T.C MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ ve TEKNİK ANADOLU LİSESİ

RAYLI SİSTEMLER TEKNOLOJİSİ ALANI

TEMEL RAYLI SİSTEMLER ATÖLYESİ

DERS KİTABI

9

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TEMEL RAYLI SİSTEMLER ATÖLYESİ

DERS KİTABI

9

YAZARLAR

Fikret Nurettin KAPUDERE

Gürel OLTULU

Hayati ÖZDEMİR

Mehmet DOĞAN

Yalçın SAĞLAM

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI: Abdullah ŞAHİN

GÖRSEL TASARIM UZMANI: Aycan PEKER

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 hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal ATATÜRK

MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER **9**
KİTAP TANITIM ŞEMASI **14**

1

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ **17**
1.1 ATÖLYE KURALLARI VE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ **18**
1.1.1 Atölye Kuralları 18
1.1.2 Atölyede İş Güvenliği 18
1.1.3 Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) 19
1.1.4 Atölyede İlk Yardım 20
1.1.5 İlk Yardım Temel Uygulamaları 20
1.2 MEKANİKTE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ **22**
1.2.1 Mekanik Atölyesinde İş Sağlığı ve Güvenliği 22
1.2.2 Mekanik Atölyesinde Kullanılan El Aletleri ve Elektrikli Makineler 22
1.2.3 Mekanik Atölyesinde Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD) 23
1.2.4 Mekanik Atölyesinde Meydana Gelen İş kazaları ve Korunma Yöntemleri 25
1.3 ELEKTRİKTE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ **26**
1.3.1 Elektrik Atölyesinde İş Sağlığı ve Güvenliği 26
1.3.2 Elektrik Kazalarının Nedenleri 26
1.3.3 Elektrik Çarpması 26
1.3.4 Elektrikle Çalışırken Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri 27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME **28**

2

TEMEL EL İŞLEMLERİ **29**
2.1 MEKANİK EL ALETLERİ **30**
2.1.1 Tesviyecilik 30
2.1.2 Tesviye Atölyesinde Kullanılan Mekanik El Aletleri 30
2.1.3 Eğeler 31
2.1.4 Mengeneler 31
2.1.5 Ölçme ve Kontrol Aletleri 32
2.1.6 Markalama Aletleri 35
2.1.7 Kesme Aletleri 37
2.1.8 Vurma Aletleri 38
2.2 İŞLEMLER ÖNCESİ HAZIRLIK **39**
1.2.1 İşlemler Öncesi Hazırlık Çalışmaları 39
2.3 EĞELEME YAPMAK **40**
2.3.1 Eğeleme İşlemi 40
2.3.2 Eğelere Sap Takılması İşlemi 40
2.3.3 Mengenede Eğeleme İşlemleri 41
2.4 ÖLÇME **44**
2.4.1 Ölçme ve Kontrolün Önemi 44
2.4.2 Ölçme ve Kontrolü Etkileyen Faktörler 44
2.4.3 Ölçmenin Yapılışı 44
2.4.4 Tesviyecilikte Kullanılan Ölçme ve Kontrol Yöntemleri 44
2.5 MARKALAMA **51**
2.5.1 Markalama ve Önemi 51
2.5.2 Markalama Malzemeleri ve Kullanıldığı Yerler 51
2.5.3 Markalama İşlem Basamakları 52
2.5.4 Markalamada Dikkat Edilecek Hususlar 52
2.6 ELLE KESME **53**
2.6.1 Kesmenin Önemi 53
2.6.2 El Testeresi ile Kesme İşlemi 53
2.6.3 Keski ile Kesme İşlemi 55
2.6.4 El Makası ile Kesme İşlemi 55
2.6.5 Kol Makası ile Kesme İşlemi 57
TEMRİNLER **58**
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME **66**

3 DELME VE VİDA İŞLEMLERİ 67
3.1 DELİK DELME 68
3.1.1 Delik Delme İşlemi 68
3.1.2 Delik Delme İşlerinde Kullanılan Aparat ve Makineler 68
3.1.3 Matkap Uçları 70
3.1.4 Matkapların Yapıldığı Malzemeler 71
3.1.5 Matkapların Bağlanması 71
3.1.6 Kesme Hızı ve Devir Sayısı 72
3.1.7 Soğutma Sıvıları 73
3.1.8 Delme İşlemlerinde Bağlama 73
3.2 ELLE KILAVUZ ÇEKME 75
3.2.1 Kılavuz Çekme 75
3.2.2 Vidanın Tanımı 75
3.2.3 Vidanın Elemanları 75
3.2.4 Vida Çekme Araçları 75
3.3 ELLE PAFTA ÇEKME 78
3.3.1 Paftaların Tanımı 78
3.3.2 Pafta Çeşitleri 78
3.3.3 Pafta Çekmede İşlem Sırası ve Dikkat Edilecek Özellikler 78
3.3.4 Vidaların Kontrol Edilmesi 78
TEMRİNLER 80
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 84
4 MAKİNE ELEMANLARI VE UYGULAMALARI 85
4.1 CİVATALI VE SOMUNLU BAĞLANTI 86
4.1.1 Vidalar 86
4.1.2 Cıvatalar 89
4.1.3 Saplamalar 91
4.1.4 Somunlar 91
4.1.5 Rondelalar 93
4.2 PERNOLU VE GUPİLYALI BAĞLANTI 95
4.2.1 Pernolar 95
4.2.2 Gupilyalar 96
4.3 PİMLİ BAĞLANTI 97
4.3.1 Pimler 97
4.3.2 Pimin Standartları 97
4.3.3 Pim Çeşitleri 98
4.4 KAMALI MİL BAĞLANTI 99
4.4.1 Kamalar 99
4.4.2 Kamalı Bağlantı Çeşitleri 99
4.5 PERÇİNLEME 101
4.5.1 Perçin 101
4.5.2 Perçinlemenin Gereği ve Önemi 101
4.5.3 Perçin Çeşitleri ve Perçinlerin Sınıflandırılması 101
4.5.4 Perçinleme Takımları 103
4.5.5 Perçin Boyunun Hesaplanması 104
4.5.6 Perçin Deliklerinin Oluşturulması 104
4.5.7 Perçinli Birleştirme Çeşitleri 105
4.5.8 Perçinli Birleştirmede Meydana Gelen Hatalar 105
TEMRİNLER 106
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 110
5 TEMEL KAYNAK İŞLEMLERİ 111
5.1 ELEKTRİK ARKI OLUŞTURMAK 112
5.1.1 Elektrik Ark Kaynağının Tanımı ve Bağlantı Elemanları 112
5.1.2 Yardımcı Kaynak Elemanları 114
5.2 ELEKTRİK ARKI YATAYDA DÜZ DİKİŞ 117
5.2.1 Kaynak Akımının Tanımı 117
5.2.2 Ark Oluşturma Çeşitleri 117
5.2.3 Elektrik Arkı ile Yatayda Düz Dikiş Çekme 118
5.2.4 Dikiş Çekme Teknikleri 119

5.2.5 Elektroda Hareket Yaptırmadan Dikiş Çekme 120
5.2.6 Elektroda Hareket Yaptırarak Dikiş Çekme 120
5.3 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAK 121
5.3.1 Küt Ek Kaynak 121
5.3.2 Kaynak Ağızlığı 121
5.3.3 Kaynak Boşluğu 121
5.3.4 Küt Ek Kaynak Elektrot Açıları 121
5.3.5 Küt Ek Kaynağında Elektroda Verilecek Hareketler 122
5.3.6 Metalürjik Uyum 122
5.3.7 Parça Kalınlığına Göre Elektrot Seçimi ve Amper Ayarı 122
5.3.8 Kaynak Dikişini Temizleme 122
5.4 ELEKTRİK ARKI İLE KÖŞE KAYNAK 123
5.4.1 Yatayda Köşe İç Kaynağı Tekniği ve Elektrot Açısı 123
5.4.2 iç Köşe Kaynağında Elektrot Hareketi 123
5.4.3 Yatayda Dış Köşe Kaynağı Tekniği 124
5.4.4 Dış Köşe Kaynağında Elektrot Açısı 124
5.4.5 Dış Köşe Kaynağında Elektrot Hareketi 124
5.5 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA BİNDİRME KAYNAK 125
5.5.1 Bindirme Kaynağı ve Elektrot Açıları 125
5.5.2 Bindirme Kaynağının Hesaplanması 126
5.5.3 Kaynak Dikişini Temizleme 126
TEMRİNLER 127
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 132

6

İLETKEN BAĞLANTILARI 133
6.1 İLETKENLER 134
6.1.1 İletkenlerin Özellikleri ve Çeşitleri 134
6.1.2 Kullanım Yerlerine Göre Kablo Çeşitleri 135
6.2 İLETKEN BAĞLANTI YÖNTEMLERİ 138
6.2.1 İletken Bağlantı ve Eklemede Kullanılan Araç Gereçler 138
6.2.2 İletkenlerde Temel İşlemler 139
6.2.3 İletkenlerde Bağlantı İşlemleri 140
TEMRİNLER 144
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 150

7

ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ 151
7.1 ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ 152
7.1.1 Zayıf Akım Tesisatları 152
7.1.2 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan El Aletleri 152
7.1.3 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Malzemeler 152
7.1.4 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Kablolar 154
7.1.5 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Montaj Elemanları 154
7.2 ZİL TESİSAT DEVRELERİ 156
7.2.1 Zil Tesisatları 156
7.2.2 Zil Tesisatları Çizimleri ve Çalışma Prensipleri 156
7.2.3 Kapı Otomatiği Tesisatı Devresi 158
7.3 DİYAFON TESİSAT DEVRELERİ 160
7.3.1 Diyafon Sistemi 160
7.3.2 Diyafon Çeşitleri 160
TEMRİNLER 162
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 170

8

KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİ 171
8.1 KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRE ELEMANLARI 172
8.1.1 Kuvvetli Akım Tesisatı 172
8.1.2 Kuvvetli Akım Tesisatında Linyeler ve Sortiler 172
8.1.3 Kuvvetli Akım Tesisatında Kullanılan Malzemeler 172
8.1.4 Kuvvetli Akım Tesisatında Topraklama 177
8.2 AYDINLATMA TESİSAT DEVRELERİ 179
8.2.1 Adi Anahtar Tesisatı Devresi 179
8.2.2 Komütatör Anahtar Tesisatı Uygulama Devresi 179

8.2.3 Vaviyen Anahtar Tesisatı Uygulama Devresi 180
8.2.4 Dimmer Anahtar Tesisatı 180
8.2.5 Floresan Lamba Tesisatı 181
8.3 PRİZ TESİSAT DEVRELERİ 182
8.3.1 Priz Tesisatı Devrelerinin Yapısı 182
8.3.2 Anahtar ve Priz Tesisatı 182
TEMRİNLER 183
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 192

9 ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE ÖLÇÜLMESİ 193
9.1 TEMEL ELEKTRİK DEVRESİ 194
9.1.1 Elektrik Devreleri ve Özellikleri 194
9.2 ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİ 196
9.2.1 Elektriksel Ölçme Tanımı 196
9.2.2 Elektriksel Ölçü Aletlerinin Çeşitleri 196
9.2.3 Elektriksel Ölçü Aletleri Tanımları 196
9.3 ELEKTRİK DEVRESİNDE AKIM ÖLÇME 199
9.3.1 Elektrik Akımı ve Özellikleri 199
9.3.2 Elektrik Akım Birimleri ve Dönüşümleri 200
9.4 ELEKTRİK DEVRESİNDE GERİLİM ÖLÇME 202
9.4.1 Gerilim 202
9.4.2 Gerilim Birimleri ve Dönüşümleri 202
9.4.3 Multimetre ile Gerilim Ölçme İşlemleri 203
9.5 ELEKTRİK DEVRESİNDE İŞ VE GÜÇ ÖLÇME 204
9.5.1 Güç ve Enerji Kavramları 204
9.5.2 Güç Birimleri ve Dönüşümleri 204
9.5.3 Wattmetre ile Güç Ölçme 204
9.5.4 Enerji Birimleri ve Dönüşümleri 205
9.5.5 Elektrik Sayacı İle Enerji Ölçme 205
9.6 ELEKTRİK DEVRESİNDE FREKANS ÖLÇME 207
9.6.1 Frekans Tanımı 207
9.6.2 Frekans Birimleri ve Dönüşümleri 207
9.6.3 Frekansmetre İle Frekans Ölçme İşlemi 208
9.7 OSİLOSKOP İLE SİNYAL ÖLÇME 209
9.7.1 Osiloskop 209
9.7.2 Osiloskop Bağlantısı ve Fonksiyonları 210
9.7.3 Gerilim Ölçmek 210
9.7.4 Frekans Ölçmek 211
TEMRİNLER 212
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 224

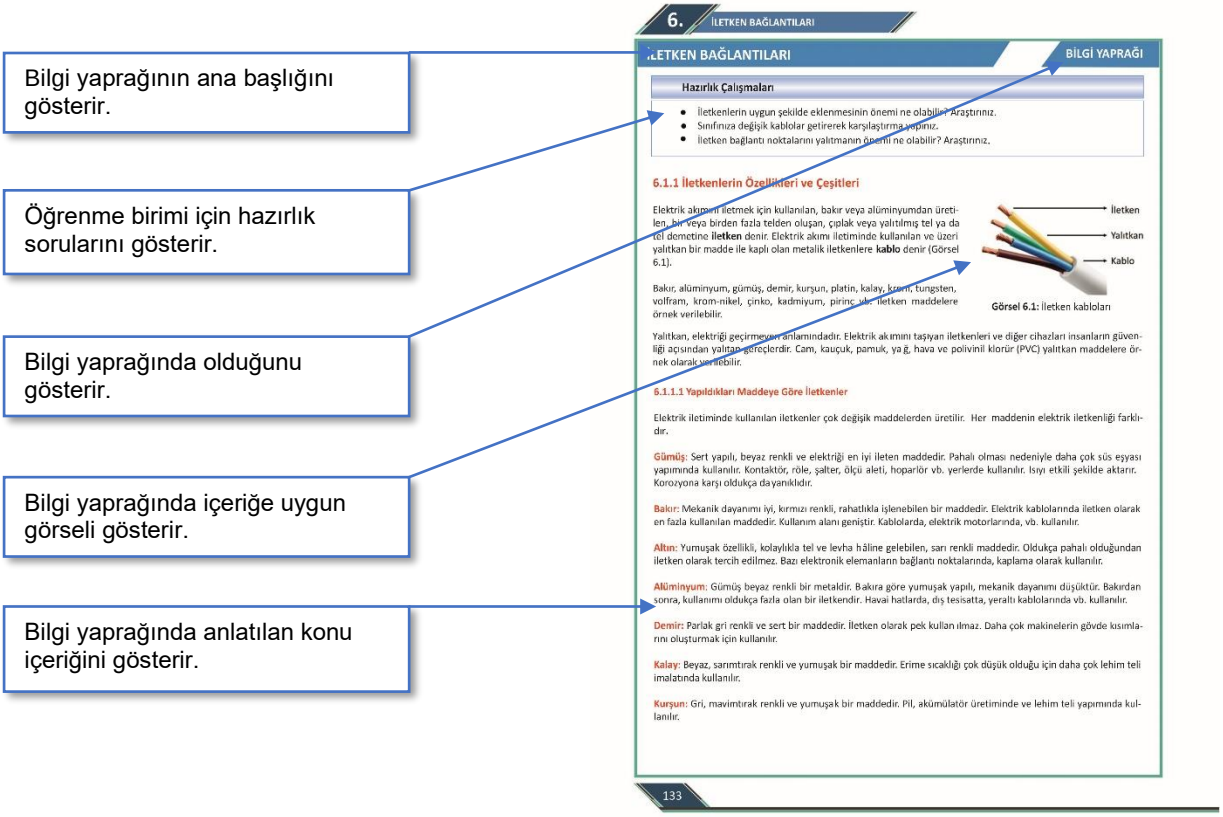
10 ANALOG DEVRE ELEMANLARI 225
10.1 DİRENÇ ÖLÇÜMÜ VE BAĞLANTILARI 226
10.1.1 Direnç 226
10.1.2 Direnç Çeşitleri 226
10.1.3 Direnç Renk Kodları 227
10.1.4 Dirençlerin Okunması 228
10.1.5 SMD Dirençlerin Okunması 228
10.1.6 Direnç Birimleri ve Dönüşümleri 229
10.1.7 Dijital Ölçü Aletleri Kullanılarak Dirençlerin Ölçülmesi 229
10.1.8 Direnç Bağlantıları 230
10.2 KONDANSATÖR ÖLÇÜMÜ VE BAĞLANTILARI 232
10.2.1 Kondansatör 232
10.2.2 Kondansatör Çeşitleri 232
10.2.3 Kondansatör Değerinin Okunması 232
10.2.4 Kapasite Birimleri ve Dönüşümleri 233
10.2.5 Dijital Ölçü Aletleri Kullanılarak Kondansatörlerin Ölçülmesi 234
10.3 BOBİN ÖLÇÜMÜ VE BAĞLANTILARI 235
10.3.1 Bobin ve Endüktans İlişkisi 235
10.3.2 Bobin Çeşitleri 235
10.3.3 Endüktans Birimleri ve Dönüşümleri 235
10.3.4 Dijital Ölçü Aleti Kullanrak Bobinlerin Ölçülmesi 236

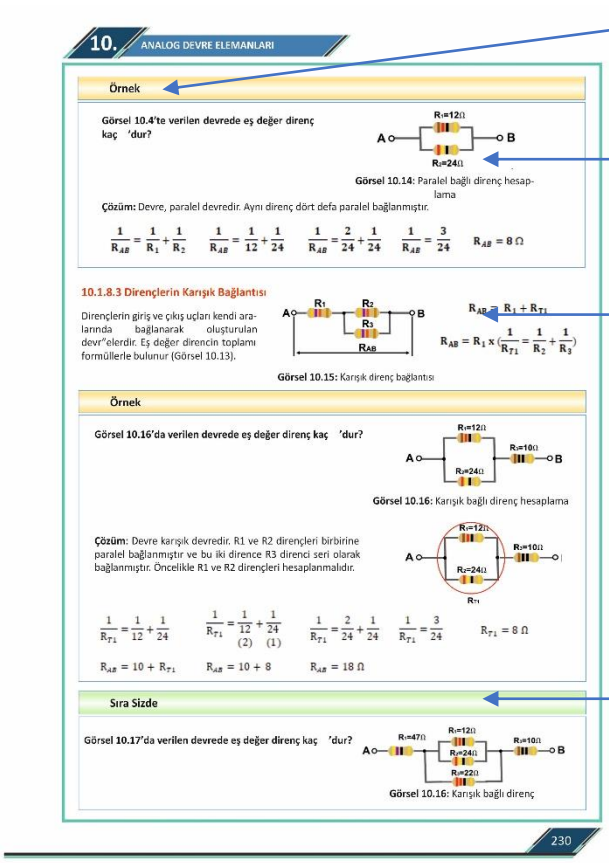
10.4 DİYOT ÖLÇÜMÜ VE DEVRELERİ 237
10.4.1 Diyotlar 237
10.4.2 Diyot Çeşitleri 237
10.4.3 Diyotun Sağlamlık Kontrolü 238
10.4.4 Diyot Uçlarının Tespiti 238
10.5 TRANSİSTÖR ÖLÇÜMÜ VE DEVRELERİ 239
10.5.1 Transistörler 239
10.5.2 Transistörün Sağlamlık Kontrolleri 240
10.5.3 Transistör Uçlarının Tespiti 241
10.5.4 Transistör Kullanılarak Röle Kontrolü 242
10.6 ELEKTRONİK DEVRELERDE AKIM VE GERİLİM ÖLÇME 243
10.6.1 Akım,Gerilim ve Direnç İlişkisi 243
10.6.2 Seri Devrede Akım,Gerilim ve Direnç İlişkisi 244
10.6.3 Paralel Devrede Akım,Gerilim ve Direnç İlişkisi 244
10.6.4 Karışık Devrede Akım,Gerilim ve Direnç İlişkisi 245
10.6.5 Breadboard Kullanımı 246
10.6.6 Multimetre ile Akım ve Gerilim Ölçme İşlemleri 246
TEMRİNLER 248
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 256

11 **LEHİMLEME VE BASKI DEVRE 257**
11.1 LEHİMLEME ELEMANLARI 258
11.1.1 Lehimlemede Kullanılan Araç Gereçler 258
11.2 LEHİMLEME UYGULAMALARI 260
11.2.1 Lehimleme Çeşitleri 260
11.2.2 Lehimleme Yöntemleri 260
11.2.3 İyi Bir Lehimleme Yapımı 261
11.2.4 İyi Bir Lehimin Özellikleri 261
11.2.5 Lehimleme Hataları 261
11.2.6 İletkenlerin Lehimlenmesi 262
11.2.7 Devre Elemanlarının Lehimlenmesi 262
11.2.8 Lehimlemenin Sökülmesi İşlemi 263
11.3 BASKI DEVRE ALEMANLARI 264
11.3.1 Baskı Devre 264
11.3.2 Baskı Devrede Kullanılan Araç Gereçler 264
11.4 BASKI DEVRE PATERNİ ÇIKARMA 267
11.4.1 Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması 267
11.4.2 Baskı Devre Patern Oluşturma 267
11.5 BASKI DEVRE PLAKETİ ÇIKARMA 269
11.5.1 Baskı Devre Çıkarma Yöntemleri 269
11.5.2 Plaketin Banyo İşlemi 269
11.5.3 Baskı Devrenin Plakete Aktarılması 270
11.5.4 Plaketin Aside Atılması 270
11.5.5 Bakırlı Plaketin Temizlenmesi 270
11.5.6 Plaketin Delinmesi 270
11.5.7 Plaket Üzerine Devre Elemanlarının Montajı 270
TEMRİNLER 271
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 276

12 **DOĞRULTMAÇLAR VE REGÜLE DEVRELERİ 277**
12.1 DOĞRULTMA VE FİLTRE DEVRELERİ 278
12.1.1 AC Gerilimin DC Gerilime Dönüştürülmesi 278
12.1.2 Doğrultma Devreleri 279
12.1.3 Filtre Devreleri 281
12.2 REGÜLE DEVRELERİ 283
12.2.1 Regüle Devrelerinin Özellikleri 283
12.3 GERİLİM ÇOKLAYICILAR 286
12.3.1 Gerilim Çoklayıcıların Özellikleri 286
TEMRİNLER 288
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 296
KAYNAKÇA 298

KİTAP TANITIM ŞEMASI





10. ANALOG DEVRE ELEMANLARI

Örnek

Görsel 10.4'te verilen devrede eş değer direnç kaç 'dur?

Görsel 10.14: Paralel bağlı direnç hesaplama

Çözüm: Devre, paralel devredir. Aynı direnç dört defa paralel bağlanmıştır.

$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24}$ $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24}$ $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{3}{24}$ $R_{AB} = 8\,\Omega$

10.1.8.3 Dirençlerin Karışık Bağlantısı

Dirençlerin giriş ve çıkış uçları kendi aralarında bağlanarak oluşturulan devr°elerdir. Eş değer direncin toplamı formüllerle bulunur (Görsel 10.13).

$R_{AB} = R_1 + R_{T1}$

$R_{AB} = R_1 \times (\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3})$

Görsel 10.15: Karışık direnç bağlantısı

Örnek

Görsel 10.16'da verilen devrede eş değer direnç kaç 'dur?

Görsel 10.16: Karışık bağlı direnç hesaplama

Çözüm: Devre karışık devredir. R1 ve R2 dirençleri birbirine paralel bağlanmıştır ve bu iki dirence R3 direnci seri olarak bağlanmıştır. Öncelikle R1 ve R2 dirençleri hesaplanmalıdır.

$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24}$ $\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24}$ $\frac{1}{R_{T1}} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24}$ $\frac{1}{R_{T1}} = \frac{3}{24}$ $R_{T1} = 8\,\Omega$

(2) (1)

$R_{AB} = 10 + R_{T1}$ $R_{AB} = 10 + 8$ $R_{AB} = 18\,\Omega$

Sıra Sizde

Görsel 10.17'da verilen devrede eş değer direnç kaç 'dur?

Görsel 10.16: Karışık bağlı direnç

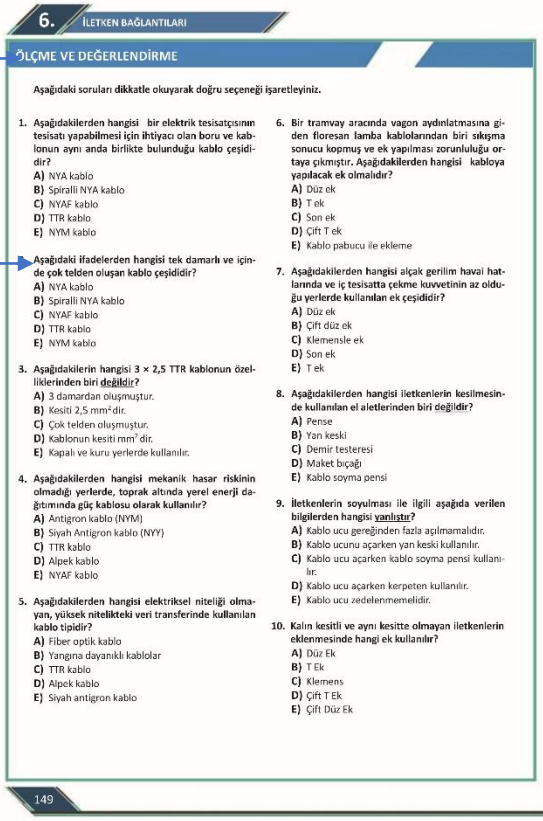
230

Öğrenme birimine ait örnek soruları ve çözümlerini gösterir.

Öğrenme birimine ait soru görselini gösterir.

Öğrenme birimine ait konu içeriğini gösterir.

Öğrenme birimine ait öğrencinin çözmesi istenilen soruları gösterir.



6. İLETKEN BAĞLANTILARI

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bir elektrik tesisatçısının tesisatı yapabilmesi için ihtiyacı olan boru ve kablonun aynı anda birlikte bulunduğu kablo çeşididir?
A) NYA kablo
B) Spiralli NYA kablo
C) NYAF kablo
D) TTR kablo
E) NYM kablo

2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi tek damarlı ve içinde çok telden oluşan kablo çeşididir?
A) NYA kablo
B) Spiralli NYA kablo
C) NYAF kablo
D) TTR kablo
E) NYM kablo

3. Aşağıdakilerin hangisi 3 × 2,5 TTR kablonun özelliklerinden biri değildir?
A) 3 damardan oluşmuştur.
B) Kesiti 2,5 mm²dir.
C) Çok telden oluşmuştur.
D) Kablonun kesiti mm² dir.
E) Kapalı ve kuru yerlerde kullanılır.

4. Aşağıdakilerden hangisi mekanik hasar riskinin olmadığı yerlerde, toprak altında yerel enerji dağıtımında güç kablosu olarak kullanılır?
A) Antigiron kablo (NYM)
B) Siyah Antigiron kablo (NYY)
C) TTR kablo
D) Alpek kablo
E) NYAF kablo

5. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel niteliği olmayan, yüksek nitelikteki veri transferinde kullanılan kablo tipidir?
A) Fiber optik kablo
B) Yangına dayanıklı kablolar
C) TTR kablo
D) Alpek kablo
E) Siyah antigiron kablo

6. Bir tramvay aracında vagon aydınlatmasına giden floresan lamba kablolarından biri sıkışma sonucu kopmuş ve ek yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Aşağıdakilerden hangisi kabloya yapılacak ek olmalıdır?
A) Düz ek
B) T ek
C) Son ek
D) Çift T ek
E) Kablo pabucu ile ekleme

7. Aşağıdakilerden hangisi alçak gerilim havai hatlarında ve iç tesisatta çekme kuvvetinin az olduğu yerlerde kullanılan ek çeşididir?
A) Düz ek
B) Çift düz ek
C) Klemensle ek
D) Son ek
E) T ek

8. Aşağıdakilerden hangisi iletkenlerin kesilmesinde kullanılan el aletlerinden biri değildir?
A) Pense
B) Yan keski
C) Demir testeresi
D) Maket bıçağı
E) Kablo soyma pensi

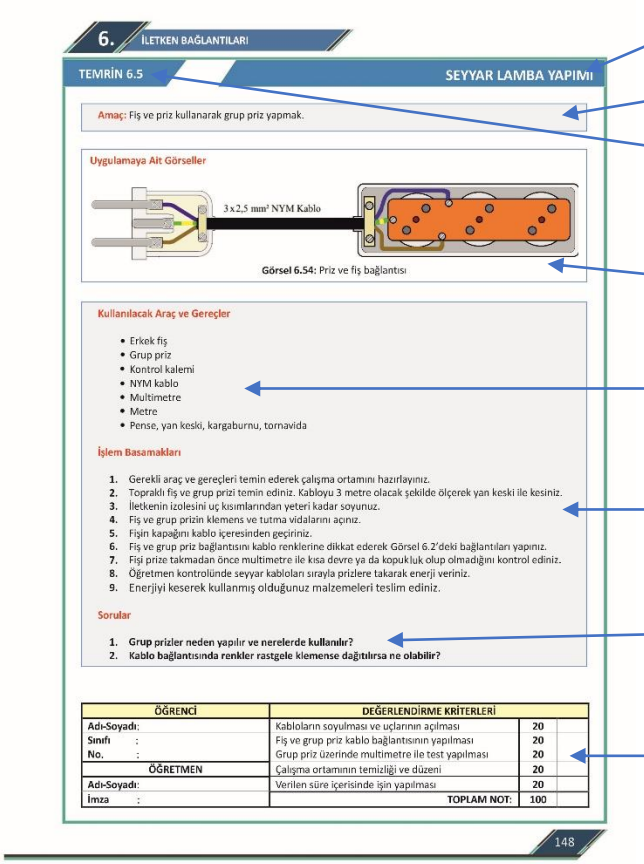
9. İletkenlerin soyulması ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?
A) Kablo ucu gereğinden fazla açılmamalıdır.
B) Kablo ucunu açarken yan keski kullanılır.
C) Kablo ucu açarken kablo soyma pensi kullanılır.
D) Kablo ucu açarken kerpeten kullanılır.
E) Kablo ucu zedelenmemelidir.

10. Kalın kesitli ve aynı kesitte olmayan iletkenlerin eklenmesinde hangi ek kullanılır?
A) Düz Ek
B) T Ek
C) Klemens
D) Çift T Ek
E) Çift Düz Ek

149

Ölçme değerlendirme yaprağı olduğunu gösterir.

Öğrenme biriminde edinilen bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanan soruları gösterir.



6. İLETKEN BAĞLANTILARI

TEMRİN 6.5 SEYYAR LAMBA YAPIMI

Amaç: Fiş ve priz kullanarak grup priz yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller

3 x 2,5 mm² NYM Kablo

Görsel 6.54: Priz ve fiş bağlantısı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Erkek fiş
- Grup priz
- Kontrol kalemi
- NYM kablo
- Multimetre
- Metre
- Pense, yan keski, kargaburnu, tornavida

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Topraklı fiş ve grup prizi temin ediniz. Kabloyu 3 metre olacak şekilde ölçerek yan keski ile kesiniz.
3. İletkenin izolesini uç kısımlarından yeteri kadar soyunuz.
4. Fiş ve grup prizin klemens ve tutma vidalarını açınız.
5. Fişin kapağını kablo içeresinden geçiriniz.
6. Fiş ve grup priz bağlantısını kablo renklerine dikkat ederek Görsel 6.2'deki bağlantıları yapınız.
7. Fişi prize takmadan önce multimetre ile kısa devre ya da kopukluk olup olmadığını kontrol ediniz.
8. Öğretmen kontrolünde seyyar kabloları sırayla prizlere takarak enerji veriniz.
9. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

1. **Grup prizler neden yapılır ve nerelerde kullanılır?**
2. **Kablo bağlantısında renkler rastgele klemense dağıtılırsa ne olabilir?**

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:		Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	20	
Sınıfı	:	Fiş ve grup priz kablo bağlantısının yapılması	20	
No.	:	Grup priz üzerinde multimetre ile test yapılması	20	
ÖĞRETMEN		Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	20	
Adı-Soyadı:		Verilen süre içerisinde işin yapılması	20	
İmza	:	TOPLAM NOT:	100	

148

Uygulamanın adını gösterir.

Uygulamanın amacını gösterir.

Uygulama yaprağı olduğunu ve uygulama numarasını gösterir.

Uygulamaya ait görseli gösterir.

Uygulamada kullanılacak araç ve gereçleri gösterir.

Uygulamaya ait işlem basamaklarını gösterir.

Uygulamaya ait öğrencinin çözmesi istenen soruları gösterir.

Uygulamaya ait değerlendirme kriterleri ve puanlarını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Atölye kuralları ve çalışma güvenliğini sağlamayı
2. Mekanikte iş sağlığı ve güvenliğini sağlamayı
3. Elektrikte iş sağlığı ve güvenliğini sağlamayı

öğreneceksiniz.

ATÖLYE KURALLARI VE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Atölye çalışmalarında uyulması gereken kuralları ve alınan güvenlik önlemlerini araştırınız.
- Mekanik atölyesinde bulunan araç gereç, makine ve cihazlardan doğabilecek kazaları ve korunma tedbirlerini araştırınız.
- Kişisel koruyucu donanımlarının (KKD) kullanım alanlarını araştırınız.
- Elektrik çarpmalarına nasıl müdahale edildiğini araştırınız.
- Demiryolu güzergâhında yapılacak inşaat, bakım, onarım işlerinde emniyet kurallarını belirleyen 2701 numaralı genel emri araştırınız.

1.1.1 Atölye Kuralları

Atölyede öğrencinin uyması gereken bazı kurallar şunlardır:

- Çalışma öncesinde ve çalışma esnasında iş güvenliği ile ilgili kurallara uyulmalıdır.
- Atölye çalışma saatlerinin belirlendiği çizelgeye uygun hareket edilmelidir.
- Atölye çalışmaları öncesi iş önlüğü giyilmelidir.
- Yapılacak uygulamalarla ilgili ön hazırlık yapılmalıdır.
- **Öğretmenden izinsiz uygulama devrelerine kesinlikle enerji verilmemelidir.**
- **Enerji altında kesinlikle çalışılmamalıdır.**
- Çalışma sırasında somun, vida, çivi gibi gereçler **kesinlikle ağza alınmamalıdır.**
- Atölye çalışmaları sırasında herhangi bir tehlike, kaza veya yaralanma olduğunda öğretmene haber verilmelidir.
- Kullanılması bilinmeyen cihazlar kullanılmamalıdır.
- Bozulmuş makine ve takımlar, öğretmene bildirilmelidir.
- Atölye ara teneffüslerine zamanında çıkılmalı ve zamanında atölyeye dönülmelidir.
- İş tamamladıktan sonra malzemeler teslim edilmelidir.
- Uygulamalar sonunda çalışma alanı temizlenmelidir.
- Temizlik nöbet görevi varsa atölye, sağlık ve güvenlik kurallarına uygun olarak temizlenmelidir.
- Verilen teneffüslerde atölyeden, sessizce ve koşmadan çıkılmalıdır.

Görsel 1.1: Uyarı levhaları

Uyarı

- İş sağlığı ve güvenliği zorunluluk değil, kültür olmalıdır.
- Hiçbir iş, güvensiz yapılacak kadar önemli ve acil değildir.

1.1.2 Atölyede İş Güvenliği

İşyerinde işin yürütülmesi ile ilgili meydana gelebilecek tehlikelerden, sağlığa zarar verebilecek şartlardan korunmak ve daha iyi bir iş ortamı oluşturmak için yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalara **iş güvenliği** denir. Ülkeler geliştikçe artan teknoloji ile birlikte makineleşme ve sanayileşme de gelişmiş, çalışma koşulları değişmiştir. Bu da çalışma ortamlarındaki riski artırmıştır.

İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olaya **kaza** denir. Çalışma ortamları, yapılan işin gereği, kaza oluşmasına uygun alanlardır. Kesici, delici el aletleri ile çalışma veya dönen makinelerle çalışma kazaya neden olabilir. Her kaza bir ihmalin, kazaya yol açan etkenlerin önceden görülememesinin sonucudur. İş ortamında, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınarak kaza oluşumu engellenebilir.

İş sağlığı ve güvenliğinin üç temel amacı vardır:

- Çalışanları korumak
- İşletmeyi korumak
- Üretimi korumak

Görsel 1.2: Görünmez kaza

Atölye ortamında meydana gelen kazaların oluşma nedenleri;

- Dalgınlık ve dikkatsizlik
- Disiplinsizlik
- Çalışma ortamını düzenli tutmamak
- Yanlış davranış sergilemek
- Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanmamak
- İşe uygun olmayan makine ve el aletleri kullanmak
- Kurallara uymamak
- Makine koruyucularını çıkarmak
- Çalışılan makinenin kullanma talimatına uymamak
- İşi yaparken kendine aşırı güvenmek

1.1.3 Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD);

- Bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik tehlikesine karşı korunmak için kişilerce giyilmek veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzemeyi
- Kişiyi aynı anda bir veya daha fazla muhtemel risklere karşı korumak amacıyla imalatçı tarafından bir bütün hâline getirilmiş birçok cihaz, alet veya malzemeden oluşmuş bir donanımı
- Belirli bir faaliyetin yapılması için korunma amacı olmaksızın, taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan; ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzemeyi ifade eder.

Uyarı

- Atölye ortamında meydana gelen kazalar büyük oranda elektrik kazalarıdır.
- Enerji altında çalışma!

Kişisel koruyucuların genel olarak sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- Koruyucu giyecekler
- Baş koruyucu donanımlar
- Göz ve yüz koruyucu donanımlar
- İşitme koruyucu donanımlar
- Solunum sistemi koruyucu donanımlar
- El kol koruyucu donanımlar
- Ayak bacak koruyucu donanımlar
- Yüksekten düşmeye karşı koruyucu donanımlar
- Boğulmaya karşı koruyucu donanımlar

Görsel 1.3: KKD ile güvenlik

1.1.4 Atölyede İlk Yardım

Herhangi bir kaza anında, tıbbi yardım sağlanıncaya kadar mevcut durumun korunması amacıyla olay yerinde bulunan araç gereçle yapılan ilaçsız uygulamalara **ilk yardım** denir. İlk yardımda belirtilen amaç doğrultusunda sertifika almış kişilere ilk yardımcı denir.

1.1.5 İlk Yardım Temel Uygulamaları

İlk yardım temel uygulamaları Koruma, Bildirme, Kurtarma (KBK) olarak ifade edilir.

Koruma: Kaza sonuçlarının ağırlaşmasını önlemek için olay yerinin değerlendirilmesini kapsar. Olay yerinde oluşabilecek tehlikeleri belirleyerek güvenli bir çevre oluşturmaktır. Koruma uygulaması için yapılması gerekenler şunlardır:

- Kazaya uğrayan kişi mümkünse güvenli bir alana alınmalıdır.
- Meraklı kişiler olay yerinden uzaklaştırılmalıdır.
- Kaza yerinde çalışan tüm makineler durdurulmalı, enerji kesilmelidir.
- Sigara içilmemeli ve içilmesine izin verilmemelidir.
- Gaz varlığı söz konusu ise zehirlenmelere karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
- Yanma söz konusu değilse ortam havalandırılmalıdır.
- Kıvılcım oluşturacak ışıklandırma veya çağrı araçlarının kullanımına izin verilmemelidir.
- Kazazede yerinden kımıldatılmamalıdır.
- Kazazede yaşam bulguları (kalp ve nabız atışı) yönünden değerlendirilmelidir.
- Kanamalı durumlarda mutlaka Hepatit B, C, HIV / AIDS gibi hastalıklara karşı korunmak için eldiven giyilmelidir.

Bildirme: Olay ya da kaza mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde telefon veya diğer kişiler aracılığı ile gerekli yardım kuruluşlarına bildirilmelidir. Türkiye'de ilk yardım gerektiren her durumda telefon iletişimleri, 112 acil telefon numarası üzerinden gerçekleştirilir.

112'nin aranması sırasında dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Sakin olunmalı ya da sakin olan bir kişinin araması sağlanmalıdır.
- 112 merkezi tarafından sorulan sorulara net bir şekilde cevap verilmelidir.
- Kesin yer ve adres bilgileri verilirken, olayın olduğu yere yakın bir caddenin ya da çok bilinen bir yerin adı verilmelidir.
- Kimin, hangi numaradan aradığı bildirilmelidir.
- Hasta veya yaralı kişi ya da kişilerin adı söylenmeli ve olayın tanımı yapılmalıdır.
- Hasta veya yaralı sayısı ve durumu bildirilmelidir.
- Eğer herhangi bir ilk yardım uygulaması yapıldıysa nasıl bir yardım verildiği belirtilmelidir.112 hattında bilgi alan kişi, gerekli olan tüm bilgileri aldığını söyleyinceye kadar telefon kapatılmamalıdır

Kurtarma: Olay yerinde hasta veya yaralılara müdahale hızlı ancak sakin bir şekilde yapılmalıdır. Kazazedenin durumunun değerlendirilmesine bağlı olarak ilk yardım yapılmalıdır. Eğer ilk yardım bilinmiyorsa asla yaralıya dokunulmamalı ve kımıldatılmamalıdır.

İlk yardımcının müdahale ile ilgili öncelikle yapması gerekenler şunlardır:

- Hasta veya yaralıların durumu değerlendirilir (ABC) ve öncelikli müdahale edilecekler belirlenir.
- Hasta veya yaralının korku ve endişeleri giderilir.
- Hasta veya yaralıya müdahalede yardımcı olacak kişiler organize edilir.
- Hasta veya yaralının durumunun ağırlaşmasını önlemek için kendi kişisel olanakları ile gerekli müdahalelerde bulunulur.
- Kırıklara yerinde müdahale edilir.
- Hasta veya yaralı sıcak tutulur.
- Hasta veya yaralının yarasını görmesine izin verilmez.
- Hasta veya yaralıyı hareket ettirmeden müdahale yapılır.
- Hasta veya yaralının en uygun yöntemlerle en yakın sağlık kuruluşuna sevki sağlanır (Ancak ağır hasta veya yaralı bir kişi hayati tehlikede olmadığı sürece asla yerinden kımıldatılmamalıdır).

Hayat Kurtarma Zinciri: Hayat kurtarma zinciri dört halkadan oluşur. Son iki halka ileri yaşam desteğine aittir ve ilk yardımcının görevi değildir.

1. **Halka:** Sağlık kuruluşuna haber verilmesi
2. **Halka:** Olay yerinde "Temel Yaşam Desteği" yapılması
3. **Halka:** Ambulans ekiplerince müdahaleler yapılması
4. **Halka**: Hastane acil servislerinde müdahale yapılmasıdır.

Görsel 1.4: Hayat kurtarma zinciri

1.2.1 Mekanik Atölyesinde İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı; tüm mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden iyilik hâllerinin en üstün düzeyde tutulması, sürdürülmesi ve geliştirilmesi çalışmalarıdır. Sağlıklı bir kişi, sağlıklı bir çalışma ortamında daha verimli ve güvende olur. Çalışma alanları ve atölyelerde bu amacın gerçekleştirilmesine yönelik tedbirler alınır.

Atölyede iş sağlığı ve güvenliğinin ilk belirtisi, iş yeri temizliği ve düzenidir. Atölye temizliği ve düzenin sağlanması ile çevre güvenliği oluşturulabilir. Bunun için yapılması gerekenler şunlardır:

- Çalışma sırasında çalışma alanı ve çevresi olabildiğince temiz tutulmalıdır.
- Çalışan takım, tezgâh ve makine işin tamamlanmasından sonra mutlaka temizlenmeli ve kullanılan araç gereçler yerine konulmalıdır.
- İş atıkları ve çöplerin toplanarak ortamdan uzaklaştırılması için gerekli önlemler alınmalıdır.

1.2.2 Mekanik Atölyesinde Kullanılan El Aletleri ve Elektrikli Makineler

Atölyelerde elektrikli alet ve makinelerin dışındaki el becerisine dayalı olarak kullanılan malzemeler **el aletleri** olarak tanımlanır. Atölyelerde oluşan iş kazalarının çoğu, el aletlerinin amacı dışında kullanılması, doğru kullanılmaması veya kullanılamayacak derecede bozuk ve yıpranmış olmalarından kaynaklanmaktadır. İş kazalarının %98'i önlenebilir kazalardır.

El aletlerinin kullanılması sırasında çıkan iş kazalarına karşı alınabilecek önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- El aletleri seçilirken öncelikle iş için uygun olup olmadığı denetlenmelidir. Doğru el aleti seçilmediği için pek çok iş kazası ortaya çıkmaktadır.
- El aletlerini kullanacak kişinin gerekli doğru bilgiye sahip olması gerekir.
- İş yapılırken ve iş bitiminde el aletlerinin güvenli bir yere konulması gerekir.
- Sapları kırılmış, biçimi bozulmuş, kopmuş, körelen çekiç, eğe vb. aletler kullanılmamalıdır.
- El aletleri kullanırken ellerin yağlı, kaygan ve ıslak olmamasına özen gösterilmelidir.

Atölyede elektrikli makineler ve el aletlerini kullanırken dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Makine ve tezgâhlardan parça ve talaş fırlamasını, taş patlamasını, makinelerin hareketli parçalarına el, kol kaptırılmasını engellemek ve elektrik akımından korunmak için makine koruyucu aparatları kullanılmalıdır.
- Koruyucular, kullanışlı ve işe uygun olmalıdır.
- Koruyucunun kendisi tehlike oluşturmamalıdır.
- Döner parçaların çıkıntıları uygun şekilde koruyucu içine alınmalıdır.
- Makineler, kullanma talimatına uygun kullanılmalıdır.
- Makine ile çalışırken uygun KKD'ler kullanılmalıdır.

Görsel 1.5: Makine koruyucu aparatı ve uyarı levhası

1.2.3 Mekanik Atölyesinde Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)

Kişisel koruyucular şu şekilde sınıflandırılır:

Koruyucu Giyecekler: Kişisel giyecekleri örten veya bunların yerine geçen, bir veya birden fazla tehlikeye karşı (ısı, soğuk, nem, toksik, kimyasallar, asitler, aşındırıcı maddeler, elektrik, biyolojik ve fiziksel tehlikeler) koruma sağlayacak şekilde tasarımlanmış koruyucuları ihtiva eden giyeceklerdir.

Baş Koruyucular: Kafa koruyucular, baretler ya da kasklar başı darbelere karşı kabuk aracılığıyla korur. Darbelerin şiddetini de süspansiyon görevi yapan içlik aracılığıyla yayıp düşürür. Kabuğun kalınlığı (plastiği) 2 mm'den aşağı olmamalıdır. Baretler, 1 metre yükseklikten düşen 5 Kg'lık objenin baş kalıbına iletilen kuvveti 5,0 kN'dan daha büyük olmamalıdır. Çatlak, çizik vb. baretler kesinlikle kullanılmamalıdır. Baret, darbe aldığı zaman değiştirilmelidir. Baretler serin, karanlık bir yerde saklanmalı ve üretim tarihinden itibaren en geç beş yıl, paketinin açılmasından sonra ise en geç üç yıl içinde kullanılmalıdır.

	Beyaz	Yönetici Mühendis Ziyaretçi		Turuncu	Ustabaşı
	Sarı	İşçiler		Mavi	Bakım grubu
	Kırmızı	İSG uzmanı Yangın savunma elemanı Kalite kontrol elamanı		Yeşil	Sağlık personeli

Görsel 1.6: Baş koruyucu renklerinin anlamı

Göz ve Yüz Koruyucular: Göz koruyucuları gözleri zararlı ışınlardan, çeşitli yabancı maddelerden ve darbelerden korur. Güvenlik gözlüklerinde kullanılan çerçeveler, günlük hayatta kullanılanlardan daha sağlam ve ısıya karşı dayanıklı olur. Yüzün korunması da gözün korunması kadar önemlidir.

İşitme Koruyucular: Çevrede oluşan rahatsız edici her türlü ses, gürültüdür. Bu istenmeyen durum, sesin (gürültünün) şiddet ve frekansına bağlıdır. Ses şiddeti birimi desibel (dB)'dir ve logaritmik özelliği taşır. Her 3 dB'lik bir artış, ses şiddetinin iki misli artmasına yol açar. Bir çalışma günü (8 saat) için kişisel gürültü dozu 85 dB'yi aşmamalıdır. Yapılan istatistikler, çalışanların %25'inin işitme kaybı ile karşılaştığını gösterir.

Görsel 1.7: Göz, yüz ve işitme koruyucular

İş kazalarında yaralanmalar;

- **%34** Ayak bölgesinde
- **%15** Baş bölgesinde
- **%15** El bölgesinde
- **%15** Bacak bölgesinde
- **%10** Göğüs bölgesinde
- **%8** Yüz bölgesinde
- **%3** Kol bölgesinde meydana gelmektedir.

Uyarı

- İşinize uygun koruyucu malzeme kullanın.

Görsel 1.8: Kullanımı zorunlu KKD uyarı levhaları

Solunum Sistemi Koruyucular: Çalışma ortamını tehlikeye sokan toz, gaz ve dumandan korunmak için kullanılan koruyuculardır. Solunum sisteminin korunması oldukça önemlidir. Solunum sisteminde; maskeler, solunum cihazları, dalgıç elbisesi vb. koruyucular bulunur.

Uyarı

- **Mavi renkli** işaretler, zorunluluk işaretidir. **Mavi renkli** uyarı işaretlerinin bulunduğu alanlarda, Kişisel Koruyucu Donanım kullanma zorunluluğu vardır.

El Kol Koruyucular: Çalışma hayatında özellikle sanayide en çok, eller yıpranmaktadır. Eldivenler, eli veya elin herhangi bir yerini tehlikelere karşı koruyan kişisel koruyucu bir donanımdır.

Aynı zamanda ön kol ve kolun bir bölümünü de koruyabilir. Eldivenler, kendi içinde başka risk oluşturmadan riskten korunmayı sağlayabilmelidir. Temiz şekilde giyilmeli, uygun ölçüde eldiven seçilmeli ve eli terletmemelidir.

Görsel 1.9: El koruyucular

Ayak ve Bacak Koruyucular: Darbeye karşı, en az 15 kN (yaklaşık 1,5 ton)'luk sıkıştırma kuvveti ile sıkıştırmaya karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanmış ayak giyecekleri olarak tanımlanmışlardır. Çalışırken ayaklar, delinmeler ve darbeler başta olmak üzere çeşitli risklere karşı korunmalıdır. Çalışma dışı zamanlarda giyilen ayakkabılara özen gösterilirken çalışma sırasında giyilecek ayakkabılar ihmal edilmemelidir. 8-10 saat boyunca giyilecek bu ayakkabılarda bazı özellikler bulunmalıdır. Ezilmelere karşı parmakları koruyan çelik burunlu ayakkabılar giyilmelidir. Her yıl yaklaşık binlerce çalışan, ayaklarından yaralanmakta ve bu kazaların büyük bir kısmı iş ayakkabısı veya botu giyilmemesinden veya kullanılan ayakkabı veya botun sağlam, işe uygun olmamasından kaynaklanmaktadır.

Görsel 1.10: Ayak koruyucular

Yüksekten Düşmeye Karşı Koruyucular: Çalışanın yüksekten düşme riskinin olduğu, toplu korumanın sağlanamadığı ya da toplu korunma yanında alınması gereken bir tedbir olarak kullanılması gereken durumlarda, düşmeyi önlemek veya düşüşü durdurmak ve kullanıcıyı güvenli bir konumda tutmak için kullanılan kişisel koruyucu donanımlardır.

Boğulmaya Karşı Koruyucular: Boğulmayı önlemek veya can yeleği (yüzdürme yardımcıları) olarak kullanılmak üzere tasarlanmış donanımlardır.

1.2.4 Mekanik Atölyesinde Meydana Gelen İş Kazaları ve Korunma Yöntemleri

Mekanik atölyesinde meydana gelebilecek belli başlı iş kazaları şunlardır:

- Alet ve gereçlerin yanlış bir şekilde kullanılmasından kaynaklanan iş kazaları
- Tezgâh üzerindeki aletlerin düşmesi sonucu ayak ve kol yaralanmaları
- Sivri uçlu aletlerin cepte taşınması sonucu oluşan yaralanmalar
- Uygun giysinin giyilmemesi sonucu oluşan kazalar
- Ayarı olmayan veya arızalı tezgâhlarda çalışılması sonucunda oluşan kazalar
- Uygun işe uygun tipte araç ve gereç kullanmama sonucu oluşan kazalar
- Çalışan tezgâhın kontrolsüz bırakılması sonucunda oluşan kazalar
- Tezgâhların yağlanmaması veya eksik yağlanması sonucu oluşan kazalar
- Çalışır durumdaki tezgâhlara yaslanılması veya uzak durulması sonucu oluşan kazalar.

Mekanik atölyesinde meydana gelebilen iş kazalarından korunmak için şu yöntemler izlenir:

- Çalışma süresince mutlaka iş tulumu veya önlüğü giyilmelidir.
- Emniyet donanımlarının devrede olduğu kontrol edilmelidir.
- Uygun işe uygun alet ve koruyucular kullanılmalıdır.
- Çalışma ortamında yetersiz veya fazla aydınlatma yapılmamalıdır.
- Çalışma ortamının fiziksel şartları (gürültü, sıcaklık, toz, havalandırma) doğru oluşturulmalıdır.
- Nasıl çalıştığı bilinmeyen araç, tezgâh ve makineler kullanılmamalıdır.
- Araç ve gereçler tezgâh üzerine yere düşmeyecek biçimde konulmalıdır.
- El testeresi ile parça kesilirken kesim işine odaklanılmalıdır.
- Çekiç kullanmadan önce sapı kontrol edilmeli ve rastgele çekiç vurulmamalıdır.
- Sivri uçlu aletler cepte taşınmamalıdır.
- Zımpara taşı ile matkapta çalışırken koruyucu iş gözlüğü kullanılmalıdır.

1.3.1 Elektrik Atölyesinde İş Sağlığı ve Güvenliği

Elektrik enerjisi, kurallara uygun kullanıldığında yararlı ve önemli bir kaynaktır. İçinde bulunulan teknoloji çağında hayatın ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Bu enerji; çalışma güvenliği sağlanmadan, kuralsız ve kontrolsüz kullanıldığında insan hayatı için son derece tehlikeli kazalara neden olabilmektedir.

İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olaylara **iş kazası** denir. Bu kazalar, elektrikle çalışırken meydana gelmişse bu kazalara **elektrik kazası** denir.

1.3.2 Elektrik Kazalarının Nedenleri

- Yeterli bilgi ve birikime sahip olmamak
- İşi önemsememek
- Acele ve dikkatsiz davranmak
- Uygun ve yeterli yalıtımı yapmamak
- Yalıtımın zamanla deformasyona uğraması
- Elektrik hatlarında meydana gelen kaçaklar veya kısa devreler
- Topraklamanın yapılmamış olması veya yetersizliği

1.3.3 Elektrik Çarpması

Elektrik çarpması sonucu, insan vücudunda **şok, şuur kaybı, kanda ayrışma, kaslarda kasılma ve kramp, solunum durması, kalbin çalışma düzeninin bozulması, yanık, geçici körlük** gibi kötü etkiler meydana gelir. Bu etkiler çoğu zaman insanı ölüme kadar götürebilir.

Elektrik çarpmasında hasarı belirleyen değişkenler şunlardır:

- Akımın cinsi (doğru akım veya alternatif akım)
- Alternatif akım ise frekansı
- Akımın büyüklüğü ve şiddeti (akım şiddeti)
- Akımın vücuttan geçme süresi (zaman)
- Akımın vücuttan geçtiği bölge
- Devre topraktan tamamlanmış ise toprağın nem durumu (zemin)
- Elektrik devresinde izole edilmemiş noktaların bulunması
- Akım şiddetinin yönü ve izlediği yol
- Akım kaynağı ile kazazede arasında akımı engelleyici maddelerin bulunması
- Kaza sırasında vücudun gösterdiği direnç (ellerin kuru, ıslak, terli veya nasırlı olması)

Tablo 1.1: Elektrik Kazalarının Oluşum Nedenleri ve Oranları

No.	Elektrik Kazalarının Oluşum Nedenleri	% Cinsi
1	Yakınındaki elektrik kaçağından makinenin elektriklenmesi sonucu oluşan kazalar	%26
2	İzolasyon hatalarından oluşan kazalar	%23
3	Enerji iletim hatlarıyla temas sonucunda oluşan kazalar	%20
4	Elektrik direkleri üzerinde veya yakınında oluşan kazalar	%12
5	Elektrik kısa devreleri sonucu oluşan yangınlar	%7,6
6	Patlama sonucu oluşan kazalar	%5,9
7	Gerilim yakınındaki işlerde oluşan kazalar	%5,5

1.3.4 Elektrikle Çalışırken Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri

- Mutlaka koruyucu malzemeler kullanılmalıdır.
- Atölye çalışmalarında küçük gerilimler kullanılmalıdır.
- Elektrikli el aletlerinin yalıtımlı olmasına ve bozuk olup olmadığına dikkat edilmelidir.
- Tamir ve bakımı yapılan makine üzerine "**Arızalı**" levhası asılmalı ve topraklama yapılmalıdır.
- Çalışma öncesi, pano veya tablodaki besleme sigortası açık konuma getirilerek enerji kesilmeli, üzerine "**Dikkat Tamirat Var!**" levhası asılmalıdır.
- Yüksek yerlerdeki çalışmalarda emniyet kemeri kullanılmalıdır.
- Eldivensiz çalışma hâlinde kol saati, yüzük ve alyans çıkarılmalıdır.
- Elektrikli el alet aleti ve aygıtların bakım ve kontrolü mutlaka ehliyetli elektrikçiler tarafından yapılmalıdır.
- Araç gereç ve aletlerin tam ve arızasız olmasına dikkat edilmelidir.
- Zorunlu olmadıkça gerilim varken bakım ve onarım işleri yapılmamalıdır.
- Arızalı sigortalar değiştirilmelidir.
- Arızalı aygıt ve makinelerin yapısı ve çalışması ile elektrik donanımı hakkında bilgi edinilmelidir.
- Devamlı olarak, iş tulumu veya önlüğü giyilmelidir.
- Elektrik kazalarına karşı alınacak önlemler ve ilk yardım, önceden öğrenilmeli ve sık sık uygulanarak pekiştirilmelidir.
- Atölyede ecza dolabı bulundurmalı, ilk yardım gereçleri ve ilaçlar eksiksiz ve kullanılır durumda olmalıdır.
- Hastane, itfaiye ve ilk yardım merkezlerinin telefon numaralarını bildiren levhalar asılmalıdır.
- Bütün elektrik arızalarının bakım ve onarımında hiçbir şeyin, can güvenliğinden daha değerli olmadığı unutulmamalıdır.

