCB şemasını grafik dosyası olarak kaydetmek gibi işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 2.2'de menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.2: Output Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Print Layout	Çalışma alanındaki çizimlerin kâğıda aktarılması için kullanılan menüdür.
Print Setup	Yazıcı ayarlarının yapıldığı ve kâğıt boyutunun seçildiği bölümdür.
Printer Information	Yazıcının teknik özelliklerinin açıklandığı bölümdür.
Mark Output Area	Çalışma alanındaki çizimin istenen kısmının kâğıda aktarılması için kullanılan bölümdür. İstenen bölüm blok içerisine alınır. Böylelikle ilgili bölüm çıktı için seçilmiş olur (Görsel 2.4).
Set Output Origin	Yazdırılacak alanın merkez noktasının belirlendiği bölümdür. CADCAM dosyasının çıkışına orijin noktası eklenir.
Export Graphics	Çalışma alanındaki PCB çalışmasının grafik dosyası olarak kaydedildiği bölümdür. Bu bölümde BMP, DXF, PDF gibi çeşitli kaydetme seçenekleri mevcuttur. Görsel 2.5'te çizim alanındaki çalışmanın ***.bmp** olarak kaydedilmesi işlemi görülmektedir. **Görsel 2.5'teki mode alanında şunlar bulunur:** • **Artwork:** Çizimin tamamını seçer. • **Solder Resist:** Lehim yüzeyindeki padleri seçer. • **SMT Mask:** Plaketin boyutunu seçer. • **Drill Plot:** Padlerin tamamını seçer.
Pre-Production Check	PCB için bir dizi kontrol işleminin yapıldığı bölümdür.
Manufacturing Notes	Çalışma alanındaki PCB şemasıyla ilgili notları kaydetmek ve kaydedilen notları tekrar görebilmek için kullanılan menüdür.
Generate Gerber / Excellon Files	Çalışma alanındaki PCB şemasıyla ilgili CADCAM kodlarının üretildiği bölümdür.
Generate Pick and Place File	Çalışma alanındaki PCB şemasının layer, eleman ve yerleşimini gösteren ***.PKP** uzantılı text dosyasının oluşturulduğu bölümdür.
Generate Testpoint File	Çalışma alanındaki PCB şemasında bulunan elemanların pin bağlantılarını gösteren ***.TPL** uzantılı net dosyasının oluşturulduğu bölümdür.
Generate IPC-D-356 Netlist	PCB şemasını netlist yapısına dönüştüren bölümdür.
Generate ODB++ Database	PCB şemasını ODB++ standardında bir dosyaya dönüştüren bölümdür.
Generate IDF Database	PCB şemasını IDF dosyasından veri tabanı dosyasına dönüştüren bölümdür.
Generate 3D M-CAD File	PCB şemasını üç boyutlu M-CAD dosyasına dönüştüren bölümdür.



Görsel 2.4: Seçilen alanın yazdırılması işlemi

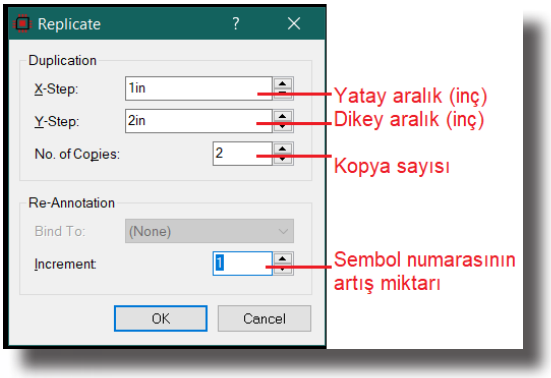


Görsel 2.5: Export Graphics penceresi ile çizimin BMP dosyası olarak kaydedilmesi işlemi

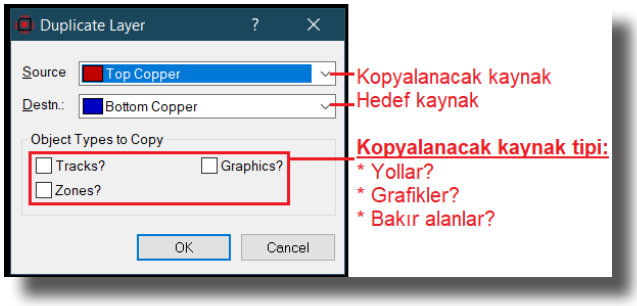
Edit Menüsü: Çalışma ile ilgili kesme, kopyalama, yapıştırma, elemanları düzenleme vb. işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 2.3'te menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.3: Edit Menüsünün Alt Menüleri

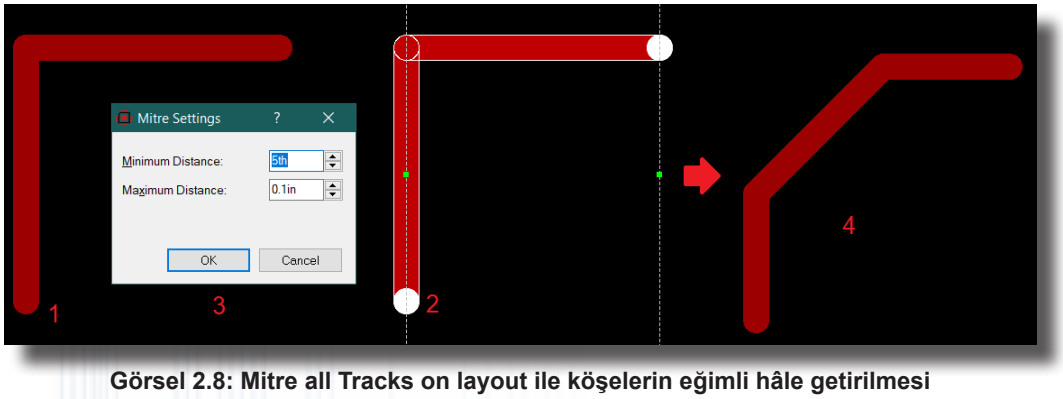
Menü Adı	Özellikleri
Undo Changes	Yapılan son işlemi bir önceki duruma getirir.
Redo Changes	Son geri alma işlemini iptal eder.
Select All Objects	Çizim alanında bulunan bütün elemanları seçili hâle getirir.
Clear Selection	Yapılan seçim işlemini iptal eder.
Cut To Clipboard	Çizim alanında seçilen komponent veya bloğu keserek panoya alır.
Copy To Clipboard	Çizim alanında seçilen komponent veya bloğu kopyalayarak panoya alır.
Paste From Clipboard	Panoda bulunan komponent veya bloğu çizim alanına yapıştırır.
Align Objects	Çizim alanında bulunan elemanların veya bloğun hizalanmasını sağlar.
Replicate	Seçilen komponenti istenen sayıda ve aralıkta kopyalar (Görsel 2.6).
Tidy Layout	Eleman kutusunda bulunup çalışma alanında bulunmayan elemanları siler. Kullanılmayan elemanlar eleman kutusundan kaldırılmış olur.
Copy Layer	Bir yüzeyde bulunan yol, bakır alanı, grafik gibi bölümleri başka bir yüzeye kopyalar (Görsel 2.7).
Send To Back	Üst üste yerleştirilen iki komponentten seçilen komponenti diğer komponentin altına gönderir (Arka plana aktarır.).
Bring To Front	Üst üste yerleştirilen iki komponentten seçilen komponenti diğer komponentin üstüne gönderir (Ön plana aktarır.).
Converts Vias	Seçilen viayı pade dönüştürür.
New Component	Kütüphanede bulunan komponentlerden yeni bir isimle farklı bir komponent oluşturur.
Mitre All Tracks on Layout	Çizim alanındaki **track (yol)** dönüşlerinde 90ºlik bir açı varsa bu açıyı farklı değerlere dönüştürür (Görsel 2.8).
Unmite All Tracks on Layout	Çizim alanında **track** dönüşlerindeki 90ºlik açı değiştirilmişse açıyı eski değerine (90º) dönüştürür.



Görsel 2.6: Replicate penceresi



Görsel 2.7: Duplicate penceresi

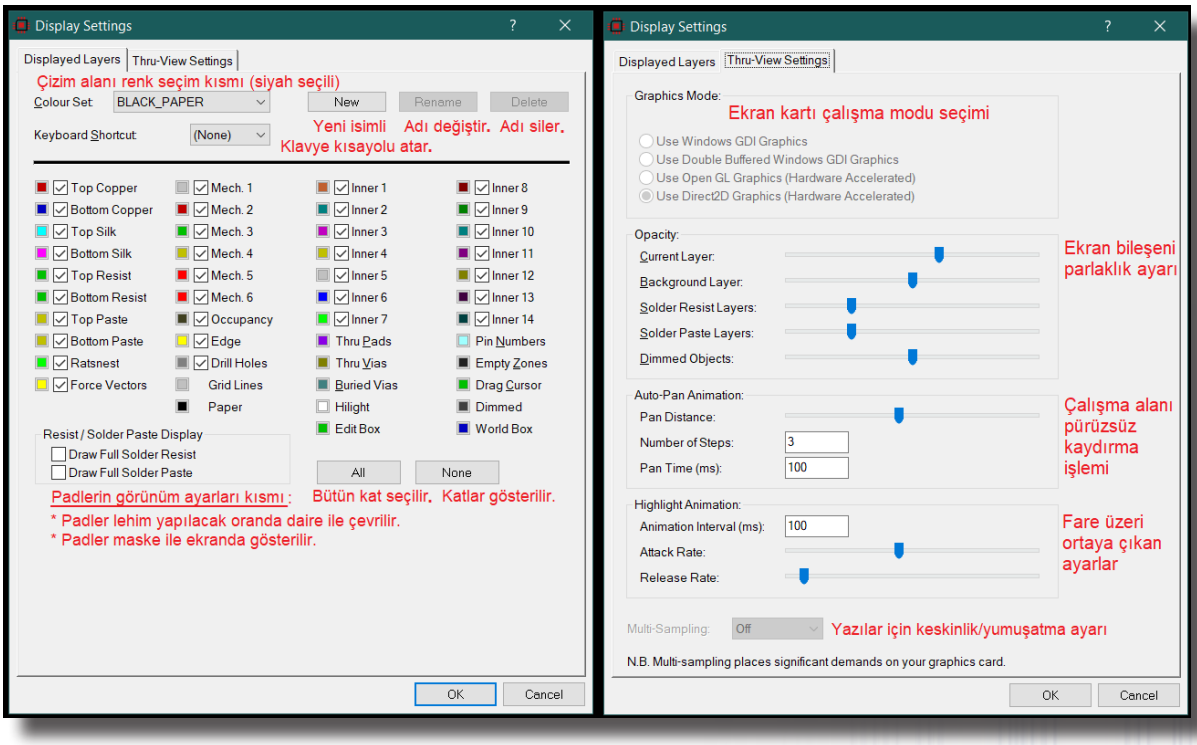


Görsel 2.8: Mitre all Tracks on layout ile köşelerin eğimli hâle getirilmesi

View Menüsü: Çalışma alanında ekran görünüm ayarlarını yapmak için kullanılır. Tablo 2.4'te menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.4: View Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Redraw Display	Çalışma alanındaki ekran görünümünü tazeler (Yeniler.).
Edit Layer Colours / Visibility	Çalışma ortamının renk ve ekran görünüm ayarlarını yapar. Görsel 2.9'da Display Settings penceresi görülmektedir.
Toggle Board Flip	Çizilen PCB şemasının ayna görüntüsünü oluşturur ve yazıcıdan çıktı alınması gerektiğinde kullanıcıya bilgi sunar.
Toggle Grid	Tasarım alanında ızgaraların görüntülenip görüntülenmeyeceğini belirler. Izgaralar, nokta ve kare şeklinde görüntülenebilir.
Toggle Metric / Imperial	Tasarım alanında fare imlecinin hareketini **mm** veya **thou (th)** olarak görüntüler **(1 inç (in) = 2,54 cm = 1000 th)**.
Toggle False Origin	Belirlenen noktaya O (0,0) olarak koordinat değerini atar.
Toggle Polar Co-ordinates	Belirlenen nokta ile fare imlecinin gittiği nokta arasındaki koordinatları ve uzaklığı verir (Görsel 2.10).
Toggle X-Cursor	Tasarım alanında fare imlecinin görünümünü değiştirir.
Goto Position	Fare imlecini belirlenen koordinat noktasına götürür.
Goto Component	Tasarım alanında belirlenen komponente gider. Elemanı ışıklandırır ve ekranda büyültür. Elemanın **Part ID** numarası ekrana girilmelidir.
Goto Pin	Tasarım alanında belirlenen komponentin ilgili pinlerine gider ve pinleri ışıklandırır. **Part ID** numarası ile pin numarası ekrana girilmelidir.
Snap 0.1 mm	Çizim alanındaki ızgara aralığını 0,1 mm olarak ayarlar.
Snap 0.5 mm	Çizim alanındaki ızgara aralığını 0,5 mm olarak ayarlar.
Snap 1 mm	Çizim alanındaki ızgara aralığını 1 mm olarak ayarlar.
Snap 2.5 mm	Çizim alanındaki ızgara aralığını 2,5 mm olarak ayarlar.
Center At Cursor	Belirlenen alanı merkez olarak görüntüler.
Zoom In	Çalışma alanının ekran görüntüsünü yakınlaştırır.
Zoom Out	Çalışma alanının ekran görüntüsünü uzaklaştırır.
Zoom To View Entire Board	Çalışma alanının tamamını ekranda görüntülenecek şekilde küçültür.
Zoom To Area	Çalışma alanında seçilen alanı ekranı kaplayacak şekilde büyütür.
Toolbar Configuration	Araç çubuklarından görüntülenmesi gerekenleri seçer. View, edit ve layout toolbar seçenekleri mevcuttur.



Görsel 2.9: Display Settings penceresi

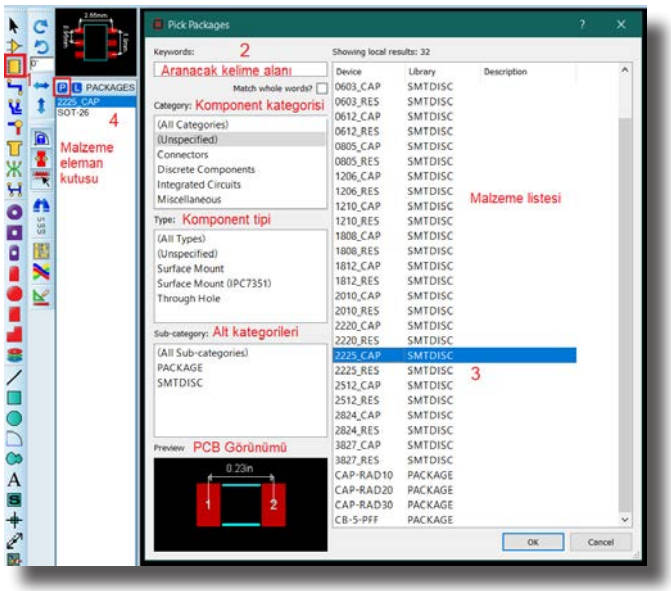


Görsel 2.10: Yeni bir orijin noktası ve bu nokta ile fare imlecinin uzaklığının koordinatları

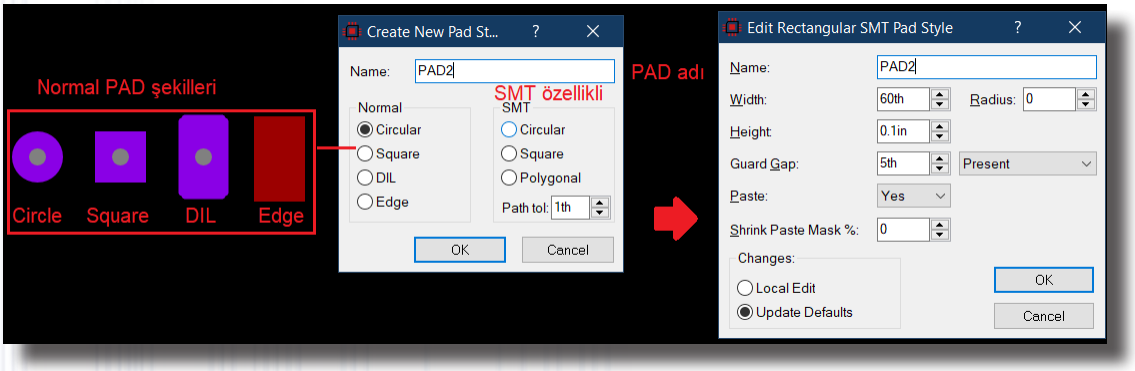
Library Menüsü: Kütüphane ile ilgili tüm işlemlerin yapıldığı menüdür. Tablo 2.5'te menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.5: Library Menüsünün Alt Menüleri

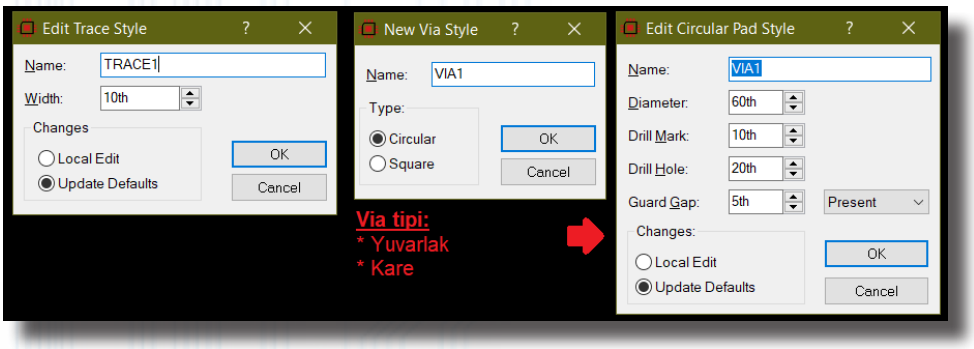
Menü Adı	Özellikleri
Pick Parts	Kütüphanenin malzeme kutusuna ulaşmak için kullanılan menüdür. **P** tuşuna basılarak da kütüphaneye ulaşılabilir (Görsel 2.11).
Import Parts	Kütüphaneye dışarıdan komponent eklemek için kullanılır.
Make Package	Yeni bir PCB kılıfı oluşturarak kılıfı kütüphaneye ekler.
Make 2D Graphics Symbol	Kütüphaneye eklenecek PCB kılıfına sembol ismi verir.
Decompose Tagged Objects	PCB kılıfını bileşenlerine ayırır.
Compile To Library	Oluşturulan PCB kılıfını derleyerek kütüphaneye alır.
Manage Changes	Değişimleri yönetmek için kullanılır.
New Pad Style	Yeni bir pad oluşturmak için kullanılır (Görsel 2.12).
New Pad Stack	Her bir katman (yüzey) için farklı özelliklerde tek bir pad oluşturur. Farklı katmanlarda, belirlenen ölçülere sahip padler kullanılır.
New Trace Style	Yeni bir trace (yol) oluşturmak için kullanılır (Görsel 2.13).
New Via Style	Yeni bir via (katlar arası geçiş deliği) oluşturmak için kullanılır.
Merge Default Styles	Çizim alanındaki pad ve yolların stillerini önceki hâllerine dönüştürür.
Update 3D Models	3D modelleri günceller.



Görsel 2.11: Kütüphaneden eleman seçilmesi ve seçilen elemanın eleman kutusuna yerleştirilmesi



Görsel 2.12: New Pad Style penceresi ile pad oluşturma işlemi



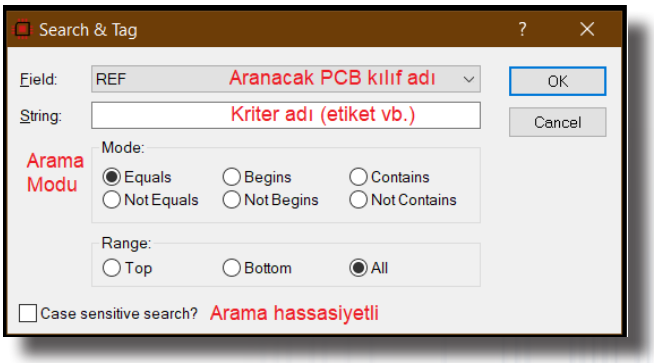
Görsel 2.13: Track ve via oluşturma pencereleri

Tools Menüsü: Araçlar menüsüdür. Program ile ilgili yardımcı araçlar bu menüdedir. Tablo 2.6'da menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.6: Tools Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Follow Me Routing	Çizilecek yolun (trace) en kısa boyutta çizilmesini sağlar.
Trace Angle Lock	Oluşturulan yolların dönüş yerlerinde 45°lik veya 90°lik açılar yaparak dönüşlerin yapılmasını sağlar. Bu menü onaylı olmazsa yollar serbest açılarla döner.
Auto Trace Style Selection	Çizim alanında önceden çizilen trace ile aynı stil ve özelliklere sahip bir trace oluşturur.
Auto Track Necking	Track ile pad arası mesafeyi otomatik olarak ayarlar.
Click to Complete	Yolların çizimini tamamlamak için kullanılır.
Auto Zone Regeneration	Otomatik alanı yeniler. **Auto-Regenerate Zones?** komutunu otomatik olarak seçer.
Search & Tag	Tasarım alanında belirlenen kriterlere göre arama yapar ve sonuçları listeler (Görsel 2.14).
OR Search & Tag	Arama işlemini **VEYA** işlemine tabi tutar ve sonucu listeler.
AND Search & Tag	Arama işlemini **VE** işlemine tabi tutar ve sonucu listeler.

Automatic Name Generator	Tasarım alanında yer alan PCB kılıflarına (sembol numaralarını artırarak) otomatik olarak sembol ismi atar.
Live Netlist	Otomatik Netlist güncellemesini aktif ya da pasif yapar.
Clear Netlist	Tasarım alanındaki PCB bağlantılarının tümünü siler.
Connectivity Report	Yapılan çizimin bağlantı kurallarını kontrol ederek sonucu raporlar.
Auto-Placer	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamından Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı ortamına geçerken PCB'nin devre boyutları belirlenir. Daha sonra bu menü, elemanlara ait PCB kılıflarının belirlenen alana otomatik olarak yerleştirilmesini sağlar.
Auto-Router	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı ortamından Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı ortamına geçişte devrenin elemanlarının yerleştirilmesinin ardından bağlantı yollarını otomatik olarak yapar.
Gateswap Optimizer	Tasarım alanındaki PCB şemasının bağlantılarını en uygun şekilde tekrar çizer.
Power Plane Generator	Tasarım alanındaki PCB şemasında POWER ve GND alanını genişletmek veya doldurmak için kullanılır.
Automatic Annotator	Tasarım alanındaki PCB şemasında bulunan PCB kılıfları tekrar numaralandırır.

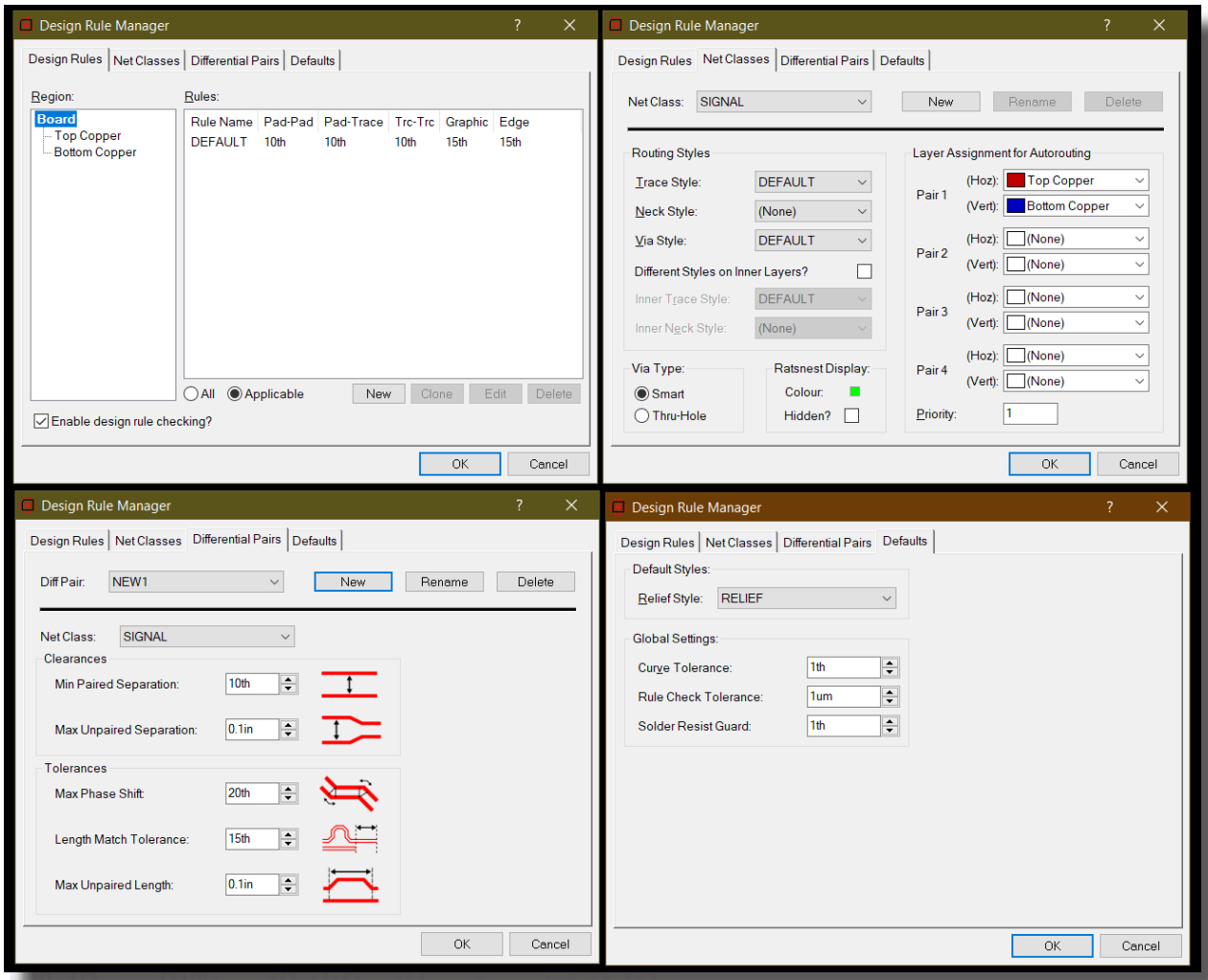


Görsel 2.14: Search And Tag penceresi

Technology Menüsü: PCB şeması çizim kuralları ve gridlerin mesafeleri gibi birçok ayarın yapıldığı menüdür. Tablo 2.7'de menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.7: Technology Menüsünün Alt Menüleri

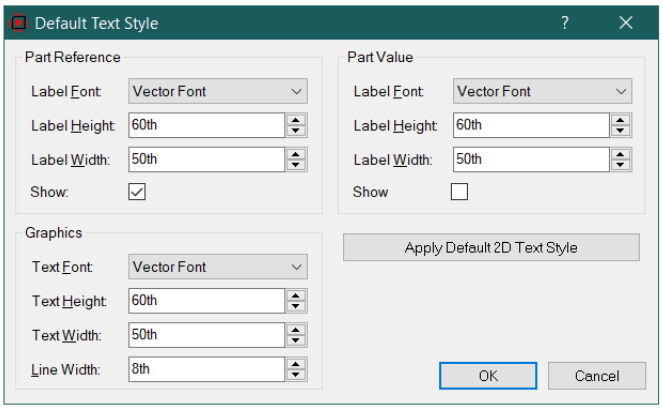
Menü Adı	Özellikleri
Design Rule Manager	Tasarım alanındaki PCB şeması çizimi için kurallar (pad-pad mesafesi vb.) ve şemanın kaç katlı olarak çizileceği gibi özellikler belirlenir. Design rule manager penceresi ortaya çıkar (Görsel 2.15). **Penceredeki menüler şunlardır:** • **Design rules:** Pad-pad, pad-yol, yol-yol mesafelerinin ayarlanması gibi yüzeylere uygulanacak kural tipleri belirlenir. • **New classes:** Otomatik çizim yapılacak yüzeylerin seçildiği, komponentlerin stil ve tiplerinin belirlendiği bölümdür. • **Default:** Çizimde kullanılacak temel ayarlar belirlenir. • **Design rule manager:** Önerilen mesafeler buradan ayarlanabilir.
Set Grid Snaps	Izgara ayarları yapılır. Her fonksiyona göre ızgara mesafe değişimi atanabilir. Örneğin, **F2** tuşuna **5th** ızgara uzunluğu atanabilir.
Set Layer Stackup	Kat ayarlarının layer ile yapıldığı bölümdür.
Set Layer Pairs	PCB şeması çiziminde çok katlı uygulamalar yapıldığında katman çiftlerini ayarlar ve çiftlerin birlikte kullanılmasını sağlar.
Set Text Style	Kullanılacak komponentin referansı ve değeri ile grafiklerde kullanılacak yazı, font karakteri, ebatlar buradan ayarlanır (Görsel 2.16).
Set Board Properties	Tasarım yapılacak board alanının boyutlarını ayarlar (Görsel 2.17).
Configure Teardropping	Padin iç halka genişlik ayarı buradan yapılır.
Configure Length Matching	Track uzunluğu, dönüşümleri vb. özelliklerin ayarları yapılır.
Apply Technology Data From Template	Program ile yüklenen PCB ayarlarına göre seçilenleri tasarım alanına ekler. ***.LTF** dosyası seçilerek ilgili ayarlar çalışılan dosyaya uygulanır.
Save Layout as Template	Çizim alanındaki her türlü çalışmayı ve ayarı kaydeder. Kaydedilen ayarların farklı çalışmada kullanılmasını sağlar.



Görsel 2.15: Design Rule Manager penceresi

Komponent ID parça numarası:
* Font tipi
* Font yüksekliği
* Font genişliği

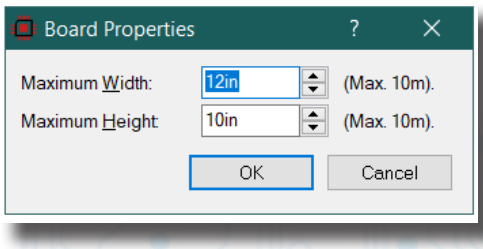
Komponent grafiği:
* Font tipi
* Font yüksekliği
* Font genişliği
* Grafik çizgi genişliği



Komponent değeri:
* Font tipi
* Font yüksekliği
* Font genişliği

2D yazı stilinin default ayarlarını uygula.

Görsel 2.16: Default text styles penceresi



Görsel 2.17: Board Properties penceresi

System Menüsü: Programın sistem ayarlarının yapıldığı menüdür. Tablo 2.8'de menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.8: System Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
System Settings	Program ile ilgili temel sistem ayarları yapılır.
Set Display Options	Ekran ayarları yapılır.
Set Environment	Pin kılıf bilgilerinin görünme süresi, kılıf bilgilerinin yansıtılma biçimi gibi ayarlar yapılır.
Set Selection Filter	Tasarım alanında yapılan her çalışma için filtreleme ayarı yapılır.
Set Keyboard Mapping	Klavye için kısayol tuş atama ayarları yapılır.
Set Plotter Pen Colours	Plotter uç renginin ve kalem genişliğinin seçimi yapılır.
Set Zone Operation	Tasarım alanında yapılan bakır bölgeler için ayarlamalar yapılır. Bu bölüm alanların otomatik çiziminde kullanılır.
Restore Default Settings	Sistem ayarlarını eskiye döndürür.

Help Menüsü: Programın yardım menüsüdür. Tablo 2.9'da menünün alt menüleri görülmektedir.

Tablo 2.9: Help Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Overview	Yardım iletişim penceresini açar.
About Program	Programın sürümü, lisans bilgileri ve işletim sistemi hakkında bilgilerin verildiği bölümdür.
About Qt	Programın geliştirilme süreci hakkında bilgi verir.
PCB Layout Help	PCB layout ortamı hakkında yardım penceresini açar.
PCB Layout Tutorial	PCB layout ortamı hakkında öğretici penceresini açar.

2.1.3. BASKI DEVRE YAZILIMININ ARAÇ ÇUBUKLARI VE ÖZELLİKLERİ



Görsel 2.18: Baskı devre yazılımının araç çubukları

2.1.3.1. Dosya ve Proje Araç Çubuğu (File & Project Commands Toolbar)

Tablo 2.10: File & Project Commands Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**New Project**	Yeni bir çalışma sayfası açar.
	**Open Project**	Önceden çalışılan dosyayı açar.
	**Save Project**	Çalışma dosyasını kaydeder.
	**Close Project**	Proje dosyasını kapatır.

2.1.3.2. Uygulama Araç Çubuğu (Application Commands Toolbar)

Tablo 2.11: Application Commands Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Home Page**	Başlangıç sayfasına (anasayfaya) döndürür.
	**Schematic Capture**	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımını çalıştırır.
	**PCB Layout**	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımını çalıştırır.
	**3D Visualizer**	3D görsel modelleme programını çalıştırır.
	**Gerber Viewer**	Gerber Viewer programını çalıştırır.

	**Design Explorer**	Design Explorer programını çalıştırır.
	**Bill Of Materials**	Projede kullanılan elemanların listesini hazırlar.
	**Source Code**	Devrede mikrodenetleyici kullanılmış ise kullanılan mikrodenetleyicinin kaynak kodlarını gösterir.
	**Project Notes**	Proje ile ilgili notların alınmasını sağlar.
	**Overview**	Program yardım dosyasını gösterir.

2.1.3.3. Görünüm Araç Çubuğu (Display Commands Toolbar)

Tablo 2.12: Display Commands Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Redraw Display**	Çizim alanını ve ekranı yeniler.
	**Toggle Board Flip**	Tasarım alanındaki çalışmanın ayna görüntüsünü alır.
	**Toggle Grid**	Tasarım alanında ızgaraları gösterir veya kapatır.
	**Edit Layer Colours / Visibility**	PCB yüzeyinin renk ayarı yapılır. İstenilen katın rengi ayarlanır.
	**Toggle Metric / Imperial**	Tasarım alanındaki ölçülendirme birimi metrik veya inç olarak ayarlanır.
	**Toggle False Origin**	Tasarım alanında belirlenen noktayı orijin noktası olarak seçmek için kullanılır. İşlemi iptal etmek için sembole tekrar basılmalıdır.
	**Toggle Polar Co-ordinates**	Kutupsal çalışma bölgesinin merkez noktası koordinatlarını belirler.
	**Center At Cursors**	Belirlenen noktayı merkez yapar ve bu merkeze göre ekranı ortalar.
	**Zoom In**	Tasarım alanındaki görüntüyü yakınlaştırır.
	**Zoom Out**	Tasarım alanındaki görüntüyü uzaklaştırır.
	**Zoom To View Entire Board**	Tasarım alanındaki çizimi ekrana sığdırır.
	**Zoom To Area**	Tasarım alanında belirlenen bölümün görüntüsünü büyütür.

2.1.3.4. Düzen Araç Çubuğu (Editing Commands Toolbar)

Tablo 2.13: Editing Commands Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Undo Changes**	Yapılan son işlemi geri alır.
	**Redo Changes**	Yapılan son geri alma işlemini iptal eder.
	**Block Copy**	Seçilen bir kılıfı / bloğu kopyalar ve panoya ekler.
	**Block Move**	Seçilen bir kılıfı / bloğu başka bir alana taşır.
	**Block Rotate**	Seçilen bir kılıfı / bloğu istenilen açıda ve yönde döndürür.
	**Block Delete**	Seçilen bir kılıfı / bloğu siler.
	**Pick Parts**	Kütüphaneye gider. Bu menü PCB kılıfı seçiminde kullanılır.

	**Make Package**	Yeni bir PCB kılıfı oluşturur.
	**Decompose Tagged Objects**	Seçilmiş PCB kılıfını bileşenlerine ayırır.

2.1.3.5. Yüzey Araç Çubuğu (Layout Toolbar)

Tablo 2.14: Layout Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Trace Angle Lock**	Çizim alanındaki yolların dönüş açılarını (45º-90º) ayarlar.
	**Auto Track Nacking**	Yol ile pad arasındaki mesafeyi otomatik olarak ayarlar.
	**Auto Trace Style Selection**	Yol stili seçimini otomatik olarak yapar.
	**Search_Tag**	Tasarım alanında komponent arama işlemi yapar ve sonuçları listeler.
	**Automatic Name Generator**	Çizim alanındaki komponentleri alfabetik sıraya dizer ve bu sıralamayı isimlendirir.
	**Auto-Placer**	PCB şemasında bulunan komponentleri alana otomatik olarak yerleştirir.
	**Auto-Router**	PCB şemasını ELECTRA programına aktarır.
	**Design Rule Manager**	PCB çizimi sırasında otomatik ayarları ve kuralları kontrol ederek rapor verir.

2.1.3.6. Yerleşim ve Yol Çizimi Araç Çubuğu (Placing & Routing Toolbar)

Tablo 2.15: Placing & Routing Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Selection Mode**	Tasarım alanındaki komponentleri seçer ve düzenler.
	**Component Mode**	Tasarım alanına komponentleri yerleştirir, çizim alanına çağrılan komponentleri listeler veya tasarım alanındaki komponentleri düzenler. **C** düğmesi ile yeni bir komponent oluşturulur.
	**Package Mode**	Tasarım alanına PCB kılıfını çağırır, çağrılan kılıf burada düzenlenir. **P** düğmesi ile kılıf kütüphanesine gidilir.
	**Track Mode**	Tasarım alanında track oluşturur.
	**Differential Mode**	Tasarım alanında iki farklı track oluşturur.
	**Via Mode**	Çok katlı tasarım alanında katlar arası geçişi yapmak için geçiş deliği (via) oluşturur.
	**Zone Mode**	Besleme alanını, GND alanını ya da boş alanları bakırla kaplama işlemini yapar veya bu alanları düzenler.
	**Ratsnest Mode**	PCB şemasının net bağlantılarını ekranda listeler.
	**Connectivity Highlight Mode**	Bağlantı noktalarını ışıklandırır.

2.1.3.7. Pad Yerleştirme Araç Çubuğu (Pad Placement Toolbar)

Tablo 2.16: Pad Placement Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Round Through-Hole Pad Mode**	Belirlenen ebatta daire şeklindeki bir padi alana yerleştirir.
	**Square Through-Hole Pad Mode**	Belirlenen ebatta kare şeklindeki bir padi alana yerleştirir.

	**DIL Pad Mode**	Belirlenen ebatta oval veya dikdörtgen şeklindeki bir padi alana yerleştirir.
	**Edge Connector Pad Mode**	Belirlenen ebatta kenar (sınır) bağlantı padini alana yerleştirir.
	**Circular SMT Pad Mode**	Belirlenen ebatta SMT yapıda olan daire şeklindeki bir padi alana yerleştirir.
	**Rectangular SMT Pad Mode**	Belirlenen ebatta SMT yapıda olan kare şeklindeki bir padi alana yerleştirir.
	**Polygonal SMT Pad Mode**	Belirlenen ebatta SMT yapıda olan çokgen şeklindeki bir padi alana yerleştirir.
	**Pad Stack Mode**	Pad yığınını alana yerleştirir.

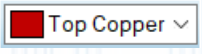
2.1.3.9. Grafik Araç Çubuğu (2D Graphics Toolbar)

Tablo 2.17: 2D Graphics Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**2D Graphics Line Mode**	Tasarım alanında düz çizgi çizer.
	**2D Graphics Box Mode**	Tasarım alanında kutu oluşturur (Dikdörtgen çizer.).
	**2D Graphics Circle Mode**	Tasarım alanında daire çizer.
	**2D Graphics Arc Mode**	Tasarım alanında yay çizer.
	**2D Graphics Closed Path Mode**	Tasarım alanında serbest çizim yapar.
	**2D Graphics Text Mode**	Tasarım alanında yazı (text) yazar.
	**2D Graphics Symbol Mode**	Tasarım alanında bulunan sembolü düzenler veya yeni oluşturulan komponente isim verir.
	**2D Graphics Markers Mode**	Tasarım alanı merkez noktasını belirler.
	**Dimension Mode**	İki nokta arası mesafeyi gösterir.
	**Room Mode**	Belirlenen alanın özelliklerini ayarlar ve ortam oluşturur.

2.1.3.10. Yüzey Seçimi Araç Çubuğu (Layer Selector Toolbar)

Tablo 2.18: Layer Selector Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Layer Selection**	Tasarım alanında çizim yapılacak kat (layer) seçilir.

2.1.3.11. Filtre Araç Çubuğu (Selection Filter Toolbar)

Tablo 2.19: Selection Filter Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	**Layer Filter Mode**	Seçilirse (aktifse) mod seçim işlemi, bütün yüzeylerdeki komponent ile nesneler için geçerli olacaktır. Seçilmezse (pasifse) mod seçim işlemi, çalışılan yüzey için geçerli olacaktır.
	**Select Components**	Seçilirse (aktifse) fare imlecinin gittiği komponent otomatik olarak seçilir. Blok işleminde de komponenti blok içeresine dâhil eder.
	**Select Graphics**	Seçilirse (aktifse) farenin gittiği grafik nesnesi otomatik olarak seçilir.
	**Select Pins**	Seçilirse (aktifse) farenin gittiği PCB kılıfının pini otomatik olarak seçilir.
	**Select Tracks**	Seçilirse (aktifse) farenin gittiği yollar otomatik olarak seçilir.

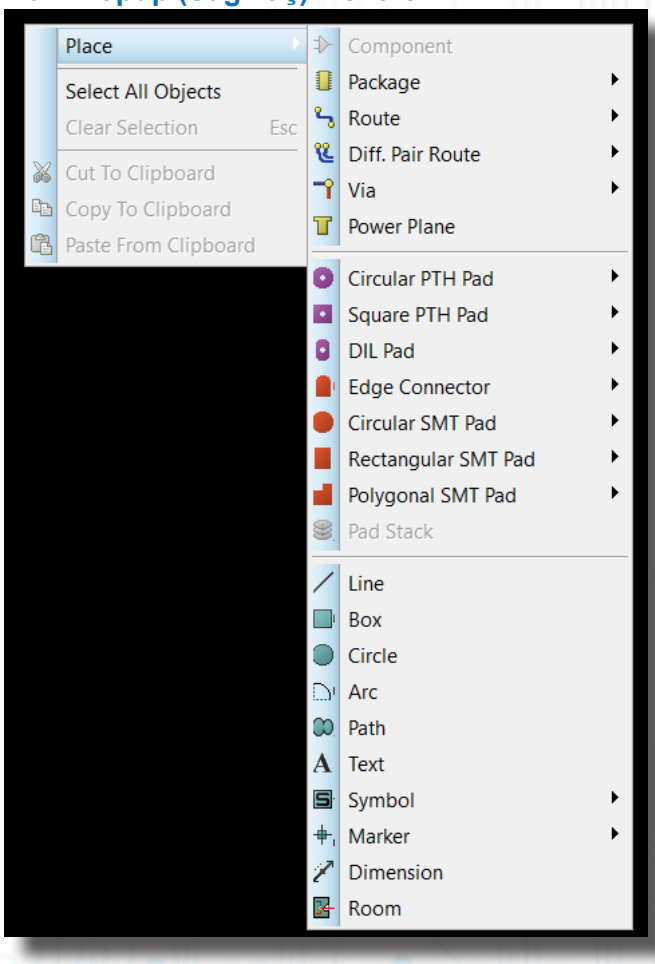
	Select Vias	Seçilirse (aktifse) farenin gittiği via otomatik olarak seçilir.
	Select Zones	Seçilirse (aktifse) farenin gittiği şase, güç veya bakır hatlı alan otomatik olarak seçilir.
	Select Connections	Netlist ile oluşturulmuş ancak çizilmemiş PCB şemasının net bağlantılarının seçimi için kullanılır.
	Track Selection Mode	Seçilirse (aktifse) blok içindeki yolun tamamı ve yola ait uzantılar blok içine dâhil edilir. Seçilmemişse (pasifse) blok işlemlerinde yolun belli bir kısmı blok içine dâhil edilir.

2.1.3.12. Yön ve Döndürme Araç Çubuğu (Reflection & Rotation Toolbar)

Tablo 2.20: Reflection & Rotation Toolbar

Sembol	Sembol Adı	Özellikleri
	Rotate Clockwise	Malzemeyi veya komponenti saat yönünde 90º döndürür.
	Rotate Anti-Clockwise	Malzemeyi veya komponenti saat yönünün tersi yönde 90º döndürür.
0°	**Angle**	Malzemeyi veya komponenti belirlenen açı değerinde döndürür.
	X-Mirror	Malzemenin veya komponentin yatay yönde ayna görüntüsünü alır.
	Y-Mirror	Malzemenin veya komponentin dikey yönde ayna görüntüsünü alır.

2.1.3.13. Tasarım Alanı Popup (Sağ Tuş) Menüleri



Görsel 2.19: Tasarım alanı sağ tuş menüleri

Tasarım alanına sağ tıklandığında Place bölümü içeresinde menüler görülür (Görsel 2.19). Tasarım alanında yapılacak işlemlere bu menüler üzerinden hızlı bir şekilde ulaşılabilir.

2.2. BASKI DEVRE YAZILIMI İLE İLGİLİ GENEL İŞLEMLER

2.2.1. BASKI DEVRE YAZILIMININ TASARIM ALANI

Yapılacak her türlü çalışma, tasarım alanında gerçekleştirilir. Tasarım alanı, program çalıştırıldıktan sonra New kısmından oluşturulur. Ayarların tasarım işleminden önce yapılması devre tasarımı yapılırken kolaylık sağlayacaktır.

Baskı devre tasarlarken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Baskı devre kart ölçüleri belirlenmelidir.
- Giriş ve çıkış bağlantılarının yerleri, kart kenarlarına uygun olarak yerleştirilmelidir.
- Pad ve pad delikleri uygun ölçülerde oluşturulmalıdır.
- Devrede soğutucu kullanılacaksa soğutucuya uygun alanlar bırakılmalıdır.
- Tasarlanan PCB kılıfları ile kullanılacak devre elemanlarının ölçüleri karşılaştırılmalıdır.
- Elemanlar, uygun açıda ve açıklama bilgileri görülecek şekilde plakete yerleştirilmelidir.
- Uygun kalınlıkta bağlantı yolları çizilmelidir. Bağlantı yolu genişliği, akım kapasitesine göre seçilir (Tablo 2.21).

Tablo 2.21: Bağlantı Yollarının Taşıyabileceği Akım Miktarları

Bağlantı Yolu Genişliği	Taşınabilecek Maksimum Akım Değeri
0,2 mm	100mA
0,5 mm	300mA
1,0 mm	2,5A
2,0 mm	5A
3,0 mm	6A
4,0 mm	7A
5,0 mm	9A

- Yüksek frekanslı hatlar ile yüksek akımlı hatlar, birbirlerinden uzağa yerleştirilmelidir.
- Elemanların yerleşim alanına yakın kısımlarına açıklayıcı bilgiler girilmelidir.
- Kablo atlamalı devre tasarımlarından mümkün olduğunca uzak durulmalıdır.
- Bağlantı yolları, yollar arası atlamalar minimum düzeyde olacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Bağlantı yolları birbirleri ile kesişmemelidir. Bunun için atlamalar kullanılır.
- Bağlantı yollarının kalınlığı 0,2 mm ve üzeri olmalıdır.
- Eleman ayaklarının yerleştirileceği padlerin dış çapı 2 mm ve üstü, iç delik çapı 1 mm civarı ölçülerde çizilmelidir. İç delik genişletildiğinde dış çap genişliği de buna paralel biçimde artmalıdır.
- Bağlantı yollarının köşeleri çizilirken mümkün olduğunca eğik çizgilerden yararlanılmalıdır.
- Bağlantı yolları içerisinden ayrılan kollar, yola dik olacak şekilde çizilmelidir.
- Bağlantı yolları arası mesafe 1 mm üzeri olmalıdır.
- Çizimler, devre elemanlarının boyutları ve ayak genişlikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Elemanların gövdeleri ve ayakları, alana birbirleri ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Elemanlar ile plaketin kenarı arasındaki mesafe 5 mm ve üzeri olmalıdır.
- Elemanların plakete yerleşimleri, düzgün ve belirli hizada olacak şekilde yapılmalıdır.
- Bakır plaketin montajında vida alanları bırakılmalıdır.
- Elemanların hizalanmaları, yatay ve dikey olacak şekilde yapılmalıdır.
- Elemanlar üzerinde soğutucu vb. kullanılacaksa tasarım buna göre yapılmalıdır.
- 1 / 8W direncinin ayak pad arası mesafesi 10 mm, 1 / 4W ve 1 / 2W dirençlerinin ayak pad arası mesafesi 15 mm olmalıdır. Diğer dirençlerin padler arası mesafesi 5 mm ve üzeri olmalıdır.
- Transistör padleri arası mesafe 5 mm olmalıdır.
- Soğutucu bağlanırsa transistör, devre elemanlarına değmeyecek şekilde alana yerleştirilmelidir.
- Diyot bacakları arası mesafe 10 mm olmalıdır.
- Pad arasından en fazla 1 bağlantı yolu geçebilir.
- Trimpot ve potansiyometreler, devrede kolaylıkla ulaşılabilecek alanlara yerleştirilmelidir.
- Potansiyometrelerin padleri arasındaki mesafe 5 mm olmalıdır.
- Trimpotlarda iki dış uç arası 5 mm, orta ucun diğer uçlarla arası 3,5 mm olmalıdır.
- Aynı türdeki elemanlar alana birbirlerine paralel olacak şekilde yerleştirilir.
- Devrede bobin vb. elemanlar yan yana gelecek şekilde yerleştirilir.
- Başka alana bağlantı yapılacaksa uygun ölçülerde klemensler kullanılmalıdır.
- Plaket üzerinde elemanların isimleri, elemanın altına gelmeyecek şekilde, elemana uygun uzaklıkta ve elemanlar yerleştirilmeden önce yazılmalıdır.
- Plaketin padlerinin genişliği, elemanın ayak ucunun rahatlıkla lehim yapılabileceği kadar olmalıdır.

- Devrede bobinler yan yana gelecek şekilde yerleştirilir.
- Devreden başka alana bağlantı yapılması düşünülüyorsa o alanda uygun ölçülerde klemensler kullanılmalıdır.

2.2.2. BASKI DEVRE YAZILIMININ TASARIM ALANINDAKİ GENEL İŞLEMLER

2.2.2.1. Orijin Noktasının Değiştirilmesi

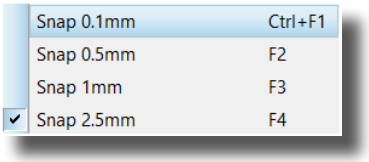
- Orijin yapılmak istenen noktaya gidilir.
- View menüsünden **Toggle False Origin** seçeneğine tıklanır ya da **O** tuşuna basılır.
- Durum satırında "+0.000 +0.000" şeklinde değer görülür.

2.2.2.2. Ölçü Biriminin Ayarlanması

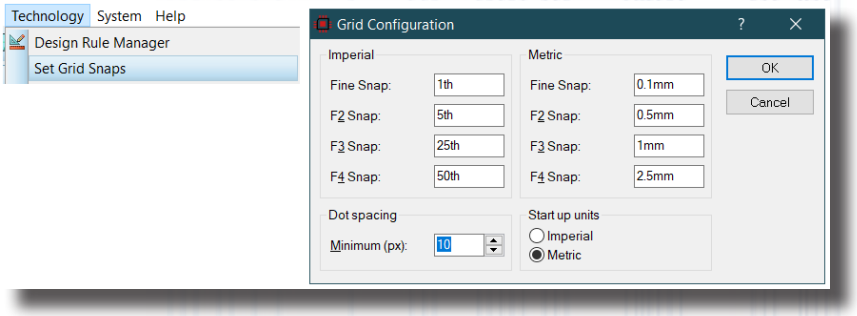
- **View** menüsünden **Toggle Metric / Imperial** seçeneğine tıklanır ya da **M** tuşuna basılır veya m araç çubuğuna tıklanır.
- Tuşa her basıldığında birim, milimetre veya inç olarak değişir.

2.2.2.3. Izgaranın (Grid) Ayarlanması

- Izgarayı aktif etmek için **View** menüsünden **Toggle Grid** seçeneğine veya araç çubuğundan düğmesine tıklanır. Izgara, nokta veya kare şeklini alır.
- Devre elemanlarının yerleştirilmesi ve net ağının bakır hattı yollarına dönüşümü işleminde ızgaralar etkin rol oynamaktadır. Bu nedenle ızgara aralıkları önemlidir. Izgara aralıklarını ayarlamak mümkündür.
- Izgaranın mevcut ölçülerle ayarlanması için **View** menüsünden **Snap 0.1 mm (0,1 mm aralıklı), Snap 0.5 mm (0,5 mm aralıklı), Snap 1 mm (1 mm aralıklı), Snap 2.5 mm (2,5 mm aralıklı)** seçeneklerinden veya ilgili fonksiyon tuşlarından (F1, F2, F3, F4) biri seçilir (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Mevcut ızgara ayarları

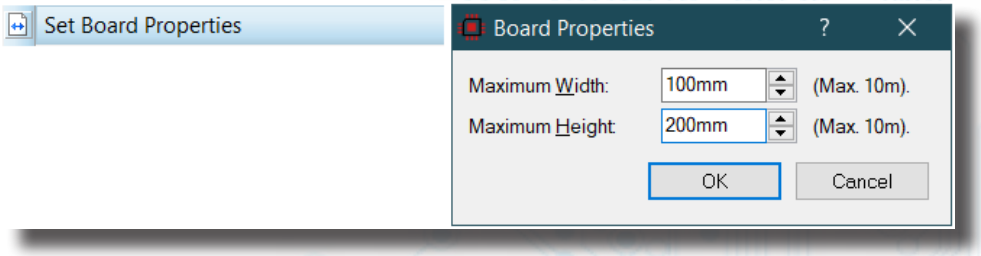


Görsel 2.21: Izgara aralıklarının değiştirilmesi

- Izgara aralıklarının farklı ölçülerle ayarlanması için **Technology** menüsünden **Set Grid Snaps** seçeneğine tıklanır (Görsel 2.21). Gelen pencereden dört farklı fonksiyonda ölçüler belirlenebilir, birim seçilebilir ve nokta aralıkları piksel cinsinden belirlenebilir.

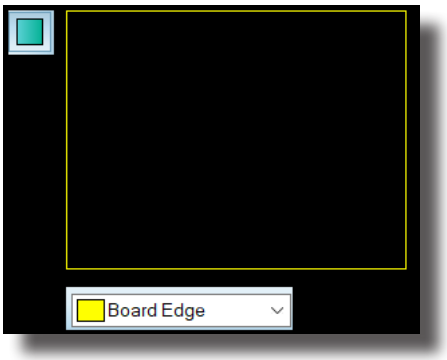
2.2.2.4. Plaket Alanının Tanımlanması

- Program baskı devre plaketi, mavi çizgiler ile default (varsayılan) olarak 300x250 mm ölçülerinde belirlemiştir. Bu ölçüleri ayarlamak için **Technology** menüsünden **Set Board Properties** seçeneğine tıklanır (Görsel 2.22). Gelen ekranda plaketin eni ve boyu ayarlanır.

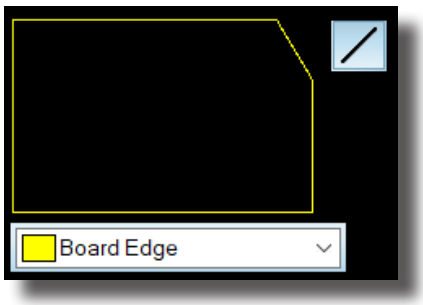


Görsel 2.22: Plaket PCB ölçülerinin ayarlanması

- Çalışma alanında dikdörtgen özelliğinde bir kart alanı belirlemek için 2D Graphics Box Mode ( ) düğmesine tıklanır. Çizim katı kutusundan Board Edge (Board Edge) seçilir. Tasarım alanında kalem ucu ile istenilen boyutta bir dikdörtgen çizilir (Görsel 2.23).
- Kullanılacak plaket, dikdörtgen dışındaki şekillerde de tasarlanabilir (yuvarlak, özel şekilli vb.). Farklı özellikte bir kart tasarımı yapmak için Board Edge alanı seçilir ve 2D Graphics Line Mode ( ) düğmesine basılır. Tasarım alanında kalem ucu ile istenilen ölçülerde bir şekil çizilir (Görsel 2.24).



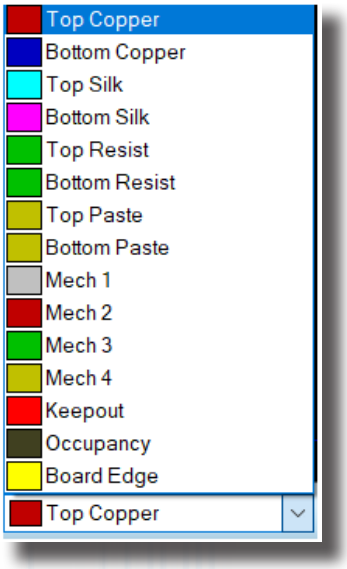
Görsel 2.23: Tasarım alanında dikdörtgen kart alanı çizimi



Görsel 2.24: Tasarım alanında farklı ölçülerde kart alanı çizimi

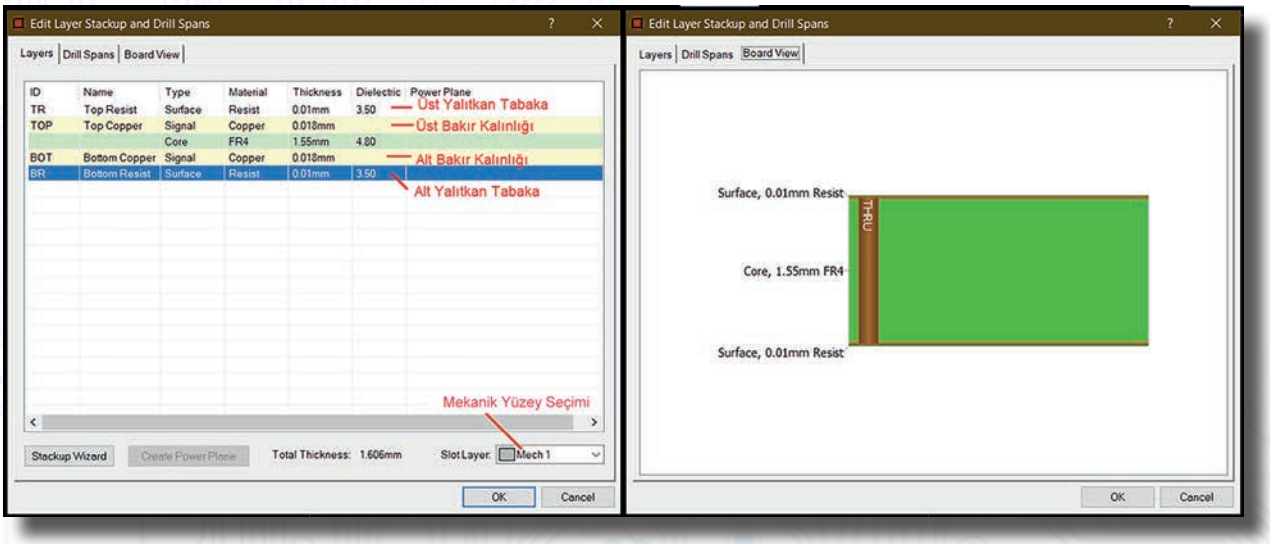
2.2.2.5. Plaket Layer ve Renk Ayarları

Tasarım alanında projeler 16 katlı yüzeylerde çizilebilir. Bunlar içeresinde çift katlı PCB kartları oluşturulabilir, katlar tek bir plaket içeresinde eşleştirilebilir veya düzenlenebilir. Top Layer en üst katı, Bottom Layer en alt katı ve Inner Layer ara katları temsil eder. Bakır yüzeyi Copper, ipek yüzeyi Silk, yalıtım yüzeyini Resist, bakırın yüzeyle yapışkan durumunu Paste, mekanik yüzeyi Mech belirtir. Görsel 2.25'te çeşitli layerler ve bunların renkleri görülmektedir.



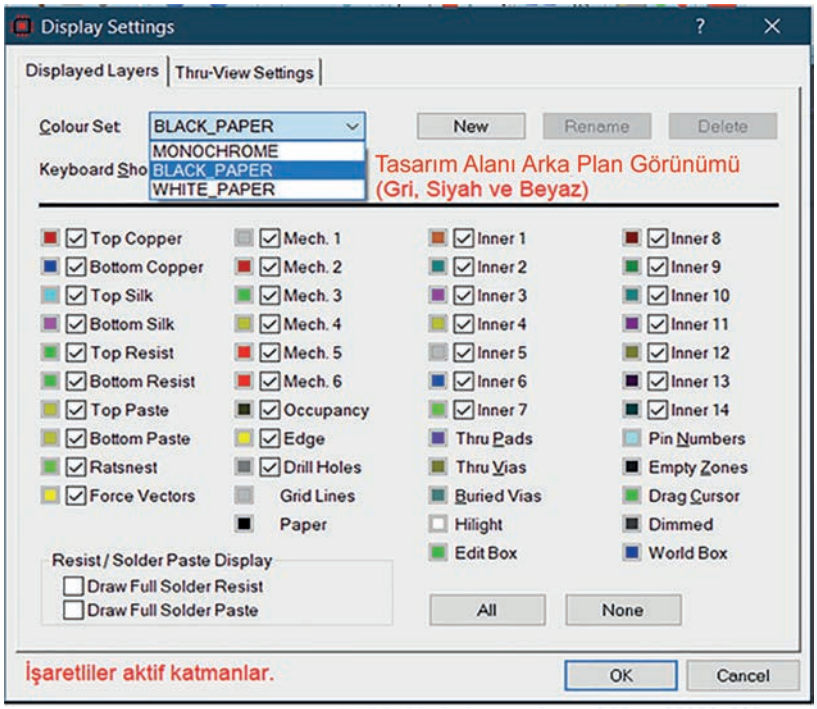
Görsel 2.25: Çizim katları ve çizim katlarının seçilmesi

Yüzey kat / layer ile ilgili ayarlamaları yapmak için Technology menüsünden Set Layer Stackup seçeneğine tıklanır (Görsel 2.26). Gelen pencerede Layer sekmesinde katmanların özellikleri, Board View sekmesinde katmanın görünümü bulunur. İlgili alanda layer kalınlığı ya da ismi değiştirilebilir.



Görsel 2.26: Edit Layer Stackup and Drill Spans penceresi

Katların renk ayarlarını yapmak için View menüsünden Edit Layer Colours / Visibility alanına tıklanır (Görsel 2.27). Görsel 2.25'te verilen alanların ayarlamaları bu kısımdan yapılır. Gereksiz katların işaretleri kaldırılarak katlar listeden çıkarılabilir. Elemanın yanındaki renk alanına tek tıklanarak eleman için farklı renk seçilebilir.

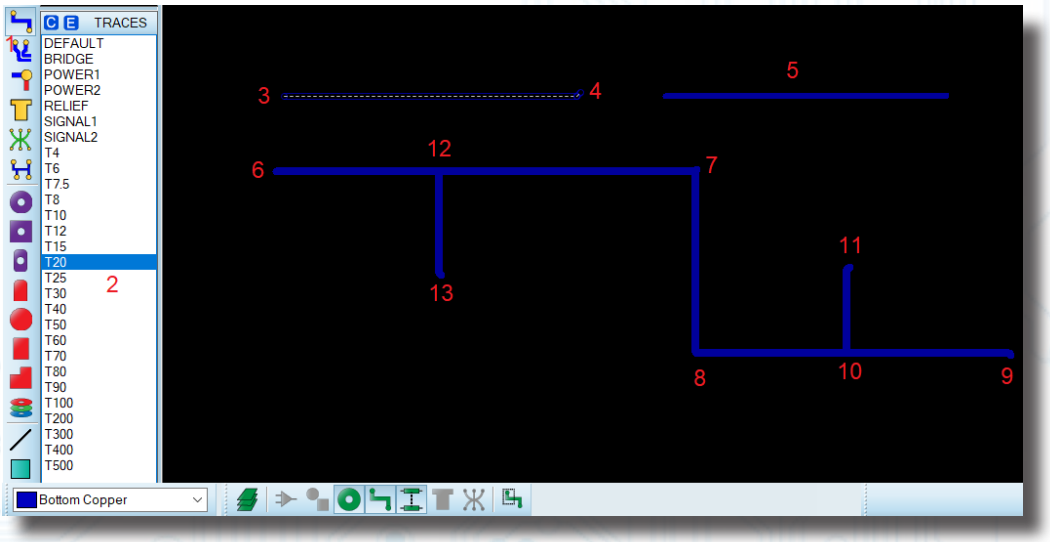


Görsel 2.27: Display settings penceresi

2.2.2.6. Tasarım Alanına Trace (Yol) Yerleştirilmesi

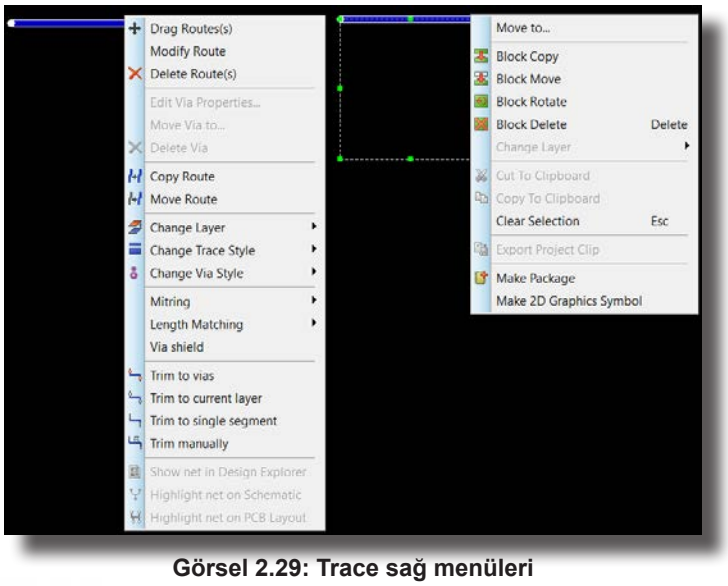
PCB kılıfları arasındaki bağlantılar **trace (yol)** olarak tanımlanır. Trace, devrenin iletken bağlantı hattının PCB kartı üzerinde çizilmesi amacıyla kullanılır yani kılıf / pin bağlantılarını yapar. Default yol genişliği 21th olarak belirlenmiş olup farklı kalınlıkta traceler de çizilebilir.

- Çizilecek çizim katı Bottom Copper (Bottom Copper) olarak seçilir.
- Track Mode ( ) araç çubuğuna basılır. Araç çubuğunun yanındaki kullanıcı kütüphanesi bölümünden çizim alanında kullanılabilecek traceler görüntülenir. Uygun bir trace seçilir (örneğin T20).
- Fare imleci çizim alanına getirilir ve imleç kalem şeklini aldığı anda uygun bir noktadan çizim işlemine geçilir. Sol tuşa basıldığında hat çizimi başlar ve tuşa tekrar basılıncaya kadar devam eder. İşlem bittiğinde hat çizimi mavi renkli olarak alana yerleşmiş olacaktır. Farklı çizim yapmak için fare imleci hattın ucuna getirilir ve çizim işlemi sürdürülür (Görsel 2.28).



Görsel 2.28: Trace çizimi

2.2.2.7. Trace (Yol) Özelliklerinin Değiştirilmesi ve Ayarları



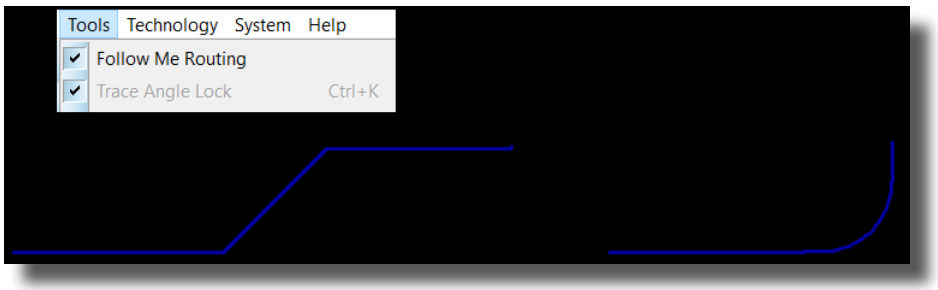
Görsel 2.29: Trace sağ menüleri

Tablo 2.22: Trace Menüsünün Alt Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Drag Routes(s)	Seçilen yol veya yolları, pin bağlantısını devam ettirerek taşır.
Modify Route	Seçilen yol bağlantısı üzerinde çeşitli düzenleme işlemlerini yapar.
Delete Routes(s)	Seçilen yol veya yolları siler.
Edit Via Properties	Via seçilmesi durumunda Via düzenleme penceresini ekrana getirir.
Move Via to…	Seçilen viayı uygun bir alana taşır.
Delete Via	Seçilen viayı siler.
Copy Route	Seçilen yol veya yolları bağlantısız şekilde kopyalar.
Move Route	Seçilen yol veya yolları, pin bağlantılarını koparark taşır.
Change Layer	Seçilen yolun kat yüzeyini değiştirir.
Change Trace Style	Seçilen yolun genişliğini değiştirir.
Change Via Style	Seçilen yol üzerinde via bulunuyorsa bu vianın stilini değiştirir.
Mitring	Çizilen yolun dönüş durumlarını ayarlar veya yolu belli bir açıda döndürür. Alt menüleri şunlardır: **Mitre:** Yolların 90ºlik dönüşlerinden hattı kurtarır ve yolu kırarak dönüş yolunu değiştirir. **Unmitre:** Yol dönüşlerini 90ºlik dönüşlere çevirir. **Set Mitre Depth:** Mitre ile ayarlanan yol dönüş açılarının ayarlamalarının yapıldığı Mitre Settings penceresini açar.
Length Matching	Hat dönüş yolları ile ilgili gerekli uzunluk ayarlamalarının yapıldığı bölümdür.
Via Shield	Via alanı ile ilgili değişikliklerin yapıldığı bir iletişim penceresini açar.
Trim to Vias	Seçilen yol üzerinde via varsa viaya kadar olan hattı seçer.
Trim to Current Layer	Aktif çalışılan kat üzerindeki yolu veya yolları seçer.
Trim to Single Segment	Seçilen yol üzerinde segment varsa segmente kadar olan hattı seçer.
Trim Manually	Belirlenen yol veya yolları seçili hâle getirir.
Show Net in Design Explorer	Otomatik PCB çizimlerinde aktif olur, normalde pasiftir. Physical Partlist View penceresini açarak PCB kılıfının bağlantılarını gösterir.
Highlight Net on Schematic	Otomatik PCB çizimlerinde aktiftir. Seçilen sembolü ve hattı, Schematic Capture ortamına götürerek kırmızı olarak gösterir.
Highlight Net on PCB Layout	Otomatik PCB çizimlerinde aktiftir. Seçilen hattı ve hattın uzantılarını ışıklandırır.
Move to	Seçilen alanı taşır.
Block Copy	Seçilen blok şemasını kopyalar.
Block Move	Seçilen blok şemasını taşır.
Block Rotate	Seçilen blok şemasını saat yönünde 90º döndürür.
Block Delete	Seçilen blok şemasını siler.
Cut to Clipboard	Seçilen alanı keser ve clipboard alanına yapıştırır.
Copy to Clipboard	Seçilen alanı clipboard alanına kopyalar.
Clear Selection	Seçimi temizler.
Export Project Clip	Seçilen alanın proje clip dosyası olarak çıktısını alır.
Make Package	Pin bağlantılı bir şema varsa bu şemayı yeni bir PCB kılıfına dönüştürür.
Make 2D Graphics Symbol	Verilen alanı symbol olarak kaydeder.

2.2.2.8. Trace (Yol) Açısının Belirlenmesi

Trace yolları serbest veya dik, (90º) açılı / (45º) açılı olarak çizilir. Tools menüsündeki Trace Angle Lock seçeneği işaretlenirse o anda yapılan çizim 45º ile 90º şeklinde olacaktır. Bu işlem hat çizimi esnasında uygulanır (Görsel 2.30).

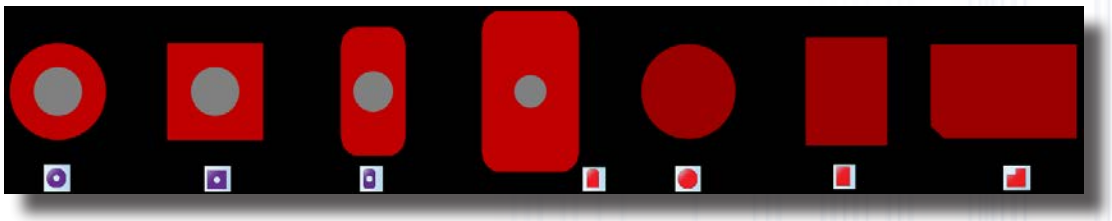


Görsel 2.30: Trace açısının belirlenmesi

2.2.2.9. Tasarım Alanına Pad Yerleştirilmesi ve Ayarları

PCB devresi tasarlanırken devre elemanlarının, ayak pinlerinin veya kablo bağlantılarının devreye bağlandığı deliklere pad denir. Ara katlara pad yerleştirilmez ancak drill hole denilen vida delikleri eklenir.

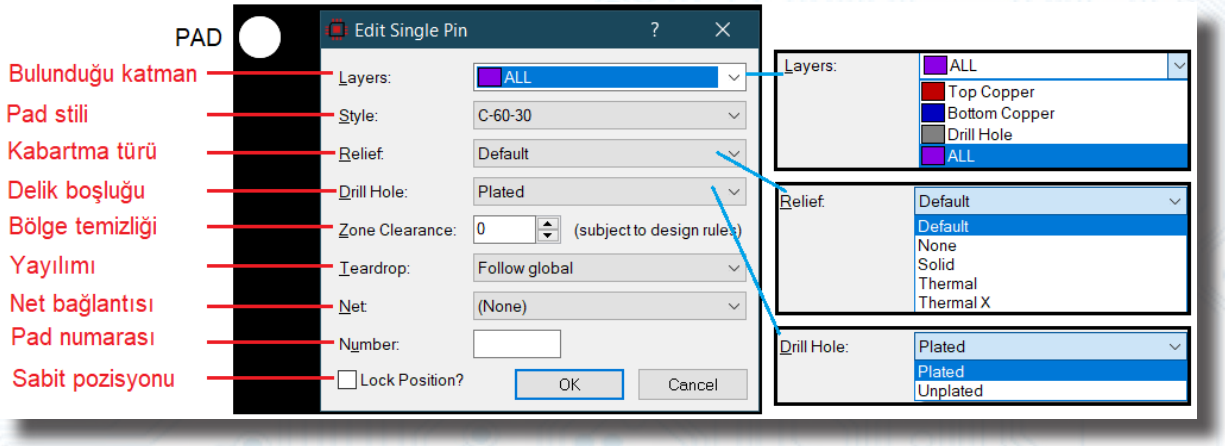
- Çizilecek çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- Pad türü (daire, kare, eliptik vb.) belirlenir.



Görsel 2.31: Çeşitli pad delikleri

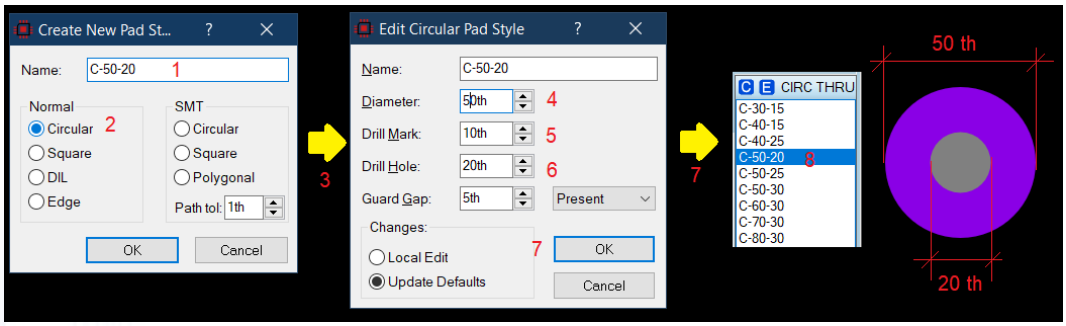
Devreye daire pad eklemek için Round Though-Hole Pad Mode (), kare pad eklemek için Square Though-Hole Pad Mode (), eliptik (elips biçiminde) pad eklemek için DIL Pad Mode (), dikdörtgen (konnektör) pad eklemek için Edge Connector Pad Mode (), içi dolu daire pad eklemek için Circular SMT Pad Mode (), içi dolu dikdörtgen pad eklemek için Rectangular SMT Pad Mode (), içi dolu çoklu pad eklemek için Polygonal SMT Pad Mode () araç çubuğuna tıklanır (Görsel 2.31).

- Gelen araç kutusundan mevcut padlerden biri seçilir. C-60-30 dairesel pad seçildiğinde iç çap genişliği 30th ve dış çap genişliği 60th olarak dairesel pad yerleşimi yapılır. Eleman seçildiğinde görünüm ekranından ölçü özellikleri görülür.
- Çizim alanına tıklanarak alana pad yerleştirilir. Her tıklamada padler tıklanan alana yerleşir. Farklı pad yerleştirmek istenirse malzeme kutusundan pad seçimi yapılır ve çizim alanında tıklamalar gerçekleştirilir.
- Pad üzerinde değişiklik yapmak istenirse pad üzerine sağ tıklanır ve açılan pencerede Edit Properties seçeneğine tıklanır. Görsel 2.32'de görüldüğü gibi Edit Single Pin penceresi ekrana gelir. Bu pencereden mevcut padin üzerinde bulunduğu katmanın stili (şekli), yüzey durumu ve numarası değiştirilebilir.



Görsel 2.32: Pad üzerinde değişikliğin yapılması

- Belirlenen padler dışında istenilen şekil ve ölçülerde padler oluşturulabilir. Bunun için Library menüsüne gidilir ve New Pad Style seçeneğine tıklanır. Görsel 2.33'te görüldüğü gibi ekrana Create New Pad Style penceresi gelir. Daire şeklinde bir pad oluşturmak için Circular kısmına tıklanır. Oluşturulan pade Name alanından uygun isim (C-50-20) verilip OK butonuna basılır. Artık iç çapı 20th ve dış çapı 50th olan bir pad tasarımına geçilebilir. Gelen Edit Circular Pad Style penceresinden Diameter alanına padin dış çapı 50th olarak girilir. Drill Hole alanına padin iç çapı 20th olarak girilir. Kalan 15th ölçü değeri diğer ikisine (Drill Mark-Guard Gap) paylaştırılır ve OK butonuna basılır. Oluşturulan pad, malzeme kutusuna yerleştirilmiştir. Aynı isimle başka bir pad varsa mevcut dosya üzerinde güncelleme yapılabilir.



Görsel 2.33: Yeni bir pad oluşturma işlemi

2.2.2.10. Tasarım Alanına Via Yerleştirilmesi ve Ayarları

Çok katlı PCB devrelerinde katlar arası geçişi sağlayan lehimli deliklere via denir. Pad ile vianın çizim yöntemi aynıdır.

- Çizilecek çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- Via Mode ( ) araç çubuğuna tıklanır.
- Açılan malzeme kutusunda çeşitli via modelleri (VIAS) görülecektir. Default (30th-15th), V0.3 mm (0.6 mm-0.3 mm), V20 (20th-10th), V30 (30th-15th), V40 (40th-15th), V50 (50th-20th), V60 (60th-20th), V70 (70th-20th), V80 (80th-20th) via modellerinden birisi seçilir.
- Vialar, çizim alanına tıklanarak alana yerleştirilir. Yerleştirme işlemini iptal etmek için farenin sağ tuşuna basılmalıdır.

2.2.2.11. Tasarım Alanına Yazı (Text) Eklenmesi ve Düzenlenmesi

PCB şeması çizilirken sembol adları, sembol numaraları, pin numaraları, klemens açıklamaları gibi bilgiler ile şemanın desteklenmesi gerekebilir. Şemaya bu bilgileri yazabilmek için aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

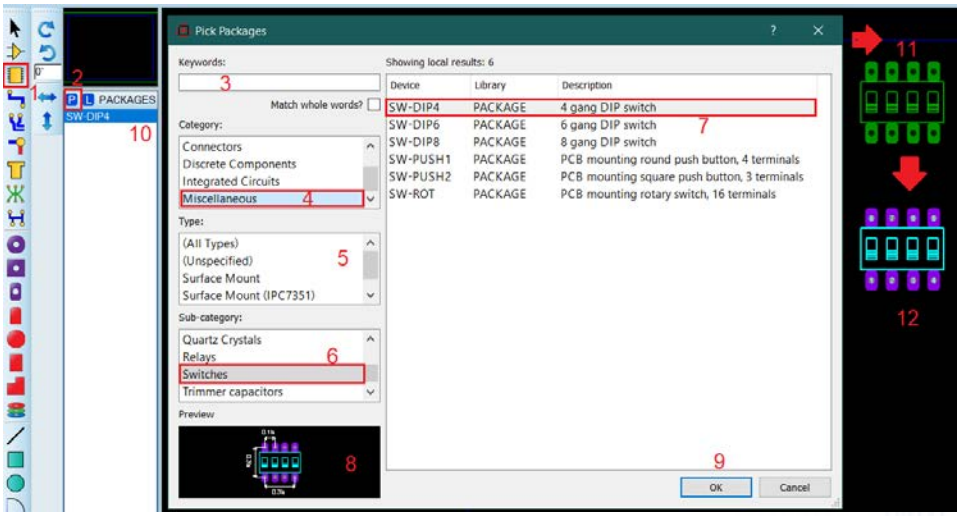
- Çizilecek çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- 2D Graphics Text Mode (A) araç düğmesine basılır.
- Yazının ekleneceği alana tıklanır. Görsel 2.34'teki Edit 2D Graphics Text penceresi ekrana gelir.
- Eklenecek metin, String alanına yazılır.
- Justification bölümünde yazının dikey veya yatay hizalama biçimi ayarlanır. Font Attributes bölümünde yazı stili ve boyutu ayarlanır. Görsel 2.34'teki örnekte "YARIM DALGA DOĞRULTMAÇ DEVRESİ" metninin, yazı stili ve boyutu (Arial – 80th genişlik – Kalın) düzenlenerek pencerenin altına hizalanıp eklenmiş hâli görülmektedir.



Görsel 2.34: Çizim alanına örnek bir yazı yazılması işlemi

- Yazılan metni değiştirmek için ilgili metin üzerinde sağ tuş menüsünden Edit Properties seçilir ya da Selection Mode ( ) araç çubuğuna basılır ve ilgili yazı alanına çift tıklanır. Görsel 2.34'teki pencere ekrana tekrar gelir. Bu pencerede gerekli değişiklikler yapılır.

2.2.2.12. Tasarım Alanına PCB Kılıfının Eklenmesi

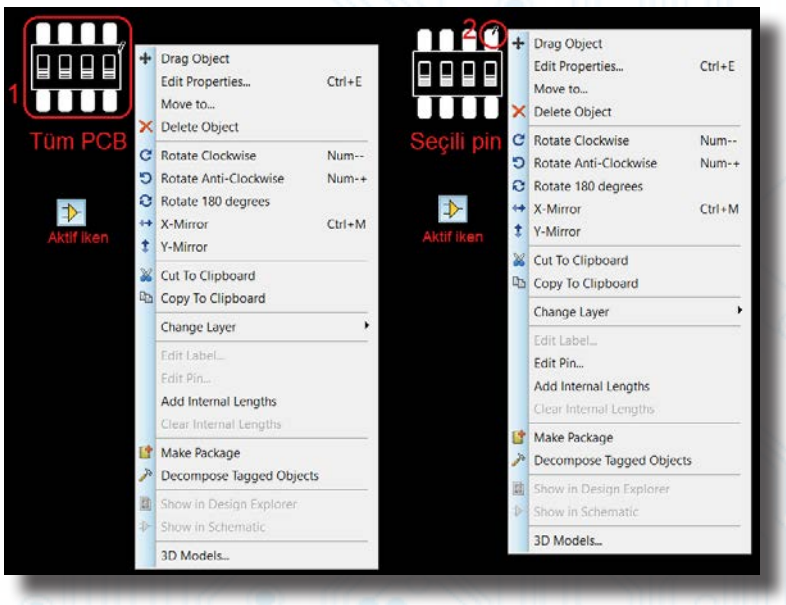


Görsel 2.35: Tasarım alanına PCB kılıfının eklenmesi

- Çizilecek çizim katı Battom Copper olarak seçilir.
- Package Mode ( ) düğmesine basılır.
- PACKAGES (PACKAGES) kutusunda bulunan P düğmesine basılır.
- Pick Packages penceresi açılır. Category bölümünden ilgili kütüphane kategorisi, Types bölümünden elemanın tip yapısı, Sub-category bölümünden elemanın alt kategorisi ve Result bölümünden ilgili eleman seçilir, farenin sol tuşuna çift tıklanır ve OK butonuna basılır. Böylelikle PCB kılıfı, malzeme kutusuna getirilmiş olur.
- Malzeme kutusundan eleman seçilir ve çizim alanına tıklanarak alana yerleştirilir. Eleman, farenin sağ tuşuna veya ESC'ye basılıncaya dek alanda kalır (Görsel 2.35).

2.2.2.13. Tasarım Alanında PCB Kılıfının Seçilmesi ve Düzenlenmesi

- Çizilecek çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- Component Mode ( ) düğmesine basılır.
- PCB kılıfının tamamı seçilecekse kılıfın içeresindeki uygun bir alana sağ tıklanır. PCB kılıfının pini seçilecekse ilgili pinin üzerine sağ tıklanır. Görsel 2.36'daki gibi özellikler menüleri ekrana gelir. İşlemler buradan gerçekleştirilir.



Görsel 2.36: Tasarım alanında PCB kılıfın seçilmesi ve çeşitli işlemler

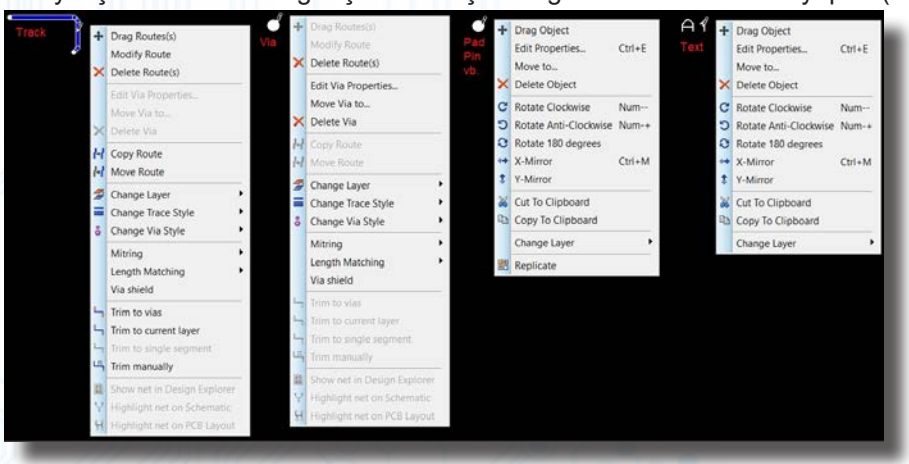
PCB kılıfının menüleri Tablo 2.23'te görülmektedir.

Tablo 2.23: PCB Kılıfı Menüleri

Menü Adı	Özellikleri
Drag Object	PCB kılıfını ilgili alana taşır. Pin bağlantısı varsa bağlantı devam eder.
Edit Properties…	Elemanın düzenleme penceresini açar.
Move to…	Elemanı belirlenen koordinat noktasına taşır.
Delete Object	Elemanı siler.
Rotate Clockwise	Elemanı saat yönünde 90º döndürür.
Rotate Anti-Clockwise	Elemanı saat yönünün tersine 90º döndürür.
Rotate 180 degrees	Elemanı 180º döndürür.
X-Mirror	Elemanın yatay (X ekseni boyunca) ayna görüntüsünü alır.
Y-Mirror	Elemanın dikey (Y ekseni boyunca) ayna görüntüsünü alır.
Cut To Clipboard	Elemanı tasarım alanından keserek clipboard alanına kopyalar.
Copy To Clipboard	Elemanı clipboard alanına kopyalar.
Change Layer	Elemanın kat yüzeyini değiştirir ve elemanı belirlenen yüzeyde tanımlar.
Edit Label	Komponentin etiketini değiştirir.
Edit Pin	Komponentin pini ile ilgili düzenleme penceresini açar.
Add Internal Lengths	Pin uzantılı data dosyasını ekler.
Clear Internal Lengths	Yerleştirilen pin uzantılı data dosyasını temizler.
Make Package	Yeni eleman / komponent oluşturarak kütüphaneye ekler.
Decompose Tagged Objects	Komponenti bileşenlerine (text, pin, box vb.) ayırır.
Show in Design Explorer	PCB kılıfının net bağlantılarını gösteren Physical Partlist View penceresi açılır. Otomatik çizilmiş çizimler varsa aktifleşir.
Show in Schematic	PCB kılıfının şemadaki yerini gösterir. Bunun için Schematic Capture ortamına geçilir ve ilgili elemanın konumu seçilmiş olur.
3D Models	PCB kılıfının 3D modelini gösterir.

2.2.2.14. Tasarım Alanında Trace (Yol), Via, Pad / Pin ve Text İşlemleri

- Çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- Trace (Yol) Seçimi: Track Mode ( ) düğmesine basılır. İlgili yol alanına sağ tıklanır. Yol üzerinde kesikli bir çizgi alanı oluşur (Görsel 2.37).
- Via Seçimi: Via Mode ( ) düğmesine basılır. İlgili via alanına sağ tıklanır. Via üzerinde kesikli bir çizgi alanı oluşur (Görsel 2.37).
- Pad / Pin Seçimi: Round Though-Hole Pad Mode ( ) düğmesine basılır. İlgili pad alanına sağ tıklanır. Pad üzerinde kesikli bir çizgi alanı oluşur. Aynı işlem pinler için de geçerlidir (Görsel 2.37).
- Text Seçimi: 2D Graphics Text Mode (A) düğmesine basılır. İlgili yazı alanına sağ tıklanır. Yazı belirlenmiş olur (Görsel 2.37).
- Sağ tıklamayla çıkan menüden ilgili işlemler seçilir ve gerekli düzenlemeler yapılır (Görsel 2.37).



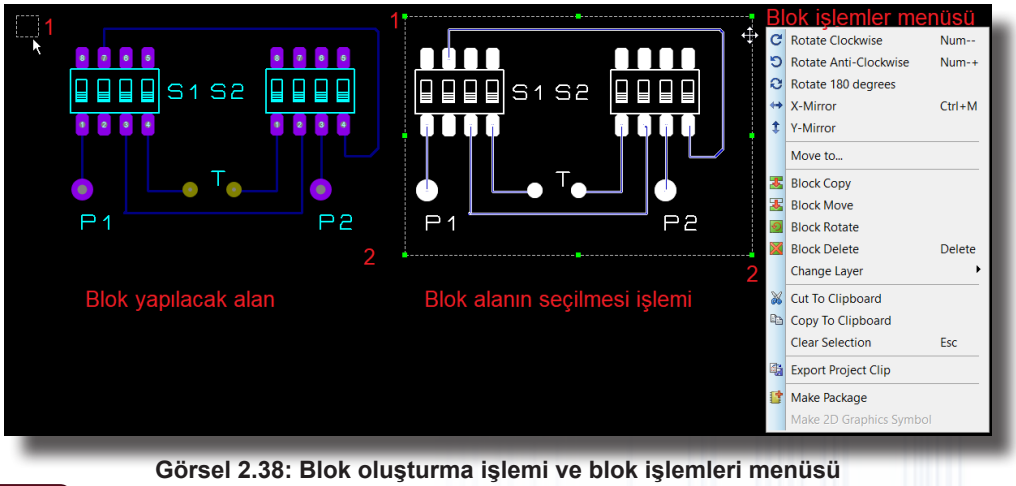
Görsel 2.37: Tasarım alanında çeşitli elemanların seçilmesi ve düzen menüleri

2.2.2.15. Tasarım Alanında Blok İşlemleri

- Tasarım alanında gerçekleştirilen bir çalışmada elemanları düzenlemek, elemanların yerini değiştirmek gibi işlemlerin yapılması gerekebilir. Bu işlemler, her bir eleman / komponent için tek tek yapılabileceği gibi alandaki elemanların blok içeresine alınmasıyla toplu olarak da yapılabilir. Bu nedenle devre şeması çiziminde olduğu gibi çizim alanında da blok alma işlemleri önemli yer tutar. Blok

içeresinde eleman, komponent, bağlantı yolları vb. her türlü kısım yer alabilir.

- Çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- İlgili eleman ve eleman grubu alana yerleştirilir. Bağlantı yolları ve padler de alana eklenebilir.
- Blok alınacak bölge belirlenir.
- Fare imleci belirlenen bölgenin sol üst köşesine götürülür.
- İmleç, fareye basılı tutularak blok alanının sağ alt köşesine doğru sürüklenir.
- Sağ alt köşeye gelindiğinde fare tuşu bırakılır.
- Beyaz renkli ve kesikli dikdörtgen / kare bir alan oluşur. Bu alan içeresinde yer alan eleman veya devre seçilir. Artık bir blok işlemi oluşmuştur (Görsel 2.38).
- Blok alanındayken farenin sağ tuşuna basıldığında ekrana blok işlemler menüsü gelir. Blok ile ilgili temel işlemler buradan gerçekleştirilir.