Elektrik çarpması sonucu;

- Flaş yanıklar (elektrik arkından kaynaklanan yanıklar)
- Ventriküler fibrilasyon (ani kalp durması)
- Asfiksi (Solunun yollarının tıkanması sonucu oksijen yetersizliği)
- İstemsiz kas tepkisi
- Isı ve elektrik yanıkları meydana gelir.

Görsel 1.11: Elektrik çarpması ve etkileri

Uyarı

- Sağlıklı bir insan vücudu için 0-42 volt arası tehlikesiz gerilimdir.
- 42 volttan yukarı gerilimler insan hayatını tehlikeye sokabilir.
- Ülkemizde elektrikli tren hatlarında, 25.000 volt yüksek gerilim kullanılmaktadır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **İşçilerin iş kazalarına uğramalarını önlemek amacıyla güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisine ne denir?**
   A) İş güvenliği
   B) İş sağlığı
   C) İşçi çalışması
   D) İşçi hakları
   E) İlk yardım

2. **Olayların planlandığı akışta yürümemesi, kişilerin yaralanmaları, sakat kalmaları ve ölümlerine sebebiyet veren olaya ne denir?**
   A) Hastalık
   B) Kaza
   C) Sakatlık
   D) Yaralanma
   E) Olay

3. **Önlenebilir iş kazalarının doğruluk oranı aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?**
   A) %98
   B) %2
   C) %60
   D) %30
   E) %50

4. **Aşağıdakilerden hangisi iş sağlığı ve güvenliğinin amaçlarından biri değildir?**
   A) Çalışanları korumak
   B) Üretim güvenliğini sağlamak
   C) İşletme güvenliğini sağlamak
   D) Makinaları korumak
   E) Malul kalanları rehabilite etmek

5. **Aşağıdaki kaza zincirini meydana getiren sebeplerden hangisi kişisel kusurlar içinde yer almaktadır?**
   A) Tabiat şartları
   B) Dikkatsizlik
   C) Makine hatası
   D) Fiziki yapı
   E) Yetersiz aydınlatma

6. **Aşağıdakilerden hangisi makinelere takılan koruyucu aparatların görevlerinden değildir?**
   A) Kullanıcıyı korumak
   B) Makineyi korumak
   C) Etraftakileri korumak
   D) Verimi artırmak
   E) Tehlike kaynağını kapatmak

7. **Aşağıdakilerden hangisi atölye çalışma kuralları ile ilgili yanlış bir ifadedir?**
   A) Çalışma esnasında vida, çivi gibi gereçler ağza alınmamalıdır.
   B) Öğretmen atölyede yokken uygulama devresine enerji verilerek kontrol edilmelidir.
   C) Atölyede yaşanan kazalarda öğretmene ve okul idaresine haber verilmelidir.
   D) Uygulama tamamlandıktan sonra malzemeler sökülerek sağlam teslim edilmelidir.
   E) Atölyede gerekli olan takımlar her zaman hazır bulundurulmalıdır.

8. **Aşağıdakilerden hangisi iş ve sağlık ilişkisini belirleyen çevresel faktörlerden biridir?**
   A) Yaş
   B) Beslenme
   C) Aydınlatma
   D) Cinsiyet
   E) Genetik özellikler

9. **Okula devam eden çocukların eğitim döneminde-ki çalışma süreleri, eğitim saatleri dışında olmak üzere, en fazla günde kaç saat olabilir?**
   A) 1
   B) 2
   C) 3
   D) 4
   E) 5

10. **"Asma kat korkuluğunun olmaması" şeklinde tehlikenin belirlenmesi durumunda aşağıda belirtilen risklerden hangi ortaya çıkabilir?**
    A) Zehirlenme
    B) Yangın
    C) Elektrik çarpması
    D) Doğalgaz patlaması
    E) Yüksekten düşme

2. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL EL İŞLEMLERİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Mekanik el aletlerini
2. İşlemler öncesi hazırlık yapmayı
3. Eğeleme işlemlerini
3. Ölçme işlemlerini
3. Markalama yapmayı
3. Elle kesme işlemlerini

öğreneceksiniz.

Hazırlık Çalışmaları

- Mekanik atölyesinde kullanılan el aletleri ile tezgâh ve makineleri araştırınız.
- Atölyede çalışırken el aletleri, tezgâh veya makinelerden doğabilecek kazaları ve kazalardan korunma tedbirlerini araştırınız.
- İyi bir eğenin özellikleri nasıl olmalıdır? Araştırınız.
- Ölçme ve kontrol aletlerinin hassasiyeti neden önemlidir? Araştırınız.
- Markalamada kullanılan boyama çeşitlerini araştırınız.
- El testeresi ve keski bakımı nasıl yapılır? Araştırınız.
- Tren rayı nasıl yapılır? Üretim aşamalarını araştırınız.

2.1.1 Tesviyecilik

Metallerin üzerinden talaş kaldırıp işleyerek, istenilen şekli verme ve makine parçalarına dönüştürme işlemlerinin tümüne **tesviyecilik** denir.

Makine parçalarının son ve çalışır şeklini aldıkları tesviye atölyesinde; parçaların işlenmesinde kullanılan bazı mekanik el aletleri ile tesviyeci tezgâhı, torna, matkap, freze ve plânya gibi iş tezgâhları bulunur (Görsel 2.1). Çeşitli makine parçalarını el aletleri veya iş tezgâhları ile işleyen, istenilen ölçülerde şekillendiren ve kullanılır hâle getiren kişiye ise **tesviyeci** denir.

2.1.2 Tesviye Atölyesinde Kullanılan Mekanik El Aletleri

Temel mekanik atölyesi olarak da tanımlanabilecek tesviye atölyesinde; metal bir parçayı kesmek, delmek, bükmek ve kesik yüzeylerini düzeltmek gibi işlemler yapılır. Bu işlemleri gerçekleştirmek için kullanılan mekanik el aletleri şu şekilde sınıflandırılır:

- Eğeler
- Mengeneler
- Ölçme ve kontrol aletleri
- Markalama aletleri
- Kesme aletleri
- Keskiler
- Vurma aletleri
- Tornavidalar
- Anahtarlar

Mekanik el aletleri, onları kullananlar ve çevresinde bulunan kişiler için tehlikeli olabilecekleri gibi can ve mal kaybına da neden olabilir. Bu nedenle el aletleri ile çalışılırken herhangi bir kaza, can ve mal kaybının olmaması için iş sağlığı ve güvenliği kurallarına titizlikle uyulması gerekir.

Görsel 2.1: Mekanik el aletleri

2.1.3 Eğeler

Üzerinde bulunan dişler yardımıyla metal, ağaç veya plastik iş parçalarını talaş kaldırarak istenilen biçim ve ölçüye getirmeye, yüzeyleri düzeltmeye ve bilemeye yarayan kesici el aletlerine **eğe** denir (Görsel 2.2**)**. Malzemelerin yüzeyinde eğe yardımı ile talaş kaldırarak istenilen ölçü, şekil ve gönyesine getirme işlemine **eğeleme** denir.

Görsel 2.2: Eğenin kısımları

Görsel 2.3: Eğe Çeşitleri

2.1.4 Mengeneler

İş parçalarını sabitlemek amacıyla kullanılan ve biri sabit diğeri hareketli iki çeneden oluşan bağlantı aletlerine **mengene** denir (Görsel 2.4). Mekanik uygulamalarda en çok kullanılan aletlerden birisidir. Çeşitli iş alanlarında kullanılmak üzere değişik şekillerde mengeneler geliştirilmiştir. Hepsinin de ortak özelliği parçayı sıkıştırmasıdır.

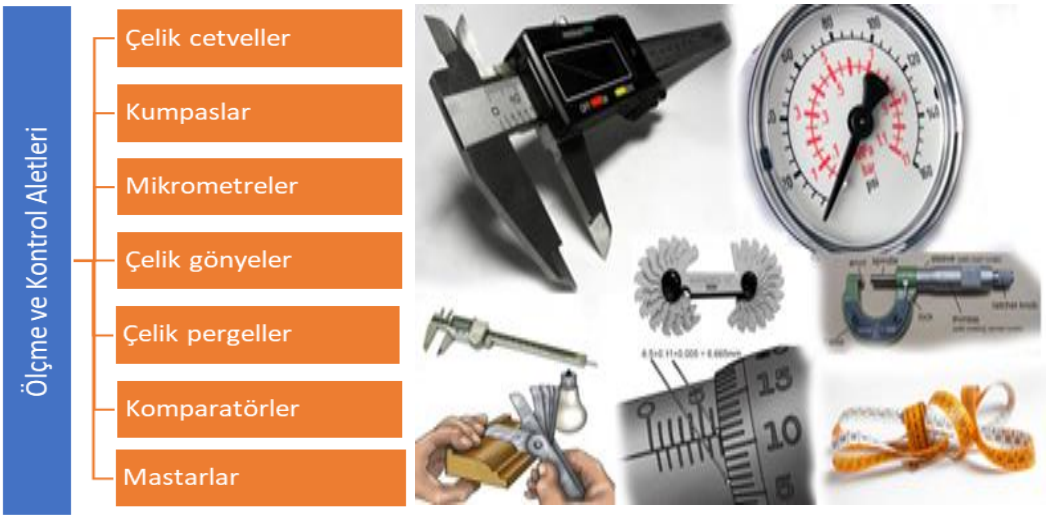
Görsel 2.4: Mengene

2.1.5 Ölçme ve Kontrol Aletleri

Miktarı bilinmeyen bir büyüklüğü, aynı cinsten bir birim büyüklük ile karşılaştırarak kaç katı olduğunu saptamaya **ölçme** denir. Bir işin istenilen ölçü sınırlarında ve usulüne uygun olarak yapılıp yapılmadığının araştırılmasına **kontrol** denir. Makine parçalarının istenen özellikte yapılması için istenen ölçü sınırlarında ve verilen resme uygun olması gerekir. Bu uygunluk ölçme ve kontrol aletleri ile sağlanabilir. Bu amaçla birtakım ölçü aletleri kullanılır (Görsel 2.5).

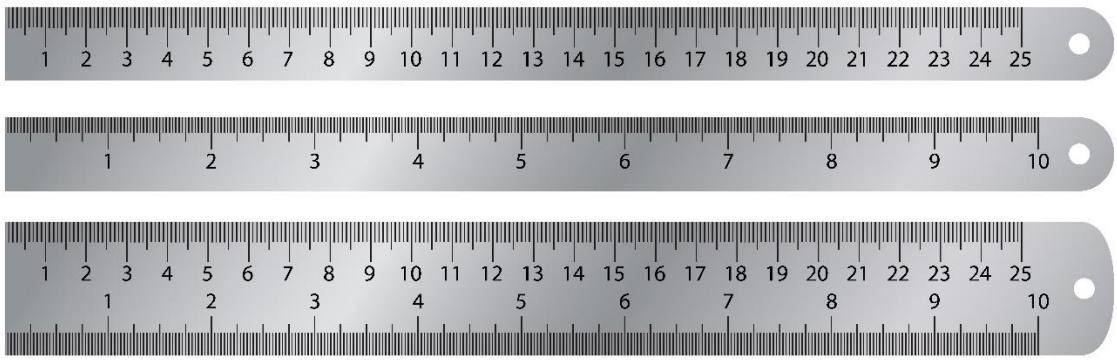
2.1.5.1 Ölçme ve Kontrol Aletlerinin Sınıflandırılması

Mekanik atölyesinde kullanılan ölçme ve kontrol aletleri şunlardır:



Görsel 2.5: Ölçme ve kontrol aletleri

Çelik Cetveller: Makine atölyelerinde en çok kullanılan ölçü aletlerindendir (Görsel 2.6). Daha çok ölçme ve markalama işlemlerinde kullanılır. Paslanmaz yay çeliğinden yapılan çelik cetvellerin genişlikleri 20 mm, boyları 100–1.000 mm ve kalınlıkları 0,5 mm ölçülerindedir. Çelik cetveller 0,5 mm aralıklı olarak ince çizgi bölüntülü yapıldığı gibi 1 mm aralıklı olarak yapılanları da vardır.



Görsel 2.6: Çelik cetvel

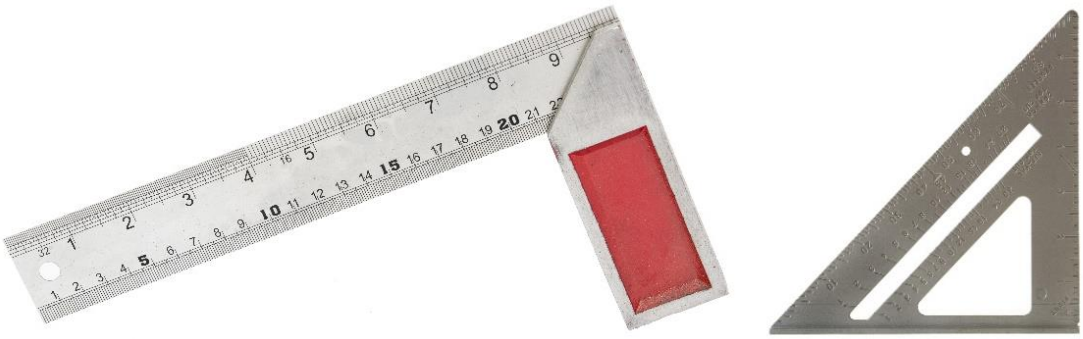
Kumpaslar: Ayarlanabilen bölüntülü ölçü aletleridir (Görsel 2.7). Alaşımlı paslanmaz çeliklerden yapılır. Kumpaslar uzunluk ölçmekle birlikte; iç çap, dış çap, derinlik ve kanal ölçülerini ölçmede de kullanılır. Kumpaslar cetvel ve sürgü olmak üzere iki esas parçadan meydana gelmiştir. Sabit çene cetvelle, hareketli çene ise sürgü ile tek parça hâlinde yapılmıştır. Sürgü üzerinde verniyer bölüntüsü vardır. Cetvelin bir tarafı milimetre (mm); diğer tarafı inç (") parmak bölüntülü olarak yapılır. Kumpaslar paslanmaz çelikten yapılır. Cetvellere göre ölçme hassasiyetleri daha yüksektir. Verniyerli kumpasların üzerinde ölçme ve verniyer bölüntüleri vardır. Parçayı ölçmek için çeneler ayarlanınca boyut ölçme ve verniyer bölüntüleri aracılığı ile okunur. Dijital kumpasların verniyerli kumpaslara benzer ölçme çeneleri vardır. Ancak ölçme işlemi için dijital gösterge kullanılır. Parçayı ölçmek için çeneler konumlandırılınca dijital ekrandan ölçü doğrudan okunur.

Görsel 2.7: Kumpaslar

Mikrometreler: Düz parçaların kalınlığını; silindirik parçaların çaplarını ölçmede kullanılan ölçme ve kontrol aletine **mikrometre** denir (Görsel 2.8). Bir somun içinde hareketli vidalı bir milden meydana gelmektedir. Bu vidanın dişleri ile hassas ölçümler yapılabilir. Bu vidada milin dönmesi sonucu, ucun ileri geri hareket etmesi ile örse (sabit uca) yaklaşıp uzaklaşır. En hassas kumpaslar 0,02 mm ölçü yaptığından daha hassas ölçümlerin gerekliliği oluşmuş ve kumpaslar burada yetersiz kalmıştır. Bu nedenle mikrometrelerden yararlanılmaktadır.

Görsel 2.8: Dijital mikrometre

Çelik Gönyeler: Bir parçadaki yüzey alanların düzlemselliğini ve bu yüzeyin ya da farklı bir yüzeyle olan açı değerinin kontrol edilmesinde kullanılan çelik özellikli kontrol aletine **çelik gönye** denir (Görsel 2.9). Gönyeler, bir referans noktasına dik markalama yapılmasını sağladıklarından aynı zamanda bir markalama aletidir. 30, 45, 60, 90 ve 120 derece olanları vardır.



Görsel 2.9: Çelik gönyeler

Çelik Pergeller: Dairesel çizgilerin çizilmesinde kullanılan çelik özellikli malzemeye **çelik pergel** denir (Görsel 2.10). Parçaların üzerine daire ve yay çizmek için kullanılır. Ayrıca bir ölçünün diğer bir yere taşınmasında ve merkezlerin bulunmasında da kullanılır.

Görsel 2.10: Çelik pergeller

Komparatörler: Parçaların yükseklik ve derinlik ölçümlerinde, takım desteği ile iç çap ölçümlerinde ve standartlarda iş parçalarındaki salgı ölçümlerinde kullanılan ibreli ölçü aletine **komparatör** denir (Görsel 2.11).

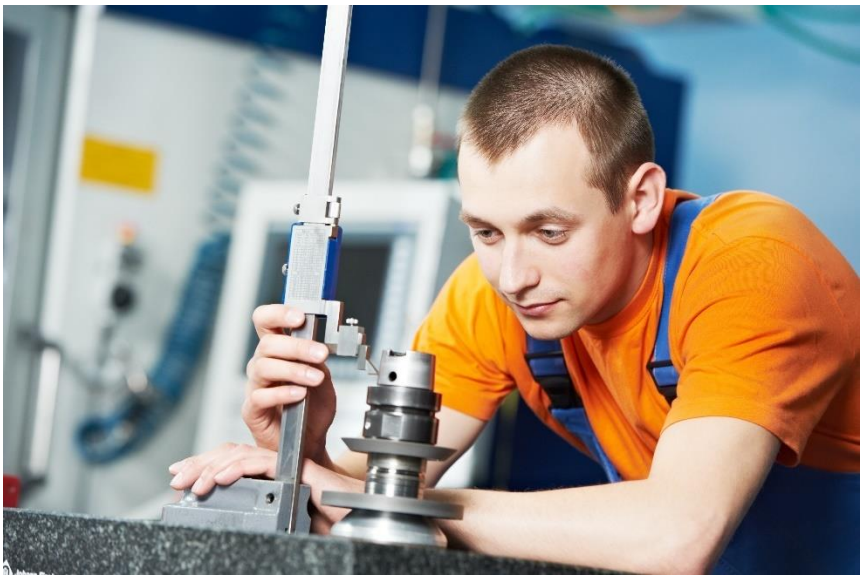
Silindir ve yatak iç çaplarının ölçülerinin alınmasında kullanılır. Komparatör, aynı zamanda alınan ölçülerin birbirleriyle karşılaştırılması için de kullanılmaktadır.

Görsel 2.11: Komparatör

2.1.6 Markalama Aletleri

Bir iş parçasının teknik resmini, gerekli aletleri kullanarak; işlenecek parça üzerine çizme işlemine **markalama** denir. Markalama, işleme kalitesine etkisi açısından çok önemlidir. Markalama iş parçasının tam ölçüsünde yapılmasına, iyi işlenmesine ve kontrolüne yardım eder. Markalamadan sonraki işlemlerin tamlığı, çizim hassasiyetine bağlıdır. Markalama işlemi; mihengir, V yatakları, çizecek, nokta, markalama pleyti gibi çeşitli aletler ile yapılır.

Mihengir: Markalama işlemlerinde istenilen ölçü aralığında paralel çizgi çizmek amacıyla 1/10, 1/20 ve 1/50 hassasiyete sahip ve üzerinde mercek bulunduran markalama ve kontrol aletine **mihengir** denir (Görsel 2.12).

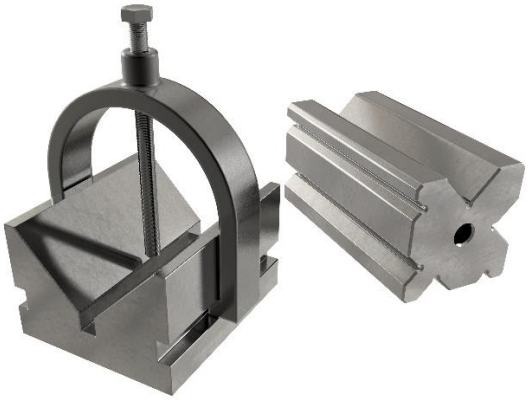


Görsel 2.12: Mihengir

Uyarı

- Mihengirin çizici ucunun burnu çok keskindir. Kişisel yaralanmalara karşı dikkatli kullanılmalıdır.
- Kullanımdan sonra, su ve yağ tamamen silinerek temizlenmelidir. İnce bir tabaka hâlinde anti korozyon yağı sürülmeli ve depolanmadan önce kurumaya bırakılmalıdır.

V Yatağı: V yatakları, silindirik parçaların kolaylıkla markalanmasında kullanılır (Görsel 2.13). Ağırlığı sebebiyle markalama işlemi esnasında dayama olarak da kullanılabilmektedir.



Görsel 2.13: V yatağı

Çizecek: Marka çizgisi çizmeye yarayan çelik kalemlere **çizecek** denir (Görsel 2.14). Ucu sivriltilmiş ve sertleştirilmiş malzemeden yapılmıştır. Parçaların yüzeyini çizmekte kullanılır.

Görsel 2.14: Çizecek

Nokta: Marka çizgilerinin kaybolmaması ve delinecek delik merkezinin belirlenmesi için iz açmaya yarayan malzemeye **nokta** denir (Görsel 2.15). Metal yüzeylere nokta vurmakta kullanılır. Ucu sertleştirilip sivriltilmiştir. Uç açıları genellikle 60, 70 ve 90 derecedir. Büyük açılı noktalar delinecek yerlerin merkezlerini belirlemede; küçük açılı noktalar çizgilerin kaybolmaması için yapılan markalama işlemlerinde kullanılır.

Görsel 2.15: Nokta

Markalama Pleyti: Üzerinde markalama işleminin yapıldığı düzlem yüzeyi dökme demirden yapılmış plakalara **markalama pleyti** denir (Görsel 2.16). Tesviyeciliğin ve markalamanın temel aletidir. Yüzeyleri hassas olarak düzeltilmiş kare, dikdörtgen veya yuvarlak şekillerde yapılmıştır. Pleyt yüzeyinin daima temiz ve düzgün olması gerekir. Markalama yapılırken yüzeyin düzgün olması gerektiğinden markalama pleyti üzerinde delme, kesme, nokta, çekiç vb. vurma işlemleri yapılmaz. Pleyt kullandıktan sonra yüzeyi temizlenip yağlanır.

Görsel 2.16: Markalama pleyti

Markalama Boyaları: Markalama boyaları, markalama yapılacak olan parça üzerine çizgi izlerinin daha net çıkabilmesi amacıyla kullanılan tebeşir tozu, kireç kaymağı, göz taşı (bakır sülfat) gibi boyama maddeleridir (Görsel 2.17**)**.

Markacı boyası olarak kullanılan gereçler şunlardır:

- **Tebeşir**
- **Sülüğen:** Metal yüzeylere sürülen kırmızı astar boyadır.
- **Göz Taşı (Nişadır):** Bakır sülfatın ($CuSO_4$) suda eritilmesi ile oluşturulur.
- **Kireç Kaymağı:** Döküm parçalarının markalanmasında kullanılır.
- **Özel Markacı Boyası:** Daha değişik bileşimlerle hazırlanan boyalardır

Görsel 2.17: Göz taşı (Bakır sülfat)

2.1.7 Kesme Aletleri

Bir iş parçasının, kesici takımlarla ikiye ayrılması işlemine **kesme** denir. İş parçalarının tezgâhlarda işlenmeye hazırlanması ve istenen şekle getirilmesi için kesme aletleri ile belli ölçülerde kesilmesi gerekir

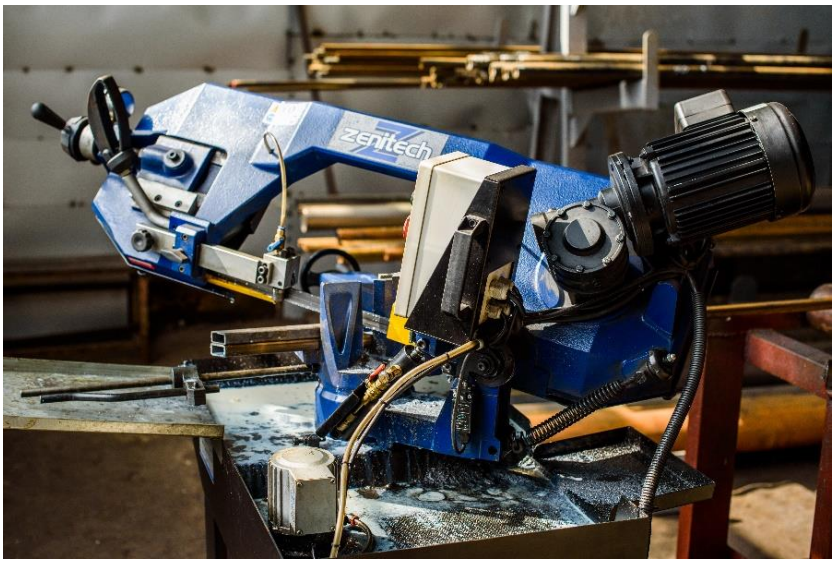
Kullanılan aletlere göre pek çok kesme şekli vardır. Belli başlı kesme şekilleri şunlardır:

- El testeresi ile kesme
- Makine testeresi ile kesme
- Keski ile kesme
- El ve kol makası ile kesme

El Testeresi: Metal parçaları kesmeye yarayan testeredir (Görsel 2.18). Metalden yapılmıştır. Testere kolu, testere laması, bağlantı somunları ve bir saptan oluşur. Testere laması, testere koluna dişleri öne doğru bakacak şekilde takılır. Bağlantı somunları sıkılarak lama gerdirilir.

Görsel 2.18: Demir el testeresi

Testere Makineleri: Malzemelerden talaş kaldırarak kesme yapan tezgâhlara **testere makinesi** denir (Görsel 2.19). Genellikle elle kesilemeyen, daha hassas ve düzgün kesilmesi gereken değişik çap ve boyuttaki parçalar, özel olarak yapılmış testere makinelerinde kesilir. Bir işin makinede kesilmesi hem zamandan tasarruf hem de işte düzgünlük sağlar. Bu yüzden çeşitli kalınlıklardaki iş parçalarını kesmek için çeşitli tiplerde ve kapasitelerde testere makineleri yapılmıştır.



Görsel 2.19: Testere makinesi

Keski: Testere ile kesilmesi zor veya mümkün olmayan durumlarda keski adı verilen takımlarla kesme işlemi yapılır (Görsel 2.20). Keski dökümden çıkan parçaların çapaklarının alınması, yollukların veya parçaların bir kısmının koparılması gibi işlemlerde kullanılır.

Görsel 2.20: Düz keski

El Makasları: İnce sac, teneke ve tellerin kesilmesinde kullanılan el tipi makaslardır (Görsel 2.21). İstenilen profilde saclar kesilebilir. Düz ve eğri ağızlı olmak üzere iki çeşittir. Eğri ağızlı makaslar, sacların yuvarlak olarak kesilmesinde kullanılır.

Görsel 2.21: El makası

Kol Makasları: Sac ve levhaların haricinde daha kalın malzemelerin, çeşitli çubuk ve profil demirlerinin kesilmesinde kullanılan kol tipi makaslardır. Yer tipi, masa tipi ve giyotin makas gibi çeşitleri vardır. Makaslar ile kesme işlemi yaparken parçaların kesilen kısımlarında meydana gelen çapakların ele batmamasına ve kesme esnasında, kesici ağızların arasına parmakların girmemesine dikkat edilmelidir. Sac parçaların köşeleri kesilirken fırlayabilecek küçük parçalardan da sakınılmalıdır.

2.1.8 Vurma Aletleri

Noktalama, keskileme, perçinleme, çakma, bağlama, doğrultma vb. amaçlarla kullanılan el aletleridir (Görsel 2.22). Eğme, bükme ve ani darbe gerektiren işlemlerde kullanılır. Kullanma yeri ve amacına göre farklı tip ve ağırlıkta yapılır. Genel olarak, çekiç ve tokmak olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Görsel 2.22: Vurma aletleri

2.2.1 İşlemler Öncesi Hazırlık Çalışmaları

Atölye uygulamalarına başlamadan önce, çalışma ortam ve şartlarının işe uygun hâle getirilmesi gerekir. Çalışma sırasında karşılaşılabilecek iş kazalarının önüne geçmek, bireysel ya da grup çalışmalarında sağlığı ve güvenliği sağlamak için yapılması gerekenler şunlardır:

- Atölye çalışmaları öncesi iş kıyafeti giymeli, çalışma süresi boyunca çıkarılmamalıdır.
- Çalışma alanlarının zemini kontrol edilmeli ve bu alanlar olabildiğince temiz tutulmalıdır.
- Çalışma ortamlarında; aydınlatma, gürültü, sıcaklık, toz ve havalandırma gibi fiziksel şartlar doğru oluşturulmalıdır. Yetersiz veya fazla aydınlatma yapılmamalıdır.
- El aletleri seçilirken iş için uygun olup olmadığına dikkat edilmelidir.
- Alet ve makineleri kullanacak kişinin gerekli, doğru bilgiye sahip olması gerekir. Nasıl kullanıldığı bilinmeyen alet ve makineler, mutlaka öğretmenlere sorularak öğrenilmelidir.
- Alet, tezgâh ve makinelerin bakımlarının yapıldığından ve doğru çalıştıklarından emin olunmalıdır. Bakım ve onarım kayıtları tutulmalıdır.
- Araç ve gereçler, tezgâh üzerine yere düşmeyecek biçimde konulmalıdır. Kesici aletlerle, ölçü ve kontrol aletlerinin bir arada bulunmamasına dikkat edilmelidir.
- Sapı olmayan, kırılmış, biçimi bozulmuş, kamasız, kopmuş, körlenmiş çekiç, eğe vb. aletler kullanılmamalıdır.
- İşe uygun alet ve koruyucular, kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kullanılmalıdır.
- El aletleri kullanırken ellerin yağlı, kaygan ve ıslak olmamasına özen gösterilmelidir.
- Emniyet donanımlarının devrede olduğu kontrol edilmelidir.

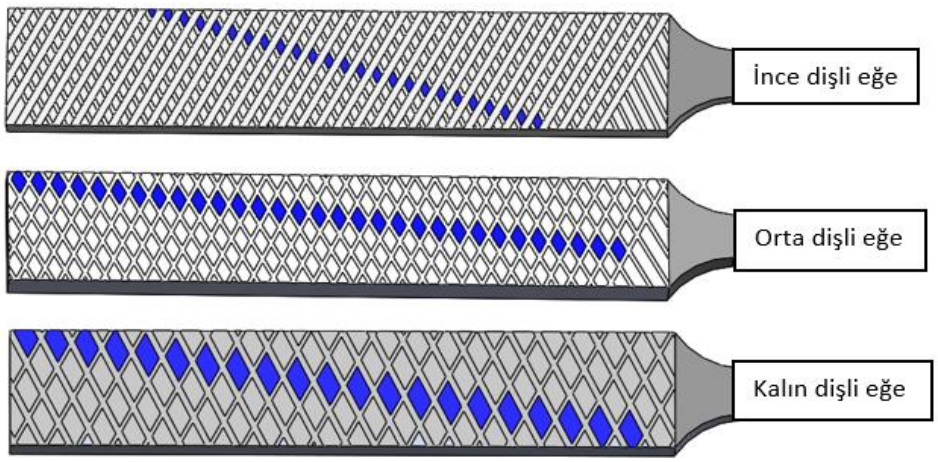
Bilgi Kutusu

- Kendi güvenliğinden, bizzat kendinin sorumlu olduğunu unutma!
- İşlem öncesi hazırlıkları tamamladıysanız, mekanik el aletleri ile yapılacak uygulamalara yönelik detayları daha yakından incelemeye başlayabiliriz.

2.3.1 Eğeleme İşlemi

Kaba ölçülerdeki iş parçalarının yüzeyinde biçimlendirme yapmanın bir yolu da eğeleme işlemidir. Eğe üzerinde keski şeklinde dişler bulunur (Görsel 2.23). Bu dişler, iş parçasına sürtüldüğünde yüzeyden talaş olarak adlandırılan parçalar kaldırır. Eğeler; sertleştirilmiş gereçlerden yapıldığından, iş parçası yüzeyi istenilen ölçüye getirilebilir. Eğelerin görevini değişik kesici alet, makine ya da takım da yapabilir. Ancak küçük ve az sayıdaki iş parçasının eğe yardımıyla biçimlendirilmesi, birçok bakımdan daha pratik sonuçlar doğurur. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Kurallara uygun yapılan eğeleme, çok hassas işlerin ortaya çıkmasına olanak sağlar.
- Eğe, yüzeyden istenilen küçüklükte talaşın kopmasını sağlar.
- Eğelerin çok çeşitli modelleri vardır. Birçok farklı yüzeyi biçimlendirmek için uygun bir eğe çeşidi bulunmaktadır.
- Küçük ve az sayıda işlerin makinelerde yapılması çoğunlukla zaman yönünden elverişli olmaz. Makineye işin bağlanması ve ayarlanması belirli süreçleri gerekli kılar. Bu yönüyle eğeleme daha pratik bir işlemdir.
- Birçok el aleti ve takıma göre maliyetleri düşüktür.

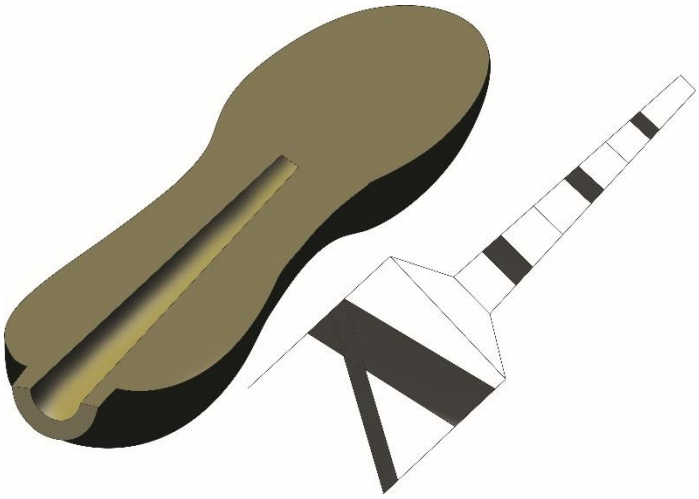


Görsel 2.23: Diş yapısına göre eğe çeşitleri

2.3.2 Eğelere Sap Takılması İşlemi

Eğelerin kuyruk kısmı, eğenin avuca yerleştirilerek tutulan kısmıdır. Sağlıklı ve düzgün eğeleme yapabilmek için bu kısma uygun malzemeden sap takılması gerekir. Eğeye sap takarken yapılması gereken hususlar şunlardır:

- Eğe sapı, elle kolay kavranacak nitelikte olmalıdır.
- Sapın, çalışma süresince eli tahrip etmeyecek özelliğe sahip olması gerekir. (Bu nedenle, saplar ya ağaç ya da plastik gereçler kullanılarak üretilir.)
- Saplar alete sıkı olarak bağlanmalıdır. Çalışma anında sap yerinden çıkmamalıdır.
- Saplar, takılacak eğelerin boylarına göre belirlenmelidir. Sap boyu ve kesit çapı, eğelerin boylarına uygun seçilmelidir.
- Ahşap sapların delikleri; eğenin kuyruk kısmına gelecek şekilde kademeli, ileriye doğru daralan çapta matkaplar ile delinir.
- Ahşap veya plastik çekiç ile sapın arkasından tok vuruş sesi gelinceye kadar çakılır.
- Sap takılırken yumuşak vuruşlar ile ahşap sap parçalanmadan takılmalıdır (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Eğeye sap takma

Uyarı

- Eğeye sap takılırken, eğe ekseni ile sap ekseninin aynı hizada olmasına dikkat edilmesi gerekir.

2.3.3 Mengenede Eğeleme İşlemleri

2.3.3.1 İş Parçasını Mengeneye Bağlama

Eğeleme işlemleri, iş parçasını mengeneye bağlayarak gerçekleştirilir (Görsel 2.25). Eğelemeye başlamadan önce; parçaların mengeneye bağlanma şekillerinin, eğe tutuş ve eğeleme yaparken duruş pozisyonlarının bilinmesi gerekir.

Görsel 2.25: Eğeleme

Parçaların mengeneye bağlanmasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Doğru bir eğeleme işlemi için mengene yüksekliği, dirsek yüksekliğinin 5-8 cm altında olmalıdır.
- Mengene yükseklikleri, mengenede çalışacak kişinin boyuna göre ayarlanmalıdır.
- Parçalar mümkün olduğunca kısa bağlanmalı ve çeneler arasında ortalanmalıdır.
- Parçayı tek taraftan sıkmak gerekiyorsa diğer tarafa aynı kalınlıkta takoz konulmalıdır.
- Yüzeylerin bozulmaması için istenilen parçalarda mengene ağızlıkları kullanılmalıdır.
- Mengene, yalnızca kol kuvveti ile sıkılmalıdır.
- Parça doğrultma işlemi, mengene çeneleri üzerinde değil, örs üzerinde yapılmalıdır.

Uyarı

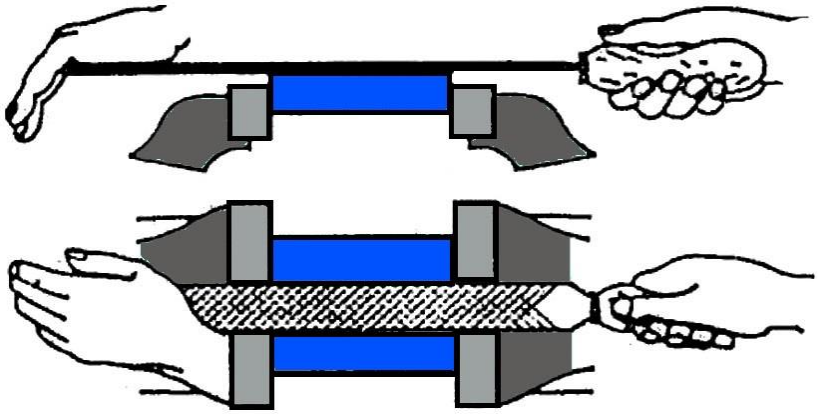
- Mengeneler tezgâha bağlanırken, çalışacak kişinin boyu dikkate alınır. Mengene tezgâhının yerden yüksekliği, kişinin rahat çalışabileceği seviyede olmalıdır. Kısa boylu öğrenciler, ayaklarının altına bir yükselti koyarak; uzun boylu öğrenciler de mengenenin altına takoz koyarak çalışma seviyesini ayarlamalıdır.

2.3.3.2 Mengene Başında Duruş ve Eğeleme Pozisyonu Alma

El aletleri ile işe başlamadan önce, bir çalışma düzeni oluşturulmalıdır. Bu amaçla; kesici takımlar mengenenin sağına, ölçü ve kontrol aletleri de mengenenin sol üst tarafına ya da pleyt üzerine konulmalıdır. İş parçası, mengenenin sol tarafında olmalıdır. Ölçü ve kontrol aletleri ve kesici takımlar bir arada bulunmamalıdır. Eğeler hiçbir şekilde üst üste konulmamalıdır.

Eğeleme işleminde, eğe tutma ve mengene başında duruş şu şekilde olmalıdır:

- Mengenenin karşısında ayaklar omuz genişliği kadar açılır.
- 45° lik bir açı ile duruş pozisyonu alınır.
- Sağ el, sapın ucu avuç içi alt ayasına yerleşecek şekilde tutulur.
- Sol elin avuç içi veya başparmağı ile eğenin ucuna bastırılır.
- Eğeleme kol hareketi ile yapılır. Sol bacak hafif öne doğru kırılır. Omuz yardımı ile eğeleme hareketi artırılır.
- Eğe ilerlemeye başlarken sol elin, sağ elden daha çok baskı yapması gerekir.
- Eğe orta yere geldiğinde her iki elin baskısı eşit olmalıdır.
- Eğe sona yaklaştığında ise sağ elin sol elden daha çok baskı yapması gerekir.
- Eğeleme işlemini yapan kişi, işin üzerinden bakmalıdır (Görsel 2.26).



Görsel 2.26: Eğeleme pozisyonu

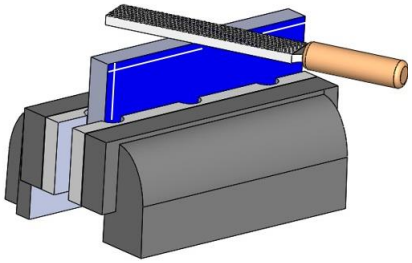
2.3.3.3 Eğeleme İşlemi

Kurallara uygun bir eğeleme işlemi için yukarıda belirtilen işlem öncesi tüm hazırlıklar tamamlanmalıdır.

Eğelemede dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Eğeler kullanım yerlerine göre seçilmelidir.
- Eğeler mutlaka sapları ile kullanılmalıdır.
- Eğe sapları eğelemeden önce kontrol edilmeli; saplarda kırık, çatlak ve gevşeklik olmamalıdır.
- Eğeler kesinlikle amacı dışında çekiç, keski gibi kullanılmamalıdır.
- Kendi sertliğinden daha sert yapıda işlerin eğelenmesinde kullanılmamalıdır.
- İş parçasının cinsi, boyutları ve yüzey biçimlerine göre eğelere verilecek hareketler bulunmaktadır.

Düzlem Yüzey Eğeleme: Eğelenecek yüzeyler; geniş, dar, birleşik dik, uzun, küp ve prizma şeklinde düzlem yüzeyler olabilir. İleri geri ve sağa sola yapılan hareket ile iş parçasının bütün yüzeylerinden aynı miktarda talaş kaldırmaya çalışılır.



Görsel 2.27: Düzey düzlem eğeleme

- Sağ el kesme yönünde ileri ve aşağı, sol el yalnız parça üzerine doğru aşağı bastırılır. Her iki elin kuvvetleri birbirini tamamlar (Görsel 2.27).
- Uygulanan kuvvetler kesme baskısını meydana getirir. Eğeleme süresince bu baskı sabit kaldığı takdirde düzgün yüzeyler elde edilebilir.
- Eğe ilerlemeye başlarken sol elin sağ elden daha çok baskı yapması gerekir.
- Birleşik dik düzey yüzlem eğeleme işleminde, birleşik yüzeylere her iki elin baskısı ve açısı eşit olmalıdır.
- Eğe sona yaklaştığı zaman sağ elin sol elden daha çok baskı yapması gerekir.
- İleriye doğru hareketlerde eğe bastırılarak kesme sağlanır.
- Uzun kurslu ve çapraz düzey yüzlem eğeleme işleminde, eğe geriye doğru çekerken bastırılmaz.

2.3.3.4 Eğelemeden Sonra Yapılması Gereken işlemler

Çalışma sırasında ve sonrasında eğenin dişleri arasına dolmuş olan talaşların temizlenmesi gerekir. Aksi hâlde eğe işlenen yüzeyleri ya çizer ya da üzerinde kayar. Sert malzemeler eğelenirken talaşlar, bazen eğe dişlerinin arasına sıkışıp kalır. Bu sıkışan talaşlar, eğe fırçası ile şekildeki gibi temizlenir.

Eğelerin yüzeylerindeki talaşlar temizledikten sonra kaldırılmalıdır. Takım odasındaki yerine konulmalı ve üstüne başka aletler konulmamalıdır. Eğe sapları biçimine göre duvar tablasına asılmalıdır ya da eğeleri dizmek için özel yapılmış tezgâhlara konulmalıdır.

Yumuşak malzemelerin eğelenmesi (alüminyum, bakır, pirinç, kurşun, vb.) sırasında eğe üzerine sık sık talaş yapışır. Eğe temizleme laması ile şekildeki gibi üst dişler, sürtülerek temizlenir.

2.3.3.5 Mengenelerin Bakımı

Çalışma bittikten sonra mengene üzerindeki artıklar ve metal talaşlar temizlenir. Mengene kızakları hafifçe yağlanır. Belirli zamanlarda mengenenin çeneleri sökülmelidir. Dişli ve yuvası da temizlenip yağlanmalıdır. Mengene kullanılmadığı zamana ağız aralıkları 5–10 mm açıklığında bırakılmalı ve sıkma kolunun yere doğru bakması sağlanmalıdır.

2.4.1 Ölçme ve Kontrolün Önemi

Makine parçaları, istenilen ölçü sınırlarında verilen resme uygun yapılmadığı zaman parça defolu olur. İstenilen işi yapamaz. Ölçme ve kontrol ile milimetrik ölçülerde, hataya yer bırakmayan bir üretim gerçekleştirilebilir. Hatalı üretilen parça ya yerine oturmaz ya da küçük gelir. Makine parçalarının istenilen özellikte olması, ancak ölçme ve kontrol ile sağlanabilir.

Günümüzde, standart ölçme ve kontrol yöntemleriyle makine parçalarının özellikleri rahatlıkla belirlenmektedir. Ölçme ve kontrollerde, uluslararası standartlara sahip değerler kullanılır. Dünyada kullanılan standart değerlerin aynı olması, üretimde birliği sağlamaktadır. Ölçme ve kontrol ile;

- Üretimi yapılacak makine parçalarının, istenilen özelliklerde olup olmadığının tespiti
- Seri üretimin artması
- Üretim maliyetlerinin düşmesi
- Üretimde kalitenin artması
- Üretimde standardın sağlanması mümkün olur.

2.4.2 Ölçme ve Kontrolü Etkileyen Faktörler

Standartlara uygun, hatasız bir ölçme ve kontrol için ölçme ve kontrolü etkileyen faktörleri bilmek ve uygun ortamı sağlamak gereklidir

Ölçme ve kontrolü etkileyen belli başlı faktörler şunlardır:

- **Ölçü Aletinin Yapılış Hassasiyeti:** Bir ölçü aleti, yapıldığı hassasiyet değerinden daha fazlasını ölçemez. Dolayısıyla bir ölçme aletinin ölçebileceği minimum değer, kendi hassasiyetidir.
- **Ölçme Yerinin Isısı:** Ölçme ve kontrol yapılacak yerin ısısı 20 °C oda sıcaklığında olmalıdır. Ölçülecek parçalar, ısı karşısında boyutsal değişiklik gösterebilir.
- **Ölçme ve Kontrol İşlemini Yapan Kişi:** Ölçme ve kontrolü yapan kişi, ölçme ve kontrol konusunda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip değilse hatalı ölçme yapabilir.
- **Ölçme Yapılan Yerin Işık Durumu:** İyi bir ölçüm yapabilmek için ölçüm yapılan yerin, ölçüm yapmaya uygun bir şekilde aydınlatılmış olması gerekir. Aksi hâlde hatalı ölçme yapılabilir.
- **Amaca Uygun Ölçme Aletinin Kullanılması:** Sağlıklı bir ölçme için uygun ölçme aleti seçilmelidir.
- **Ölçme Anındaki Baskı Kuvveti:** Ölçme anında ölçüm aletine yapılan baskı kuvvetinin uygun olmaması, ölçmeyi olumsuz olarak etkileyecektir.
- **Ölçme Aletinin Durumu:** Hassasiyetini yitirmiş, bozuk ölçme aletleriyle yapılan ölçümler doğru sonuç vermeyecektir.

2.4.3 Ölçmenin Yapılışı

Bir işin, yapım ve kullanım amaçlarına uygun üretilmesi gerekir. Bu uygunluk, işin önceden saptanmış ölçülerine göre yapılması ile sağlanır. Bunun için her iş parçası, yapılırken ölçülerek ve kontrol edilerek yapılır.

2.4.4 Tesviyecilikte Kullanılan Ölçme ve Kontrol Yöntemleri

Uzunluk, bir iş parçasına ait bilinmesi istenilen en temel büyüklüklerden biridir. Atölyede makine parçalarının uzunluklarını ölçmek için çeşitli uzunluk ölçme aletlerinden yararlanılır. Makine parçalarının bilinmesi gereken uzunluklarını hassas bir şekilde ölçebilmek için farklı yöntemler ve ölçü aletleri geliştirilmiştir. Atölyede kullanılan belli başlı ölçü aletleri olarak; çelik metre, çelik cetvel, çelik pergel, kumpas, mikrometre, mastarlar ve komparatörler sayılabilir.

2.4.4.1 Çelik Cetvelle Ölçme

Makine atölyelerinde en çok kullanılan ölçü aletlerindendir. Daha çok ölçme ve markalama işlemlerinde kullanılır (Görsel 2.28). Tesviyecilikte, kaba ölçülerin alınması için (örneğin; testere ile malzeme keserken, tornada kaba boy ölçüsü alırken, pergel ayarlarken vb.) kullanılır.

Çelik cetveller, eğilebilen ve eğilemeyen olmak üzere iki şekilde yapılır. Eğilemeyen çelik cetveller 500 mm–1.000 mm standart boyda olur.

Görsel 2.28: Çelik cetvelle ölçme

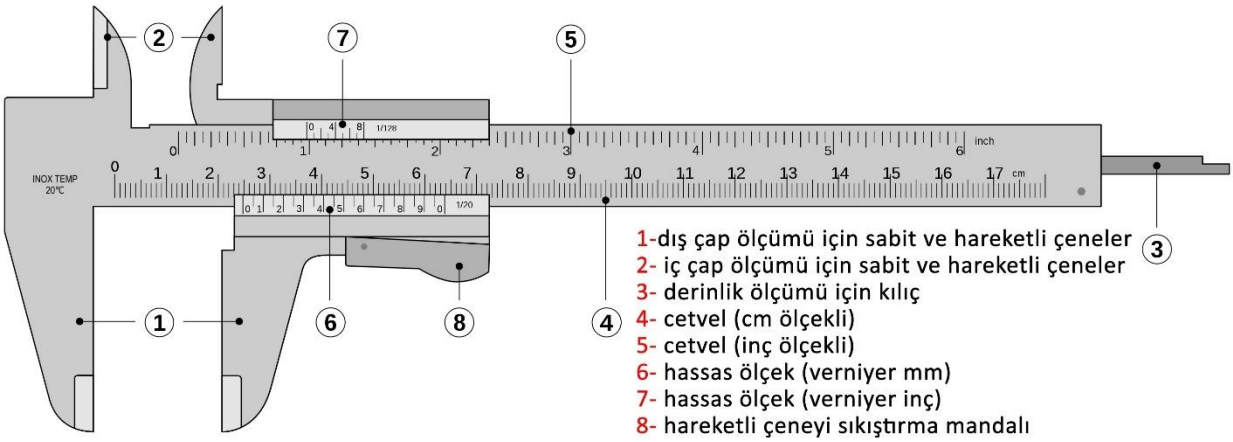
2.4.4.2 Kumpasla Ölçme

Sabit bir cetvel ile çene üzerinde hareket eden başka bir çeneden oluşmuş derinlik ve çap ölçmeye yarayan kumpasların kullanılması son derece basittir. Çeşitli konumlarda kolay ve rahat bir şekilde ölçme yapılabilir.

Kumpasların cetvel üzerindeki hareketli kısımları verniyerli, dijital ve saatli olabilir.

Dijital kumpasların verniyerli kumpaslara benzer ölçme çeneleri vardır. Ancak ölçme işlemi için dijital gösterge kullanılır. Parçayı ölçmek için çeneler konumlandırılınca dijital ekrandan ölçü doğrudan okunur.

Verniyerli kumpasların üzerinde ölçme ve verniyer bölüntüleri vardır (Görsel 2.29). Parçayı ölçmek için çeneler ayarlanınca boyut ölçme ve verniyer bölüntüleri aracılığı ile okunur. Uzunluk ölçülerini, iç çap, dış çap, derinlik ve kanal gibi mesafeleri ölçme işlemlerinde kullanılır. Bir parçanın iç çapını ölçmek için parça, iç çap çeneleri arasına; dış çap ölçülecekse dış çap çeneleri arasına alınır. Kılıç kısmı ile derinlik ölçümü gerçekleştirilir.



Görsel 2.29: Analog (verniyerli) kumpasın bölümleri

2.4.4.3 Metrik Ölçü Sistemine Göre Kumpas Çeşitleri

1/10 mm Verniyer Taksimatlı Kumpasla Ölçme: Bu kumpasın hassasiyeti 0,1 mm'dir. Bu kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0,1 mm olarak okunur (Görsel 2.31).

ÖLÇÜLEN DEĞER = (Cetvel üzerinden okunan değer (**mm cinsinden**)) **+** (Cetvel üzerinde herhangi bir bölüntü çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü sayısı **[x hassasiyet (0,1 mm)]**)

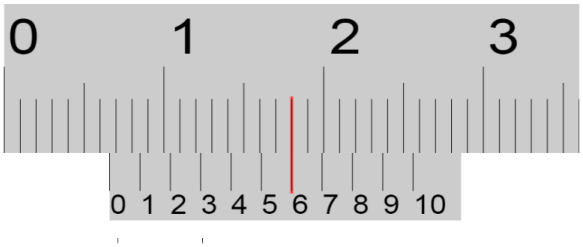
Uyarı

- Verniyerdeki sıfır bölüntü çizgisi, cetvel üzerindeki bir çizgi ile çakışırsa direkt cetvel üzerindeki okuma yapılır. Verniyer üzerinden okuma yapılmaz.

Örnek

Görsel 2.30'da verilen kumpasta okunan değer;

6 mm + 6 x 0,1 mm = 6 mm + 0,6 mm = 6,6 mm'dir.

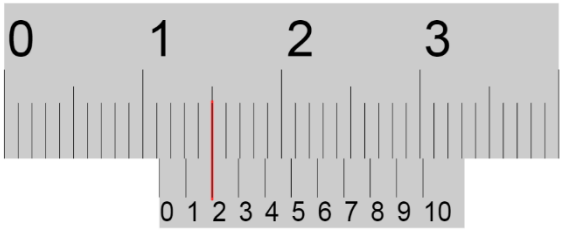


Görsel 2.30: 1/10 mm taksimatlı kumpas ile ölçme

Örnek

Görsel 2.31'da verilen kumpasta okunan değer;

11 mm + 2 x 0,1 mm = 11 mm + 0,2 mm = 11,2 mm'dir.



Görsel 2.31: 1/10 mm taksimatlı kumpas ile ölçme

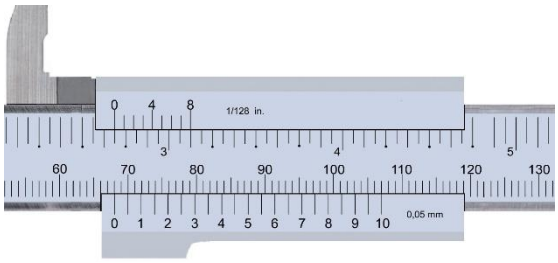
1/20 mm Verniyer Taksimatlı Kumpasla Ölçme: Bu kumpasın hassasiyeti 0,05 mm'dir. Bu kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0,05 mm olarak okunur (Görsel 2.32).

ÖLÇÜLEN DEĞER = (Cetvel üzerinden okunan değer **(mm cinsinden)**) + (Cetvel üzerinde herhangi bir bölüntü çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü sayısı **[x hassasiyet (0,05 mm)]**)

Örnek

Görsel 2.32'de verilen kumpasta okunan değer;

68 mm + 00 x 0,05 mm = 68 mm + 0 mm = 68 mm'dir.

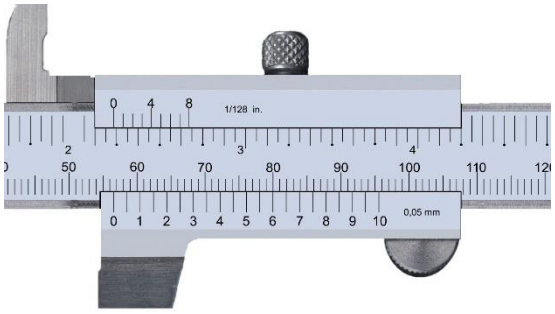


Görsel 2.32: 1/20 mm taksimatlı kumpas ile ölçme

Örnek

Görsel 2.33'de verilen kumpasta okunan değer;

56 mm + 12 x 0,05 mm = 56 mm + 0,60 mm = 56,60 mm'dir.



Görsel 2.33: 1/20 mm taksimatlı kumpas ile ölçme

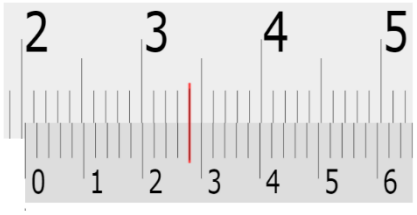
ÖLÇÜLEN DEĞER = (Cetvel üzerinden okunan değer **(mm cinsinden)**) + (Cetvel üzerinde herhangi bir bölüntü çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü sayısı **[x hassasiyet (0,02 mm)]**)

1/50 mm Verniyer Taksimatlı Kumpasla Ölçme: Bu kumpasın hassasiyeti 0,02 mm'dir. Bu kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0,02 olarak okunur (Görsel 2.34).

Örnek

Görsel 2.34'te verilen kumpasta okunan değer;

20 mm + 14 x 0,02 mm = 20 mm + 0,28 mm = 20,28 mm'dir.