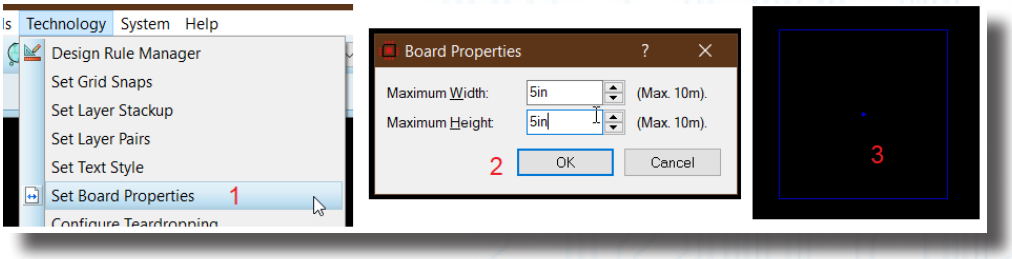
Görsel 2.38: Blok oluşturma işlemi ve blok işlemleri menüsü

Bilgi Notu **Devre simülasyon yazılımında yapılan blok işlemleri ile devre çizimi yazılımında yapılan blok işlemleri birbirine benzerlik göstermektedir.**

Sıra Sizde **Tasarım alanında bir blok alanı oluşturunuz. Bu blok alanında çeşitli işlemler (bloğu kopyalama, blok taşıma, blok ile ilgili çeşitli döndürme işlemleri, blok aynalama işlemleri vb.) yapınız.**

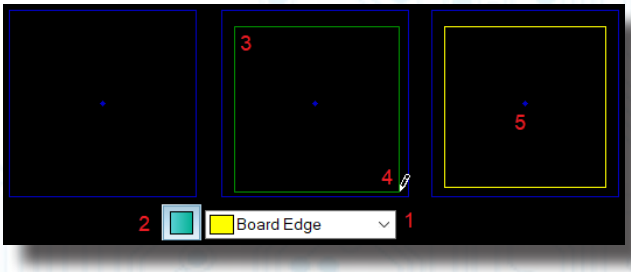
2.2.2.16. Layer Katmanında Bakır Alanının Oluşturulması

- Technology→Set Board Properties (↵)
- Board Properties penceresinden çalışma alanının çerçevesinin genişlik (width) ve yükseklik (height) ölçüleri kutucuklara inç veya mm olarak girilir. OK butonuna basıldığında tasarım çalışma alanının çerçevesi belirlenmiş olur (Görsel 2.39).



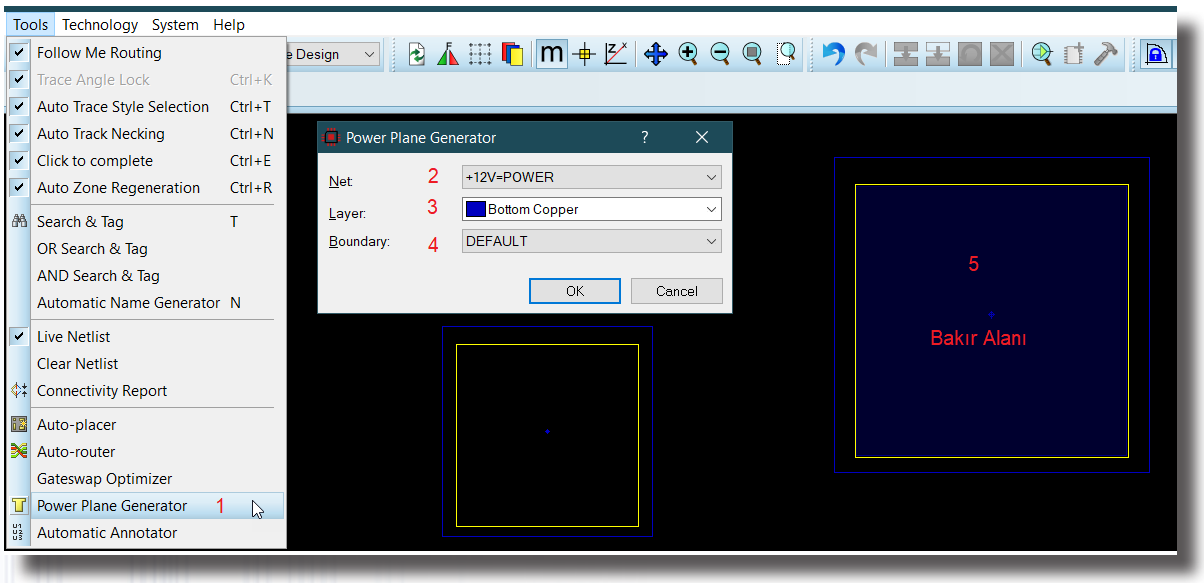
Görsel 2.39: Çalışma alanının belirlenmesi

- Çizilecek çizim katı Board Edge (Board Edge) olarak seçilir.
- Tasarım alanında 2D Graphics Box Mode ( ) seçilir ve alanda bir kare çizilir (Görsel 2.40).



Görsel 2.40: Çalışma alanında kapalı çizim alanının oluşturulması

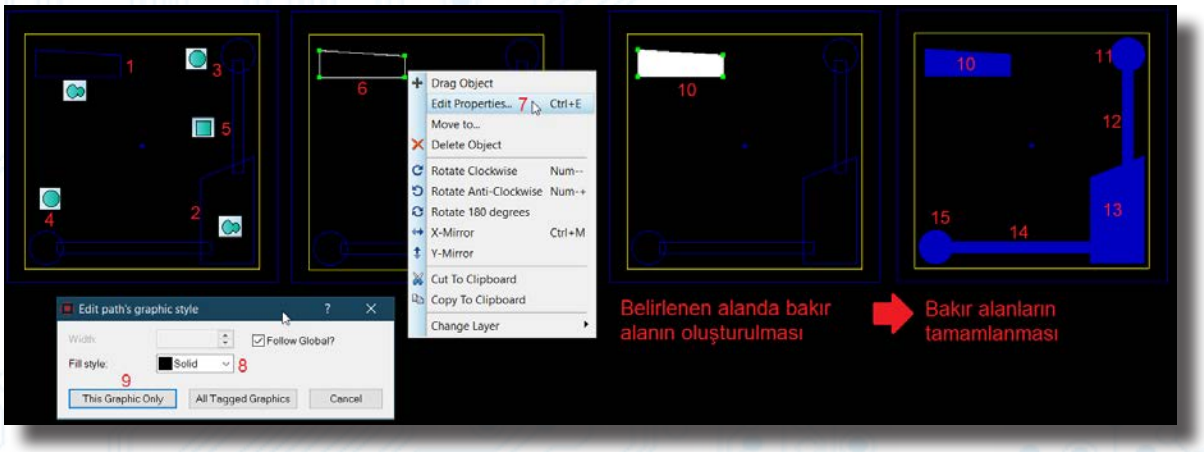
- Tools→Power Plane Generator (↵)
- Power Plane Generator penceresinden bakır alanının katı Bottom Copper, bağlanacağı net +12V Power ve sınır kısmı Default olarak belirlenir ve OK butonuna basılır.
- Görsel 2.41'de görüldüğü gibi belirlenen sınırlar içeresinde bir bakır alanı oluşturulur. Bu bakır alanı ile ilgili değişiklikler Technology→Design Rule Manager alanından gerçekleştirilir.



Görsel 2.41: Belirlenen sınırlar içeresinde bakır alanının oluşturulması

Bu işlem seçili tüm alanlara bakır alanı yerleştirir. Bakır alanı işleminin daha farklı özellikte yapılması istenirse çizimler manuel tasarımlarla oluşturulur. Bunun için izlenecek yöntem şu şekildedir:

- Çizim katı Board Edge olarak seçilir.
- Tasarım alanında 2D Graphics Box Mode ( ) seçilir ve alanda bir kare çizilir (Görsel 2.40).
- Çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- 2D Graphics araç çubuğundan " , , , " simgelerinden biri seçilerek çizim alanında çeşitli kapalı şekiller çizilir. Görsel 2.42'de örnek çizimler görülmektedir.
- İlgili şekil üzerine sağ tıklanır ve açılan pencereden Edit Properties seçilir.
- Edit Path's Graphic Style penceresinden Fill Style kısmından Solid seçilir ve This Graphic Only butonuna basılır. İlgili şeklin içeresine bakır alanları yerleştirilmiş olur. Diğer şekiller için de aynı işlemler uygulanır. Böylelikle kapalı kısımlarda bakır alanları oluşturulur (Görsel 2.42).
- Technology→Design Rule Manager alanından Enable design rule checking? kutucuğu aktif edilirse çizimlerde kural hatasının olup olmadığı durum çubuğunda görülür. No CRC errors mesajı çizimde kural hatası olmadığını belirtir.



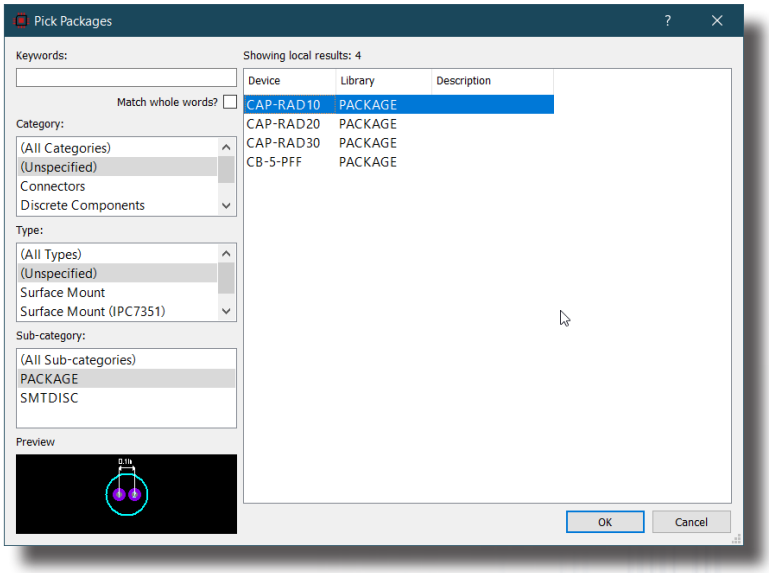
Görsel 2.42: Tasarım alanında örnek kapalı şekillerin çizilmesi ve bakır alanlarının oluşturulması

Bilgi Notu **Bakır alanı oluşturmak için çalışma alanı üzerinde bir alan çerçevesi oluşturulmalı ve çizilen şekiller kapalı bir çizgi alanı çerçevesi yapmalıdır. Aksi takdirde program, dolum işlemini başka alanlara uygular.**

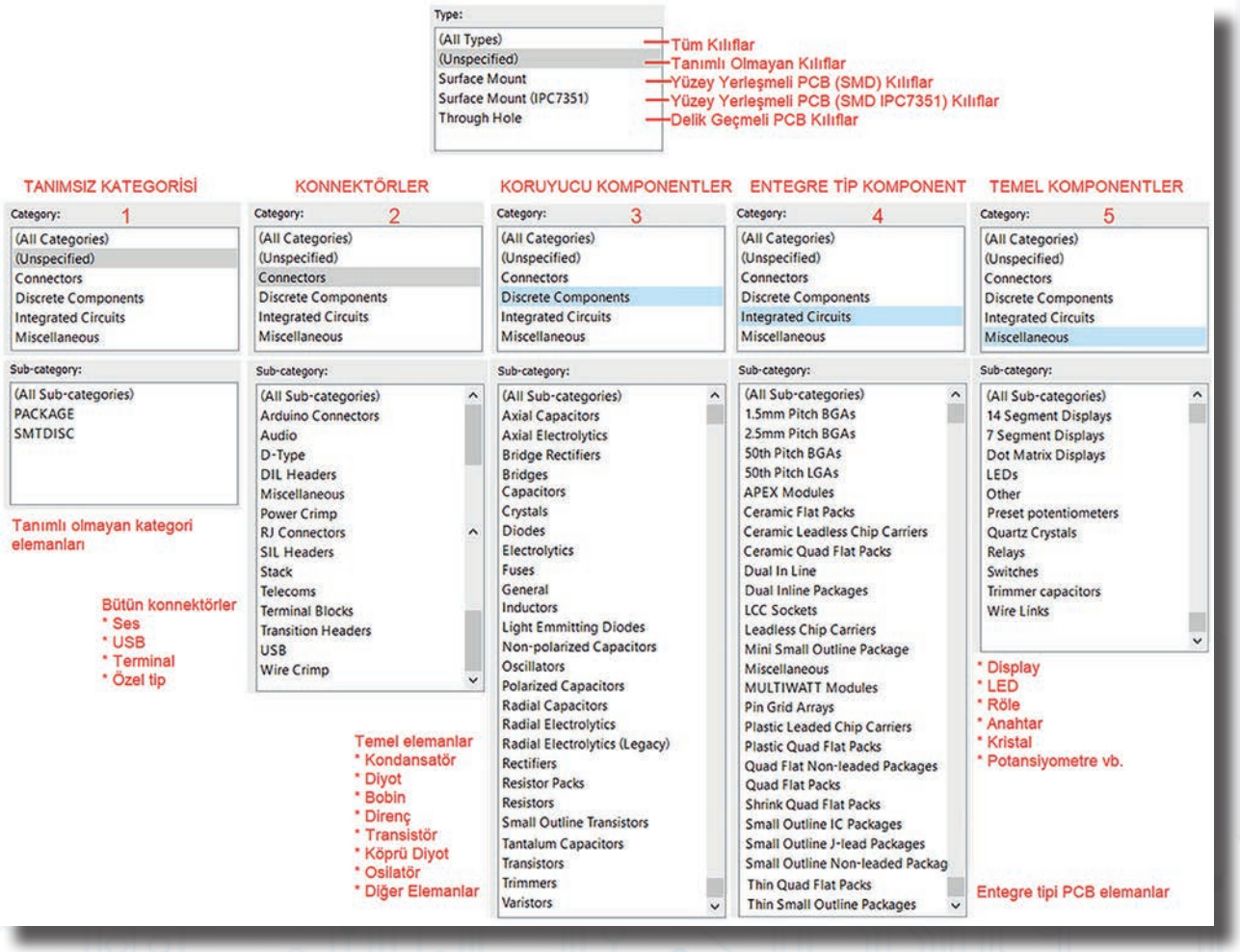
2.3. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA YENİ SEMBOL VE PCB KILIFI OLUŞTURMA

2.3.1. BASKI DEVRE YAZILIMINDA PCB KÜTÜPHANESİ

Package Mode ( ) araç çubuğuna tıklanır. PACKAGES bölümünden P düğmesine tıklanır. Görsel 2.43'teki Pick Packages penceresi ekrana gelir. Görsel 2.44'te elemanların kategori listeleri görülmektedir.



Görsel 2.43: Pick Packages penceresi



Görsel 2.44: PCB kütüphanesinin kategorileri

Görsel 2.43'te görülen pencerenin bölümleri şunlardır:

Keywords: Arama bölümüdür. Aranması gereken eleman isimleri İngilizce olarak yazılır.

Match Whole Words: Bu kutucuk işaretlenirse Keywords alanına yazılan elemanın tam ismiyle arama işlemi yapılır. İşaretlenmezse kelimeler şeklinde arama yapılır.

Category: Elemanların ana kategorileri bu bölümde listelenir.

Type: Değişik PCB kılıfı tipleri mevcutsa bu bölümde listelenir.

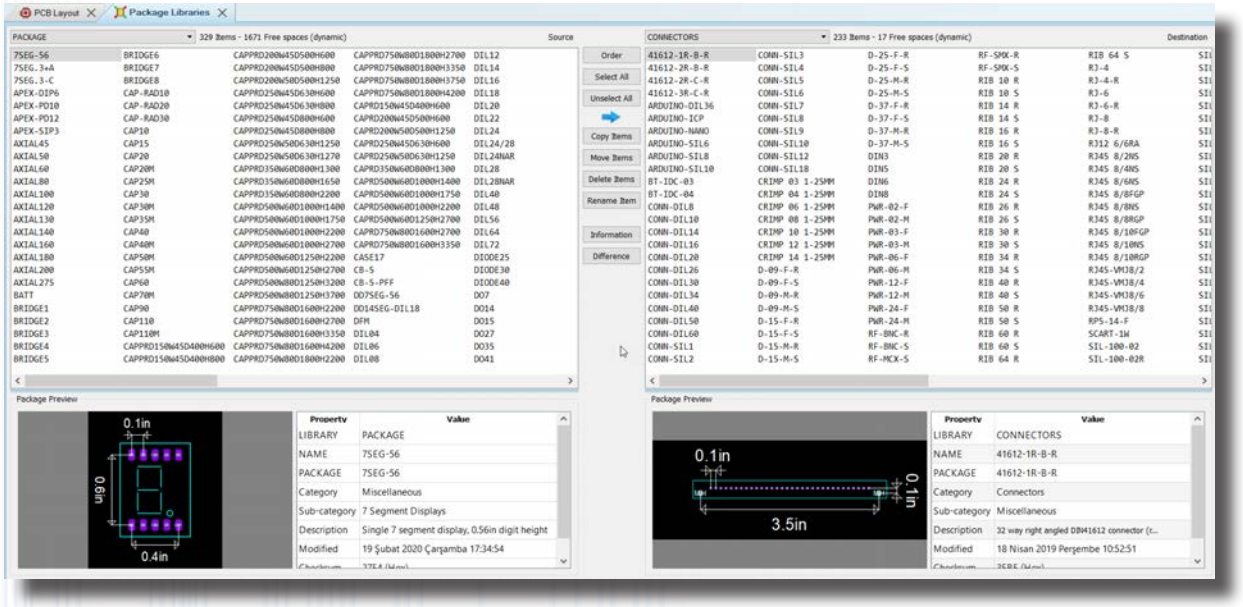
Sub-category: Ana kategorilerin alt kategorileri bu bölümde listelenir.

Showing Local Results: Arama sonucunda oluşan eleman listesi bu bölümde listelenir.

Preview: Seçilen elemanın PCB sembolü bu bölümde görüntülenir.

2.3.2. BASKI DEVRE YAZILIMINDA KÜTÜPHANE YÖNETİCİSİ

PCB kılıfını veya elemanı kütüphaneye eklemek mevcut bir kütüphaneyi veya elemanı silmek gibi birçok işlem Library Manager bölümü içerisinde yapılabilir. Bu bölüme Library→Library Manager (↵) kısmından ya da PACKAGES kısmındaki L düğmesinden ulaşılabilir.



Görsel 2.45: Baskı devre yazılımı kütüphanesi yönetim penceresi

Görsel 2.45'te görülen pencerenin bölümleri şunlardır:

Source: Kaynak (mevcut) kütüphane alanıdır.

Destination: Hedef (yeni) kütüphane alanıdır.

Order: Kütüphanelerin sırasını belirler.

Select All: Mevcut kütüphanedeki tüm elemanları seçer.

Unselect All: Mevcut kütüphanedeki seçili elemanların seçili olma durumlarını kaldırır.

Copy Items: Mevcut kütüphanedeki elemanları hedef kütüphaneye kopyalar.

Move Items: Mevcut kütüphanedeki elemanları hedef kütüphaneye taşır.

Delete Items: Mevcut kütüphanedeki seçili elemanları siler.

Rename Item: Mevcut kütüphanedeki seçili elemanın adını değiştirir.

Information: Kütüphane ya da elemanlar hakkında bilgiler (tarihi, sürümü vb.) verir.

Difference: Mevcut kütüphanedeki seçili eleman ile hedef kütüphanedeki seçili elemanı tek bir pencere altında karşılaştırır.

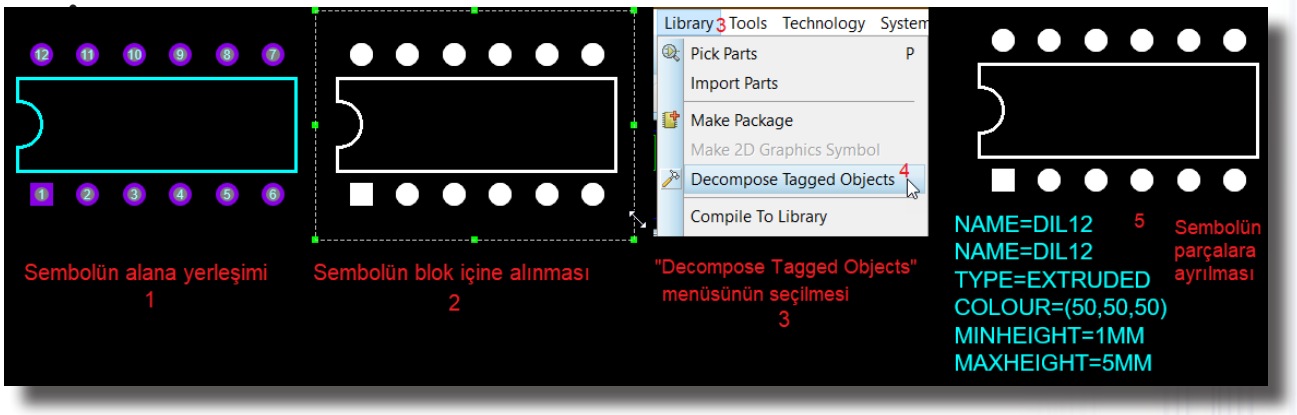
Package Preview: Seçili elemanın özelliklerini gösterir.

2.3.3. BASKI DEVRE YAZILIMINDA YENİ BİR SEMBOL OLUŞTURMA İŞLEMİ

2.3.3.1. Sembolü Değiştirerek Yeni Bir Sembol Oluşturma İşlemi

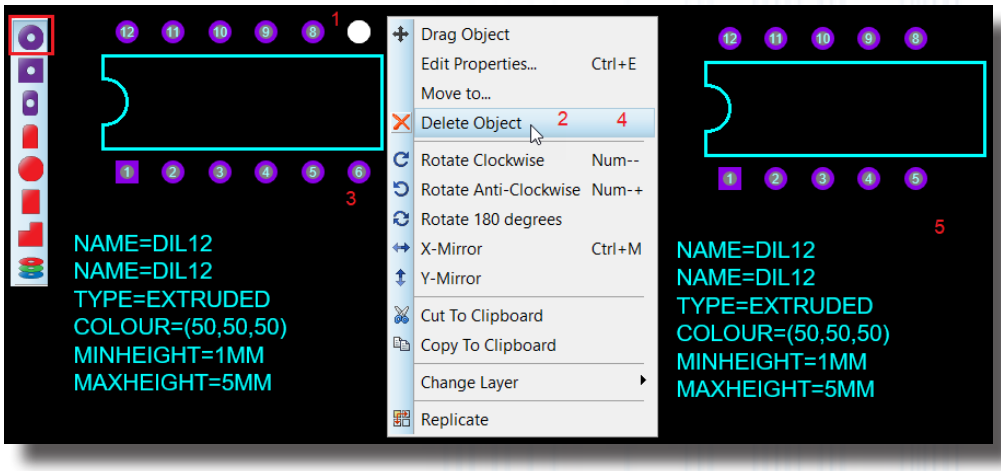
- Çizim katı Bottom Copper olarak seçilir.
- Package Mode ( ) araç çubuğuna tıklanır ve PACKAGES kısmından P tuşuna basılır.

- Keywords alanına DIL12 yazılır ve sonuç kısmından eleman seçilerek üzerine çift tıklanır.
- DIL12 sembolü, malzeme kutusundan alınır ve tasarım alanına yerleştirilir (Görsel 2.46).
- Tasarım alanına yerleştirilen sembol blok alanına alınır veya seçili hâle getirilir.
- Library→Decompose Tagged Objects (↵) işlemleri yapılır.
- Görsel 2.46'da görüldüğü gibi sembol, bileşenlerine ayrılmıştır.



Görsel 2.46: DIL12 sembolünün alana yerleştirilmesi ve parçalara ayrılması

- DIL12'de bulunan 12 pinlik kısım yeni sembolde 10 pin olarak düşünülecektir. Bu nedenle sembol ve pinler yeni duruma göre ayarlanmalıdır. İlk olarak sembolün en sağında bulunan alt ve üst pinlerin silinmesi gerekir.
- Round Through-Hole Pin Mode ( ) seçilir. DIL12 sembolünün en sağında bulunan 6 ve 7 No.lu pinler seçilir, pinlere sağ tıklanır ve açılan menüden Delete Object kısmına tıklanır (Görsel 2.47).



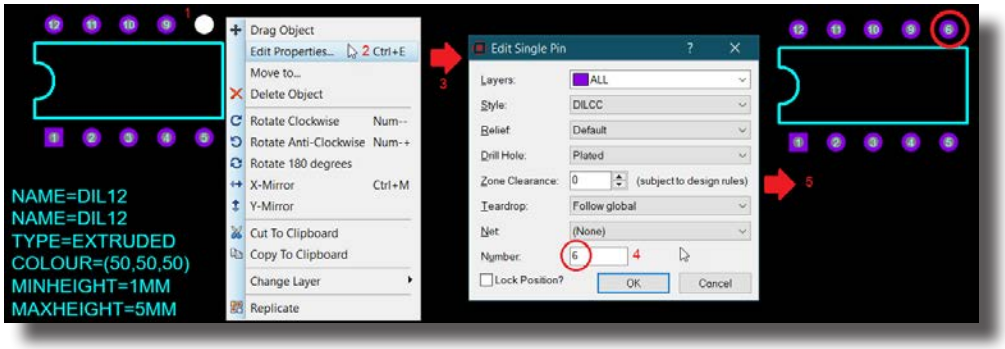
Görsel 2.47: DIL12 sembolü içeresindeki pinlerin silinmesi

- Sembol pinlerinin silinen kısımlarında çizgiler uzun görünmektedir. Bu çizgilerin kısaltılması gerekir. İlk olarak üst çizgiye tıklanır ve çizgi, sağ noktasından içeriye doğru çekilir. Aynı işlem alt çizgi ve yan çizgi için de yapılır ve sembol hazır hâle gelir (Görsel 2.48).



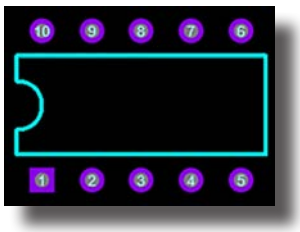
Görsel 2.48: Sembol çizgilerinin tekrar düzenlenmesi

- Sembol pinlerinin numaralarının tekrar düzenlenmesi gerekir. Görsel 2.48'de görüldüğü gibi alt kısımdaki numaralar (1, 2, 3, 4, 5) doğruyken üst kısımdaki numaralar (8, 9, 10, 11, 12) yanlıştır.
- Round Through-Hole Pin Mode ( ) seçilir.
- İlk olarak 8 No.lu pin seçilir ve sağ tıklanarak açılan pencereden Edit Properties kısmına tıklanır.
- Edit Single Pin penceresi ekrana gelir. Number alanındaki rakam 6 olarak değiştirilir ve OK butonuna basılır (Görsel 2.49).



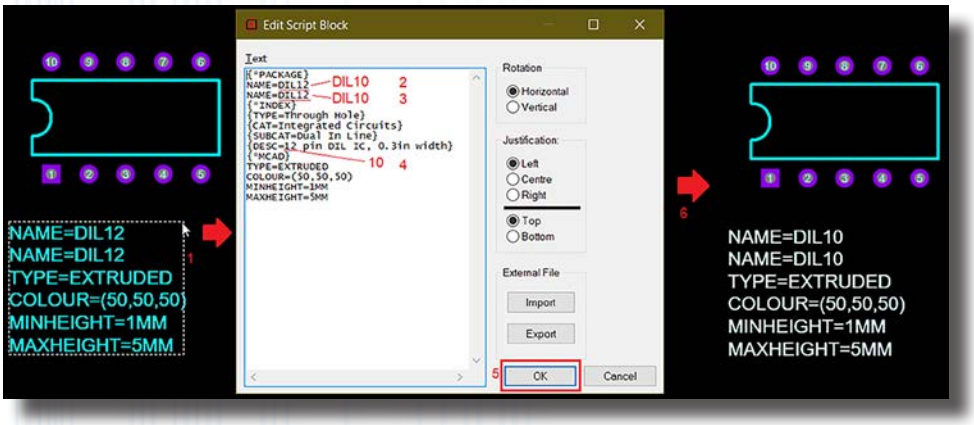
Görsel 2.49: DIL12 sembolünde pin numarasının değiştirilmesi işlemi

- 9, 10, 11 ve 12 No.lu pinlerin numaraları da aynı işlemler yapılarak değiştirilir (Görsel 2.50).



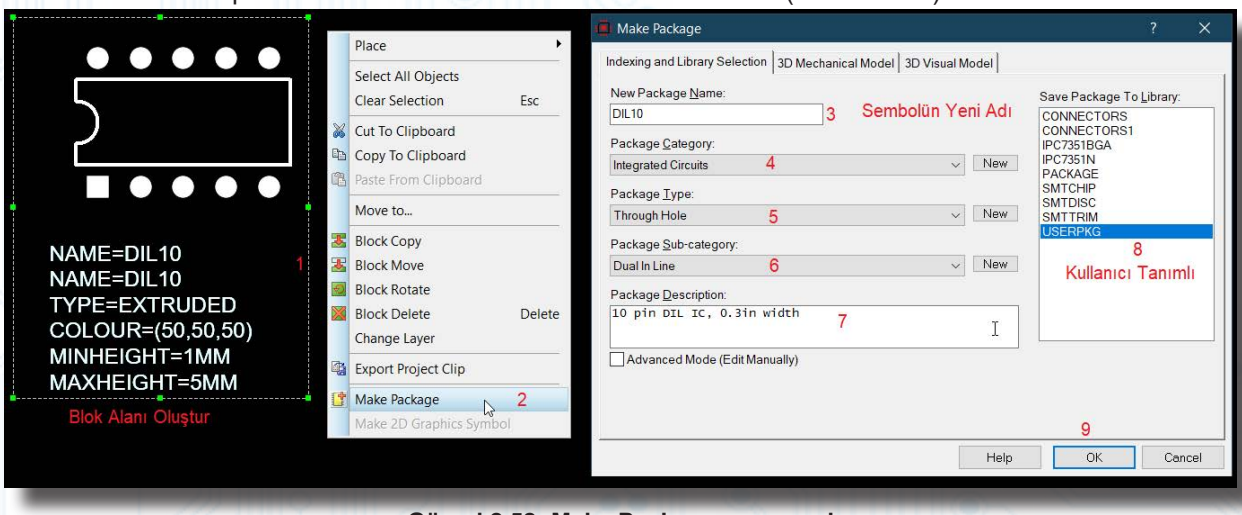
Görsel 2.50: Sembol pin numaralarının düzenlenmesi

- DIL12 sembol adının DIL10 olarak değiştirilmesi gerekir. Sembol altındaki yazı alanına çift tıklanır veya sağ tıklanıp açılan pencereden Edit Properties seçilir.
- Görsel 2.51'deki Edit Script Block penceresi ekrana gelir. DIL12 kısmı DIL10 olarak DESC=12 kısmı DESC=10 olarak değiştirilir ve OK butonuna basılır.

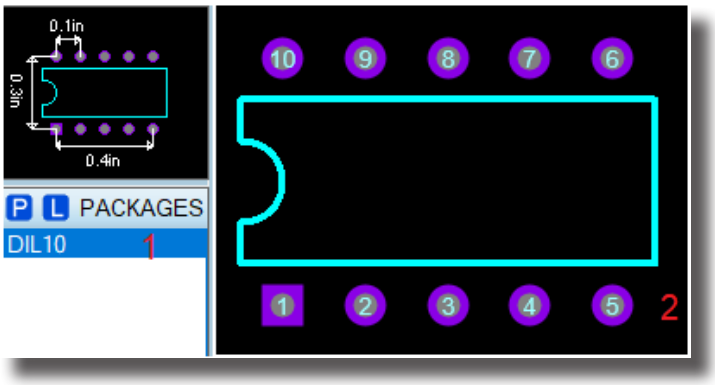


Görsel 2.51: Sembol isminin düzenlenmesi

- İsim ve sembolü kaplayacak şekilde bir blok oluşturulur ve blok üzerine sağ tıklanarak açılan pencereden Make Package seçilir. Görsel 2.52'deki Make Package penceresi ekrana gelir. Sembol için isim ve kütüphane alanı tanımlanır ve OK butonuna basılır (Görsel 2.53).

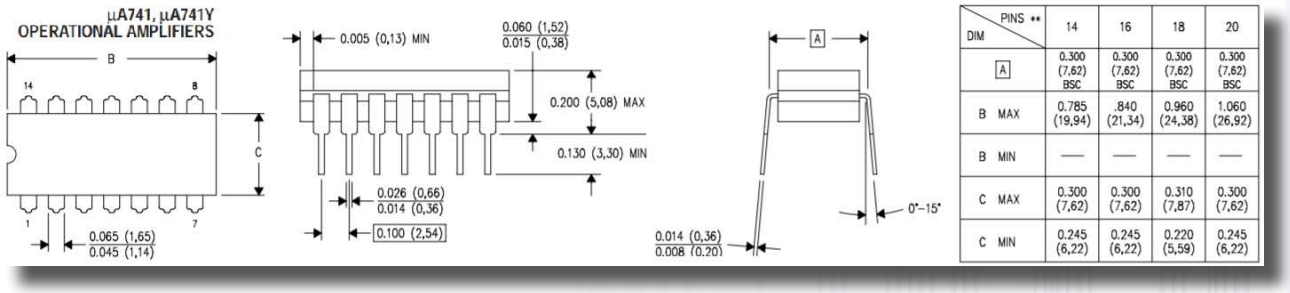


Görsel 2.52: Make Package penceresi



Görsel 2.53: Sembolün oluşturulması ve alana yerleştirilmesi

2.3.3.2. Yeni Bir Sembol Oluşturma İşlemi

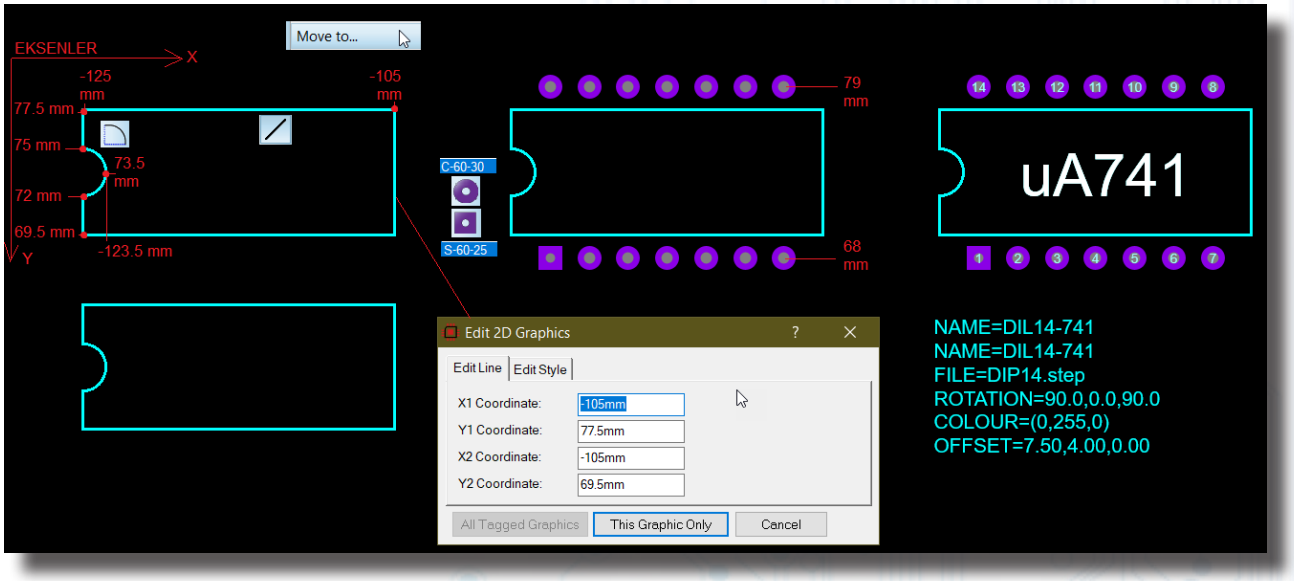


DIM \ PINS **	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)

Görsel 2.54: 741 opamp entegresinin ölçüleri

Görsel 2.54'te plastik, çift girişli, 14 pinli 741 opamp entegresinin ölçüleri görülmektedir. Bu görünümden yola çıkarak Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı ortamında yeni bir sembol oluşturulup kütüphaneye eklenecektir.

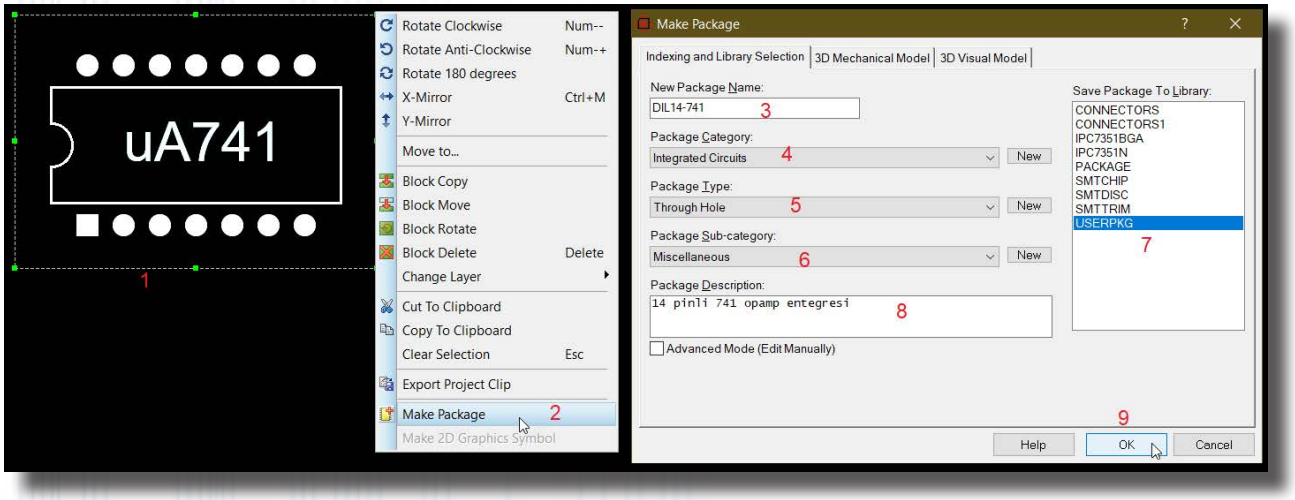
- Çizim yapılacak kat Top Silk olarak seçilir.
- 2D Graphics Line Mode ( ) araç çubuğuna tıklanır. Görsel 2.55'te görüldüğü gibi B=20 mm ve C = 8 mm ölçülerinde bir dikdörtgen çizilir. Sol kısımdaki çizgiler 3 mm uzunluğundadır.



Görsel 2.55: 14 pinli entegre sembolünün çizilmesi ve pinlerinin yerleştirilmesi

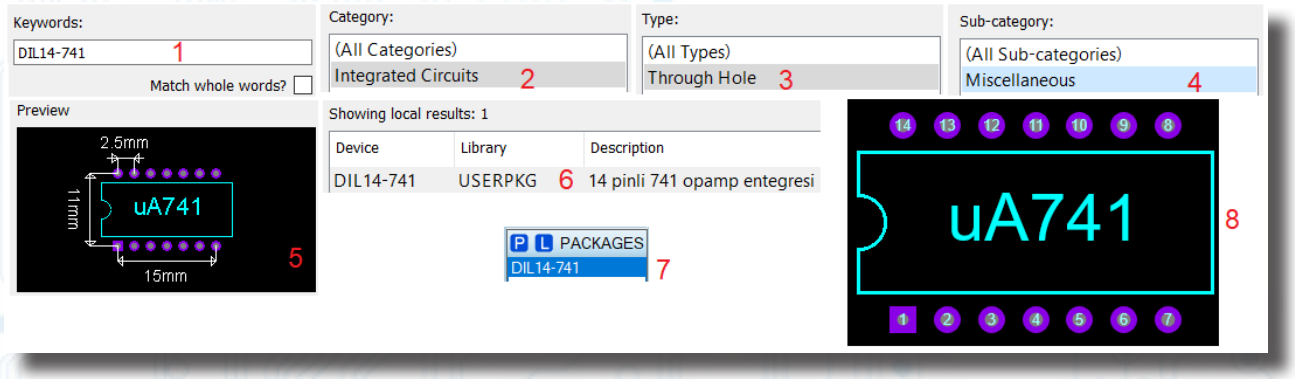
Bilgi Notu **Yeni bir çizgi çizerken hesapların koordinatlara göre yapılması gerekir. Aksi hâlde çizgi uçları birbirleriyle temas etmez. Bu durumda sağ tıklanan çizgi, Move to komutuyla istenen koordinat noktasına taşınır.**

- **2D Graphics Arc Mode (** **)** araç çubuğuna tıklanır. Görsel 2.55'te görüldüğü gibi 1,5 mm yarıçapında iki adet yay çizilir ve çizim tamamlanır.
- **Square Though-Hole Pad Mode (** **)** araç çubuğuna tıklanır ve çıkan menüden S-60-25 olan bölüm seçilir. Pad, entegrenin sol alt kısmına yerleştirilir (Görsel 2.55).
- **Circle Though-Hole Pad Mode (** **)** araç çubuğuna tıklanır ve çıkan menüden C-60-30 olan bölüm seçilir. Yerleştirilen kare padin yanından başlanarak 6 adet daire padi yerleştirilir (Görsel 2.55).
- Yerleştirilen tüm padler tek tek seçilir ve padlere sağ tıklanarak açılan pencereden **Move to** seçilir. **Y= 68 mm** olarak girilir ve **OK** butonuna basılır. Böylece alt padler dikdörtgene yaklaşacaktır.
- **Circle Though-Hole Pad Mode (** **)** araç çubuğuna tekrar tıklanır. Dikdörtgen alanın sol üst köşesinden başlanarak 7 adet pad, sıralı olarak yerleştirilir (Görsel 2.55).
- Yerleştirilen tüm padler tek tek seçilir ve padlere sağ tıklanarak **Move to** seçilir. Y= **79** mm olarak ölçü girilir ve **OK** butonuna basılır. Böylece üst padler dikdörtgene yaklaşacaktır.
- Kare pad kısmına sağ tıklanır ve **Edit Properties** içerisinden pine **1** değeri verilir. Buradan itibaren sırayla tüm dairesel padlere numaralar verilir (Görsel 2.55).
- **2D Graphics Text Mode (** **)** araç çubuğuna tıklanır. Görsel 2.55'te görüldüğü gibi Arial ve 18in özelliğinde **uA741** yazısı yazılır ve yazı dikdörtgen alana yerleştirilir.
- Görsel 2.56'da görüldüğü gibi sembol, pin ve isimlerle blok içine alınır. Ardından blok alanına sağ tıklanarak açılan pencerede **Make Package** kısmına tıklanır. Çıkan ekranda paket adı **DIL14-741**, paket kategorisi **Integrated Circuit**, paket tipi **Through Hole**, paket alt kategorisi **Miscellaneous**, kütüphanedeki kayıt yeri **USERPKG** ve paket açıklaması **14 pinli 741 opamp** entegresi olarak girilir.



Görsel 2.56: Make Package penceresi

- Eleman, kütüphaneye yerleştirilmiştir. Eleman, kütüphaneden DIL14-741 olarak aratılır ve tasarım alanına yerleştirilir (Görsel 2.57).



Görsel 2.57: Oluşturulan elemanın tasarım alanına yerleştirilmesi

Soru: 4051 (16 pinli, 19x6 mm ölçülerinde) entegresini tasarlayınız ve "DIL16-4051" olarak kütüphane içeresine kaydediniz.

2.4. BASKI DEVRE ÇİZİM PROGRAMINDA OTOMATİK BASKI DEVRE ÇİZİMİ

2.4.1. PCB TEKNOLOJİSİ VE TASARIM KRİTERLERİ

PCB tasarımına başlamadan önce aşağıda belirtilen tasarım kriterlerinin belirlenmesi gerekir. Bu kriterlerin belirlenmemesi ya da eksik belirlenmesi üretim ve tasarım aşamasında olumsuz sonuçlar doğurabilir.

PCB tasarımına başlanırken belirlenmesi gereken temel kriterler şunlardır:

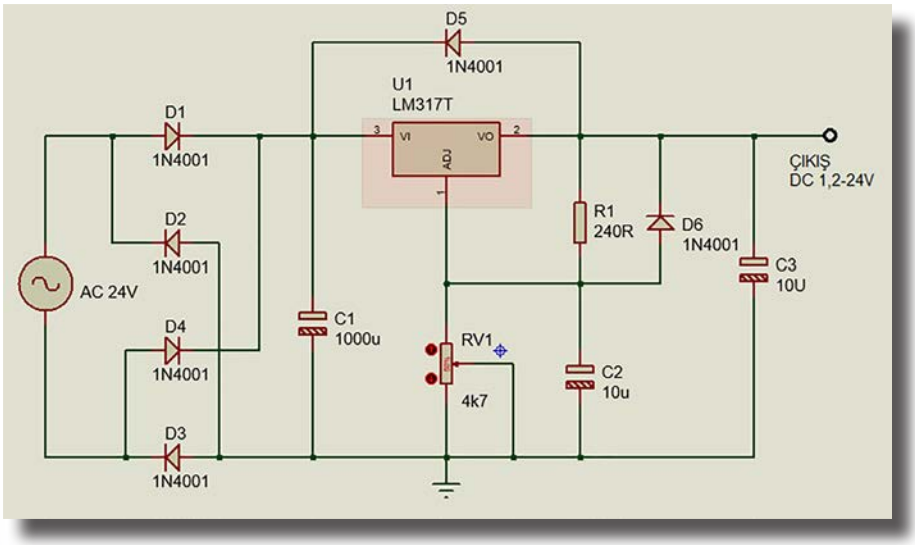
- Katman sayısı
- Track kalınlığı ve boşluğu
- Yol kalınlığı ve iki yol arası boşluk
- Via çapı
- Delik çapı
- Mekanik izinler ve limit değerleri
- Empedans, izolasyon gibi spesifik konuların tanımlanması

Tasarım aşamasında gerçekleştirilmesi gereken işlem adımları şu şekildedir:

- Uygun ölçülerde devre plaket alanı çizilmelidir.
- Devre kartının kat (layer) sayısı belirlenmelidir.
- Tasarım referans noktaları oluşturulmalıdır.
- Elemanın veya malzemelerin kılıf doğrulaması yapılmalıdır.
- Elemanların padleri belirlenen ölçülere göre yerleştirilmelidir.
- İhtiyaçlar ve mekanik limit doğru şekilde belirlenmelidir.
- Elemanlar veya malzemeler, gruplama mantığına uygun olarak yerleştirilmelidir.
- Uygun özelliğe ve kalınlığa sahip yollar seçilerek yolların bağlantıları yapılmalıdır. Düşük akımlarda ve dijital sinyallerde 0,01 inç kalınlığındaki yol tercih edilebilir.
- Grupların özellikleri ve şekilleri belirlenmelidir.
- Giriş ve çıkış elemanları, devre kenarlarına yakın biçimde yerleştirilmelidir.
- Benzer elemanlar aynı yönde olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Elemanların montaj yöntemleri belirlenmelidir.
- Bileşenler, devre kartı üzerindeki alana küçük boyuttan büyük boyuta, soldan sağa veya sağdan sola doğru yerleştirilmelidir.
- Elemanlar üzerinde soğutucu kullanılacaksa soğutucular için uygun boşluklar bırakılmalıdır.
- Entegre, işlemci gibi hassas elemanlar yüksek sıcaklıkların olduğu alanlardan uzak tutulmalıdır.
- Isı üreten çok fazla eleman kullanılacaksa bu elemanlar aynı bölgeye yerleştirilmemelidir.
- Pin bağlantılarında sıcaklığı ve mekanik stresi azaltmak için termal rölyef şeklinde pad kullanılmalıdır.
- Via ile yol bağlantılarında geçişi sağlam yapmak için bağlantıya teardrop eklenmelidir.
- Via ile via pad oranı seçilmelidir. Genellikle 1.8:1 oranı tercih edilir.
- Lehimleme yöntemine uygun via padler seçilmelidir.
- Soketler, genel olarak devre kartının çevresine yerleştirilmelidir.
- Önemli sinyal ve güç hatları vialardan geçirilmemelidir.
- Vcc ve COM hattı radyal olarak çizilmelidir.
- Eleman gruplama işlemlerinde label (etiket) kullanımına ağırlık verilmelidir.
- PCB üzerine revizyon ve model numaraları yazılmalıdır.
- Temel yollar uçtan uca (boydan boya) gidecek şekilde çizilmelidir.
- Yüksek frekanslı devrelerde T şeklinde yol çıkartılmamalıdır, aksi takdirde gürültü oluşur.
- Yüksek frekanslı yollar kısa tutulmalıdır.
- Yüksek frekanslı yol üzerine chamfer eklenmesi 90 derecelik açı oluşmasını engeller.
- ERC ve DRC'ler tasarım esnasında sürekli kontrol edilmelidir.
- Yollar arasına ve yol ile via arasına uygun boşluklar bırakılmalıdır.
- Yol çizimlerinde dönüşler 90ºlik açılar yerine 45ºlik açılarla yapılmalıdır.
- Delik etrafında yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Toprak ve güç hatlarının yolları yeterli kalınlıkta olmalıdır.
- Isınabilecek elemanların altlarına via yardımıyla sıralı boşluklar bırakılarak elemanların soğutulmaları sağlanabilir.