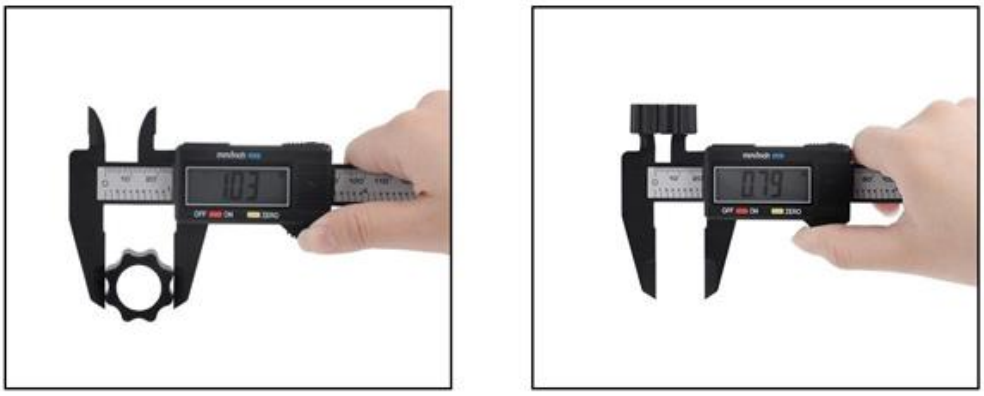


Görsel 2.34: 1/50 mm taksimatlı kumpas ile ölçme

Dijital (Elektronik) Kumpasla Ölçme: Elektronik kumpaslar, ölçülen değeri elektronik devresi sayesinde dijital olarak gösterir. Ölçme hatası çok azdır. Ölçümde zihinsel yorulma ve zaman kaybı en aza indirilmiştir.

Ölçme hassasiyeti 0,01 mm ve 0,005 inç'tir. Üzerinde genellikle dijital gösterge ekranı, açma kapama butonu, inç-mm butonu, sıfırlama butonu, bekletme butonu ve bazılarında ise ölçülen değeri küçük yazdırma cihazlarında yazdırmak için bağlantı kısmı bulunur.

Kumpaslarla ölçme işlemi yaparken önce ölçülecek yüzeyler ve kumpas çeneleri temizlenir. Açma butonuna (ON) basılıp kumpas çeneleri kapatılır ve sıfırlama butonuna basılarak ekran üzerindeki okuma değeri sıfırlanır. Bundan sonra kumpasla iç çap, dış çap, derinlik ve kademe boyutları ölçülebilir (Görsel 2.35).



Görsel 2.35: Dijital kumpasla ölçme

2.4.4.4 Kumpasların Kullanımı, Bakımı ve Korunması

- Ölçü hassasiyetine uygun kumpas seçilmelidir.
- Kumpas sürgüsünün cetvel üzerinde boşluksuz çalışıp çalışmadığına bakılmalıdır.
- Çeneler kapalıyken sıfır çizgileri çakışır durumda ve çeneler birbirine yapışık olmalıdır.
- Ölçüm sırasında sürgüye fazla basma kuvveti uygulanmamalıdır.
- İş parçasına önce sabit çene temas ettirilmeli, daha sonra hareketli çene temas etmelidir.
- Sıcak parça ve çapaklı parça kesinlikle ölçülmemelidir.
- Kumpaslar kesici aletlerden ve darbe aletlerinden uzak tutulmalıdır.
- Kumpasların çeneleri pergel gibi veya cetvel kısmı çelik cetvel gibi kullanılmamalıdır.
- Ölçme işlemi bittikten sonra kumpas çeneleri kapatılıp özel kutularına konulmalıdır.
- Uzun süre kullanılmayacak kumpaslar, asitsiz yağlar (vazelin) ile yağlanıp kutularında saklanmalıdır.

2.4.4.5 Mikrometreyle Ölçme

Kumpaslarla yapılan ölçmelerde hassasiyet en çok 0,02 mm'dir. Ancak her parçanın ölçüsü kumpasların ölçme hassasiyeti içinde olmayabilir. Bu nedenle kumpaslar daha hassas ölçülerin ölçülmesinde yeterli olmayabilir. Kumpaslarda verniyer üzerindeki çizgilerin çokluğu ve hangi çizginin hangi çizgi ile çakıştığının belirlenmesi, okumayı zorlaştıran etkenlerdendir.

Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için daha hassas ölçü aleti olan mikrometreler yapılmıştır (Görsel 2.36). Mikrometrelerde okuma kolaylığı ve hassaslık derecesi kumpaslara göre daha fazladır.

Görsel 2.36: Mikrometre ile ölçme

0,01 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometre ile Ölçme: Vidalı mil ile hareket eden tambur, tam tur yaptığında hareketli çene mil adımına bağlı olarak 0,5 mm ileri veya geri hareket eder. Kovan yatay çizgisi üzerinde birer milimetrelik bölüntüler; çizginin alt kısmında 0,5 mm'lik bölüntüler vardır. Tambur ise 50 eşit parçaya bölünmüştür. Tamburun tam devri sonunda hareketli çene 0,5 mm hareket ettiğine göre tambur çevresindeki 50 eşit aralıkta bir devir yapmış olur. Buna göre mikrometre hassasiyeti 0,5 / 50 = 0,01 mm olur (Görsel 2.37).

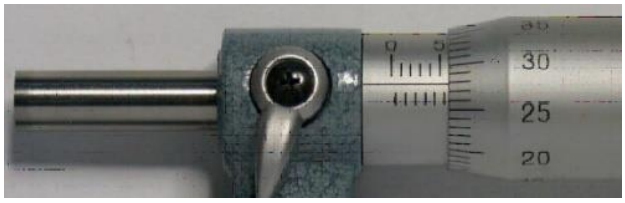
Görsel 2.37: Milimetrik mikrometre göstergesi

ÖLÇÜLEN DEĞER = (Kovan üzerinden okunan değer **(mm cinsinden)**) + (Kovan üzerinde çizgisiyle çakışan tamburdaki bölüntü sayısı **[x hassasiyet (0,01 mm)]**)

Örnek

Görsel 2.38'de verilen mikrometrede okunan değer;

5,50 mm + 28 x 0,01 mm = 5,50 mm + 0,28 mm
= 5,78 mm'dir.



Görsel 2.38: Mikrometre ile ölçme

Dijital (Elektronik) Mikrometreyle Ölçme: Dijital gösterge, klasik okuma anındaki zihinsel yorulmayı ve ölçme zaman kaybını ortadan kaldırır. Ölçüm değeri, ekrandan direkt olarak okunabilir.

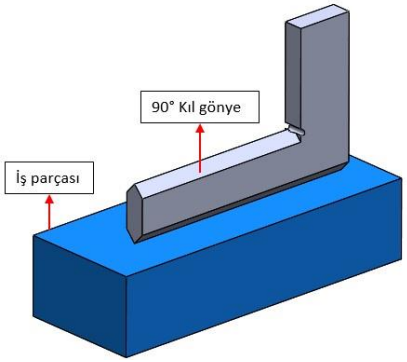
2.4.4.6 Gönyeyle Yüzey Kontrolü

Bir iş parçasının yüzey düzgünlüğünün ve yüzeyler arasındaki açıların kontrol işlemidir (Görsel 2.39). Mekanik atölyelerinde değişik yapıda birçok gönye kullanılmaktadır. Sadece yüzeylerin düzgünlüklerinin ve dikliklerinin kontrolünde kıl gönyeler kullanılır. Metal işlerinde kullanılan gönyeler;

- Komşu yüzeylerin dikeyliğinin kontrol edilmesi
- Markalama işleminde birbirine dikey olan çizgilerin çekilmesi
- Açıların taşınması gibi amaçlarla kullanılır.

Gönye ile yüzey kontrolünde şu hususlara dikkat edilmelidir:

- İş parçası üzerindeki, gönye ile kontrolü etkileyecek çapak vb. istenmeyen özellikler giderilmelidir.
- Gönye ile kontrolde, yüzeyin konumunun rahatça görülebileceği uygun ışık açısı seçilmelidir.
- Gönyenin parça üzerindeki konumu uygun olmalıdır.
- Gönyenin hassasiyetini yitirmemiş olmasına ve bakımlı olmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 2.39: Gönye ile yüzey kontrolü

2.4.4.7 Ölçme Kontrol İşlemlerinde Dikkat Edilecek Kurallar

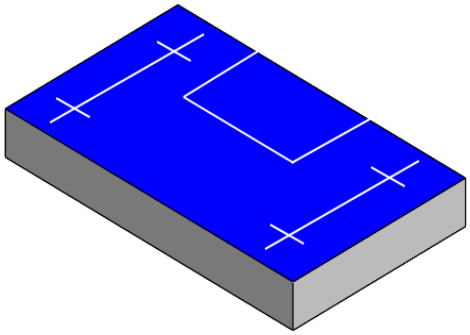
- Ölçme kontrol aletinin doğru ölçme yapıp yapmadığını kontrol ediniz.
- Ölçme kontrol aletlerini kullanırken özen gösteriniz.
- Ölçme kontrol aletlerini kullanırken çenelerinin yıpranmamasına özen gösteriniz.
- Ölçme ve kontrol yaparken uygun açıdan (göz hizası) bakınız.

2.5.1 Markalama ve Önemi

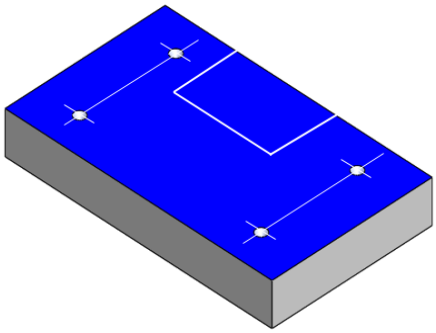
Temel mekanik uygulamalarda işlem basamakları; markalama, noktalama, delme ve eğeleme şeklindedir (Görsel 2.40). İlk olarak yapılması gereken markalamadır. Önceden hazırlanmış iş resminin gereç üzerine aktarılmasına **markalama** denir.

Markalama parçaların yapım resimlerine göre yapılmasını amaçlar. Dolayısıyla markalama;

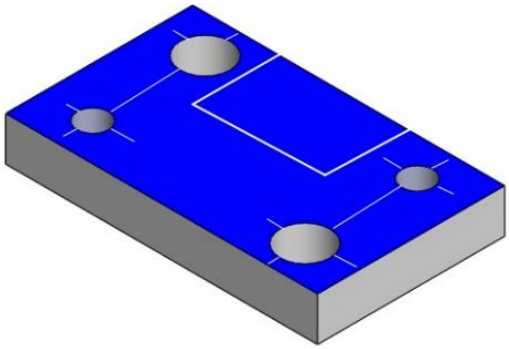
- İşin ilk işlem basamağını oluşturur. İşin istenilen özellikte, ölçüde olması markalamanın tamlığı ile ilgili olduğundan büyük önem taşır.
- Markalama çoğunlukla, az sayıda yapılacak işlerde uygulanır. Seri imalatta markalama yapılmaz. Markalama yerinde; şablonlardan, kalıplardan ve otomatik makinelerden yararlanılır.



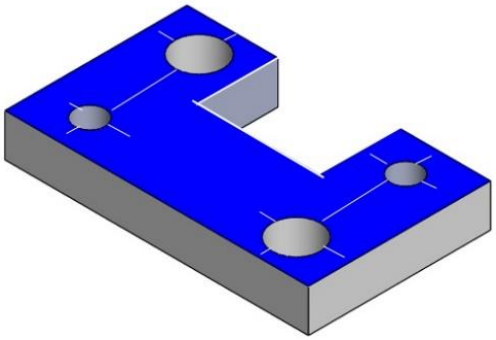
a) Markalama



b) Noktalama



c) Delme



d) Eğeleme

Görsel 2.40: Temel mekanik uygulamalarda işlem basamakları

2.5.2 Markalama Malzemeleri ve Kullanıldığı Yerler

Markalama aletleri hassas ve kaliteli aletler olmalıdır. Parçada iz bırakan uçlar, çelikten yapılmış ve sertleştirilmiştir. Özellikle üzerinde ölçü bölüntüleri bulunan aletler kaliteli çelikten yapılmıştır. Metre, çelik cetvel, markalama pleytleri, çizecekler, mihengirler, pergeller, nokta, çekiç, şapkalı gönyeler, ayarlı gönyeler, V yatağı, merkezleme gönyesi ve çanı, yüzey boyama araçları kullanılarak markalama işlemi gerçekleştirilir.

2.5.3 Markalama İşlem Basamakları

- Markalanacak malzeme yüzeyi üstübü ile silinir.
- Yağdan arındırılan yüzey ince zımparayla temizlenir.
- Boyama için kullanılan bakır sülfat (göz taşı) su ile karıştırılarak sulandırılır.
- Metal yüzeye fırça yardımıyla sürülür.
- İş parçası 1. referans yüzeyinden pleyte oturtularak, referans yüzeyine bağlı yükseklik ve konum ölçüleri çizilir (Görsel 2.41).
- İş parçası 2. referans yüzeyinden pleyte oturtularak, yükseklik ve konum çizgileri çizilir.
- Eğik yüzeyler 2. referans yüzeyinden pleyte oturtularak, yükseklik ve konum çizgileri çizilir.
- Yay ve kavisler merkezine nokta vurularak, pergelle çizilir.
- Delik merkezleri ve diğer kısımlar noktalanır.
- Çizgilerin kaybolmaması ve daha iyi gözükmesi için işlenecek kısımdan belirli aralıklarla noktalama işlemi yapılır.
- Çelik cetvel ile daire merkezi bulunarak nokta ile işaretlenir.
- Çelik noktalama pergeli ile daire çizilerek istenen resim iş parçası üzerine aktarılır.

Görsel 2.41: Mihengir ile markalama

2.5.4 Markalamada Dikkat Edilecek Hususlar

- Markalama yapılacak yüzeye, markalama çizgilerinin görülmesi için göz taşı sürülür. Göz taşı sürülecek yüzey, kirden ve pastan arındırılmış olmalıdır. Göz taşı sürerken göz taşının deriye ve göze temas ettirilmemesi gerekmektedir.
- Göz taşı kurumadan iş parçaları pleyt üzerine alınmamalı ve markalama yapılmamalıdır. Çizgilerin daha düzgün olması için parça kenarları çapaktan temizlenmeli ve çizgiler dengeli bir şekilde dikkatle çizilmelidir (Görsel 2.44).
- Destek parçasının parçaları desteklemek için kullanılması, çizgilerin temiz ve düz çizilmesini kolaylaştırır. Mihengirin çizici ucu parçaya tam temas ettirilmeli ve kesin net çizgiler bir defada çizilmelidir.
- Çizecek nokta gibi elemanların uçları bilenmeli, sivri olmayan uçlarla markalama yapılmamalıdır. Nokta vurma işleminde parça pleyt üzerinde değil, örs üzerinde noktalanmalıdır. Çekiç ile noktaya bir kere hafifçe vurulmalıdır.
- Markalama aletleri, işlem bittikten sonra temizlenerek ayrı ayrı yerlerde korunmalıdır. Pleytlerin üzeri biraz yağlanmalı, tahta veya karton kapakları kapatılmalıdır.

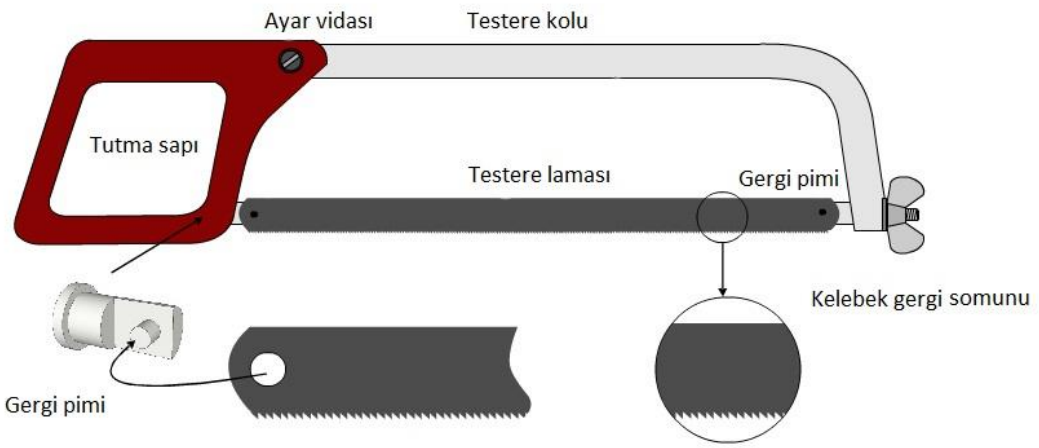
2.6.1 Kesmenin Önemi

İş parçalarının, belirli ölçülerde kesilerek tezgâhlarda işlenmeye hazır hâle getirilmeleri gerekir. Markalanmış iş parçalarının fazlalıklarının kesilmesi için de elle kesme işlemine ihtiyaç duyulur. Bir makine parçasının işlenmeye hazır hâle getirilmesi, zaman açısından son derece önemlidir. Endüstride zaman çok değerli olduğundan, kesme işlemi geniş bir uygulama alanına sahiptir.

2.6.2 El Testeresi ile Kesme İşlemi

El testereleri ile doğru bir kesme yapabilmek için testere laması keskin olmalıdır. Lama, düz ilerleyecek şekilde çaprazının bozulmamış olması gerekir. Testere, kesen kişiye ve sağa doğru yaklaşık 5° eğik tutularak bir iz açılır. Testere ağızlatma denilen bu işlem; kurallara uygun kesme yapabilmek ve kusursuz bir kesme alışkanlığı kazanabilmek için son derece önemlidir.

Görsel 2.42: Demir el testeresi ile kesme



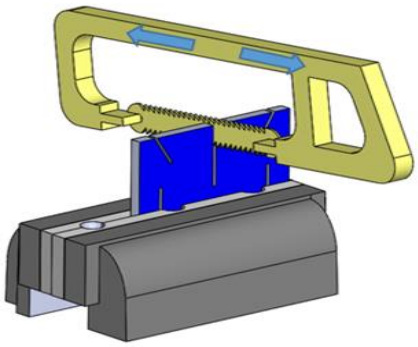
Görsel 2.43: Demir el testeresinin bölümleri

Açılan iz derinleştikçe testere öne doğru eğik tutularak sürülmeye devam edilir. Yana doğru olan eğikliği azar azar düzeltilir. Testere laması ağızlandıktan sonra artık sadece öne doğru, yaklaşık 7° eğik olacak şekilde sürülerek kesmeye devam edilir. Keserken; testere, noktalanmış iki çizgi arasında veya kontrol çizgisine paralel sürülür. Testere öne doğru sol elle itilirken sağ el ile kesecek kadar bastırılır. Sol el aynı zamanda dengeyi sağlar. Testere geri çekilirken baskı kuvveti kaldırılır, testere serbestçe geri çekilir. Geri çekiliş hızı kesme hızından daha fazla olur. Testere ile kesme işlemi aynen eğeleme işlemi gibidir (Görsel 2.42).

Zamanla kullanımdan dolayı testere lamaları özelliğini kaybeder. Dişleri bozulur, kırılır veya körelir. Bu tür testere lamaları sökülerek yenisi ile değiştirilmelidir (Görsel 2.43).

El testeresi ile keserken dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Ses ve titreşimi önlemek için parça, mümkün olduğu kadar kısa bağlanmalıdır.
- Testere laması takılırken kesme işleminin gerçekleşmesi için kesici dişler ileri bakmalıdır.
- Testere laması, testere koluna aşırı gergin bağlanmamalıdır.
- Başparmağın ucu ile testereye kılavuzluk yapacak kanal açılmalıdır.
- Testere 5˚ ile 10˚ açı arasında tutulmalıdır.
- Eğri kesmeyi engellemek için testere, markalama çizgilerine paralel sürülmelidir.
- Tüm dişlerin kesme yapması için testere, boydan boya sürülmelidir.
- Makine ile kesme işleminde soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Kesme işlemi biterken hız ve kesme kuvveti azaltılmalıdır.
- Kalınlığı az parçalar, geniş yüzeylerden kesilmelidir (Görsel 2.44).
- Uygun kesme hızında kesme yapılmalıdır (dakikada 45–60 doğrusal hareket).



Görsel 2.44: Demir el testeresi ile kesme işlemi

El testeresi ile kesme yaparken testere açısının yüksek olması; dişlerin kolayca körelmesine ya da kırılmasına yol açar. İnce parçaları keserken sık dişli (küçük adımlı) testereler kullanılmalıdır. İnce parçaların kesilmesinde malzeme uzun kenarlarından bağlanarak kesilmeli ya da iki adet sert tahta arasına alınarak kesilme işlemi yapılmalıdır. Boyu uzun parçaların kesilmesinde testere laması, testere koluna 90° açılı bağlanmalıdır.

2.6.2.1 Testerelerin Bakımı

Testere lamasının uzun süre kullanılabilmesi için malzemenin sertliğine göre kesme ve ilerleme hızı verilmelidir. El testereleri ile keserken yağ kullanılmamalıdır. Aksi hâlde, yağ talaşların akışını önler ve talaşların sıkışmasına sebep olur. Kesme işlemi bittikten sonra testerenin kelebek somunu bir diş kadar gevşetilmelidir. Bunun sebebi testere lamasının devamlı gergin kalmasını önlemektir. Uzun zaman gergin kalan testere lamasının kırılması kolaylaşır.

2.6.2.2 Kazalardan Korunma

- Testere lamasını testere koluna takmaya yarayan gergi pimlerinin, uçları çapaksız olmalıdır. Aksi hâlde yaralanmanıza sebep olur.
- Kesme işlemi testere laması kırılmadan, eller yaralanmadan dikkatli yapılmalıdır.
- Testere kolu dikkatli kullanılmadığında; el mengeneye çarpar ve yaralanabilir.
- Kesme işlemi aynı testere laması ile tamamlanmalıdır. Testere koluna yeni bir lama takıldığı zaman eski lamanın izi takip edilmemelidir.
- Testere ile bir miktar kesme işlemi yaptıktan sonra parça çekiçle vurularak koparılmamalıdır. Aksi hâlde fırlayan parça kazaya sebep olabilir.

2.6.3 Keski ile Kesme İşlemi

Keskiler; testere ile kesilmesi zor veya mümkün olmayan durumlarda, iş parçaları üzerinde talaş kaldırma, koparma, kanal açma ve delik delme gibi işlemler için kullanılır. Krom alaşımlı ya da vanadyumlu çelikten yapılan keskilerin tutma mesafeleri ve metal yüzeylerde kullanma açıları önemlidir (Görsel 2.45).

Görsel 2.45: Keski

2.6.3.1 Keski Kama Açıları

Keskinin kama açısı, kesilecek malzemelerin cinsine göre şu şekilde olmalıdır:

- Yumuşak malzemeler için: Kurşun, çinko, kalay vb. 30˚-50˚
- Yapı çeliği için: Profiller, adi saçlar, çubuklar vb. 50˚-60˚
- Daha sert malzemeler için: Font, sert çelik vb. 60˚-70˚

2.6.3.2 Keskileme Kuralları

- Keski doğru tutulmalı ve çekiçle keskinin baş kısmına vurulmalıdır.
- Sol elle keski gövdesi tutularak kesici ağzın, kesilmesi gereken kısım üzerinde kalması sağlanmalıdır.
- Sağ elle tutulan çekiç; omuzdan yukarı kaldırılarak, keskinin baş kısmına dik vurulmalıdır.
- Eğri vuruşlar keskinin fırlamasına sebep olabilir.
- Kesme işlemini iyi görebilmek için kesici ağzı, devamlı gözle takip edilmelidir.
- Bir parça yüzeyinden boydan boya talaş kaldırmak gerekirse bu talaşın koparak fırlamasını engellemek için ters tarafından keski ile kesilerek talaşın ayrılmasına özen gösterilmelidir. Aksi takdirde iş bozulabilir.
- Genel olarak keskileme yaparken mengenenin sabit çenesine doğru talaş kaldırılmalıdır.

2.6.3.3 Keskilerin Bakımı

Keskileme esnasında keskinin ağzı bozulmuş ise bilenmeli, çekiçle vurulan ve tepesi bozulmuş olan keskiler düzeltilerek yerine konulmalıdır. Keskilerin bileme esnasında ısınmaları, sertliklerinin kaybolmasına sebep olur. Bunun için bileme yaparken soğutulmalıdır.

2.6.3.4 Kazalardan Korunma

- Keskileme sırasında keski ucuna bakılmalıdır.
- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Keskinin baş kısmı çapaklanacak olursa taşlanarak giderilmelidir.
- Keskileme yönünde kimsenin olmamasına dikkat edilmelidir. Kopan talaşlar ileri fırlayarak iş kazasına yol açabilir.
- Keski ve çekiç sağlam şekilde tutulmalıdır.
- İşe uygun keski kullanılmalıdır.
- Kullanılan çekicin sap kısmının sağlam olmasına dikkat edilmelidir.

2.6.4 El Makası ile Kesme İşlemi

El makasları, kesilecek işin şekline göre değişik ebatlarda bulunmaktadır. Bunlar genel olarak düz, kavisli ve açılı şekillerde olabilir. 1 milimetreye kadar et kalınlığı olan yumuşak metal, sac ve tenekeler sac makası ile kesilebilir (Görsel 2.46).

Görsel 2.46: El makası ile kesme işlemi

El makası ile keserken dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Kesilecek iş parçası markalanmalıdır.
- Kesilecek şekle uygun makas seçilmelidir.
- Makasın çeneleri parçaya yerleştirildiğinde çeneler arasındaki açı 20^0 den küçük olmalıdır.
- Makas çeneleri, parçanın yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Kesilecek iş parçası, makas çenelerine yerleştirilir. Parça mengene ya da el ile sıkıca tutulur. Makasa kesme kuvveti uygulanarak düzgün kesme işlemi yapılmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında markalama çizgileri görülecek şekilde kesilmelidir.
- El makasları ile uzun parça kesiminde elin rahat hareket edebilmesi için iş parçasının kesilen kısımları birbirinden ayrılmalıdır (Kesilen parça aşağı doğru eğilmelidir).
- Markalama çizgilerinin birleştiği köşelerde kesme işlemi durdurulmalı ve köşe çizgi geçilmemelidir.
- Dar açılı bir köşeden kesme işlemi yapılmak isteniyorsa makas tam köşeye yerleştirilmemeli, yan tarafından kesmeye başlanmalıdır.
- Dairesel kesmelerde kesme işlemi makas ağzı ile kısa kısa yapılmalıdır.
- Parçanın iç kısmında kesme işlemi yapılacaksa önce bir delik açılmalı ve kesmeye buradan başlanmalıdır.

Uyarı

- Kesme işlemi sırasında makas ağızları tam kapanmamalıdır. Makas ağzı tekrar açılıp kesme işlemine devam edilmelidir. Makasın bıçakları tam kapandığında parça üzerinde yırtılmalar olabilir.

2.6.4.1 El Makaslarının Bakımları

Herhangi bir sebeple makasta bir arıza meydana gelmişse giderilmelidir. Ağızları keskinliklerini kaybetmişse bilenmelidir. Göbek vidasının gevşememesi için yaylı rondela konmalıdır. Her kullanımdan sonra temizlenip yerine konulmalıdır.

2.6.4.2 Kazalardan Korunma

- Parçaların kesilen kısımlarında meydana gelen çapakların ele batmamasına dikkat edilmelidir.
- Sac parçaların köşeleri kesilirken fırlayabilecek küçük parçalardan sakınılmalıdır.
- Kesme esnasında, kesici ağızların arasına parmakların girmemesine dikkat edilmelidir.

2.6.5 Kol Makası ile Kesme İşlemi

El makasları ile kesilemeyen, genellikle 1 ile 5 mm et kalınlığı olan, levha ve değişik ölçülerdeki kalın sac ve lamaların kesilmesinde kullanılan makaslardır. Kollu makas ve kollu giyotin makas olarak çeşitlendirilebilir. Et kalınlığı 2 mm'ye kadar olan metallerin düzgün ve uzun kesimi için kolla çalışan giyotin makaslar sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır. Kollu makasların ağız açıları 12 derecedir. 200 mm uzunluktaki parçaların kesilmesinde kullanılır (Görsel 2.47).

Görsel 2.47: Kol makası

Kol makası ile keserken dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- İş parçası, ölçüsünde markalanmalıdır.
- Makas ağız boşluğu, kesilecek parça kalınlığına uygun olmalıdır.
- İki bıçak arasındaki boşluk, büyük olursa kesilen parçada çapak oluşur.
- Malzemenin kesilmesi işlemi sırasında parçanın yukarı doğru kalkmasını önlemek için elle ya da özel bir araçla baskı kuvveti uygulanmalıdır.
- Baskı kuvveti kesilecek parça kalınlığına göre ayarlanmalıdır.
- Baskı parçası yok ise parçaya uygun kuvvetle basılmalıdır.
- Kollu makaslarda eni dar, boyu kısa malzemeler kesilmelidir.
- Büyük boy ve kalın sac levhaların kesilmesi giyotin makasla yapılmalıdır.
- Makas bıçak ağızlarında kopma, bozulma ve ezilme varsa bıçaklar bilenmeden kullanılmamalıdır.
- Makaslarda iki ağız vardır. Üst ağız mafsallı iticiye bağlıdır. Alttaki ağız sabit olarak gövdeye tespit edilmiştir. Üst ağız ile alt ağız arasında 12˚ lik bir açı vardır. Bu sayede az bir kuvvet harcanmasıyla kesme işlemi yapılabilir.

2.6.5.1 Kol Makaslarının Bakımları

Sürekli kullanılan makasların kol kızağı aşınır. Mafsallar ve bunları tutan cıvataları kontrol edilmelidir. Hareket eden bağlantı ve mil yerleri zaman zaman yağlanmalıdır. Arızalı yerler onarılmalıdır. Aksi hâlde aşınma ve bozulmalardan dolayı ince sacları kesmek mümkün olmaz.

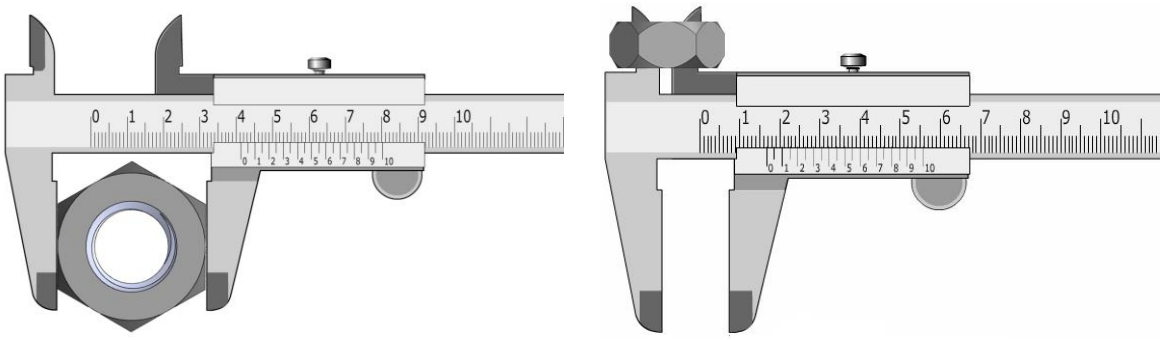
2.6.5.2 Kazalardan Korunma

- Parçaların kesilen kısımlarındaki keskin çapakların ele batmasından korunmak için parçalar eldivenle tutulmalıdır.
- Makas kolunun düşmemesi için önlem alınmalıdır.
- Kollu makas ile kesme işlemi sırasında kolun iniş ve kalkışında etrafınızda başka birileri olmamalıdır.
- Makas ile kesim yapılan zeminde, kayıp düşmeye karşı yağ ve benzeri atık maddeler bulunmamalıdır.
- Makasta çalışırken kesici ağızların arasına el ve parmakların girmemesi için çok dikkat edilmelidir.
- Makaslarda kolu gövdeye bağlayan milin iki yanındaki helis yayların işler durumda olduğu kontrol edilmelidir. Bu yaylar, kolu devamlı olarak yukarıya kaldırmaya çalıştığı için kolun düşüp kazaya sebep olması ihtimalini ortadan kaldırır.

TEMRİN 2.1 KUMPAS İLE ÖLÇME

Amaç: Kumpas ile ölçme yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 2.48: Kumpas ile ölçme işlemi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kumpas
- Ölçüm yapılacak çeşitli parçalar

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Ölçüm yapılacak parçanın ve kumpasın temizliği kontrol ediniz.
3. Kumpas ile verilen parçanın dış çapını ölçünüz.
4. Kumpas ile verilen parçanın iç çapını ölçünüz.
5. Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.

Sorular

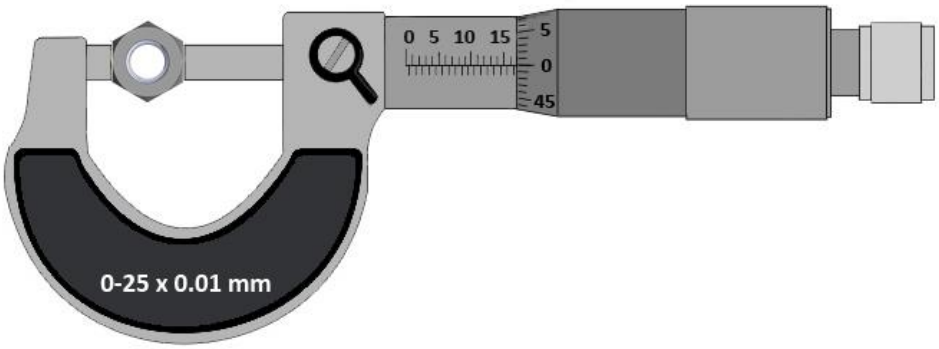
1. **Kumpas ile derinlik ölçümü nasıl yapılır?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ölçümün tam kısmının doğru okunması	**20**	
Sınıfı :	Ölçümün ondalık kısmının doğru okunması	**20**	
No. :	Ölçüm sonucunun doğru bulunması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 2.2 MİKROMETRE İLE ÖLÇME

Amaç: Mikrometre ile ölçme yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 2.49: Mikrometre ile ölçme işlemi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Mikrometre
- Ölçüm yapılacak çeşitli parçalar

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Ölçüm yapılacak parçanın ve mikrometrenin temizliği kontrol ediniz.
3. Mikrometre ile ölçüm yapmak için, ölçüm yapacağınız iş parçası sabit ağız ile hareketli ağız arasına yerleştiriniz.
4. Mikrometrenin sonunda bulunan sürtünmeli hareket vidasını çevrilerek ölçüm yapılacak nesneyi sıkıştırınız.
5. Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.

Sorular

1. **Kumpas ile mikrometre arasındaki fark nedir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ölçümün tam kısmının doğru okunması	**20**	
Sınıfı :	Ölçümün ondalık kısmının doğru okunması	**20**	
No. :	Ölçüm sonucunun doğru bulunması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 2.3 DÜZ YÜZEY EĞELEME

Amaç: Yapım resimleri verilen iş parçasının tüm yüzeylerini, doğru yöntem ve tekniklerle ölçüsüne ve gönyesine getirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Eğe
- Mengene
- Çelik gönye
- Kumpas
- Metal parça

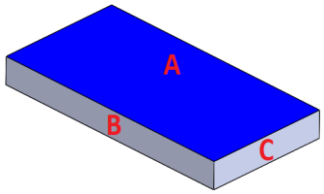
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İş parçasının eğelenecek yüzeyini, mengene ağızlarından 3-5 mm yukarda kalacak şekilde mengeneye yatay olarak bağlayınız.
3. Parçanın A yüzeyini köşegenleri doğrultusunda 45° çapraz eğeleyerek gönyesine getiriniz.
4. Gönye ve cetvel kullanarak yüzey kontrolü yapınız.
5. Parçanın B yüzeyini, hem gönyesinde hem de A yüzeyine göre dik (90°) eğeleyiniz.
6. Parçanın C yüzeyini, hem gönyesinde hem de A ve B yüzeylerine göre dik (90°) eğeleyiniz.
7. C yüzeyinin A ve B yüzeylerine göre dikliğini (90° oluşunu) gönye ile kontrol ediniz.
8. Aynı yöntemle diğer çevre yüzeylerini hem gönyesinde hem de tamamlanmış olan bitişik yüzeylere göre dik (90°) eğeleyiniz (Görsel 2.53).
9. Yüzeylerdeki çapakları temizleyerek işi teslim ediniz.

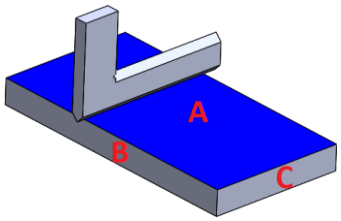
Sorular

1. **Eğeleme öncesi alınması gereken önlemleri açıklayınız.**
2. **Eğelenecek parçanın büyüklüğü ve cinsi neden önemlidir? Açıklayınız.**

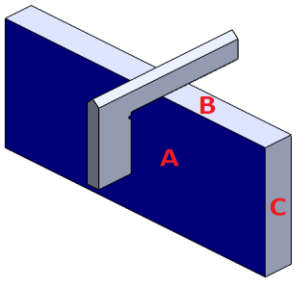
Uygulamaya Ait Görseller



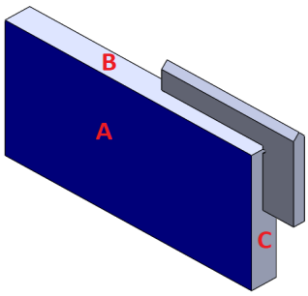
Görsel 2.50: İş parçasına ait yapım resmi



Görsel 2.51: Gönyeyle düzlem yüzey kontrol



Görsel 2.52: Gönyeyle yüzey ve diklik kontrol



Görsel 2.53: Gönyeyle diklik kontrol

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçanın kesilerek hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	A yüzeyinin düzlemsel gönyeye getirilmesi	**20**	
No. :	B ve C yüzeyinin 90° gönyeye getirilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 2.4 DÜZLEM YÜZEY EĞELEME VE ÖLÇÜYE GETİRME

Amaç: Yapım resimleri verilen dikdörtgen prizma şeklindeki iş parçasının tüm yüzeylerini, doğru yöntem ve tekniklerle ölçü ve gönyesine getirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Eğe
- Mengene
- Çelik gönye
- Kumpas
- Metal parça

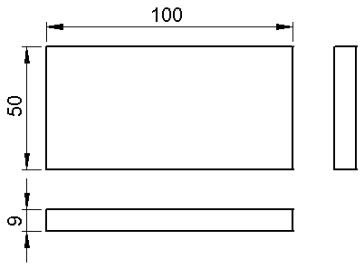
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Daha önce işlenen parçasının D, E, F yüzeylerini birbirine 90° konumuna getiriniz.
3. Gönye ve cetvel kullanarak yüzey kontrolü yapınız.
4. Parçayı ölçülerine göre markalayınız.
5. Marka çizgilerini dikkate alarak, işin tamamlanması gereken son yüzeyini bütün yüzeyleri ölçüsünde, gönyesinde ve bitişik yüzeyleri dik (90°) olacak şekilde eğeleyiniz (Görsel 2.57).
6. Yüzeylerdeki çapakları temizleyerek işi teslim ediniz.

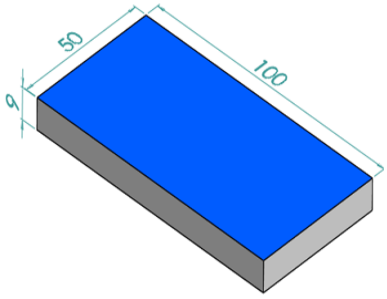
Sorular

1. **Ölçü alırken dikkat edilmesi gereken konuları açıklayınız.**
2. **Kullandığınız eğenin özellikleri nedir? Eğe çeşitlerini açıklayınız.**

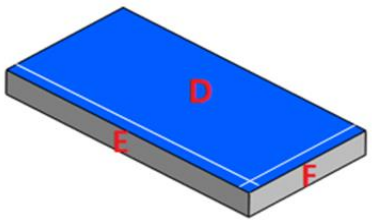
Uygulamaya Ait Görseller



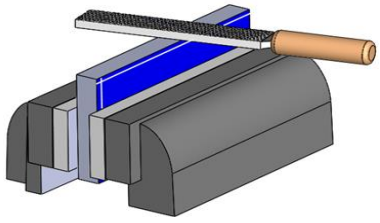
Görsel 2.54: Parça



Görsel 2.55: Kesme



Görsel 2.56: Markalama



Görsel 2.57: Eğeleme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçanın yapım resmine göre markalanması	**20**	
Sınıfı :	Parçanın yapım resminde verilen ölçüye getirilmesi	**20**	
No. :	Tüm yüzeylerin gönyeye getirilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 2.5 PAH KIRMA

Amaç: Yapım resimleri verilen iş parçasını, eğik yüzey eğeleme yaparak (pah kırma) ölçü ve gönyesine getirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Eğe
- Mengene
- Çelik gönye
- Kumpas
- Metal parça
- Markalama aletleri

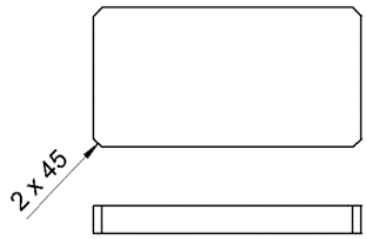
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. 1. uygulamada ölçüsüne ve gönyesine getirdiğiniz iş parçasını kullanınız.
3. Pah mengenesine; iş parçasının eğelenecek C yüzeyini, mengene ağızlarından 3-5 mm yukarıda kalacak şekilde bağlayınız.
4. Parçanın C yüzeyini verilen ölçüler doğrultusunda eğeleyerek pah oluşturunuz (Görsel 2.61).
5. Ayarlı gönye ve cetvel kullanarak yüzey kontrolü yapınız.
6. Yüzeyde meydana gelen çapakları temizleyerek işi teslim ediniz.

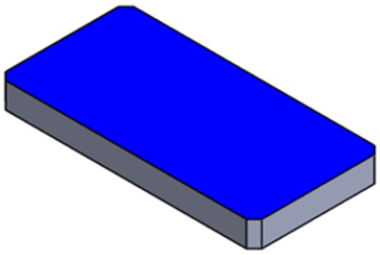
Sorular

3. **Eğeleme sırasında ve sonrasında eğe bakımı nasıl yapılır? Açıklayınız.**
4. **Pah mengenesinin özelliğini ve mengene bakımını açıklayınız.**

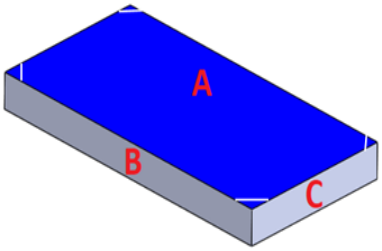
Uygulamaya Ait Görseller



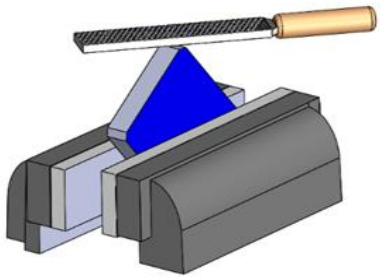
Görsel 2.58: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 2.59: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 2.60: Markalama



Görsel 2.61: Eğeleme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Pah kırılacak köşelerin markalanması	**20**	
Sınıfı :	Markalanan köşelerin eğelenerek gönyeye getirilmesi	**20**	
No. :	Yapım resmine göre köşelerin ölçüye getirilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 2.6 MARKALAMA VE KESME

Amaç: Yapım resimleri verilen iş parçasını markalamak. Markalanmış yüzeyleri, ölçü ve gönyesinde el testeresi ile kesmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Eğe
- Mengene
- Çelik gönye
- Kumpas
- Metal parça
- Markalama aletleri
- Testere

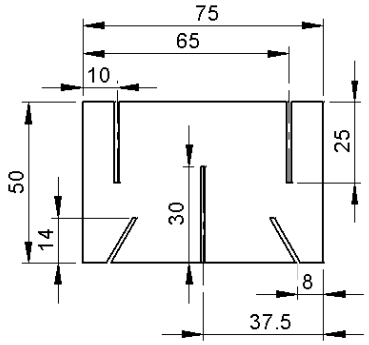
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İş parçası ölçülerinin resme uygun olup olmadığını kontrol ediniz.
3. İş parçasını, resimdeki ölçülere göre markalayınız.
4. Kesilecek malzemeye uygun el testeresini seçiniz. Testere lamasının takınız.
5. Marka çizgilerine göre fazla kısımları el testeresi ile keserek çıkartınız (Görsel 2.65).
6. Gönye ve cetvel kullanarak yüzey kontrolü yapınız.
7. Marka çizgilerini dikkate alarak; işin tamamlanması gereken son yüzeyini, bütün yüzeyleri ölçüsünde eğeleyiniz
8. Eğeleme işlemini, bitişik yüzeyleri birbirine dik (90°) ve gönyesinde olacak şekilde yapınız.
9. Yüzeylerdeki çapakları temizleyerek işi teslim ediniz.

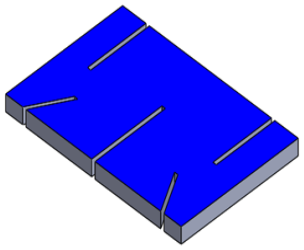
Sorular

1. **Markalama işleminde dikkat edilmesi gereken konuları açıklayınız.**
2. **Kesme işleminde mengene karşısındaki duruş pozisyonunu ve elle kesme kurallarını açıklayınız.**

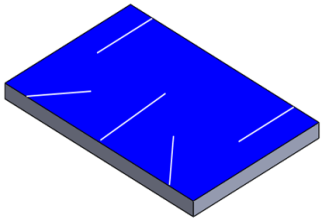
Uygulamaya Ait Görseller



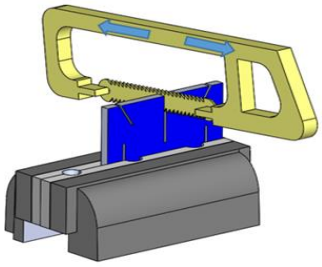
Görsel 2.62: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 2.63: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 2.64: Markalama



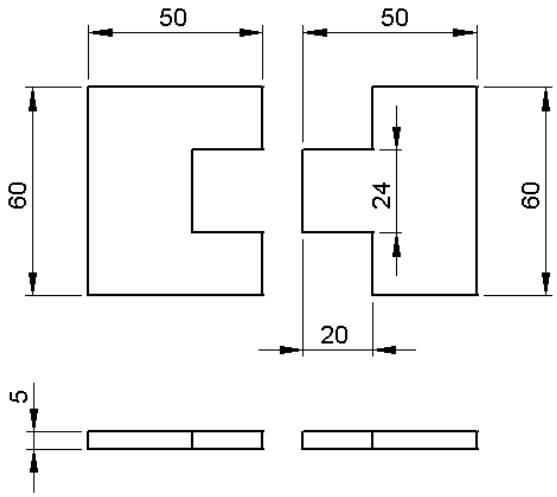
Görsel 2.65: Parçayı kesme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Uygun kesme aletin seçilmesi ve hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Kesilecek yerlerin yapım resmine göre markalanması	**20**	
No. :	Markalanan yerlerin doğru ölçüde kesilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

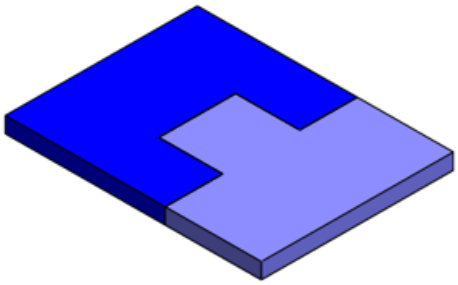
TEMRİN 2.7 GEÇME

Amaç: Yapım resimleri verilen iş parçasını eğelemek, ölçmek, markalamak ve elle kesmek.

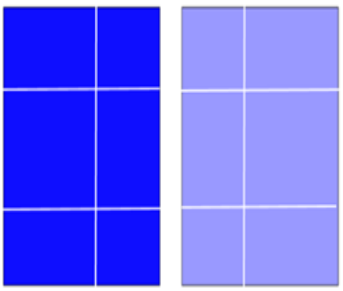
Uygulamaya Ait Görseller



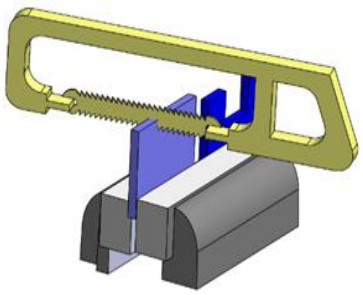
Görsel 2.66: Parçaya ait teknik resim



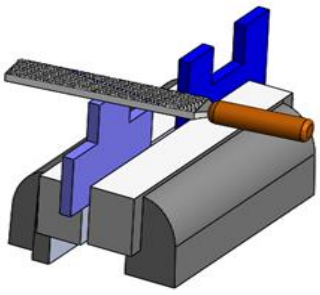
Görsel 2.67: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 2.68: Markalama



Görsel 2.69: Kesme



Görsel 2.70: Eğeleme

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Eğe
- Mengene
- Çelik gönye
- Kumpas
- Metal parça
- Markalama aletleri
- Testere
- Çelik cetvel
- Keski

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İş parçası ölçülerinin resme uygun olup olmadığını kontrol ediniz.
3. İş parçasını resimdeki ölçülere göre markalayınız (Görsel 2.68).
4. Delinecek yerleri noktalayınız.
5. Marka çizgilerine göre fazla kısımları el testeresi ile keserek çıkartınız (Görsel 2.69).
6. İş parçasını orta diş eğe ile ölçü ve gönyesinde eğeleyiniz (Görsel 2.70).
7. Gönye ve cetvel kullanarak yüzey kontrolü yapınız.
8. Marka çizgilerini dikkate alarak, işin tamamlanması gereken son yüzeyini bütün yüzeyleri ölçüsünde, gönyesinde ve bitişik yüzeyleri dik (90°) olacak şekilde eğeleyiniz.
9. Yüzeylerdeki çapakları temizleyerek işi teslim ediniz.

Sorular

1. **Bu iş parçası, makine veya el makası ile kesilebilir mi? Niçin? Açıklayınız.**
2. **Parçanın bir yerinde yanlış kesme yapılırsa ne gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkar? Yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların yapım resmine göre markalanması	**20**	
Sınıfı :	Parçaların eğelenerek gönyeye getirilmesi	**20**	
No. :	Parçaların yapım resminde verilen ölçüye getirilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **İş parçaları üzerinden ince talaş kaldırarak işlenmesinde kullanılan el aleti aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Makas
   B) Matkap
   C) Eğe
   D) Keski
   E) Komparatör

2. **İş parçasının sivri köşelerinin iş resminde verilen ölçüler çerçevesinde eğelenmesi işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Pah kırma
   B) Sivriltme
   C) Köşe alma
   D) Eğeleme
   E) Tornalama

3. **Miktarı bilinmeyen bir büyüklüğü, aynı cinsten bir birim büyüklük ile karşılaştırarak kaç katı olduğunu saptama aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Kontrol
   B) Bakım
   C) Ölçme
   D) Tespit
   E) Belirleme

4. **Aşağıdakilerden hangisi ölçme ve kontrolü etkileyen faktörlerden biri değildir?**
   A) Ölçü aletinin hassasiyeti
   B) Bakış açısı
   C) İstenen ölçülerde olması
   D) Ölçme yapılan yerin ışık durumu
   E) İşin hassasiyeti

5. **Testere laması kola bağlanırken aşağıdakilerden hangisine dikkat edilmelidir**?
   A) Lama rengi
   B) Lama diş yönü
   C) Lama markası
   D) Tutma kolu
   E) Lama diş açıklığı

6. **Aşağıdakilerden hangisi ölçme aleti değildir?**
   A) Kumpas
   B) Metre
   C) Cetvel
   D) Pergel
   E) Mikrometre

7. **Dairesel şekillerin çiziminde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?**
   A) Gönyeler
   B) Metreler
   C) Cetveller
   D) Eğeler
   E) Pergeller

8. **Markalama işleminde, birbirine paralel olan çizgilerin çekilmesinde kullanılan markalama aleti aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Gönyeler
   B) Metreler
   C) Mihengir
   D) Eğeler
   E) Merkezleme çanı

9. **Delik delinecek kısımların noktalanmasında aşağıdaki uç açılı noktalardan hangisi kullanılır?**
   A) 30°
   B) 45°
   C) 60°
   D) 90°
   E) 135°

10. **Silindirik ve aynı zamanda prizmatik iş parçalarının markalanmasında kullanılan, kaliteli dökümden yapılmış markalama takımlarından biri aşağıdakilerden hangisidir?**
    A) Kumpas
    B) Metre
    C) V yatakları
    D) Keski
    E) Çekiç

3. ÖĞRENME BİRİMİ

DELME VE VİDA İŞLEMLERİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Delik delme işlemlerini
2. Elle kılavuz çekme işlemlerini
3. Elle pafta çekme işlemlerini

öğreneceksiniz.

DELİK DELME

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Çevrenizde gördüğünüz delik delme aparatlarını inceleyiniz.
- Deliklere havşa açmanın önemini araştırınız.
- Kılavuz ve pafta arasındaki fark nedir? Araştırınız.
- Matkap tezgâhında çalışırken uyulması gereken kurallar nelerdir? Araştırınız.

3.1.1 Delik Delme İşlemi

Kendi ekseni etrafında dönmekte olan kesici takım ile parçalardan talaş kaldırarak silindirik boşluklar elde etme işlemine **delme** denir (Görsel 3.1). Üretimde kullanılan talaşlı bir yöntemdir. Delme; parçaların boşaltılarak kolay işlenmesinde, birbirine kolay bağlanmasında önemli yer tutar. Uygulama sırasında iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışmak büyük önem taşır.

Görsel 3.1: Delme işlemi

3.1.2 Delik Delme İşlerinde Kullanılan Aparat ve Makineler

3.1.2.1 Matkaplar

Hafif ve pratik olan bu makineler genelde sacı, duvarı, ağacı ve büyük plakaları delme işlemlerinde kullanılır. İlk zamanlarda, el kuvvetiyle çalışan türleri kullanılmıştır. Günümüzde ise elektrik enerjisi (Görsel 3.2) ve şarjlı türleri (Görsel 3.3) kullanılmaktadır.

Görsel 3.2: Elektrikli el matkabı

Görsel 3.3: Şarjlı el matkabı

3.1.2.2 Masa Tipi Matkap Tezgâhları

Taşınması kolay ve küçük yapılı oldukları için "masa tipi" olarak adlandırılır (Görsel 3.4). Küçük çaplı deliklerin seri olarak delinmesinde kullanılır. Devir sayıları sütunlu ve radyal matkap tezgâhlarına göre daha fazladır. İş bağlama tablası genellikle sabittir.

Görsel 3.4: Masa tipi matkap tezgâhı

3.1.2.3 Sütunlu Matkap Tezgâhları

Hareket iletim mekanizması ve iş tablasının bir sütun üzerine yerleştirildiği tezgâhlardır (Görsel 3.5). Büyük boyutlu parçalara daha büyük çapta deliklerin delinmesinde kullanılır. İş parçaları mengene ya da pabuçlar yardımıyla doğrudan tablaya bağlanabilir.

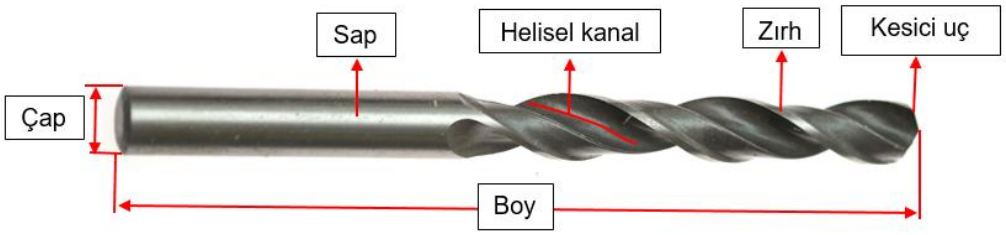
Matkap çeşitleri şunlardır:

- Sütunlu matkap tezgâhı
- Radyal matkap tezgâhı
- Çok milli matkap tezgâhı
- İşlem sıralı matkap tezgâhı

Görsel 3.5: Sütunlu matkap tezgâhı

3.1.3 Matkap Uçları

Parçalara delik delmek ve bu deliklere havşa açmak için kullanılan sert metalden yapılmış kesici takımlara verilen addır (Görsel 3.6). Talaşları, malzemeden uzaklaştırmak için helisel kanallara sahiptir.



Görsel 3.6: Matkap ucunun kısımları

Matkap ucu çeşitleri şunlardır:

- Düz saplı
- Konik saplı
- Punta matkapları
- Havşa frezesi

3.1.3.1 Silindirik Saplı Matkap Ucu

Matkaplar genelde 16 mm çapa kadar silindirik saplı olarak üretilir. Silindirik matkaplar gövde üzerine açılmış iki helis ve bir saptan oluşur (Görsel 3.7). İşlem sırasında oluşan talaşlar helis kanalları yardımıyla dışarı atılır.

Görsel 3.7: Silindirik saplı matkap ucu

3.1.3.2 Konik Saplı Matkap Ucu

Matkap çapları büyüdükçe matkap tezgâhındaki bağlama milinin de değiştirilmesi gerekir. Bu durumun ortadan kaldırılması için matkaplar konik saplı matkaplar aracılığıyla ya da mors kovanları yardımıyla tezgâh miline direkt olarak takılır (Görsel 3.8).

Görsel 3.8: Konik saplı matkap ucu

3.1.3.3 Punta Matkabı

Delinecek olan deliğin merkez kaçıklığını önlemek için önce punta matkabıyla ön delik delinir. Bu ön delik yardımıyla kullanılan matkap ucu, iyi bir ağızlama yaparak deliğin tam ekseninde delinmesini sağlar (Görsel 3.9).