2.4.2. SERBEST ÇİZİM İLE PCB ŞEMASININ ÇİZİLMESİ

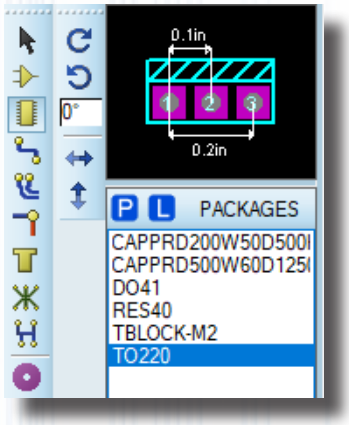
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımıda çizimi yapılmış elektronik devrelerin baskı devre çıkarma işlemi yapılırken öncelikle devre şemasında kullanılan elemanların temin edilmesi ve malzeme kutusuna alınması gerekir (Görsel 2.58).



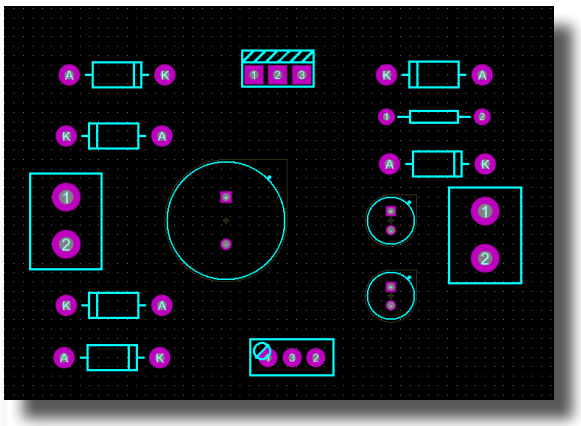
Görsel 2.58: Devre simülasyon yazılımında çizilmiş elektronik devre şeması

Elektronik elemanlar, baskı devrede kullanılacak elemanların büyüklükleri de dikkate alınarak kütüphaneye alınır. Görsel 2.59'da LM317 ile yapılmış güç kaynağı devresinde kullanılacak elemanlar görülmektedir.

Kullanıcı kütüphanesine çağrılan elemanlar çizim alanına alınır. Çizim alanına alınan elemanlar belirli bir düzen içerisinde yerleştirilir. Bu düzen, baskı devresinin düzenli olmasını ve PCB kartının boyutlarının gereksiz yere büyümemesini sağlar (Görsel 2.60).

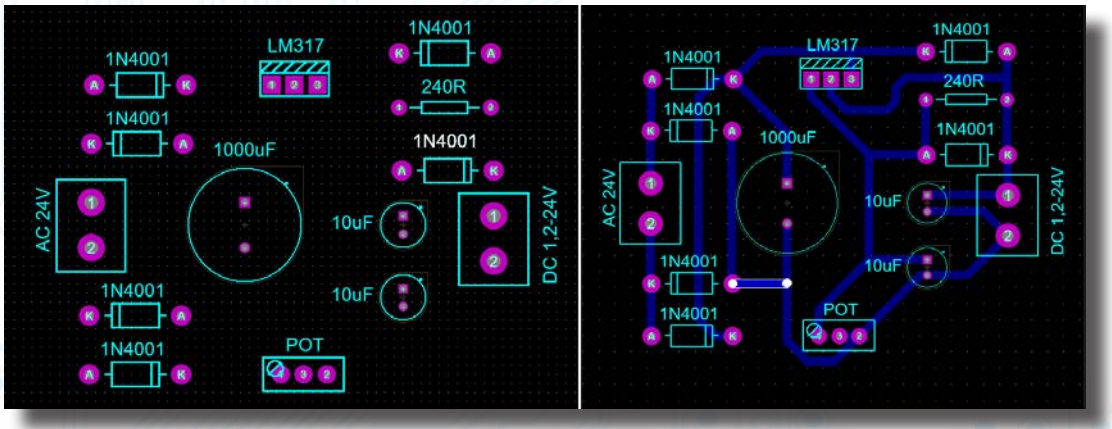


Görsel 2.59: Elemanların kullanıcı kütüphanesine alınması



Görsel 2.60: Elemanların tasarım alanına alınması

Çizim alanına yerleştirilen elemanların üzerlerine isimleri ve değerleri yazılır. Böylece her elemanın yeri ve değeri bilinir, PCB kartı düzenli bir şekilde tasarlanır (Görsel 2.61).

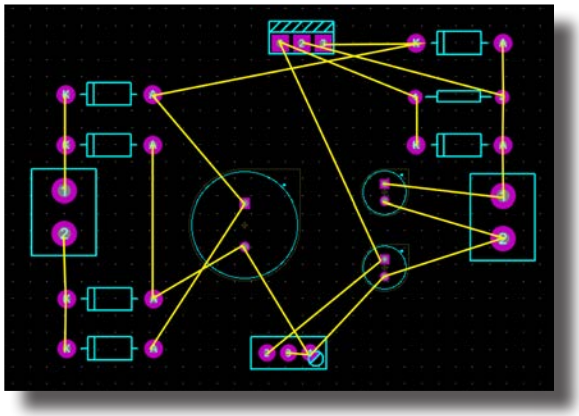


Görsel 2.61: Eleman değerlerinin yazılması ve yolların çizilmesi

Elemanlar çizim alanına yerleştirildikten sonra elemanlar arasındaki bağlantıyı yapmak için Track Mode ikonuna tıklanır. Elemanların arasındaki bağlantı kalınlığını seçilir. Çizim yapılan katmanın Bottom Copper olmasına dikkat edilir. Görsel 2.62'deki elemanların devre şemasına göre birbirine bağlanacak padler arasına yollar, kesişme olmamasına dikkat edilerek sıra ile çizilir. Görsel 2.61'teki PCB çizimi elde edilir.

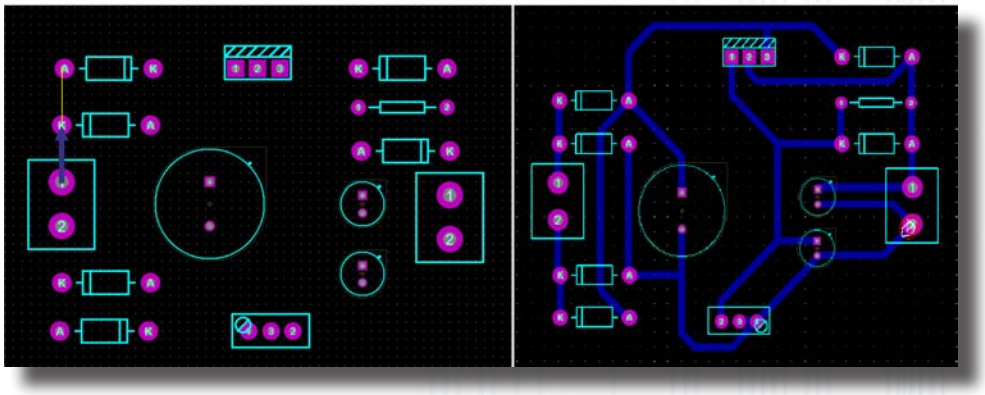
2.4.3. NETLİST KULLANILARAK BASKI DEVRE ŞEMASININ ÇİZİLMESİ

Manuel olarak baskı devre çizme işlemi oldukça zaman alıcıdır. Bu nedenle Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımının sunmuş olduğu otomatik baskı devre çıkarma yöntemini kullanmak oldukça faydalıdır. Kullanıcı kütüphanesine çağrılan elemanlar çizim alanına alınır. Çizim alanına alınan elemanlar PCB kartı en küçük boyutta olacak şekilde düzenli biçimde yerleştirilir. Araç çubuklarında yer alan Rastnest Mode butonuna basılarak netlerin çizimine başlanır (Görsel 2.62).



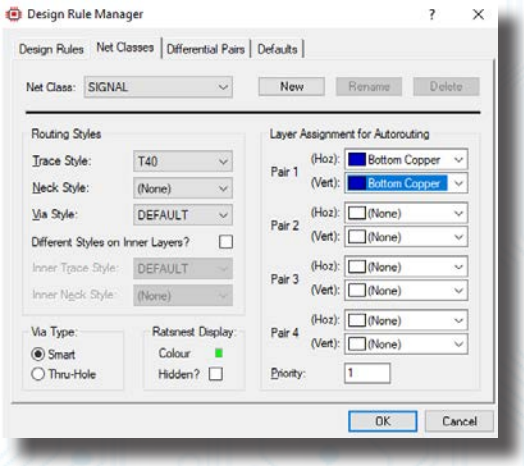
Görsel 2.62: Netlerin çizilmesi

Netlere göre şema çizimi istenirse Track seçeneği ile yolların çizimine başlanır. Çizilecek yollar, program yardımıyla OK ile gösterilir. Yollar birbirini kesmemelidir. Yollar çizilirken atlama yapılmamasına dikkat edilir (Görsel 2.63).



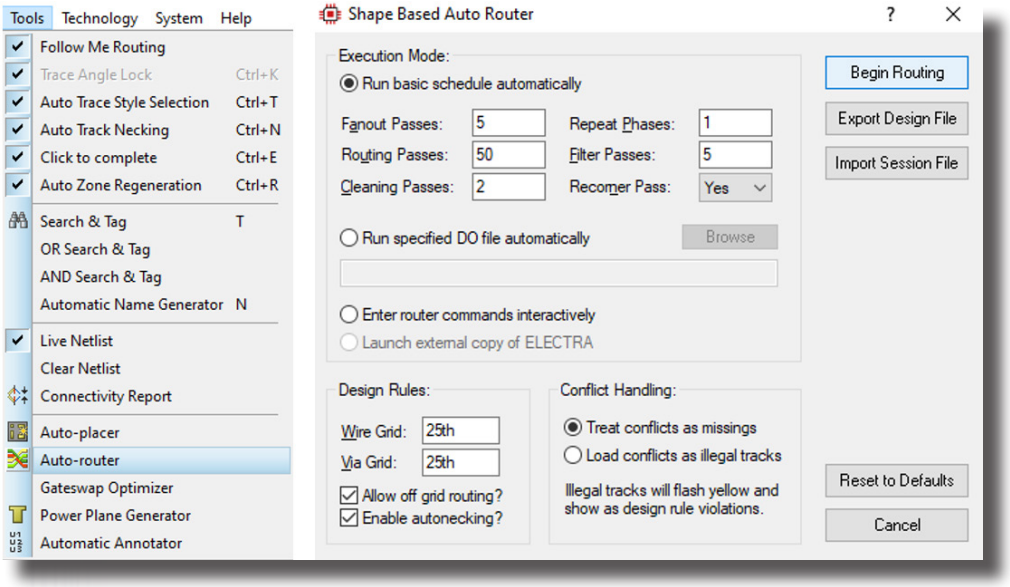
Görsel 2.63: Yolların çizilmesi ve baskı devrenin tamamlanması

Technology menüsünden Design Rule Manager seçeneği seçilerek Net Classes sekmesi tıklanır. Trace Style (Yol Kalınlığı) bölümünden T40 seçilir. Pair 1 (Katman) bölümünden ise Bottom Copper seçilir. Bu işlemler ile tek katman, çizim için hazırlanmış olur (Görsel 2.64).



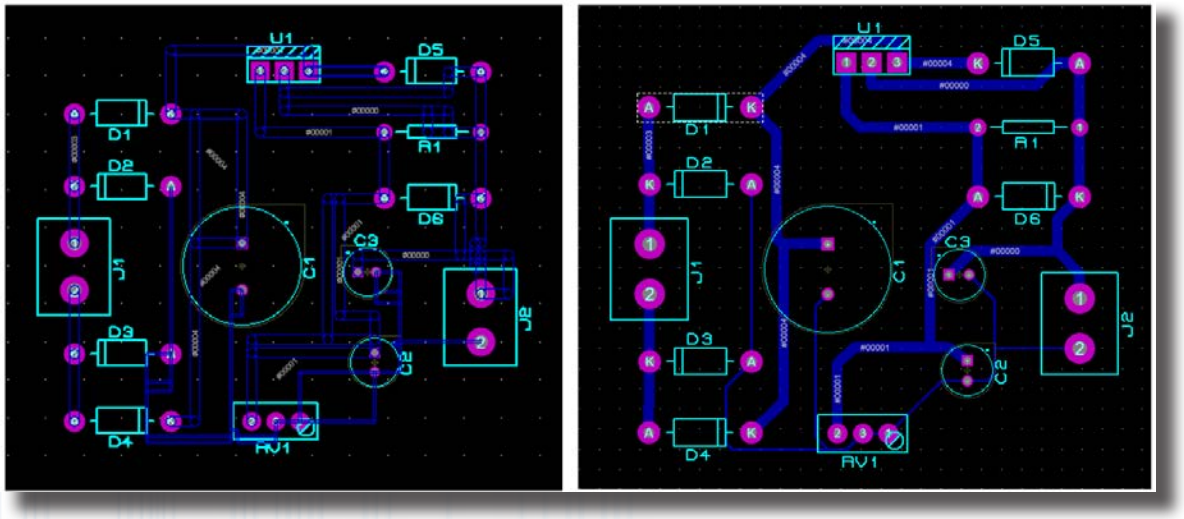
Görsel 2.64: Design Rule Manager penceresi

Otomatik çizim yapmak için Tools menüsünden Autorouter seçilerek açılan pencereden Begin Routing seçilir. Bu işlemlerden sonra program, şemayı otomatik olarak çizmeye başlar (Görsel 2.65).



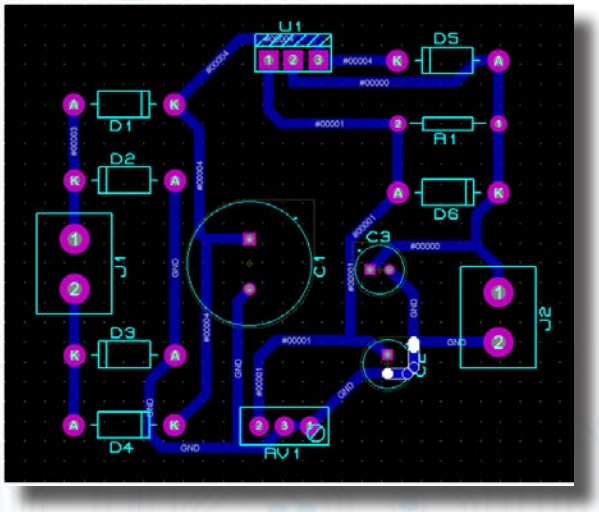
Görsel 2.65: Auto-router ve Shape Based Auto Router pencereleri

Program, otomatik baskı devre çizimini tamamlayamaz ise elemanların yerleri değiştirilerek ya da plaket boyutu değiştirilerek tekrar çalıştırılır (Görsel 2.66).



Görsel 2.66: Baskı devrenin çizilmesi

Otomatik baskı devre çizimi bittikten sonra baskı devre yollarının kalınlıkları manuel olarak istenilen şekilde değiştirilebilir (Görsel 2.67).

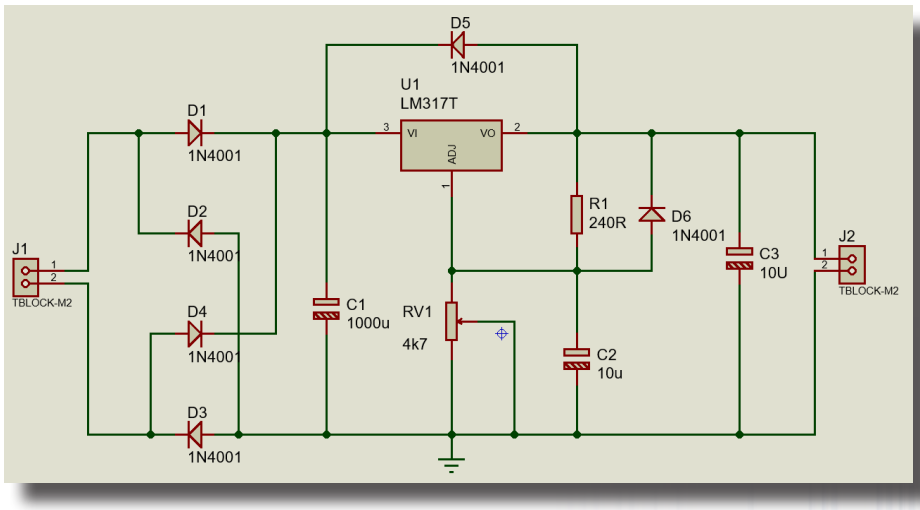


Görsel 2.67: Baskı devre yollarının yeniden düzenlenmesi

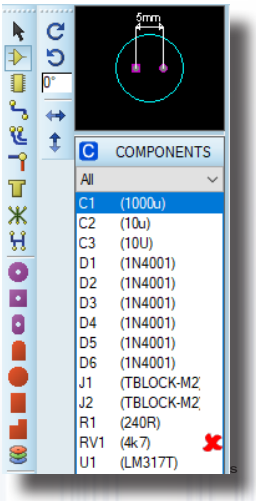
2.4.4. OTOMATİK BASKI DEVRE ŞEMASININ ÇİZİLMESİ

Otomatik baskı devre çizimi, kolay ve çok tercih edilen bir yöntemdir. Baskı devresi çizilecek şema Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çizilir (Görsel 2.68) ve ardından Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapılır (Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı kapatılmaz.).

Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımıdan Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapıldığında şemada kullanılan tüm elemanlar tanımlı olarak kütüphanede listelenir (Görsel 2.69). Kılıfı tanımlanmayan elemanlar varsa PCB kılıfını tanımlamak için Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımına dönülerek eleman üzerine sağ tıklanıp açılan pencereden Edit Properties seçilir. Açılan pencerede tanımlı olmayan PCB Package kısmına eleman adı yazılarak kılıf tanımlanmış olur.

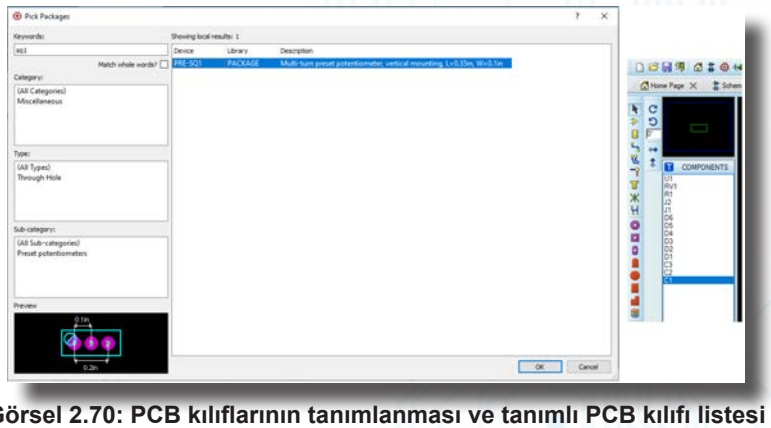


Görsel 2.68: Baskı devresi çizilecek devre



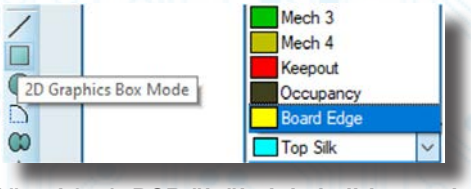
Görsel 2.69: PCB kılıfı tanımlı olan ve tanımlı olmayan eleman listesi

Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında elektronik devrelerin çizimi yapılırken elemanların PCB kılıflarının tanımlanmış olmasına dikkat edilir. PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımında görülmeyecektir. Bu nedenle ya PCB kılıfı tanımlanmış elemanlar seçilir ya da PCB kılıfı olmayan elemanlar için tanımlama işlemi yapılır. Görsel 2.68'de baskı devresi çıkarılacak olan şemada potansiyometrenin PCB kılıfı tanımlı olmadığından ya yeni bir kılıf oluşturulur ya da potansiyometre yerine geçecek başka bir kılıf seçilir. Şemadaki devrede potansiyometre ile aynı kılıfa sahip olan PRE-SQ1 çok turlu trimpotu tanımlanacaktır (Görsel 2.70 ve Görsel 2.71). Tanımlama sırasında potansiyometrenin bacaklarına dikkat edilmelidir.



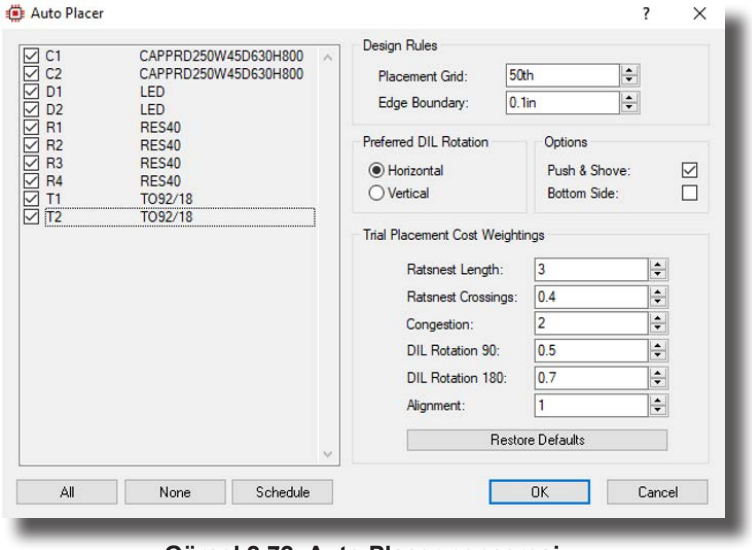
Görsel 2.70: PCB kılıflarının tanımlanması ve tanımlı PCB kılıfı listesi

Elemanların otomatik olarak yerleştirilmesi isteniyorsa öncelikle plaket boyutları belirlenmelidir. 2D Graphics Box Mode seçeneği tıklanarak Board Edge katmanı seçilir. Çizim alanına dikdörtgen çizilir. Dikdörtgenin plaket içine çizilmesine dikkat edilmelidir (Görsel 2.71).



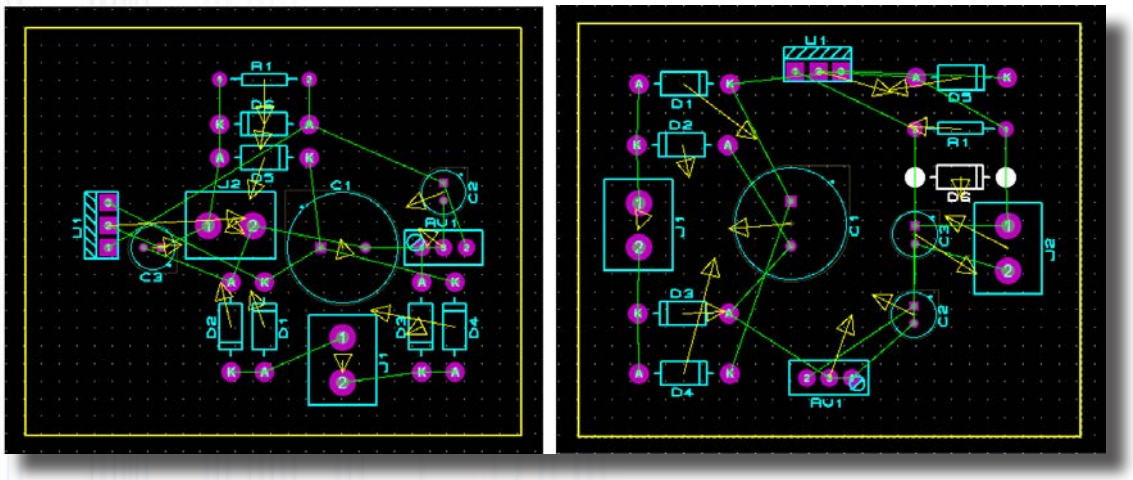
Görsel 2.71: PCB ölçülerinin belirlenmesi

Tools menüsünden Auto Placer çalıştırılarak aşağıdaki pencerede bir değişiklik yapılmadan OK butonuna basıldığında tüm elemanlar, belirlenmiş çizim alanına otomatik olarak yerleştirilir (Görsel 2.72).



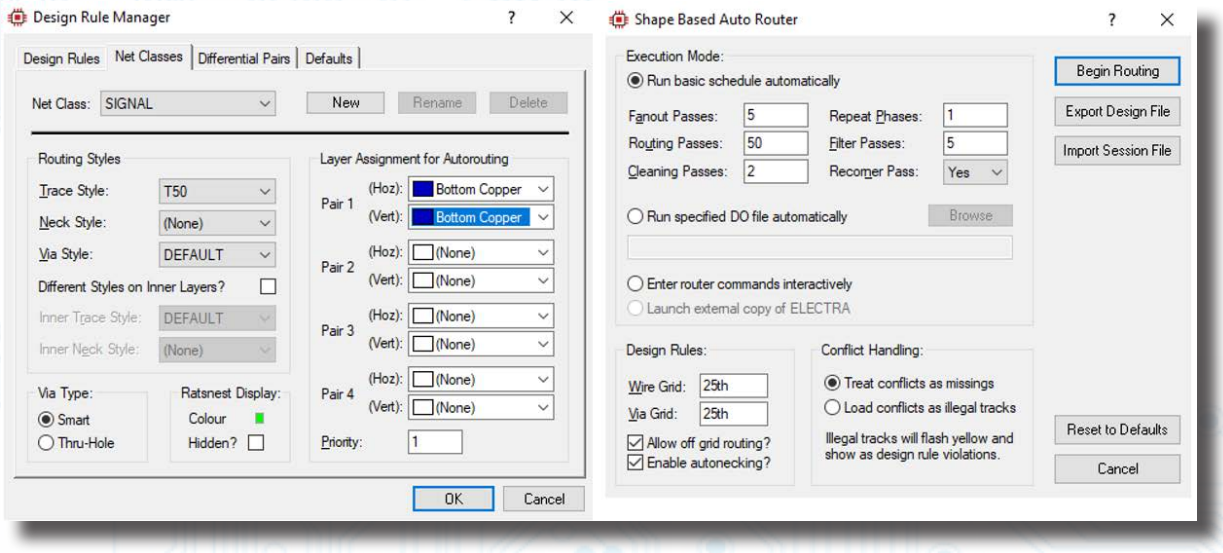
Görsel 2.72: Auto Placer penceresi

Elemanlar, fare yardımıyla istenilen yerlere kaydırılabilir. Elemanların yönleri otomatik çizimde sabit olduğundan yön değişimi manuel şekilde yapılır (Görsel 2.73).

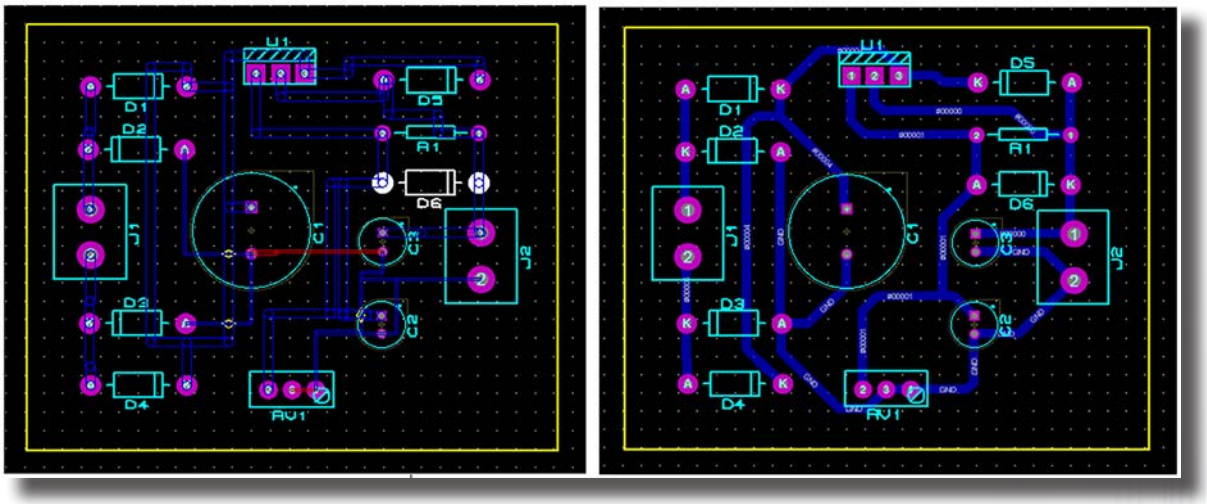


Görsel 2.73: Eleman yerlerinin otomatik olarak belirlenmesi ve elle değiştirilmesi

Otomatik çizim işlemine başlanmadan önce Technology menüsünden Design Rule Manager çalıştırılır ve açılan pencereden baskı devrenin kaç kat çizileceği seçilir. Daha sonra Tools menüsünden Auto Router seçeneği çalıştırılarak Begin Routing seçeneği tıklandığında baskı devre çizimi otomatik olarak başlayacaktır (Görsel 2.74).



Görsel 2.74: Design Rule Manager ve Auto Router pencerelerinin ayarlanması

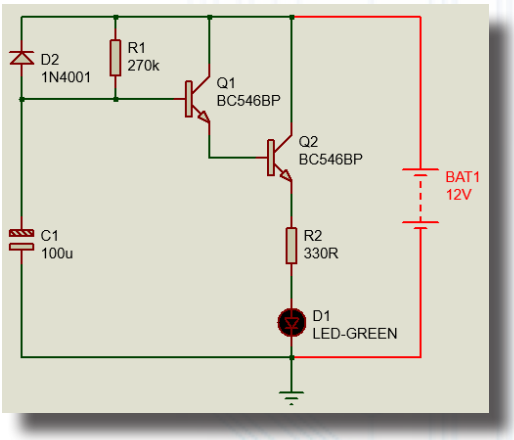


Görsel 2.75: PCB şemasının otomatik olarak çizilmesi

Otomatik baskı devre çizimi çok kolay bir işlem olsa da bazı durumlarda program baskı devreyi tek katmanlı olarak çizemeyip iki katmanlı olarak çizer. Bu istenmeyen bir durumdur. Bu durumda iki katmanlı çizim, el ile düzeltilip (kırmızı renkli yollar) tek katmanlı hâle getirilir.

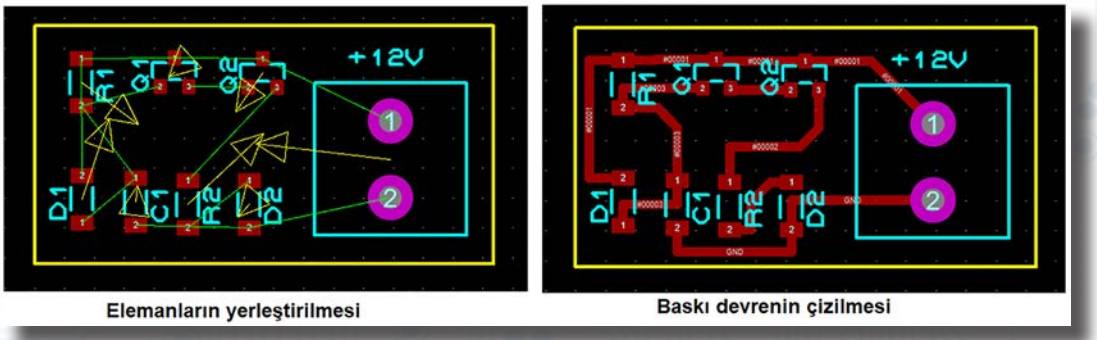
2.4.5. SMD (YÜZEY MONTAJI) PCB ÇİZİMİ

Yüzey montajı, elektronik devre elemanlarının, baskı devre kartının üzerine doğrudan lehimlenmesi yöntemidir. Teknolojik gelişmeler sayesinde, delikli montaj ile üretilen kartların yerini yüzey montajı ile üretilen kartlar almıştır. Çünkü yüzey montajında kullanılan devre elemanlarının bacaklarının çok küçük olması ya da hiç olmaması bu elemanların daha küçük boyutlarda üretilebilmesini sağlamıştır. Yüzey montajında kullanılan devre elemanlarına yüzey montaj elemanı (SMD) denir (Görsel 2.76).



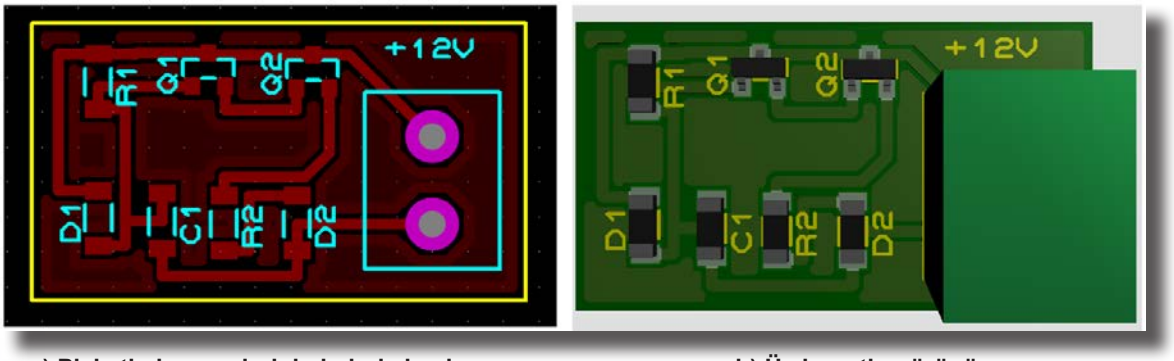
Görsel 2.76: Transistörlü zamanlayıcı devresi

Baskı devresi çıkarılacak olan devre şeması, Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı programında çizilir. Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapılır. Tanımlanmamış malzemeler varsa tekrar Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımına geçilip bu malzemelerin tanımlamaları yapılır. Çizilecek plaketin boyutları ve montaj delikleri belirlenip malzemeler plakete yerleştirilir. Baskı devre çizim rengi belirlenir. Baskı devrede atlama kullanılmamalıdır. SMD çizimde atlama yerine 0R direnç kullanılır.



Elemanların yerleştirilmesi — Baskı devrenin çizilmesi

Görsel 2.77: Baskı devresinin çizilmesi ve 3D modellemesinin görünümü



a) Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması b) Üç boyutlu görünüm

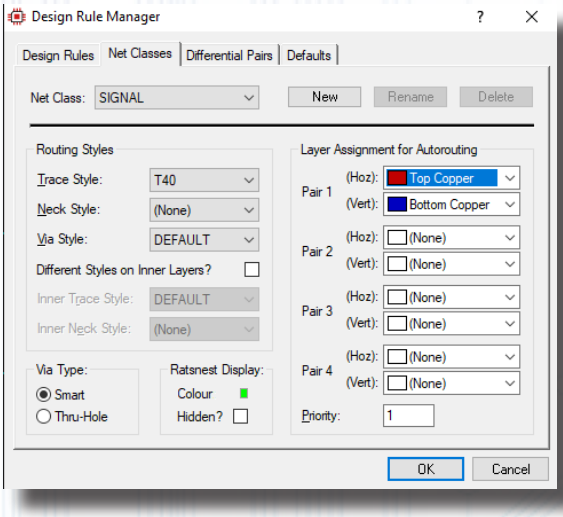
Görsel 2.78: Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması ve devrenin 3D görünümü

Baskı devre kartının bakır yüzey ile kaplanması isteniyorsa Tools menüsünden Power Plane Generator seçilir. Önce bakırın dolduracağı katmanın rengi seçilir. Gelen pencereden hiçbir şey seçmeden OK butonuna basılırsa plaketin boş alanları komple bakır yollar ile doldurulur. Çizimi yapılacak PCB, bakır plaket üzerinde nasıl üretilecekse PCB çıktısı ona göre alınır (Görsel 2.78).

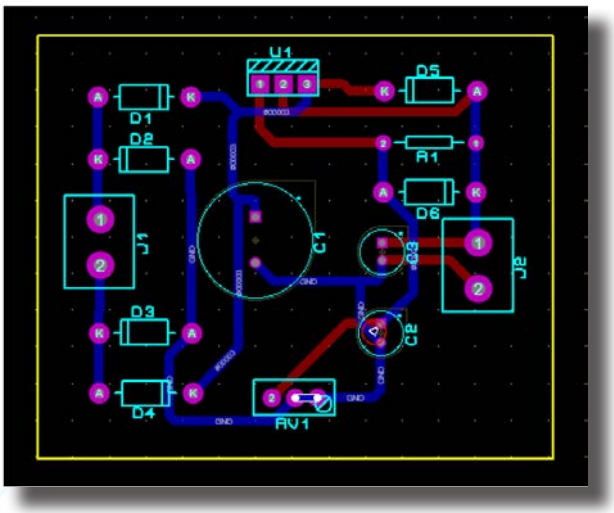
2.4.6. ÇİFT YÜZLÜ BASKI DEVRE YAPIMI

Çift yüzlü baskı devre plaketinin ön ve arka yüzü bakır kaplıdır. Devre yapımında bu iki yüzdeki bakıra yollar çizilir. Çift yüzlü baskı devre çizimi hem otomatik olarak hem de manuel olarak yapılabilir. Çizim işlemine başlanmadan önce Technology menüsünden Design Rule Manager çalıştırılır ve açılan pencereden baskı devrenin kaç kat çizileceği seçilir (Görsel 2.79).

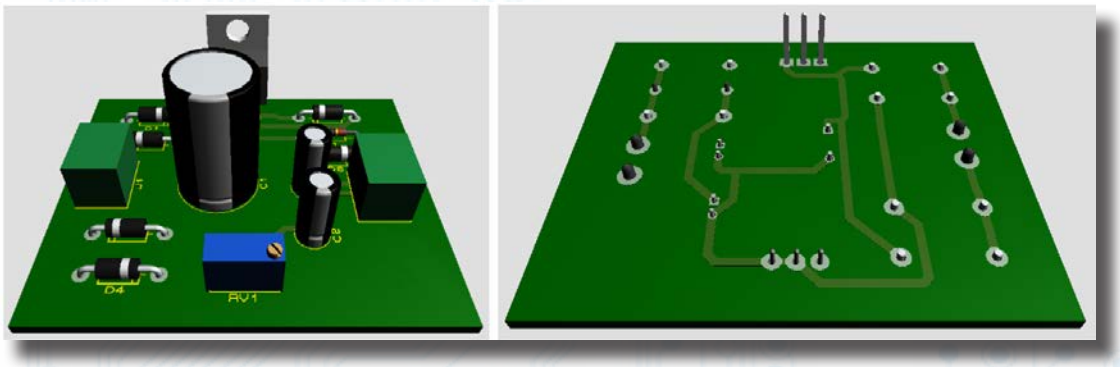
Tools menüsünden Auto Router seçeneği çalıştırılarak Begin Routing seçeneği tıklandığında baskı devre çizimi otomatik olarak başlayacaktır (Görsel 2.80).



Görsel 2.79: Design Rule Manager penceresinin ayarlanması



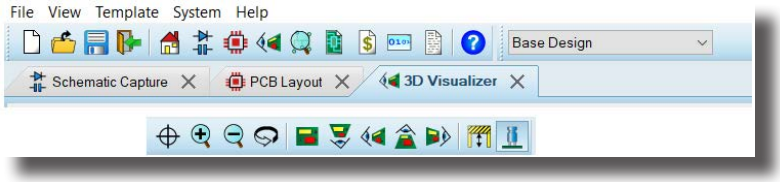
Görsel 2.80: PCB şemasının otomatik olarak çift yüz çizilmesi



Görsel 2.81: Çift yüz PCB şemasının üstten ve alttan görünüşü

2.4.7. 3D MODELLEME

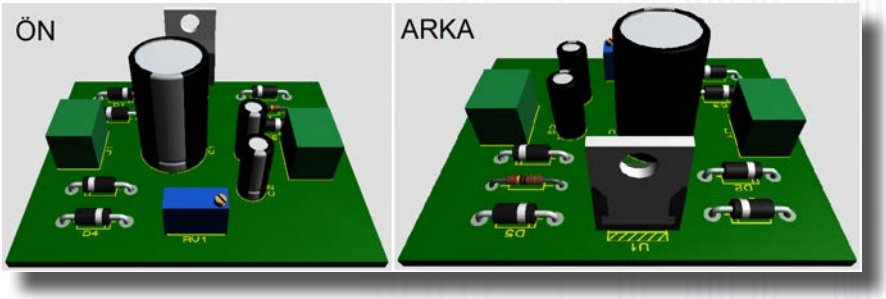
3D Visualizer, tasarlanan baskılı devreyi üç boyutlu olarak gösterir. Plakete istenilen açıda ve doğrultuda bakılabilir (Görsel 2.82 ve Tablo 2.24).



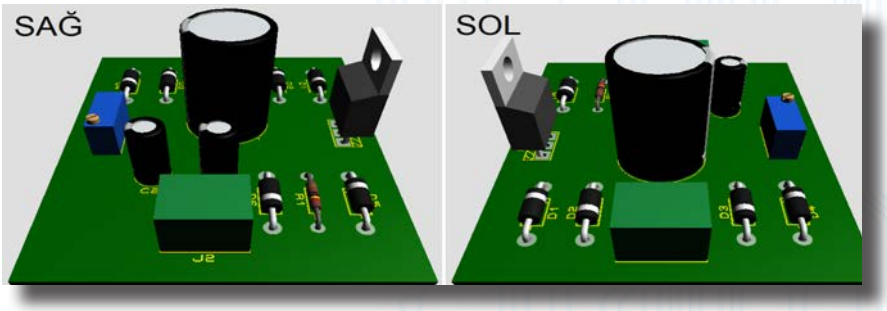
Görsel 2.82: 3D Visualizer ekranı araç çubukları

Tablo 2.24: 3D Visualizer Araç Çubuklarının Özellikleri

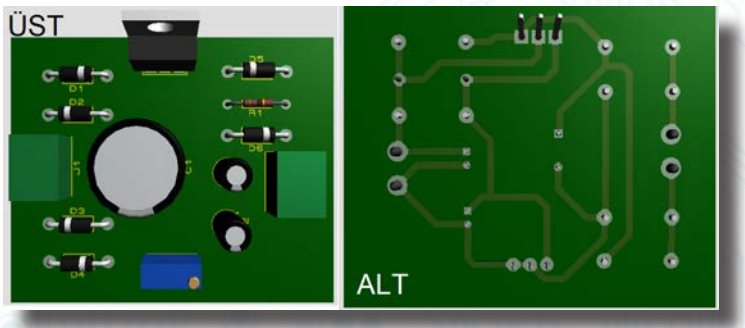
Semboller	İsimleri	Özellikleri
	Navigate	3D görüntünün fare yardımıyla hareket ettirilmesini sağlar.
	Zoom In	Görüntünün büyütülmesini sağlar.
	Zoom Out	Görüntünün küçültülmesini sağlar.
	Flip the Board	3D görüntünün alt katmanının görüntülenmesini sağlar.
	Top View	Baskı devrenin üstten görünüşünü getirir.
	Front View	Devrenin önden görünüşünü getirir.
	Left View	Devrenin sol taraftan görünüşünü getirir.
	Back View	Devrenin arka taraftan görünüşünü getirir.
	Right View	Devrenin sağ taraftan görünüşünü getirir.
	Height Bounds	Devreyi sanal bir kutu içine yerleştirir.
	Show Components	Devre üzerindeki elemanları gizler.



Görsel 2.83: PCB kartının önden ve arkadan görünüşleri



Görsel 2.84: PCB kartının sağdan ve soldan görünüşleri

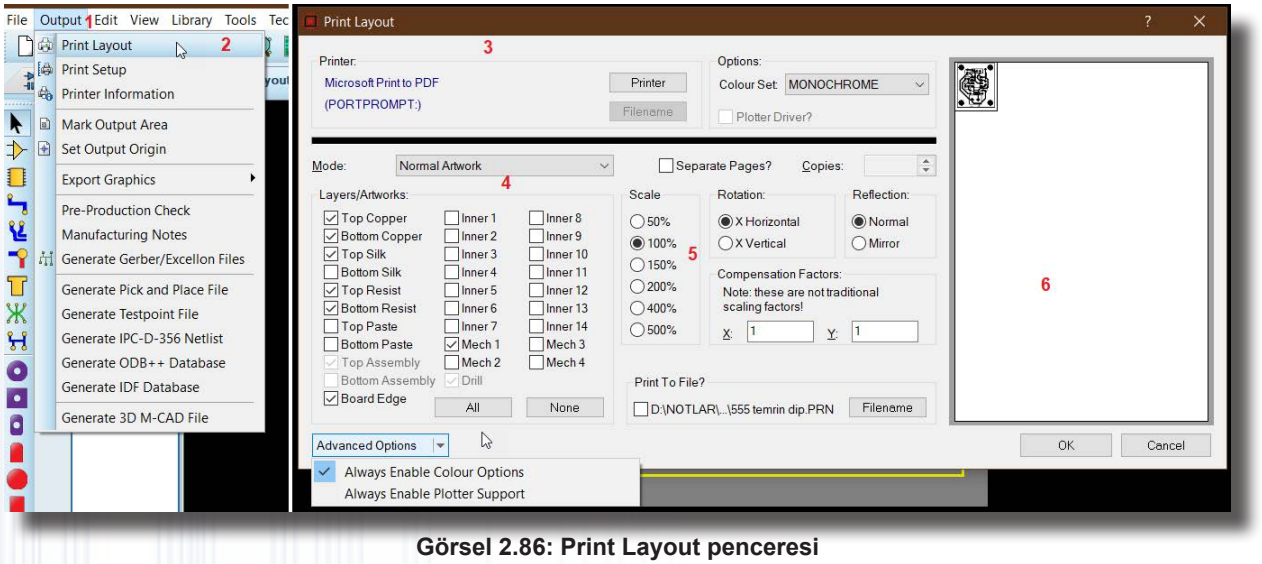


Görsel 2.85: PCB kartının üstten ve alttan görünüşleri

2.5. BASKI DEVRE ÇIKTISININ ALINMASI

2.5.1. BİLGİSAYARLI BASKI DEVRE TASARIM YAZILIMIDAN ÇIKTI ALINMASI

Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımında çizilen PCB'nin baskı devre şemasının bakır plakete aktarılması gerekir. Bunun için de baskı devre şemasının öncelikle kâğıt üzerine yazdırılması gerekir. Yazıcıdan çıktı almak için Output menüsünden Print Layout seçilir (Görsel 2.86).



Görsel 2.86: Print Layout penceresi

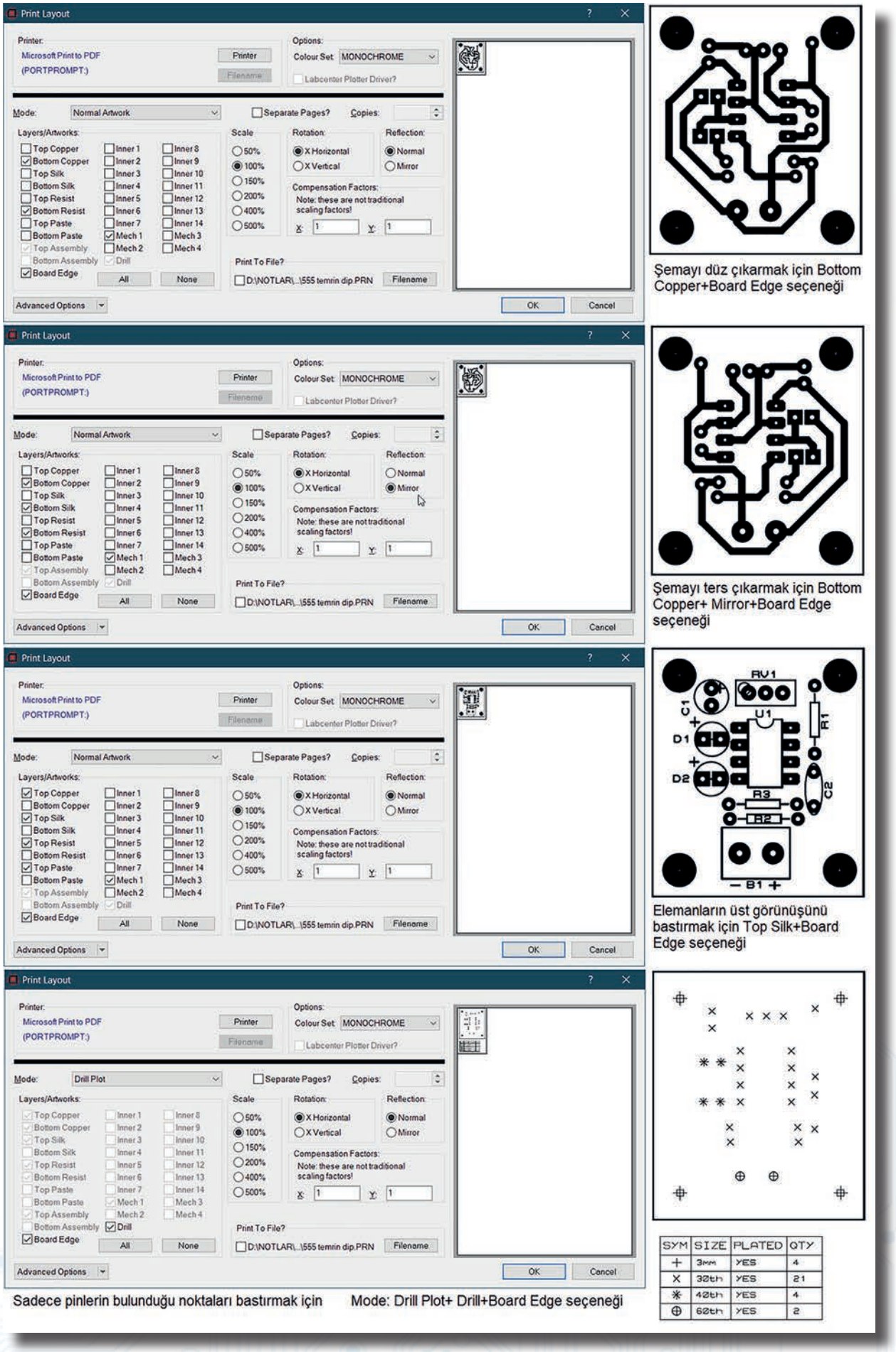
Tablo 2.25: Print Layout Penceresinin Özellikleri

Print Layout	Özellikleri
Printer	Bilgisayara bağlı kâğıt ve yazıcı ayarları yapılır.
Artwork	PCB şemasının tüm bileşenlerini bastırır.
Drill Plot	Padlerin deliklerini yazdırır.
Top Copper	Sadece üst bakır yüzeyi yazdırır.
Bottom Copper	Sadece alt bakır yüzeyi yazdırır.
Top Silk	Üstteki eleman sembollerinin çizgilerini yazdırır.
Bottom Silk	Alttaki eleman sembollerinin çizgilerini yazdırır.
Top Resist	Üst bakır yüzeyindeki padleri yazdırır.
Bottom Resist	Alt bakır yüzeyindeki padleri yazdırır.
Top Paste	Üst bakır yüzeyin kenar çizgilerini yazdırır.
Bottom Paste	Alt bakır yüzeyin kenar çizgilerini yazdırır.
Board edge	Plaketin kenar çizgisini yazdırır.
Scale	Kâğıda yazdırılacak olan şemanın büyüklüğünü ayarlar.
Rotation	Yatay ya da dikey yazdırmayı ayarlar.
Reflection	Baskı devre şemanın normal ya da ayna görüntüsünü seçer.

Baskı devre şemasının kâğıda aktarılması sırasında şu ayarlara dikkat edilerek çıktı alma işlemi yapılmalıdır:

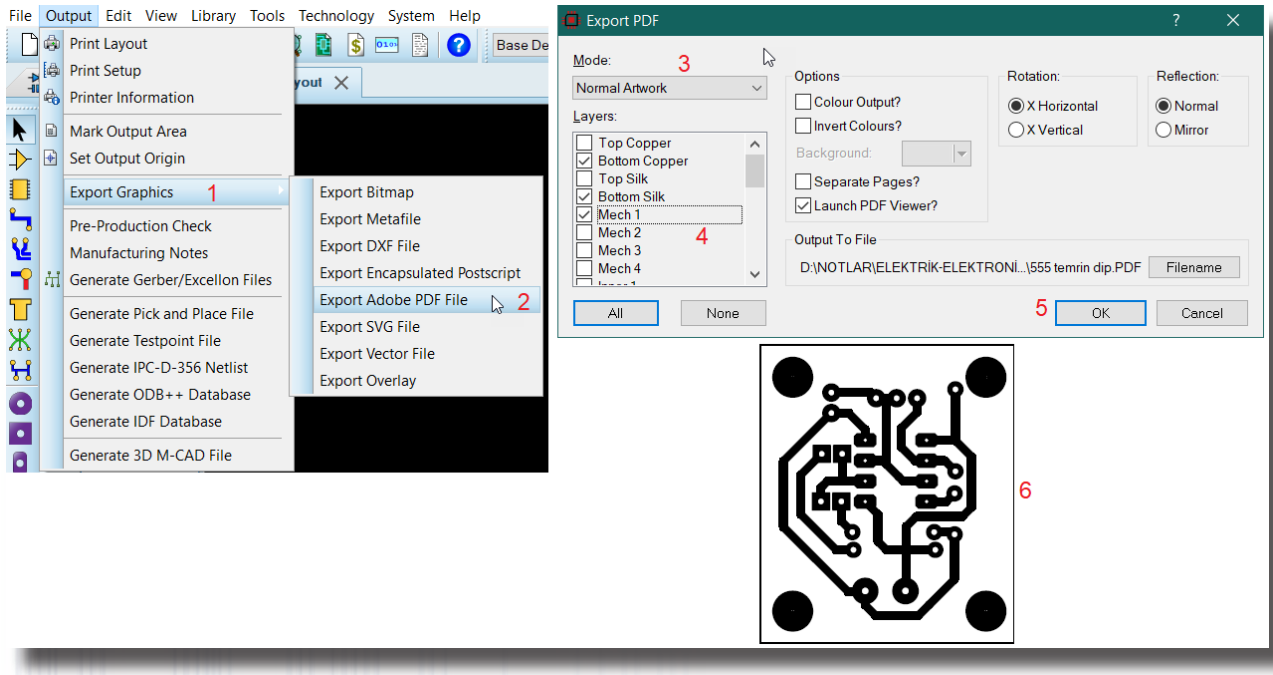
- Asetat kâğıdı üzerine lazer yazıcılar ile çıktı alırken baskı devre şeması Bottom Copper ile çizilmişse şemanın mirror işleminin yapılmasına gerek yoktur.
- Baskı devre yazdırma işlemlerinde serigrafi ve Pozitif 20 yöntemleri kullanılacaksa çıktı alma işleminden önce şemanın mirror işleminin yapılması gerekir.
- Üst elemanların sembollerini yazdırmak için Top Silk ve Board Edge seçeneği işaretlenmelidir.
- Sadece baskı devrede bulunan padleri yazdırmak için Mod seçeneğinde Dril Plot seçilmeli ve Drill ile Board Edge seçeneği işaretlenmelidir (Görsel 2.85).

Bilgi Notu **Katmanlar üzerinde ilgili layer kısımları seçilerek işlemler çeşitlendirilebilir.**



Görsel 2.87: Çıktı alma seçenekleri

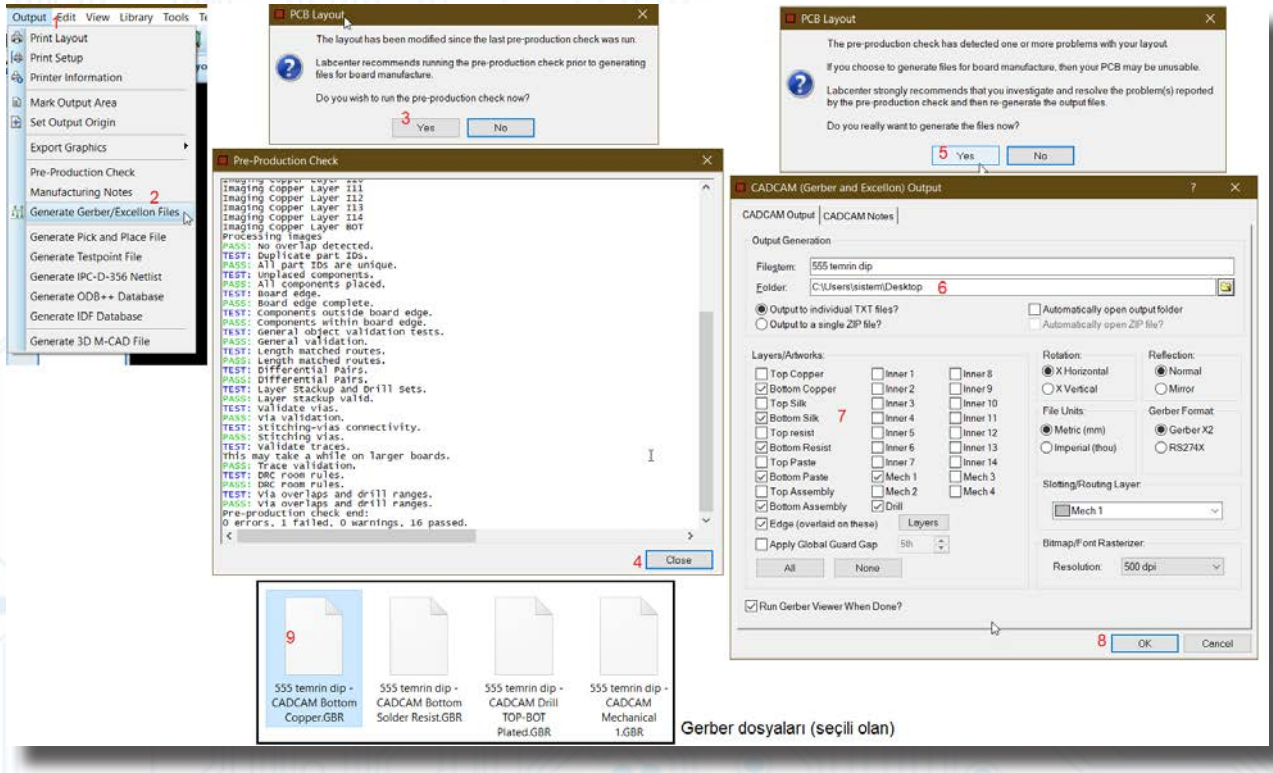
Çıktı alma işleminin ikinci bir yöntemi de alınacak çıktı bölgesinin dosya olarak kaydedilmesidir. Yazdırma işlemi yapılmadan önce yazdırılacak alan farklı bir dosya altında kaydedilir. Böylece yazdırma işleminden önce gerekli kontroller yapılmış olacaktır. Output menüsünden Export Graphics seçilir ve çıkan ekrandan ilgili dosya türü (Export Adobe PDF File) seçilir (Görsel 2.88). Çıktı alma işleminde olduğu gibi ilgili seçenekler işaretlenir, döndürme ayarları yapılır ve OK butonuna tıklanarak çıktı dosyası alınır.



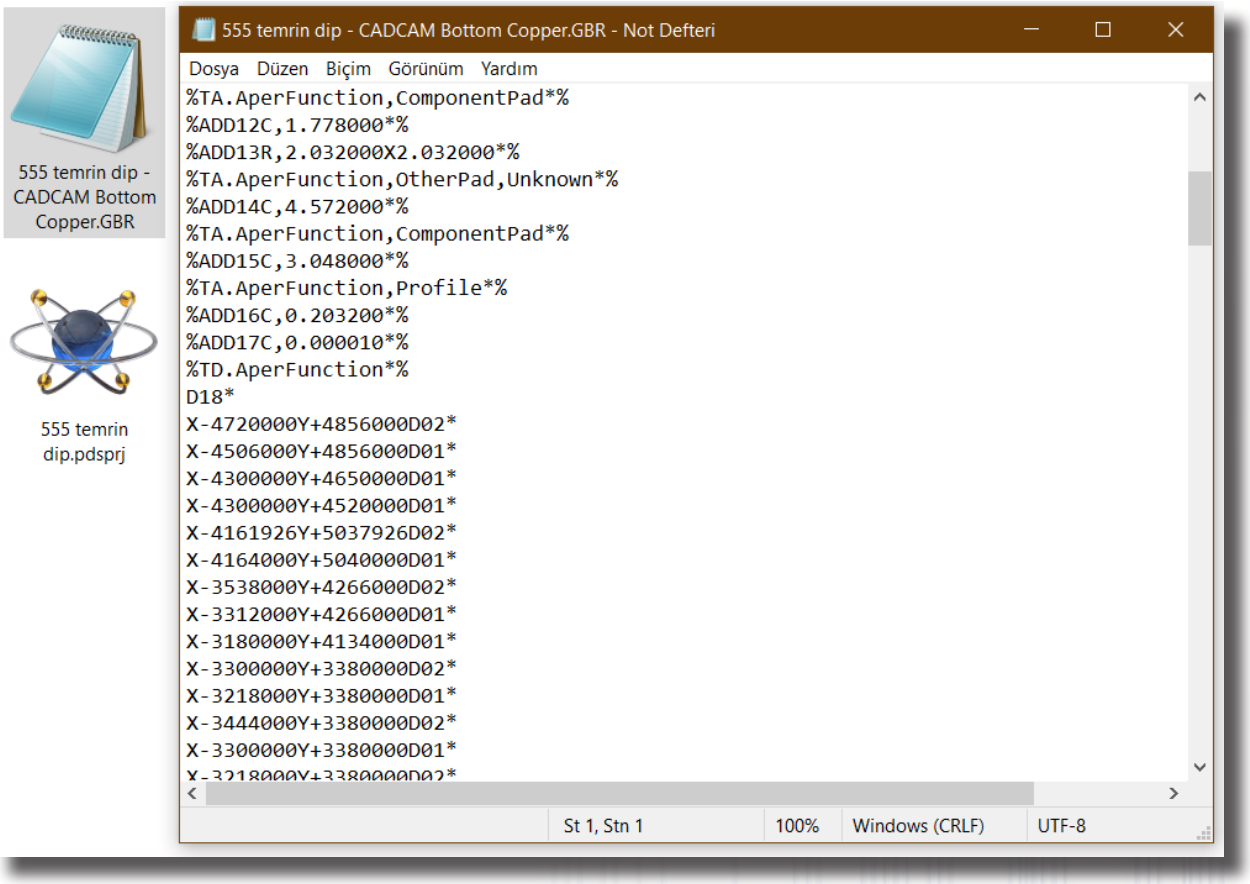
Görsel 2.88: Çıktı alınacak bölgenin dosya olarak kaydedilmesi

2.5.2. GERBER (CADCAM) DOSYASININ OLUŞTURULMASI

Hazırlanan PCB şemasını CNC tezgâhında işleyip PCB devresi hazırlamak gerekirse bu işlem için gerber dosyasına ihtiyaç duyulur. Gerber dosyası her bir çizimin koordinatını verir. Böylelikle CNC tezgâhı bu koordinatları alarak PCB şemasını plaket üzerine işler. Gerber dosyasında çizgilerin (çizgi kalınlıkları, çizim veya hareket modu vb.) X ile Y koordinatları vektörel olarak gösterilir (Görsel 2.89).



Görsel 2.89: Gerber dosyasının oluşturulması



Görsel 2.90: Gerber dosyası bilgileri

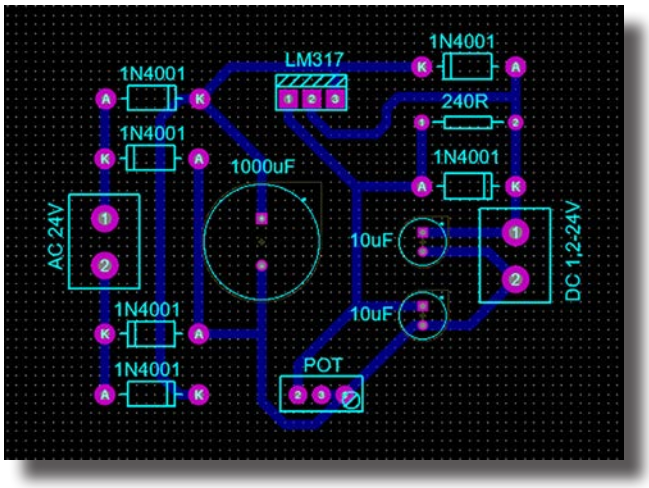
Görsel 2.90'da gerber dosyasının bilgileri not defteri dosyasında açılmış hâlde gösterilmektedir. PCB çiziminin gerber dosyası oluşturulur. İlgili programlar aracılığıyla G code üretilir ve CNC makinesinin yazılım programına yüklenir. Bakır plaket, gerekli ayarlar yapılarak CNC tezgâhına bağlanır ve PCB kazıma işlemi başlatılır (Görsel 2.91). Bu işlemin sonunda bakır plakete işlenmiş PCB çizimi elde edilir.



Görsel 2.91: CNC tezgâhında PCB kartının gerber dosyasıyla işlenmesi

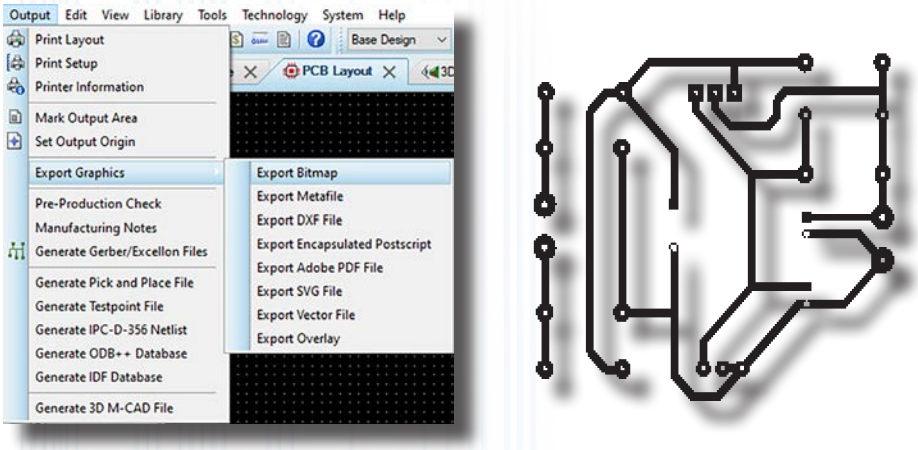
2.5.3. CNC İLE BASKI DEVRE KARTININ OLUŞTURULMASI

Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımında CNC ile baskı devresi oluşturulacak olan devrenin PCB devre şeması çizilir. Bu baskı devre çizimi otomatik olarak ya da manuel olarak yapılabilir (Görsel 2.92).



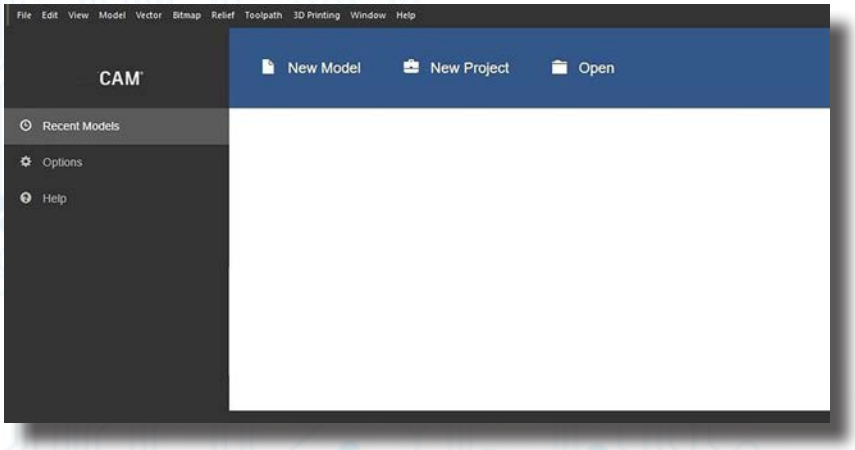
Görsel 2.92: Baskı devrenin programda çizilmesi

CNC ile baskı devresi oluşturulacak olan çizimin **Output** menüsünden **Export Graphics** sekmesi seçilerek **Export Bitmap** tıklanır. BMP resim çıktısı üretilerek Cad tasarım programında G kodları üretilir (Görsel 2.93). Öncelikle bütün devre elemanlarının Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı ortamına aktarılıp aktarılmadığına dikkat edilmelidir.



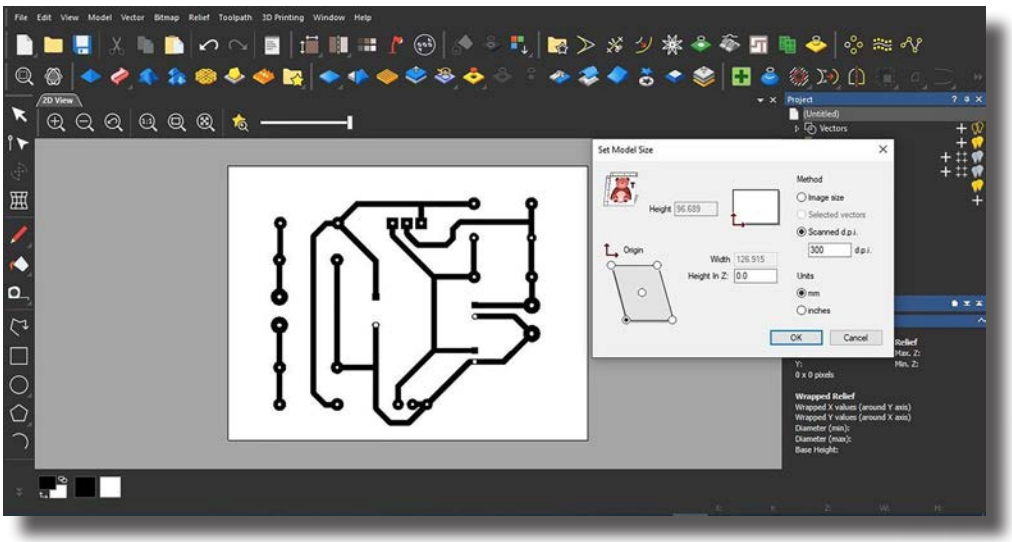
Görsel 2.93: Baskı devrenin BMP olarak kaydedilmesi

G kod üretmek için Cad tasarım programı çalıştırılır (Görsel 2.94).



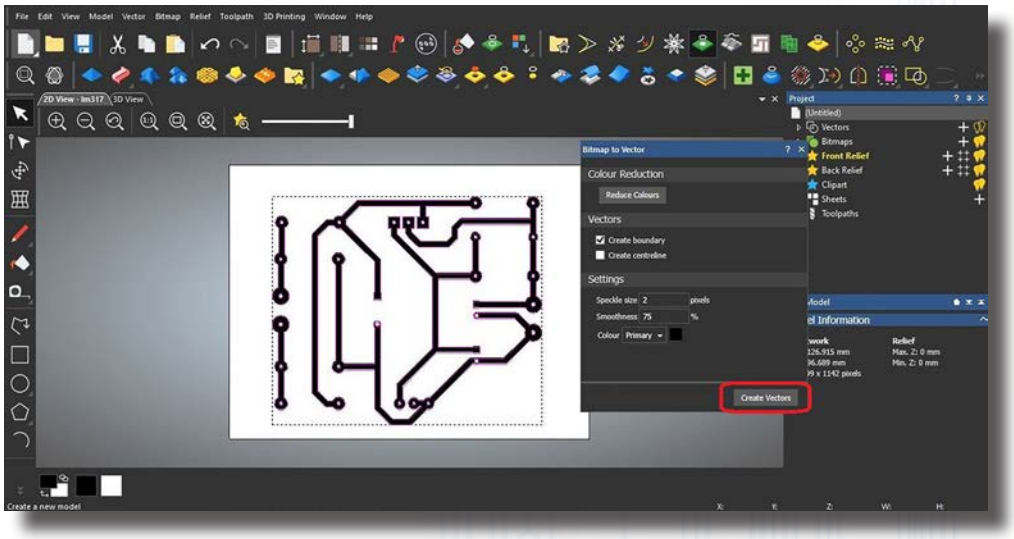
Görsel 2.94: CAM tasarım programının çalıştırılması

Cad üzerinden G kod üretirken öncelikle resim olarak kaydedilen PCB tasarımı **File** menüsünden **Open** sekmesi seçilerek açılır (Görsel 2.95).



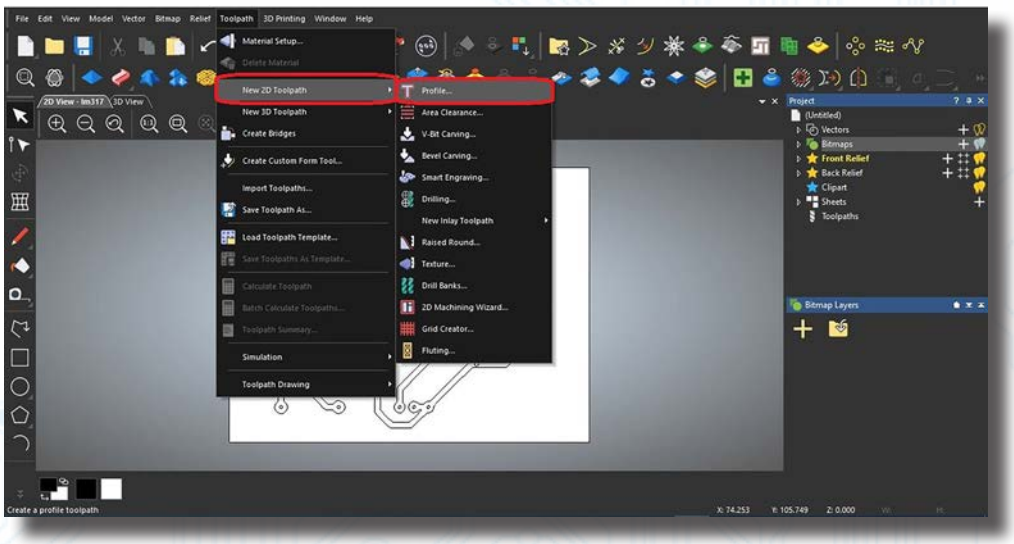
Görsel 2.95: CAM tasarım programında PCB tasarımının açılması

Vektörel resim elde etmek için **Vector** menüsünden **Bitmap to Vector** komutu seçilir. Açılan pencereden **Create Vectors** butonuna tıklanır (Görsel 2.96).



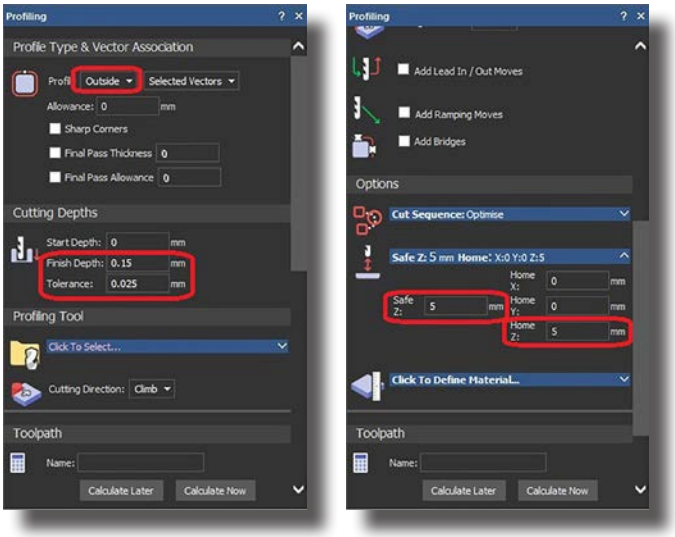
Görsel 2.96: Vektörel resmin elde edilmesi

Toolpath menüsünden **New 2D Toolpath** komutu seçilir. Sonra **Profile** seçilir ve açılan pencereden kesme aracının güvenliği, yüksekliği ve konumu gibi ayarlar yapılır (Görsel 2.97).



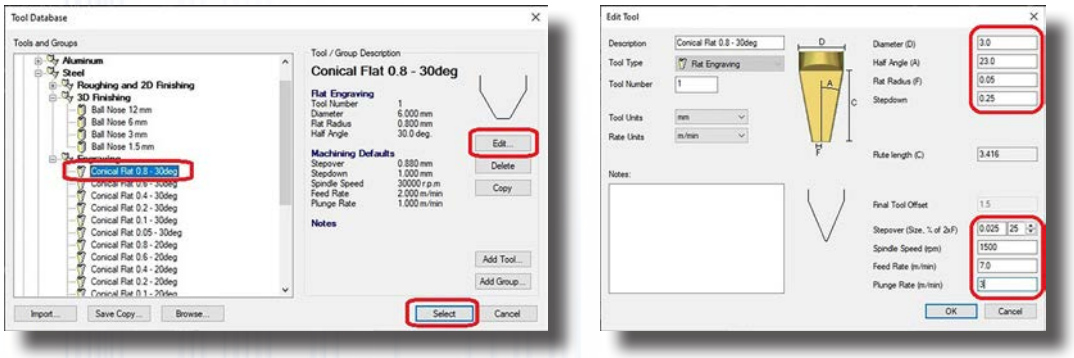
Görsel 2.97: Profile sekmesinin seçilmesi

Profiling Tool menüsünden **Click to Select** butonuna tıklandığında Görsel 2.98'deki ekran açılır.



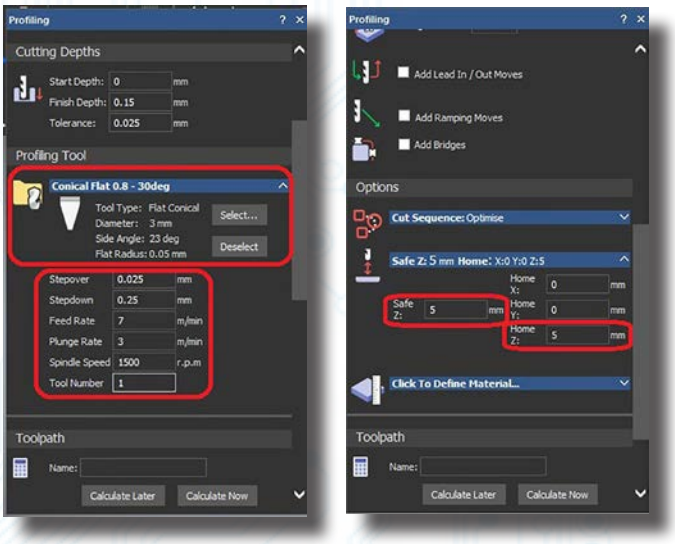
Görsel 2.98: Profile ayarları

PCB baskı devre için bakır plaketi kesme ayarları **Profiling Tool** sekmesinde gerçekleştirilir. Uygun bir kesme aracı (çakı) seçilip gerekli ayarlar yapılır. Edit menüsü tıklanarak takıma ait ayarlamalar yapılır (Görsel 2.99).



Görsel 2.99: Bakır plaketi kesme aracı ayarları

Takım düzenleme işlemi tamamlanınca özet bilgi açılır. Burada kesme aracının çalışma hızı, bir seferde gireceği derinlik gibi bilgiler yer almaktadır. **Profiling** penceresinin güvenli kısmında ise kesme aracı boşa düştüğünde yukarı kalkacağı mesafe ayarlanır (Görsel 2.100).

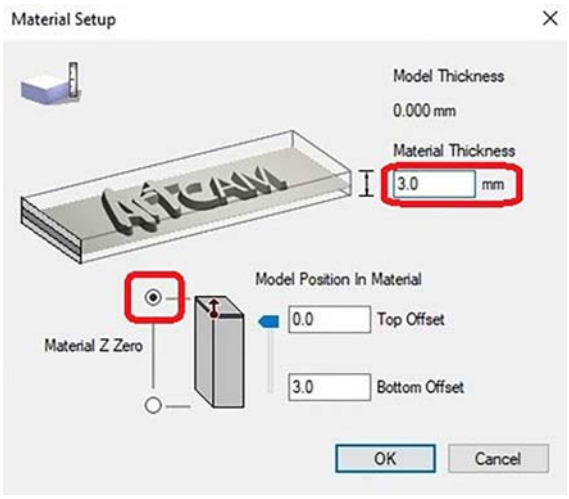


Görsel 2.100: Kesme aracı ayarları

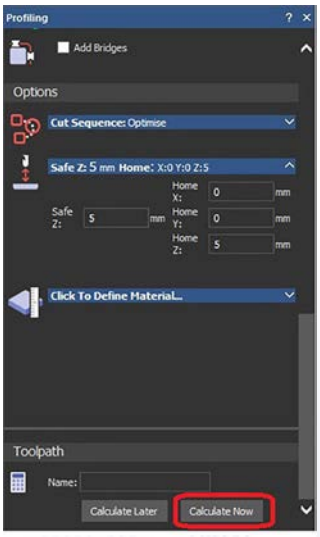
Profiling penceresinden malzeme bloğu tanımlamak için **Click To Define Material** sekmesi ile kesilecek bakır plaket kartının kalınlık değerinin ve yüzey sıfırlamasının **alttan** mı yoksa **üstten** mi olacağına karar verilir (Görsel 2.101).

OK butonu tıklanır ve kazıma işlemine yönelik ayarlamalar hazırlanmış olur. CAM projesi kaydedilip gerçek projeye uygun bir Cad adı verilerek proje kaydedilir.

Calculate Now butonuna basıldığında herhangi bir hata uyarısı ile karşılaşılmazsa yapılan tüm kazıma ayarları doğru demektir. Herhangi bir hata ile karşılaşılırsa hata yeri bulunup hatanın düzeltilmesine çalışılır. Hata yeri bulunamıyor ya da hata düzeltilemiyorsa tüm proje kapatılır ve modül bilgileri takip edilerek işlemler yeniden yapılır (Görsel 2.102).

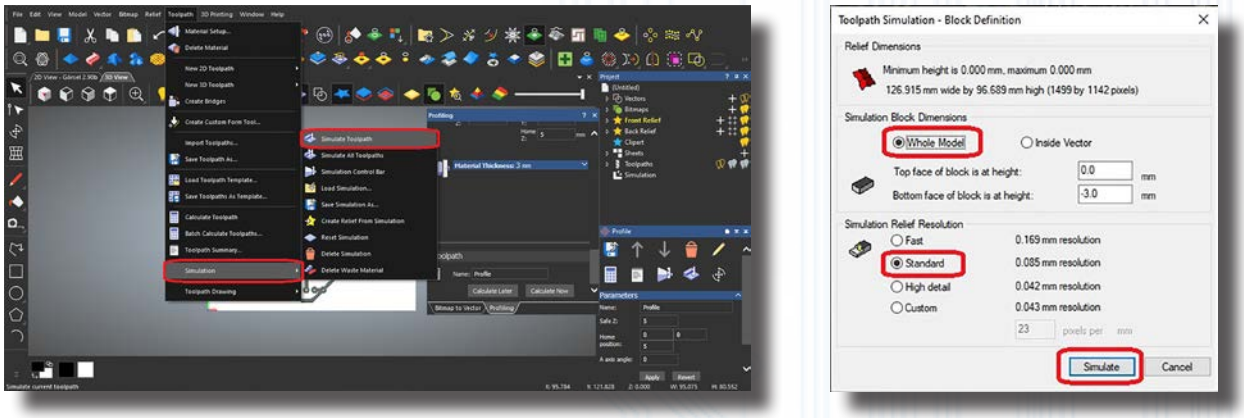


Görsel 2.101: Bakır plaket kart ayarları

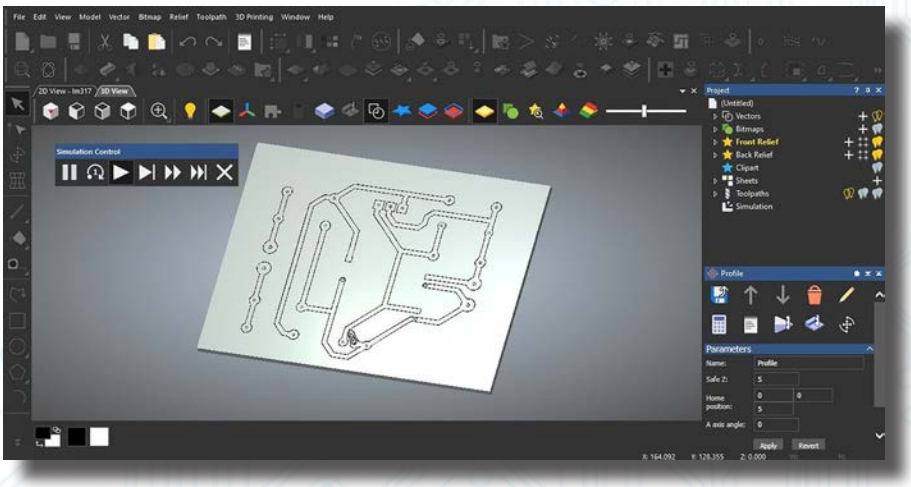


Görsel 2.102: Hesaplama sekmesinin çalıştırılması

Bu aşamadan sonra bir simülasyon yapılır. Bunun için ana menüden **Toolpath** menüsündeki **Simulation** ve **Simulataion All Toolpaths** tıklanır, açılan pencereden **Whole Model** seçilir, **Simulate** butonuna tıklanır ve simülasyon işlemleri başlatılır (Görsel 2.103).

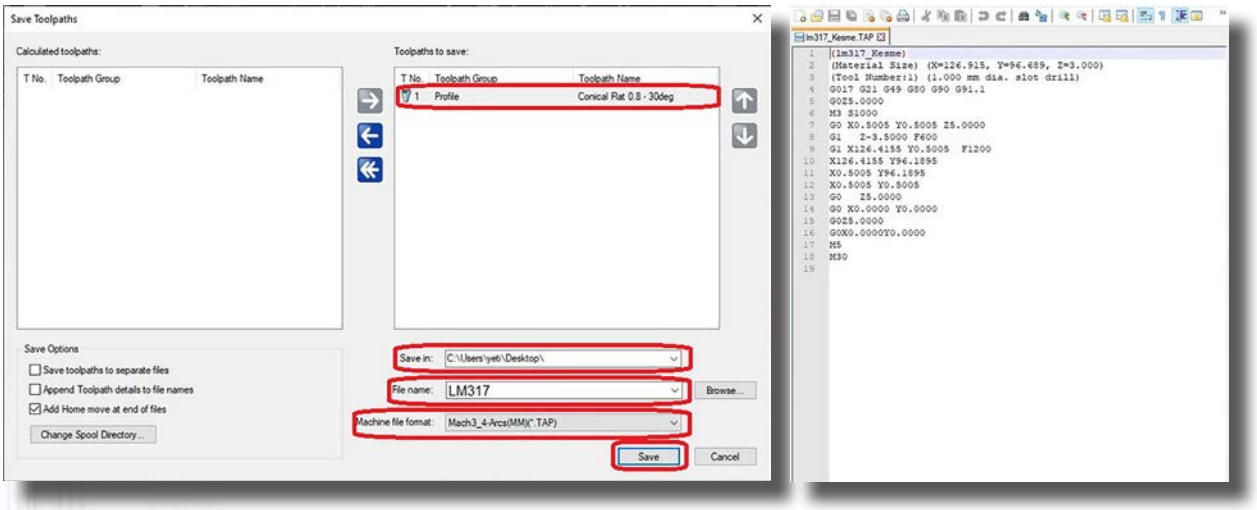


Görsel 2.103: Simülasyon ayarları



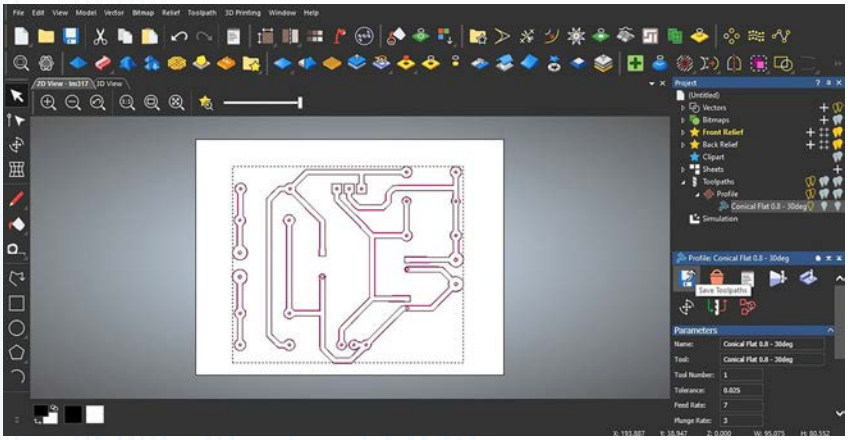
Görsel 2.104: Simülasyonun yapılması

Böylelikle G kodlarının üretmesi aşamasına gelinmiş olur. Profiling penceresinden **Save Toolpath As** komutu verilir ve G kodlar elde edilir (Görsel 2.105).



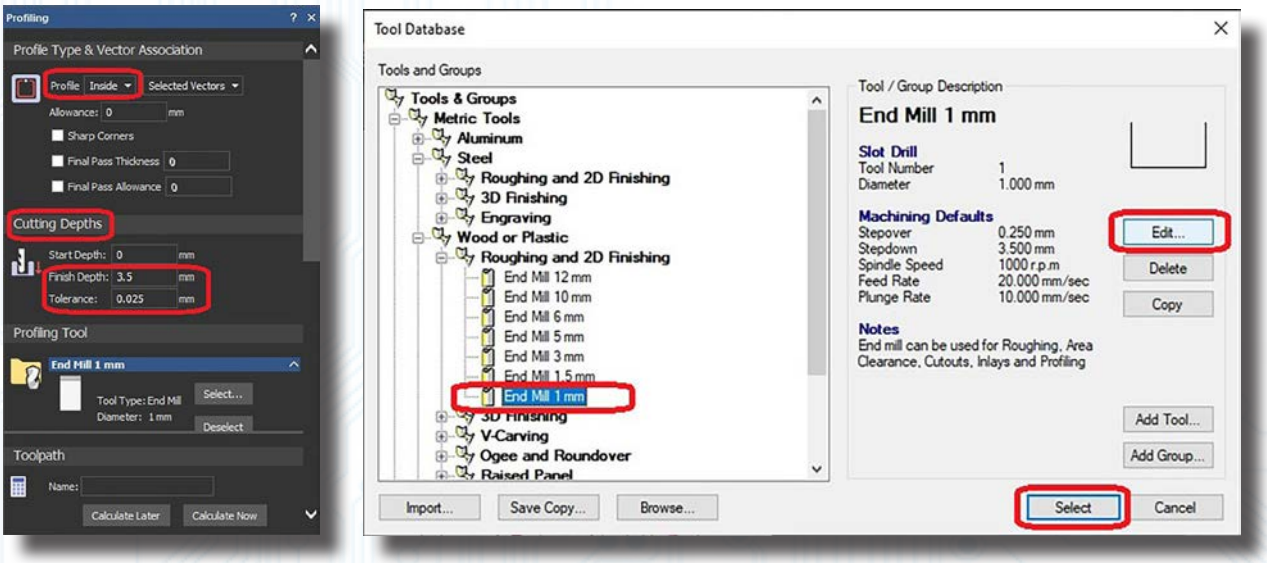
Görsel 2.105: G kodların üretilmesi

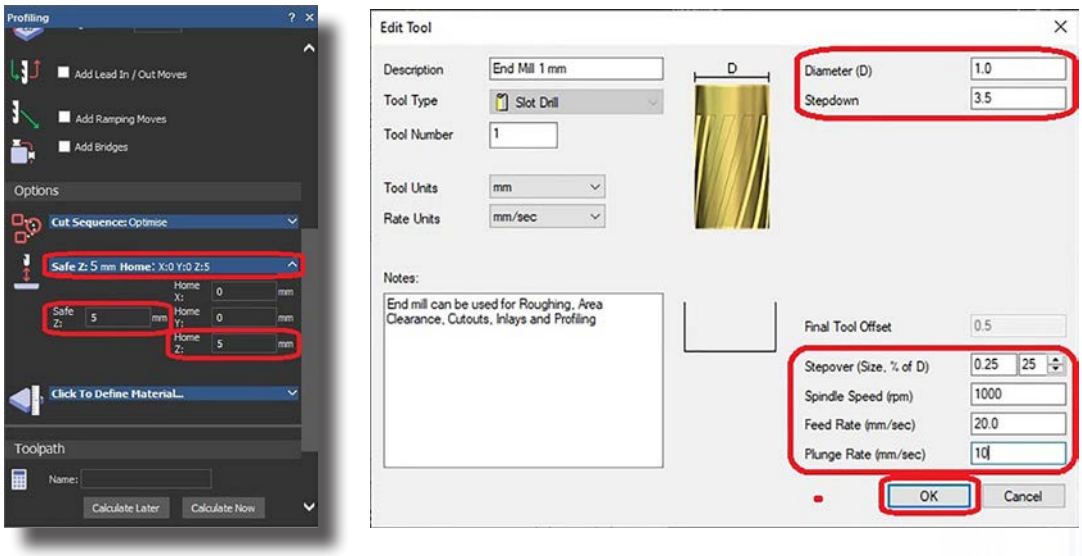
Bu aşamadan sonra PCB baskı devre bakır plaketinde kullanılan malzemelerin delik yerleri ayarlanır. 2D görünüm penceresinden sadece delikler (VIA) seçilir (Görsel 2.106).