Görsel 3.9: Punta matkabı

3.1.3.4 Havşa Frezesi

Delik delindikten sonra delik kenarlarında meydana gelen çapakların alınması, vida perçin ve pim gibi bağlantı elemanlarının yuvalarına rahatça oturması için havşa frezesi (Görsel 3.10) kullanılır.

Görsel 3.10: Havşa frezesi

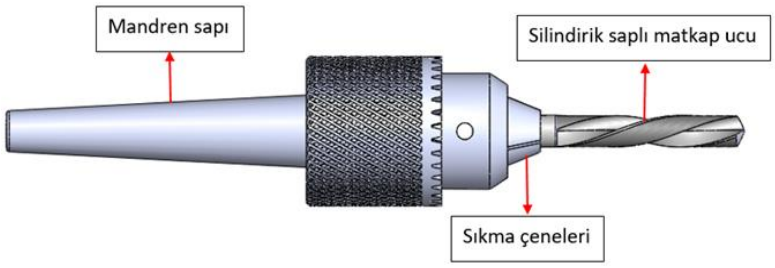
3.1.4 Matkapların Yapıldığı Malzemeler

Günümüzde matkapların çoğu yüksek hız çeliği (HSS) adı verilen alaşımlı çeliklerden yapılır. Matkabın ömrünü artırmak için bazı matkaplarda kaplama yapılır. Daha sert malzemelerin delinmesinde kaplamalı veya kaplamasız sert metal uçlu matkaplar kullanılır. İyi bir matkap kolayca körlenmeyecek uygun bir malzemeden yapılmalıdır.

3.1.5 Matkapların Bağlanması

3.1.5.1 Mandrenle Bağlama

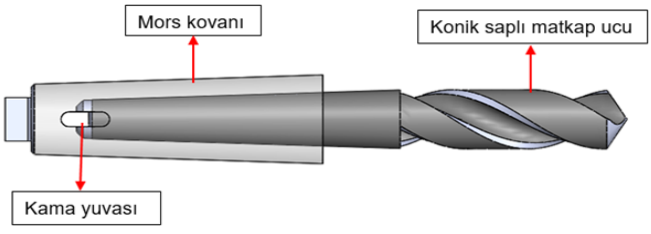
Mandren, merkezî olarak matkap uçlarını sıkan üç çeneli bir bağlama aracıdır (Görsel 3.11). Silindirik saplı matkap uçlarını mile bağlamak üzere özel olarak üretilmiştir. Mandrende matkap tezgâhının koniğine uygun bir sap vardır. Mandrenlere konik saplı matkaplar bağlanmamalıdır.



Görsel 3.11: Mandren yardımıyla matkabı bağlama

3.1.5.2 Mors Kovanlarıyla Bağlama

Büyük çaplı matkaplar, genellikle konik saplı yapıldığından tezgâhın mors kovanına takılarak kuvvetli ve salgısız bağlama elde edilir (Görsel 3.12). Matkap ucu mors kovanından, kama yuvasına takılan konik kama ve çekiç yardımıyla sökülür.



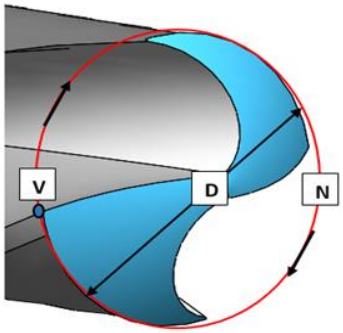
Görsel 3.12: Mors kovanıyla matkabı tezgâha bağlama

3.1.6 Kesme Hızı ve Devir Sayısı

Kesme Hızı (V): Matkap üzerindeki bir noktanın dakikada metre cinsinden aldığı yola denir.

V = π x D x N / 1000 m/dk.

V = İş parçası üzerindeki noktanın dakikadaki hızı **(m/dk.)**
N = İş parçasının dakikadaki devir sayısı **(devir/dk.)**
D = Matkap çapı **(mm)**



Görsel 3.13: Tezgâh devir sayısı hesabı

Kesme hızı matkabın ve işlenen malzemenin cinsine göre seçilir. Yaygın olarak kullanılan kesme hızları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Malzeme Cinsine Göre Kesme Hızları Aralıkları

Kesme hızı (m/dk.)		
İş parçası	**Seri çelik (HSS)**	**Sert metal**
Döküm	14-22	16-50
Çelik (orta sert)	25-28	70-110
Bronz	35-120	85-140
Pirinç	45-130	95-150
Bakır	60-150	110-184
Alüminyum	86-180	125-190

Devir Sayısı (N): Matkabın bir dakikada yaptığı dönme sayısına denir. Devir sayısı, matkap çapına ve kesme hızına göre değişir (Görsel 3.13). Çap küçüldükçe devir büyütülmeli; çap büyüdükçe devir küçültülmelidir.

N = V x 1000 / π x D (devir/dk.)

Örnek

Çapı 10 mm olan yüksek hız çeliğinden yapılmış bir matkapla çelik malzeme delinecektir. Kesme hızı 26 m/dk. olduğuna göre devir sayısını hesaplayınız?

Verilenler: D = 10 mm, V = 26 m/dk.
İstenenler: N =?

Çözüm:

N = V x 1000 / π x D
= 26 x 1000 / 3,14 x 10
= 828 devir/dk. (Tezgâhtaki en yakın değer alınır.)

3.1.7 Soğutma Sıvıları

Kesici alet talaş kaldırırken sürtünme nedeniyle ısı meydana gelir. Bu ısınma, soğutma sıvısı aracılığıyla giderilebilir (Görsel 3.14). Soğutma sıvıları çeşitli yağ ve yağ karışımlarından elde edilir.

Görsel 3.14: Delinen parçada soğutma sıvısı kullanma

Kullanım amaçları şunlardır:

- Kesmenin daha etkili olmasını sağlamak
- Kesici ucunda meydana gelen ısınmayı gidermek
- Yüzey kalitesini artırmak
- Talaşın gereçten ayrılmasını kolaylaştırmaktır.

Bilgi Kutusu

- Döküm malzemeler delinirken soğutma sıvısı kullanılmaz.

3.1.8 Delme İşlemlerinde Bağlama

3.1.8.1 Tezgâh Mengenesine Bağlayarak Delme

En çok kullanılan bağlama yöntemidir. Bu yöntemle malzeme, tablaya sabitlenmiş mengenenin çenelerine güvenli bir şekilde bağlanarak delme işlemi gerçekleştirilir (Görsel 3.15).

Görsel 3.15: Tezgâh mengenesine bağlama

3.1.8.2 Tezgâh Tablasına Bağlayarak Delme

Mengeneye bağlanamayacak durumdaki parçaların tezgâh tablasına bağlanarak delinmesidir. Delinecek malzemeler geometrik şekline göre V yatakları, bağlama pabuçları gibi elemanlar yardımıyla güvenli bir şekilde bağlanarak delinir (Görsel 3.16).

Görsel 3.16: Tezgâh tablasına bağlayarak delme

3.1.8.3 Takoz Üzerinde Serbest Delme

Küçük, ince veya çok büyük parçaların uygun bir takoz üzerine yerleştirilerek delinmesidir (Görsel 3.17).

Görsel 3.17: Takoz üzerinde serbest elle delme usulü

3.1.8.4 Manyetik Tablaya Bağlayarak Delme

Manyetik özelliği olan bu tablalarda herhangi bir bağlama aparatı kullanılmadan parçalar tablaya bağlanarak delinir.

3.1.9 Delme İşlemi Sırasında Dikkat Edilecek Önemli Maddeler

- Körelmiş matkap ucuyla delme yapılmamalıdır.
- İş parçası tezgâh tablasına veya tezgâh mengenesine sağlam ve emniyetli bir şekilde bağlanmalıdır.
- Mandren anahtarı, sıkma işleminden sonra mandren üzerinde bırakılmamalıdır.
- Kullanılan tezgâhın özellikleri iyi bilinmelidir.
- İş verimini artırmak, matkabın ömrünü uzatmak ve iş parçasının yüzey kalitesini artırmak için soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Çalışma alanı temiz olmalı, delme sırasında üstüpü ve benzeri maddeler matkap ucuna değdirilmemelidir.
- Sehpa üzerindeki talaşlar elle ya da üflenerek temizlenmemeli, bir fırça yardımıyla temizlenmelidir.
- İş parçası boydan boya delinecekse parça altına tahta takoz konulmalıdır. Delme sırasında tahta talaş geldiği zaman delme işlemi gerçekleşir. Böylece tezgâh sehpası zarar görmemiş olur.
- Matkap kapatıldıktan sonra bir süre daha matkap mili döneceğinden matkap durmadan matkap mili kesinlikle elle kavranmamalıdır.
- İş elbisesinin kolları lastikli ve matkaba dolanmayacak şekilde olmalıdır.

3.2.1 Kılavuz Çekme

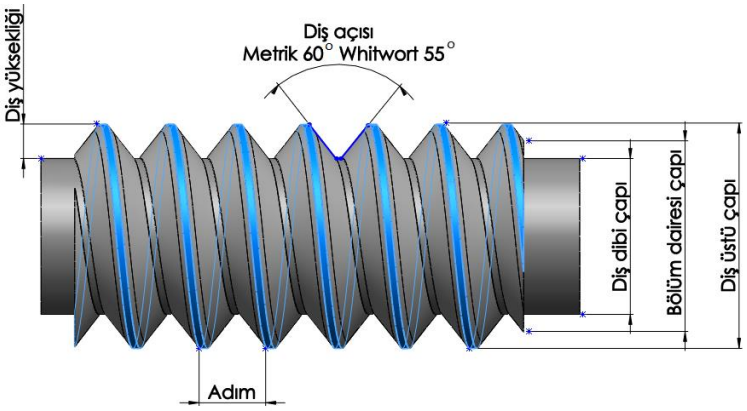
Kılavuz çekme; makine üretim sektöründe sıklıkla uygulanan, kolay ve yüksek teknoloji gerektirmeyen bir işlemdir. Kılavuz çekme işlemi, cıvatalı bağlantı sistemlerinde cıvataların tutunup bağlantının sağlanması için ana malzemeye uygulanan diş açma işlemidir. Kılavuz çekme işlemi elle yapıldığı gibi gelişen teknoloji sayesinde makineler aracılığıyla da yapılabilmektedir.

3.2.2 Vidanın Tanımı

Düzgün biçim ve ölçüdeki silindirik yüzeyler üzerine açılmış helisel oluklara **vida** denir (Görsel 3.18). Vida bir delik içine veya silindirik bir parçanın dışına açılabilir. Vidalar, diş açılarına göre metrik ve whitworth (vitvort) olmak üzere ikiye ayrılır. Whitworth, parmak olarak da adlandırılır. Metrik vidaların diş açısı 60°, whitworth vidaların diş açısı ise 55°dir. Metrik ve whitworth vidalar bağlantı vidası olarak kullanılır. Makine parçalarını birbirine sökülebilecek şekilde bağlanmasını sağlar.

3.2.3 Vidanın Elemanları

- Diş üstü çapı
- Diş dibi çapı
- Bölüm dairesi çapı
- Diş üstü genişliği
- Diş dibi genişliği
- Adım
- Diş yüksekliği

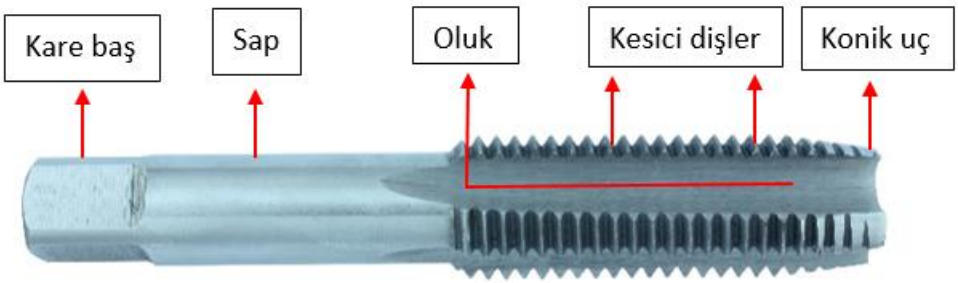


Görsel 3.18: Vidanın elemanları

3.2.4 Vida Çekme Araçları

3.2.4.1 Kılavuzlar

Deliklere diş açmada kullanılan yüksek hız çeliğinden yapılmış, üzerinde kesici dişleri bulunan aletlere **kılavuz** denir (Görsel 3.19). Metrik ve whitworth olarak yapılmıştır.



Görsel 3.19: Kılavuzun kısımları

3.2.4.2 Kılavuz Çeşitleri

- Normal diş kılavuzlar
- İnce diş kılavuzlar
- Boru kılavuzları
- Makine kılavuzları

Kılavuz Takımı: Takım, üç adet kılavuzdan meydana gelir (Görsel 3.20).

Görsel 3.20: Kılavuz takımı ve sırası

I. Kılavuz: Bu kılavuzların dişli kısmı; uç çapı, diş dibi çapına eşit olan kesik bir konidir. Deliği iyi ağızlar ve az talaş kaldırır. Sap kısmında bir çizgi vardır veya hiç çizgi yoktur.

II. Kılavuz: Diş üstü çapı birinciden biraz daha büyüktür. Birinciden daha derin talaş kaldırır. Sapında iki çizgi vardır.

III. Kılavuz: Bu son kılavuz ikinci kılavuzun açtığı kanalları izleyerek vidayı oluşturur. Sapında üç çizgi vardır.

Bilgi Kutusu

- Bazı kılavuz takımlarının saplarında çizgi bulunmaz. Bu tip kılavuzlar, kesici uç kısmın ağız uç konikliğinin fazla oluşuna bakılarak (en fazla olan I, daha sonra II, en az olan III) sıralanır.

3.2.4.3 Kılavuz Kolları

- Sabit kılavuz kolları
- Ayarlı kılavuz kolları

Görsel 3.21: Sabit ve ayarlı kılavuz kolları

3.2.4.4 Kılavuz Çekmede Dikkat Edilecek Özellikler

- Kılavuz çekilecek delik çapı, vidanın diş üstü çapından adımı kadar küçük delinmelidir.
- Delme işleminden sonra kılavuzun iyi bir ağızlama yapması için deliğin girişine 90° havşa açılmalıdır.
- İş parçası, delik ekseni dik olacak şekilde mengeneye bağlanmalıdır.
- Uygun kılavuz koluna takılan I. kılavuz, delik eksenine dik olacak şekilde ağızlatılmalıdır (Görsel 3.22).
- İyi bir kesme ve yüzey kalitesi için kılavuz çekme işlemi sırasında da malzemeye uygun bir yağlama yapılmalıdır.
- Özellikle çelik malzemelerde, her iki üç dönüşte bir talaşı kırmak için kılavuza geri hareket yaptırılmalıdır. Bu hareket, kılavuz kanallarının talaşla tıkanmasını ve kılavuzun kırılmasını önler.
- Eğer kör deliğe kılavuz çekiliyorsa kılavuz birkaç defa çıkarılmalı, delik ve kılavuzdaki talaşlar temizlenmelidir.

Görsel 3.22: Elle kılavuz çekme tekniği

3.2.4.5 Kılavuz Çekmede İşlem Sırası

1. Diş açılacak deliğe uygun kılavuz takımı ve bu takıma uygun kılavuz kolu seçilmelidir.
2. I. kılavuz delik eksenine dik olacak şekilde ağızlatılmalıdır.
3. Diş açma sırasında kesme sıvısı kullanılmalıdır.
4. Kılavuz kolu saat ibresi yönünde, az bir baskıyla döndürülmelidir.
5. Her iki turda bir, yarım tur saat ibresinin tersi yönünde döndürülerek talaşın kırılması sağlanmalıdır.
6. Kılavuz sıkışırsa çok fazla zorlanmamalıdır.
7. Vida işlemi bitinceye kadar aynı işlemlere devam edilmelidir.
8. Aynı şekilde II. ve III. kılavuzlar da deliğe salınarak vida tamamlanmalıdır.

3.2.4.6 Kesme Sıvıları ve Kullanma

Kesmenin etkili olabilmesini sağlamak, ısınmayı gidermek ve talaşın malzemeden ayrılmasını kolaylaştırmak için kesme sıvıları kullanılır.

Tablo 3.2: Delme ve Vida Çekmede Kullanılan Soğutucular

Malzemeler	Kesme Sıvıları
Az dirençli çelik Yüksek dirençli çelik	Madensel yağlar ve suda çözülen yağlar
Dökme demir	Yağsız
Dövme demir	Sodalı su ve suda çözülen yağlar
Bakır ve alüminyum	Gaz yağı
Bronz ve pirinç	Yağsız veya suda çözülen yağlar (Bol miktarda kullanılabilir.)

ELLE PAFTA ÇEKME

BİLGİ YAPRAĞI

3.3.1 Paftaların Tanımı

Silindirik parçaların dış yüzeyine uygun pafta takımı kullanarak yapılan diş açma işlemidir. Özellikle ufak çaplı cıvataların üretiminde yaygın olarak kullanılır. Bu işlem için kullanılan kesici aletlere **pafta** denir (Görsel 3.23).

Silindirik parçaların dış yüzeyine vida açan alettir. Yüksek hız çeliğinden yapılmıştır. Paftalarla vida açmak sıkça yapılan bir işlemdir. Bu işlem bir defada yapılır. Pafta lokması, pafta kolunun alın yüzeyine iyice yataklanmalıdır. Dış vida açmak için pafta doğrudan doğruya vida açılacak parçanın üzerine oturtularak sabit bir baskı altında döndürülmelidir.

Pafta Kolları: Pafta lokmasının takılıp vidalarla sabitlendiği iki kollu aparattır (Görsel 3.24). Silindirik biçimli pafta kolları en çok kullanılanlarıdır. Paftanın takıldığı kısım standart pafta lokmalarının çapından küçük yapılır.

Görsel 3.23: Pafta lokması

Görsel 3.24: Pafta kolu

3.3.2 Pafta Çeşitleri

Dişlerine göre paftalar;

- Normal diş paftalar
- İnce diş paftalar

Biçimlerine göre paftalar;

Boru Paftaları: Sıvı, gaz ve su taşıyan boruların uçlarına diş açmak için kullanılan paftalardır.

Çok Parçalı Paftalar: Büyük çaplı boruların dışına diş açmak için kullanılan paftalardır. Bu paftada pafta lokması iki parçadan oluşur. Bu iki parça arasındaki diş aralığı vidayla ayarlanır.

Tek Parçalı Paftalar: Çabuk ve kolay biçimde, bir defada vida açmak için kullanılır. Genellikle bir silindirin ortasına delik delindikten sonra vida açılarak kesici ağızlar meydana getirilmiştir. Ağızların her biri sırayla parçadan aynı miktarda talaş kaldıracak şekilde yapılmıştır.

3.3.3 Pafta Çekmede İşlem Sırası ve Dikkat Edilecek Özellikler

- Paftanın rahat ağızlaması için malzeme ucuna pah kırılmalıdır.
- Paftalar, yazılı kısım pafta kolunun üst kısmına gelecek şekilde takılmalıdır.
- Parça, mengene çenelerine dik konumda bağlanmalıdır.
- Cıvataya diş açmada ilk diş oluşturulurken biraz baskı uygulanmalıdır.
- Paftanın parça ekseninde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Pafta çekme işlemi sırasında kesme yağı kullanılmalıdır.
- Talaşın sıkışmaması için 1/4 oranında saat ibresinin tersi yönünde döndürülmelidir.
- Vida işlemi bitinceye kadar bu işlemlere devam edilmelidir.

Bilgi Kutusu

- Vida açılacak milin çapı, vida diş üstü çapı kadar olmalıdır. Fakat pafta çekerken şişme olacağından özellikle çeliklerde bu çap biraz küçük yapılmalıdır. Pirinç, bronz, döküm gibi yumuşak malzemeler için ise çap aynı seçilebilir. Bu çap farkları 0,1–0,2 mm arasında değişebilir.

3.3.4 Vidaların Kontrol Edilmesi

3.3.4.1 Kumpaslarla Kontrol

Bağlama vidaları genellikle özel bir ölçmeye tabi tutulmaz. Bazen ölçüleri bilinmeyen cıvataya uygun bir somun yapmak gerekebilir. Bu gibi durumlarda vida çapı kumpasla ölçülür (Görsel 3.25).

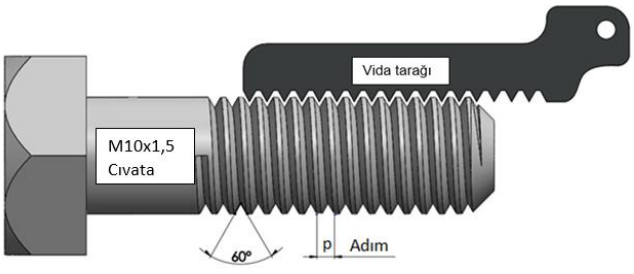
İç vidaların kumpasla kontrolü sağlıklı olmaz. Sadece dış vidaların kontrolünde kumpas kullanabilir. Diş üstü çapı ve adımının uygun olup olmadığı ölçülebilir.

Görsel 3.25: Kumpasla çap ölçme

3.3.4.2 Vida Tarağıyla Kontrol

Vida tarağı, birçok ince çelik yaprağın bir araya getirilmesiyle yapılmıştır (Görsel 3.26). Her yaprakta standart dişe göre açılmış dişler vardır. Yaprak üzerine yazılmış rakam, whitworth vidalarda parmaktaki diş sayısını, metrik vidalarda ise vidanın adımını gösterir. Açılan vidanın adımına uygun vida tarağı seçilerek, uygun aydınlatma ortamı olan bir yerde vida kontrol edilir (Görsel 3.27).

Görsel 3.26: Vida tarağı



Görsel 3.27: Vida tarağıyla kontrol

TEMRİN 3.1 — DELİK DELME

Amaç: Yapım resimlerinde verilen delikleri doğru yöntem ve tekniklerle delmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Markalama aletleri
- Soğutma sıvısı
- Matkap ucu

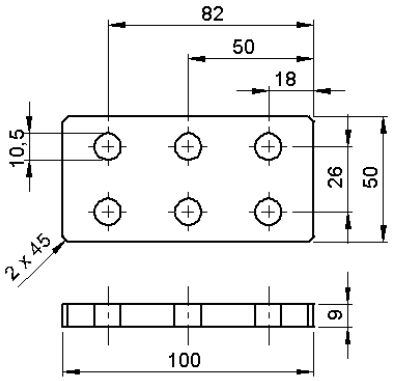
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin edilerek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Delinecek parçaya markalama işlemi (Görsel 3.29) yapılarak nokta vurunuz (Görsel 3.30).
3. Delinecek parçayı, mengeneye sağlam bir şekilde bağlayınız.
4. Delme işlemi için uygun çapta matkap ucu seçiniz.
5. Delme işlemi için matkap çapına ve malzemenin cinsine uygun tezgâh devrini ayarlayınız.
6. Matkap ucunu mandrene bağlayınız ve tezgâhı öğretmen kontrolünde çalıştırınız.
7. Nokta vurulan delik merkezini matkap ucuna ağızlatınız.
8. Uygun bir ilerlemeyle soğutma sıvısı kullanarak delik deliniz (Görsel 3.31).
9. Bütün delikler delindikten sonra parçayı mengeneden sökerek parçanın çapaklarını temizleyiniz.

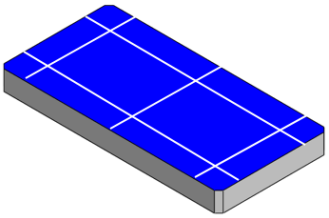
Sorular

1. **Delik delme işleminde tezgâh devri neye göre belirlenir? Açıklayınız.**
2. **Delik delme işlemi sırasında soğutma sıvısın önemini açıklayınız.**

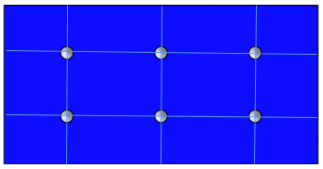
Uygulamaya Ait Görseller



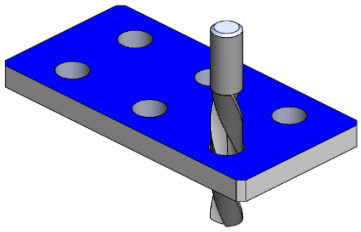
Görsel 3.28: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 3.29: Markalama



Görsel 3.30: Nokta vurma



Görsel 3.31: Delme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçanın yapım resmine göre markalanması	**20**	
Sınıfı :	Matkap çapına göre tezgâh devrinin ayarlanması	**20**	
No. :	Parçanın yapım resmindeki ölçüye göre delinmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 3.2 — HAVŞA AÇMA

Amaç: Delinmiş deliklere doğru yöntem ve teknikle havşa açmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Havşa matkabı

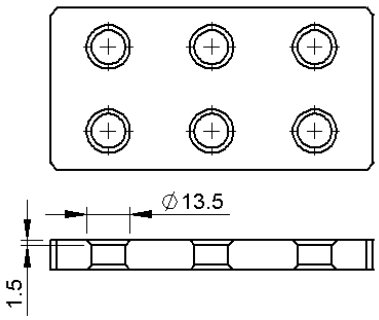
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Delinmiş iş parçasını (Görsel 3.33) tezgâh mengenesine sağlam bir şekilde bağlayınız.
3. Uygun ölçüdeki havşa frezesini seçiniz.
4. Havşa işlemi için matkap çapına ve malzemenin cinsine uygun tezgâh devri ayarlayınız.
5. Havşa frezesini mandrene bağlayınız ve tezgâhı öğretmen kontrolünde çalıştırınız.
6. Delikleri havşa frezesine ağızlatalarak deliklere, uygun bir ilerlemeyle havşa açınız (Görsel 3.34).
7. Daha sonra tüm deliklere sırasıyla bu işlemleri uygulayınız.

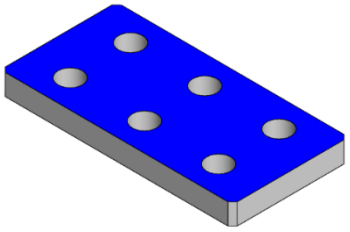
Sorular

3. **Havşa açma işleminin amacını açıklayınız.**

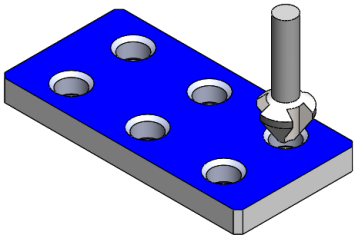
Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 3.32: Parçaya ait teknik resim



Görsel 3.33: Delinmiş iş parçası



Görsel 3.34: Deliklere havşa açma işlemi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Uygun havşa frezesinin seçilmesi	**20**	
Sınıfı :	Havşa frezesine göre tezgâh devrinin ayarlanması	**20**	
No. :	Havşanın yapım resmindeki ölçüye göre açılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 3.3 ELLE KILAVUZ ÇEKME

Amaç: Yapım resmi verilmiş deliklere uygun kılavuz takımıyla diş açmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kılavuz takımı
- 90˚ kıl gönye
- Kılavuz kolu
- Mengene
- Yağdanlık

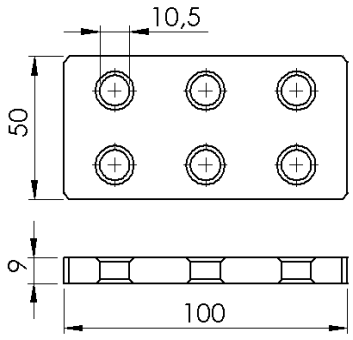
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin edilerek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Parçayı, delik ekseni dik olacak şekilde mengeneye bağlayınız.
3. I. kılavuzu, kılavuz koluna takarak deliğe dik bir şekilde ağızlatınız. (Görsel 3.36).
4. Kıl gönye yardımıyla 90° diklik kontrolü yapınız (Görsel 3.37).
5. Dengeli bir kuvvet uygulayarak kılavuz kolunu saat yönünde döndürünüz (Görsel 3.38).
6. Talaşın sıkışmaması için kılavuz kolunu her iki turda bir, yarım tur ters yönde döndürünüz.
7. Yağ kullanarak kılavuz çekiniz.
8. I. kılavuzdan sonra sırasıyla II. ve III. kılavuzları da çekerek işlemi bitiriniz.

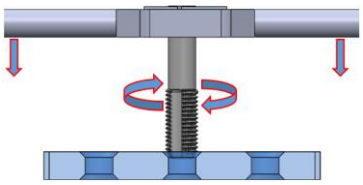
Sorular

1. **Kılavuz çekme işleminde kılavuz takımı neye göre seçilir? Açıklayınız.**
2. **Metrik vidayla whitworth vidanın açı farkını açıklayınız.**

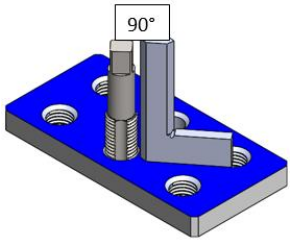
Uygulamaya Ait Görseller



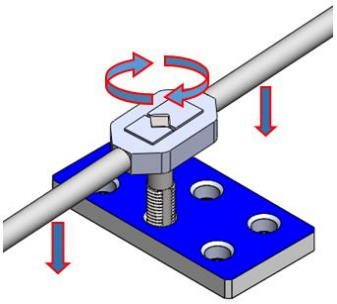
Görsel 3.35: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 3.36: İlk kılavuzun ağızlatılması



Görsel 3.37: 90° kıl gönye ile diklik kontrolü



Görsel 3.38: Kılavuzun çekilmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Deliğe göre uygun kılavuz takımının seçilmesi	**20**	
Sınıfı :	I. kılavuzun dik bir şekilde ağızlatılması	**20**	
No. :	Yapım resmindeki ölçüye göre kılavuzun çekilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 3.4 — ELLE PAFTA ÇEKME

Amaç: Yapım resmi verilen silindirik parçalara uygun paftayla diş açmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Pafta lokması ve pafta kolu
- Tezgâh mengenesi
- Yağdanlık
- Vida tarağı

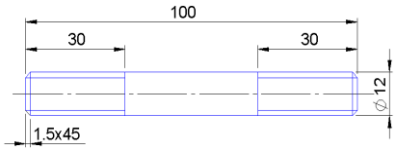
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Parçayı ekseni dik olacak şekilde mengeneye bağlayınız (Görsel 3.42).
3. Parçanın çapaklarını alarak paftanın iyi ağızlaması için parçaya pah kırınız.
4. Pafta lokmasını pafta koluna yazılı kısmı üst tarafa gelecek şekilde takıp paftanın vidalarını sıkınız.
5. İlk ağızlamayı dikkatli bir şekilde yaparak ilk dişleri açınız (Görsel 3.40).
6. Talaşın sıkışmaması için pafta kolunu her iki turda bir, yarım tur ters yönde döndürünüz.
7. Yağlama yaparak pafta çekme işlemini bitiriniz.
8. Vida tarağıyla diş kontrolünü yapınız

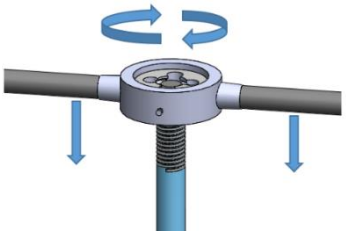
Sorular

3. **Pafta çeşitleri nelerdir? Boru paftası ne için kullanılır? Açıklayınız.**

Uygulamaya Ait Görseller

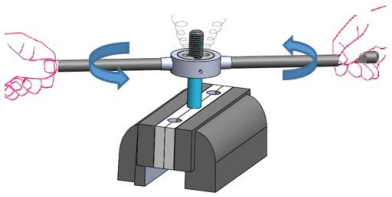


Görsel 3.39: Parçaya ait yapım resmi



Görsel 3.40: Paftanın ağızlatılması

Görsel 3.41: Elle pafta çekilmiş iş parçası



Görsel 3.42: Elle pafta çekilmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Mile uygun pafta takımının seçilmesi	**20**	
Sınıfı :	Paftanın dik bir şekilde ağızlatılması	**20**	
No. :	Yapım resmindeki ölçüye göre paftanın çekilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi kılavuz çeşitlerinden biri değildir?**
   A) Normal diş kılavuzlar
   B) İnce diş kılavuzlar
   C) Helisel kılavuzlar
   D) Makine kılavuzları
   E) Boru kılavuzları

2. **Genellikle sac, duvar, ağaç ve büyük plakalara delik delinmesinde kullanılan alet hangisidir?**
   A) Masa matkapları
   B) Elektrikli el matkabı
   C) El kılavuzları
   D) Spiral
   E) Radyal matkap

3. **Sütunlu matkap tezgâhı kullanılarak çelik bir malzemeye çapı 16 mm bir delik delinecektir. Matkabın kesme hızı 25m/dk. olduğuna göre tezgâhın devir sayısı aşağıdakilerden hangisidir? (π = 3,14 alınacaktır.)**
   A) 178
   B) 285
   C) 498
   D) 592
   E) 650

4. **Aşağıdakilerin hangisi delme işlemlerinde kullanılan bağlama çeşitlerinden biri değildir?**
   A) Tezgâh mengenesine bağlama
   B) Tezgâh tablasına bağlama
   C) Takoz üzerinde serbest delme
   D) Elle tutarak delme
   E) Manyetik tablaya bağlayarak delme

5. **Aşağıdakilerin hangisi vidanın elemanlarından biri değildir?**
   A) Diş üstü çapı
   B) Adım
   C) Diş dibi çapı
   D) Bölüm dairesi çapı
   E) Vida tarağı

6. **Aşağıdakilerin hangisi profillerine göre vida çeşitlerinden biri değildir?**
   A) Dikdörtgen vidalar
   B) Trapez vidalar
   C) Kare vidalar
   D) Üçgen vidalar
   E) Yuvarlak vidalar

7. **Aşağıdakilerin hangisi hareket ve kuvvet ileten vidalardan değildir?**
   A) Trapez vidalar
   B) Kare vidalar
   C) Üçgen vidalar
   D) Boru vidaları
   E) Testere dişli vidalar

8. **Dökme demir malzemeye kılavuzla vida açarken hangi kesme yağı kullanılmalıdır?**
   A) Madensel yağlar
   B) Sodalı su
   C) Yağsız
   D) Gaz yağı
   E) Motorin

9. **Kılavuz çekilecek delik nasıl delinmelidir?**
   A) Vidanın diş üstü çapından, adımı kadar küçük
   B) Vidanın diş üstü çapından, adımı kadar büyük
   C) Vidanın diş dibi çapından, adımı kadar küçük
   D) Vidanın diş dibi çapından, adımı kadar büyük
   E) Vidanın böğür çapından, adımı kadar büyük

10. **Kılavuz gövdelerinde çizgi yoksa kılavuz çekme sırası nasıl belirlenmelidir?**
    A) Kılavuzun boyuna göre
    B) Kılavuz sapına göre
    C) Rastgele
    D) Sap kare boyutuna göre
    E) Ağız uç konikliğine göre

4. ÖĞRENME BİRİMİ

MAKİNE ELEMANLARI VE UYGULAMALARI

Bu öğrenme biriminde;

1. Cıvatalı ve somunlu bağlantı yapmayı
2. Pernolu ve gupilyalı bağlantı yapmayı
3. Pimli bağlantı yapmayı
4. Kamalı bağlantı yapmayı
5. Perçinleme yapmayı

öğreneceksiniz.

CİVATALI SOMUNLU BAĞLANTI

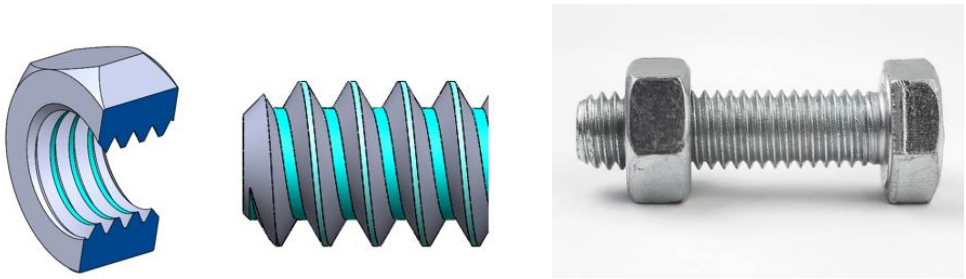
BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- İnternet sitelerinden, bağlantı elemanlarıyla ilgili kataloglar indirerek inceleyiniz.
- Cıvata ve somunlu bağlantının raylı sistemler sektöründeki uygulama alanlarını araştırınız.
- Ray bağlantılarında kullanılan bağlantı elemanlarını atölyenizde inceleyerek özelliklerini tartışınız.
- Pimli bağlantının kullanım amacı ne olabilir? Araştırınız.
- Perçin çeşitlerini ve perçinli bağlantının kullanım amacını araştırınız.

4.1.1 Vidalar

Sökülebilir bağlantılarda en çok tercih edilen bağlantı elemanlarının başında cıvata ve somun gelmektedir. Sökülebilir bir bağlantıda somun kullanılıyorsa dış helisel olukları olan silindirik parçaya **cıvata** denir (Görsel 4.1). Eğer bağlantıda somun kullanılmıyorsa ve bağlantı, parçalardan birine açılan dişlerle yapılıyorsa burada kullanılan helisel oluklu silindirik parçaya ise **vida** denir. Vidalar, açıldıkları yüzeylere göre dış vida (cıvata) ve iç vida (somun) olarak adlandırılır.



Görsel 4.1: Cıvata ve somun

4.1.1.1 Vidaların Sınıflandırılması

Vida, esas itibarı ile silindirik bir mil üzerine vida profili adı verilen diş şeklinin helis eğrisi boyunca sarılması ile meydana gelir. Helisin silindir üzerine, sarılma yönüne göre sağ ve sol vidalar oluşur. Silindire sarılan helis birden fazla ise vida; helis sayısına göre iki, üç, dört vb. ağızlı vida olarak adlandırılır.

VİDA ÇEŞİTLERİ

Diş Profiline Göre	Ölçü Sistemime Göre	Kullanım Amacına Göre
• Üçgen vida • Kare vida • Yuvarlak vida • Trapez vida • Testere vida	• Metrik vidalar • Whitworth (parmak) vidalar	• Bağlantı vidaları • Hareket vidaları • Boru vidaları • Ağaç vidalaı • Sac vidaları

Üçgen Profilli Vida: Diş profili üçgen biçimindedir. Metrik vida diş açısı 60°, whitworth vida diş açısı 55° dir.

Kare Profilli Vidalar: Yapımı kolay ve fazla zaman almadığı için baskı millerinde, iş tezgâhlarında ve mengenelerde kullanılır.

Yuvarlak Profilli Vidalar: Yuvarlak köşe profilli vidalar; pislik, kum, toz ve pastan fazla zarar görmedikleri için kirli su, vana milleri, hortum rekorları, itfaiye armatürleri ve vagonların birbirine bağlanması gibi yerlerde kullanılır.

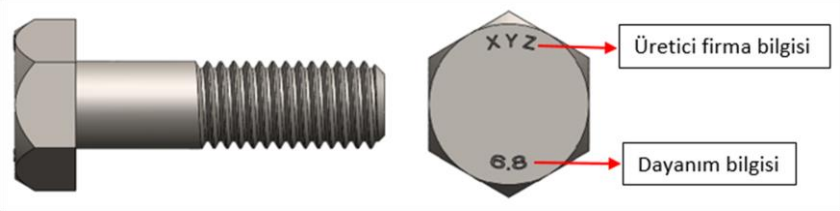
Trapez Profilli Vidalar: Hareket vidası olarak takım tezgâhlarında ana millerde ve sonsuz vidalarda kullanılır.

Testere Profilli Vidalar: Dişleri testere şekline benzediği için bu isim verilmiştir. Tek yönde çok ve büyük kuvvetlerle yüklenen millerde, preslerde kullanılır.

Bilgi Kutusu

Cıvatalarda Dayanım

Görsel 4.2'de gösterilen cıvatanın kalitesi 6.8'dir. Burada birinci rakamın 100 ile çarpımı, cıvata malzemesinin garantili kopma "σk" mukavemet değerini; ikinci rakamın birinci rakam ile çarpım sonucunun 10 katı ile çarpımı cıvata malzemesinin garantili akma "σAk" mukavemet değerini verir.



Görsel 4.2: Cıvata dayanımı

Cıvata Dayanım Sınıfları											
3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9

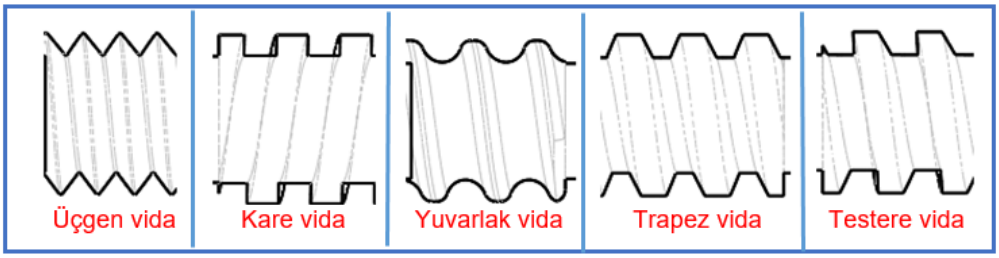
Örnek: 6.8 dayanım sınıfı;
Kopma dayanımı σk = 6 x 100 = 600 N/mm² = 61,18 kg/mm²
Akma dayanımı σAk = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm² = 48,93 kg/mm²

Cıvata Dayanım Sınıfları						
4	5	6	8	10	12	14

Somun dayanım sınıfları, tek sayıdan oluşur ve cıvata malzemesinin N/mm² cinsinden çekme dayanımının 1/100'ünü ifade eder.

Örnek: Dayanım sınıfı 8 olan bir somunun çekme dayanımı: 8 x 100 = 800 N/mm² = 81,5 kg/mm² olur.

Bağlantı elemanları seçiminde somun dayanım sınıfı, cıvata dayanım sınıfına denk olmalıdır. Yani 5.8 kalite cıvata için 6 kalite somun uygundur. 10.9 kalite cıvata için 10 kalite somun kullanılmalı; 8 kalite veya daha düşük dayanım sınıfına sahip bir somun kullanmamalıdır.



Görsel 4.3: Profillerine göre vidalar

Metrik Vidalar: Metrik vidaların, vida diş tepe açısı 60° olup vida çapları ile adımı daima milimetre olarak verilir. Normal diş ve ince diş olmak üzere iki çeşittir. Bağlantı vidası olarak kullanılır.

Whitworth Vidalar: Üçgen profilli vida olup diş tepe açısı 55° dir. Anma çapları, adımın parmak ölçü sistemine göre ölçülendirilmiştir. Adımları bir inçteki (1'' = 25,4 mm) diş sayısı olarak belirlenir. Özellikle sızdırmazlık isteyen boru bağlantılarında kullanılır.

Bilgi Kutusu

- Metrik ve whitworth vidalar, bağlantı vidası olarak kullanılır. Kare, trapez, testere ve yuvarlak profilli vidalar ise baskı millerinde, takım tezgâhlarında ve çeşitli mengenelerde hareket ve kuvvet ileten vida olarak kullanılır.

Boru Vidaları: Boruların birbirlerine bağlanmasında kullanılır. Üzerindeki vidanın adımı, bir parmaktaki diş sayısına göre boru çapı esas alınarak standartlaştırılmıştır. Boru üzerindeki vida özel paftaları ile açılır (Görsel 4.4).

Görsel 4.4: Boru vidaları

Ağaç Vidaları: Ağaç vidalarının ucu sivri, açısı 60° ve adımları büyüktür. Ağaç vidaları çelik, pirinç ve alüminyum alaşımdan yapılır. Ağır parçaları bağlamak için dört ve altı köşe başlı ağaç vidalar da vardır. Genellikle havşa başlı olarak yapılır (Görsel 4.5).

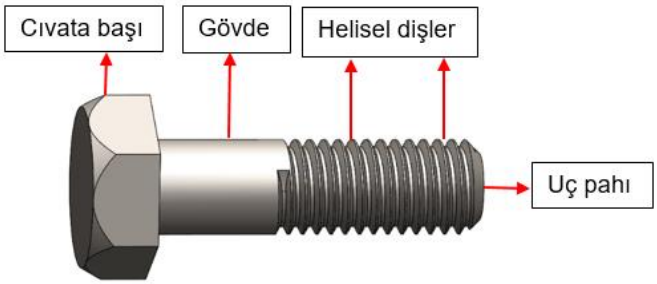
Görsel 4.5: Ağaç vidaları

Sac Vidası: Madeni sacı, saca veya madeni olmayan gereçleri saca bağlamaya yarar (Görsel 4.6). Sac vidaları ilk bakışta ağaç vidalarına benzese de arada büyük fark vardır. Sac vidası dolusuna ait biçim açısı 60° dir.

Görsel 4.6: Çeşitli sac vidaları

4.1.2 Cıvatalar

İki parçayı birbirine sökülebilecek şekilde bağlamaya yarayan üzerine vida açılmış başlı bağlantı elemanına **cıvata** denir (Görsel 4.7). Cıvatalar baş kısımlarının biçimlerine göre isimlendirilir.



Görsel 4.7: Cıvata

4.1.2.1 Cıvatanın Sınıflandırılması

Altı Köşe Başlı Cıvatalar: Özellikle gövde çapı büyük olan cıvatalar altı köşe başlı olarak yapılır (Görsel 4.8). Altı köşe başlı cıvata olarak anılması için cıvatanın altı köşe olduğunu belirtmek, çapı ile gövde boyunu ve standart numarasını vermek yeterlidir. (M 10 X 50 TS 1021/1 gibi)

Görsel 4.8: Altı köşe başlı cıvata

Dört Köşe Başlı Cıvatalar: Daha çok çelik yapılarda ve tarım makinelerinde kullanılır (Görsel 4.9). Gövde çapı genellikle küçüktür. Dört köşe başlı cıvata olarak anılması için cıvatanın dört köşe olduğunu belirtmek, çapı ile gövde boyunu ve standart numarasını vermek yeterlidir (dört köşe başlı cıvata M 12 X 40 TS 1022/4).

Görsel 4.9: Dört köşe başlı cıvata

Silindirik Başlı Altı Köşe Yuvalı Cıvata (Alyan Başlı): Alyan; anahtarla sökme takma işlemi yapılabilen cıvata başının dışarıda kalması istenmeyen dişli kutusu kapağı, flanş, kalıp gibi yerlerde kullanılır (Görsel 4.10).

Görsel 4.10: Silindirik başlı cıvata

Havşa Başlı Cıvatalar: Havşa başlı cıvataların altı köşe erkek anahtarlarla sıkılıp gevşetilenleri varsa da önemli miktarı düz veya yıldız tornavida ile idare edilir (Görsel 4.11). Düz tornavida kullanılacaksa tornavidanın ağız kalınlığı, cıvata yarığına boşluksuz geçmeli ve boyu da cıvatanın havşalı kısmından taşmamak şartıyla uzun olmalıdır. Tornavida ucunun yüzeyleri birbirine paralel olmalı ve hatalı bileme ile keski ucu gibi sivrilmemelidir. Ucu hatalı tornavida ile iyi sıkma elde edilemeyeceği gibi cıvatanın tornavida yarığı da bozulur.

Görsel 4.11: Çeşitli havşa başlı cıvatalar

4.1.2.2 Cıvata Malzemesi

Sade karbonlu sementasyon ve ıslah çeliklerinden yapılır. Ayrıca paslanmaz çelik, seramik, bakalit, plastik vb. gereçlerden de yapılabilir.

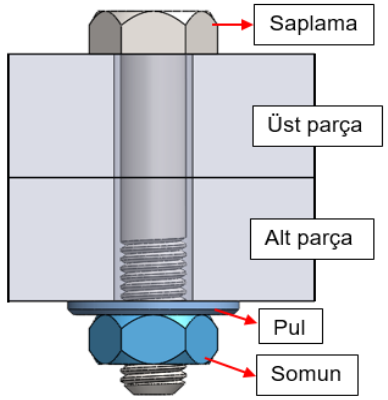
4.1.2.3 Cıvata Standartları

TS 8210 göre cıvata standart gösterişleri aşağıdaki gibi yapılır:

- Altı köşeli cıvata TS EN 240/14
- Altı köşeli cıvata TS EN 240/18
- Silindirik başlı cıvata TS 1020/15
- Dört köşe başlı cıvata TS 1022/1

4.1.2.4 Cıvata ve Somunlu Bağlantı Örnekleri

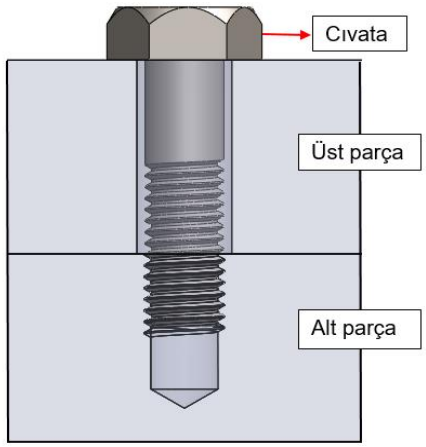
Cıvata ve Somunlu Bağlantı



Görsel 4.12: Cıvata ve somunlu bağlantı

- Bu birleştirme yönteminde her iki parçaya da diş açılmasına gerek yoktur.
- Parçalara markalama işlemi yapıldıktan sonra her iki parçaya da cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir delik delinir.
- Parçalar merkezlendikten sora cıvata takılır. Bağlantıda gevşeme olmaması için pul takılır ve somun emniyetli bir şekilde sıkılır.
- Yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Parçaya Sabitlenen Cıvatalı Bağlantı

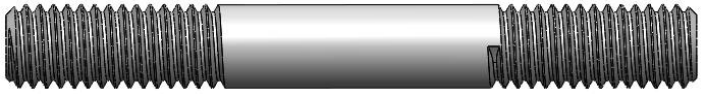


Görsel 4.13: Parçaya sabitlenen cıvatalı bağlantı

- Bu birleştirme yönteminde üstteki parçaya cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir delik delinir.
- Alt parçaya ise kullanılacak cıvatanın diş üstü çapından vida adımı kadar küçük bir delik delinerek kılavuzla diş çekilir.
- Örneğin; iki parça M 14 x 30'luk cıvata ile birleştirmek için önce M 14 cıvatanın diş dibi çapına bakılır. Yaklaşık 12 mm matkap ile ikinci parçanın dışına çıkmayacak şekilde delik delinir ve bu deliğe kılavuzla diş açılır.
- İki delik merkezlendikten sonra cıvata takılarak sıkma işlemi gerçekleştirilir.

4.1.3 Saplamalar

Her iki ucuna diş açılmış parçaları birbirine çözülebilir biçimde bağlamaya yarayan başsız bağlantı elemanıdır (Görsel 4.14). Saplamanın boyu takıldığı malzemenin kalınlığına bağlıdır. Çeliklerde, dökme demirde, alüminyum alaşımlarda ve hafif magnezyum alaşımların vidalanmasında kullanılır.



Görsel 4.14: Saplama

4.1.3.1 Saplama Malzemeleri

Saplamalar; kullanım alanına göre çelik, bakır, alüminyum ve alaşımlardan yapılır.

4.1.3.2 Türk Standartlarına Göre Saplamaların Gösterilişi

Düz Oyuksuz Saplama

- Normal vidalarda saplama; M16 X 80 TS 1025/1,
- İnce vidalarda saplama; M16 X 1,5 X 80 TS 1025/4 olarak gösterilir.

Oyuklu Saplama

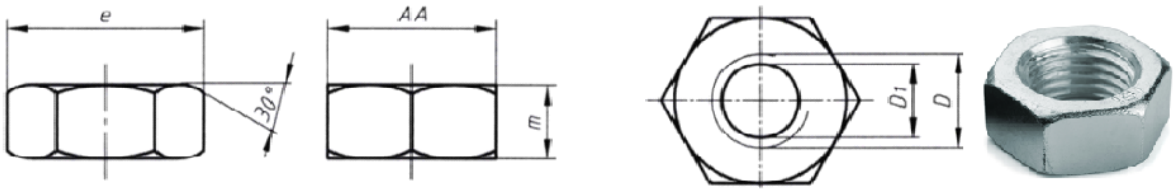
- Normal vidalarda oyuklu saplama; M20 X 110 TS 1025/4
- İnce vidalarda oyuklu saplama; M20 X 2 X 110 TS 1025/4 olarak gösterilir.

4.1.4 Somunlar

Deliğin içine vida çekilmiş ve dış çevresi altıgen, dörtgen, yuvarlak vb. biçimlerde olan makine elemanlarına **somun** denir (Görsel 4.15). Cıvata, saplama vb. vida açılmış makine parçalarına vidalanan yardımcı elemandır.

4.1.4.1 Somunların Sınıflandırılması

Altı Köşe Başlı Somunlar: Altı köşe başlı somunların kalınlığı genellikle vida gövde çapının 0,8 ile çarpımı kadardır. Normal vidalı altı köşe başlı somun M12 TS 1026/2, ince vidalı altı köşe başlı somun M12 X 1,5 TS 1026/2 gibi standartlaştırılmıştır.



Görsel 4.15: Somun

Dört Köşe Başlı Somunlar: Pahsız ve pahlı dört köşe somun olmak üzere ikiye ayrılır. Çelik yapılarda ve tarım aletlerinde kullanılır (Görsel 4.16).

Görsel 4.16: Dört köşe başlı somun

Kelebek Somun: Fazla sıkma istemeyen yerlerde kullanılır ve elle sıkılıp sökülen somunlardır (Görsel 4.17). Pres edilerek veya temper dökümden yapılır.

Görsel 4.17: Kelebek somun

Yuvarlak Somunlar: Yuvarlak somunlar ince vidalı olarak yapılır. Yuvarlak somun, ay anahtarıyla sıkılıp takılır. Bu tip somunlar, sıkıldıktan sonra ayarları bozulmasın diye genellikle emniyet saclarıyla birlikte kullanılır.

Tırtıllı Somunlar: Elle sıkılması yeterli olan yerlerde tırtıllı somunlar kullanılır.

Özel Somunlar: Bu tür somunlarda diş üssü çapı, 8-100 mm arasında olabilir. 85-20.000 kg arasında yük taşıyabilir.

4.1.4.2 Somun Malzemesi

Somunlar için malzeme seçimi, cıvatalar için malzeme seçiminden daha kolaydır. Somun genellikle cıvatanın yapıldığı malzemeden yapılmaz. Ayrıca somunların ısıl işleme tabi tutulması gerekli değildir. Hatta bunlar ısıl işlemi yapılmış cıvatalarla emniyetli bir şekilde kullanılabilir. Somun dişleri kesme alanı, cıvatanın çekme gerilimi alanından iki misli büyüktür. Bunun neticesi olarak düşük dirençli malzemeden yapılan bir somun, çekme testinde cıvatayı kırabilir. Somun imalatında, cıvata direncinin yarısından daha fazla dirence ihtiyaç duyulmadığı için somun malzemesi olarak düşük karbonlu çelikler kullanılır.

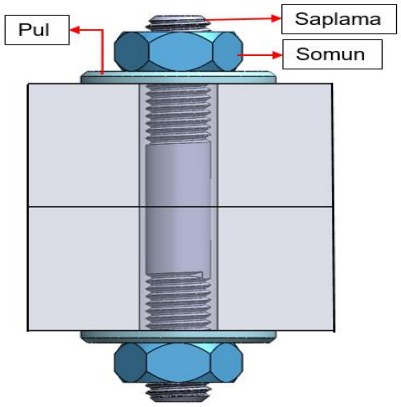
4.1.4.3 Türk Standartlarına Göre Somunların Gösterilişi

Somunlar TS 1026/21'den TS 1026/24 kadar standartlaştırılmıştır.

- Altı köşeli somun normal diş TS 1026/1
- Altı köşeli somun ince diş TS 1026/2
- Yuvarlak somun TS 1026/19-20
- Dört köşe başlı somun TS 1026/1

4.1.4.4 Saplama ve Somunlu Bağlantı Örnekleri

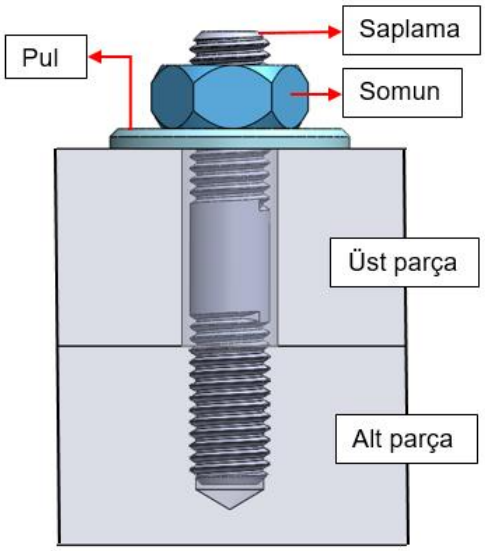
İki Somunlu ve Saplamalı Bağlantı



Görsel 4.18: İki somunlu ve saplamalı bağlantı

- Bu birleştirme yönteminde parçalara diş açılmaz. Her iki tarafına diş açılmış saplama kullanılarak bağlantı yapılır.
- Parçalara markalama işlemi yapıldıktan sonra her iki parçaya saplamanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir delik delinir.
- Parçalar merkezlendikten sora saplama takılır. Bağlantıda gevşeme olmaması için her iki tarafa rondela takılır ve somunlar emniyetli bir şekilde sıkılır.

Parçaya Sabitlenen Saplamalı Bağlantı



Görsel 4.19: Parçaya sabitlenen saplamalı bağlantı

- Bu bağlantı yönteminde üst parçaya saplamanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir delik delinir.
- Alt parçaya ise kullanılacak saplamanın diş üstü çapından vida adımı kadar küçük bir delik delinerek uygun kılavuzla diş açılır.
- Paçalar eş merkezli duruma getirildikten sonra her iki tarafına diş açılmış saplama takılır.
- Rondela takıldıktan sonra sıkma somunu takılır ve emniyetli bir şekilde sıkma işlemi gerçekleştirilir.
- Sökme işleminde ise sadece somun sökülerek üst parça çıkartılır. Böylece saplamanın dişleri korunmuş olur.