Görsel 2.106: Baskı devre plaketi deliklerinin ayarlanması

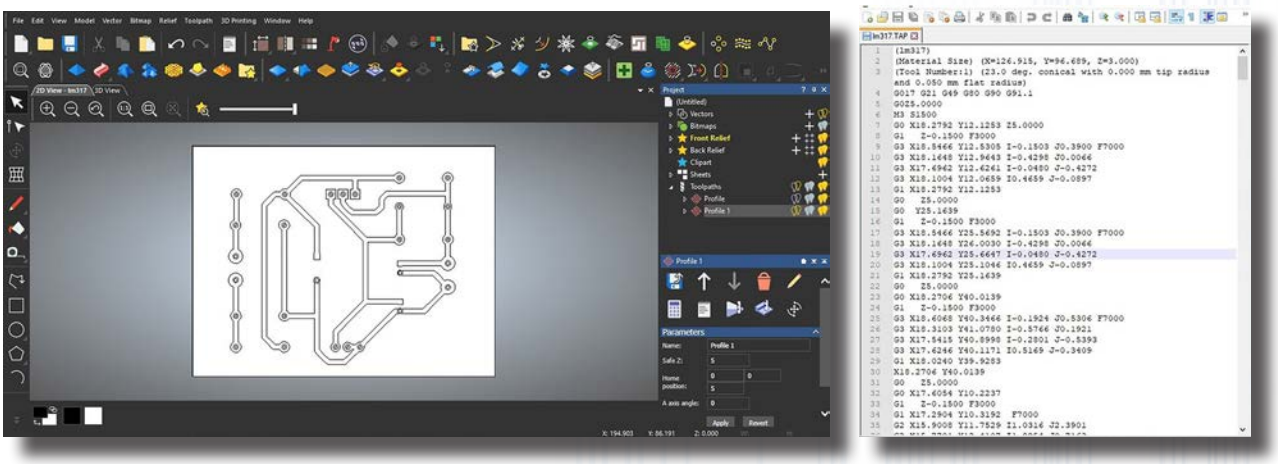
Sadece delik yerleri belirlemek için fare sol tuşu ile iç delikler seçilir. Toolpath menüsünden Profile seçilerek açılan pencereden kesme aracının güvenliği, yüksekliği ve konum bilgileri tekrar ayarlanır. Profiling Tool sekmesinden Click To Select butonu tıklanır. Görsel 2.106'daki ayarlamalar yapılır (Görsel 2.107).





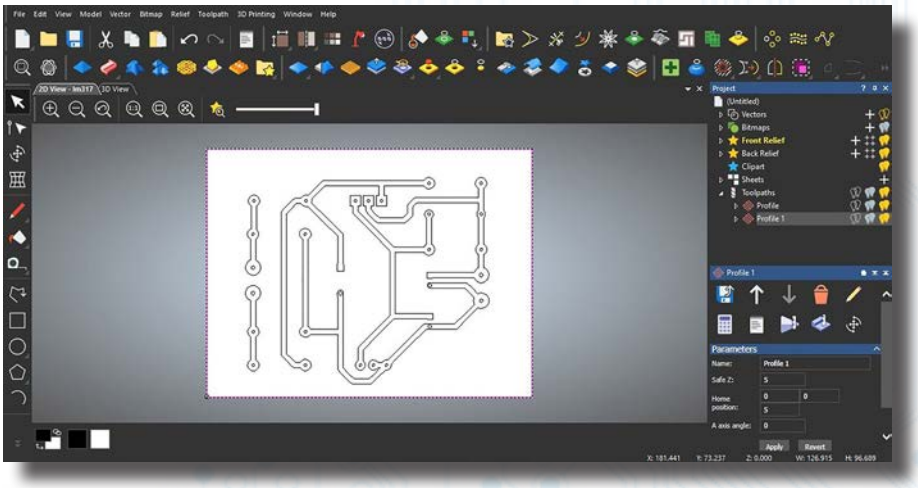
Görsel 2.107: Kesme aracı ayarlarının yapılması

Ayarlar kaydedildikten sonra **Calculate Now** butonu ile işlemde hata olup olmadığı test edilir. **Toolpath** menüsü altından **Save Toolats As** komutu ile kaydetme işlemi yapılarak G kodlar elde edilir (Görsel 2.108).



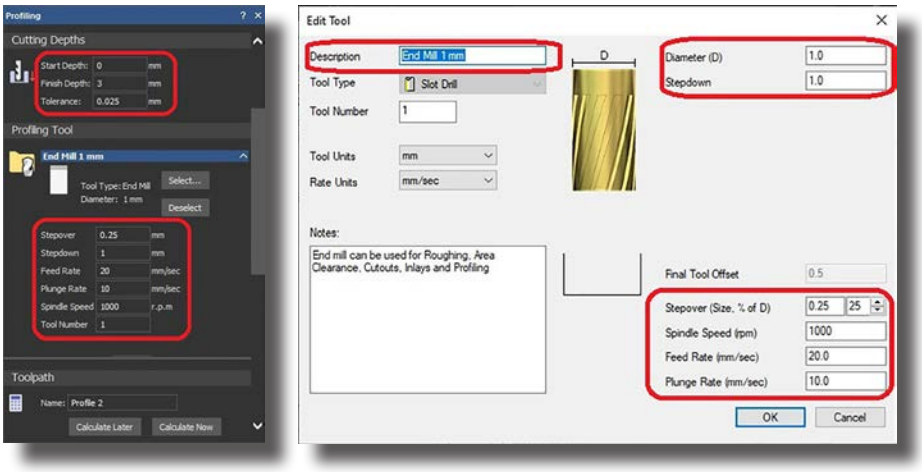
Görsel 2.108: G kod üretme işlemi

Baskı devre kartının istenilen ebatta kesilmesi için kartın ana hatlarına ait vektör seçilir (Görsel 2.109).



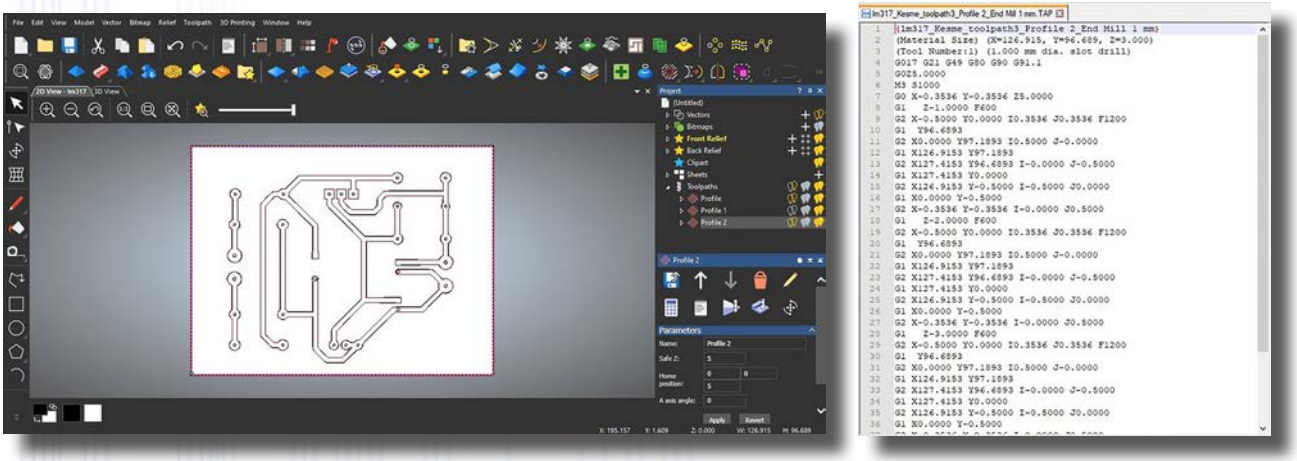
Görsel 2.109: PCB kartının anahat ayarları

Delik delmek için ayarlanan takım çıkarılmadan kullanılarak ya da aynı yolla daha kalın bir takım seçilerek gerekli ayarlamalar yapılır. **Toolpath** menüsünden **Profile** seçilir ve açılan pencereden kesme aracının güvenliği, yüksekliği ve konumu gibi ayarlar tekrar yapılır. **Profiling Tool** menüsünden **Click to Select** butonuna tıklanır. Açılan pencereden ayarlar yapılarak 3 mm derinlikte 3 katmanda kesme yapılır (Görsel 2.110).



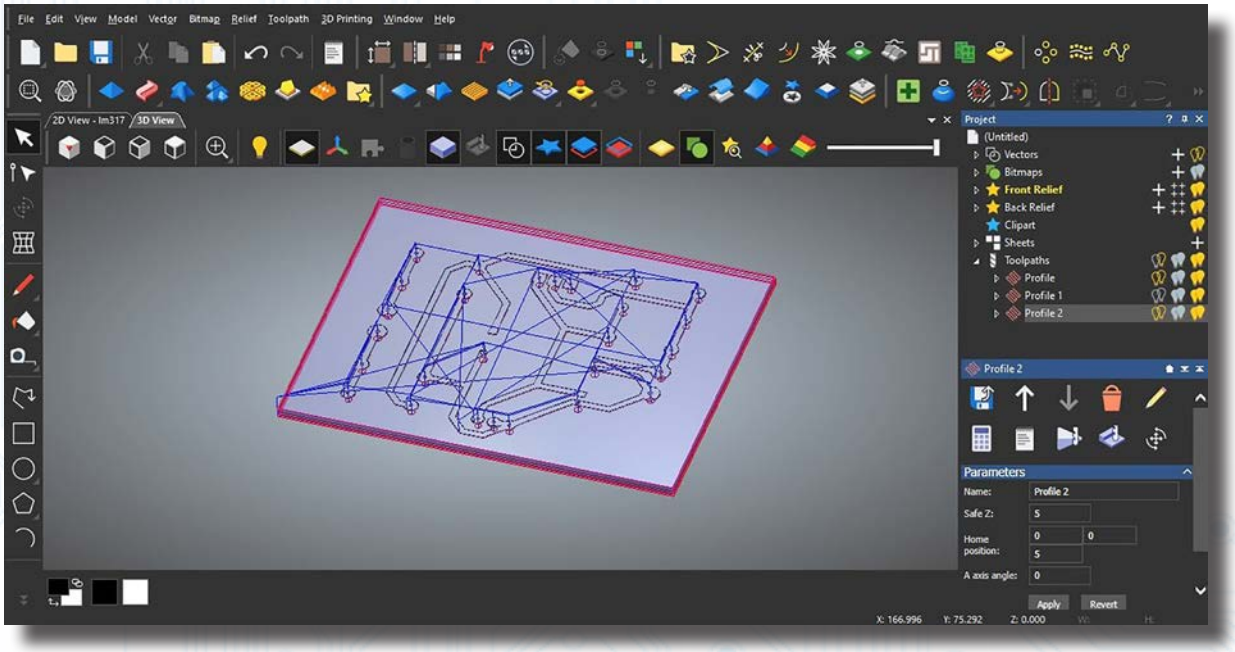
Görsel 2.110: Kesme aracı ayarları

Ayarlar kaydedildikten sonra **Calculate Now** butonu ile işlemde hata olup olmadığı test edilir. **Toolpath** menüsünden Save toolpath As komutu verilir ve G kodlar elde edilir (Görsel 2.111).



Görsel 2.111: G kodların üretilmesi

3D View sekmesinde oluşturulan tüm takım yollarının nasıl çalışacağına dair bir ön izleme görüntülenebilir. Ayrıca üretilen G kodların işlem öncesi simülasyonu yapılabilir. Artık üretilen G kodlar ile mini CNC'de baskı devre üretilebilir (Görsel 2.112).



Görsel 2.112: Ön izlemenin yapılması

ETKİNLİK ÇALIŞMASI

Aşağıda verilen kelimelerin soldan sağa, sağdan sola, yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya ve çapraz şekilde yerleşimlerini bulunuz. Bulduğunuz kelimeyi tablodan ve kelime listesinden işaretleyiniz. Kelime listesinde olup tabloda yer verilmemiş olan kelimeyi bulunuz.

Kelime Listesi

APPLICATION, BITMAP, BLOCK, BOARD, COMPONENT, DECOMPOSE, DESCRIPTION, DRC, ~~EDG~~E, ERROR, GENERATE, GERBER, GRAPHICS, GRID, LAYER, LAYOUT, LEGACY, LIBRARY, METRIC, MITRING, NETLIST, ORIGIN, PACKAGES, PARTS, PINS, PRINT, PROJECT, REDRAW, ROUTER, SAMPLE, SQUARE, STYLE, SYMBOL, TECHNOLOGY, TEXT, TOOLBAR, TRACKS, ULTIBOARD, UNMITE, VIA, ZOOM

T	C	E	J	O	R	P	A	S	X	A	D	I	R	G	E	P
T	I	W	X	G	N	O	I	T	A	C	I	L	P	P	A	T
R	X	O	U	E	A	T	L	E	G	A	C	Y	R	E	T	O
E	O	E	L	N	B	M	E	T	R	I	C	I	S	R	A	O
Y	C	S	T	E	W	W	A	R	D	E	R	T	A	A	C	L
A	F	A	X	R	Z	Q	A	O	P	R	A	C	L	U	A	B
L	I	B	R	A	R	Y	B	R	I	T	K	S	W	Q	T	A
E	R	O	U	T	E	R	J	I	L	S	C	R	D	S	N	R
S	T	B	W	E	P	H	E	G	M	E	G	D	E	N	I	E
N	S	L	O	B	M	Y	S	I	Q	D	H	Z	O	Y	R	B
I	M	A	C	O	M	P	O	N	E	N	T	E	A	G	P	U
P	E	N	M	G	E	R	B	E	R	L	X	Q	N	O	Q	N
A	S	U	X	P	H	Y	X	Z	A	N	K	C	O	L	B	O
D	O	N	E	A	L	M	B	W	E	Z	U	Z	C	O	D	I
R	P	M	D	M	O	E	S	T	U	O	Y	A	L	N	R	T
A	M	I	N	O	D	P	L	C	H	N	L	O	Z	H	A	P
O	O	T	Z	U	E	I	M	E	I	R	H	N	D	C	O	I
B	C	E	B	R	S	Q	D	N	Z	H	B	A	S	E	B	R
A	E	M	O	T	A	V	Y	D	S	L	P	U	D	T	I	C
W	D	R	C	N	I	E	L	E	C	T	Q	A	X	E	T	S
Y	R	N	U	A	H	X	R	N	M	B	Y	C	R	W	L	E
E	A	T	S	E	G	A	K	C	A	P	M	L	H	G	U	D
G	N	I	R	T	I	M	P	A	M	T	I	B	E	Y	A	T

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantez içlerine kavramların önündeki harflerden uygun olanları yazınız. Her harfi bir defa kullanınız.

ARAÇ ÇUBUKLARI				SEMBOLLERİ	
1.	(…)	Çizim alanını ve ekranı yeniler.		A	Zoom To Area
2.	(…)	Belirlenen noktayı merkez yapar ve alana ortalar.		B	Ratsnest Mode
3.	(…)	Tasarım alanında belirlenen alanı ekran boyutunda büyütür.		C	Track Mode
4.	(…)	Tasarım alanındaki görüntüyü uzaklaştırır.		D	Differential Mode
5.	(…)	Projede kullanılan elemanların listesini hazırlar.		E	Zoom Out
6.	(…)	Yeni bir PCB kılıfı oluşturur.		F	Redraw Display
7.	(…)	Tasarım alanında yol oluşturur.		G	Dimension Mode
8.	(…)	PCB şemasının net bağlantılarını listeler.		H	Make Package
9.	(…)	İki nokta arasındaki mesafeyi gösterir.		I	Angle
10.	(…)	Komponenti, belirlenen açı değerinde döndürür.		J	Select Tracks
				K	Center At Cursors
				L	Bill Of Materials

B. Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Önceden yapılmış bir çalışmanın bir bölümünü veya tamamını çalışma alanına eklemek için kullanılan menüye ne ad verilir?

A) Explore Project Folder B) Open Sample Project C) Import Legacy Project
D) Import Project Clip E) Export Project Clip

12. Projede yapılan PCB çalışmasının çıktısını alma, yazıcı ayarlarını yapma, yazılacak alan ayarlarını yapma, PCB şemasını grafik dosyası olarak kaydetme gibi işlemlerin yapıldığı menüye ne ad verilir?

A) Edit B) Library C) Output D) Tools E) System

13. Export Graphics penceresinde bulunan ve mode alanında yer alan SMT Mask modunun işlevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Plaket boyutu seçimi B) Tüm padlerin seçimi C) Lehim yüzeyindeki pad seçimi
D) Bütün çizimin seçimi E) Tüm yolların seçimi

14. Toggle X-Cursor menüsünün görevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Belirlenen alanı merkez olarak görüntüler.
B) Belirlenen noktaya 0 (0,0) olarak koordinat değerini atar.
C) Belirlenen nokta ile fare imlecinin gittiği nokta arasındaki koordinatları ve uzaklığı verir.
D) Fare imlecini belirlenen koordinat noktasına götürmek için kullanılır.
E) Tasarım alanında fare imlecinin şeklini değiştirir.

15. Izgara (grid) ayarlarının yapıldığı ve mesafelerinin değiştirildiği menü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Set Layer Stackup B) Set Layer Pairs C) Set Grid Snaps
D) Set Board Properties E) Configure Teardropping

16. Projede kullanılan elemanların listesini hazırlayan araç çubuğuna ait sembol aşağıdakilerden hangisidir?

A)  B)  C)  D)  E) 

17. Tasarım alanındaki çizimi ekrana tam sığacak şekilde boyutlandıran araç çubuğunun sembolü aşağıdakilerden hangisidir?

A)  B)  C)  D)  E) 

18.  **Şekilde verilen araç çubuğunun görevi aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

A) Yolların çizim alanındaki dönüş açılarını ayarlar.
B) PCB şemasında bulunan komponentleri alana otomatik olarak yerleştirir.
C) Yol stili seçimini otomatik yapar.
D) PCB çizimi sırasında otomatik ayarları ve kuralları kontrol ederek rapor verir.
E) Yol ile pad arasındaki mesafeyi otomatik ayarlar.

19. Aşağıdakilerden hangisi baskı devre tasarlarken dikkat edilmesi gereken kurallardan birisi değildir?

A) Diyot bacakları arasındaki mesafe 5 mm olmalı ve iki pad arasından en fazla 2 bağlantı yolu geçmelidir.
B) Direnç padleri arasından bağlantı yolları geçmemelidir.
C) Bağlantı yollarının kalınlığı 0,2 mm ve üzeri olmalıdır.
D) Transistör padleri arasındaki mesafe 5 mm olmalıdır.
E) Kablo atlamalı devre tasarımlarından mümkün olduğunca uzak durulmalıdır.

20. Aşağıda verilen ölçü birimlerinden hangisi hassas ızgara aralığını verir?

A) Snap 0.5 mm B) Snap 0.1 mm C) Snap 2.5 mm D) Snap 1 mm E) Snap 1 in

21. Osilatörlerin kılıfları hangi kategori içeresinde yer alır?

A) Unspectified B) Miscellaneous C) Integrated Circuits
D) Discrete Components E) Connectors

22. Aşağıdakilerden hangisi PCB tasarlarken dikkat edilmesi gereken temel kriterlerden birisi değildir?

A) Via çapı B) Katman sayısı C) Malzemenin yüksekliği D) Delik çapı E) Yol kalınlığı

23. Genel olarak tercih edilen via ile via pad oranı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1.6:2 B) 1.8:1 C) 2:1 D) 4.3:1 E) 3:4

24. 3D Visualizer ortamında devreyi sanal bir kutu içeresinde gösteren araç çubuğu aşağıdakilerden hangisidir?

A)  B)  C)  D)  E) 

25. "Top Silk" menüsünün işlevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Padlerin deliklerini yazdırır. B) Sadece üst bakır yüzeyi yazdırır.
C) Üst bakır yüzeyin kenar çizgilerini yazdırır. D) Üst bakır yüzeydeki padleri yazdırır.
E) Üstteki eleman sembollerinin çizgilerini yazdırır.

Bilgi Notu **Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları tekrar ediniz. Cevaplarınızın tümü doğru ise uygulama faaliyetine geçiniz.**

PCB ÇİZİM KURALLARI

PCB ÇİZİMİ (DIP VE SMD) KURALLARI

Baskı devre şeması çıkarılacak uygulama önce Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında kurularak çalıştırılır. Kullanılacak elemanlar (DIP veya SMD) devrenin durumuna göre belirlenir. Kütüphanede bulunmayan elemanlar oluşturulur veya temin edilir. Kılıfı olmayan malzemelerin kılıfları tanımlanır. Tanımlama işlemi sırasında kılıfların malzeme boyutlarının aynı olmasına dikkat edilir. Bazı malzemelerin SMD kılıfı olmadığı için bu malzemeler DIP malzeme olarak tanımlanır. Bu tanımlamalar yapılmadan Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı üzerinde baskı devre çizimi gerçekleştirilemez.

- Program çalıştırıldıktan sonra Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı simgesine tıklanarak baskı devre çizim programına geçilir.
- Plaket boyutları ve montaj delikleri belirlenir.
- Netlist göstergelerine dikkat edilerek elemanlar mümkün olduğunca yakın ve simetrik biçimde yerleştirilir.
- Technology→Set Text Style menüsünden eleman referans numaralarının veya değerlerinin görünüp görünmeyeceği belirlenir.
- 3D simülatörde malzemelerin yerleşimi kontrol edilir.
- SMD çizimlerinde hem alt hem üst tarafta eleman olacağı için elemanların üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. SMD elemanlar ayna görüntüleri alınarak yerleştirilir.
- Baskı devre çiziminin renk ve katı belirlenir.
- Manuel çizim yapılacaksa Bottom Copper katmanının rengi seçilir.
- Track Mode simgesine tıklanıp bütün Netlistler bitene kadar elemanların padleri birleştirilir.
- Çizim otomatik yapılacaksa Design Rule Manager→Net Classes sekmesinden renklerin ikisi için de Layer'dan Bottom Copper seçilir.
- Yol kalınlığı (TraceStyles) olarak istenen değer seçilip OK butonuna basılır.
- Auto Router→Begin Routing sekmesine tıklanır. Baskı devrenin otomatik çizimi başlar. Çizim bittiğinde baskı devre sadece Bottom Copper renginde ise işlem tamamlanmıştır. Farklı renkte katmanlar var ise bu katmanlar manuel olarak silinmeli ve tekrar çizilmelidir.
- Netlist tamamlanınca yollar kontrol edilir. Atlama (jumper) olmamasına dikkat edilmelidir. SMD çizimde jumper yerine 0R direnç kullanılabilir.
- XL4015 gibi soğutucu bölümü olan elemanların altına PCB çiziminin müsaade ettiği ölçüde elemanın gövdesinden daha büyük bakır kısım bırakılarak bakır yolların soğutucu olarak kullanımı sağlanır.
- Elemanların yerleşeceği padler kontrol edilir.
- 3D simülatörde malzemelerin yerleşimi üstten ve alttan tekrar kontrol edilir.
- Tools→Power Plane Generator menüsünden bakırın dolduracağı katmanın rengi seçilir. Gelen pencerede hiçbir şey seçilmeden OK butonuna basılırsa plaketin boş alanları bakır yollar ile doldurulur ya da plaketin tamamı GND formatına veya seçilecek diğer formatlara çevrilir.
- Çizimi yapılan PCB'nin bakır plaket üzerindeki üretim şekline göre çıktı alınır.

BİLGİSAYARLI BASKI DEVRE TASARIM YAZILIMI UYGULAMALARI

Aşağıda verilen uygulamaları gerçekleştiriniz ve yaptığınız uygulamaları kaydediniz. Uygulama çıktılarını öğretmeninize teslim edip imzalatınız.

No.	Uygulama Adı	Öğretmen	
		Durum	İmza
1	Mevcut PCB Kılıflarının Tanıtılması		
2	PCB Kılıflarının Oluşturulması		
3	Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi		
4	555'li Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi		
5	LM2576-ADJ Devresinin Baskı Devre Çizimi		
6	Vumetre Devresinin Baskı Devre Çizimi		
7	Dimmer Devresinin Baskı Devre Çizimi		
8	Yürüyen Işık Devresinin Baskı Devre Çizimi		
9	LDR'li 0-9 Sayıcı Devresinin Baskı Devre Çizimi		
10	25W Anfi ve Ton Kontrol Devresinin Baskı Devre Çizimi		
11	Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)		
12	Polis Sireni Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)		
13	XL4015 Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)		
1. Uygulama Sınavı	741'li Karşılaştırıcı Yükselteç Devresi		
2. Uygulama Sınavı	Melodi Devresi		

Öğrencinin Adı-Soyadı : ..... **Öğretmenin Adı-Soyadı:** .....

Sınıfı-Numarası : ..... **İmza:**



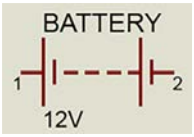
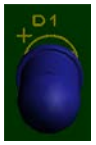
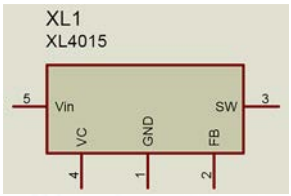
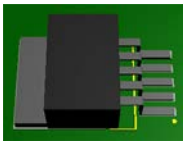
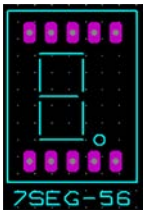
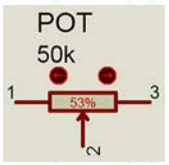
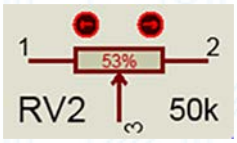
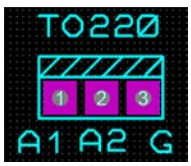
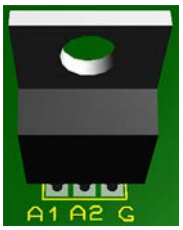
UYGULAMALAR

ELEKTRONİK BASKI DEVRE UYGULAMALARI

2.1. Uygulama: Mevcut PCB Kılıflarının Tanıtılması

Açıklama: Bu uygulamada en sık kullanılan ve PCB'si mevcut olan sembollerin sonraki uygulamalarda kullanılmak üzere Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı sembollerine tanıtılması işlemi yapılacaktır.

Tablo 2.26: PCB Kılıfı Mevcut Malzemelerin Tanıtılması

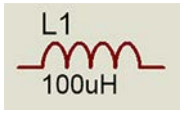
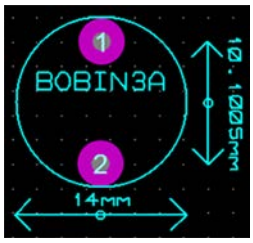
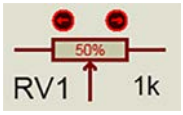
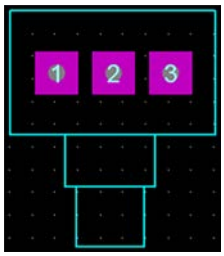
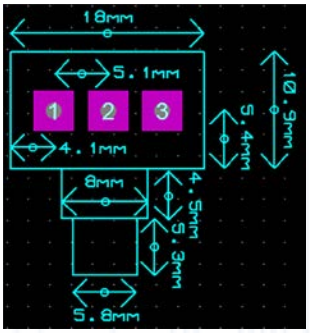
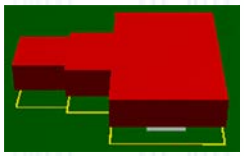
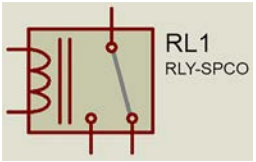
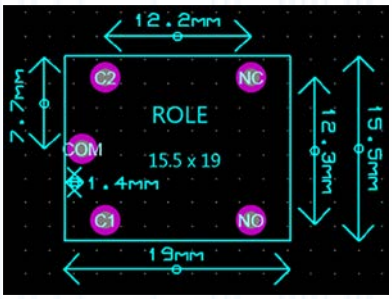
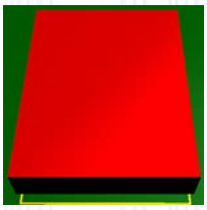
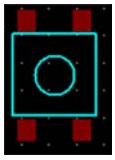
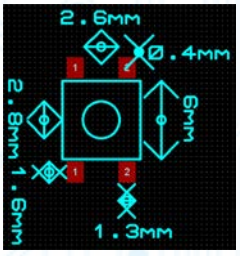
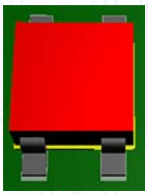
Mevcut Durumu	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı Sembolü	PCB Kılıfı	3D Görünüşü
BATTERY sembolü TBLOCK-M2 klemens için tanımlanacaktır.			
LED sembolü LED kılıfı için tanımlanacaktır.			
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı temrinlerinde malzeme kılıfı oluşturuldu. PCB kılıfı tanıtımı yapılacaktır.			
Mevcut olan 7SEG-COM-ANODE sembolüne 7SEG-56 PCB kılıfı tanıtımı yapılacaktır.			
Hareketli bölgeler için POT-HG sembolü, TBLOCK-M3 klemens için tanımlanacaktır.			
POT-HG sembolü PRE-SQ1 çok turlu trimpotu için tanımlanacaktır.			
TRIAC sembolü, bacaklara dikkat edilerek TO220 kılıfına tanımlanacaktır.			

İstenenler Tablo 2.26'daki PCB kılıfı mevcut olan elemanları Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımındaki sembollere tanıtınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında ilgili sembol üzerine sağ tıklayıp Packaging Tool – Package Device – Packagings kısmı boş ise Add sekmesine tıklayınız. Açılan pencerede gerekli eleman kılıflarını aratınız. Bulunan elemanın ayak pinlerinin numaralarını belirleyip Assing Package(s) bölümünü seçiniz. Açılan pencereleri takip ederek Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı sembolüne PCB kılıfını ekleyiniz. Bu işlemi her bir satırdaki eleman için yapınız. Önceki temrinlerde XL4015 malzemesini oluşturmadıysanız önce bu malzemeyi oluşturunuz ve kılıfı malzemeye ekleyiniz.

2.2. Uygulama: PCB Kılıflarının Oluşturulması

Açıklama: Bu uygulamada en çok kullanılan ve PCB kılıfı mevcut olmayan elemanların sonraki uygulamalarda kullanılmak üzere PCB kılıfları oluşturulacaktır.

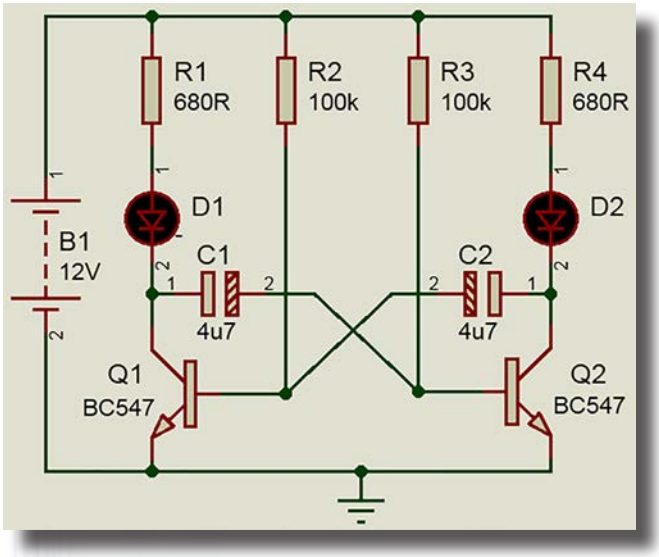
Tablo 2.27: Yeni PCB Kılıfı Oluşturulması

Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı Sembolü	PCB Kılıfı	PCB Ölçüsü	3D Görünüşü
			
			
			
			

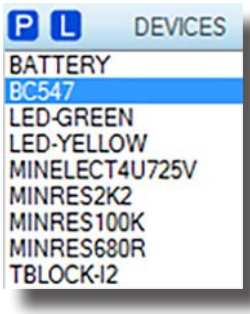
İstenenler Tablo 2.27'deki PCB kılıflarını oluşturup Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında kılıfları tanıtınız. Tablo 2.16'daki () ve Tablo 2.17'deki () ikonlara tıklayıp Tablo 2.27'deki (3A) ilk bobinin PCB ölçülerine bakarak bobini çiziniz ve PCB kılıfını elde ediniz. Oluşturduğunuz kılıfı, kütüphaneye eklemek için blok içerisine alınız. Kılıf üzerine sağ tıklayarak gelen pencerede New Package Name alanına BOBIN3A yazınız. Package Category alanında Discrete Components'i seçiniz. Package Type alanında Surface Mount'u seçiniz. Package Sub-category alanında INDUCTORS'ı seçiniz. Save Package To Library alanında USERPKG bölümünü işaretleyip OK butonuna basınız. Bu işlemi her bir satırdaki eleman için yaparak elemanı malzeme kütüphanesine ekleyiniz.

2.3. Uygulama: Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi

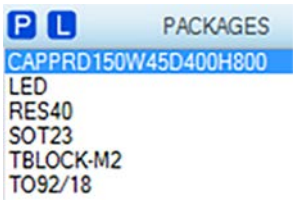
Açıklama: Bu devre, LED'lerin belli aralıklarla yanıp söndüğü en temel devrelerden biridir.



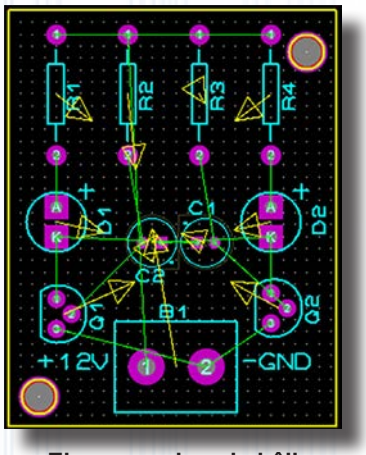
Flip flop devresinin açık şeması



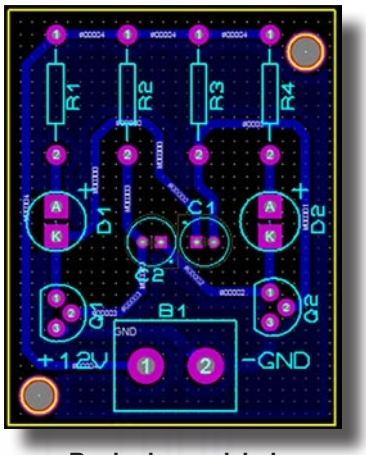
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



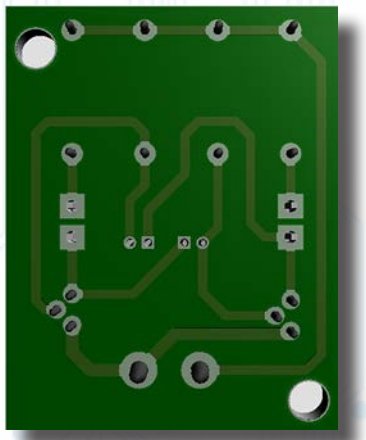
Eleman yerleşmiş hâli



Baskı devre çizimi



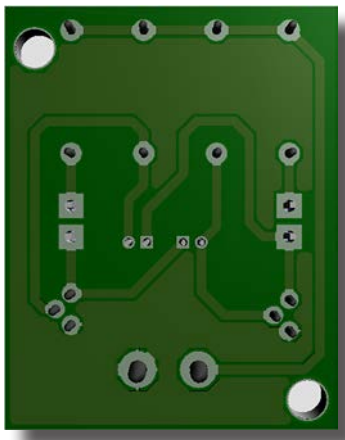
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



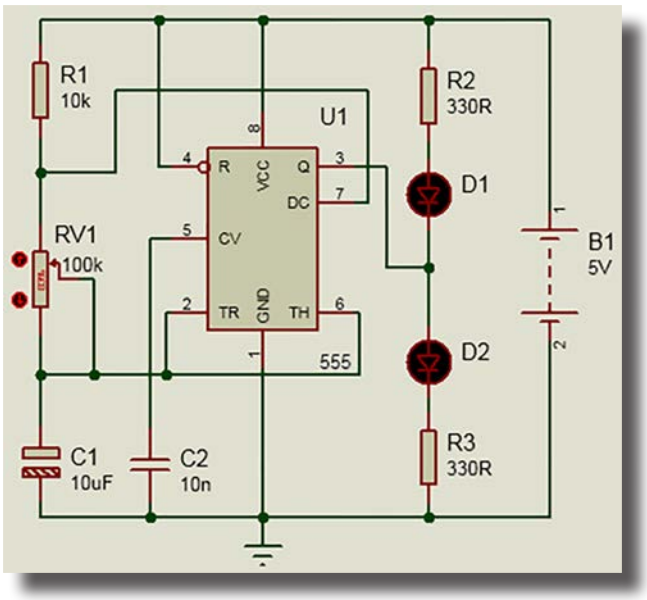
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.92: Flip flop devresinin baskı devre çizimleri

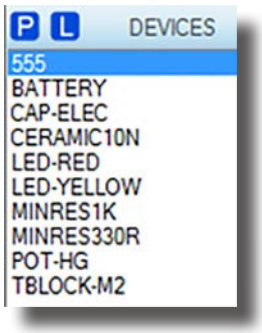
İstenenler Görsel 2.92'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı programında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım ( ) yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış olan BATTERY ve LED'in kılıflarını tanımlayınız. PCB, maksimum 30x35 mm ölçülerinde, tek taraflı, Bottom Copper renginde ve T40 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği için köşelerden 3.5 mm merkez uzaklığında M3.2 Padleri kullanılacaktır.

2.4. Uygulama: 555'li Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi

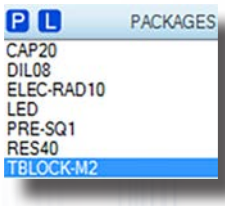
Açıklama: 555 ile yapılan flip-flop devresidir. Aynı zamanda PWM sinyal üreteci olarak da kullanılabilir.



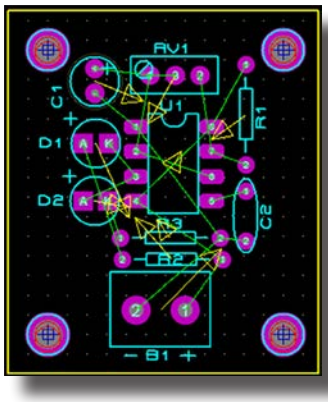
555'li flip flop devresinin açık şeması



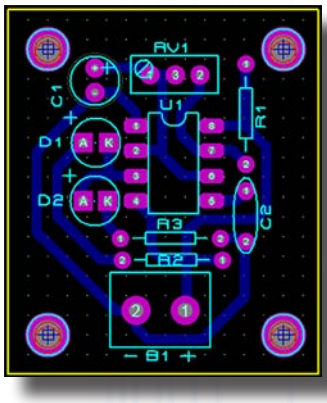
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



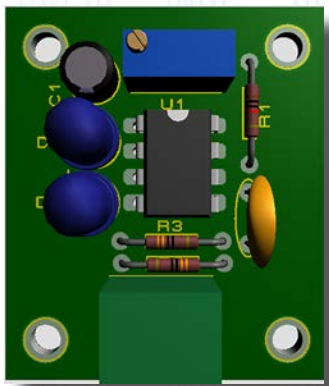
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



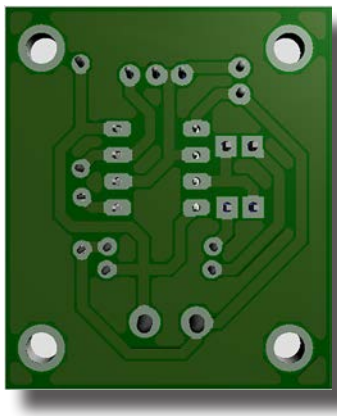
Eleman yerleşmiş hâli



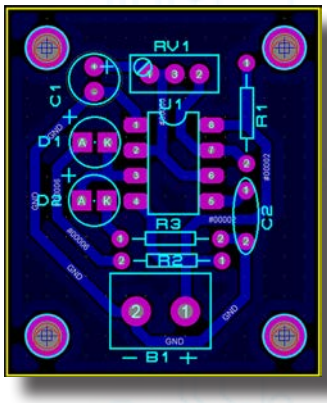
Baskı devre çizimi



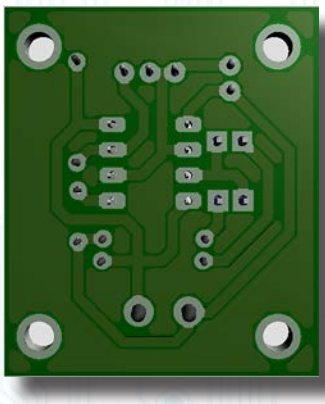
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



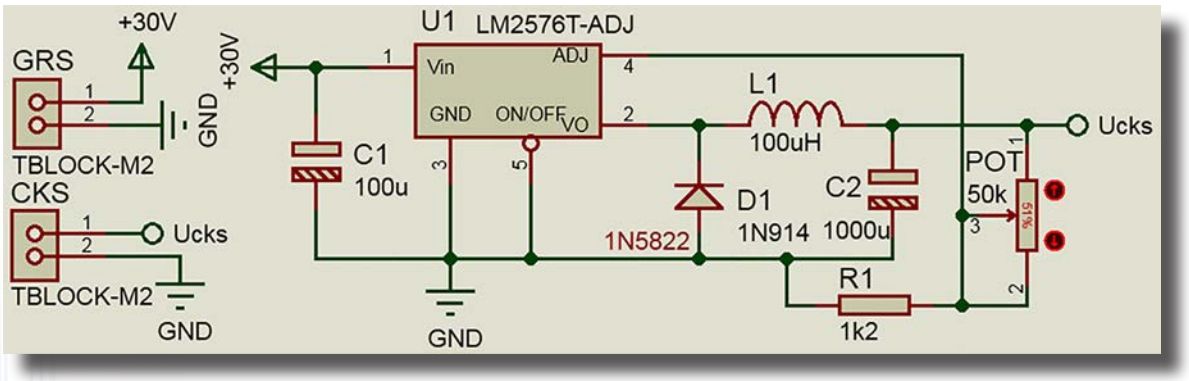
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.93: 555'li flip flop devresinin baskı devre çizimleri

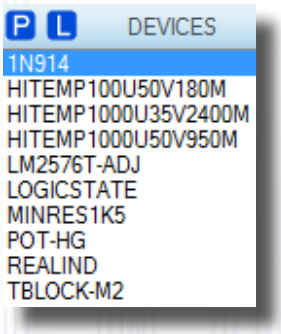
İstenenler Görsel 2.93'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar var ise önce bu elemanların kılıflarını tanımlayınız (POT-HG, BATTERY ve LED). PCB, maksimum 35x40 mm ölçülerinde, tek taraflı, Bottom Copper renginde ve T40 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği için köşelerden 4.5 mm merkez uzaklığında M3.2 Padleri kullanılacaktır. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üretecekseniz çıktınızı ona göre alınız.

2.5. Uygulama: LM2576-ADJ Devresinin Baskı Devre Çizimi

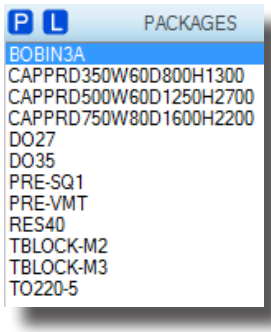
Açıklama: LM2576-ADJ, step down entegresi olarak kullanılmıştır. LM2576-ADJ entegresinin girişinden uygulanan gerilim değerini çıkışta ayarlı hâle getirir. Devrenin girişindeki 0-30V gerilimin, çıkışta 1,2-24V arasında istenen değerlerde alınmasını sağlar. Çıkış akımı 3A'dır.