4.1.5 Rondelalar

Somun veya cıvata başı ile makine parçası arasında kullanılan ortası delik, genellikle halka biçiminde olan sacdan yapılmış parçalara **rondela** veya **pul** denir (Görsel 4.20).

Düz rondela | Yaylı rondela | Kare rondela | Tırtıl rondela

Görsel 4.20: Rondela çeşitleri

4.1.5.1 Rondelaların Görevi

Parçaların cıvata; somun ve benzeri vidalı elemanlarla birbirine bağlanmaları sırasında, oturma yerindeki yüzeylerin zedelenmesini ve bağlantının gevşemesini engelleme gibi görevleri vardır.

4.1.5.2 Rondela Malzemesi

Rondelalar, prensip olarak değmekte olduğu makine parçasının gerecinden yumuşak olmalıdır. Bu nedenle yumuşak çelik, bakır, pirinç, alüminyum, kurşun gibi gereçlerden yapılır.

4.1.5.3 Rondela Standartları

Rondelalar cıvata ve somun gibi çok kullanılan makine elamanlarıdır. Düz rondelalar TS 71/1'den TS 71/15'e kadar değişik ölçü ve tiplerde standartlaştırılmıştır.

4.1.5.4 Cıvata ve Somunlu Bağlantıda Kullanılan Takımlar

Makine ve iş parçaları üzerinde bulunan cıvata ve somunların sökülmesi, takılmasında genellikle anahtar takımları kullanılır (Görsel 4.21).

Bunların dışında cıvata ve somunları söküp takmak için anahtar takımlarının yanında tornavida, kurbağacık anahtarı, alyan anahtarı vb. aletler kullanılır.

Açıkağız anahtar

Yıldız anahtar

Ayarlı anahtar (kurbağacık)

Lokma anahtar

Alyan anahtar

Tork anahtarı

Boru anahtarı

Düz ve yıldız tornavida

Görsel 4.21: Cıvatalı bağlantıda kullanılan elemanlar

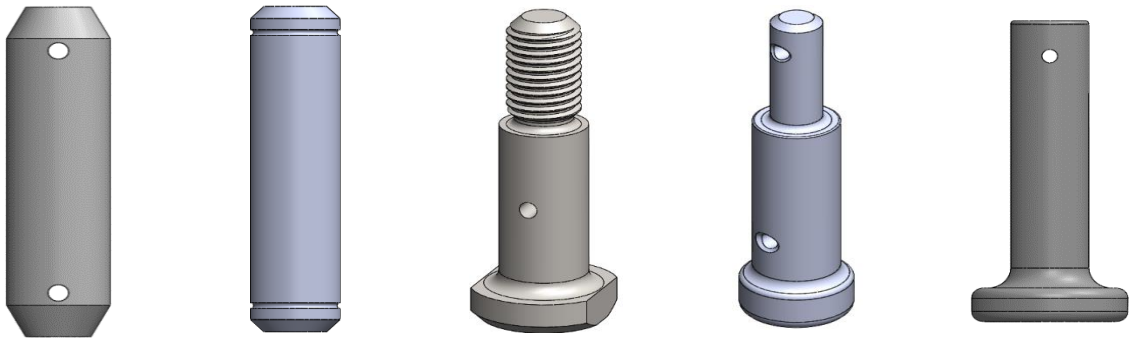
4.2.1 Pernolar

Makine parçalarının karşılıklı durumlarını tespit ederek oynak salınım hareketli birleştirmelerde çözülebilir şekilde bağlantı yapmaya yarayan makine elemanlarına **perno** denir (Görsel 4.22).

Pernolar, zorlanan yerlerde kullanılan pimler veya standartlaştırılmış miller olarak da düşünülebilir. Pernolar genel olarak makine üretiminde, raylı ve motorlu taşıtların oynak ve mafsallı yerlerinde kullanılır.

4.2.1.2 Pernoların Sınıflandırılması

Pernolar, biçimlerine göre aşağıdaki gibi başlı ve başsız olmak üzere ikiye ayrılır.



Başsız pernolar

Başlı pernolar

Görsel 4.22: Perno çeşitleri

Başsız Pernolar: Başsız pernolar, delikli ve deliksiz olarak iki türdür. Başsız pernolar sıkı alıştırılan yerlerde kullanılır. Delikli pernolar ise yerlerinden kendi kendine çıkmaması için gupilya, pim vb. makine elemanlarıyla emniyete alınır.

Başlı Pernolar: Bir ucunda başı diğer ucunda gupilya veya segman takmak için oyuk ya da deliği bulunur.

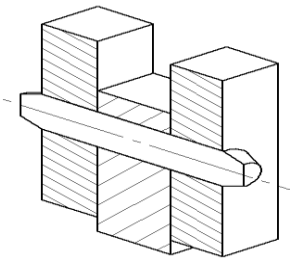
4.2.1.3 Perno Malzemeleri

Pernolar; çekme dayanımı 34-60 kg/mm^2 akma çeliğinden, çekme dayanımı 50-75 kg/mm^2 otomat çeliğinden veya daha üstün mekanik özelliklere sahip çeliklerden yapılır. Yüzeyleri kromla, kadmiyumla, nikelle kaplanabilir veya fosfatlanabilir. Pernoların yüzey sertliği en az RC-50 olmalıdır.

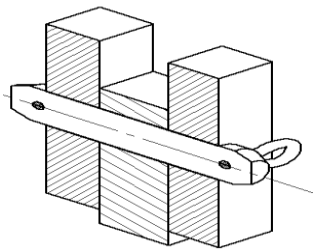
4.2.1.4 Perno Standartları

Pernolar, TS 69'da standartlaştırılmıştır.

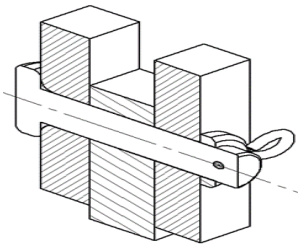
4.2.1.5 Pernolu Birleştirme Örnekleri



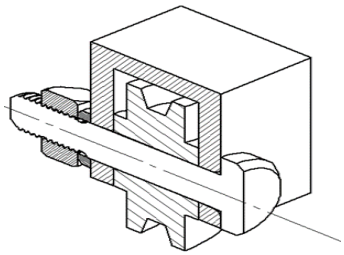
Başsız perno ile birleştirme



Başsız delikli, gupilyalı perno ile birleştirme



Başlı delikli kopilyalı, rondelalı perno ile birleştirme



Başlı, vidalı, emniyet rondelalı ve somunlu perno ile birleştirme

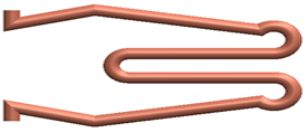
Görsel 4.23: Pernolu birleştirme

4.2.2 Gupilyalar

Somunların ayar bileziklerinin ve pernoların güvenliğinde kullanılır (Görsel 4.24). Yarım daire kesitli çubuklardan maşa şeklinde biçimlendirilmiş olup yerlerine takıldıktan sonra uçlarının birbirine ters yönde büküldüğü pimdir. Uçlarının kolay açılabilmesi için boyları farklı ve uçları eğimli olur. Çapları, monte edildikleri perno veya vida çapına bağlı olarak seçilir.

4.2.2.1 Gupilyaların Çeşitleri

- Maşa biçimli gupilya
- Yay biçimli gupilya
- Kama biçimli gupilya



Görsel 4.24: Gupilya çeşitleri

4.2.2.2 Gupilyalarının Malzemesi

Gupilyalar; kolay şekillendirilmeleri amacıyla akma çeliklerden, bakır-çinko, alüminyum alaşımlardan üretilir. Gerektiğinde krom, nikel vb. ile kaplanır.

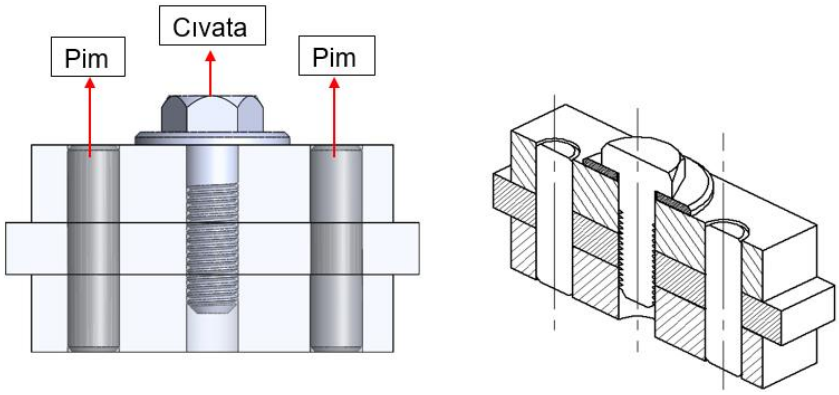
4.2.2.3 Gupilyalarının Standartları

Gupilyaların standart gösterimi TS 2339 olarak belirtilmiştir.

4.3.1 Pimler

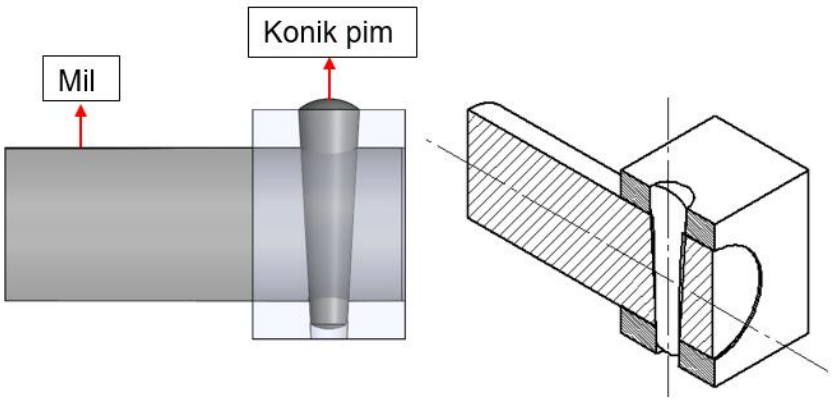
Pimler; makine parçalarını hareketsiz ancak sökülebilir şekilde birleştiren, çelikten yapılmış silindirik veya konik makine elemanlarıdır.

Pimlerin görevi; parçaların karşılıklı durumlarını sabit olarak merkezlemek, birbirine geçen parçaları bağlamak ve eksenine dik olmak şartıyla bağladığı parçaların etkilendiği kuvvetleri karşılamak veya iletmektir (Görsel 4.25).



Görsel 4.25: Pimlerle merkezleme

İki veya daha fazla sayıda parça, sık sık sökülüp takılacaksa cıvata kullanılarak birbirine bağlanır. Parçaların hep aynı şekilde, en ufak kayma olmadan, birleştirilmesi isteniyorsa cıvatalarla beraber pimlerden yararlanılır. Bu amaçla, düz veya konik pimlerden en az iki tane kullanılır.



Görsel 4.26: Pimlerle merkezleme

4.3.2 Pimin Standartları

Pimler TS 2337'ye göre standartlaştırılmıştır. Çeşitleri ve ölçüleri bu standart numarasından elde edilebilir.

4.3.3 Pimin Çeşitleri

Silindirik Pimler: Makine parçalarının sökülebilir durumda birbirine sıkı bağlanmasında kullanılan, çelikten yapılmış, yüzeyleri düzgün ve pürüzsüz olan silindirik makine elemanıdır.

Yivli Silindirik Pimler: Pimin yerine daha sıkı oturmasını sağlayan ve yüzeyde, boy ekseni doğrultusunda oluşturulan çentiklere yiv denir.

Son zamanlarda, kullanım alanları artan bu pimlerin üstünlüğü, takıldıkları deliklerin raybalanmasına gereksinim duyulmamasıdır. Dolayısıyla dar tolerans alanı içinde çalışma gereği ortadan kalkmıştır. Takılacakları delikler, doğrudan matkapla delinir ve pimler bu deliklere çakılır.

Konik Pimler: Makine parçalarının sökülebilir şekilde bağlanmasında kullanılan çelikten yapılmış ve yüzeyine koniklik verilmiş makine elemanlarıdır.

Yay Tipi Pimler: Yay tipi pim, takıldıkları yerde yaylanarak sıkı duran, pim yerine kullanılan çelikten yapılmış dairesel kesitli bir bağlantı elemanıdır. Yay tipi pimler, bağlayacağı parçalara matkapla delik delindikten sonra çakılır.

Vidalı Pimler: Vidalı pimler, genellikle parçaları birbirine çözülebilir şekilde bağlamaya yarayan, üzerinde çeşitli boylarda diş bulunan makine elemanlarıdır.

Düz silindirik pim

Yivli silindirik pim

Konik pim

Yivli konik pim

Silindirik vidalı pim

Konik vidalı pim

Silindirik vidalı pim

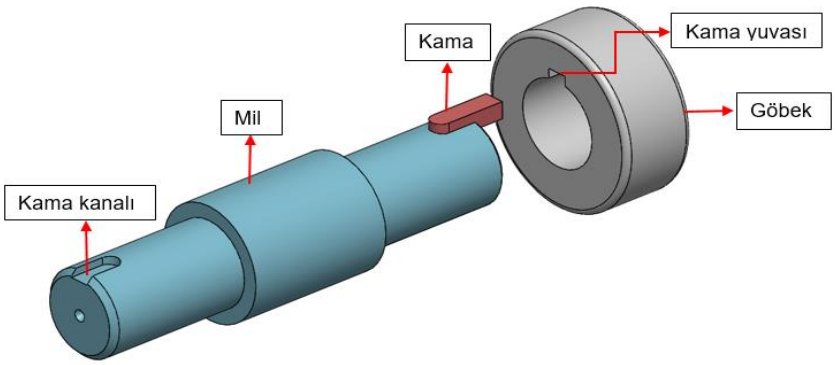
Yay tipi pim

Görsel 4.27: Pim çeşitleri

4.4.1 Kamalar

Mil ve göbek arasındaki bağıl hareketi önleyerek, hareketi ve momenti milden göbeğe veya göbekten mile ileten; güvenlik sağlamaya yarayan makine elemanlarıdır (Görsel 4.28).

Kamalar, kama yuvaları açıldıktan sonra kullanılır. Kama yuvalarının yapımı, kamanın yapımına göre zor ve masraflıdır. Bu nedenle çalışma esnasında kama yuvasının yerine kamanın bozulması daha uygun olur. Bunun sağlanabilmesi için kamanın, birleştirme yapılacak makine parçalarının malzemesinden daha yumuşak yapılması gerekir.



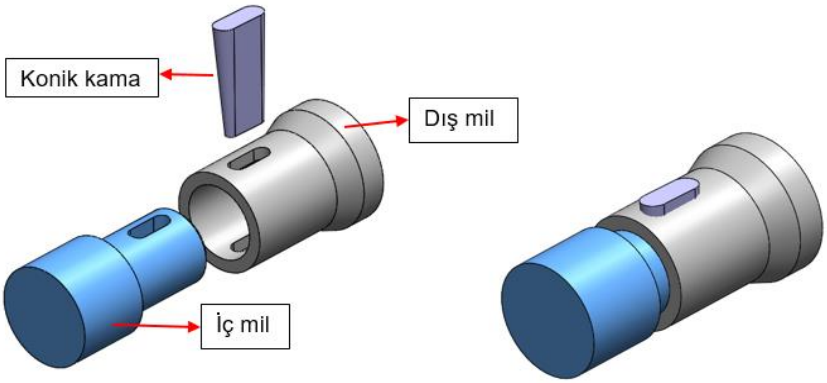
Görsel 4.28: Kamalar

4.4.2 Kamalı Bağlantı Çeşitleri

Kullanılma konumlarına göre ve biçimlerine göre kama çeşitleri aşağıda belirtilmiştir.

4.4.2.1 Enine Kamalar

Makine parçasının eksenine dikey konumda takılarak çalışan kamalara **enine kamalar** denir (Görsel 4.29). Enine kamalar makine parçalarını birleştirmek için değil de enine doğrultuda kuvvet üretmek veya iletmek ve ayar işlemleri için kullanılır. Bir tarafı eğimli kama ve iki tarafı eğimli kama olmak üzere iki çeşittir.



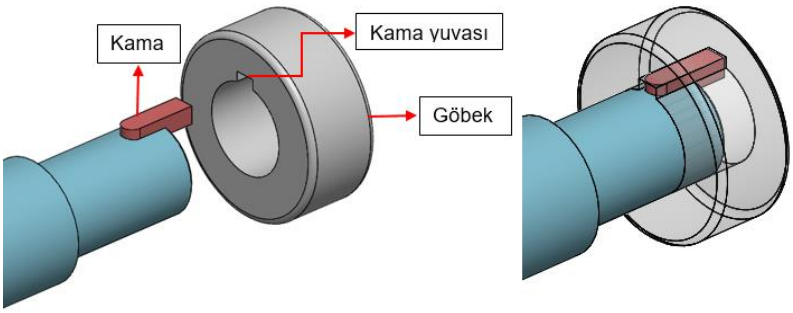
Görsel 4.29: Enine kamalı birleştirme

Enine kamaların dezavantajları;

- Standart değildir.
- Bağlantının yapılabilmesi için parçaların birbirine alıştırılması gerekir.
- Maliyeti yüksektir.

4.4.2.2 Boyuna Kamalar

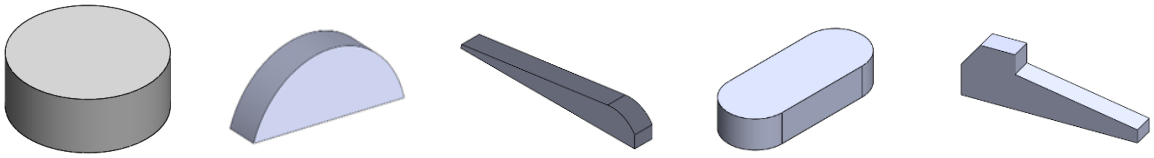
Makine parçalarını birleştirmek için kullanılan ve birleştirilen parçaların ekseni doğrultusunda yer alan kamalara **boyuna kamalar** denir (Görsel 4.30). Bu tür kamalar genellikle bir mil ile kasnak, dişli çark, düzen, teker (volan) vb. verlerde kullanılır.



Görsel 4.30: Boyuna kamalı birleştirme

Sıkıştırılabilen ve sıkıştırılamayan kamalar olarak iki grupta incelenir. Sıkıştırılabilen kamaların şekilleri bakımından aşağıdaki gibi çeşitleri vardır (Görsel 4.31).

- Eğimli düz kamalar
- Burunlu ve eğimli kamalar
- Teğet kamalar
- Yuvarlak kamalar



Yuvarlak kama | Yarım ay kama | Eğimli kama | Düz kama | Burunlu eğimli kama

Görsel 4.31: Boyuna kamalı birleştirme

Sıkıştırılamayan kamaların şekilleri bakımından da aşağıdaki gibi çeşitleri vardır.

4.4.1.3 Uygu Kamaları

Kamanın alt ve üst yüzü birbirine paraleldir. Dönme momenti sadece yan yüzeylerin birbirine temasıyla olur.

4.4.1.4 Yarım Ay Kamalar

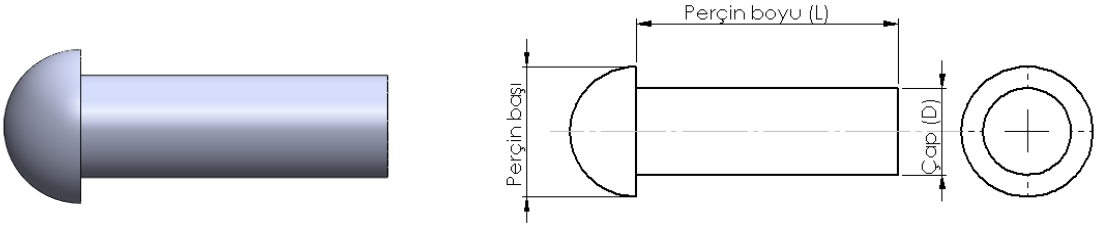
Kasnak veya dişli çark gibi makine elemanlarının göbek kısmının yuvası, diğer kamaların yuvalarından değişik değildir. Kamanın mil üzerindeki yuvası ise kama yuvarlaklığı çapında ve kama kalınlığında açılmıştır. Kamanın yuvası içerisinde dönme hareketi alabilmesi kama işlemini kolaylaştırır.

4.5.1 Perçin

Bir başı hazır diğer başı bağlantı yerinde oluşturulan sökülemeyen bağlantı elamanına **perçin** denir (Görsel 4.32).

İki parçanın birbirine perçin bağlantı elamanıyla sökülemeyecek şekilde birleştirilmesine **perçinleme** denir. Perçinli bağlantılar, ancak perçinin tahrip edilmesi hâlinde çözülebilir. Bağlanacak parçalar üzerine açılan deliklerin karşılıklı olarak merkezlenmesi ve buraya geçirilecek perçin çivisinin serbest ucunun da geri çıkarılamayacak şekilde şişirilmesi ile gerçekleştirilir.

Perçinli birleştirmeler, çok yaygın olmasa da hâlâ kullanılmaktadır. Özellikle uçak gövde imalatında ve sızdırmazlık isteyen basınçlı depolarda çeşitli perçinleme yöntemleri tercih edilmektedir.



Görsel 4.32: Perçin

4.5.2 Perçinlemenin Gereği ve Önemi

Özellikle ince, aynı ve farklı cins metallerin, metal olmayan parçaların veya biri metal diğeri metal olmayan parçaların birleştirilmesi söz konusu ise perçinleme vazgeçilemez bir yöntemdir. Kaynaklı veya diğer birleştirme yöntemleri bu konuda yetersiz kalmaktadır.

4.5.3 Perçin Çeşitleri ve Perçinlerin Sınıflandırılması

PERÇİNLERİN SINILANDIRILMASI

Kullanım Yerlerine Göre	Gereçlerine Göre	Perçin Başı Biçimlerine Göre
• Çelik inşaat perçinleri • Kazan perçinleri • Lokomotif perçinleri • Diğer (mutfak eşyası, kayı, fren balatası vb.) perçinler	• Çelik perçinler • Bakır perçinler • Alüminyum perçinler • Alaşımlı perçinler	• Yuvarlak başlı perçinler • Yuvarlak yassı başlı perçinler • Mercimek başlı ve havşa mercimek başlı perçinler • Havşa başlı perçinler • Düz silindirk başlı perçinler • Konik başlı perçinler

4.5.3.1 Yuvarlak Başlı Perçinler

Perçin başının yarım yuvarlak olması sebebiyle bu isimle anılır. Perçin çapına göre başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir (Görsel 4.33).

Görsel 4.33: Yuvarlak başlı perçin

4.5.3.2 Mercimek Başlı Perçinler

Perçin başı yarım yuvarlaktır. Yarım yuvarlak kısmı şekilde görüldüğü gibi yuvarlak başlı perçine göre daha incedir. Özellikle ince kesitli parçalarda kullanılırlar. Perçin başı çıkıntısının az olması bir avantajdır (Görsel 4.34).

Görsel 4.34: Mercimek başlı perçin

4.5.3.3 Mercimek Havşa Başlı Perçinler

Yarım yuvarlak kısmın yarısı havşa şeklindedir. Perçinli birleştirmenin yuvarlak başlı perçin kadar sağlam ama perçin başının fazla çıkıntı yapmaması istenen yerlerde kullanılır. Perçin deliğine havşa açılır (Görsel 4.35).

Görsel 4.35: Mercimek havşa başlı perçin

4.5.3.4 Havşa Başlı Perçinler

Perçin başı düz ve havşalıdır. Perçin başının perçinlenecek yüzeyde çıkıntı yapması istenmiyorsa parçada bu tür perçinler kullanılır. Perçin deliğine havşa açılır (Görsel 4.36).

Görsel 4.36: Havşa başlı perçin

4.5.3.5 Silindirik Başlı Perçinler

Perçin başı silindirik biçimdedir. Genellikle sacların perçinlemesinde kullanılır (Görsel 4.37).

Görsel 4.37: Silindirik başlı perçin

4.5.3.6 Konik Başlı Perçinler

Bazı perçinlerin kolay takılabilmesi için baş kısımları konik olarak üretilir. Bu tür perçinlere konik başlı perçin denir (Görsel 4.38).

Görsel 4.38: Konik başlı perçin

4.5.4 Perçinleme Takımları

4.5.4.1 Çekiç

Perçinleme işleminde kullanılan çekicin ağırlığı, yapılacak işin niteliğine göre değişir. Büyük perçin başlarının oluşturulmasında ağır çekiçler seçilmelidir. Elle perçinlemede genellikle Alman çekiçleri kullanılır (Görsel 4.39).

Görsel 4.39: Çekiç

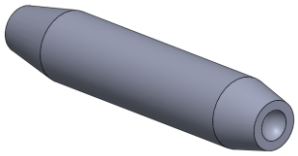
4.5.4.2 Perçin Çektirmesi

Perçinleme işlemi uygulanacak parçaların yüzeylerini birbirine yaklaştırmak ve perçini çektirerek yerine oturtmak için kullanılan alete **perçin çektirmesi** denir (Görsel 4.40).

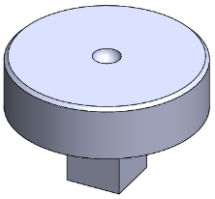
Görsel 4.40: Çektirme

4.5.4.3 Perçin Yuvaları

Perçinleme işleminde, perçin başının şekil alacağı şekilde çukur olan yuvaya **perçin yuvası** denir. Bu yuvalar perçin başının zedelenmemesi için kullanılır. Alt perçin yuvası (Görsel 4.41) ve üst perçin yuvası (Görsel 4.42) olarak ikiye ayrılır.



Görsel 4.41: Üst perçin yuvası



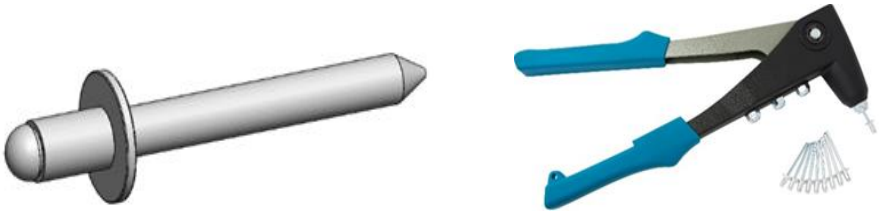
Görsel 4.42: Alt perçin yuvası

4.5.4.4 Perçinleme Makinesi

Perçinleme işlemini mekanik olarak yapan aletlerdir. Bu makineler, kapama başını oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Kısa fakat kuvvetli vuruşlara ve ileri geri devinimlere sahiptir. Bazı darbe nitelikli makineleri de aparatlar ekleyerek perçinleme işlemi yapacak hâle getirmek mümkündür.

4.5.4.5 Pop Perçin Aleti (Tabancası)

Boydan boya delinip iki taraflı perçin başı oluşturulamayan küçük çaplı parçaların seri bir şekilde perçinleme işlemlerinde kullanılan el makinesidir (Görsel 4.43).



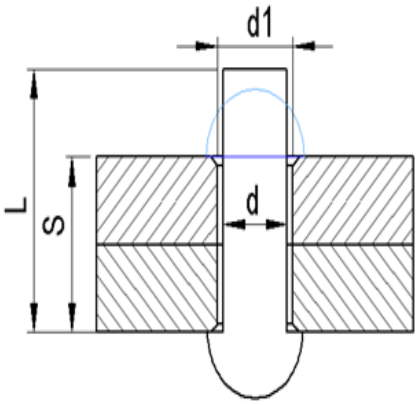
Görsel 4.43: Pop perçin ve tabancası

4.5.5 Perçin Boyunun Hesaplanması

Perçinin baş kısmının dışında kalan tüm boyu, "L" olarak ifade edilir. Perçinleme işlemine başlamadan önce belirlenmesi gerekir. Perçinleme işleminde tam bir kapama başı oluşturulması için perçin boyunun bilinmesi gerekir. Perçinleme işlemi yapılacak parçanın kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Perçin boyunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.

L = S + (1,5 x d)

L : Perçin boyu
S : Perçinlenecek parça kalınlıklarının toplamı
d : Perçin çapı
1,5 : Sabit kat sayı



Görsel 4.44: Perçin

Örnek

2 mm kalınlığındaki iki parça, 4 mm çapa sahip bir perçinle birleştirilmek isteniyorsa perçin boyu kaç mm'dir?

Çözüm:
L = S + (1,5 x d) formülünde verilenler yerlerine konursa;
L = 4 + (1,5 x 4)
L = 4 + 6
L = 10 mm olur.

4.5.6 Perçin Deliklerinin Oluşturulması

Deliklerde eksenel kaçıklığı önlemek için parçalar çok iyi markalanmalı veya mümkünse üst üste konularak birlikte delinmelidir. Perçin çapına göre uygun delik delinir. Delik eksenlerinde kaçıklık olursa deliklerin büyütülmesi veya raybalanması gerekir. Çok sayıda perçinleme yapılacak ise zımbalama ile delme yapılır. Zımba ile delinmesi mümkün olan parçalarda, delme sırasında parça yüzeyleri ve delik kenarlarında pürüzler meydana gelebilir. Bu pürüzler, sızdırmazlık istenen birleştirme türlerinde istenmeyen bir durumdur. Zımbalar ile delinen parçalarda oluşan iç gerilmeler parçaların tavlanması suretiyle giderilir.

Yapılacak perçinli birleştirme türüne göre markalama yapılır. Perçin çapı 10 mm'den küçükse **9 + 0,5 = 9,5** olarak matkap seçimi yapılır ve perçin deliği oluşturulur. 10 mm ve daha büyük çaplar için 1 mm ilave edilir.

Deliklerin perçin başlarının olduğu tarafa havşa açılmalıdır. Buradaki havşa işlemi, havşa başlı perçin için açılan havşa ile karıştırılmamalıdır. Havşa başlı perçin için açılacak havşa, perçin başı ölçüsüne göre açılır.

Örnek

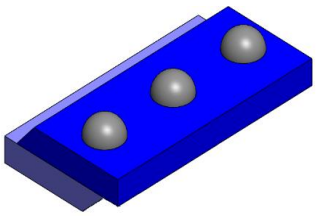
Saclar, 6 mm'lik perçin ile birleştirilecektir. Buna göre perçin delik çapını hesaplayınız.

Çözüm:

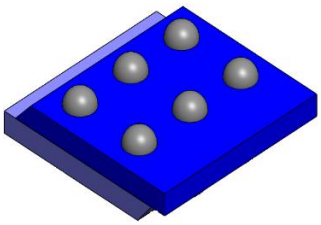
Perçin çapı 10 mm'den küçük olduğu için 6 + 0,5 = 6,5 mm

4.5.7 Perçinli Birleştirme Çeşitleri

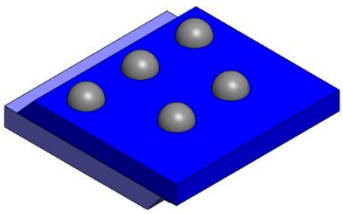
Perçinleme yapılacak parçaların sağlamlık, sızdırmazlık vb. durumları dikkate alınır. Perçinlemede, parçaların çeşitli birleştirme konumlandırılmaları vardır.



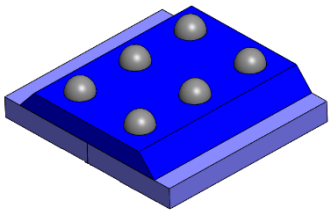
Görsel 4.45: Tek sıralı bindirmeli perçinleme



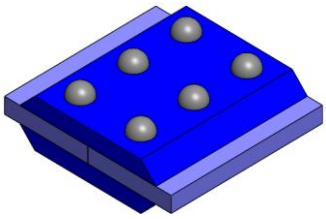
Görsel 4.46: Çift sıralı bindirmeli perçinleme



Görsel 4.47: Çift sıralı zikzaklı bindirmeli perçinleme



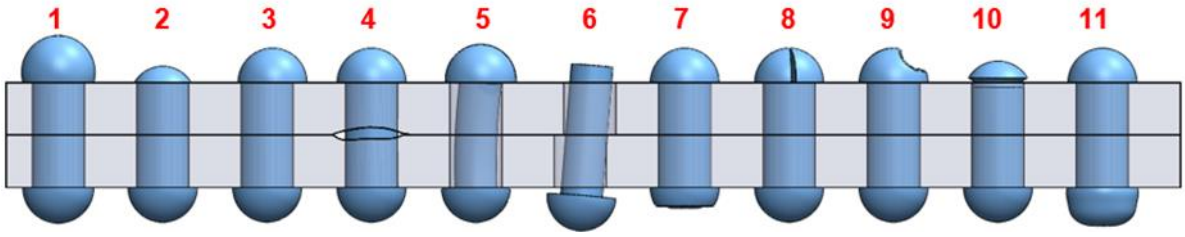
Görsel 4.48: Yamalı Perçinleme



Görsel 4.49: Çift yamalı perçinleme

4.5.8 Perçinli Birleştirmede Meydana Gelen Hatalar

1. Perçin boyu uzun seçildiği için perçin başı büyük oluşmuş.
2. Perçin boyu kısa seçildiği için perçin başı eksik oluşmuş.
3. Hatalı çekiçlemeden dolayı perçin başı eksenden kaymış.
4. Perçin çektirmesi kullanılmadığı için parçalar ayrılmış.
5. Delik çapı büyük delindiği için perçinde eğilme meydana gelmiş.
6. Delikler eş merkezli delinmediği için perçin deliğe dik bir şekilde oturmamış.
7. Alt perçin yuvası doğru kullanılmadığı için perçin başı ezilmiş.
8. Hatalı çekiçleme sonucu perçin başı çatlamış.
9. Hatalı çekiçleme sonucu perçin başında ezilme meydana gelmiş.
10. Hatalı çekiçleme nedeniyle perçin boyu kısa olmuş, üst perçin yuvası kullanılmamış.
11. Alt perçin yuvası büyük seçildiği için perçin hazır baş tarafından şişmiş.



Görsel 4.50: Perçinli birleştirmede meydana gelen hatalar

TEMRİN 4.1 İKİ PARÇAYI CIVATA VE SOMUNLU BAĞLANTI UYGULAMASI

Amaç: İki parçayı cıvata ve somun yardımıyla sökülebilecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Matkap ucu
- Markalama aletleri
- Cıvata, somun
- Rondela veya pul

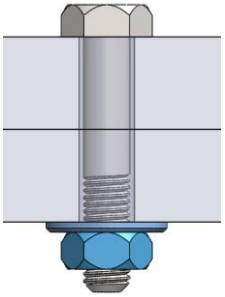
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Cıvata ve somunla birleştirilecek parçaların delik yerlerini markalayınız (Görsel 4.52).
3. Delinecek yerlere nokta vurarak iz açınız.
4. Her iki parçaya da cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük olacak şekilde matkapla delik deliniz (Görsel 4.53).
5. İki parçanın deliklerini merkezleyerek deliklere cıvata takınız (Görsel 4.54).
6. Somunun sıkılacağı yere rondela veya pul takınız.
7. Somunu cıvataya takarak el ile bir miktar sıkınız.
8. Cıvata başı ve somuna uygun anahtar kullanarak uygun bir kuvvet ile sıkma işlemini yapınız.

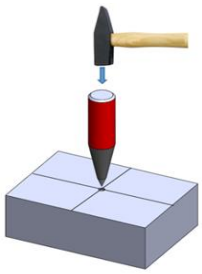
Sorular

1. **Bağlantı ve hareket vidaları arasındaki farkı açıklayınız.**
2. **Cıvata ve somunlu bağlantıların avantajları nelerdir?**
3. **Bağlantılarda rondela veya pul kullanmanın önemi nedir? Açıklayınız.**

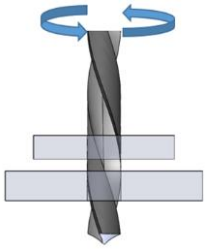
Uygulamaya Ait Görseller



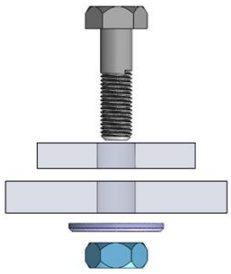
Görsel 4.51: Uygulamaya ait montaj resmi



Görsel 4.52: Markalama ve nokta vurma



Görsel 4.53: Parçaları delme



Görsel 4.54: Parçaları birleştirme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Delinecek yerlerin markalanması	**20**	
Sınıfı :	Markalanan yerlerin delinmesi	**20**	
No. :	Cıvata ve somun bağlantının yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 4.2

KÖR DELİKLİ CIVATALI BAĞLANTI UYGULAMASI

Amaç: Biri kör delikli, İki parçayı cıvata yardımıyla sökülebilecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Matkap ucu
- Markalama aletleri
- Kılavuz takımı
- Cıvata

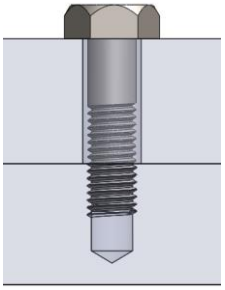
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Cıvata ile birleştirilecek parçaların delik yerlerini markalayınız.
3. Delinecek yerlere nokta vurarak iz açınız (Görsel 4.56).
4. 1. parçaya (üst parça) cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük olacak şekilde, matkapla boydan boya delik deliniz (Görsel 4.57).
5. 2. parçaya (alt parça) ise cıvatanın adımına uygun kör delik deliniz. Örneğin, M10 x 1,5 cıvata kullanılacaksa Ø8,5 mm matkap ucu ile kör delik delinir.
6. Uygun kılavuz takımı kullanarak kör delikli parçaya diş açınız.
7. Diş açılmış parça alt tarafa gelecek şekilde iki parça cıvata ile birleştiriniz (Görsel 4.58).
8. Parçaları mengeneye bağlayarak cıvata başına uygun anahtar ile sıkma işlemi yapınız.

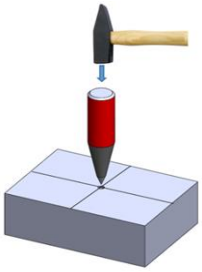
Sorular

1. **Kör delikli bağlantı hangi durumlarda yapılır? Açıklayınız.**
2. **Cıvata ve somunlu bağlantılarda kullanılan takımlar hangileridir?**

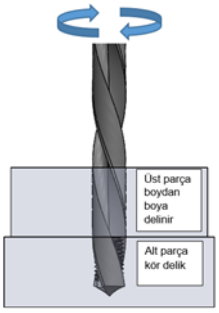
Uygulamaya Ait Görseller



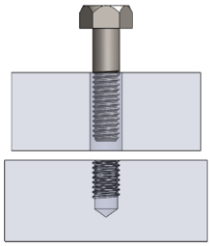
Görsel 4.55: Parçaya ait montaj resmi



Görsel 4.56: Markalama ve nokta vurma



Görsel 4.57: Parçaları delme



Görsel 4.58: Parçaları birleştirme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Delinecek yerlerin markalanması	**20**	
Sınıfı :	Markalanan yerlerin delinmesi	**20**	
No. :	Cıvata ve somun bağlantının yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 4.3 İKİ PARÇAYI SİLİNDİRİK PİMLE BİRLEŞTİRME

Amaç: İki parçayı pim ile sökülebilecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Matkap ucu
- Markalama aletleri
- Silindirik pim

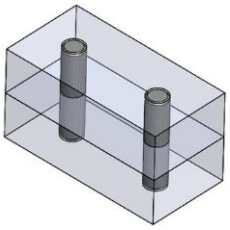
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Pim ile birleştirilecek parçaların delik yerlerini markalayınız.
3. Delinecek yerlere nokta vurarak iz açınız.
4. Her iki parçayı da uygun matkap ucu ile deliniz (Görsel 4.60).
5. Delinen iki parçayı üst üste koyarak delikleri merkezleyiniz.
6. Pimleri takarak parmakla deliğe sabitleyiniz (Görsel 4.61).
7. Deliklere sabitlenen pimleri çekiçle vurarak yuvalarına oturmalarını sağlayınız (Görsel 4.62).

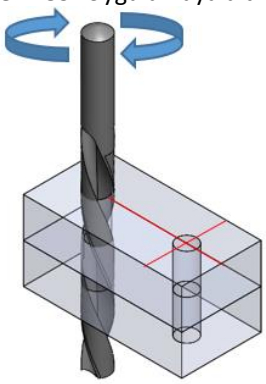
Sorular

3. **Pimlerin kullanılma amacını açıklayınız.**
4. **Pim çeşitleri nelerdir?**

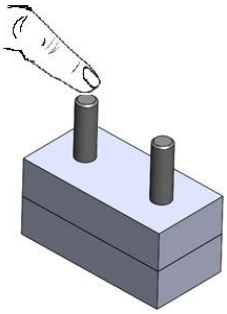
Uygulamaya Ait Görseller



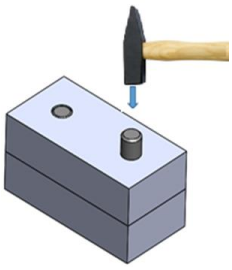
Görsel 4.59: Uygulamaya ait resim



Görsel 4.60: Parçaları markalama ve delme



Görsel 4.61: Pimi yuvasına oturtma



Görsel 4.62: Pimi çekiçle çakma

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Delinecek yerlerin markalanması	**20**	
Sınıfı :	Markalanan yerlerin delinmesi	**20**	
No. :	Uygun pim seçilerek bağlantının yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 4.4 İKİ PARÇAYI POP PERÇİNLE BİRLEŞTİRME

Amaç: İki parçayı pop perçin ile sökülemeyecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Matkap tezgâhı
- Tezgâh mengenesi
- Matkap ucu
- Markalama aletleri
- Pop perçin
- Pop perçin tabancası

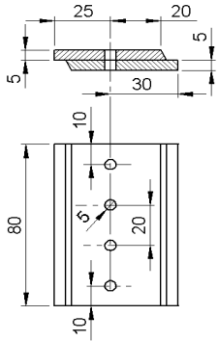
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Perçinlenecek parçaların delik yerlerini markalayınız (Görsel 4.65).
3. Delinecek yerlere nokta vurarak iz açınız.
4. Her iki parçayı da uygun matkap ucu ile deliniz (Görsel 4.66).
5. Delinen iki parçayı üst üste koyarak delikleri merkezleyiniz.
6. Perçinleri deliklerden geçirerek perçin tabancasıyla sıkma işlemini yapınız (Görsel 4.67).

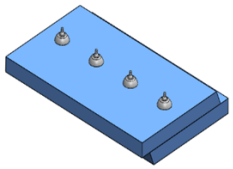
Sorular

1. **Perçinlerin kullanım alanları nelerdir?**
2. **Perçin çeşitleri nelerdir?**
3. **Perçin boyu nasıl hesaplanır? Açıklayınız.**

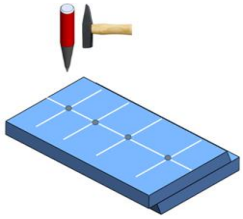
Uygulamaya Ait Görseller



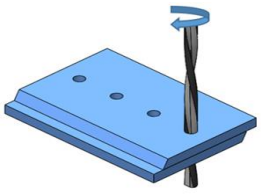
Görsel 4.63: Parçaya ait yapım resmi



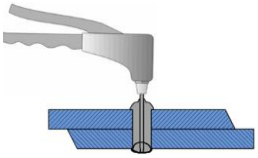
Görsel 4.64: Parçaları markalama



Görsel 4.65: Nokta vurma



Görsel 4.66: Parçaları delme



Görsel 4.67: Perçinleme

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Delinecek yerlerin markalanması	**20**	
Sınıfı :	Markalanan yerlerin delinmesi	**20**	
No. :	Uygun pim seçilerek bağlantının yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi diş profillerine göre vida çeşidi değildir?**
   A) Üçgen vida
   B) Kare vida
   C) Yuvarlak vida
   D) Trapez vida
   E) Beşgen vida

2. **Aşağıdakilerden hangisi somun çeşidi değildir?**
   A) Yaylı somun
   B) Altı köşe somun
   C) Kare somun
   D) Kelebek somun
   E) Tırtıllı somun

3. **Aşağıdakilerden hangisi vida çeşidi değildir?**
   A) Havşa başlı vida
   B) Sac vidası
   C) Saplama
   D) Kelebek vida
   E) Ağaç vidası

4. **Rondela malzemesi olarak hangi malzeme kullanılmaz?**
   A) Pirinç
   B) Alüminyum
   C) Bakır
   D) Sert çelik
   E) Kurşun

5. **Mil göbek bağlantılarında aşağıdaki bağlantı çeşitlerinden hangisi kullanılmaz?**
   A) Sıkı geçme
   B) Pimler
   C) Cıvatalar
   D) Perçin
   E) Yarım ay kama

6. **Mil ve göbek arasındaki bağıl hareketi önleyerek hareketi milden göbeğe veya göbekten mile ileten ya da güvenlik sağlamaya yarayan makine elemanlarına ne denir?**
   A) Cıvata
   B) Saplama
   C) Kama
   D) Perçin
   E) Somun

7. **Aşağıdakilerden hangisi kama çeşitlerinden değildir?**
   A) Eğimli düz kamalar
   B) Burunlu ve eğimli kamalar
   C) Teğet kamalar
   D) Yuvarlak kamalar
   E) Elips kamalar

8. **Kaç çeşit perçinli birleştirme vardır?**
   A) 2
   B) 3
   C) 1
   D) 4
   E) 5

9. **Aşağıdakilerden hangisi perçin çeşidi değildir?**
   A) Konik başlı
   B) Silindirik başlı
   C) Yuvarlak başlı
   D) Kare başlı
   E) Mercimek başlı

10. **Aşağıdakilerden hangisi perçinleme işleminde kullanılır?**
    A) Çekiç
    B) Testere
    C) Keski
    D) Tornavida
    E) Pense

5. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL KAYNAK İŞLEMLERİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Elektrik arkı oluşturmayı
2. Elektrik arkı ile yatayda düz dikiş yapmayı
2. Elektrik arkı ile yatayda küt ek kaynak yapmayı
2. Elektrik arkı ile yatayda köşe kaynak yapmayı
2. Elektrik arkı ile yatayda bindirme kaynak yapmayı

öğreneceksiniz.

Hazırlık Çalışmaları

- Kaynaklı birleştirme çeşitleri nelerdir? Araştırınız.
- Raylı sistemler alanında yapılan kaynak çeşitlerini araştırarak sınıf ortamında tartışınız.
- Ark kaynağında kullanılan elektrot çeşitlerini araştırarak not ediniz.
- Çevrenizde ve atölyenizde gördüğünüz kaynaklı birleştirmeleri inceleyerek hatalı olanları tespit etmeye ve bu hataların neden meydana geldiğini bulmaya çalışınız.
- Kaynak yaparken alınması gereken iş güvenliği önlemlerini rapor hâlinde hazırlayarak sınıf ortamında tartışınız.

5.1.1 Elektrik Ark Kaynağının Tanımı ve Bağlantı Elemanları

Kaynak; metalik parçaların, elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi özelliğinden yararlanıp ergitilerek, aynı cins elektrotla ek yerlerinden birleştirilmesidir. Elektrik ark kaynağında 3 mm ve daha kalın parçaların kaynağı rahatlıkla yapılabilmektedir. Makinenin seyyar olması ve değişik pozisyonlarda kaynak yapılabilmesi gibi çok değişik avantajları da vardır. Günümüzde elektrik ark kaynağı; makine, gemi, yapı vb. imalat ve onarım alanlarında geniş bir kullanıma sahiptir.

5.1.1.1 Kaynak Makineleri

Ark kaynağı işleminin, doğru ve alternatif akımla yapılması gerekir. Bu nedenle kaynak makineleri, doğru akım veren kaynak makineleri ve alternatif akım veren kaynak makineleri olarak ikiye ayrılır (Görsel 5.1).

Görsel 5.1: Kaynak makinesi

5.1.1.2 Kaynak Redresörleri

Redresörler; alternatif akımı doğru akıma çeviren, şehir şebekesinden alınan akımı kaynak yapılacak değerlere dönüştüren araçlardır (Görsel 5.2).

Görsel 5.2: Redresör tipi kaynak makineleri

5.1.1.3 Kaynak Transformatörleri

Alternatif akım veren kaynak makinelerine **transformatör** veya kısa adıyla **kaynak trafosu** adı verilmektedir. Alternatif akımı doğru akıma çevirme gibi özelikleri yoktur.

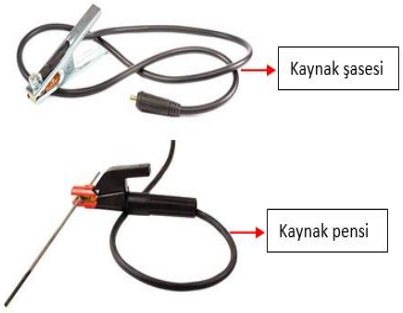
5.1.1.4 İnverter Kaynak Makineleri

Demir ile beraber bakır, nikel ve diğer tip alaşımlı ve alaşımsız metaller, paslanmaz çelik ve alüminyum kaynaklarının MIG-MAG ve TIG kaynağında; her tip örtülü elektrot ile yapılacak kaynaklarda kullanılabilen çok hafif ve yüksek performanslı kaynak makinesidir (Görsel 5.3).

Görsel 5.3: İnverter kaynak makinesi

5.1.1.5 Kaynak Pensi ve Şasesi

Arkın oluşturulabilmesi için kaynak makinesinden çıkan akımın, kaynak kabloları yardımıyla elektroda ve iş parçasına ulaşımında kullanılan araçlardır. Kaynak pensi, elektrodun kavranmasını ve kaynak dikişi için elektroda verilecek hareketlerin sağlanmasını gerçekleştirir (Görsel 5.4). Kaynak şasesi ise akımın iş parçasında sabit durmasını sağlar. Bu amaçla değişik aparatlar üretilmiştir. Farklı konumlarda kaynak işlemi yapılacak ise şasenin yer değiştirilmesinin kolay olması için mıknatıslı ya da işkence türünde de yapılanlar vardır. Şase ile kaynak yapılan nokta arası kısa tutulmalı, kaynağın şase iş parçasına doğrudan bağlanması gerekmektedir. Kaynak şasesi kaynak makinesinin (+) çıkışına, kaynak pensi ise (-) çıkışına bağlanmalıdır.



Görsel 5.4: Kaynak kablosu, pensi ve şasesi

5.1.1.6 Kaynak Maskeleri ve Camı

Kaynak yapımı sırasında, zararlı ışınlar ve duman ortaya çıkmaktadır. Duman, göze zarar verdiği gibi yüze de zarar vermektedir. Her ne kadar havalandırma mevcut olsa da bu yeterli değildir. Yüz maskesi; yüzü zararlı dumandan, ısı ve ışıktan koruyacaktır. Kaynak sırasında çıkan zararlı ışınlardan gözü korumak için renkli koruyucu özel camlar kullanılır. Bu camların kaynak sıçramalarından zarar görmemesi için iki saydam camın ortasına konulur. Camların korunması ve kullanımının kolaylaştırılması için maskeler üretilmiştir. Maske sayesinde yüz ve göz; kaynaktan çıkan duman, ısı ve ışığın zararlarından korunmuş olur (Görsel 5.5).

Kaynak yerini görerek yapılacak kaynak işleri için solar hücrelerden aldığı güçle koyulaşıp diğer zamanlarda görüşü kolaylaştıran özel kaynak camlar da vardır.

Görsel 5.5: Kaynak maskesi ve kaynak camları

5.1.1.7 Kaynak Kabloları

Kaynak makinelerinde üretilen akımı; kaynak pensi ve kaynak şasesine aktarmada kullanılan, üzeri yalıtımlı malzeme ile kaplanmış bakır kablolardır. Kaynak kablolarının kalınlığı, kaynak makinesinden alınan akımın şiddetine göre seçilir.

5.1.1.8 Kaynak Elektrodu

Elektrik arkı sırasında eriyen ve kaynak bölgesini doldurarak birleşmeyi sağlayan yüzeyi ilave metal çubuğa **kaynak elektrodu** denir. Elektrodun üzeri örtülüdür. Bu örtü, yüksek miktarda demir tozu içerir (Görsel 5.6).

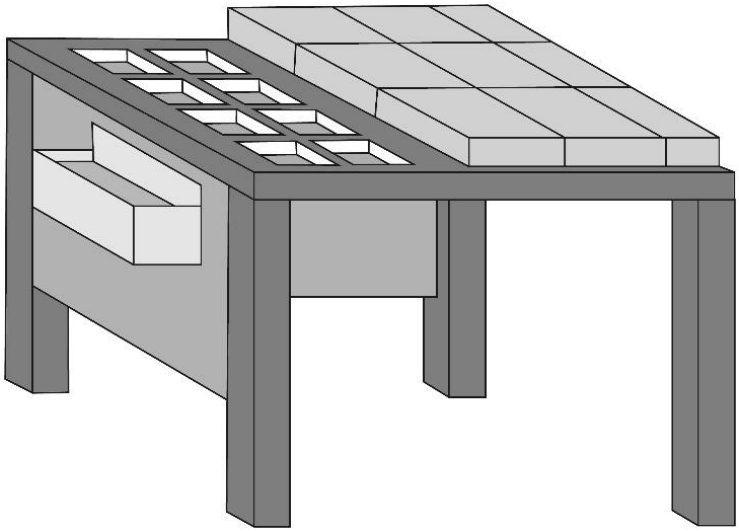
Görsel 5.6: Kaynak elektrodu

5.1.2 Yardımcı Kaynak Elemanları

Kaynak yapma işlemi sırasında çok çeşitli türde ve özelliklerde elemanlar kullanılmaktadır. Bu elemanlar kaynak yapma işlemi sırasında kullanılır. Kaynak ekipmanları yardımcı kaynak elamanları ile desteklenmelidir.

5.1.2.1 Kaynak Masası

Kaynak işlemi sadece atölye ve tezgâhlarda yapılan bir işlem değil, çeşitli ortamlarda yapılan bir işlemdir. Hangi ortamda ve şartlarda yapılırsa yapılsın kaynak işlemini yapan elamanın, kaynak dikişini yapacağı konumun ve rahat bir duruşun sağlanması gerekmektedir. Bu konumun sağlanması için iş parçasının sabitlendiği, kaynak elamanının rahat bir duruş sergileyebileceği, ihtiyaç duyduğu yardımcı elamanlara ulaşabileceği bir masa planlanmalıdır. Masanın boyutu yapılacak işin boyutuna göre tasarlanabilir (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Kaynak masası

5.1.2.2 Önlük ve Eldiven

Kaynak arkın meydana getirdiği enerjinin %85'i ısı, geri kalan enerji ise ışık enerjisi olarak açığa çıkar. Isı enerjisinin büyük çoğunluğu, kaynak alanının ergitilmesinde harcanır. Metalin ergimesi sırasında etrafa ısı sıçrayabilmekte; arta kalan ısı da etrafa dağılabilmektedir. Bu sıçrama ve dağılmalar, kaynak yapan elamanı yakabilir. Bu sebeple kaynak yapan elaman; ellerini, üzerini ve ayaklarını bu tehlikeden korumak için gerekli önlemleri almalıdır.

Elleri korumak için deri eldiven, kıyafetleri korumak için deri önlük, pantolon paçalarını korumak deri paçalık ve ayakları korumak için çelik burunlu ayakkabı giyilmelidir (Görsel 5.8).

Görsel 5.8: Önlük, eldiven ve kaynakçı maskesi

5.1.2.3 Kaynak Çekici

Kaynak dikişi üzerinde oluşan cürufun temizlenmesinde kullanılan özel yapıdaki çekiçlerdir. Ayrıca kaynak esnasında oluşan boşlukları temizlemek için de kullanılır. Bu çekiçlerin bir ağzı düz, diğer ağzı ise sivri şekildedir. Düz ağızla yüzeydeki kabuk ve çapaklar; sivri ağzıyla kaynak boşluklarındaki cüruf temizlenir (Görsel 5.9).

Görsel 5.9: Kaynak çekiçleri

5.1.2.4 Tel Fırça

Kaynak yapılacak bölgenin yağ, kir ve pastan temizlenmesinde; kaynak sonrasında kaynaktan sıçrayıp iş parçası üzerine yapışan parçacıkların temizlenmesinde kullanılır. Bu sayede kaynak dikişi temizlenmiş olacaktır (Görsel 5.10).

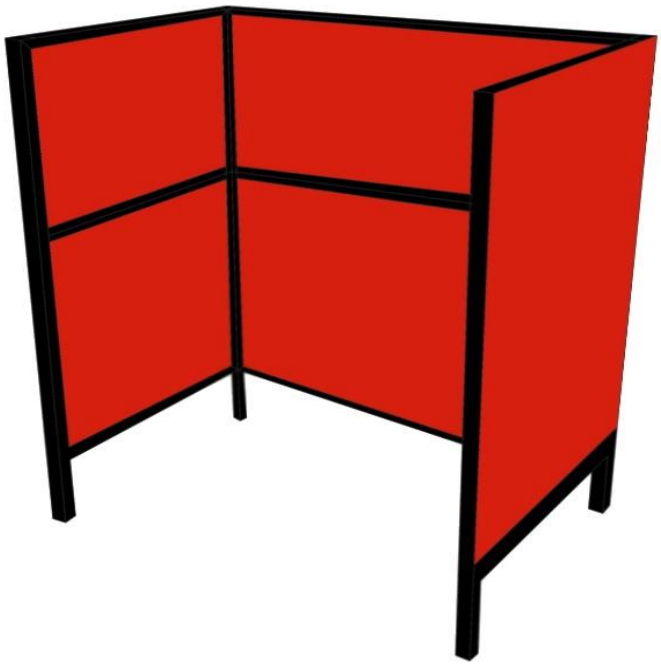
Görsel 5.10: Tel fırça

5.1.2.5 Pens Sehpası

Kaynak sonrasında kaynak pensinin konulduğu ya da asıldığı yerdir. Bu kısımlar bir olumsuzluk oluşmasın diye elektrik akımına karşı yalıtımlı yapılmalıdır.

5.1.2.6 Kaynak Paravanları

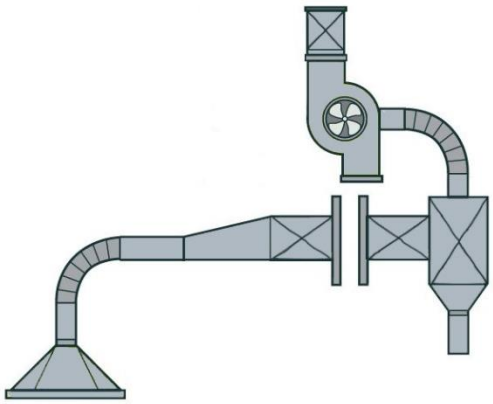
Kaynak yapımı sırasında, çevredeki insanların ışın ve parçacık sıçramalarına maruz kalmamaları için kaynak yapılan alanın etrafı ısıdan etkilenmeyen bir malzeme ile kaplanmalıdır (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: Kaynak paravanı

5.1.2.7 Aspiratör ve Vantilatörler

Kaynak yapımı esnasında ortaya çıkan zehirli gaz ve dumanın ortamdan emilerek uzaklaştırılması; kaynak yapan elamanın temiz bir hava soluması için ortama temiz hava vermek için kurulan bir sistemdir (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Kaynak dumanı emme sistemi

5.2.1 Kaynak Akımının Tanımı

Şehir şebekesinden gelen 220 voltluk elektrik akımı, primer sargılar üzerinden geçirilerek 65 volta düşürülür. 65 voltluk bu akım, transformatörler üzerinden geçirilerek akımın şiddeti 10-100.000 ampere çıkarılır.

Kaynak makinesinden çıkan bu akım kaynak pensinin ucundaki elektrottan şasenin bağlı olduğu iş parçasına geçerken bir ark oluşturur. Bu sırada yaklaşık 4.000 °C'lik bir ısı oluşur. Oluşan bu ısı, elektrodu ve kaynak yapılacak malzemeyi eritir. Böylece kaynak yapılmış olur.

Akım şiddetinin yükseltilmesi ile elde edilen akıma **kaynak akımı** denir. Bu akımın voltaj değeri en fazla 65 volt ve amper değeri ise sargı durumuna göre 10–100.000 amperdir.

Kaynak makineleri 10-600 amper arasında kaynak akımı üretebilir. Büyük ve güçlü makinelerde üst sınır olarak 600 amper verilirken daha küçük makinelerde bu değer daha aşağılara kadar düşebilir. Önemli olan kaynak makinesinin beklenen akım ayarlarında gerçek değerlere ulaşması ve bu aralığın kademeli olarak elde edilmesidir. Böylece değişik çapa sahip elektrotlar ile değişik kalınlığa sahip metallerin kaynağı gerçekleştirilmektedir.

Elektrodun tel kısmının her bir milimetresi için 40 amperlik değer, herkes tarafından kabul görmüş bir değerdir. Buna göre 3,25 mm çapındaki bir elektrodun, kaynaklı birleştirmede kullanılması sırasında akım ayarının 40 x 3,25 = 130 amper olması önerilir. Ancak bu değerler, örtü gerecine göre farklılıklar gösterir. Aksi belirtilmedikçe bu formüle sadık kalınması gerekir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: Parça Kalınlığı ve Elektrot Çapına Göre Amper Ayarı Yapımı

Elektrot Çapı	Parça Kalınlığı	Oksit Elektrot	Bazik Elektrot	Rutil Elektrot
2,5	3 mm	80-120	80-110	50-80
3,25	4-6 mm	110-160	100-150	75-115
4	6 mm	150-220	140-200	115-160
5	6-8 mm	190-300	200-260	130-220
6	8-10 mm	50-380	220-370	180-250
7	10 mm	280-440	220-370	200-300

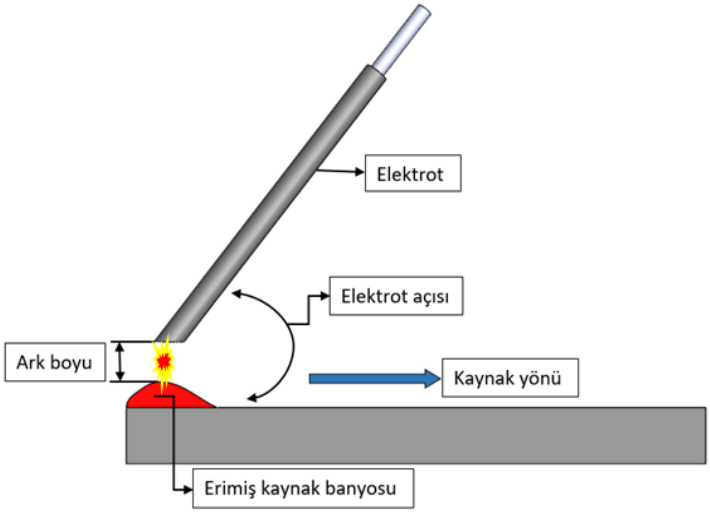
5.2.2 Ark Oluşturma Çeşitleri

Kaynak pensine takılmış eloktrodu, kaynak bölgesine belirli bir mesafede yaklaştırarak ark oluşturma yapılır. Elektrodun uç kısmı örtü ile ya da önceden kullanılmış ise curufla kaplı olabilir. Bu durumda ark gerçekleşmeyebilir. Bu durumda, elektrodu parçaya vurarak ya da sürterek akım geçişi sağlanabilir.

5.2.3 Ark Boyu Mesafesi

Erimiş kaynak banyosu ile elektrot ucu arasındaki mesafedir. Ark boyu uzadıkça gerilim, üfleme tehlikesi artar; kaynağın parçalar üzerindeki nüfuziyeti azalır ve sıçramalar başlar. Normal olarak bazik karakterli elektrotlar hariç bütün örtülü elektrot türlerinde ark boyu, elektrot tel çapı kadar; bazik elektrotlarda tel çapının yarısı kadar tutulmalıdır.

Ark boyu, kaynak işleminin başından sonuna kadar aynı mesafede tutulmalıdır. Bu ise el alışkanlığı ile yapılabilen bir işlemdir (Görsel 5.13).

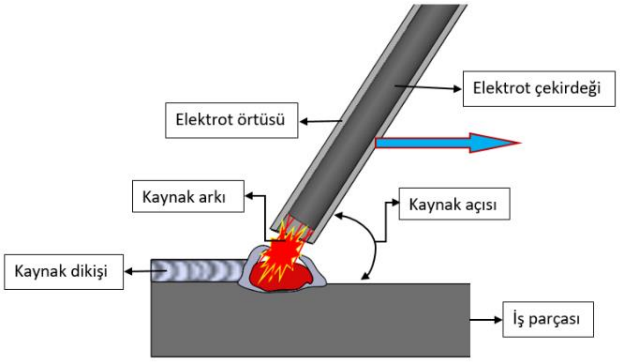


Görsel 5.13: Normal ark boyu (elektrot çapı = ark boyu)

5.2.3 Elektrik Arkı ile Yatayda Düz Dikiş Çekme

5.2.3.1 Dikiş Çekme

Kaynak arkının açığa çıkardığı ısı; iş parçasının, kaynak ark bölgesinde erimesine sebep olur. Aynı zamanda elektrodun çekirdeği de erimeye başlar. Böylece bu iki erimiş kaynak banyosu birbirleri ile karışır. Böylece bu bölgede kaynak metali meydana gelir. Kaynak metalinin çoğu elektrot çekirdeğinden oluşur (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Elektrik ark kaynak bölgesi

Arkın başlamasıyla oluşan kaynak metali sıcaklığın etkisi ile akışkan bir hâldedir. Bu duruma **kaynak banyosu** denir. Elektrot aynı noktada tutulursa kaynak banyosu büyür. Elektrodun hareketine göre kaynak banyosu ilerlemektedir.

5.2.3.2 Markalama

Kaynak yapılacak malzeme üzerinde, kaynağın başlama ve bitiş yerlerinin tebeşir ile çizilmesidir.

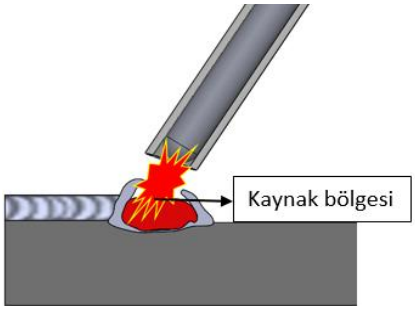
5.2.3.3 Kaynak Başlangıç ve Bitiş Yerleri

Elektrodun ark oluşturması için vurma ya da sürtme yöntemleri kaynak bölgesinde yapılarak ark işlemi başlatılır. Böylece yapılan kaynak bu kusurları örtecektir.

Kaynak işlemine markalamadaki en uç noktadan değil, 5-10 mm ileriden başlanır ve başlangıç noktasına doğru hareket edilir. Sonra bitiş noktasına doğru kaynak işlemi gerçekleştirilir. Bitiş noktasında kaynağın ince kalmaması için bitiş noktasından geriye doğru 5-10 mm gidilir. Kaynak bitişinde geri hareketi yaparken ark boyu biraz artırılır.

5.2.3.4 Kaynak Bölgesi

Arkın gerçekleşmesiyle eriyen elektrot ve parça, erir kaynak banyosunu oluşturur. Sonra soğuyarak katılaşır. Bu alana **kaynak bölgesi** denir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Kaynak bölgesi

5.2.4 Dikiş Çekme Teknikleri

Ark kaynağında dikiş çekme işlemi, yaygın olarak yatay konumda gerçekleşir. Çünkü sağlıklı bir kaynak yapma, kaynak yapan elamanın rahat bir konumda olmasını sağlamaktadır. Elektroda hareket yaptırmadan ve elektroda hareket yaptırarak dikiş çekilebilir. Elektrodun tutuş açıları ve kaynağının ilerleme hızı bilgileri aşağıda verilmiştir.

5.2.4.1 Elektrot Açıları

Elektrodun eğiklik açısı, kaynak yapılacak yüzey ile elektrot arasında oluşan enine ve uzunlamasına açılardır. Kaynak başlangıcında, elektrot her iki yönden de dik tutulur. Daha sonra kaynak yönüne doğru 75-80 dereceye getirilir. Aşağıda farklı pozisyonlarda örtülü elektrot ile ark kaynağında uygun elektrot açıları tablo hâlinde verilmiştir.

Tablo 5.2: Örtülü Elektrot ile Ark Kaynağında Uygun Elektrot Açıları

Birleştirme Türü	Kaynak Pozisyonu	Çalışma Açısı (Derece)	Hareket Açısı (Derece)
Alın	Yatay oluk	90°	5-20°
Alın	Korniş	80-100°	5-20°
Alın	Dik (aşağıdan yukarı)	90°	5-10°
Alın	Tavan	90°	5-20°
İç köşe	Yatay oluk	45°	5-20°
İç köşe	Dik (aşağıdan yukarı)	35-55°	5-20°
İç köşe	Tavan	30-45°	5-20°

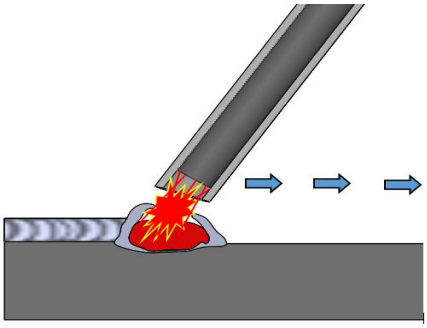
5.2.4.2 İlerleme Hızı

Kaynak banyosu kıvamındayken, elektrodun hareketiyle bu miktar ayarlanabilir. Bu işlemlerden biri elektrodun belirli düzen içerisinde ilerletilmesidir. Buna **kaynak hızı** denir (Görsel 5.16).

Kaynak hızı, kaynak dikişinin kaynak yapılacak parçaya nüfuzuyetini ve biçimini etkiler. Hızın gereğinden fazla olması; çok küçük kesitli, nüfuziyetsiz bir kaynak oluşmasına neden olur. Kaynak hızının yavaş olması ise gereğinden fazla kaynak metalinin yığılmasına sebep olur.

El becerisi gelişmiş kaynakçılar, kaynak hızının ayarlanmasını ve sabit tutulması yeteneğini geliştirmişlerdir. Bu durum, zamanla kazanılacak bir beceri olarak tanımlanabilir.

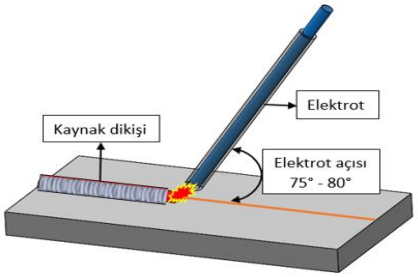
Ortalama elektrodun yanma hızı, dakikada 150 mm olacak şekilde ilerlemelidir. Bu miktar kaynatılacak parçanın kalınlığına, elektrot çapına ve akım ayarına göre değişiklik gösterebilir.



Görsel 5.16: İlerleme hızı

5.2.5 Elektroda Hareket Yaptırmadan Dikiş Çekme

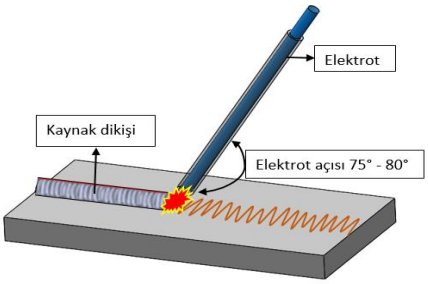
Kaynak yapılacak parça, masaya tutturulur. Çekilecek dikiş, parça üzerinde renkli kalem veya tebeşir ile çizilir. Bu parça yüzeyi, tel fırça ile temizlenir. Gerekli kişisel koruyucu donanımlar giyilir. Kaynak şasesi bağlanır. Kaynak pensine takılı elektrot, yanlardan dik dikiş yönünde ise 75-80° lik açı ile kaynak yapılacak yüzeyde ark oluşturulur. Oluşan ark neticesinde elektrot ergiyerek akmaya başlar. Arkın sürekli oluşması, yanma hızı ve parçaya nüfuziyeti düzgün bir kaynağın yapılmasını sağlar. Arkın parçaya nüfuziyeti, ark boyuna bağlıdır (Görsel 5.17).



Görsel 5.17: Elektroda hareket yaptırmadan çekilen dikiş

5.2.6 Elektroda Hareket Yaptırarak Dikiş Çekme

Kaynak yapılacak parça masaya tutturulur. Çekilecek dikiş, parça üzerinde renkli kalem veya tebeşir ile çizilir. Bu parça yüzeyi, tel fırça ile temizlenir. Gerekli kişisel koruyucu donanımlar giyilir. Kaynak şasesi bağlanır. Kaynak pensine takılı elektrot yanlardan dik dikiş yönünde ise 75-80° lik açı ile kaynak yapılacak yüzeyde ark oluşturulur. Kaynak makinesi çalıştırılır. Dikiş çekmek için kullanılan elektrot çapı ve buna göre akım ayarı Tablo 1.1'den belirlenir. Kaynak şasesi, masaya bağlanır ve elektrot kaynak pensine takılır. Elektroda ileri geri ya da küçük daire hareketleri yaptırılır. Kaynak dikişi çeken kaynak elamanı, elektrodun ucunu maskeden görebilmek için pensi sağ elle kullanıyorsa soldan sağa doğru düz bir çizgi üzerinde bu işlemi yapmalıdır. Kaynak dikişi çeken kişi, pensi sol elle tutuyorsa bu hareketi sağdan sola doğru yapmalıdır (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Elektroda hareket yaptırarak dikiş çekme

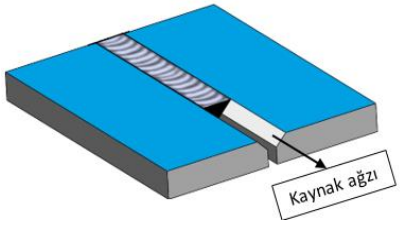
5.3.1 Küt Ek Kaynak

Küt ek kaynağı birleştirmek; burulma, eğilme ve zorlamalara karşı dayanıklı değildir. Kalınlığı 4-8 mm olan parçalar yan yana getirilir. Aralarında elektrot kalınlığında bir boşluk bırakılır. Ayrıca kaynak ağzı açılmaz. Alın birleştirme olarak da bilinir (Görsel 5.19).

Görsel 5.19: Yatayda küt ek kaynak

5.3.2 Kaynak Ağızlığı

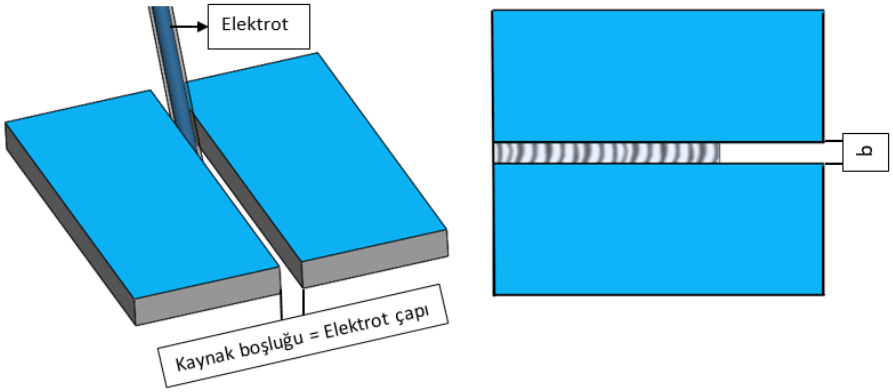
Kalınlığı fazla olan parçaların birleştirilmesinde, kaynağın yapışma yüzeyinin artırılması amacı ile parçaların birleştirildiği yerin "V" şeklinde boşaltılmasıdır (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: Küt ek kaynakta kaynak ağzının açılması

5.3.3 Kaynak Boşluğu

Küt ek kaynağında, parçalar arasında elektrot çapına yakın kaynak boşluğu (b) bırakılır (Görsel 5.21).



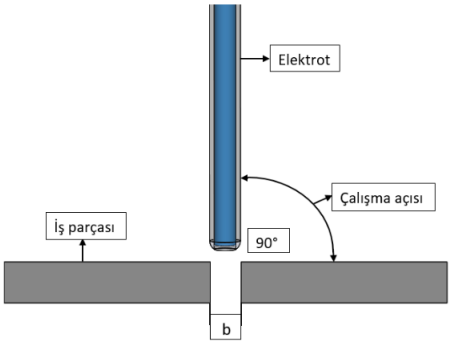
Görsel 5.21: Küt ek kaynakta kaynak boşluğu

5.3.4 Küt Ek Kaynağı Elektrot Açıları

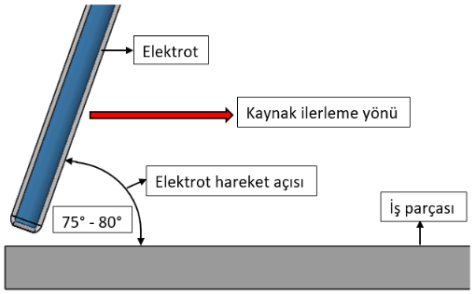
Elektrodun tekniğine uygun olarak yakılması, birleştirmenin güvenli ve verimli olmasını sağlar. Ayrıca kaynak yapan elemanın tecrübesi ve el alışkanlığı işlemin kalitesini artırır (Görsel 5.22).

5.3.4.1 Çalışma Açısı ve Elektrot Hareket Açısı

Çalışma açısı, elektrodun kaynak ilerleme yönüne parelel kenarı ile oluşturduğu açıdır. Bu açı 90° olmalıdır. Elektrot hareket açısı ise elektrodun kaynak yönüne doğru yatırılarak parça yüzeyi ile oluşturduğu açıdır. Bu açı küt ek kaynağında 75-80° olmalıdır (Görsel 5.23).



Görsel 5.22: Küt ek kaynakta çalışma açısı



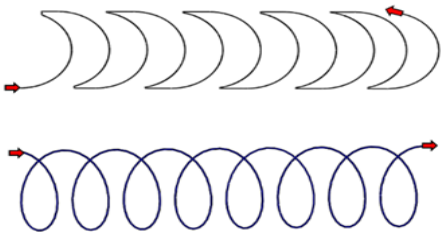
Görsel 5.23: Küt ek kaynakta elektrot hareket

5.3.5 Küt Ek Kaynağında Elektroda Verilecek Hareketler

Kaynak işlemine başladıktan sonra elektrodun yanmasıyla boyunda kısalma meydana gelecektir. Bu nedenle ark boyu denilen mesafenin sabit tutulması için elektrodun sürekli yaklaştırılması gerekmektedir. Ergiyik iki metalin birleştirmesi için dikiş yönünde dairesel, sürekli yay hareketi yapılarak ara mesafe doldurulur (Görsel 5.24).

Elektrot hareketi ile aşağıdaki şu işlemler yapılmış olur:

- Ergiyik metalin kaynak bölgesine doldurulması
- Kaynak banyosunun kontrolü
- Birleştirilecek parça yüzeyinde ergiyen metallerin karışımı



Görsel 5.24: Küt ek kaynağında elektroda verilecek hareketler

5.3.6 Metalürjik Uyum

Ergimiş kaynak metali, elektrot ve kaynatılacak metal karışımından meydana gelir. Bu nedenle kaynak yapılacak malzemenin sertlik oranı ile elektrodun sertlik oranının uyumlu olması gerekmektedir. Aksi hâlde elektrodun, kaynak levhasından daha sert ya da daha yumuşak olması kaçınılmaz olur.

Demir yolu raylarında meydana gelen apleti, demaraj etkisiyle yatay kuvvetlerin oluşturduğu aşınmaların giderilmesi için elektrikli direnç ark kaynağı ile dolgu kaynağı yapılmaktadır. Rayın sertlik oranına uygun sertlikte elektrot kullanılmaz ise iyi bir kaynaşma sağlanamaz. Sert rayın üzerinde yuvarlanan tekerlek, yumuşak ya da daha sert dokudaki kaynak bölgesine geldiğinde tekerleğin sıçramasına sebep olur. Böylece vuruntu sesi çıkararak konforu bozar, apleti oluşturur. Daha kötüsü deray denilen hadise gerçekleşebilir.

5.3.7 Parça Kalınlığına Göre Elektrot Seçimi ve Amper Ayarı

Kaynak dikişinin istenilen özelliklere sahip olması, yeterli kaynak metalinin kaynak bölgesini doldurması ve bu bölgenin yeterli ısı ile birbirine karışmasıyla mümkündür. Amper ayarı için **Amper = 40 x Elektrot Çapı** formülü kullanılarak hesaplama yapılır ya da Tablo 5.1'den faydalanılır.

5.3.8 Kaynak Dikişini Temizleme

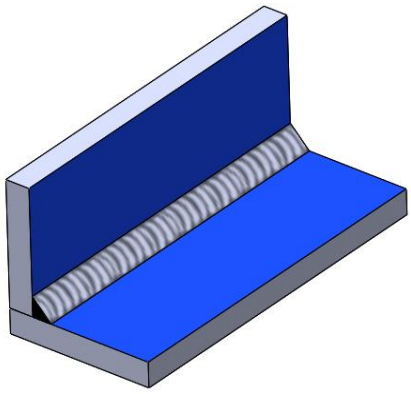
Kaynak işlemi sonunda kaynak cürufunun temizlenmesi gerekir. Bu işlem, kaynakçı çekici ile yapılır. Etrafa sıçrayan ve yapışan parçacıklar ise tel fırça yardımıyla temizlenmelidir. Gerekirse taşlama makinesi ile taşlanır.

5.4.1 Yatayda İç Köşe Kaynağı Tekniği ve Elektrot Açısı

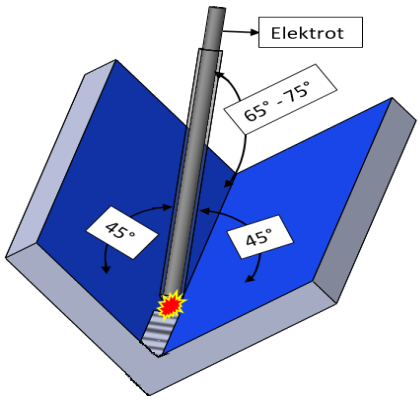
Kaynaklı üretimin birçok alanında karşılaşılan birleştirme türlerindendir. İç köşe kaynağı, istenilen dayanımın niteliğine göre tek ya da iki taraflı yapılabilir. Dikiş, küt ek kaynağında olduğu gibi kaynak ağzı gerektirmez. Ancak dikişin oluşturulmasında daha fazla dikkat gereklidir. Çünkü iç köşe kaynaklarında iki farklı yüzey bulunmakta olup bunlardan biri düşey, diğeri yatay olarak konumlandırılmıştır (Görsel 5.25).

İç köşe kaynağında, dikişin oluşturulmasında elektrot açıları önemli faktörlerden biridir. Yatayda iç köşe kaynağında, elektrot açılarının ilerleme yönünde ve yan yüzeyler ile yaptığı açı dikkate alınır.

İç köşe kaynaklarında elektrodun yan yüzeyler ile yaptığı açı, aynı kalınlıklardaki parçalarda eşit, yani 45° olmalıdır. Böylece ısı dağılımı ve nüfuziyet yönünden eşit kaynaklı birleşme sağlanır. Yatayda iç köşe kaynağında, elektrodun ilerleme yönünde yaptığı açının kaynak nüfuziyeti ve kaynak şekline etkisi büyüktür. Kaynak yönündeki açı 65°-75° olmalıdır (Görsel 5.26).



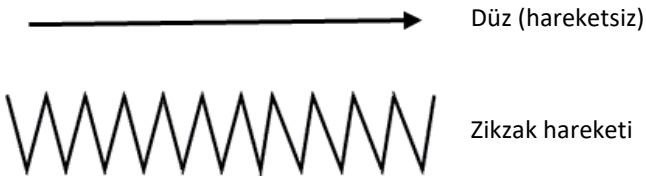
Görsel 5.25: Yatayda iç köşe kaynağı



Görsel 5.26: Elektroda verilmesi gereken açılar

5.4.2 İç Köşe Kaynağında Elektrot Hareketi

Yatay konumda kalın iş parçalarına dikiş çekilirken kaynak metalinin istenilen biçimde sağlanması için değişik hareketler yaptırmak mümkündür. Tek dikişli birleştirmelerde, elektrot hareket ettirilmeden dikişin oluşması sağlanabilir. Dikiş sayısı birden fazla ise elektroda bir hareket verilmesi gerekir. Genel olarak bu hareketler zikzak şeklindedir. Böylece dikişin genişliği istenilen oranda ayarlanabilir (Görsel 5.27).



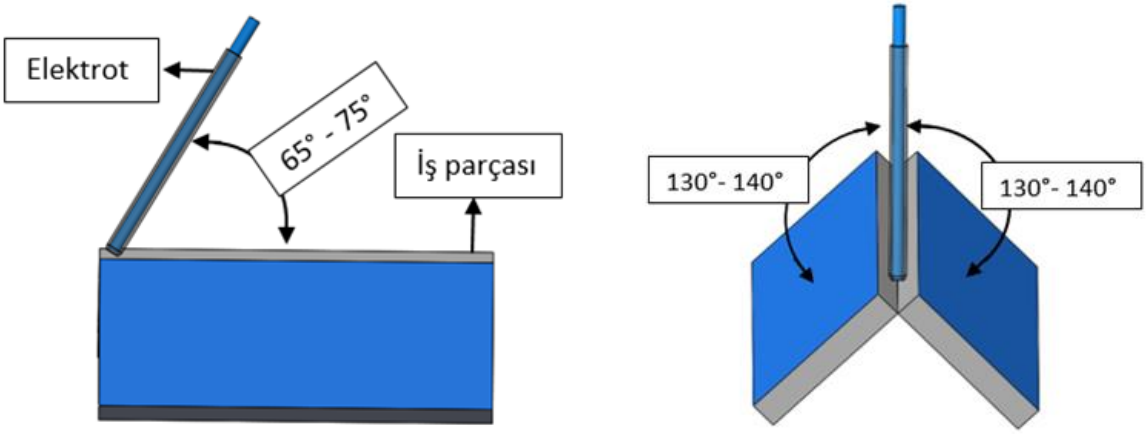
Görsel 5.27: Elektroda verilecek hareket

5.4.3 Yatayda Dış Köşe Kaynağı Tekniği

Dış köşe kaynakları; iki kenarı tam açık, yarı açık ya da kapalı konumda olabilir. Bu tip kaynaklar, kapalı dikdörtgen kesitli konstrüksiyonlarda kullanılır. Dış köşe kaynakları; köşe birleştirme yöntemlerine göre iki kenar açık, yarı açık ya da kapalı yöntem olmak üzere üç şekilde yapılır.

5.4.4 Dış Köşe Kaynağında Elektrot Açısı

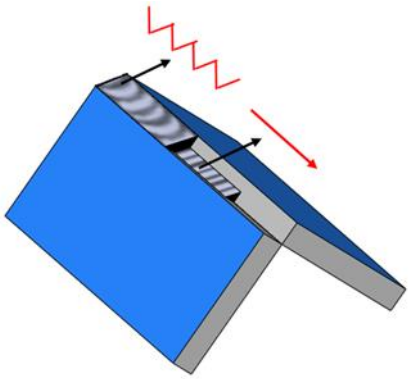
Dış köşe kaynağında, elektrot ark oluştururken her iki levhaya da ısı verimi sağlanması amacıyla levhalar ile elektrot arasındaki açı 130-140 derece arasında tutulmalıdır. Dış köşe kaynağında elektrodun ilerleme yönünde yaptığı açı 65°-75° olmalıdır (Görsel 5.28), (Görsel 5.29).



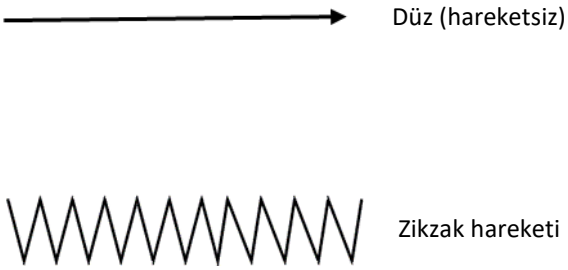
Görsel 5.28: Dış köşe kaynağı ve elektroda verilmesi gereken açılar

5.4.5 Dış Köşe Kaynağında Elektrot Hareketi

Yatay konumda kaynak yapılırken iş parçasının kalınlığı az ise elektroda hareket yaptırılmadan çekilir. Kalın parçaların kaynağında kök pasodan sonraki pasolarda, elektroda zikzak hareketi verilir (Görsel 5.30).



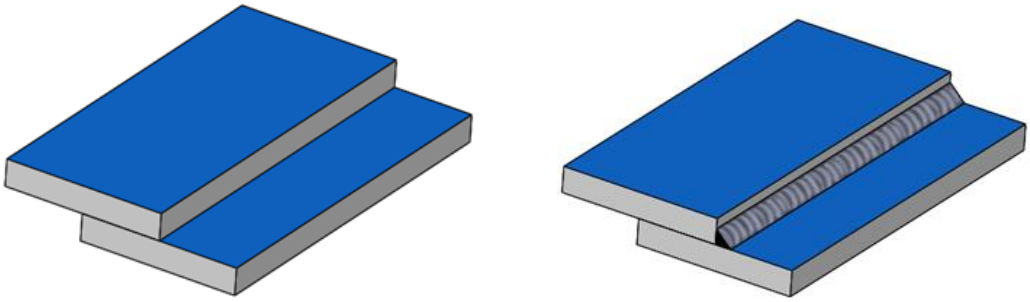
Görsel 5.29: Yatayda dış köşe kaynağı



Görsel 5.30: Elektroda verilecek hareketler

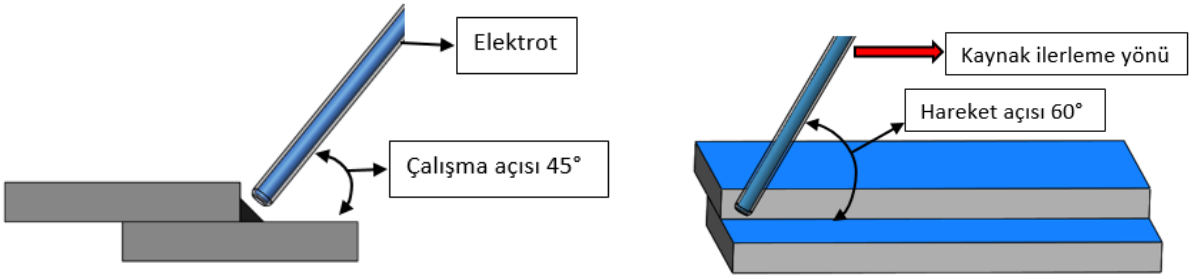
5.5.1 Bindirme Kaynağı ve Elektrot Açıları

Kaynak yapılacak malzemelerin üst üste getirilerek yapıldığı kaynak işlemidir. Küt ek kaynağa göre daha dayanıklıdır. Küt ek kaynakta olduğu gibi kaynak ağızlığı açılmaz. Dayanıklılığın ön plana çıktığı durumlarda kullanılır (Görsel 5.31).



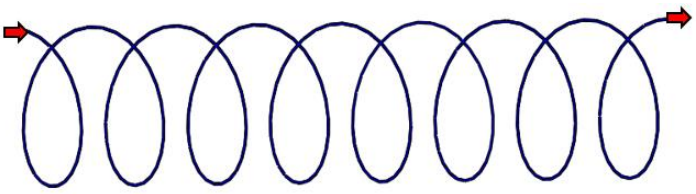
Görsel 5.31: Bindirme kaynağına hazırlanmış parçalar ve bindirme birleştirme yapılmış parçalar

Dikiş çekilecek bölgede, malzemeler üst üste geldiğinden köşe teşkil edecektir. Elektrodun ark esnasında çıkardığı ısının iki yüzeye de nüfuz etmesi gerekmektedir. Bu sebeple elektrot ile malzeme yüzeyi arasında 45° açı oluşturulması gerekmektedir. Kaynak dikiş yönü ile elektrot arasındaki açı ise 60° olmalıdır (Görsel 5.32). Bu açılar dikişin sağlam ve düzenli olması bakımından önemlidir.



Görsel 5.32: Bindirme kaynağı elektrot çalışma ve hareket açısı

Parçaların dizaynına göre kaynak banyosunun kontrolünü sağlamak için elektrot hareketi, tekniğine uygun olarak yapılmalıdır. Bu hareket, küçük daireler şeklinde bir yay gibi olmalıdır (Görsel 5.33).



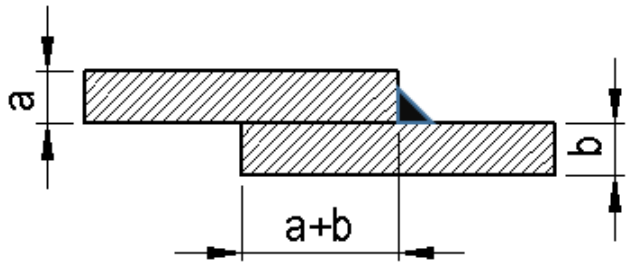
Görsel 5.33: Elektrot hareketi

5.5.2 Bindirme Payının Hesaplanması

Bindirme yapılırken aşağıdaki şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Parçaların kalınlığı
- Birleştirmenin taşıyacağı yük
- Kaynak edilecek parçaların boyutları

Bindirme payı; en az, parça kalınlıklarının toplamı kadar olmalıdır (Görsel 5.34).



Görsel 5.34: Bindirme payı

5.5.3 Kaynak Dikişini Temizleme

Kaynak dikişi soğuduktan sonra kaynak çekici ile kaynak cürufu kırılıp tel fırça ile temizlenmelidir. Birden fazla dikiş atılacak ise önceki dikiş kaynağı cürufu kaynak çekici ile iyice temizlenmeden ikinci dikiş atılmamalıdır (Görsel 5.10).

TEMRİN 5.1 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA DÜZ DİKİŞ

Amaç: Elektrik arkı ile yatayda düz dikiş çekmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kaynak makinesi
- Kaynak şasesi ve pensesi
- Kaynak elektrodu
- Kaynak maskesi
- Kaynak eldiveni ve önlüğü
- Kaynak yapılacak parça

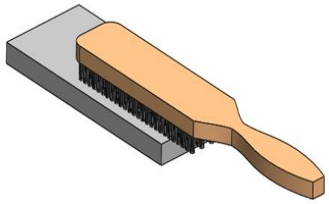
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçler temin edilerek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Kaynak makinesi ile pens ve şase bağlantılarını yapınız.
3. Kaynak masasını hazırlayınız.
4. Kaynak yapılacak malzemeleri kaynak masasına sabitleyiniz.
5. Kaynak şase bağlantısını yapınız.
6. Kaynak yapılacak parçanın kalınlığına uygun elektrot seçiniz.
7. Kaynak makinesinin amper ayarını elektrodun çapına göre seçiniz.
8. Kaynak maskesini takınız.
9. Ark işlemini vurarak ya da sürterek gerçekleştiriniz (Görsel 5.36).
10. Elektrot, kaynak yönünde 75-80° lik açı ile eğik tutulur. Elektrodun, iş parçasına yan taraflardan dik olmasına özen gösteriniz (Görsel 5.38).
11. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

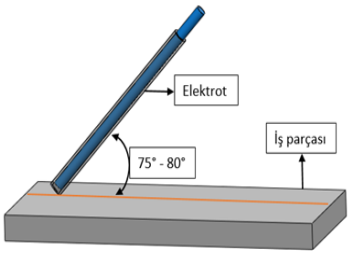
Sorular

1. **Elektrot yanma hızı, dakikada kaç mm olmalıdır?**
2. **Kişisel koruyucu olarak hangi malzemeler kullanılır?**

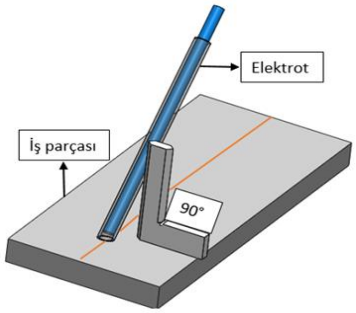
Uygulamaya Ait Görseller



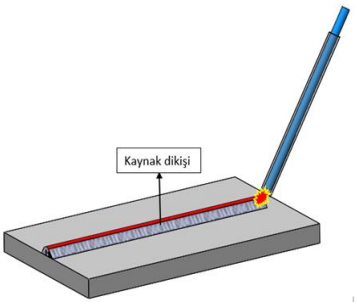
Görsel 5.35: Kaynak yapılacak yüzeyinin temizlenmesi



Görsel 5.36: Elektrot hareket açısı 75°-80°



Görsel 5.37: Çalışma açısı 90°



Görsel 5.38: Yatayda çekilmiş düz dikiş

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların kesilerek kaynağa hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Parça kalınlığına göre amper ayarının yapılması	**20**	
No. :	Elektrodun uygun açıda tutularak düz dikiş çekmek	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 5.2 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA KÜT EK KAYNAK

Amaç: Elektrik arkı ile yatayda küt ek kaynak yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kaynak makinesi
- Kaynak şasesi ve pensesi
- Kaynak elektrodu
- Kaynak maskesi
- Kaynak eldiveni ve önlüğü
- Kaynak yapılacak parça

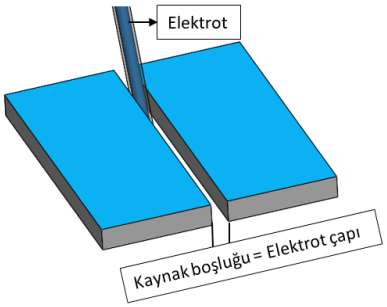
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Elektrodu kaynak pensine uygun biçimde bağlayınız.
3. Puntalama işlemi için dikişte kullanılacak elektrottan daha ince ve aynı özellikte elektrotlar tercih ediniz.
4. Parçaları arasında dikiş çekilecek elektrot çapı kadar boşluk bırakarak parçaları iki ucundan puntalayınız (Görsel 5.40).
5. Ark boyunu, elektrot açısını ve elektrot ilerleme hızını ayarlayarak küt ek kaynağını yapınız. Elektrot çalışma açısı, elektrot hareket açısı ve elektrot hareketleri uygulayınız (Görsel 5.41).
6. Kaynak arkı sırasında oluşan duman ve ışığın zararlı etkisinden korunmak için paravan kullanınız ve aspiratörü çalıştırınız.
7. Kaynak dikişini uygun elektrot açısı ve bekleme hareketi ile bitiriniz.
8. Kaynak sonrası kaynak cürufunu kaynak çekiciyle kırıp temizleyiniz.
9. Kaynak makinesini ve aspiratörü kapatınız.

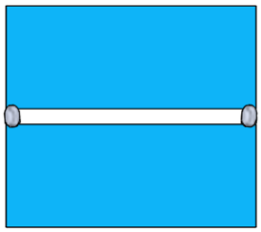
Sorular

1. **Elektrik arkı ile yatayda küt ek kaynak yaparken elektroda verilmesi gereken hareketler nelerdir?**
2. **Elektrik arkı ile yatayda küt ek kaynak yaparken amper ayarı nasıl yapılır?**

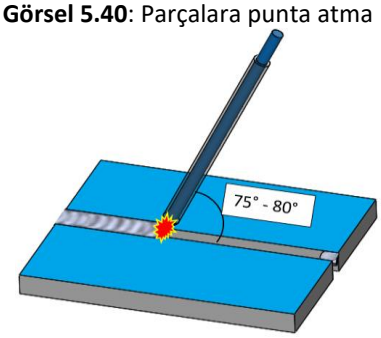
Uygulamaya Ait Görseller



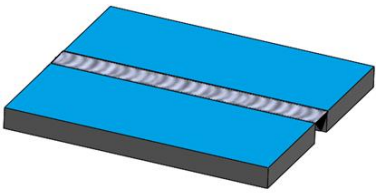
Görsel 5.39: Kaynak boşluğu oluşturma



Görsel 5.40: Parçalara punta atma



Görsel 5.41: Kaynak dikişi oluşturma



Görsel 5.42: Kaynak yapılmış iş parçası

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların kesilerek kaynağa hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Parça kalınlığına göre amper ayarının yapılması	**20**	
No. :	Küt ek kaynak yapmak	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 5.3 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA İÇ KÖŞE KAYNAK

Amaç: Elektrik arkı ile yatayda iç köşe kaynağı yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kaynak makinesi
- Kaynak şasesi ve pensesi
- Kaynak elektrodu
- Kaynak maskesi
- Kaynak eldiveni ve önlüğü
- Kaynak yapılacak parça
- Gönye

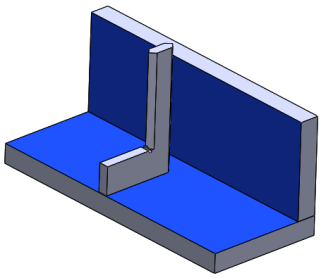
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Elektrodu kaynak pensine uygun biçimde bağlayınız.
3. Puntalama işlemi için dikişte kullanılacak elektrottan daha ince ve aynı özellikte elektrotlar tercih ediniz.
4. Parçaları birbirine dik konuma getirerek gönyeyle diklik kontrolü yapınız Görsel 5.43). Her iki köşeden puntalayınız (Görsel 5.44).
5. Ark boyunu, elektrot açısını ve elektrot ilerleme hızını ayarlayarak iç köşe kaynağını yapınız. Elektrot çalışma açısı, elektrot hareket açısı ve elektrot hareketleri uygulayınız (Görsel 5.45).
6. Kaynak arkı sırasında oluşan duman ve ışığın zararlı etkisinden korunmak için paravan kullanınız ve aspiratörü çalıştırınız.
7. Kaynak dikişini uygun elektrot açısı ve bekleme hareketi ile bitiriniz (Görsel 5.46).
8. Kaynak sonrası kaynak cürufunu kaynak çekiciyle kırıp temizleyiniz.
9. Kaynak makinesini ve aspiratörü kapatınız.

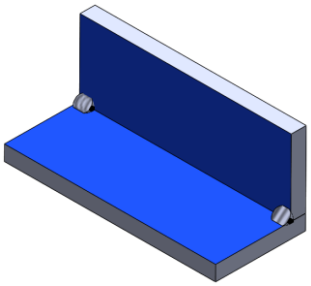
Sorular

3. **Elektrik arkı ile yatayda iç köşe kaynağı yaparken elektroda verilmesi gereken hareket açısı kaç derecedir?**
4. **Kaynak cürufu temizlenirken hangi malzemeler kullanılır?**

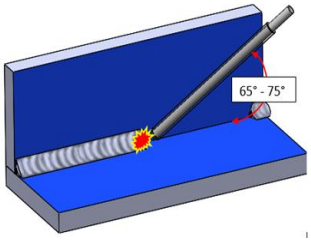
Uygulamaya Ait Görseller



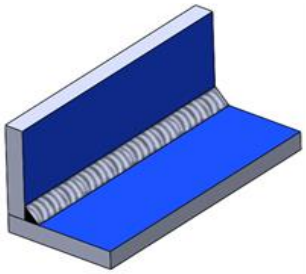
Görsel 5.43: Parçaları 90° olarak kaynağa hazır etme



Görsel 5.44: Parçalara punta atma



Görsel 5.45: Kaynak dikişi oluşturma



Görsel 5.46: Kaynak yapılmış iş parçası

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların kesilerek kaynağa hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Parça kalınlığına göre amper ayarının yapılması	**20**	
No. :	İç köşe kaynağının oluşturulması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 5.4 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA DIŞ KÖŞE KAYNAK

Amaç: Elektrik arkı ile yatayda dış köşe kaynağı yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kaynak makinesi
- Kaynak şasesi ve pensesi
- Kaynak elektrodu
- Kaynak maskesi
- Kaynak eldiveni ve önlüğü
- Kaynak yapılacak parça
- Gönye

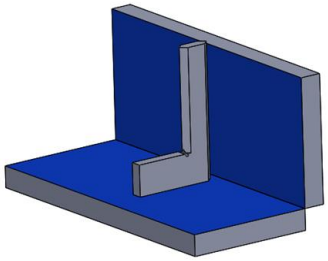
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Elektrodu kaynak pensine uygun biçimde bağlayınız.
3. Puntalama işlemi için dikişte kullanılacak elektrottan daha ince ve aynı özellikte elektrotlar tercih ediniz.
4. Parçaları birbirine dik konuma getirerek gönyeyle diklik kontrolü yapınız (Görsel 5.47). Her iki köşeden puntalayınız (Görsel 5.48).
5. Ark boyunu, elektrot açısını ve elektrot ilerleme hızını ayarlayarak dış köşe kaynağını yapınız. Elektrot çalışma açısı, elektrot hareket açısı ve elektrot hareketleri uygulayınız. Kaynak arkı sırasında oluşan duman ve ışığın zararlı etkisinden korunmak için paravan kullanınız ve aspiratörü çalıştırınız (Görsel 5.49).
6. Kaynak dikişini uygun elektrot açısı ve bekleme hareketi ile bitiriniz (Görsel 5.50).
7. Kaynak sonrası kaynak cürufunu kaynak çekiciyle kırıp temizleyiniz.
8. Kaynak makinesini ve aspiratörü kapatınız.

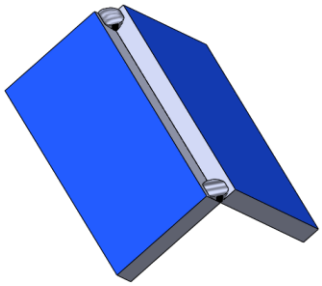
Sorular

5. **Elektrik arkı ile yatayda dış köşe kaynağı yaparken elektroda verilmesi gereken çalışma açısı kaç derecedir?**

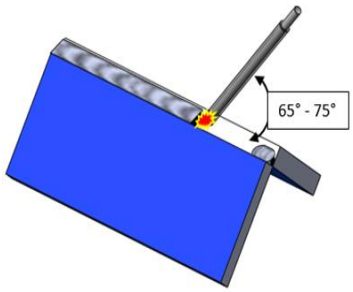
Uygulamaya Ait Görseller



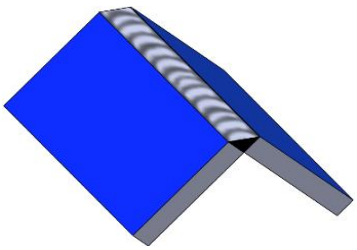
Görsel 5.47: Parçaları 90° olarak kaynağa hazır etme



Görsel 5.48: Parçalara punta atma



Görsel 5.49: Kaynak dikişi oluşturma



Görsel 5.50: Kaynak yapılmış iş parçası

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların kesilerek kaynağa hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Parça kalınlığına göre amper ayarının yapılması	**20**	
No. :	Dış köşe kaynağının oluşturulması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 5.4 ELEKTRİK ARKI İLE YATAYDA BİNDİRME KAYNAK

Amaç: Elektrik arkı ile yatayda bindirme kaynağı yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Kaynak makinesi
- Kaynak şasesi ve pensesi
- Kaynak elektrodu
- Kaynak maskesi
- Kaynak eldiveni ve önlüğü
- Kaynak yapılacak parça

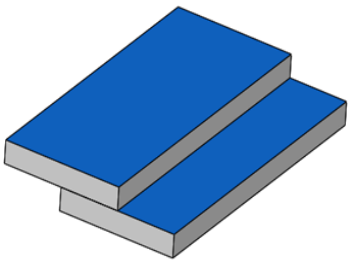
İşlem Basamakları

1. Kullanılacak araç ve gereçleri temin ederek güvenli çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Elektrodu kaynak pensine uygun biçimde bağlayınız.
3. Puntalama işlemi için dikişte kullanılacak elektrottan daha ince ve aynı özellikte elektrotlar tercih ediniz.
4. Parçaları birbirine paralel bir şekilde üst üste koyarak her iki köşeden puntalayınız (Görsel 5.52).
5. Ark boyunu, elektrot açısını ve elektrot ilerleme hızını ayarlayarak bindirme kaynağını yapınız (Görsel 5.53).
6. Elektrot çalışma açısı, elektrot hareket açısı ve elektrot hareketleri uygulayınız.
7. Kaynak arkı sırasında oluşan duman ve ışığın zararlı etkisinden korunmak için paravan kullanınız ve aspiratörü çalıştırınız.
8. Kaynak dikişini uygun elektrot açısı ve bekleme hareketi ile bitiriniz (Görsel 5.54).
9. Kaynak sonrası kaynak cürufunu kaynak çekiciyle kırıp temizleyiniz.
10. Kaynak makinesini ve aspiratörü kapatınız.

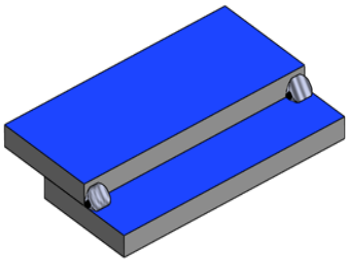
Sorular

6. **Elektrik arkı ile yatayda bindirme kaynağı yaparken bindirme payı nasıl hesaplanır?**

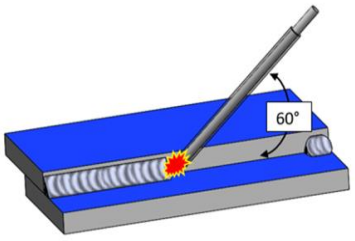
Uygulamaya Ait Görseller



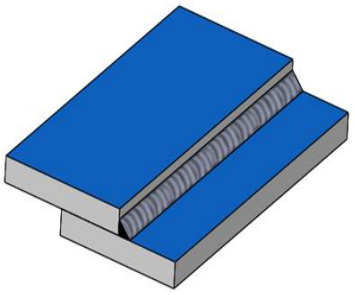
Görsel 5.51: Parçaları üst üste bindirerek hazırlama



Görsel 5.52: Parçalara punta atma



Görsel 5.53: Kaynak dikişi oluşturma



Görsel 5.54: Kaynak yapılmış iş parçası

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Parçaların kesilerek kaynağa hazırlanması	**20**	
Sınıfı :	Parça kalınlığına göre amper ayarının yapılması	**20**	
No. :	Bindirme kaynağının oluşturulması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi ark kaynağın temel elemanlarından biri <u>değildir</u>?
A) Kaynak makineleri
B) Tel fırça
C) Kaynak pensi
D) Kaynak kabloları
E) Kaynak şasesi

2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik ark kaynak makinesi çeşitlerinden <u>değildir</u>?
A) Transformatör
B) Redresör
C) Jeneratör
D) İnverter
E) Numaratör

3. Transformatör tipi kaynak makinelerine verilen akım türü aşağıdakilerden hangisidir?
A) Doğru akım
B) Alternatif akım
C) Düz akım
D) İvmeli akım
E) Artan akım

4. Gerek elektrodun kavranması gerekse kaynak dikişinin istenilen şekilde biçimlendirilebilmesi için gerekli olan aparat aşağıdakilerden hangisidir?
A) Şase
B) Kaynak çekici
C) Kaynak pensi
D) Eldiven
E) Kaynak makinası

5. Kısa süreli (puntalama gibi) kaynaklar için kaynak yerinin görünmesini sağlayan, kaynak sırasında kararan özel maske camları aşağıdakilerden hangisidir?
A) Siyah cam
B) Renkli cam
C) Solar hücreli cam
D) Cam film tabakası
E) Şeffaf cam

6. Tekniğine uygun ark oluşturulmadığında manyetik alanın etkisiyle arkta aşağıdakilerden hangisi oluşur?
A) Uzun ark boyu oluşur.
B) Kısa ark boyu oluşur.
C) Ark yön değiştirir.
D) Ergime fazla olur.
E) Ergime az olur.

7. Aşağıdakilerden hangisi ark üflemesini meydana getiren neden <u>değildir</u>?
A) Kısa ark boyu ile çalışmak
B) Kaynak arkının dar alanda yapılması
C) Şasenin ark bölgesine yakın bağlanması
D) Elektrot açısının yanlış uygulanması
E) Uzun ark boyu ile çalışmak

8. Küt ek kaynağında, elektrodun her iki parçayla oluşturduğu çalışma açısı kaç derecedir?
A) 90°
B) 45°
C) 75°
D) 60°
E) 80°

9. Elektrot hareketi ile aşağıdakilerden hangisi <u>sağlanmaz</u>?
A) Ergiyik metalin kaynak bölgesini doldurması
B) Ergiyik metalin kontrolü
C) Ergiyik metallerin karışımı
D) Kaynak bölgesini tam olarak kaplaması
E) Ark üflemesi

10. Köşe kaynaklarında elektrot çalışma açısı aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?
A) 30°
B) 45°
C) 60°
D) 90°
E) 120°

6. ÖĞRENME BİRİMİ

İLETKEN BAĞLANTILARI

Bu öğrenme biriminde;

1. İletkenler ve iletken çeşitlerini
2. İletkenlerin bağlantı yöntemlerini

öğreneceksiniz.

İLETKENLER

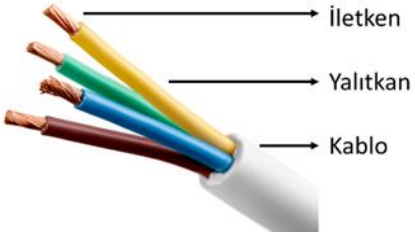
BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- İletkenlerin uygun şekilde eklenmesinin önemi ne olabilir? Araştırınız.
- Sınıfınıza değişik kablolar getirerek karşılaştırma yapınız.
- İletken bağlantı noktalarını yalıtmanın önemi ne olabilir? Araştırınız.

6.1.1 İletkenlerin Özellikleri ve Çeşitleri

Elektrik akımını iletmek için kullanılan, bakır veya alüminyumdan üretilen, bir veya birden fazla telden oluşan, çıplak veya yalıtılmış tel ya da tel demetine **iletken** denir. Elektrik akımı iletiminde kullanılan ve üzeri yalıtkan bir madde ile kaplı olan metalik iletkenlere **kablo** denir (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: İletken kabloları

Bakır, alüminyum, gümüş, demir, kurşun, platin, kalay, krom, tungsten, volfram, krom-nikel, çinko, kadmiyum, pirinç vb. iletken maddelere örnek verilebilir.

Yalıtkan, elektriği geçirmeyen anlamındadır. Elektrik akımını taşıyan iletkenleri ve diğer cihazları insanların güvenliği açısından yalıtan gereçlerdir. Cam, kauçuk, pamuk, yağ, hava ve polivinil klorür (PVC) yalıtkan maddelere örnek olarak verilebilir.

6.1.1.1 Yapıldıkları Maddeye Göre İletkenler

Elektrik iletiminde kullanılan iletkenler çok değişik maddelerden üretilir. Her maddenin elektrik iletkenliği farklıdır.

Gümüş: Sert yapılı, beyaz renkli ve elektriği en iyi ileten maddedir. Pahalı olması nedeniyle daha çok süs eşyası yapımında kullanılır. Kontaktör, röle, şalter, ölçü aleti, hoparlör vb. yerlerde kullanılır. Isıyı etkili şekilde aktarır. Korozyona karşı oldukça dayanıklıdır.

Bakır: Mekanik dayanımı iyi, kırmızı renkli, rahatlıkla işlenebilen bir maddedir. Elektrik kablolarında iletken olarak en fazla kullanılan maddedir. Kullanım alanı geniştir. Kablolarda, elektrik motorlarında, vb. kullanılır.

Altın: Yumuşak özellikli, kolaylıkla tel ve levha hâline gelebilen, sarı renkli maddedir. Oldukça pahalı olduğundan iletken olarak tercih edilmez. Bazı elektronik elemanların bağlantı noktalarında, kaplama olarak kullanılır.