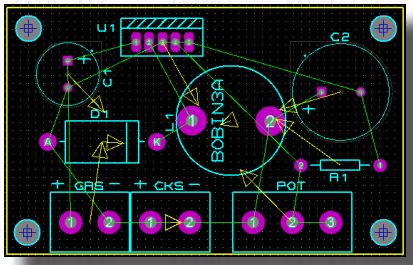
LM2576-ADJ devresinin açık şeması



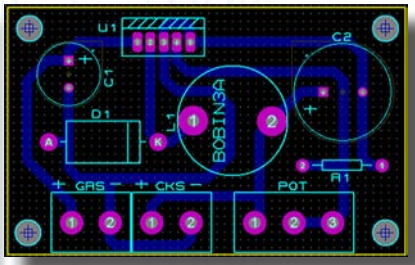
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



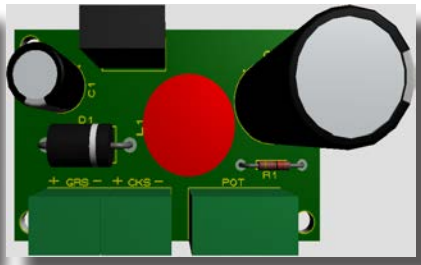
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



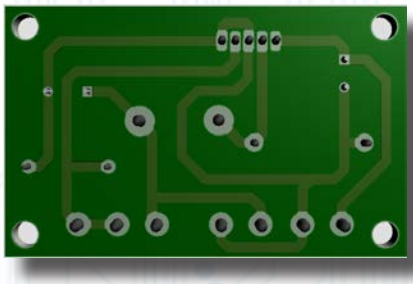
Eleman yerleşmiş hâli



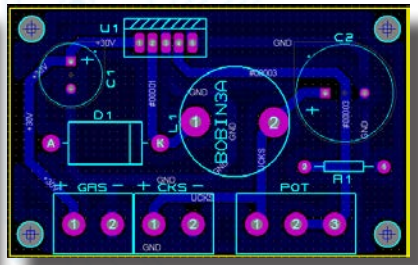
Baskı devre çizimi



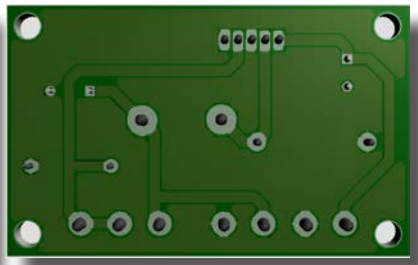
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



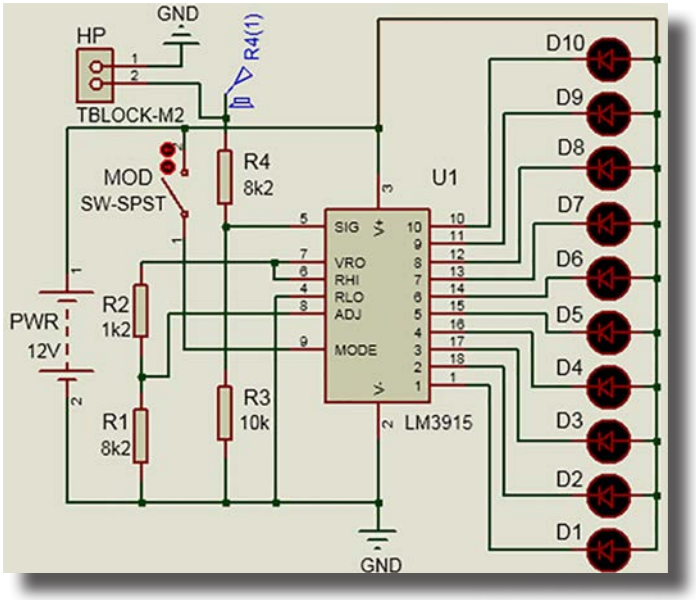
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.94: LM2576-ADJ devresinin baskı devre çizimleri

İstenenler Görsel 2.94'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bu kılıfları tanımlayınız (POT-HG ve LED). Devrede D1 diyodu simülasyon için kullanılmıştır. Devreyi gerçekte uygularken 1N5822 diyodunu ve kılıfı, DO35 olarak kullanınız. Bobin için ise daha önce üretmiş olduğunuz 3A'lık bobin kılıfını tanımlayınız. PCB, maksimum 52x35 mm ölçülerinde, tek taraflı, Bottom Copper renginde ve T50 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği için köşelerden 3,5 mm merkez uzaklığında M3.2 Pad'leri kullanılacaktır. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.6. Uygulama: Vumetre Devresinin Baskı Devre Çizimi

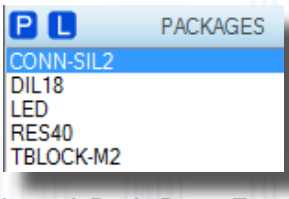
Açıklama: Vumetre devresi, girişinden uygulanan gerilim değerine bağlı olarak çıkıştaki ledleri yakar. Burada devre girişinden uygulanan ses sinyalinin genliğine göre çıkışta ledler yanıp sönecektir.



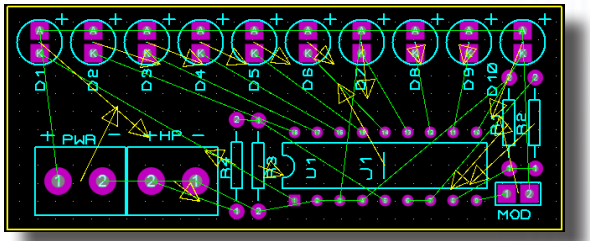
Vumetre devresinin açık şeması



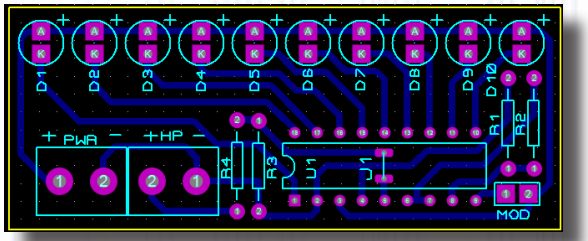
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



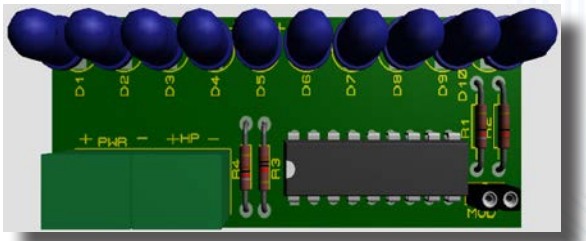
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



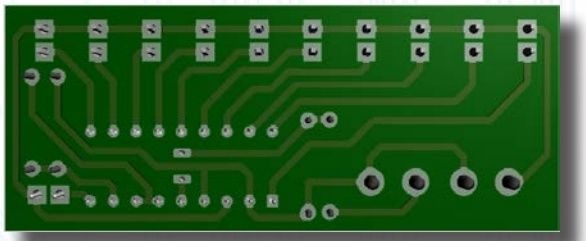
Eleman yerleşmiş hâli



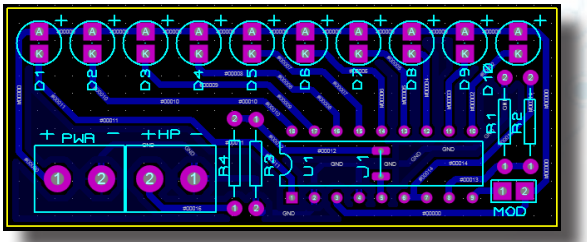
Baskı devre çizimi



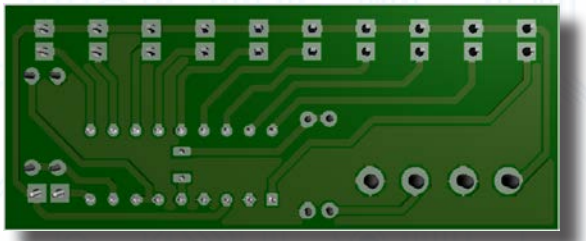
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



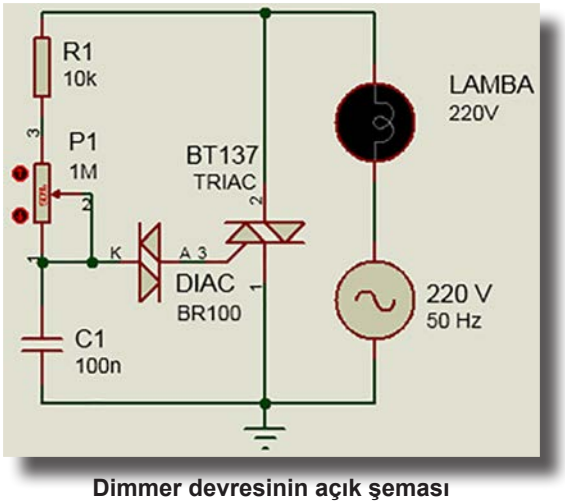
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.95: Vumetre devresinin baskı devresinin çizimleri

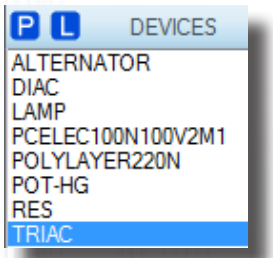
İstenenler Görsel 2.95'teki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bu kılıfları tanımlayınız (BATTERY ve LED). Eğer farklı bir PCB kılıfı kullanılacak ise kılıfı yeniden oluşturunuz. SWITCH için CONN-SIL2 ve hoparlör için TBLOCK-M2 kılıfını tercih ediniz. PCB, maksimum 65x30 mm ölçülerinde, tek taraflı, BottomCopper renginde ve T40 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerine nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.7. Uygulama: Dimmer Devresinin Baskı Devre Çizimi

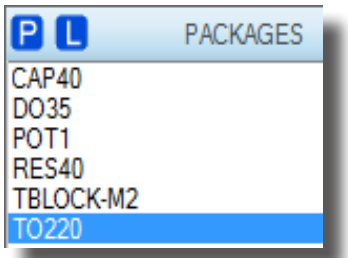
Açıklama: Dimmer devresi, ayarlı lamba devresidir. Günlük hayatta gece lambası olarak kullanılır.



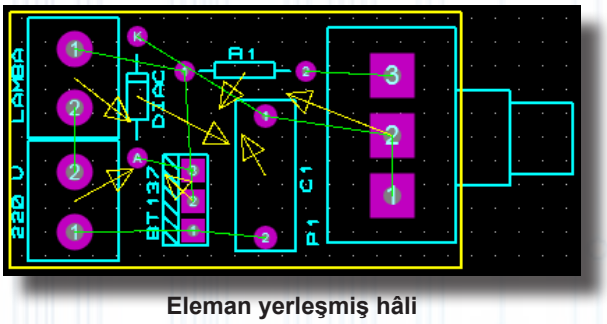
Dimmer devresinin açık şeması



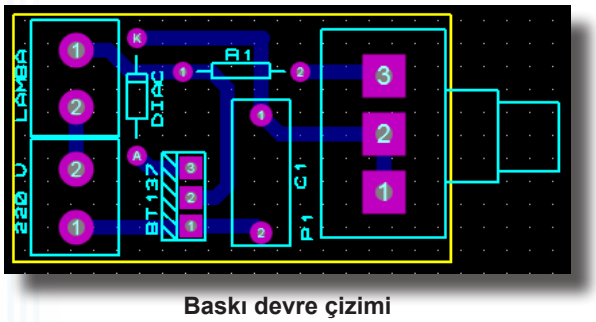
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



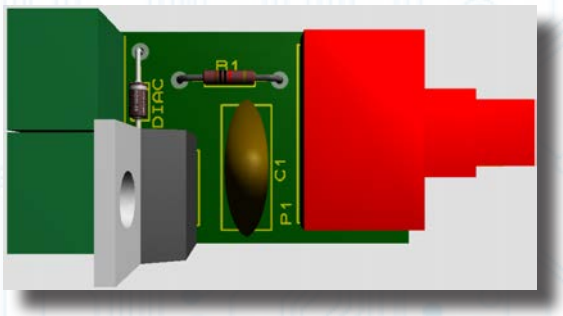
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



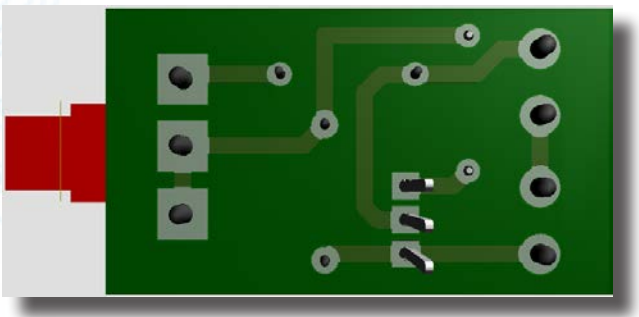
Eleman yerleşmiş hâli



Baskı devre çizimi



3D modellemesi üstten görünüş



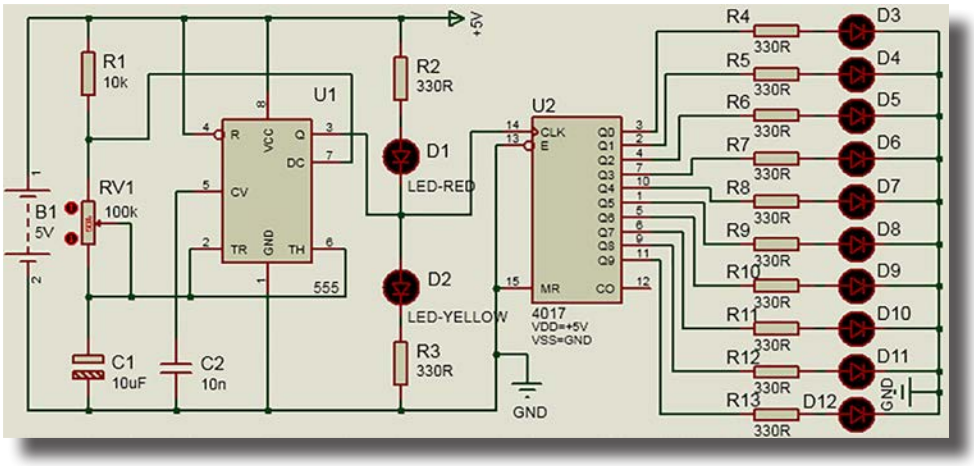
3D modellemesi alttan görünüş

Görsel 2.96: Dimmer devresinin baskı devre çizimleri

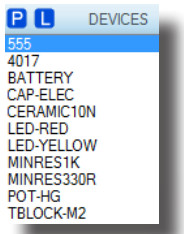
İstenenler Görsel 2.96'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım ( ) yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bunları tanımlayınız. ALTERNATOR için TBLOCK-M2 kılıfını, DIAC için DO35 kılıfını, TRIAC için TO220 kılıfını, C1 kondansatörü için CAP40 ve POT-HG için üretmiş olduğunuz POT kılıfını tercih ediniz. PCB; maksimum 40x25 mm ölçülerinde, tek taraflı, BottomCopper renginde ve T50 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.8. Uygulama: Yürüyen Işık Devresinin Baskı Devre Çizimi

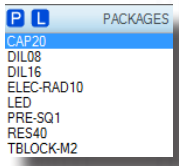
Açıklama: Yürüyen ışık devresi, çıkışındaki ledlerin sıra ile yanması için kullanılır. Devrede RV1 potansiyometresi ile ledlerin yanış hızı ayarlanır.



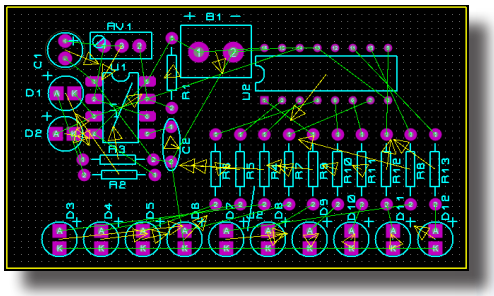
Yürüyen ışık devresinin açık şeması



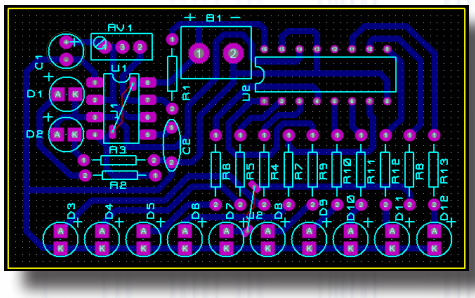
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



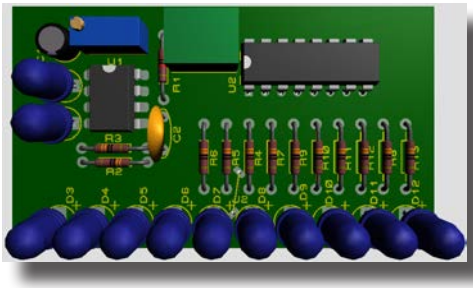
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



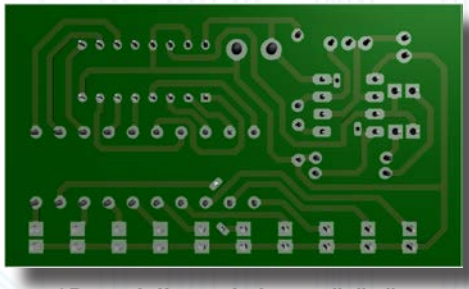
Eleman yerleşmiş hâli



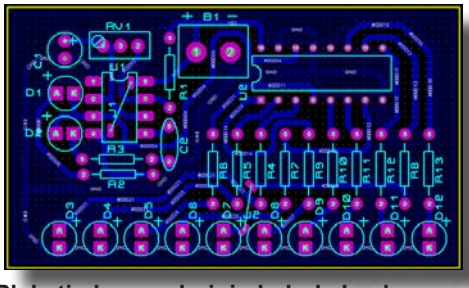
Baskı devre çizimi



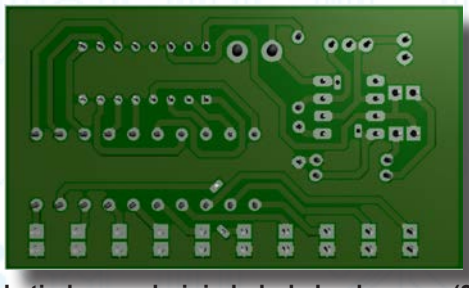
3D modellemesi üstten görünüş



3D modellemesi alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



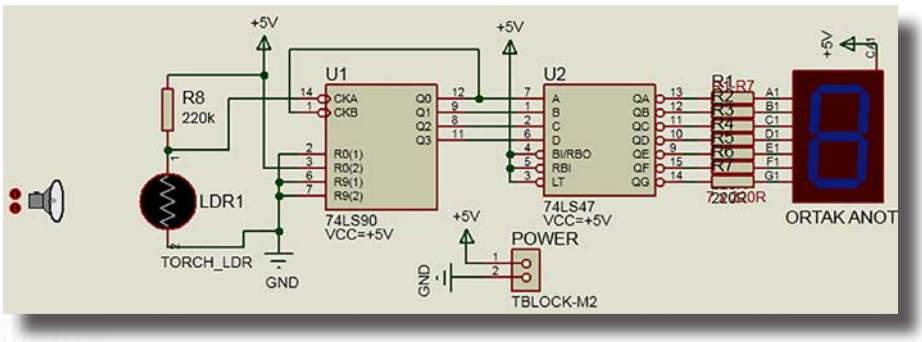
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.97: Yürüyen ışık devresinin baskı devre çizimleri

İstenenler Görsel 2.97'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bu kılıfları tanımlayınız (BATTERY, POT-HG ve LED). PCB, maksimum 70x40 mm ölçülerinde, tek taraflı, Bottom Copper renginde ve T40 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.9. Uygulama: LDR'li 0-9 Sayıcı Devresinin Baskı Devre Çizimi

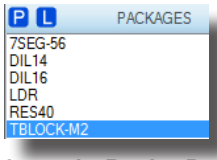
Açıklama: Devrede LDR'nin üzerine ışık gelip gittikçe sayı sayma işlemi yapılır.



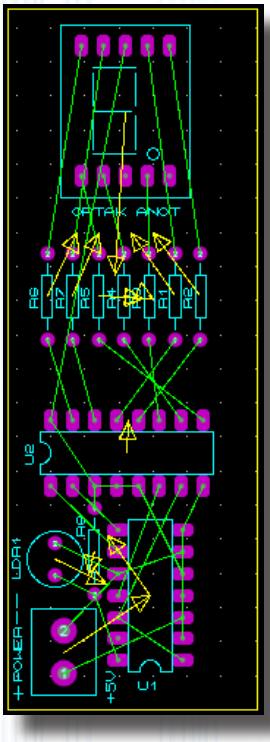
LDR'li 0-9 sayıcı devresinin açık şeması



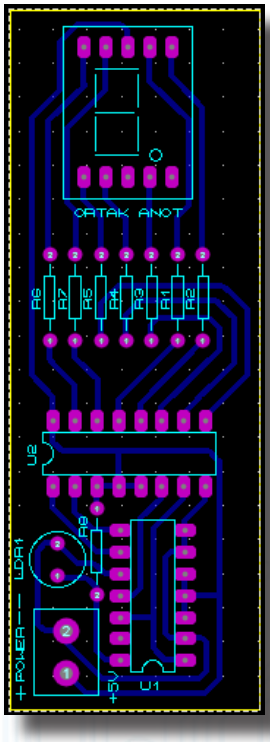
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



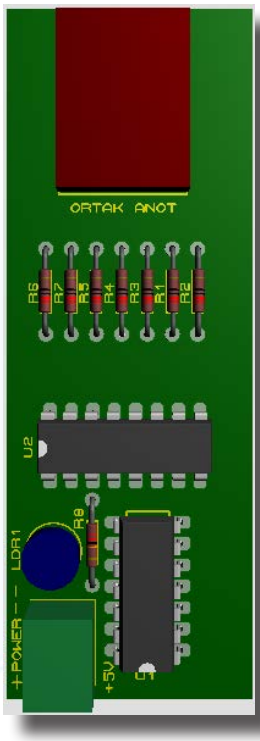
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



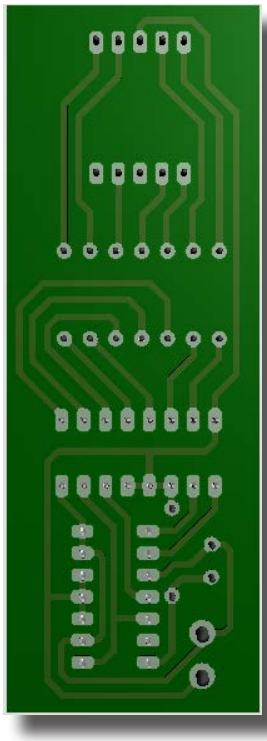
Eleman yerleşmiş hâli



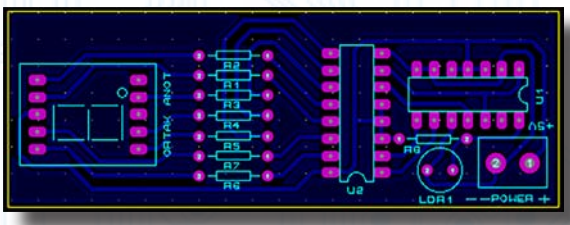
Baskı devre çizimi



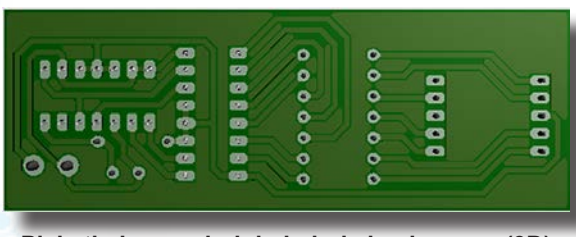
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



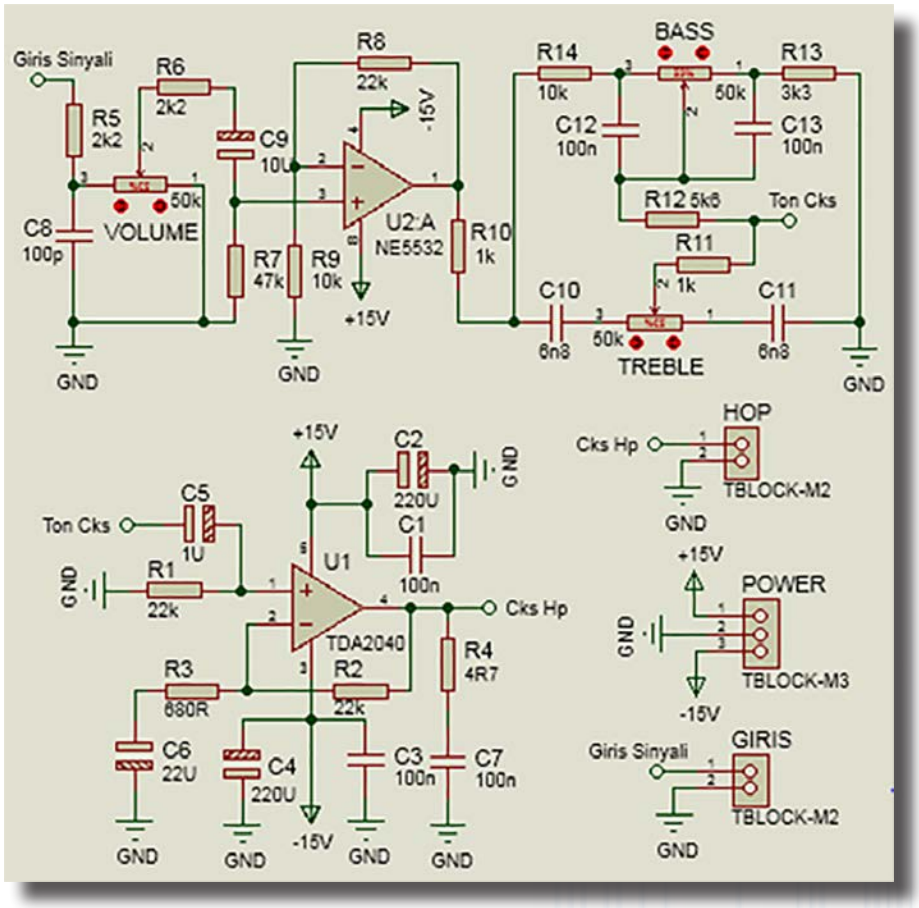
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.98: LDR'li 0-9 sayıcı devresinin baskı devre çizimleri

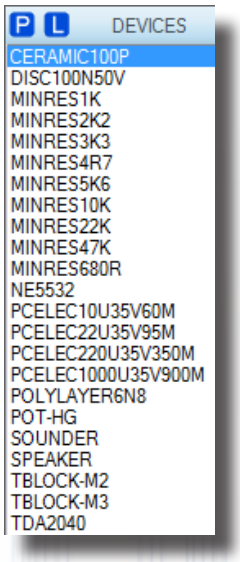
İstenenler Görsel 2.98'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bu kılıfları tanımlayınız. Devrede kullanılan DISPLAY için üretmiş olduğunuz kılıfı kullanınız. PCB, maksimum 35x85 mm ölçülerinde, tek taraflı, Bottom Copper renginde ve T30 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.10. Uygulama: 25W Anfi ve Ton Kontrol Devresinin Baskı Devre Çizimi

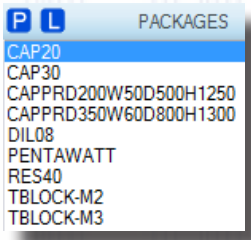
Açıklama: PCB, DIP elemandan çift yüzlü olarak otomatik çizdirilmiştir.



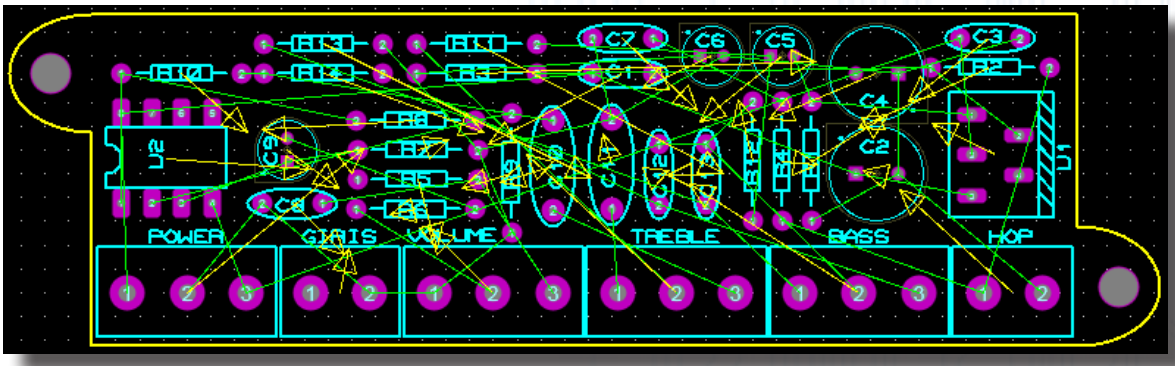
25W anfi ve ton kontrol devresinin açık şeması



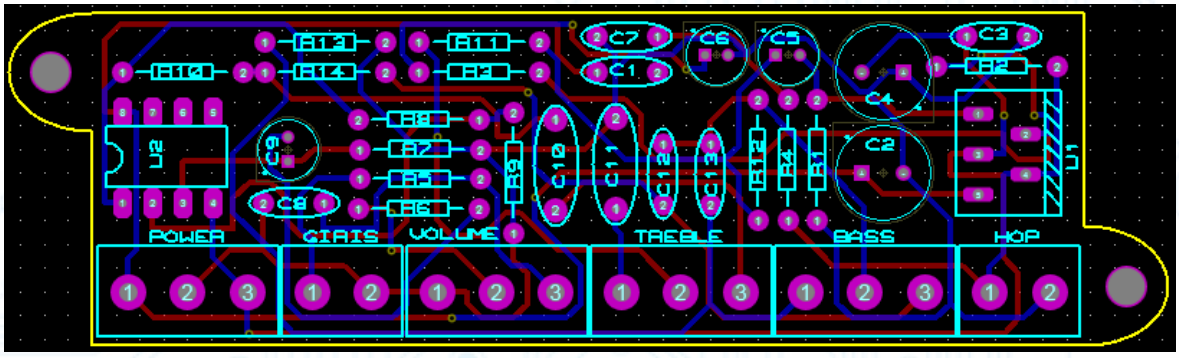
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



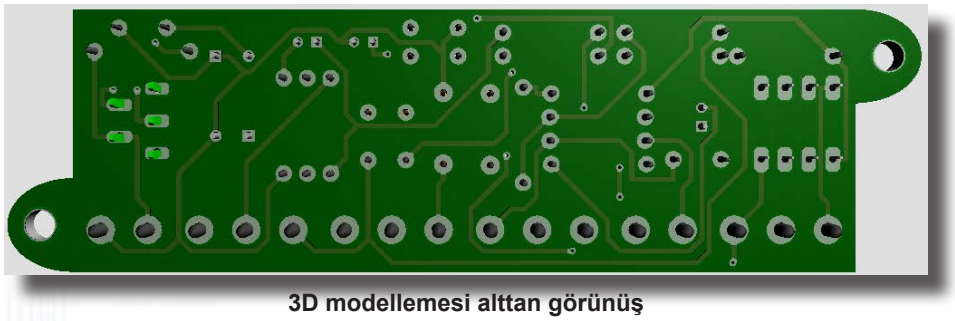
Eleman yerleşmiş hâli



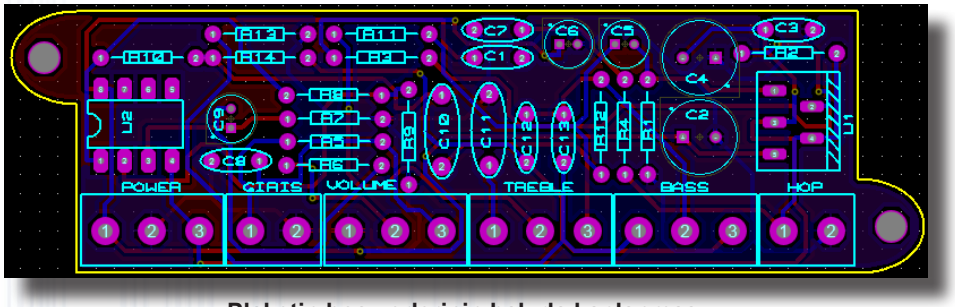
Baskı devre çizimi



3D modellemesi üstten görünüş



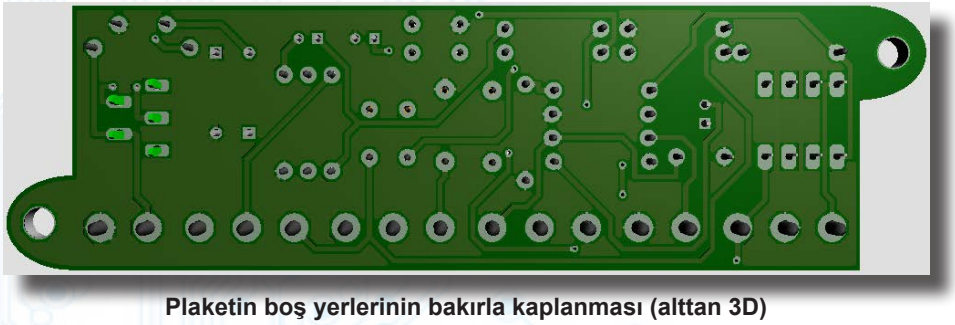
3D modellemesi alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (üstten 3D)



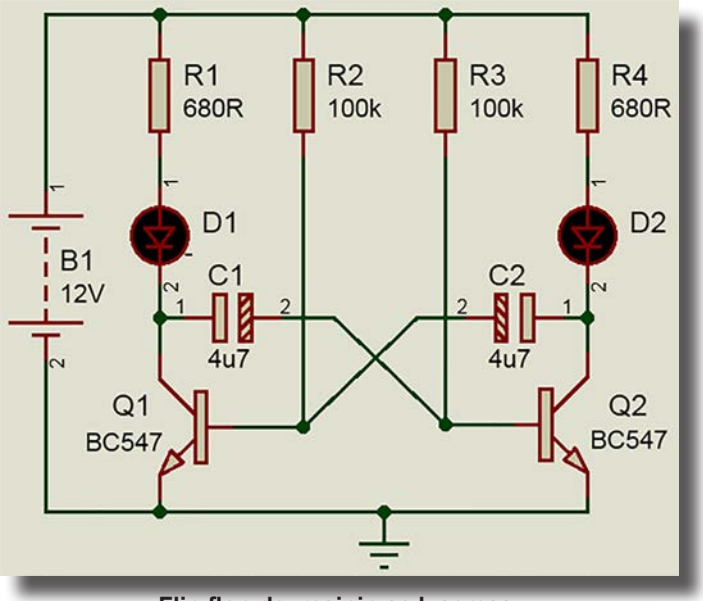
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (alttan 3D)

Görsel 2.99: 25W anfi ve ton kontrol devresinin baskı devresinin çizimleri

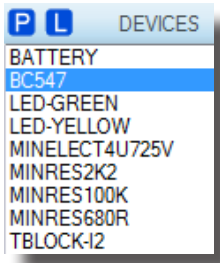
İstenenler Görsel 2.99'daki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bu kılıfları tanımlayınız. POT-HG'ler için TBLOCK-M3 kılıfını tercih ediniz. PCB kılıfı tanımlarken TBLOCK-M3 kılıfının orta bacağının tanımlamasına dikkat ediniz. PCB, maksimum 90x35 mm ölçülerinde, çift taraflı ve otomatik çizim ile çizilecektir. Kart plaketinin montaj deliği için üst köşeden 5 mm aşağı 7 mm dışa doğru 2 adet yay çizilip 3,5 mm merkezinde M3.2 Padleri kullanılacaktır. Çizimini yaptığınız PCB'yi bakır plaket üzerinde nasıl üreteceksiniz çıktınızı ona göre alınız.

2.11. Uygulama: Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)

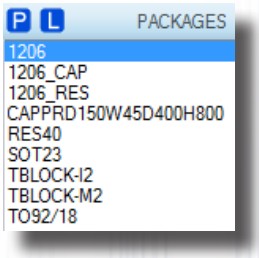
Açıklama: Flip-flop devresinin SMD elemanları ile oluşturulması uygulamasıdır.



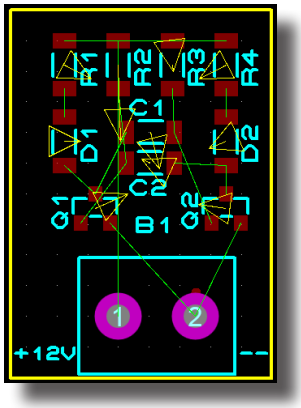
Flip flop devresinin açık şeması



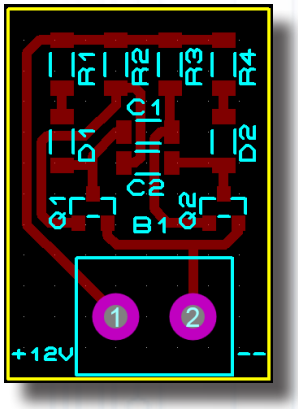
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



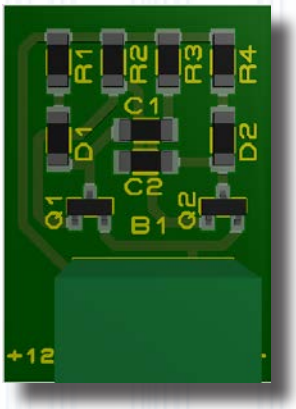
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



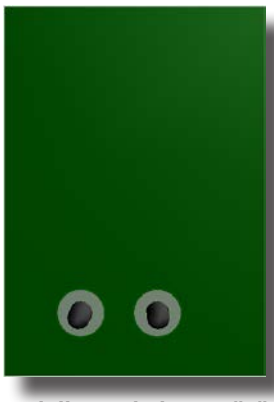
Eleman yerleşmiş hâli



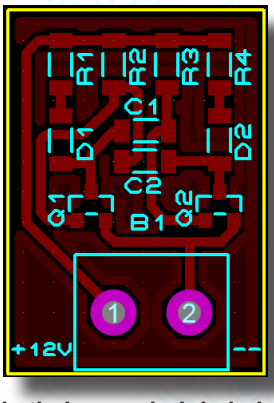
Baskı devre çizimi



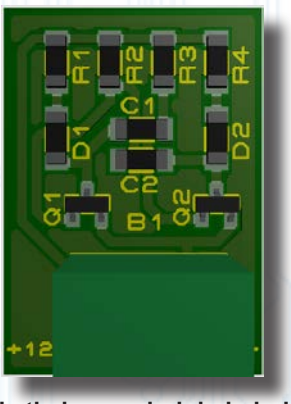
3D üstten görünüş



3D modellemesi alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



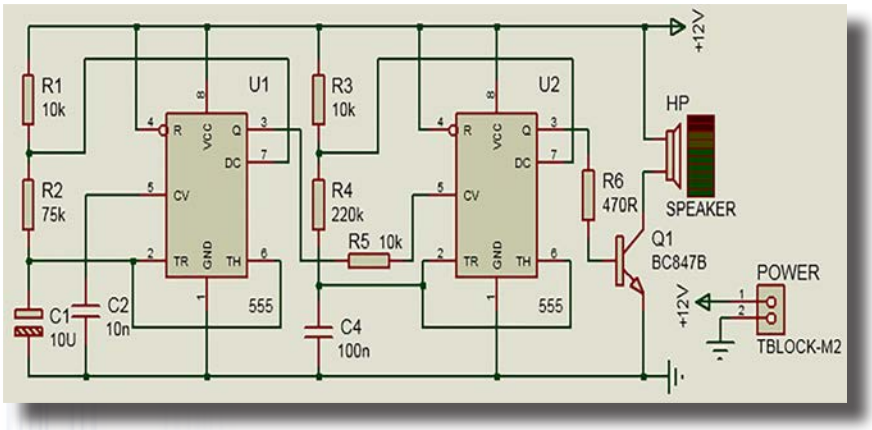
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.100: Flip flop devresinin baskı devresinin çizimleri

İstenenler Görsel 2.100'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bunları tanımlayınız. PCB, maksimum 20x35 mm ölçülerinde, tek taraflı, Top Copper renginde ve T25 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Devrenin boyutları mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır.

2.12. Uygulama: Polis Sireni Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)

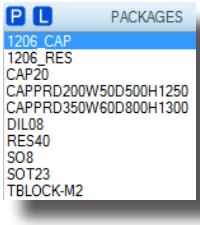
Açıklama: Polis sireni sesi çıkaran temel bir devredir.



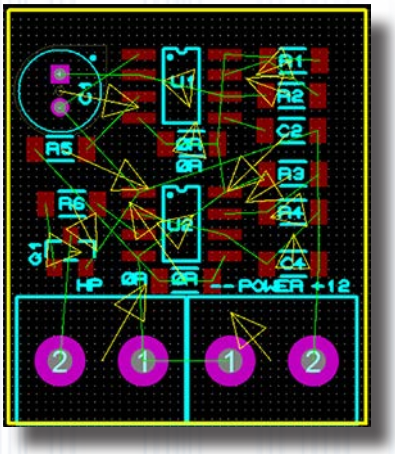
Polis sireni devresinin açık şeması



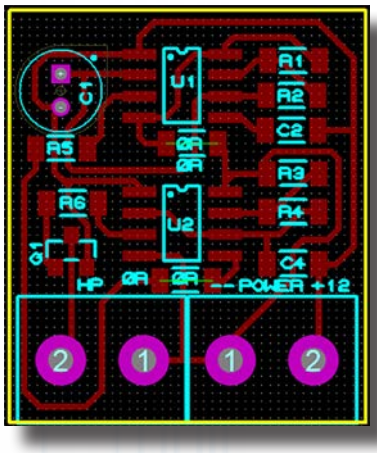
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



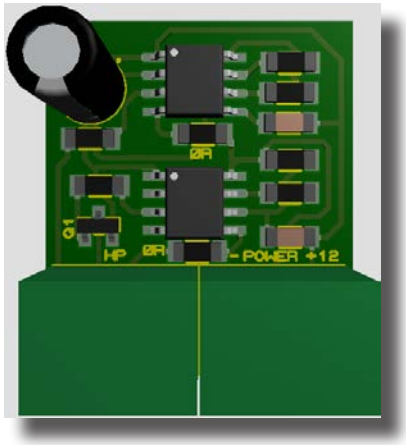
Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



Eleman yerleşmiş hâli



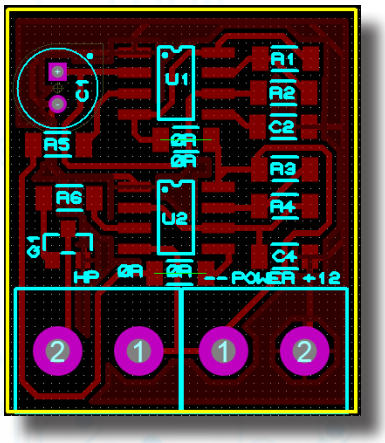
Baskı devre çizimi



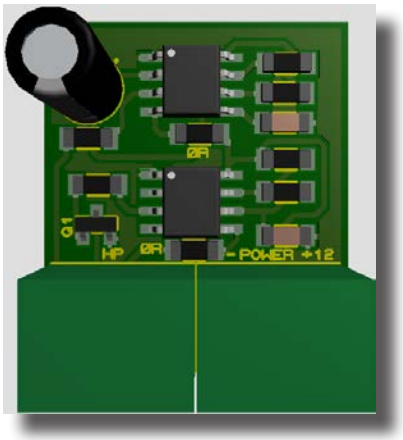
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



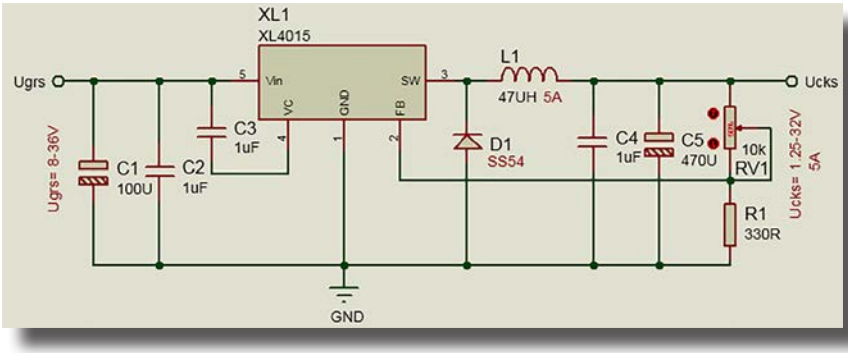
Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.101: Polis sireni devresinin baskı devre çizimleri

İstenenler Görsel 2.101'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bunları tanımlayınız. PCB, maksimum 25x30 mm ölçülerinde, tek taraflı, Top Copper renginde ve T15 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir.

2.13. Uygulama: XL4015 Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)

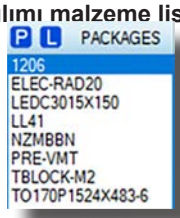
Açıklama: Çok kullanılan gerilim ayarlı güç kaynağı devrelerinden biridir. Giriş gerilimine göre çıkış gerilimi ayarlanabilir. Çıkış akımı 5A'dır.



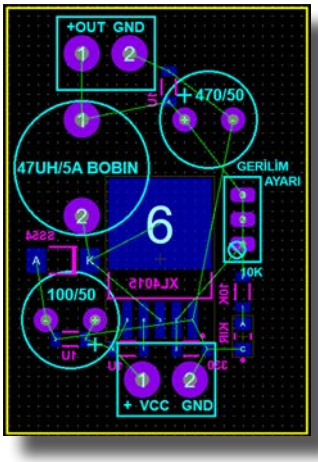
XL4015 ile gerilim ayarlı ve 5A akım verebilen devrenin açık şeması



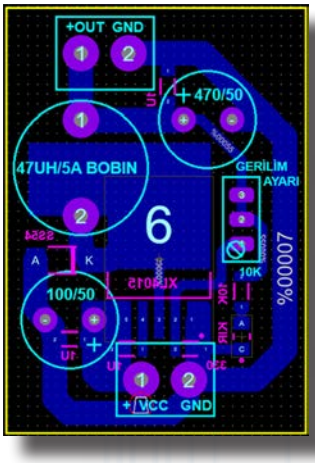
Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı malzeme listesi



Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı malzeme listesi



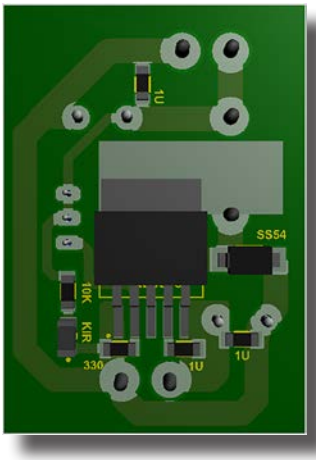
Eleman yerleşmiş hâli



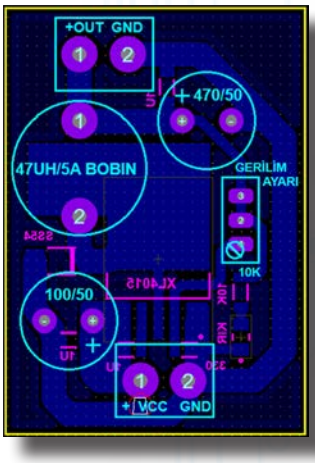
Baskı devre çizimi



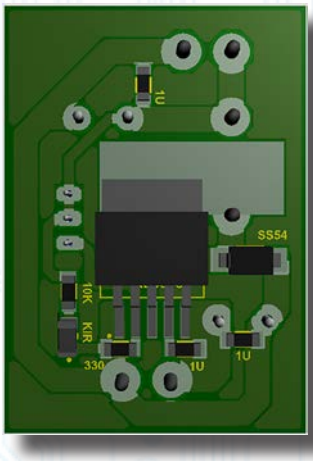
3D üstten görünüş



3D alttan görünüş



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması



Plaketin boş yerlerinin bakırla kaplanması (3D)

Görsel 2.102: XL4015 ile gerilim ayarlı ve 5A akım verebilen devrenin baskı devre çizimleri

İstenenler Görsel 2.102'deki devre şemasını Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında çiziniz ve Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımına geçiş yapınız. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımında PCB kılıfı tanımlanmamış elemanlar varsa önce bunları tanımlayınız. PCB, maksimum 35x50 mm ölçülerinde, tek taraflı ve Bottom Copper renginde çizilecektir. Güç yolları T100, diğer yollar T40 kalınlığında çizilecektir. Kartın plaketinin montaj deliği istenmemektedir. Çizilmiş şekiller incelendiğinde SMD malzemelerin plaketin altına yerleşmesi gerektiği görülür. DIP malzemeler üst tarafta kalacaktır. Malzemelerin üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. Mirror özelliği kullanılmalıdır.