Alüminyum: Gümüş beyaz renkli bir metaldir. Bakıra göre yumuşak yapılı, mekanik dayanımı düşüktür. Bakırdan sonra, kullanımı oldukça fazla olan bir iletkendir. Havai hatlarda, dış tesisatta, yeraltı kablolarında vb. kullanılır.

Demir: Parlak gri renkli ve sert bir maddedir. İletken olarak pek kullanılmaz. Daha çok makinelerin gövde kısımlarını oluşturmak için kullanılır.

Kalay: Beyaz, sarımtırak renkli ve yumuşak bir maddedir. Erime sıcaklığı çok düşük olduğu için daha çok lehim teli imalatında kullanılır.

Kurşun: Gri, mavimtırak renkli ve yumuşak bir maddedir. Pil, akümülatör üretiminde ve lehim teli yapımında kullanılır.

6.1.1.2 Yalıtım Durumuna Göre İletkenler

Yalıtım durumuna göre iletkenler, çıplak iletkenler ve yalıtılmış iletkenler olarak ikiye ayrılır.

Çıplak İletkenler: İletken, tek bir telden veya birçok telden meydana gelebilir. Tek telli iletkenler, 16 mm² kesite kadar üretilebilir. 10 mm² den sonra iletkenlerin işlenmesi zor olduğundan tek telli iletkenler sarılarak, çok telli iletken hâline getirilir. Topraklama ve havai hat tesislerinde kullanılır. Aşağıdaki görselde, raylı sistemlerdeki katener hattında kullanılan kontak teli ve katener teli verilmiştir (Görsel 6.2).

Görsel 6.2: Katener sisteminde kullanılan iletkenler

Yalıtılmış İletkenler: Elektrik akımına karşı kabloyu izole etmek için kablonun üzerinin yalıtkan bir madde ile kaplandığı iletkenlerdir.

Tel Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler: İletken kısmın tamamının tek veya birçok telden yapıldığı iletkenlerdir (Görsel 6.3).

Görsel 6.3: Tek telli ve çok telli iletkenler

Damar Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler: Damar sayısına göre tek damarlı veya çok damarlı olarak üretilirler. Çok damarlı iletkenler; birden fazla tek veya çok telli iletkenin ayrı ayrı yalıtılıp sonra hepsinin başka bir yalıtıcı kılıf ile bir araya toplanmasıyla oluşturulur (Görsel 6.4).

Görsel 6.4: Damar sayısına göre iletkenler

6.1.2 Kullanım Yerlerine Göre Kablo Çeşitleri

Kablolar; iletken (bakır ve alüminyum) ve yalıtkan (plastik, kâğıt ve termoplastik) kısımdan meydana gelir. Kullanım yerlerine göre çeşitlilik gösterir. Ev tesisatlarında iletken bakır telli kablolar; yüksek gerilim hatlarında izolesiz çıplak teller kullanılır.

6.1.2.1 Tek Damarlı Kablolar (NYA)

Tek damardan oluşan tek telli kablolardır. Ev tesisatlarında, sabit tesislerde, dağıtım panolarında, kapalı ve kuru yerlerde, sıva altı veya sıva üstünde, boru içinde olacak şekilde kullanılır. Ev tesisatlarında kullanılan kablo çeşididir (Görsel 6.5).

Görsel 6.5: PVC izoleli bakır NYA kablolar

6.1.2.2 Tek Damarlı Çok Telli Kablolar (NYAF)

Tek damardan ve damarın içinde çok telden oluşan kablolardır. Hareketli cihazların bağlantılarında, kapalı ve kuru yerlerde, sıva altı veya sıva üstünde, boru içinde olacak şekilde kullanılır. Bükülgen bakır iletkenlerden oluşur (Görsel 6.6).

Görsel 6.6: PVC izoleli bakır NYAF kablolar

6.1.2.3 Çok Damarlı Çok Telli Kablolar (TTR)

Çok damar ve çok telden meydana gelen kablolardır. Mekanik zorlamaların az olduğu kapalı ve kuru yerlerde, ev aletlerinde, buharlı ve rutubetli yerlerde kullanılır. Uzatma kablolarında kullanılan kablo çeşididir (Görsel 6.7).

Görsel 6.7: PVC izoleli bükülgen TTR kablo

6.1.2.4 Antigron (Nemli Yer) Kablolar (NYM)

PVC izoleli, bir veya çok telli, bakır iletkenli tesisat ve alçak gerilim kablolarıdır. Kablo kanalı ya da kablo spiralleri ile kuru, rutubetli ve ıslak yerlerde, yangın ve patlama tehlikesi olan atölye, fabrika, her türlü iş yeri ve depolarda, açıkta kullanılır. Toprak altına döşenmez, sabit olarak sıva altında veya üstünde; şebeke aydınlatma ve güç kablosu olarak kullanılır (Görsel 6.8).

Görsel 6.8: Antigron NYM kablo

6.1.2.5 Koaksiyel (Anten) Kablo

Anten kablosu olarak kullanılır. Kablonun ortasında üzeri yalıtılmış ve canlı uç olarak anılan bir iletken bulunur. Yalıtkanın üzerinde ise hasır şeklinde örülmüş metal siper vardır. Anten ve TV tesisatlarında, ses ve video iletiminde kullanılır. Empedansı 75 Ω (ohm)'dur (Görsel 6.9).

Görsel 6.9: Koaksiyel kablo

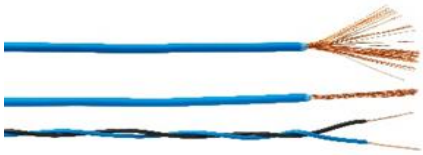
6.1.2.6 Haberleşme Kabloları

Endüstriyel elektronikte, bilgisayar ve ofis makinelerinde, bina içi haberleşme sistemlerinde, bina içi ses sistemlerinde, güvenlik sistemlerinde kullanılır (Görsel 6.10).

Görsel 6.10: Haberleşme kablosu

6.1.2.7 Zil Kabloları

Piyasada, zil veya kapı otomatiği gibi zayıf akım tesisatlarında kullanılan kablolara zil kablosu veya zil teli denir. Genellikle bakır iletkenin üzeri kalaylanmış olup çeşitli renklerde yalıtkan ile kaplanmıştır. Kesitleri 0,50 mm^2 ve 0,75 mm^2 dir. 100 metrelik toplar hâlinde satılır. Apartmanların zil tesisatında, sıva altındaki borulardan geçirilerek kullanılır (Görsel 6.11).



Görsel 6.11: Zil teli

6.1.2.8 Fiber Optik Kablolar

Çok yüksek nitelikteki veri transferlerinde kullanılan özellikli bir kablo tipidir. Cam fiberden yapılmıştır. Işık aktarımı yapar. Verileri, diğer kablolara oranla uzun mesafelere daha hızlı ve yüksek değerlerde taşır. Elektromanyetik alanlardan etkilenmez. Optik haberleşme sistemlerinde, internet bağlantılarında, kapalı devre TV (CCTV) sistemlerinde, elektronik cihazların arasındaki iletişimlerinde ve askeri alanlarda kullanılır (Görsel 6.12).

Görsel 6.12: Fiber optik kablo

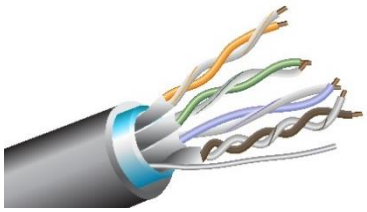
6.1.2.9 Kordon Kablolar

Mekanik zorlamanın az olduğu kuru ve rutubetli yerlerde, hareketli sistemlerde, genellikle ev aletlerinde (lamba, aplik, avize vb.) ve hoparlör tesisatlarında kullanılır (Görsel 6.13).

Görsel 6.13: Kordon kablo

6.1.2.10 Diyafon Tesisatı Kabloları

Diyafon kabloları; bina içi tesisatlarda, dâhili haberleşme ve ses sistemlerinde, kapı diyafon sistemlerinde kullanılır. DT8, DT12 gibi türleri vardır. DT8 8 x 0,22 mm^2 kesitinde, DT12 12 x 0,22 mm^2 kesitinde üretilir (Görsel 6.14).



Görsel 6.14: Diyafon kabloları

Bilgi Kutusu

- En iyi iletken madde “gümüş”tür.
- Bakır, ucuz ve iyi bir iletken olduğu için çok kullanılır.
- Tek damarlı iletkenler, 16 mm^2 ye kadar üretilir.
- N tipi kablolar yer altında kullanılmaz.

6.2.1 İletken Bağlantı ve Eklemede Kullanılan Araç Gereçler

İletken kablolar genellikle tek parça hâlinde üretilir ve satılır. Elektrik tesisat kabloları çekilirken bazı durumlarda iletkenleri birbirine eklemek gerekir. İletkenler kesilirken, soyulurken ve birbirlerine eklenirken bazı araç gereçler kullanılmalıdır.

6.2.1.1 Yan Keski

İletkenleri veya kabloları kesmek amacıyla kullanılan bir el aletidir. Kullanılan sektöre göre değişkenlik gösterebilir. Elektronikçilerin kullandığı yan keskiler elektrikçilerin kullandıklarına göre daha küçüktür (Görsel 6.15).

Görsel 6.15: Yan keski

Uyarı

- Yan keski, tutma ve çekme işlemlerinde kullanılmamalıdır.
- Yan keski ile işlem yapılırken metal olan uç kısmına parmaklar yaklaştırılmamalıdır.
- Kesilecek tel ya da kablonun boyutuna göre yan keski seçilmeli; mini yan keskiler, kalın kabloları kesmede kullanılmamalıdır.

6.2.1.2 Pense

İletkenleri veya küçük parçaları tutmaya, çekmeye, sıkıştırmaya ve bükerek şekil vermeye yarayan bir alettir. Pensenin sap kısımları izole edilmiş, metal kısma yakın olan bölgeye elin temas etmemesi için kaymayı önleyici çıkıntılar yapılmıştır. Elektronikçilerin kullandığı penseler küçük; elektrikçilerin kullandığı penseler daha büyük ve kuvvetlidir. Ayrıca ayarlı pense, papağan pense, segman pense gibi çeşitleri vardır (Görsel 6.16).

Görsel 6.16: Pense

6.2.1.3 Kargaburnu

Pensenin sığamayacağı yerlerdeki parçaların tutulması ve daha küçük ölçüdeki bükme, kıvırma ve şekillendirme işlerinde kullanılır. Penseye göre ağız kısmı daha ince ve uzundur. Düz ve eğri ağızlı olmak üzere çeşitleri vardır (Görsel 6.17).

Görsel 6.17: Kargaburnu

6.2.1.4 Maket Bıçağı

Malzemeleri kesmek ve soymak için kullanılan el aletidir. Bıçakları değiştirilebildiğinden bileme problemi yoktur (Görsel 6.18).

Görsel 6.18: Maket bıçağı

6.2.1.5 Testere

Madeni parçaları, kalın kesitli kabloları kesmek için kullanılan bir el aletidir (Görsel 6.19).

Görsel 6.19: Demir testere

6.2.1.6 Tornavida

Vidaların sökülmesinde ve sıkıştırılmasında kullanılır. Uçları çelikten yapılmış olup sap kısımları ve gövdelerinin bir kısmı yalıtılmıştır. El giremeyen yerlere vida takılmasında kullanılan özel tornavidaların uç kısımlarına, vida tutma düzenekleri ilave edilmiştir (Görsel 6.20).

Görsel 6.20: Tornavida

Uyarı

- Tornavida, parçaları sökmek için avuç içinde kullanılmamalıdır. Tornavidanın ucu kayarak avuç içine saplanabilir. Bu yüzden yerde veya masa üstünde çalışılmalıdır.
- Bozuk uçlu tornavidalar kullanılmamalıdır. Bunlar vida başlarını bozarak vidaları sökülemez hâle getirebilir.
- Vida başlarının şekillerine, kalınlıklarına göre çeşitli tip ve boylarda tornavidalar bulunur

6.2.1.7 Kablo Soyucu Pens

Değişik çaplardaki kabloların dış kısmında bulunan izole malzemeyi kablodan ayırmak için kullanılan el aletleridir. Ayar kısmının yardımıyla tüm iletken izolesinin standart olarak soyulmasını sağlar (Görsel 6.21).

Görsel 6.21: Kablo soyucu pens

6.2.1.8 Kablo Pabucu Sıkma Pensi

Kabloları, kablo pabucuna yerleştirdikten sonra sıkmak için kullanılan aletlerdir (Görsel 6.22).

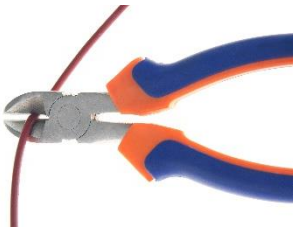
Görsel 6.22: Kablo pabucu sıkma pensi

6.2.2 İletkenlerde Temel İşlemler

İletkenlerin bağlantıları için önce yerlerine uygun hazırlanmaları gerekir. Bunun için iletkenlerin kesilmesi, yalıtkanın soyulması ve telin bükülmesi gibi çeşitli işlem basamaklarından oluşan teknikler uygulanır.

6.2.2.1 İletkenlerin Kesilmesi

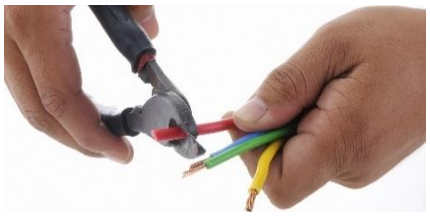
İletkenler, genellikle 100 metrelik toplar hâlinde satılır. Dolayısıyla iletkenlerin kullanılacak yerin ölçülerinde kesilerek hazırlanması gerekir. İletkenleri kesmede genellikle yan keski ve pense kullanılır. Kalın kesitli iletkenlerin kesilmesinde ise demir testere kullanılır (Görsel 6.23).



Görsel 6.23: İletkenlerin kesilmesi

6.2.2.2 İletkenlerin Soyulması

İletkenler, genellikle 100 metrelik toplar hâlinde satılır. Dolayısıyla iletkenlerin kullanılacak yerin ölçülerinde kesilerek hazırlanması gerekir. İletkenleri kesmede genellikle yan keski ve pense kullanılır. Kalın kesitli iletkenlerin kesilmesinde ise demir testere kullanılır (Görsel 6.24).



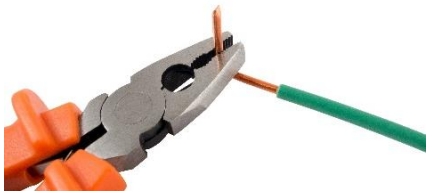
Görsel 6.24: İletkenlerin soyulması

Uyarı

- Yalıtkanın çıkarılması sırasında, iletkenin zedelenmemesine dikkat edilmelidir.
- İletken ucunun gereğinden fazla soyulmamasına dikkat edilmelidir.
- İletkenlerin soyulmasında yan keski, kablo soyma pensi ve çakı kullanılmalıdır.

6.2.2.3 İletkenlerin Bükülmesi

Cihaz ve pano montajında iletkenleri kullanım yerlerine bağlarken soyulan uç kısmından bükmek gerekebilir. Bükme işlemlerinde genellikle ince iletkenler için kargaburnu, kalın iletkenler içinse pense kullanılır (Görsel 6.25).



Görsel 6.25: İletkenlerin bükülmesi

Uyarı

- Bükülecek iletken, büküm noktasından (iletken üzerindeki yalıtkanın zedelenmemesine dikkat ederek) sıkıca tutulduktan sonra istenilen açıda bükme gerçekleştirilmelidir.

6.2.3 İletkenlerde Bağlantı İşlemleri

İletkenler mümkün olduğunca tek parça kullanılmalıdır. İyi yapılmayan eklerde direnç artacağı için bağlantı noktalarında ısınma, ark ve sinyal kaybı oluşmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca ek bağlantısı önerilmez.

Elektrik tesisatlarında iletkenlerin uzatılması veya bir hattan enerji almak gerektiğinde ekleme işlemi yapılır. Ekleme işlemi; iletkenler, değişik metotlarla birbirleri üzerine sarılarak veya ara bağlantı parçaları kullanılarak gerçekleştirilir. Boru içerisinde kesinlikle ek yapılmamalıdır.

6.2.3.1 Düz Ek

İletken uzunluğunun yetmediği durumlarda kullanılır. Düz ek ince kesitli iletkenlerde genellikle el, pense veya kargaburnu kullanılarak yapılır. İletkenin tek telli veya çok telli olması, ekin yapım şeklini değiştirmez (Görsel 6.26).

Görsel 6.26: Düz ek

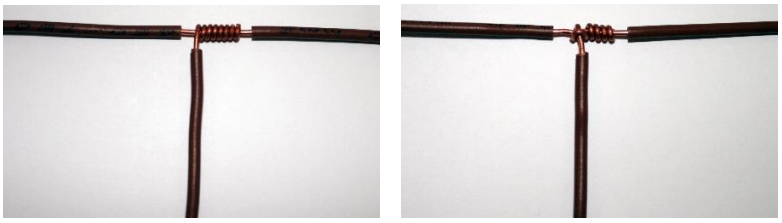
6.2.3.2 Çift Düz Ek

Çift düz ek yapımında iletkenler, birbirleri ile tek damarlı iletkenlerdeki gibi eklenir. Ancak ek yerlerinin karşılıklı gelmesi durumunda ek yerinde hem şişkinlik hem de kısa devre oluşabileceğinden ek yerlerinin üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. Çok telli iletkenlerin yalıtkanı soyulurken iletkenlerin kopmamasına dikkat edilmelidir (Görsel 6.27).

Görsel 6.27: Çift düz ek

6.2.3.3 T Ek

Alçak gerilim havai hatlarında ve iç tesisatta çekme kuvvetinin az olduğu yerlerde kullanılır. Havai hatlarda klemens ile ekleme yapılırken iç tesisatta bu hat içerisinde klemensle veya sarılarak ekleme yapılır. Eğer çekme kuvveti fazla ise düğümlü T ek yapılır (Görsel 6.28).



Görsel 6.28: T ek

6.2.3.4 Çift T Ek

Düz giden hatlardan iki farklı yöne ek almak için kullanılan bir yöntemdir. Ek alınan iletkenlerin soyulmuş kısımları, ek alınacak iletken üzerinde farklı ya da aynı yönlere sarılabilir. Çift T ek yapıldıktan sonra ek yerinin iletkenliğini ve dayanımını artırmak için ek yeri lehimlenmeli ve izole bantla yalıtılmalıdır. Çok damarlı iletkenlerin T ek uygulamasında, ek yerleri bir miktar kaydırılarak yapılır (Görsel 6.29).

Görsel 6.29: Çift T ek

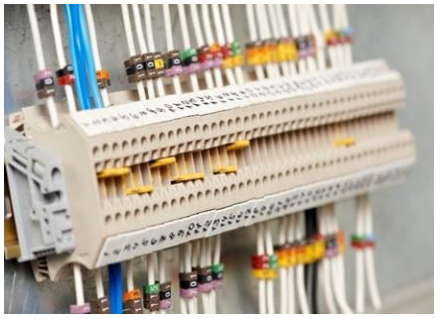
6.2.3.5 Özel Ekler

Kalın kesitli iletkenler dış tesisatta genellikle klemens ve boru ile eklenir. Alçak gerilimli iç tesisatlarda, klemens olmayan yerlerde veya iki iletkenin aynı yere bağlanması gerektiğinde özel ekler yapılır.

6.2.3.6 İletkenin Klemense Bağlanması

Cihaz ve pano montajında iletkenleri kullanım yerlerine bağlarken soyulan uç kısmından bükmek gerekebilir. Bükme işlemlerinde genellikle ince iletkenler için kargaburnu, kalın iletkenler içinse pense kullanılır (Görsel 6.25).

Klemensler çeşitli boyutlarda yapıldığından iletkenlerin kalınlığına göre seçilmelidir. İnce kesitli iletkenlerin, kalın kesitli iletkenlerle sarılarak eklenmesi zor olduğundan daha iyi elektriksel temas sağlamak için klemens kullanılır. Aynı kesitte olmayan iletkenlerin klemenssiz eklenmesi uyumsuzluğa neden olur. Aynı veya farklı kesitteki iletkenler, klemens kullanılarak eklendiğinde iletkenler arasında daha sıkı bir bağlantı sağlanır (Görsel 6.30).



Görsel 6.30: Klemens bağlantıları

6.2.3.7 İletkenin Terminale Bağlanması

Yalıtkanı soyulmuş olan iletken uçları, bağlantı yerinin (terminalin) özelliğine göre şekillendirilir. Vidalara bağlanacak tek telli ve çok telli iletkenler, vida çapına göre kargaburnu ile bükülür. İletken ucu vida çapına uygun olarak kıvrıldıktan sonra meydana gelen halka ucu kapatılır ve iletkene dokundurulur. Daha sonra içerisine, alt ve üst kısımlarına pul veya rondela konularak vida geçirilir. Bu sırada iletkenin vidaya saat ibresi yönünde sarılmasına dikkat edilmelidir. Çok telli iletkenler, vida içerisine geçirildikten sonra uç kısımları lehimlenmeli veya tel ile sarılmalıdır (Görsel 6.31).

Görsel 6.31: Terminal bağlantıları

Uyarı

- Vidalara bağlanacak tek telli ve çok telli iletkenler, vida çapına göre kargaburnu ile bükülür.
- İletken ucu vida çapına uygun olarak kıvrıldıktan sonra meydana gelen halka ucu kapatılır.
- Daha sonra içerisine, alt ve üst kısımlarına pul veya rondela konularak vida geçirilir.
- Bu sırada iletkenin vidaya saat ibresi yönünde sarılmasına dikkat edilmelidir. Aksi hâlde iletken, vida sıkılırken sarıldığı yerden çıkabilir.
- Çok telli iletkenler, vida içerisine geçirildikten sonra uç kısımları lehimlenmeli veya tel ile sarılmalıdır.

6.2.3.8 İletkenin Fişe Bağlanması

Elektrik enerjisini tesisattan almaya yarayan elektrik devre elemanlarıdır. Fiş, bir aygıt veya uzatma kablosundaki iletkenleri prizdeki kontaklar aracılığı ile elektrik tesisi iletkenlerine birleştirmeyi veya bunlardan ayırmayı sağlayan bir araçtır (Görsel 6.32).

Görsel 6.32: İletkenlerin fiş bağlantısı

6.2.3.9 İletkenin Jacklara (Jak) Bağlanması

Jack (jak) ve soketlerin malzemesi bakır olup üzeri gümüş ya da kalay kaplıdır. İzolasyon için PVC kullanılır. Jack ve soketler kullanılacakları yere göre çeşitli tiplerdedir. Genelde izoleli olan jackların, yapılarına uygun imal edilmiş soketleri vardır. Bu yüzden, yanda sadece yapılarına göre jaklar gösterilmiştir. Her jackın soketi de onun rahatlıkla girebileceği yuva şeklindedir. Erkek jacklar, dişi jacklar, erkek geri dönüşlü jacklar gibi çeşitleri vardır (Görsel 6.33).

Görsel 6.33: Jack bağlantısı

6.2.3.10 İletkene Kablo Pabucu ve Yüksükleri Bağlanması

Kalın kesitli ve çok telli iletkenlerin cihazlara bağlantısı, çoğu kez mümkün olmaz. Bunun için özel geliştirilmiş kablo pabuçları kullanılır (Görsel 6.34). Kablo pabuçları, değişik tipte ve değişik boylarda üretilmektedir.

Çok telli ve kalın kesitli iletkenlerin cihaz, pano vb. bağlantılarında kablo pabucu kullanılması, bağlantının sağlıklı olması açısından önerilmektedir. Kablo pabucu, mekanik ve elektriksel yönden iyi bir bağlantı sağlar. Bağlantı sırasında iletkenlerin çıplak kısımlarının pabuç dışında kalmamasına dikkat edilmelidir. Gerekirse üzerine takılan iletkenle birlikte lehimlenerek bağlantı mukavemeti artırılmalıdır.

Panolarda kullanılan kablolar çok telli iletkenlerden oluşmaktadır. Bu yüzden kabloların soyulmuş hâli ile klemens ve elemanlara montajı; güvenlik, işçilik ve esneklik bakımından bazı sakıncalar oluşturur. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak için klemens, kontaktör, ölçü aleti vb. gibi elemanlara kablo bağlantısı yapılırken kablolara mutlaka yüksük takılmalıdır.

Görsel 6.34: Kablo pabucu ve yüksükleri

6.2.3.11 İletken Eklerinin Yalıtılması

İletkenler eklendikten sonra çıplak olan ek yerlerinin birbirine temas ederek kısa devre yapmaması için ve ayrıca dışarıdan herhangi bir temasa karşı mutlaka yalıtılmalıdır. İç tesisatta ek yerlerinin yalıtılmasında izole bant; sargıların ek yerlerinin yalıtılmasında daralan makaron kullanılır.

İzole bant ile yapılan yalıtma işleminde sarma işine, yalıtkan kısmın üzerinden başlanır. İzole bandın üst üste gelmesi sağlanarak ek yerinin üzeri tamamen sarılır. Ek üzerindeki izole bant kalınlığı, kullanılan gerilime göre değişir (Görsel 6.35).

Görsel 6.35: İletkenlerin yalıtılması

TEMRİN 6.1 DÜZ EK YAPIMI

Amaç: El aletleri yardımıyla iletkenlerin düz ek bağlantısını gerçekleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- İletken kablo
- Pense, yan keski, kargaburnu (1 adet)
- İzolebant (1 adet)

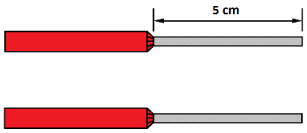
İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Eklenmek üzere iletkenleri Görsel 6.36'daki şekilde verilen ölçülerde kesiniz.
3. İletkenlerin açık kısımlarını üst üste getirerek Görsel 6.37'deki gibi çapraz şekilde tutunuz.
4. İletkenlerin kesişme noktalarından birini diğerinin üzerine Görsel 6.38'deki gibi 90^0 lik bir açı ile bükünüz.
5. Bükme işlemine, iletkenin tamamı diğer iletkenin üzerine sarılana kadar Görsel 6.39'daki gibi devam ediniz.
6. Diğer iletkeni, birinci iletkenin üzerine bu kez ters yönde ve aynı şekilde sarınız.
7. Her iki tarafın iyice sıkıldığından emin olunuz ve sağlamlığını test ediniz.
8. İletkenlerin üzerini izole bant ile yalıtarak teslim ediniz.
9. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

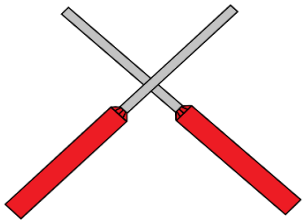
Sorular

1. **İletkenler birbirine neden eklenir?**
2. **İletkenlere ek yapıldıktan sonra, iletkenleri yalıtma ihtiyacı neden ortaya çıkar?**

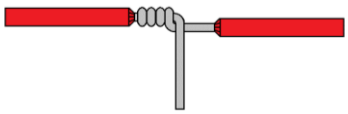
Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.36: İletkenlerin soyulması



Görsel 6.37: İletkenlerin çaprazlanması



Görsel 6.38: İletkenlerin bükülmesi

Görsel 6.39: İletkenlerin düz ek hâline getirilmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi ve soyulması	**20**	
Sınıfı :	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	**20**	
No. :	İletken ek yerinin izole bant ile yalıtılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 6.2 — ÇİFT DÜZ EK YAPIMI

Amaç: El aletleri yardımıyla iletkenlerin çift düz ek bağlantısını gerçekleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- İletken kablo
- Pense, yan keski, kargaburnu (1 adet)
- İzolebant (1 adet)

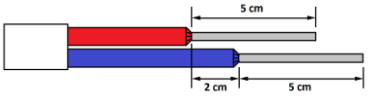
İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Eklenmek üzere iletkenleri verilen ölçülerde Görsel 6.40'daki gibi kesiniz.
3. Eklenecek iletkenler, uzun kısmın karşısına kısa; kısa kısmın karşısına uzun kısım gelecek şekilde tutarak birinci eklemeyi Görsel 6.42'deki gibi yapınız.
4. Diğer iletkenin uçlarını da aynı şekilde Görsel 6.43'deki gibi ekleyiniz.
5. İletkenlerin üzerini izole bant ile yalıtarak teslim ediniz.
6. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

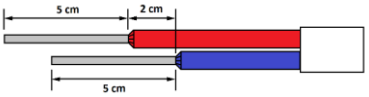
Sorular

1. **Tek telli iletkenler varken çok telli iletkenlere neden ihtiyaç duyulmuştur?**
2. **Çok telli kabloda düz ek yapma işlemi nasıl yapılmaktadır? Açıklayınız.**

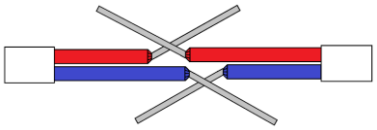
Uygulamaya Ait Görseller



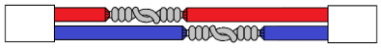
Görsel 6.40: İletkenlerin soyulması



Görsel 6.41: Diğer iletken uçlarının soyulması



Görsel 6.42: İletken uçlarının sarılması



Görsel 6.43: İletkenlerin düz ek hâline getirilmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi ve soyulması	**20**	
Sınıfı :	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	**20**	
No. :	İletken ek yerinin izole bant ile yalıtılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 6.3 — T EK YAPIMI

Amaç: El aletleri yardımıyla iletkenlerin T ek bağlantısını gerçekleştirmek

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- İletken kablo
- Pense, yan keski, kargaburnu (1 adet)
- İzolebant (1 adet)

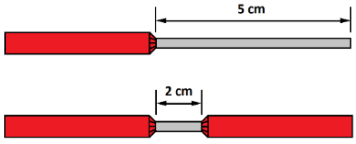
İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İletkenlerden birinin ucunu 50 mm soyarak Görsel 6.44'teki gibi açınız.
3. İkinci iletkenin ek alınacak yerinden 20 mm'lik bir bölümünü soyarak Görsel 6.45'teki gibi açınız.
4. Birinci iletkeni T ek alınacak iletkenin üzerine dik olarak ve izoleli kısmını iyice yaklaştırarak tutunuz. İletkeni Görsel 6.46'daki gibi bükerek sarınız.
5. İletkenlerin üzerini izole bant ile yalıtarak teslim ediniz. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

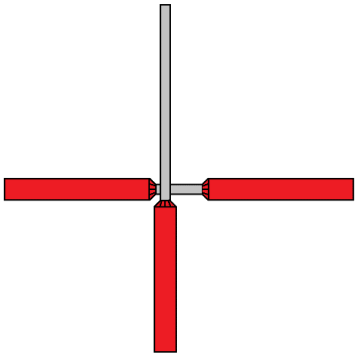
Sorular

3. **T ek nedir? Nerelerde kullanılır?**
4. **T ek işleminin avantajlarını ve dezavantajlarını belirtiniz?**

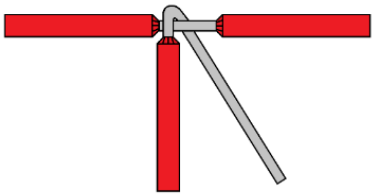
Uygulamaya Ait Görseller



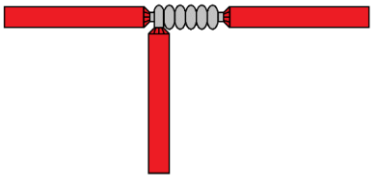
Görsel 6.44: İletkenlerin soyulması



Görsel 6.45: Diğer iletken uçlarının soyulması



Görsel 6.46: İletken uçlarının sarılması



Görsel 6.47: İletkenlerin düz ek hâline getirilmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi ve soyulması	**20**	
Sınıfı :	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	**20**	
No. :	İletken ek yerinin izole bant ile yalıtılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 6.4 — ÇİFT T EK YAPIMI

Amaç: El aletleri yardımıyla iletkenlerin Çift T ek bağlantısını gerçekleştirmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- İletken kablo
- Pense, yan keski, kargaburnu (1 adet)
- İzolebant (1 adet)

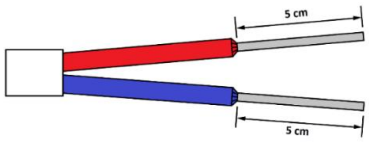
İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İletkenlerden birinin ucunu 50 mm soyarak Görsel 6.48'deki gibi açınız.
3. İkinci iletkenin ek alınacak yerinden 20 mm'lik bir bölümünü soyarak Görsel 6.49'daki gibi açınız.
4. Birinci iletkeni T ek alınacak iletkenin üzerine dik olarak ve izoleli kısmını iyice yaklaştırarak tutunuz. İletkeni bükerek Görsel 6.51'deki gibi sarınız.
5. İletkenlerin üzerini izole bant ile yalıtarak teslim ediniz.
6. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

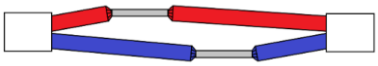
Sorular

1. **Çift T ek nedir? Nerelerde kullanılır?**

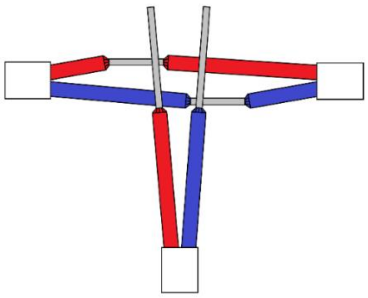
Uygulamaya Ait Görseller



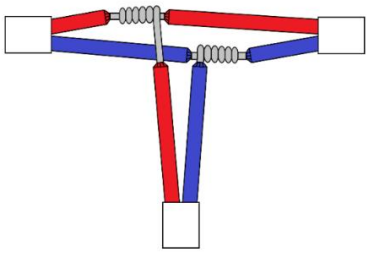
Görsel 6.48: İletkenlerin uçlarının soyulması



Görsel 6.49: İletkenlerin ek yerlerinin soyulması



Görsel 6.50: İletkenlerin üst üste getirilmesi



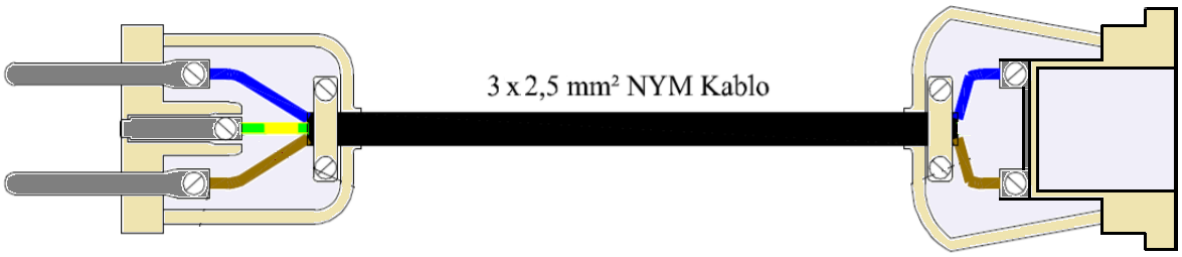
Görsel 6.51: İletkenlerin eklenmesi

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi ve soyulması	**20**	
Sınıfı :	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	**20**	
No. :	İletken ek yerinin izole bant ile yalıtılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 6.5 SEYYAR LAMBA YAPIMI

Amaç: Taşınabilir seyyar lamba bağlantısı yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.52: Priz ve duy bağlantısı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Erkek fiş (1 adet)
- Duy (1 adet)
- Lamba (1 adet)
- NYM kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Fiş ve duy temin ediniz. Kabloyu 2 metre olacak şekilde ölçerek yan keski ile kesiniz.
3. İletkenin izolesini uç kısımlarından yeteri kadar soyunuz.
4. Fişin ve duyun vidalarını açınız. Fiş ve duy kapaklarını kablonun içeresine geçiriniz.
5. Fiş ve duyun bağlantısını kablo renklerine dikkat ederek yapınız.
6. Fişi prize takmadan önce multimetre ile kısa devre ya da kopukluk olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Öğretmen kontrolünde seyyar kabloları sırayla prizlere takarak enerji veriniz.
8. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

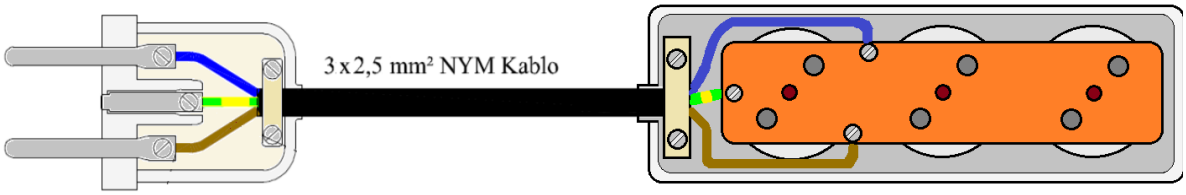
1. **Seyyar lamba bağlantısının, seyyar priz bağlantısından farkı nedir? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	**20**	
Sınıfı :	Fiş ve duy kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Duy üzerinde lamba yanma testinin yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 6.5 GRUP PRİZ YAPIMI

Amaç: Fiş ve priz kullanarak grup priz yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.53: Priz ve fiş bağlantısı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Erkek fiş (1 adet)
- Grup priz (1 adet)
- Kontrol kalemi (1 adet)
- NYM kablo
- Multimetre (1 adet)
- Metre (1 adet)
- Pense, yan keski, kargaburnu, tornavida

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Topraklı fiş ve grup prizi temin ediniz. Kabloyu 3 metre olacak şekilde ölçerek yan keski ile kesiniz.
3. İletkenin izolesini uç kısımlarından yeteri kadar soyunuz.
4. Fiş ve grup prizin klemens ve tutma vidalarını açınız.
5. Fişin kapağını kablo içeresinden geçiriniz.
6. Fiş ve grup priz bağlantısını kablo renklerine dikkat ederek Görsel 6.53'teki bağlantıları yapınız.
7. Fişi prize takmadan önce multimetre ile kısa devre ya da kopukluk olup olmadığını kontrol ediniz.
8. Öğretmen kontrolünde seyyar kabloları sırayla prizlere takarak enerji veriniz.
9. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

1. **Grup prizler neden yapılır ve nerelerde kullanılır?**
2. **Kablo bağlantısında renkler rastgele klemense dağıtılırsa ne olabilir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	**20**	
Sınıfı :	Fiş ve grup priz kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Grup priz üzerinde multimetre ile test yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi bir elektrik tesisatçısının tesisatı yapabilmesi için ihtiyacı olan boru ve kablonun aynı anda birlikte bulunduğu kablo çeşididir?**
   A) NYA kablo
   B) Spiralli NYA kablo
   C) NYAF kablo
   D) TTR kablo
   E) NYM kablo

2. **Aşağıdaki ifadelerden hangisi tek damarlı ve içinde çok telden oluşan kablo çeşididir?**
   A) NYA kablo
   B) Spiralli NYA kablo
   C) NYAF kablo
   D) TTR kablo
   E) NYM kablo

3. **Aşağıdakilerin hangisi 3 × 2,5 TTR kablonun özelliklerinden biri değildir?**
   A) 3 damardan oluşmuştur.
   B) Kesiti 2,5 mm^2 dir.
   C) Çok telden oluşmuştur.
   D) Kablonun kesiti mm^2 dir.
   E) Kapalı ve kuru yerlerde kullanılır.

4. **Aşağıdakilerden hangisi mekanik hasar riskinin olmadığı yerlerde, toprak altında yerel enerji dağıtımında güç kablosu olarak kullanılır?**
   A) Antigron kablo (NYM)
   B) Siyah Antigron kablo (NYY)
   C) TTR kablo
   D) Alpek kablo
   E) NYAF kablo

5. **Aşağıdakilerden hangisi elektriksel niteliği olmayan, yüksek nitelikteki veri transferinde kullanılan kablo tipidir?**
   A) Fiber optik kablo
   B) Yangına dayanıklı kablolar
   C) TTR kablo
   D) Alpek kablo
   E) Siyah antigron kablo

6. **Bir tramvay aracında vagon aydınlatmasına giden floresan lamba kablolarından biri sıkışma sonucu kopmuş ve ek yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Aşağıdakilerden hangisi kabloya yapılacak ek olmalıdır?**
   A) Düz ek
   B) T ek
   C) Son ek
   D) Çift T ek
   E) Kablo pabucu ile ekleme

7. **Aşağıdakilerden hangisi alçak gerilim havai hatlarında ve iç tesisatta çekme kuvvetinin az olduğu yerlerde kullanılan ek çeşididir?**
   A) Düz ek
   B) Çift düz ek
   C) Klemensle ek
   D) Son ek
   E) T ek

8. **Aşağıdakilerden hangisi iletkenlerin kesilmesinde kullanılan el aletlerinden biri değildir?**
   A) Pense
   B) Yan keski
   C) Demir testeresi
   D) Maket bıçağı
   E) Kablo soyma pensi

9. **İletkenlerin soyulması ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**
   A) Kablo ucu gereğinden fazla açılmamalıdır.
   B) Kablo ucunu açarken yan keski kullanılır.
   C) Kablo ucu açarken kablo soyma pensi kullanılır.
   D) Kablo ucu açarken kerpeten kullanılır.
   E) Kablo ucu zedelenmemelidir.

10. **Kalın kesitli ve aynı kesitte olmayan iletkenlerin eklenmesinde hangi ek kullanılır?**
    A) Düz Ek
    B) T Ek
    C) Klemens
    D) Çift T Ek
    E) Çift Düz Ek

7. ÖĞRENME BİRİMİ

ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Zayıf akım tesisat devrelerini yapmayı
2. Zil tesisat devrelerini yapmayı
3. Diyafon tesisat devrelerini yapmayı

öğreneceksiniz.

ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Zayıf akım tesisatlarında kullanılan malzemeler neler olabilir? Araştırınız.
- Zayıf akım tesisatlarında neden düşük gerilim kullanılmaktadır? Araştırınız.
- Zayıf akım tesisatları neler olabilir? Araştırınız.
- Zayıf akım tesisatları hangi amaçlar için kullanılır? Araştırınız.
- Çizilmiş bir elektrik tesisat projesi bularak çizimlerini inceleyiniz.

7.1.1 Zayıf Akım Tesisatları

Zayıf akım tesisatında; telefon, zil, anten ve yangın alarm sistemi gibi cihazları çalıştırmak için kullanılan, düşük gerilime sahip kaynaklardır. Zayıf akım tesisatının gerilimi düşük olduğundan çarpma riski yoktur. Zayıf akım insanlara zarar vermeyen elektrik tesisatı olarak da tanımlanmaktadır.

7.1.2 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan El Aletleri

Zayıf akım tesisat devrelerinde kullanılan el aletleri, genellikle elektronikçi tip küçük el aletleridir.

Faz Kontrol Kalemi: Kontrol kalemi, bir elektrik devresinde ya da sisteminde gerilimin olup olmadığını anlamak için kullanılan bir test aletidir (Görsel 7.1).

Görsel 7.1: İletken kabloları

Elektronikçi Tip Tornavida: Bu tornavidalar, zayıf akım devrelerinde kullanılabilir. Kullanılan tornavidalar, düz uçlu ve yıldız uçlu olarak üretilir (Görsel 7.2).

Görsel 7.2: Tornavida

Elektronikçi Tip Pense, Yan Keski, Kargaburnu: Yüksek karbonlu krom nikel çeliği, kesici ağızları indüksiyonda sertleştirilmiş PVC izoleli gereçlerdir. Elektronik devrelerinde kullanılır (Görsel 7.3).

Görsel 7.3: Yankeski

İzole Bant: İletkenler eklendikten sonra, çıplak ek yerlerinin birbirine temas etmesini önlemek için izole bant ile yalıtılır (Görsel 7.4).

Görsel 7.4: İzole bant

7.1.3 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Malzemeler

Zayıf akım tesisatında kullanılan elektrik malzemeleri, kontrol ve haberleşme uygulamalarında sıklıkla karşılaşılır. Manuel ya da otomatik kontrol ile elektrik enerjisini kullanarak bir iş yapılacaksa bu işin kontrol mekanizması, zayıf akım devreleri ile yapılır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte çok çeşitli tür ve özelliklerde malzeme imal edilmiştir. Bu nedenle zayıf akım tesisatında kullanılacak malzemelerin seçiminde özen gösterilmelidir.

7.1.3.1 Zil Transformatörü (Zil Trafosu)

Girişine uygulanan gerilimi düşüren veya yükselten elektrik makinesine **transformatör** denir (Görsel 7.5). Primer ve sekonder sargı olmak üzere iki sargısı vardır. Düşürücü trafolarda ince kesitli ve çok sipirli olan sargıya **pirimer sargı**, kalın kesitli ve az sipirli olan ikinci sargıya **sekonder sargı** denir. Bu transformatörler zil, kapı otomatiği, numaratör gibi devrelerde sıklıkla kullanılır.

Küçük güçlü olan ve ziller için kullanılan transformatörlere **zil transformatörleri** denir. Zil trafosunun güçleri; 5 W (watt), 10 W, 15 W, 20 W, 50 W ve gerilimleri; 220 V (volt) / 3-5-8 V, 220 V / 4-8-12 V, 220 V / 24 V olarak üretilirler.

Görsel 7.5: Zil trafosu

Bilgi Kutusu

- Bir iletken veya bobinden akım geçerken, üzerinde manyetik alan oluşur. Doğru akım geçmişse sabit manyetik alan; alternatif akım geçmişse değişken manyetik alan oluşur.

Sıra Sizde

- Transformatörün herhangi bir sargısına, doğru gerilim uygulandığında çıkışından gerilim alınabilir mi? Araştırınız.

7.1.3.2 Sigortalar

Elektrik besleme hatlarını ve aygıtlarını, aşırı akıma karşı korumak için kullanılan devre elemanlarına **sigorta** denir (Görsel 7.6). Devrenin güvenliği için kullanılır. Buşonlu, cam, fişli, anahtarlı otomatik sigorta, NH (bıçaklı) sigorta, yüksek gerilim sigortaları gibi çeşitleri vardır. Küçük akımlı ve elektronik devrelerde cam sigortalar; aydınlatma ve priz devrelerinde otomatik sigortalar, büyük akımlı güç devrelerinde NH sigortalar kullanılır. Zayıf akım çağırma tesisatlarında 6 A değerinde otomatik sigortalar kullanılır. Sigorta, devre akımını taşıyabilecek değerde seçilmelidir. Eğer devreden geçen akım çok yüksek değere ulaşırsa sigortadan geçen akım da artacağı için sigorta akımı taşıyamaz ve sigorta kendini açarak devreyi ve devre elemanlarını korumuş olur.

Görsel 7.6: Sigorta

7.1.3.3 Butonlar

Tesisat devrelerinde devreye enerji verip kesmeye yarayan temas özellikli anahtarlara **buton** denir (Görsel 7.7). Zil tesisatı devrelerinde çeşitli şekillerde kullanılır. Üzerindeki tuşa basıldığı sürece enerjinin devreye verilmesini sağlar. Sert plastik veya metal malzemelerden üretilir. Zil butonları; sıva altı, sıva üstü, yuvarlak, etiketli, çoklu (butoniyer), ışıklı buton şeklinde üretilmiştir. Diyafon sistemlerinin temelini oluşturur.

Görsel 7.7: Buton

7.1.3.4 Ziller

İşaret vermek, uyarmak ve çağırmak için kullanılan ses çıkaran cihazlara **zil** denir. Zayıf akım tesisatının bildirim kısmını oluşturur. Mekanik zil, elektronik zil, radyo frekanslı zil, hoparlörlü kapı zili, kameralı kapı zili, diyafon içi entegreli zil vb. birçok çeşidi bulunur. Özellikle melodi elektronik ziller sıklıkla kullanılır (Görsel 7.8).

Görsel 7.8: Zil

7.1.3.5 Kapı Otomatiği

Girişine gerilim uygulanması ile elektromıknatısın enerji alarak hareket geçtiği ve kapı üzerindeki kilidi açtığı elemanlara **kapı otomatiği** denir (Görsel 7.9). Kapı otomatiği üzerinde (zincirli tip), elektromıknatıs, kurma kolu, sürgü kolu, yerine getirme yayı mandalı, palet gibi elemanlar bulunur. Manyetik alan prensibine göre, butona basıldığında kapı otomatiği bobininin enerji alarak karşı paleti kendine çekip kapının açılması esasına göre çalışır. Zincirli ve zincirsiz tip kapı otomatiği modelleri vardır. Çalışma gerilimi genellikle 12 V'tur.

Görsel 7.9: Kapı otomatiği

7.1.4 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Kablolar

Zayıf akım tesisat kabloları genellikle bina içi uygulamalarında kullanılır. Teknolojinin gelişmesi ile kullanılan tüm teknolojik cihazların kabloları ve seçim kriterleri gerek insan sağlığı gerekse kusursuz iletim açısından oldukça önemli olduğundan bu kablolara gereken özen gösterilmelidir. Zayıf akım tesisatlarında kullanılan kablolara zil kabloları, koaksiyel (anten) kablolar, kordon kablolar, diyafon kabloları, fiber optik kablolar örnek verilebilir.

7.1.5 Zayıf Akım Tesisat Devrelerinde Kullanılan Montaj Elemanları

Zayıf akım tesisatında kullanılan malzemeler, sıva altı ve sıva üstü olarak iki çeşittir. Kullanılacak tesisata uygun malzeme seçimine dikkat edilmelidir.

Tesisat Boruları: Kabloları koruyan PVC veya metal özellikli borulardır. Sıva altında daha sık kullanılır. Düz ve bükülgen türleri vardır (Görsel 7.10).

Görsel 7.10: Tesisat boruları

Buatlar (Ek Kutular): Elektrik tesisatlarında, içerisine iletkenlerin eklendiği ve dağıtımlarının yapıldığı ek kutularıdır. Sıva altı ve sıva üstü olarak çeşitleri mevcuttur. Sıva üstü buatlar genellikle sonradan yapılan tesisatlarda kullanılır. Sıva üzerine monte edilir. Sıva altı buatlar, duvar içine monte edilir. Sadece kapağı dışarıda kalır, dekoratiftir (Görsel 7.11).

Görsel 7.11: Buat

Kasalar: Anahtar, buton ve prizlerin montajı için kullanılan gereçlerdir. Normal, derin, geçmeli ve alçıpan kasalar olmak üzere değişik tiplerde; sıva altı ve sıva üstü olarak üretilir (Görsel 7.12).

Görsel 7.12: Kasa

Kroşeler: Kabloların, boruların duvar veya tavana tutturulmasına yarayan gereçlere denir. PVC veya sacdan yapılır. Kroşeler, boru veya kabloların özelliğine ve çapına göre değişik büyüklüklerde üretilir. Plastik veya sac kroşe, çivili kroşe, antigron kroşe, ray ve tandır kroşe (Havai hat iletkenlerinde kullanılır.) olarak adlandırılır.

Kablo Kanalı (PVC): Kablo kanalı sistemleri; yapıların enerji dağıtımı veya haberleşme için kullanılan tesisatlarda izole elektrik kablolarının güvenli bir şekilde taşınmasını, sabitlenmesini ve desteklenmesini sağlayan birbiriyle uyumlu birimlerden oluşan sistemlerdir. Genellikle ticari ve endüstriyel yapılarda kablo yönetimi için kullanılır.

Kablo Bağı ve Spirali: Plastik malzemeden yapılan kilitli bağlar ve spiral şeklindeki şeritler, kabloların bir arada durmasını sağlar. Kablo bağları ve spirallerinin pano gövdesine yapışmaları için yapışkan kroşe kullanılır. Çeşitli boyda ve kalınlıkta çeşitleri vardır (Görsel 7.13).

Görsel 7.13: Kablo bağı

Bilgi Kutusu

- Zayıf akım tesisatları; binaların özelliğine, belirli bir sıralamaya ve Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği kurallarına göre çekilir.
- Binalar yapılmadan önce elektrik tesisat projeleri hazırlanır. Bu projelerde, boruların kesitleri ve nereye yerleştirilecekleri belirlenir. Anahtar ve prizlerin nerelerde olacağına detaylı bir şekilde karar verilir.
- Projeye göre kasa ve buatlar, açılan yuvalara çimento yardımıyla tutturulur.
- Sıva kuruduktan sonra kablolar çekilir.
- Buatlara gelen iletkenlerin ekleri, buatların içerisinde uygun yöntemlerle yapılır.
- Tüm elemanların montajı, kendilerine ayrılan yerlerde yapılır.

7.2.1 Zil Tesisatları

Elektrikli haberleşmenin çağırma ve bildirim sistemlerinde, zil tesisat devreleri kullanılır. Zil tesisatlarının birçok kullanım yeri vardır. Çok katlı binalarda, dışarıdan gelen kişinin görüşmek istediği kişiyi çağırması amacıyla kullanılan sesli çağırma tesisatı çeşididir. Bunun dışında binalarda ve iş yerlerinde, yangın ihbar sistemlerinde kullanılır.

7.2.2 Zil Tesisatları Çizimleri ve Çalışma Prensipleri

Tesisat çizimlerinde devre şemaları, açık şema ve kapalı şema olmak üzere iki şekilde çizilir.

Açık Şema: Her iletkenin ayrı ayrı çizildiği, hangi bağlantının nereye yapıldığını ayrıntılı bir şekilde gösteren tesisat şemalarına denir. Faz ve nötr hattı şema üzerinde gösterilir.

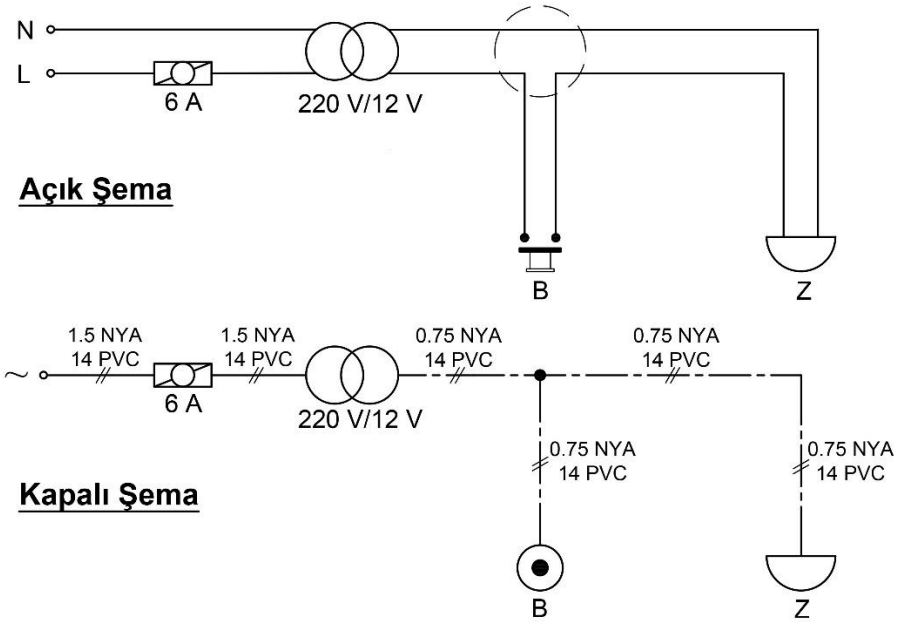
Kapalı Şema: Elektrik tesisatının tek hat üzerinde gösterildiği şemaya denir. Elektrik tesisat proje çizimleri, kapalı şema olarak çizilir.

Uyarı

- Şemalarda gösterilen noktalar, ek alma ve buat yerlerini temsil eder. O nedenle ek yerlerini göstermeyi unutmayınız. Açık şema çizimlerinde devrenin “çalışmıyor" durumunda olan butonları açık çizilmelidir.

7.2.2.1 Bir Buton Bir Zil Tesisatı Devresi

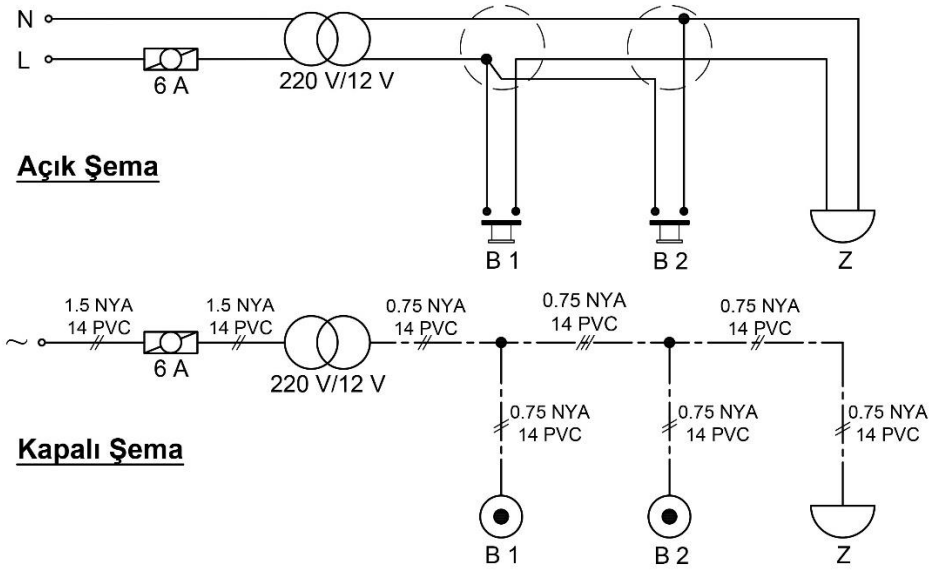
Bir buton ve bir zilden oluşan basit bir elektrik devresidir. Çağırma ve bildirim tesisatlarının temelini oluşturur. Bu devrede butona basıldığı sürece zil çalar, elin kaldırılmasında ise zilin enerjisi kesilir (Görsel 7.14).