UYGULAMA DEĞERLENDİRME

Aşağıda uygulama listesi görülmektedir. Bu listede verilen puanlama yönergeleri aşağıdaki gibidir.

A: Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devresinin kurulması ve simülasyonu (20 puan)

B: Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devresinin Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı ortamına aktarılması ve yerleştirilmesi (20 puan)

C: Devrenin bakır plaket ölçülerinin belirlenmesi (20 puan)

D: Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı PCB kılıflarının oluşturulması ve yerleştirilmesi (20 puan)

E: PCB çiziminin yapılması ve 3D görüntüsünün alınması (20 puan)

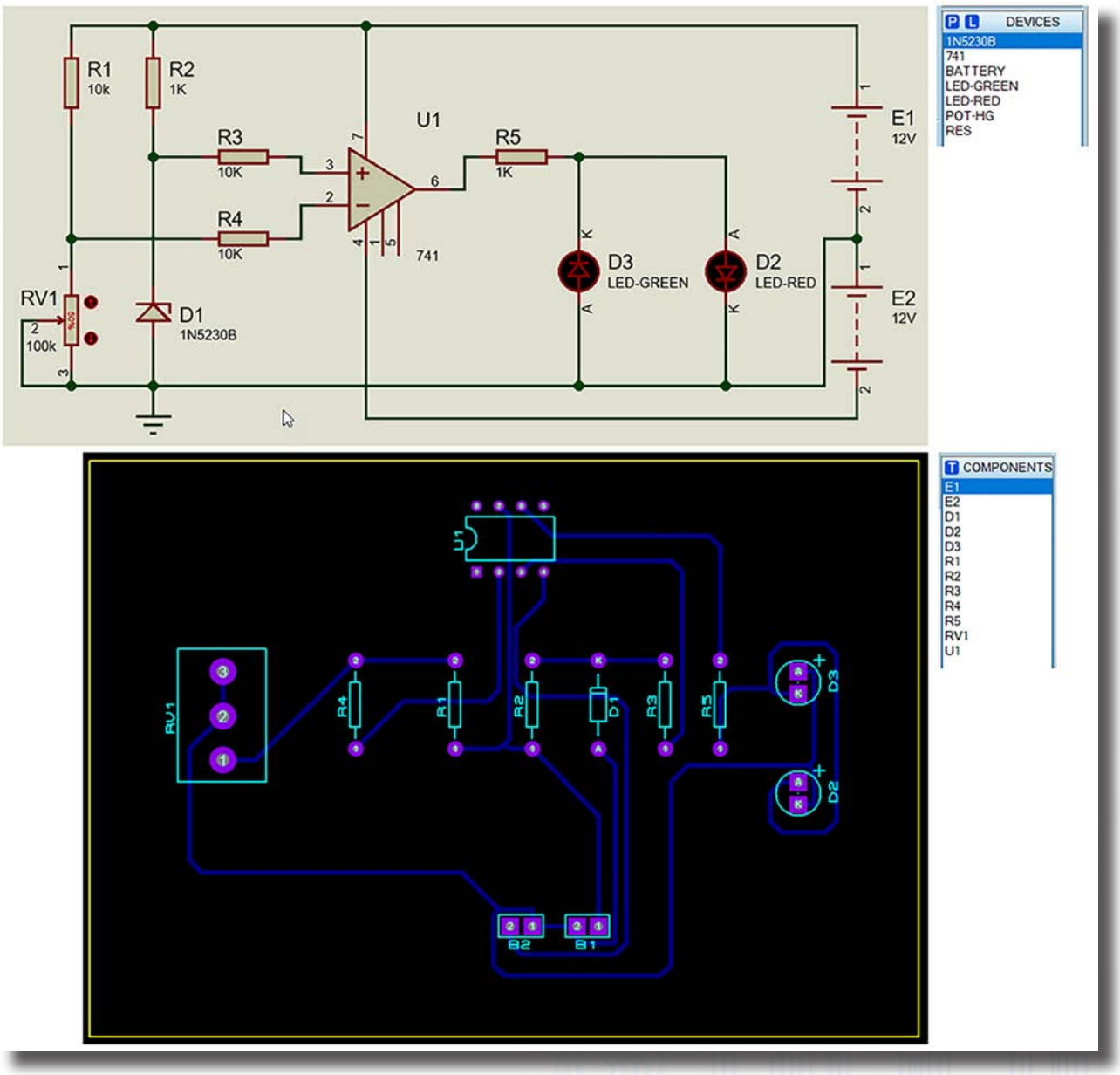
F: Toplam değerlendirme (100 puan)

No.	Uygulama Adı	İmza	A	B	C	D	E	TOPLAM
			20p	20p	20p	20p	20p	100p
1	Mevcut PCB Kılıflarının Tanıtılması							
2	PCB Kılıflarının Oluşturulması							
3	Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi							
4	555'li Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi							
5	LM2576-ADJ Devresinin Baskı Devre Çizimi							
6	Vumetre Devresinin Baskı Devre Çizimi							
7	Dimmer Devresinin Baskı Devre Çizimi							
8	Yürüyen Işık Devresinin Baskı Devre Çizimi							
9	LDR'li 0-9 Sayıcı Devresinin Baskı Devre Çizimi							
10	25W Anfi ve Ton Kontrol Devresinin Baskı Devre Çizimi							
11	Flip Flop Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)							
12	Polis Sireni Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)							
13	XL4015 Devresinin Baskı Devre Çizimi (SMD)							

Sonuç: Toplamda …. adet uygulama yapılmıştır. Bütün uygulamaların ortalaması …… puan olmuştur. Sonuç itibarıyla (…) başarılıdır (…) başarısızdır.

2.1. UYGULAMA SINAVI

741'li Karşılaştırıcı Yükselteç Devresi



Görsel 2.103: 741'li karşılaştırıcı yükselteç devresinin simülasyonu ve baskı devresi

Açıklama: RV1 potansiyometre direnci değiştirilerek girişteki iki uçta yer alan gerilimler opamp vasıtasıyla karşılaştırılır ve çıkışa durum aktarılır. -V değeri için D3 diyodu ve +V değeri için D4 diyodu yanar.

İstenenler

1. Devrenin simülasyonunu çiziniz ve devrenin çalışmasını test ediniz (Görsel 2.103).
2. Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı çalışmasını 741devre.dsn olarak kaydediniz.
3. Devrenin baskı devre şemasını çiziniz.
4. Uygun ölçülerde devreyi CNC tezgâhında veya asit-tuz ruhu karışımı içeresinde oluşturunuz.
5. Devre elemanlarını plakete lehimleyiniz.
6. Devreyi çalıştırarak test ediniz.

Malzemeler

- Baskı devre plaketi (1 adet)
- 741 opamp (1 adet)

- 1 kΩ direnç (2 adet)
- 10 kΩ direnç (2 adet)
- 1N5230B zener diyot (1 adet)
- Kırmızı LED (1 adet)
- Yeşil LED (1 adet)
- 100 kΩ potansiyometre (1 adet)
- 12 V DC gerilim kaynağı
- El aletleri (pense, yan keski vb.)
- Multimetre
- Zil teli (2-3 m)
- Lehim teli
- Kalem havya (30 W)
- Perhidrol ve tuz ruhu
- Kap (geniş)
- CNC tezgâhı
- Simülasyon ve baskı devre yazılımı
- Lazer yazıcı
- Asetat kâğıdı
- Baskı devre kalemi (S)
- Ütü

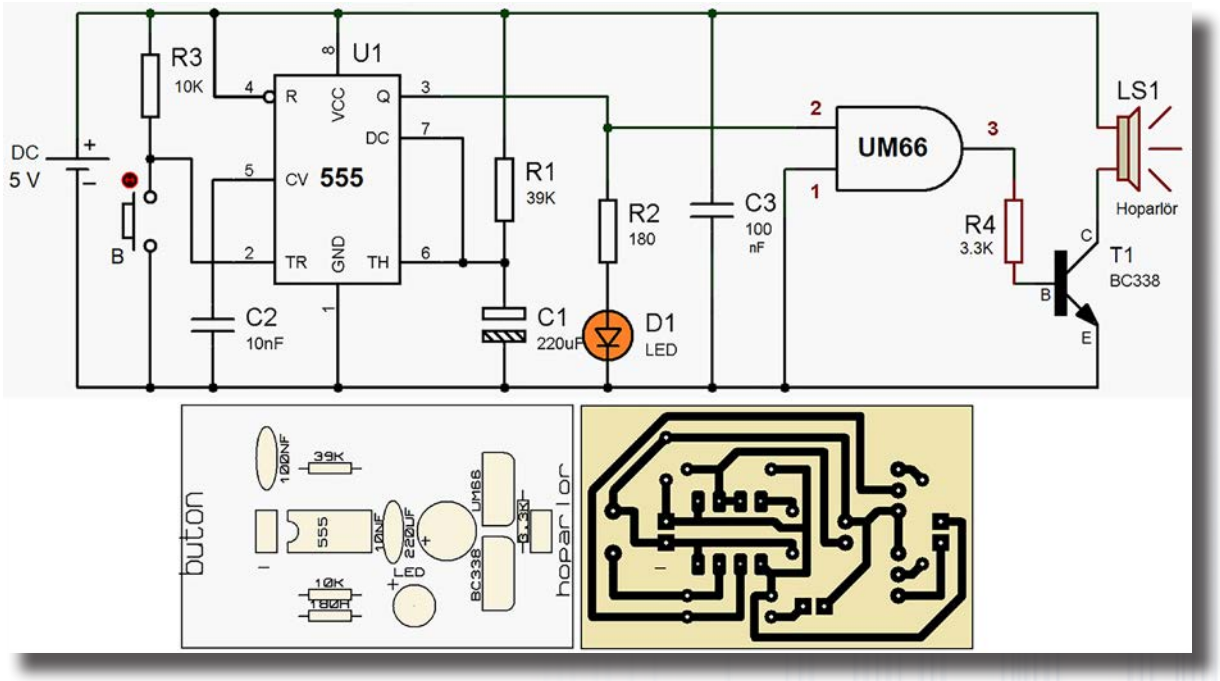
DEĞERLENDİRME

Sıra No.	Ölçütler	Puan	Alınan Puan
1	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanlarının bulunması ve kutu içeresine yerleştirilmesi	10	
2	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanlarının alana düzgün biçimde yerleştirilmesi	10	
3	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanları arası hat bağlantılarının yapılması	10	
4	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre simülasyonunun çalıştırılması ve kaydedilmesi	10	
5	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı devre elemanlarının komponentlerinin belirlenmesi ve kutuya aktarılması	10	
6	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı elemanlarının alana belli açılarda yerleştirilmesi	10	
7	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı devre hatlarının çizilmesi ve padlerinin yerleştirilmesi	10	
8	Baskı devresinin çıktısının alınması ve plakete aktarılması	10	
9	Devre elemanlarının lehimlenmesi ve montajı	10	
10	Devrenin çalıştırılması	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Öğrencinin Adı-Soyadı : ..... **Öğretmenin Adı-Soyadı:** .....
Sınıfı-Numarası : ..... **Tarih** : ... / ... / 20 ...
İmza : ..... **İmza** : .....

2.2. UYGULAMA SINAVI

Melodi Devresi



Görsel 2.104: Melodi devresi

Görsel 2.104'te örnek bir melodi devresi görülmektedir. Bu devrenin simülasyonunu yapınız ve devrenin çalışmasını test ediniz, ardından baskı devre şemasını farklı bir tasarım olarak tasarlayınız. Her bir tasarımı ve 3D görünümü çıktı biçiminde alarak devreyi uygulayınız. Devre malzeme listesini çıkarınız ve plaket üzerinde devrenin montajını yapınız. Sonuçları değerlendiriniz.

Değerlendirme

Sıra No.	Ölçütler	Puan	Alınan Puan
1	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanlarının bulunması ve kutu içeresine yerleştirilmesi	10	
2	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanlarının alana düzgün biçimde yerleştirilmesi	10	
3	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre elemanları arası hat bağlantılarının yapılması	10	
4	Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımı devre simülasyonunun çalıştırılması ve kaydedilmesi	10	
5	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı devre elemanlarının komponentlerinin belirlenmesi ve kutuya aktarılması	10	
6	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı elemanlarının alana belli açılarda yerleştirilmesi	10	
7	Bilgisayarlı Baskı Devre Tasarım yazılımı devre hatlarının çizilmesi ve padlerinin yerleştirilmesi	10	
8	Baskı devresinin çıktısının alınması ve plakete aktarılması	10	
9	Devre elemanlarının lehimlenmesi ve montajı	10	
10	Devrenin çalıştırılması	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Öğrencinin Adı-Soyadı : ..... **Öğretmenin Adı-Soyadı** : .....
Sınıfı-Numarası : ..... **Tarih** : ... / ... / 20 ...
İmza : ..... **İmza** : .....

2.1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME

Yönerge: Aşağıdaki formda yer alan ölçütlere göre öğrencinin kazanabildiği beceriler ve davranışlar için "Evet", kazanamadığı beceriler ve davranışlar için "Hayır" kutucuğunu işaretleyiniz.

Ölçütler	Evet	Hayır
1. Devrenin Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımındaki elemanlarını arattı.		
2. Devrenin Bilgisayarlı Devre Simülasyon yazılımındaki elemanlarını kullanıcı kutusuna yerleştirdi.		
3. Tasarım alanına elemanları düzgün olarak yerleştirdi.		
4. Elemanlar arası hat bağlantılarını yaptı.		
5. Devreyi, simülasyonunu yaparak test etti.		
6. Elemanları kütüphaneden buldu.		
7. Kullanıcı kütüphanesine elemanları yerleştirdi.		
8. Elemanları tasarım alanına yerleştirdi.		
9. Uygun padleri seçip tasarım alanına yerleştirdi.		
10. Elemanlar arası hat bağlantılarını yaptı.		

Değerlendirme: **Değerlendirme sonunda 3 ve daha fazla ölçütün yanıtı "HAYIR" ise öğrenme birimi öğrenci tarafından gözden geçirilmeli ve uygulama tekrar edilmelidir.**



EKLER

1) BİLGİSAYARLI DEVRE SİMÜLASYON VE BASKI DEVRE YAZILIMI KÜTÜPHANE ELEMANLARI

2) KAYNAKÇA

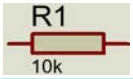
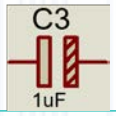
3) ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

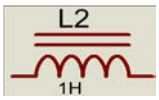
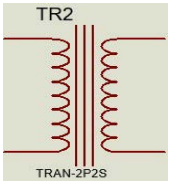
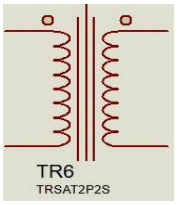
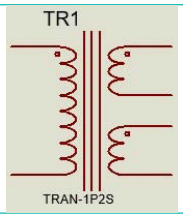
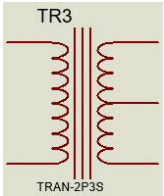
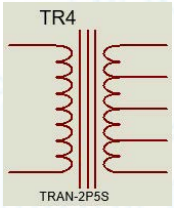
ÖĞRENME BİRİMİ-1 CEVAP ANAHTARI

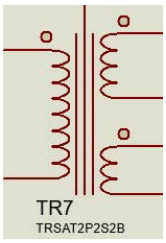
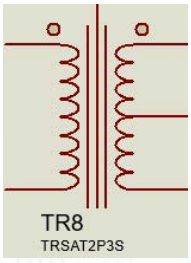
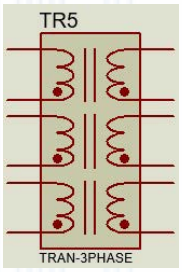
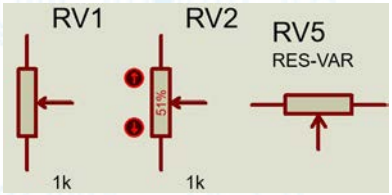
ÖĞRENME BİRİMİ-2 CEVAP ANAHTARI

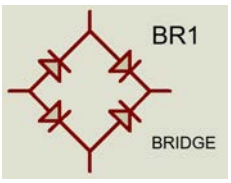
EKLER

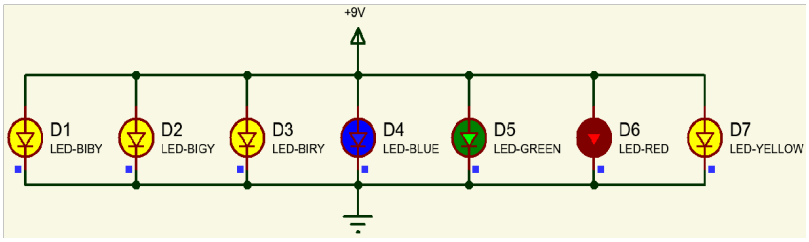
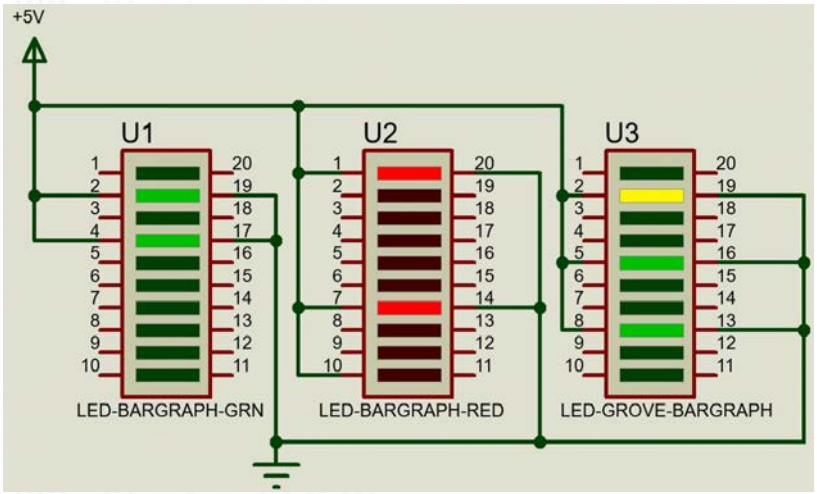
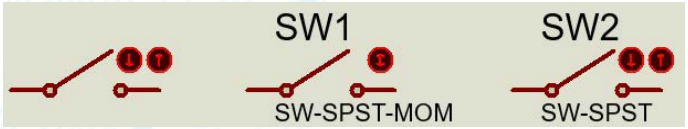
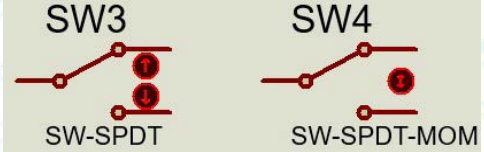
BİLGİSAYARLI DEVRE SİMÜLASYON VE BASKI DEVRE YAZILIMI KÜTÜPHANE ELEMANLARI

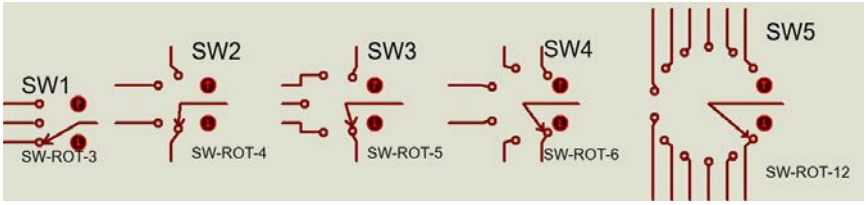
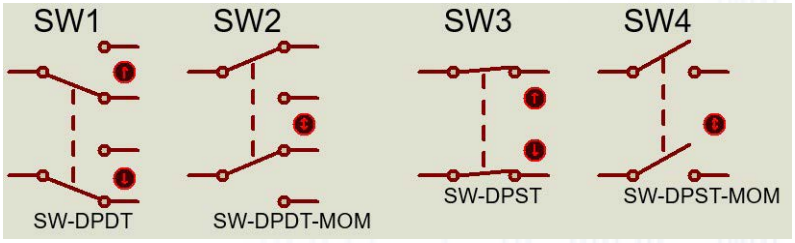
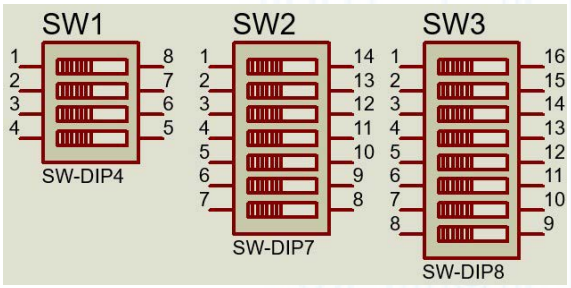
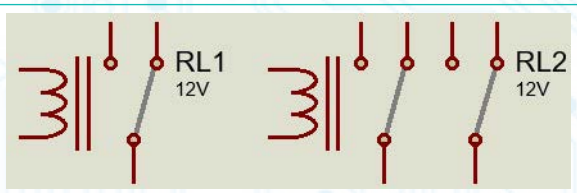
Malzeme Adı (1)	**DİRENÇ**
Malzeme Komutu	"RES"
Malzeme Özelliği	Elektrik akımına karşı zorluk gösterir, devreyi korur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (2)	**KONDANSATÖR (GENEL)**
Malzeme Komutu	"CAP"
Malzeme Özelliği	Elektrik enerjisini depolar. Kutupsuzdur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (3)	**KONDANSATÖR (ELEKTROLİTİK)**
Malzeme Komutu	"CAP-ELEC"
Malzeme Özelliği	Elektrik enerjisini depolayan, kutba sahip olan elektrolitik elemandır. Koyu taraf "-" ve diğer taraf "+" biçimindedir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (4)	**KONDANSATÖR (POLARİZETELİ)**
Malzeme Komutu	"CAP-POL"
Malzeme Özelliği	Kondansatörlerde polarize özelliğe sahip kutuplu elemandır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (5)	**TRİMER KONDANSATÖR**
Malzeme Komutu	"CAP-PRE"
Malzeme Özelliği	Kapasite değeri tornavida ile değiştirilen ayarlı kondansatörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (6)	**VARYABL KONDANSATÖR**
Malzeme Komutu	"CAP-VAR"
Malzeme Özelliği	Kondansatör kapasitesinin değiştirildiği kondansatörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (7)	**BOBİN (GENEL)**
Malzeme Komutu	"INDUCTOR" veya "IND-AIR"
Malzeme Özelliği	İletkenlerin sarıldığı manyetik alan oluşturan elemandır.
Malzeme Sembolü	

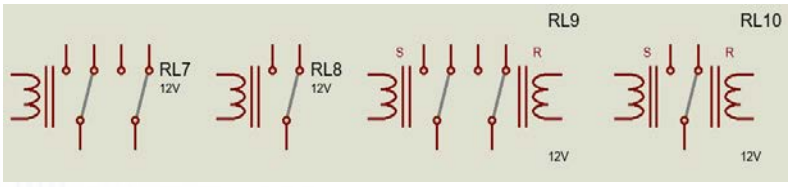
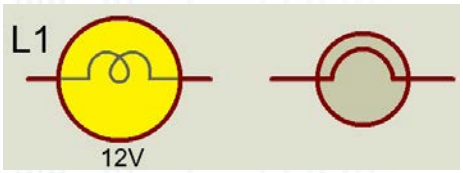
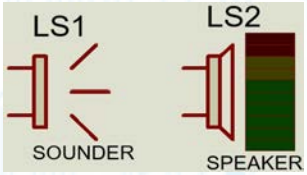
Malzeme Adı (8)	**BOBİN (DEMİR ÇEKİRDEKLİ)**
Malzeme Komutu	"IND-IRON"
Malzeme Özelliği	Demir çekirdekli özelliğe sahip bobin türüdür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (9)	**TRANSFORMATÖR (BASİT)**
Malzeme Komutu	"TRAN-2P2S"
Malzeme Özelliği	Gerilimi alçaltıp yükselten iki uçlu basit devre elemanıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (10)	**TRANSFORMATÖR (DOYGUN ÖZELLİKLİ)**
Malzeme Komutu	"TRSAT2P2S"
Malzeme Özelliği	Doygun özelliğine sahip basit iki uçlu transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (11)	**TRANSFORMATÖR (ÇİFT SEKONDERLİ)**
Malzeme Komutu	"TRAN-1P2S"
Malzeme Özelliği	Sekonderi iki tane olan, arası yalıtılmış transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (12)	**TRANSFORMATÖR (ORTAK SEKONDERLİ)**
Malzeme Komutu	"TRAN-2P3S"
Malzeme Özelliği	Sekonderi ikiye bölünmüş ortak uçlu transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (13)	**TRANSFORMATÖR (ÇOKLU SEKONDERLİ)**
Malzeme Komutu	"TRAN-2P5S"
Malzeme Özelliği	Sekonderinden beş uç çıkan, her sargı arası eşit ölçüye sahip çoklu transformatördür.
Malzeme Sembolü	

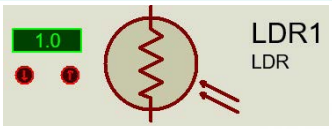
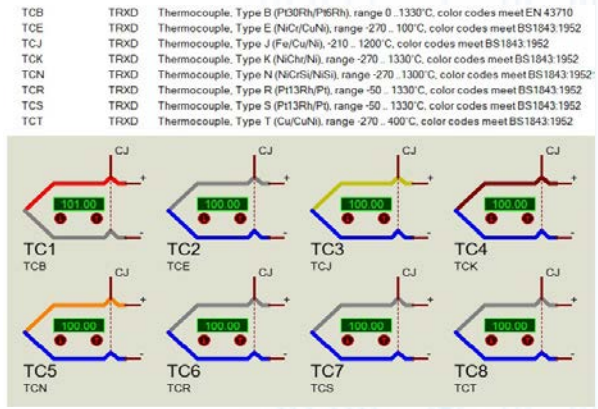
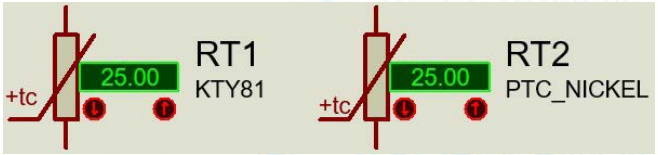
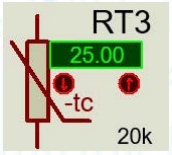
Malzeme Adı (14)	**TRANSFORMATÖR (DOYMUŞ ÇİFT SEKONDERLİ)**
Malzeme Komutu	"TRSAT2P2S2B"
Malzeme Özelliği	Sekonderi iki tane olan, arası yalıtılmış doygun transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (15)	**TRANSFORMATÖR (DOYMUŞ ORTAK SEKONDERLİ)**
Malzeme Komutu	"TRSAT2P3S"
Malzeme Özelliği	Sekonderi ikiye bölünmüş, ortak uçlu doygun transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (16)	**TRANSFORMATÖR (ÜÇ FAZLI İDEAL)**
Malzeme Komutu	"TRAN-3PHASE"
Malzeme Özelliği	Üç fazlı transformatördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (17)	**POTANSİYOMETRE (POT)**
Malzeme Komutu	"POT" (Pasif) – "POT-HG" (Active) – "RES-VAR" (Pasif)
Malzeme Özelliği	Ayarlanabilen dirençtir. Devrede pot değerinin değiştirilmesi istenirse Active olan yerleştirilmelidir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (18)	**TRİMPOT**
Malzeme Komutu	"RES-PRE" – "PRESET"
Malzeme Özelliği	Tornavida ile direnci değiştirilebilen küçük güçlü ayarlı dirençtir.
Malzeme Sembolü	

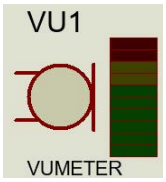
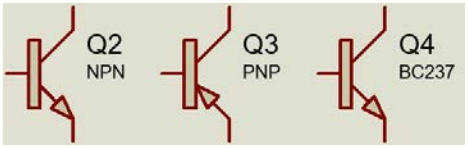
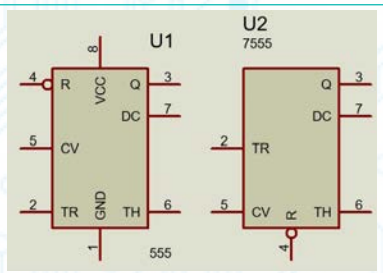
Malzeme Adı (19)	**DİYOT (NORMAL)**
Malzeme Komutu	"DIODE"
Malzeme Özelliği	Tek yönlü akım geçiren devre elemanıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (20)	**DİYOT (SCHOTTKY)**
Malzeme Komutu	"DIODE-SC"
Malzeme Özelliği	Çok hızlı biçimde iletime geçip iletimden çıkan diyotlardır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (21)	**DİYOT (TUNNEL)**
Malzeme Komutu	"DIODE-TUN"
Malzeme Özelliği	Yüksek kapasitelerde işlem yapabilen diyot çeşididir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (22)	**DİYOT (ZENER)**
Malzeme Komutu	"DIODE-ZEN"
Malzeme Özelliği	Belirli gerilime ulaşınca ters yönde akım geçiren diyottur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (23)	**KÖPRÜ DİYOT**
Malzeme Komutu	"BRIDGE"
Malzeme Özelliği	Doğrultma işlevi yapan diyot grubudur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (24)	**FOTO DİYOT**
Malzeme Komutu	"PHOTODIODE"
Malzeme Özelliği	Üzerine ışık düştüğünde akım geçiren diyottur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (25)	**LED DİYOT (GENEL)**
Malzeme Komutu	"LED" (Genel) – "LUMINED" (Power LED)
Malzeme Özelliği	Işık yayan diyottur. Bu diyot renksiz ve pasif gösterimlidir.
Malzeme Sembolü	

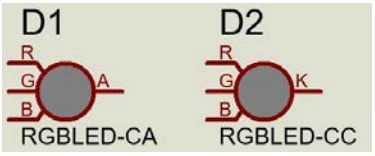
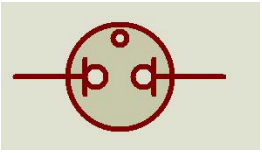
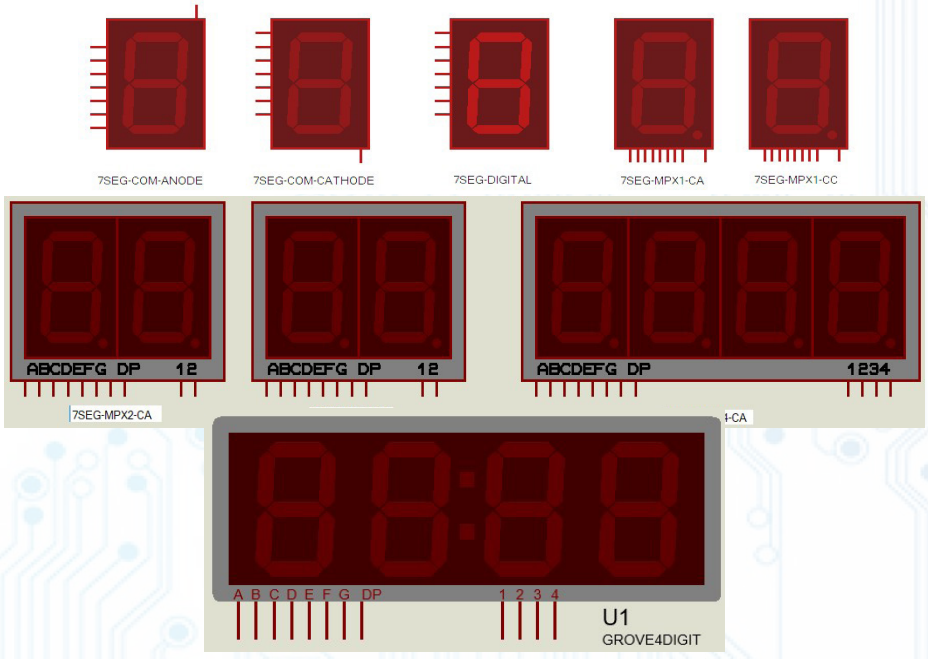
Malzeme Adı (26)	**LED DİYOT (RENKLİ)**
Malzeme Komutu	Kırmızı (Red) LED: “LED-RED” Mavi (Blue) LED: “LED-BLUE” Yeşil (Green) LED: “LED-GREEN” Sarı (Yellow) LED: “LED-YELLOW” Çift Renkli (Mavi / Sarı) LED: “LED-BIBY” Çift Renkli (Yeşil / Koyu Sarı) LED: “LED-BIGY” Çift Renkli (Kırmızı / Yeşil) LED: “LED-BIRG” Çift Renkli (Kırmızı / Sarı) LED: “LED-BIRY”
Malzeme Özelliği	Renkli özelliğe sahip LED’lerdir. Çalışınca renkleri görülür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (27)	**LED DISPLAY BAR**
Malzeme Komutu	Kırmızı LED BAR: “LED-BARGRAPH-RED” Yeşil LED BAR: “LED-BARGRAPH-GREEN” Ölçü BAR 10 segment: “LED-GROVE-BARGRAPH”
Malzeme Özelliği	LED’lerin display şeklinde oluşturulduğu elemanlardır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (28)	**ANAHTAR (İKİ UÇLU)**
Malzeme Komutu	“SWITCH” (Genel) “SW-SPST” (Anlık) – “SW-SPST-MOM” (Kilitli)
Malzeme Özelliği	Devreyi açıp kapatan devre elemanıdır. Anlık ve kilitli özelliği var.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (29)	**ANAHTAR (ORTAK UÇLU)**
Malzeme Komutu	“SW-SPDT” (Anlık) – “SW-SPDT-MOM” (Kilitli)
Malzeme Özelliği	Ortak ucu bulunan, bir ucu açık diğer ucu kapalı olan anahtardır.
Malzeme Sembolü	

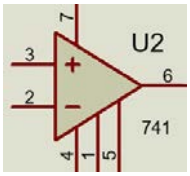
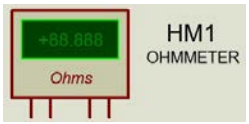
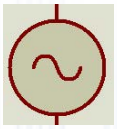
Malzeme Adı (30)	**ANAHTAR (POZİSYON DÖNDÜRMELİ)**
Malzeme Komutu	Üç pozisyon döndürmeli anahtar “SW-ROT-3” Dört pozisyon döndürmeli anahtar “SW-ROT-4” Beş pozisyon döndürmeli anahtar “SW-ROT-5” Altı pozisyon döndürmeli anahtar “SW-ROT-6” 12 pozisyon döndürmeli anahtar “SW-ROT-12”
Malzeme Özelliği	Belli açılarda olan, ortak uçlu ve konumlu anahtardır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (31)	**ANAHTAR (ETKİLEŞİMLİ)**
Malzeme Komutu	Etkileşimli tekli (anlık) anahtar “SW-DPST” Etkileşimli tekli (kilitli) anahtar “SW-DPST-MOM” Etkileşimli çiftli (anlık) anahtar “SW-DPDT” Etkileşimli çiftli (kilitli) anahtar “SW-DPDT-MOM”
Malzeme Özelliği	İki anahtar tek biçimde kontrol edilen mekanizmadır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (32)	**DİP SWITCH (ÇOKLU ANAHTAR)**
Malzeme Komutu	Dörtlü DİP switch: “SW-DIP4” Altılı DİP switch: “SW-DIP6” Yedili DİP switch: “SW-DIP7”
Malzeme Özelliği	Çoklu anahtarları daha rahat ve ufak yerde kontrol etmek için tercih edilir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (33)	**BUTON**
Malzeme Komutu	“BUTTON”
Malzeme Özelliği	Basıldığında devreyi kapatan, basma işi bırakıldığında devreyi açan elemandır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (34)	**RÖLE (GENEL)**
Malzeme Komutu	“RELAY” (Tek Kutuplu) – “RELAY2P” (Çift Kutuplu)
Malzeme Özelliği	Bobini enerjilendiğinde kontakları konum değiştiren elemandır.
Malzeme Sembolü	

Malzeme Adı (35)	**RÖLE (GENEL-KUTUPLU)**
Malzeme Komutu	Tek Kutuplu Açık-Kapalı Röle: “RLY-SPCO” Tek Kutuplu Normalde Açık Röle: “RLY-SPNO” Çift Kutuplu Açık-Kapalı Röle: “RLY-DPCO” Çift Kutuplu Normalde Açık Röle: “RLY-DPNO”
Malzeme Özelliği	Kutuplara göre kontaklara sahip rölelerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (36)	**RÖLE (ANİMASYONLU KİLİTLİ-BOBİN SAYILI)**
Malzeme Komutu	1 Bobin, Tek Kutuplu Röle: “LRLY1COILSPDT” Bobin, Çift Kutuplu Röle: “LRLY1COILDPDT” Bobin, Tek Kutuplu Röle: “LRLY2COILSPDT” 2 Bobin, Çift Kutuplu Röle: “LRLY2COILDPDT”
Malzeme Özelliği	Bobin sayısına göre bobin çeşitleridir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (37)	**LAMBA**
Malzeme Komutu	“LAMP” (Active) – “LAMP-FIL” (Pasif)
Malzeme Özelliği	Işık veren lambadır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (38)	**VIZILTI (ZİL)**
Malzeme Komutu	“BUZZER”
Malzeme Özelliği	Belli bir tonda ses çıkartan cihazdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (39)	**HOPARLÖR**
Malzeme Komutu	“SPEAKER” (Ses Çıkışlı) – “SOUNDER” (Gürültülü)
Malzeme Özelliği	Sesi yansıtan cihazlardır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (40)	**DİYAK**
Malzeme Komutu	“DIAC”
Malzeme Özelliği	Alternatif akımda anahtarlama elemanı olarak kullanılan ve çift yönlü çalışabilen bir diyottur.
Malzeme Sembolü	

Malzeme Adı (41)	**TRİYAK**
Malzeme Komutu	"TRIAC"
Malzeme Özelliği	Çift yönlü akım geçirebilen yarı iletken bir devre elemanıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (42)	**TRİSTÖR**
Malzeme Komutu	"SCR" (Silikon Kontrollü) – "THYRISTOR" (Genel)
Malzeme Özelliği	Kontrollü yarı iletken bir anahtarlama elemanıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (43)	**LDR (IŞIĞA BAĞLI DİRENÇ)**
Malzeme Komutu	"LDR"
Malzeme Özelliği	Işığa bağlı olarak direnci değişen elemandır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (44)	**TERMİSTÖR**
Malzeme Komutu	"TCB", "TCE", "TCJ", "TCK", "TCN", "TCR", "TCS", "TCT"
Malzeme Özelliği	Sıcaklıkla direncin değiştiği elemandır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (45)	**PTC (ISIYA BAĞLI OLARAK DİRENCİ ARTAN TERMİSTÖR)**
Malzeme Komutu	Yarı iletken PTC Termistör: "KTY81" Nikel etkili PTC Termistör: "PTC_NICKEL"
Malzeme Özelliği	Isıya bağlı olarak direnci artan termistördür.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (46)	**NTC (ISIYA BAĞLI OLARAK DİRENCİ AZALAN TERMİSTÖR)**
Malzeme Komutu	"NTC"
Malzeme Özelliği	Isıya bağlı olarak direnci azalan termistördür.
Malzeme Sembolü	

Malzeme Adı (47)	**VUMETRE**
Malzeme Komutu	"VUMETER"
Malzeme Özelliği	PC ses girişine bağlanarak sesleri aktarır (mikrofon vb.).
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (48)	**TRANSİSTÖR (BİPOLAR)**
Malzeme Komutu	"NPN" (NPN tipli genel) – "PNP" (PNP tipli genel) Transistörün ismi ile aratılabilir. Örnek "BC237" gibi.
Malzeme Özelliği	Bipolar özellikli transistörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (49)	**TRANSİSTÖR (JFET)**
Malzeme Komutu	"NJFET" (N kanallı JFET) – "PJFET" (P kanallı JFET)
Malzeme Özelliği	JFET tipi transistörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (50)	**TRANSİSTÖR (MOSFET)**
Malzeme Komutu	"NMOSFET" (N kanallı MOSFET) "PMOSFET" (P kanallı MOSFET)
Malzeme Özelliği	MOSFET tipi transistörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (51)	**TRANSİSTÖR (UJT)**
Malzeme Komutu	"UJT"
Malzeme Özelliği	UJT tipi transistörlerdir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (52)	**ZAMANLAYICI**
Malzeme Komutu	"555", "NE555", "NE556", "TS556", "7555"
Malzeme Özelliği	555 gibi kare dalga osilatörü elde etmek için kullanılır.
Malzeme Sembolü	

Malzeme Adı (53)	**RGB LED (ÜÇ RENKLİ LED)**
Malzeme Komutu	"RGBLED-CA" (Ortak Anot çıkışlı RGB) "RGBLED-CC" (Ortak Katot çıkışlı RGB)
Malzeme Özelliği	Üç farklı LED özelliğini tek LED'den gösterir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (54)	**LAMBA (NEON)**
Malzeme Komutu	"LAMP-NEON"
Malzeme Özelliği	Neon özellikli lamba tipidir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (55)	**7 SEGMENT DISPLAY (BCD)**
Malzeme Komutu	"7SEG-BCD"
Malzeme Özelliği	BCD özelliğe sahip 7 segment displayidir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (56)	**7 SEGMENT DISPLAY (DIGIT)**
Malzeme Komutu	1 digit 7 segment display (Ortak Anot) "7SEG-COM-ANODE" digit 7 segment display (Ortak Katot) "7SEG-COM-CATHODE" digit 7 segment display (Ortak Anot) "7SEG-MPX2-CA" 2 digit 7 segment display (Ortak Anot) "7SEG-MPX2-CC" 4 digit 7 segment display (Ortak Anot) "7SEG-MPX4-CA" 4 digit 7 segment display (Ortak Anot) "7SEG-MPX4-CC" 4 digit 7 segment display (Ortak Uçlu) "GROVE4DIGIT"
Malzeme Özelliği	7 segment display için digit özellikli şekilleridir.
Malzeme Sembolü	

Malzeme Adı (57)	**741 OPAMP**
Malzeme Komutu	"741"
Malzeme Özelliği	741 opamp yükselteç entegresidir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (58)	**Ohmmetre**
Malzeme Komutu	"OHMMETER"
Malzeme Özelliği	Ohm ölçü aletidir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (59)	**ALTERNATÖR**
Malzeme Komutu	"ALTERNATOR" ve "VSINE"
Malzeme Özelliği	1 fazlı AC gerilim kaynağıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (60)	**BATARYA (DC GERİLİM KAYNAĞI)**
Malzeme Komutu	"CELL", "BATTERY" ve "VSOURCE"
Malzeme Özelliği	DC gerilim kaynağıdır.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (61)	**MOTOR**
Malzeme Komutu	"MOTOR"
Malzeme Özelliği	Basit bir DC motordur.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (62)	**TOPRAKLAMA**
Malzeme Komutu	"GROUND" ve "CHASSIS"
Malzeme Özelliği	GND (Şase) özelliği gösterir.
Malzeme Sembolü	
Malzeme Adı (63)	**GÜÇ BESLEMESİ**
Malzeme Komutu	"POWER"
Malzeme Özelliği	Belirli DC gerilimi vermeyi sağlar.
Malzeme Sembolü	

KAYNAKÇA

A) TEMEL KAYNAKÇASI

- https://www.123rf.com
- https://www.shutterstock.com
- https://www.labcenter.com/, "Alınma Tarihi: 08.10.2020, 10.00".
- https://www.autodesk.com/products/artcam, "Alınma Tarihi: 08.12.2020, 10.00".
- https://www.theengineeringprojects.com/, "Alınma Tarihi: 10.12.2020, 10.00".
- https://www.320volt.com/, "Alınma Tarihi: 20.12.2020, 10.00".
- Tunçay, Ersoy. "Endüstriyel Kontrol Arıza Analizi ve PROTEUS -AutoCAD ". Güven Mücellit ve Matbacılık, 9. Bsm. İstanbul
- Şahin, Hikmet. "Bilgisayar Destekli Tasarım PROTEUS Design Suite 8". Altaş Yayınevi, İstanbul, 2013.

B) İZİN LİSTESİ

- Labcenter firmasına ait PROTEUS yazılımı için firmadan gerekli izinler alınmış ve kitap içeresinde kullanımı gerçekleştirilmiştir.
- The Engineering Projects ile 320Volt sitelerinden gerekli izinler alınmıştır.

C) GÖRSEL KAYNAKÇASI

Shutterstock'tan alınan ve kullanılan görseller aşağıda verilmiştir.

Görseller	Kaynakça Listesi
1. Öğrenme Birimi Kapak	1708950025-Shutterstock'tan alınmıştır.
2. Öğrenme Birimi Kapak	724998304-Shutterstock'tan alınmıştır.
1. Öğrenme Birimi Uygulama Kapak	436844056-Shutterstock'tan alınmıştır.
Kitap Kapak	724998304-Shutterstock'tan alınmış ve düzenlenmiştir.
Kitap Kapak Görsel-3	1503384713-Shutterstock'tan alınmıştır.
Görsel 1.1	415238983-Shutterstock'tan alınmıştır.
Görsel 2.91	1559705402-Shutterstock'tan alınmıştır.
İkonlar	1669520266, 1770330392 ve 306086264-Shutterstock'tan alınmıştır.
Arka Plan	90066292-Shutterstock'tan alınmıştır.
Ekler	555126262-Shutterstock'tan alınmıştır.

Geri kalan tüm görseller, komisyon tarafından oluşturulmuş ve düzenlenmiştir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) Çoktan Seçmeli Sorular

1) E	2) B	3) C	4) D	5) A	6) B	7) D	8) E	9) B	10) C
11) A	12) C	13) D	14) B	15) A	16) B	17) C	18) E	19) D	20) D
21) B	22) E	23) A	24) D	25) C	26) C	27) B	28) D	29) A	30) D
31) B	32) C	33) E	34) B						

2. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) Eşleştirmeli Sorular

1) F	2) K	3) A	4) E	5) L	6) H	7) C	8) B	9) G	10) I

B) Çoktan Seçmeli Sorular

11) D	12) C	13) A	14) E	15) C	16) B	17) C	18) D	19) A	20) B
21) D	22) C	23) B	24) A	25) E					