Görsel 7.14: Bir buton bir zil tesisatı şeması

7.2.2.2 İki Buton ve Bir Zil Tesisatı Uygulama Devresi

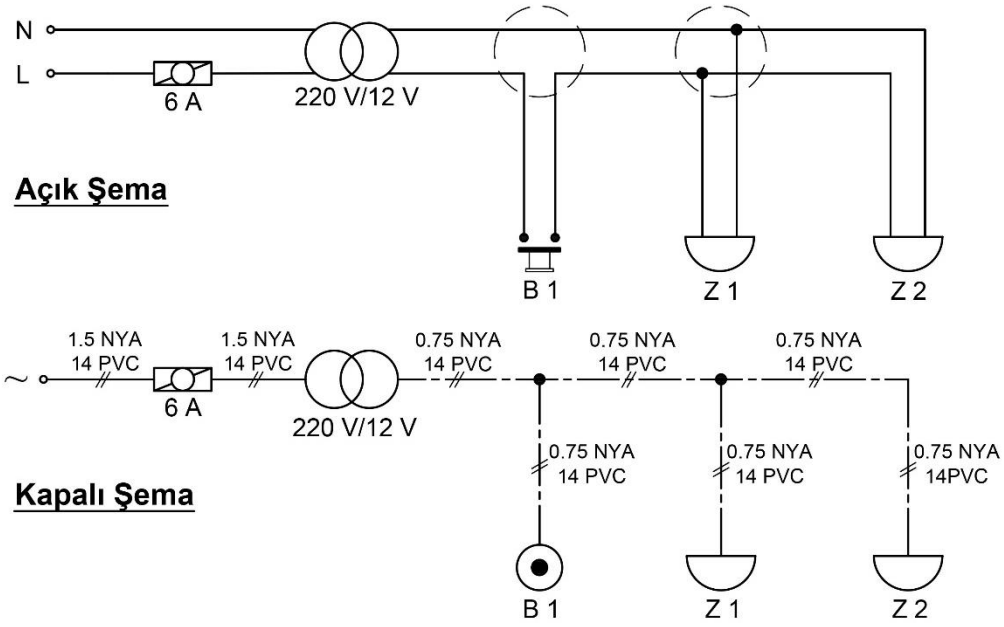
Butonları birbirine paralel bağlanmış iki butonlu devredir. Zil, herhangi bir butona basıldığında transformatör üzerinden enerjisini alarak çalışır. Bu devreler, çok katlı binalarda hem dış kapıdan hem de daire içerinden zili çalıştırabilmek amacıyla kullanılır. Buton adedi, diğer butonlara paralel bağlanarak çoğaltılabilir (Görsel 7.15).



Görsel 7.15: İki buton bir zil tesisatı şeması

7.2.2.3 Bir Buton ve İki Zil Tesisatı Uygulama Devresi

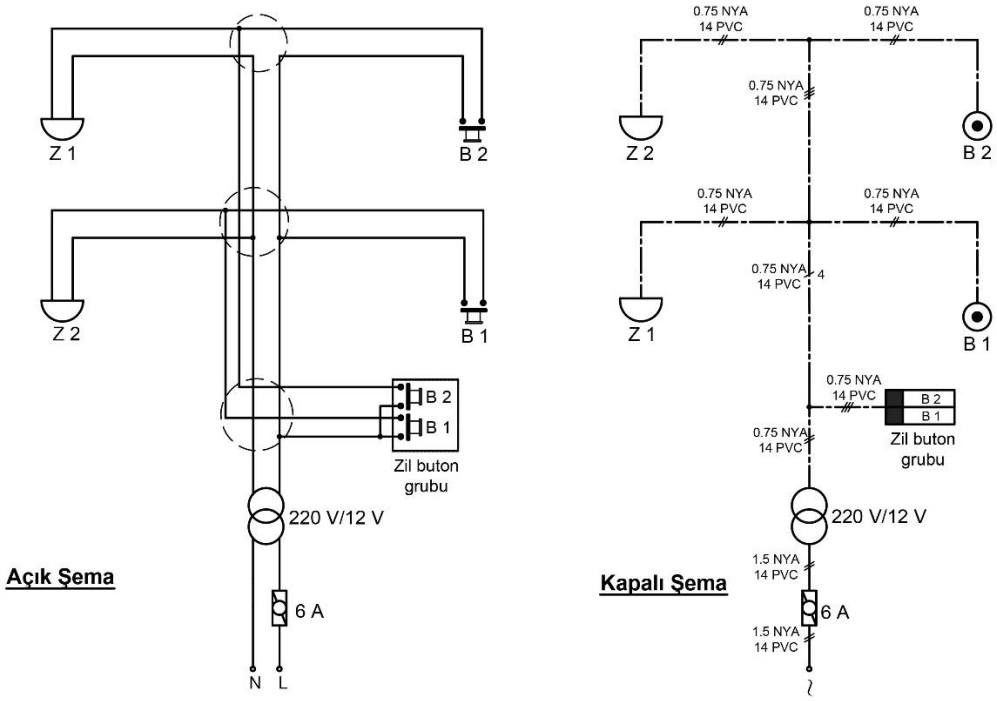
Butona basıldığında iki zilin aynı anda çalıştığı devredir. Burada ziller birbirine paralel bağlanmıştır. Zillerin sayısı paralel bağlanarak artırılabilir (devreden geçecek akım şiddeti göz önüne alınarak). Zilleri farklı yerlerde kullanmak ve zil sayısını artırmak amacıyla; okul gibi yerlerde kullanılabilir (Görsel 7.16).



Görsel 7.16: Bir buton iki zil tesisatı şeması

7.2.2.4 İki Kat İki Daireli Apartman Zil Tesisatı Devresi

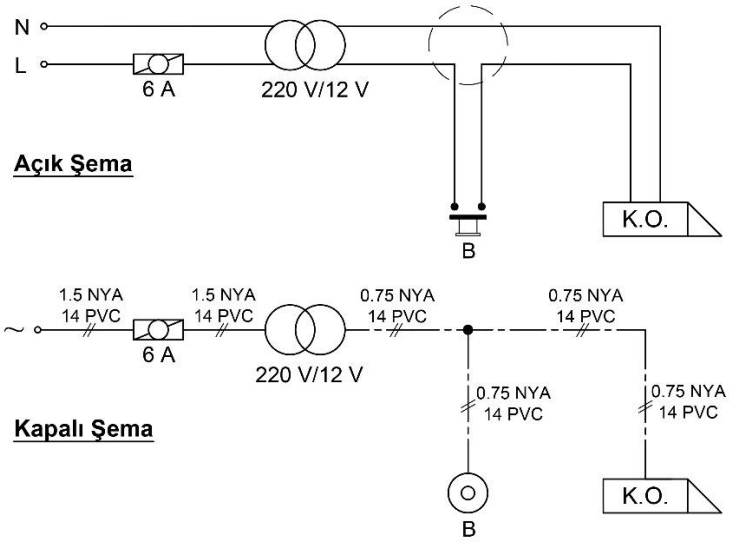
Dört buton ve iki zilin kullanıldığı devredir. Çağırma ve bildirim tesisatlarında kullanılmaktadır. Bu devrede B1 butona basıldığı sürece daire 1'e bağlı zil çalar, elin kaldırılmasında ise zilin enerjisi kesilir. B2 butonuna basıldığı sürece daire 2'ye bağlı zil çalar, elin kaldırılmasında ise zilin enerjisi kesilir. Her birinin ayrı olarak değerlendirildiği devredir (Görsel 7.17).



Görsel 7.17: İki kat İki daireli zil tesisatı şeması

7.2.3 Kapı Otomatiği Tesisatı Devresi

Apartman veya diğer binaların ana giriş kapılarının, ısı kaybı ve güvenlik açısından kapalı tutulması gerekir. Bu amaçla kapı, genelde kapalı tutulur. Dışarıdan gelen kişiye kapının otomatik olarak açılmasını sağlamak amacıyla kurulan devre cesididir (Görsel 7.18).

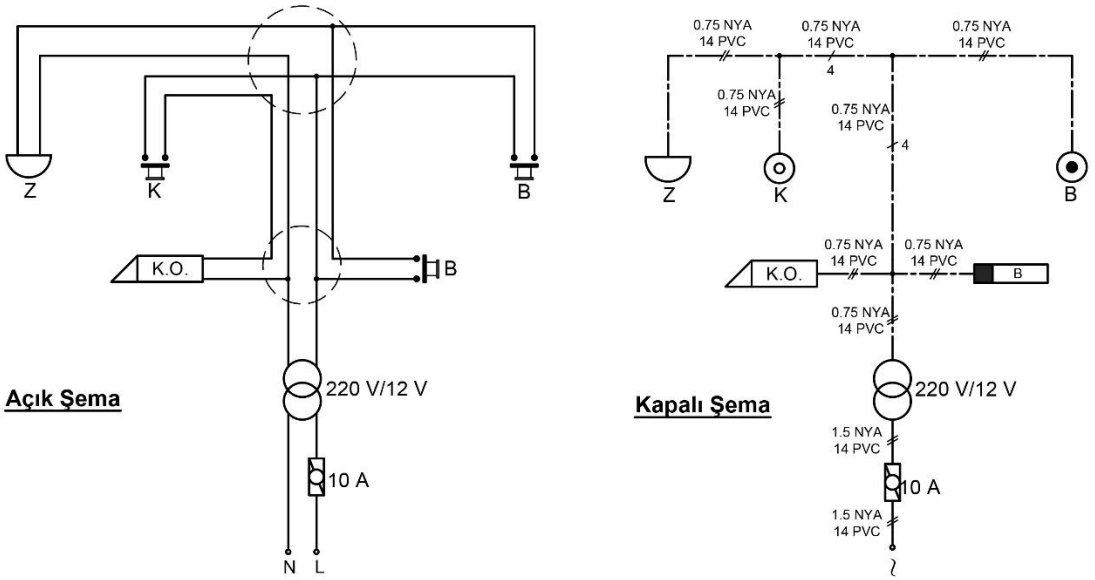


Görsel 7.18: Kapı otomatiği tesisatı şeması

7.2.3.1 Bir Kat Bir Daireli Kapı Otomatiği ve Zil Tesisatı Devresi

Apartman ve işyeri türü binalarda, giriş kapısının kapalı tutulması istenir. Dışardan gelen kişi, ilgili butona basarak içerdeki zilin çalmasını sağlar. İçerdeki kişilerin, dışarıdan gelen kişilere kapıyı açması için kullanılan devredir.

Apartman kapısındaki zil butonuna (B) basıldığında dairedeki zil çalar. Daire içindeki kapı otomatiği butonuna (K) basıldığında apartman giriş kapısı açılır. Daire kapısındaki zil butonuna (B) basılınca tekrar dairedeki zil çalar. Zil butonları birbirine paralel bağlıdır (Görsel 7.19).



Görsel 7.19: Bir kat bir daireli kapı otomatiği zil tesisatı şeması

Bilgi Kutusu

- PVC borular, polivinil klorür maddesinden imal edilir.
- Spiral borular, istenen açıda boruları yerleştirmek için kullanılan PVC veya metal malzemeden imal edilir.
- Kablo kanalları, elektrik tesisatına daha sonra ilave edilmiş kabloları toparlamak amacı ile kullanılır.
- Kablo tavaları; kabloların yatay dağıtımında kullanılan, galvanizli delikli saclardan imal edilmiş elemanlardır.
- Transformatörlerdeki primer ile sekonder sargı arasında hiçbir elektriksel bağ bulunmaz.
- Refkontak, çoğunlukla sessizliğin önemli olduğu hastane ve kütüphane gibi mekanlarda kullanılır.

DİYAFON TESİSAT DEVRELERİ

BİLGİ YAPRAĞI

7.3.1 Diyafon Sistemi

Genellikle iş yeri ve apartmanlarda sesli, görüntülü iletişimi sağlamak için kullanılan dahili konuşma sistemine verilen ve bas konuş prensibiyle çalışan sistemlere **diyafon sistemleri** denir. Çoğu zaman apartmanlarda, büyük iş yerlerinde ve genel olarak çok sektörlü binalarda kullanılan bir tür iletişim sistemine **diyafon** denir. Diyafon sayesinde, kapıyı açmadan gelen kişiyle iletişim kurulabilir. (Görsel 7.20).

Görsel 7.20: Diyafon

Diyafonun çalışma prensibi temelde merkez diyafona bağlı şube diyafonlar aracılığıyla gerçekleşmesine dayanır. Konuşma ünitesi üzerinde bulunan butona basıldığında konuşma durumuna geçilir. Buton bırakıldığında ise dinleme durumuna geçilir. Yani kullanıcılar arasında tek yönlü iletişim sağlanır. Konuşmanın sona ermesinden sonra da diyafon otomatik kapanır. Görüntülü sistemlerde bunların yanında kamera vb. vardır.

Diyafon modelleri, kullanım yerine (iş yeri, apartman, taksi durağı vb.) ve ihtiyaca göre çeşitlilik gösterir. Apartman diyafonlarında, daireler arası ve kapıcı arama; gelişmiş diyafon çeşitlerinde kapı otomatiği kontrolü, yangın alarmı çalıştırma, görüntülü konuşma gibi özellikler vardır.

Bilgi Kutusu

- Güvenlik, modern şehir hayatında başlıca sorunlardan biridir. Diyafon sistemleri, kapıyı çalanın görüntü ve sesini ileterek kontrolü kolaylaştırır.

7.3.2 Diyafon Çeşitleri

Diyafon sistemleri, sesli ve görüntülü diyafon sistemleri olarak iki türde yapılır. Günümüzde yaygın olarak görüntülü sistemler kullanılır. Ayrıca bina, iş yeri, fabrika vb. gibi yerlerde farklı tür ve şekillerde kullanılır.

7.3.2.1 Sesli Diyafon Sistemleri

Apartmanlarda kapıya gelen ziyaretçilerle ve kapıcı ile sesli iletişim kurmayı, kapıyı ve merdiven otomatiğini içerden açmayı sağlayan sistemlerdir. Bas konuş ve bırak dinle şubelerinden oluşan rahat kullanımıyla güvenli uzaklıkta gizli kalmayı sağlar. Hem telefon hem de diyafon biçimleri vardır.

Apartman sesli haberleşme tesisatı sistem santrali, dış kapı konuşma paneli, daire konuşma ve güç kaynağı elemanlarından oluşur. Bir apartman için kurulan sesli haberleşme tesisatında; daire ile dış kapı arası, daire ile kapıcı arası, kapıcı ile dış kapı arası görüşme yapılabilir. Ayrıca daireler arası konuşma yapabilen geliştirilmiş konuşma sistemleri mevcuttur. Santralli ve santralsiz modelleri de bulunmaktadır. Abone sayısına göre santral seçilmelidir.

Piyasadaki çoğu firmanın üretmiş olduğu apartman sesli haberleşme sistemleri, değişik yapı ve şekilde üretilmiş olup bunların çalışma esasları sistemin özelliğine göre farklılık göstermektedir. Ancak genel çalışma esasları aynıdır.

7.3.2.2 Görüntülü Diyafon Sistemleri

Apartman görüntülü haberleşme sistemi; gelen ziyaretçiyi görmek, içeri almadan karşılıklı konuşmak ve aynı anda fotoğrafını kaydetmek için kullanılan sistemlerdir. Bunun yanı sıra hafıza modülü ilavesiyle apartman sakini evde yokken eve gelen kişileri, saat ve tarih ile birlikte kaydedebilme özelliğine sahip olup çeşitli modelleri vardır (Görsel 7.21).

Görsel 7.21: Görüntülü diyafon

Apartman sesli haberleşme sistemlerinden farklı olarak, görüntülü haberleşmenin sağlanabilmesi için bina içinde bulunan konuşma ünitesinin monitörlü; dış kapıda bulunan konuşma panelinin kameralı olması gerekir. Bir apartman için kurulan görüntülü haberleşme tesisatı; dış kapıyı görmeye, dış kapı ve kapıcı ile konuşmaya, dış kapı otomatiği ve merdiven otomatiğini açmaya yarar. Çeşitli tip ve modelleri vardır. Görüntülü diyafon sistemlerinde kullanılan zil panellerinde bir adet kamera bulunur ve kapı önündeki kişinin görüntüsünün, monitörlü kapı diyafonundan izlenmesini sağlar. Kameraların yanında bulunan kızıl ötesi led diyotlar, gece karanlığında da net bir görüntü almanızı sağlar. Tüm zil panellerinde bulunan fotoseller, akşam gelenlerin etiket okuyabilmesi için aydınlatma sağlar.

Apartmanlarda sesli haberleşme konusunda da belirtildiği gibi her sistemin çalışma özelliği birbirinden farklılık gösterir ancak genel çalışma esasları aynıdır.

Bilgi Kutusu

- **Apartman Sesli Haberleşme Diyafon Tesisatının Kullanım Amacı**
  Apartmanlarda oturan daire sahiplerinin kapıdaki kişi ve kapıcı ile görüşebildiği, kapıyı ve merdiven otomatiğini daire içinden açabildiği, bas konuş, bırak dinle şubelerden oluşan, gizlilik özelliği bulunan bir bina haberleşme ve bildirim tesisatı çeşididir.

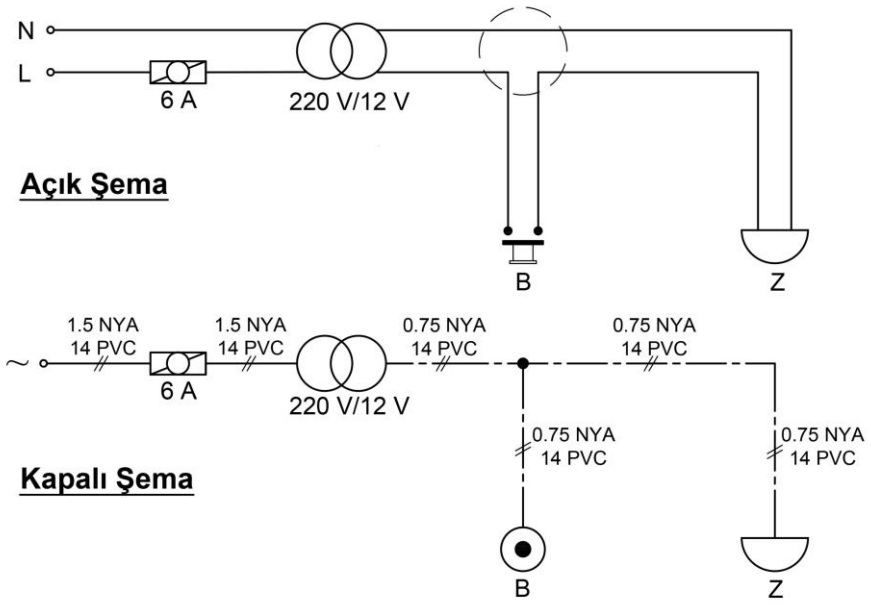
- **Metro ve Tramvaylardaki Diyafon Tesisatının Kullanım Amacı**
  Metro ve tramvaylardaki yolcuların gerekli durumlarda makinist ile konuşabildiği, makinistin de yolculara anons yapabileceği, bas konuş ve bırak dinle şubelerden oluşan, gizlilik özelliği bulunan bildirim tesisatı çeşididir.

- **Görüntülü Haberleşme Tesisatının Kullanım Amacı**
  Gelen ziyaretçiyi görmek, içeri almadan karşılıklı konuşmak ve aynı anda resmini kaydetmek için kullanılan, bunun yanı sıra hafıza modülü ilavesiyle apartman sakini evde yokken eve gelen kişileri saat ve tarih ile birlikte kaydedebilen tesisat çeşididir.

TEMRİN 7.1 BİR BUTON BİR ZİL TESİSAT DEVRESİ

Amaç: Bir buton ile bir zil tesisat devresini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.22: Bir buton bir zil uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Zil trafosu (1 adet)
- Zil butonu (1 adet)
- Elektronik zil (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- Zil teli
- 1,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Görsel 7.22'deki devre bağlantılarını yapınız.
4. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

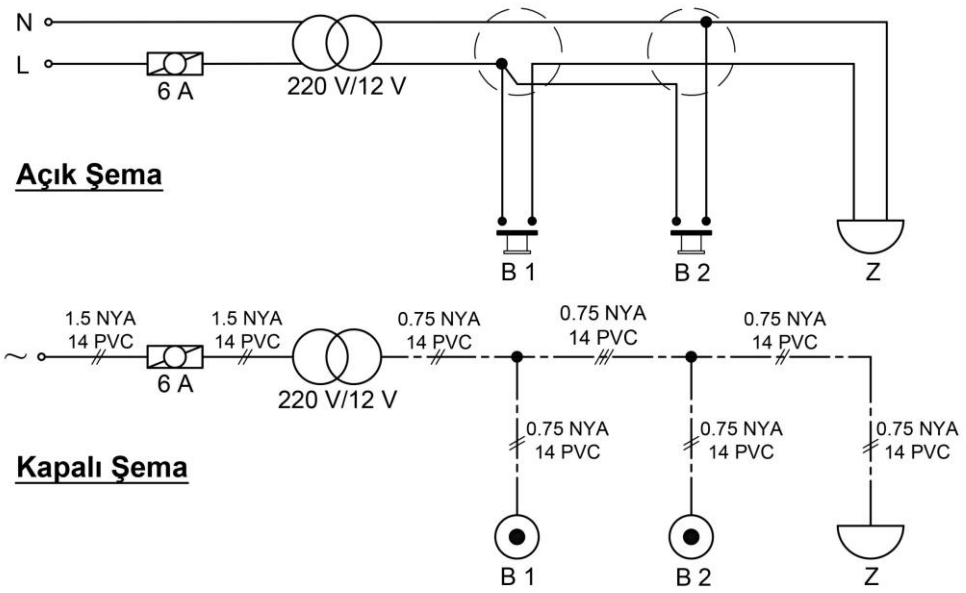
1. **Zil ile buton yer değişirse devre nasıl çalışır? Açıklayınız.**
2. **Zil butonu yerine anahtar bağlanırsa devre nasıl çalışır?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	**20**	
Sınıfı :	Fiş ve grup priz kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Grup priz üzerinde multimetre ile test yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 7.2 İKİ BUTON BİR ZİL TESİSAT DEVRESİ

Amaç: İki buton ile bir zil tesisat devresini kurarak çalıştırmak

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.23: İki buton bir zil uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Zil trafosu (1 adet)
- Zil butonu (2 adet)
- Elektronik zil (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- Zil teli
- 1,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Görsel 7.23'teki devre bağlantılarını yapınız.
4. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

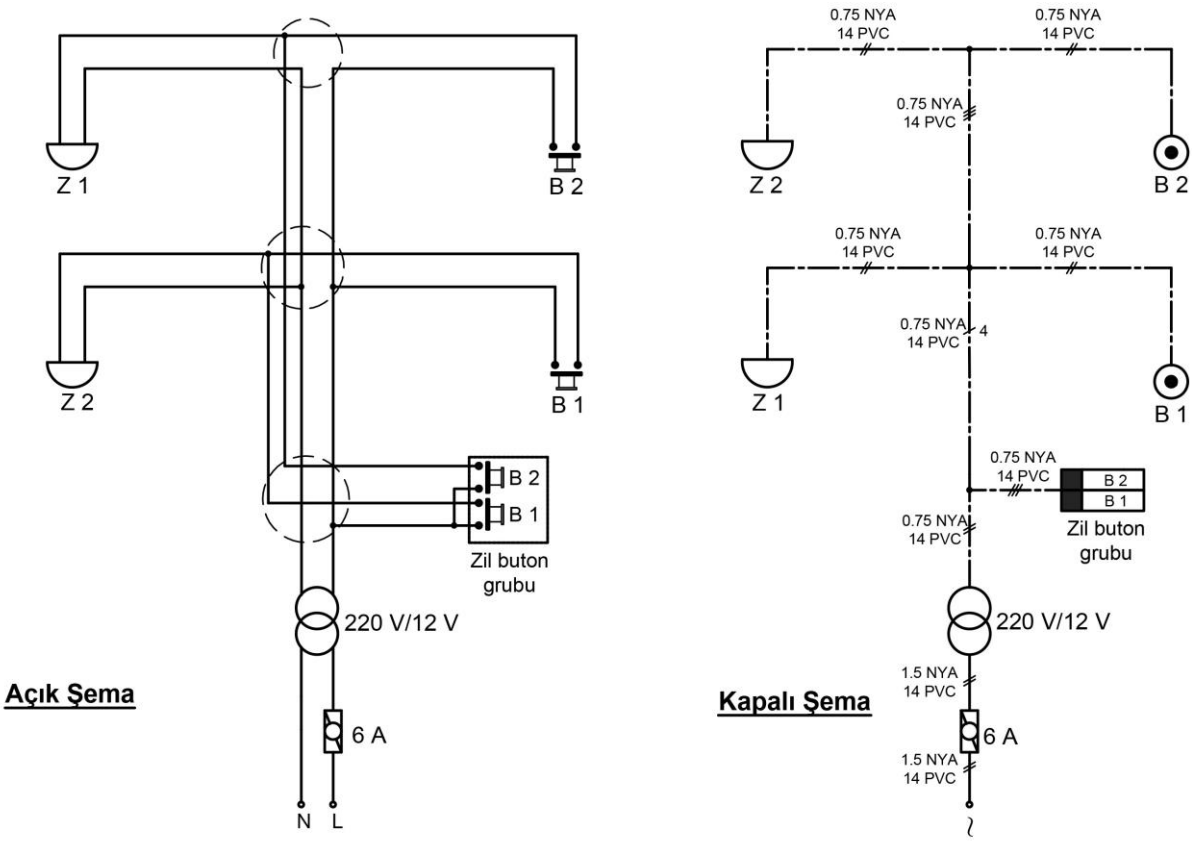
1. **Butonlar birbirine nasıl bağlanmıştır? Açıklayınız.**
2. **Butonlar birbirine seri bağlansaydı devre nasıl çalışırdı?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 7.3 İKİ KAT AŞAĞIDAN ÇAĞIRMALI ZİL TESİSAT DEVRESİ

Amaç: İki kat aşağıdan çağırmalı zil tesisat devresi yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.24: İki kat aşağıdan çağırmalı zil uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Zil trafosu (1 adet)
- Zil butonu (2 adet)
- İkili zil buton grubu (1 adet)
- Elektronik zil (2 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- Zil teli
- 1,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Görsel 7.24'teki devre bağlantılarını yapınız.
4. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

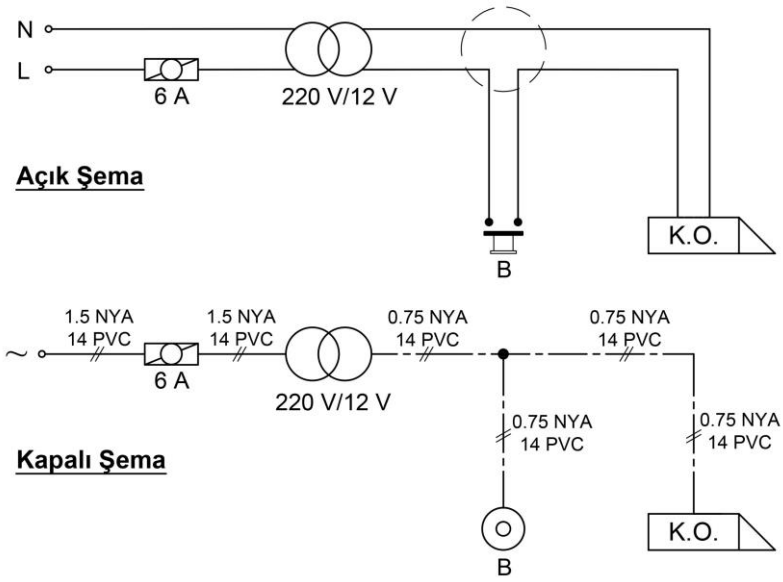
1. **Devrenin çalışmasını inceleyerek açıklayınız.**
2. **Butonlar birbirine nasıl bağlanmıştır? Açıklayınız.**
3. **Ziller birbirine nasıl bağlanmıştır? Açıklayınız.**
4. **Butonlar birbirine seri bağlansaydı devre nasıl çalışırdı?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 7.4 KAPI OTOMATİĞİ TESİSAT DEVRESİ

Amaç: Kapı otomatiği tesisat devresini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.25: Kapı otomatiği uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Zil trafosu (1adet)
- Zil butonu (1 adet)
- Kapı otomatiği (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- Zil teli
- 1,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Görsel 7.25'teki devre bağlantılarını yapınız.
4. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

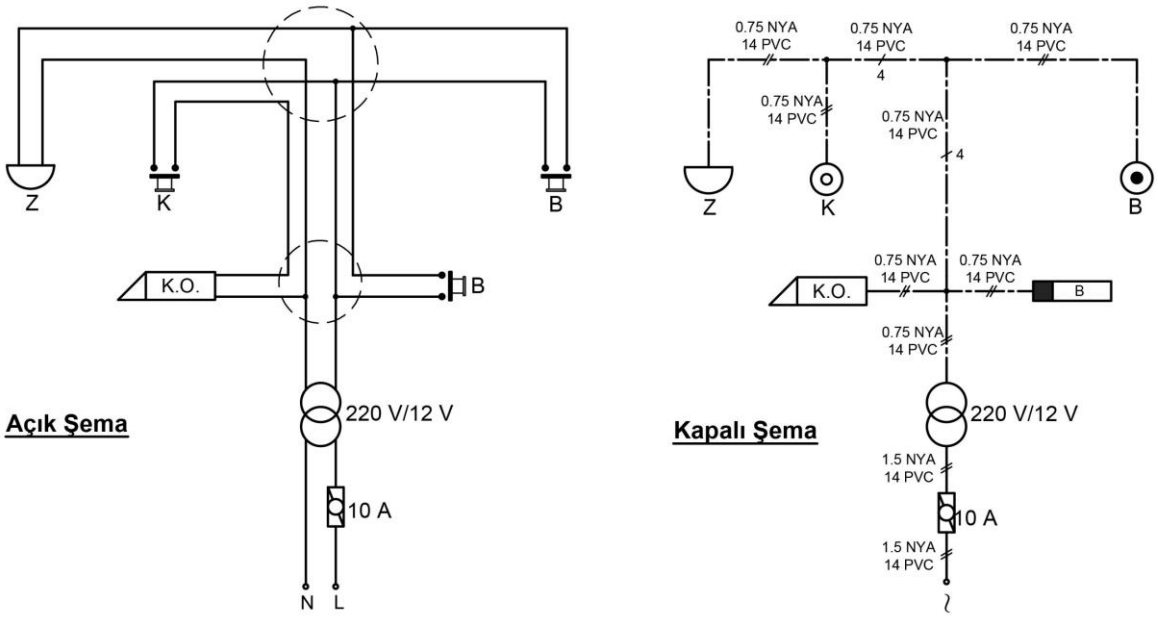
1. **Kapı otomatiği ile buton yer değiştirirse devre nasıl çalışır?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 7.5 — BİR KAT BİR DAİRE KAPI OTOMATİĞİ

Amaç: Bir kat bir daireli kapı otomatiği tesisat devresini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.26: Bir kat bir daireli kapı otomatiği uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Zil trafosu (1 adet)
- Zil butonu (2 adet)
- Kapı otomatiği butonu (1 adet)
- Kapı otomatiği (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- Zil teli
- 1,5 mm2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Görsel 7.26'daki devre bağlantılarını yapınız.
4. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

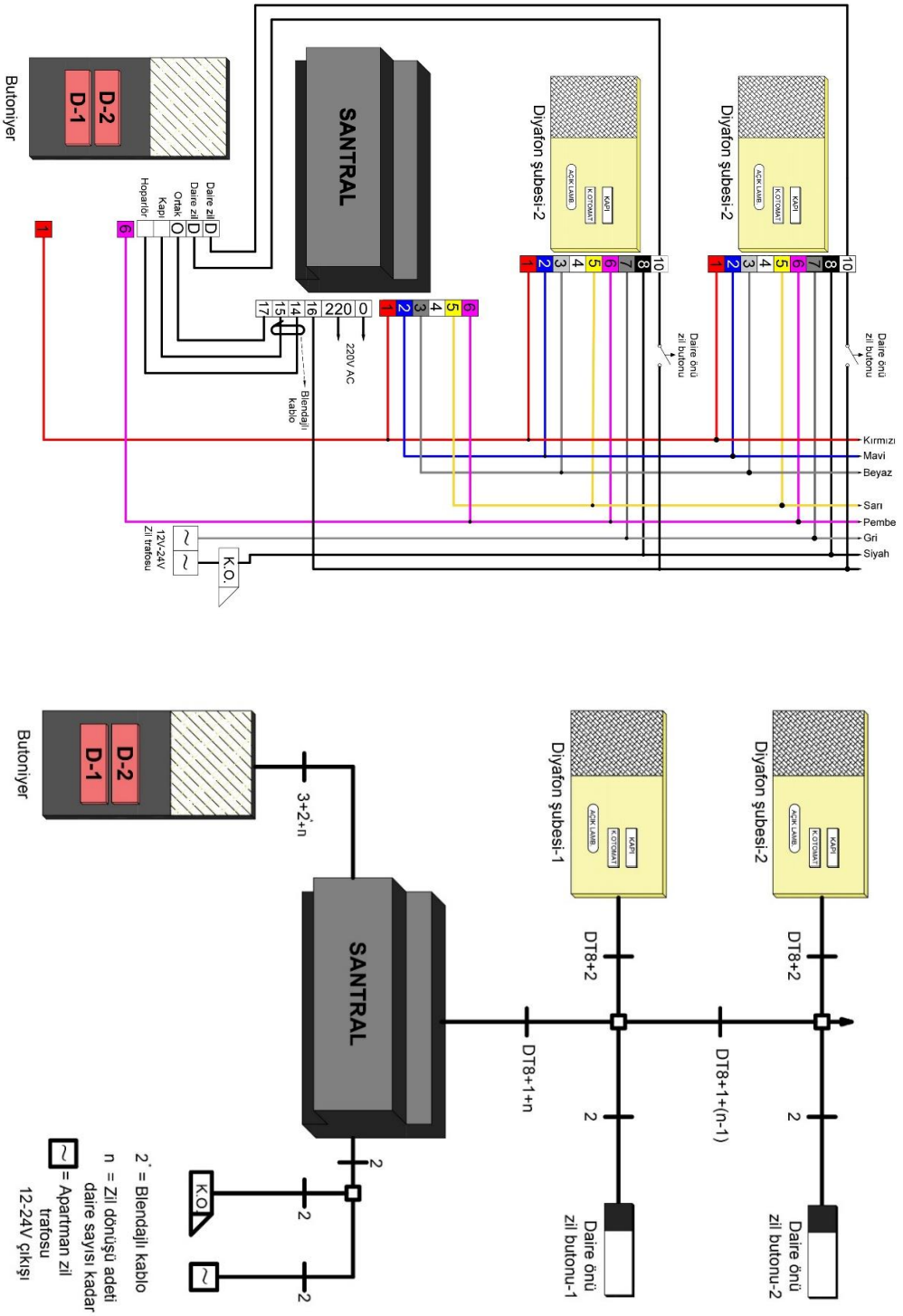
1. **Kapı otomatiğinin çalışma prensibini kısaca yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 7.6 DİYAFON TESİSAT DEVRESİ

Amaç: Diyafon tesisat devresini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 7.27: Diyafon tesisatı uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Otomatik sigorta (1 adet)
- Kapı paneli (1 adet)
- Zil butonu (2 adet)
- Diyafon santrali (1 adet)
- Diyafon şubesi (2 adet)
- Zil transformatörü (1 adet)
- Kapı otomatiği (1 adet)
- DT8 kablosu
- 1,5 mm2 kablo
- Diyafon adaptörü (1 adet)
- AC 220 V gerilim kaynağı

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz.
3. Plançeteye malzemeleri yerleştiriniz.
4. Görsel 7.27'deki kablo bağlantılarını yapınız.
5. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
6. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7. Devrenin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sorular

1. **Diyafon tesisatı nedir? Nerelerde kullanılır?**
2. **Şubelerden bir tanesi bozulursa sistem nasıl etkilenir?**

ÖĞRENCİ	**DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ**		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi bir elektrik tesisatçısının tesisatı yapabilmesi için ihtiyacı olan boru ve kablonun aynı anda birlikte bulunduğu kablo çeşididir?**
   A) NYA kablo
   B) Spiralli NYA kablo
   C) NYAF kablo
   D) TTR kablo
   E) NYM kablo

2. **Aşağıdaki ifadelerden hangisi tek damarlı ve içinde çok telden oluşan kablo çeşididir?**
   A) NYA kablo
   B) Spiralli NYA kablo
   C) NYAF kablo
   D) TTR kablo
   E) NYM kablo

3. **Aşağıdakilerin hangisi 3 × 2,5 TTR kablonun özelliklerinden biri değildir?**
   A) 3 damardan oluşmuştur.
   B) Kesiti 2,5 mm^2 dir.
   C) Çok telden oluşmuştur.
   D) Kablonun kesiti mm^2 dir.
   E) Kapalı ve kuru yerlerde kullanılır.

4. **Aşağıdakilerden hangisi mekanik hasar riskinin olmadığı yerlerde, toprak altında yerel enerji dağıtımında güç kablosu olarak kullanılır?**
   A) Antigron kablo (NYM)
   B) Siyah Antigron kablo (NYY)
   C) TTR kablo
   D) Alpek kablo
   E) NYAF kablo

5. **Aşağıdakilerden hangisi elektriksel niteliği olmayan, yüksek nitelikteki veri transferinde kullanılan kablo tipidir?**
   A) Fiber optik kablo
   B) Yangına dayanıklı kablolar
   C) TTR kablo
   D) Alpek kablo
   E) Siyah antigron kablo

6. **Bir tramvay aracında vagon aydınlatmasına giden floresan lamba kablolarından biri sıkışma sonucu kopmuş ve ek yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Aşağıdakilerden hangisi kabloya yapılacak ek olmalıdır?**
   A) Düz ek
   B) T ek
   C) Son ek
   D) Çift T ek
   E) Kablo pabucu ile ekleme

7. **Aşağıdakilerden hangisi alçak gerilim havai hatlarında ve iç tesisatta çekme kuvvetinin az olduğu yerlerde kullanılan ek çeşididir?**
   A) Düz ek
   B) Çift düz ek
   C) Klemensle ek
   D) Son ek
   E) T ek

8. **Aşağıdakilerden hangisi iletkenlerin kesilmesinde kullanılan el aletlerinden biri değildir?**
   A) Pense
   B) Yan keski
   C) Demir testeresi
   D) Maket bıçağı
   E) Kablo soyma pensi

9. **İletkenlerin soyulması ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**
   A) Kablo ucu gereğinden fazla açılmamalıdır.
   B) Kablo ucunu açarken yan keski kullanılır.
   C) Kablo ucu açarken kablo soyma pensi kullanılır.
   D) Kablo ucu açarken kerpeten kullanılır.
   E) Kablo ucu zedelenmemelidir.

10. **Kalın kesitli ve aynı kesitte olmayan iletkenlerin eklenmesinde hangi ek kullanılır?**
    A) Düz Ek
    B) T Ek
    C) Klemens
    D) Çift T Ek
    E) Çift Düz Ek

8. ÖĞRENME BİRİMİ

KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Kuvvetli akım tesisat devre elemanlarını
2. Aydınlatma tesisat devrelerini yapmayı
3. Priz tesisat devrelerini yapmayı

öğreneceksiniz.

KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRE ELEMANLARI

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Çevrenizde bulunan lamba, priz, aydınlatma elemanlarının çeşitlerini araştırınız.
- Aydınlatma ve priz devrelerinde hangi kesitte kablolar kullanılmaktadır? Araştırınız.
- Çevrenizde aydınlatma için hangi devre çeşitleri kullanılmaktadır? Araştırınız.
- Topraklama niçin yapılır? Araştırınız.

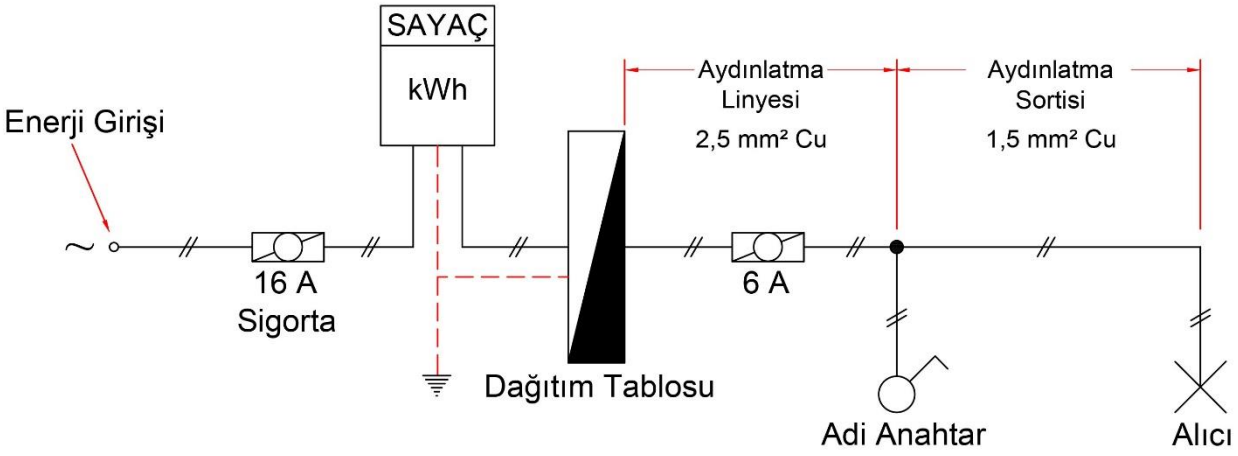
8.1.1 Kuvvetli Akım Tesisatı

Elektrik tesisatında aydınlatma ve priz kısmı için kullanılan yapılara verilen genel ada **kuvvetli akım tesisatı** denilmektedir. Ülkemizde kuvvetli akım tesisatları 220 V gerilim ve 50 hertz (Hz) frekans ile çalışmaktadır. Kuvvetli akımın çarpma etkisi olduğundan dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır.

8.1.2 Kuvvetli Akım Tesisatında Linyeler ve Sortiler

Dağıtım tablosundan son aydınlatma armatürünün bağlandığı buata kadar olan hatlara **aydınlatma linyesi** denir (Görsel 8.1). Aydınlatma linyelerinde en az 6 A'lik sigorta kullanılır ve linye sigortası olarak adlandırılır. Aydınlatma linyesi kablosunun kesiti en az 2,5 mm^2 izoleli bakır iletken olmalıdır.

Linye hattı ile aydınlatma armatürü arasındaki bağlantı hattına **aydınlatma sortisi** denir. Buattan alıcıya kadar olan hattır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre bir aydınlatma linyesine en fazla dokuz aydınlatma sortisi bağlanabilir. Aydınlatma sortisi kablosunun kesiti en az 1,5 mm^2 izoleli bakır iletken olmalıdır.



Görsel 8.1: Bir aydınlatma linyesi ve sortisi

8.1.3 Kuvvetli Akım Tesisatında Kullanılan Malzemeler

Kuvvetli akım tesisat malzemeleri; topraklama elemanları, aydınlatma ve priz tesisatı malzemeleri ile güç tesisatı elamanlarından oluşmaktadır.

8.1.3.1 Sigortalar

Elektrik devrelerinde akımın belli bir sınırın üzerine çıkması durumunda devreyi açarak tesisatı ve tesisata bağlı cihazları koruyan devre elemanına **sigorta** denir (Görsel 8.2). Sigortalar, devreye seri olarak bağlanır ve çeşitli akım değerlerinde üretilir. Bu akım değerleri, kullanılan alıcıya göre değişiklik gösterir. Anahtarlı otomatik sigortaların üzerinde nominal akımı belirtilmiştir. Bu akım, sigortanın normal çalışma akımıdır. Sigorta; bu akımın 1,2 katının üzerinde bir akımın sigorta üzerinden akması durumunda, bir süre sonra devreyi keser. Devreyi kesme süresi sigortanın tipine ve çekilen akımın büyüklüğüne bağlıdır.

Görsel 8.2: Otomatik sigorta

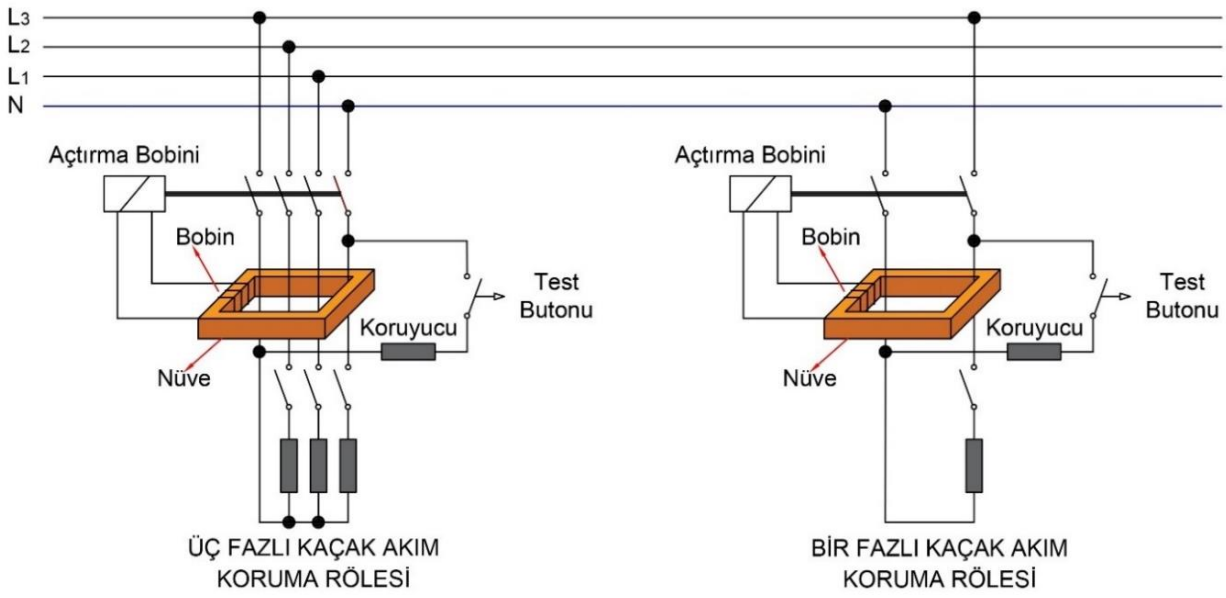
Bilgi Kutusu

- Bir, iki, üç, dört kutuplu olan anahtarlı otomatik sigortalar tek fazlı ve üç fazlı devrelerde kullanılabilmektedir. İki kutuplu olanlar bir fazlı nötr kesmeli, dört kutuplu olanlar üç fazlı nötr kesmeli olan tiplerdir.

8.1.3.2 Kaçak Akım Koruma Rölesi

Elektrik tesisatında küçük görülen ancak zararları bakımından hiç de küçümsenmeyecek kaçak akımları fark ederek devreyi açan elektrik devre elemanına **kaçak akım koruma rölesi** denir (Görsel 8.3). Kaçak akım koruma röleleri uygun bir iş güvenliği tedbiridir. Kaçak akım koruma anahtarları, herhangi bir tesisat hattından gelen ve dönen akımların toplamının sıfır olması esasına göre çalışır. Normal bir tesisatta, gelen akımların meydana getirdiği manyetik alan ile giden akımların meydana getirdiği manyetik alan, birbirine eşit ve zıttır. Burada tesisatın bir veya üç fazlı olması sonucu değiştirmez. Kaçak akım koruma rölesinin görevi, bir yalıtım hatasından kaynaklanan hata akımı olduğu anda devreyi kesip o hata akımına maruz kalabilecek insanın hayatını kurtarmaktır.

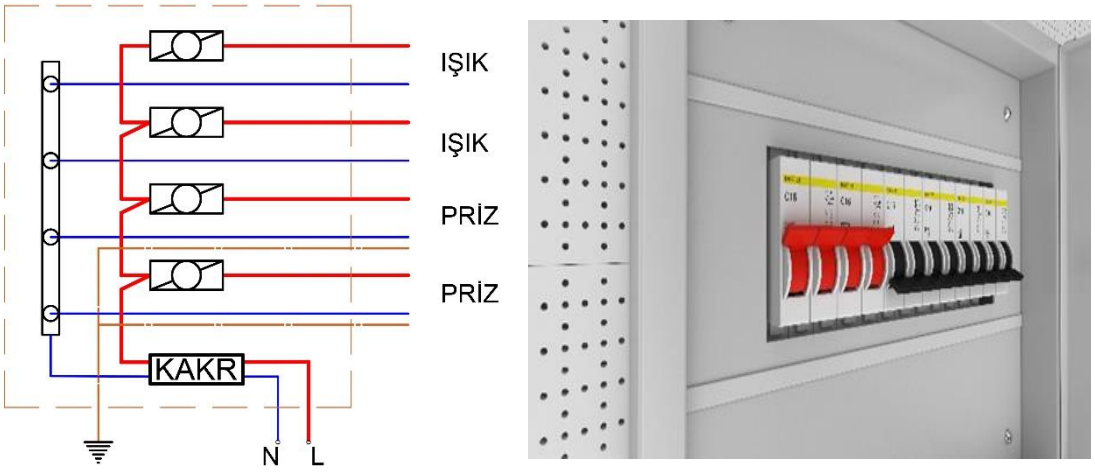
Görsel 8.3: Kaçak akım rölesi



Görsel 8.4: Bir ve üç fazlı kaçak akım koruma rölesi

8.1.3.3 Aydınlatma Dağıtım Tabloları

Konut ve işyerlerinde aydınlatma ve küçük hizmet araçlarının kullanılması için yapılan tesisin dağıtım tablolarına **aydınlatma dağıtım tabloları** denir (Görsel 8.5). Aydınlatma dağıtım tabloları üzerinde alıcıların devrelerini ayrı ayrı güvenlik altında tutan sigortalar, kaçak akım koruma rölesi ve zil trafolarıdır.



Görsel 8.5: Basit bir aydınlatma tablosu bağlantısı, sigorta ve kutusu

8.1.3.4 Anahtarlar

Elektrik tesisatlarında alıcıya giden elektriği açıp kapamaya yarayan devre elemanlarına **anahtar** denir. Yalıtkan kısımları bakalit, sert plastik ve porselenden; metal kısımları ise nikel kaplı pirinçten yapılmıştır. Tesisatın yapım şekline göre anahtar; sıva altı, sıva üstü ve antigron tipi olarak üç çeşittir. Sıva altı anahtarlar çok sık tercih edilmektedir. Sıva üstü anahtarlar; bina içi tesisatın olmadığı, ekstradan tesisat çekildiği vb. yerlerde tercih edilir. Antigron tipi anahtar ise nemli, rutubetli alanlarda tercih edilmektedir (Görsel 8.6).

Görsel 8.6: Anahtar çeşitleri

Anahtar çeşitleri şunlardır:

Adi Anahtar: Bir lamba veya lamba grubunu bir yerden aynı anda yakıp söndürmeye yarayan anahtardır. Tek kutupludur. Normal ve ışıklı tipleri vardır.

Komütatör Anahtar: İki ayrı lambayı veya lamba grubunu bir yerden, tek tek veya aynı anda yakıp söndürmeye yarayan anahtardır. İki kutupludur. Normal ve ışıklı tipleri vardır.

Vaviyen Anahtar: Bir lamba veya lamba grubunu iki ayrı yerden yakıp söndürmeye yarayan anahtardır. Konum değiştiren üç kutupludur. Tesisatta faz ucu anahtarın ortak ucuna, sabit ucu ise lambaya bağlanır. Örneğin; iki kapılı salonların, mutfakların vb. yerlerin lambalarını iki ayrı yerden yakıp söndürmede kullanılır.

Dimmer Anahtar: Bir ampulün ışık şiddetini ayarlayan, yakıp söndürmeye yarayan döner tipli anahtardır.R fazı ↓ bağlantı ucuna ve lambaya gidecek uç ↑ bağlantı ucuna bağlanır. Akkor flamanlı ve halojen lamba devrelerinde kullanılır. Ayrıca dokunmatik tip dimmer anahtarlar da vardır.

Energy Saver Anahtar: Elektrik enerjisinden tasarruf edebilmek için üretilen elektronik tip anahtarlardır. Anahtar üzerinde şifre kartının girmesi için bir yuva vardır. Bu yuvaya kartın girmesiyle elektrik devresi kapanır. Anahtar üzerine yerleştirilen küçük bir lamba ile açık/kapalı durum görülebilir.

Light (Layt) Anahtar: Bir veya birden fazla lambayı, bir veya birden fazla noktadan yakıp söndürmeye yarayan basmalı buton özellikli anahtardır.

Üçlü Anahtar: Yapı itibariyle komütatöre benzeyen üç kontrollü anahtar tipidir.

8.1.3.5 Prizler

Elektrik enerjisini tesisattan fişlere vermeye yarayan elektrik devre elemanlarıdır. Elektrik cihazlarına bir elektrik devresinden fiş aracılığı ile doğrudan veya uzatma kablosu ile enerji almak için kullanılan araçtır. Dış çerçevesi sert PVC madde, bakalit veya termoplastik malzemeden yapılmıştır. Enerjinin bağlanacağı kontak yuvaları düzeneği, yanmaz özellikli PVC veya porselen malzemenin içinde bulunmaktadır (Görsel 8.7).

Görsel 8.7: Priz çeşitleri

Priz çeşitleri şunlardır:

Sıva Altı Prizler: Dış çerçevesi sert PVC madde, bakalit veya termoplastik malzemeden yapılmıştır. Dış kısmı çeşitli renkte plastik malzeme veya ağaç kaplama olarak üretilir. Enerjinin bağlanacağı kontak yuvaları düzeneği, yanmaz özellikli PVC veya porselen malzemenin içinde bulunmaktadır. Topraklı, topraksız ve kesintisiz güç kaynakları (Uninterruptible Power Supply – UPS) olarak üç gruba ayrılmaktadır. Uygulamada en çok topraklı priz kullanılmaktadır.

Sıva Üstü Prizler: Dış çerçevesi sert PVC madde veya bakalit malzemeden yapılmıştır. Günümüz teknolojisinde sıva üstü prizler, yerini nemli yer prizlerine ve plastik kanal prizlerine bırakmıştır. Büro ve ofis uygulamalarında, dekoratif görünüm ve çok amaçlı kullanılmasından dolayı plastik kanal prizleri tercih edilmektedir.

Antigron Prizler: Nemli yer tesisatında kullanılan prizler; toz, nem, su, patlayıcı ve yanıcı gaza karşı koruyucu içerisine alınmıştır. Yapılarının sağlam ve uzun ömürlü olması nedeniyle binalarda, ofislerde ve sanayide sürekli kullanılan bir elektrik malzemesidir.

Çoklu Prizler: Seyyar kablo elektrikli cihaz ve makinelerin kendi besleme kablolarının prizlere yetişmediği durumlarda seyyar olan ve bir ucunda priz, diğer ucunda fiş bulunan taşınabilir bağlantı kablolarıdır.

Normal Prizler: Topraklama ihtiyacı duyulmayan TV, müzik seti gibi elektronik cihazlarla birlikte kullanılır.

Topraklı Prizler: Topraklama ihtiyacı olan buzdolabı, çamaşır makinesi gibi cihazlarda kullanılır.

UPS Prizler: Bilgisayar gibi hassas cihazların bağlandığı UPS hatları ile birlikte kullanılan ürünlerdir. UPS, elektrik ile çalışan hassas cihazların kesintisiz ve sağlıklı çalışmasını sağlamak için kullanılır. UPS prizler de kesintisiz güç kaynağına bağlı prizlerdir. Olası elektrik kesintisinde UPS'ye bağlı bu prizlerde UPS'de depolanmış enerji kullanılır. Tek çubuk çıkıntılı, topraklama pimi olan prizlerdir.

Bilgi Kutusu

- Priz linyesi ve sortisinde en küçük standart kablo kesiti olarak 2,5 mm^2 NYA (tek damarlı) kablo kullanılmalıdır. NYA kablonun rengi, faz hattında siyah-kahverengi; nötr hattında açık mavi, topraklama hattında da sarı-yeşil renkte seçilmelidir. Bir priz linyesine en fazla yedi priz sortisi bağlanabilir. Priz güçleri bir fazlı priz için en az 300 W olmalıdır.

8.1.3.6 Fişler

Elektrikli cihazların elektrik ihtiyacını karşılamak için prizden elektrik alınmasını sağlayan elektrik tesisat elemanlarıdır. Genellikle sert plastik veya bakalit maddeden yapılır. Prizler gibi fişler de topraklı ve topraksız olarak imal edilir (Görsel 8.8).

Görsel 8.8: Fiş

8.1.3.7 Duylar

Tesisattan gelen elektrik enerjisini lambalara veren elektrik devre elemanlarıdır. Duy, elektrik lambasının vidalama veya takma şeklinde elektrik tesisatına bağlanmasını sağlayan araçtır. İletken kısımları genellikle pirinçten yapılır ve anahtardan gelen iletken, mutlaka duyun orta (iç) kontak kısmına bağlanır (Görsel 8.9).

Görsel 8.9: Duy

8.1.3.8 Lambalar

Elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren elektrik elemana **lamba veya ampul** denir. Çeşitli lambalar mevcuttur. Dış kısımları genellikle porselen veya bakalitten, iç metal kısımları ise bakır veya pirinçten üretilir. Lambalar, vidalı ve sürgülü şekilde imal edilir (Görsel 8.10).

Görsel 8.10: Lamba çeşitleri

LED ("Light Emitting Diode", Işık Yayan Diyot) Lambalar: Küçük güçlü ledlerin tek başına veya birden fazla şekilde seri ve paralel bağlanmasıyla üretilen lambalardır. Çok düşük sıcaklıklarda bile en iyi parlaklık ve renk seviyesine hemen ulaşır. Açılıp kapanma sırasında titreşim etkisi göstermez. LED lambalar son derece verimlidir. (Görsel 8.11).

Görsel 8.11: LED lamba

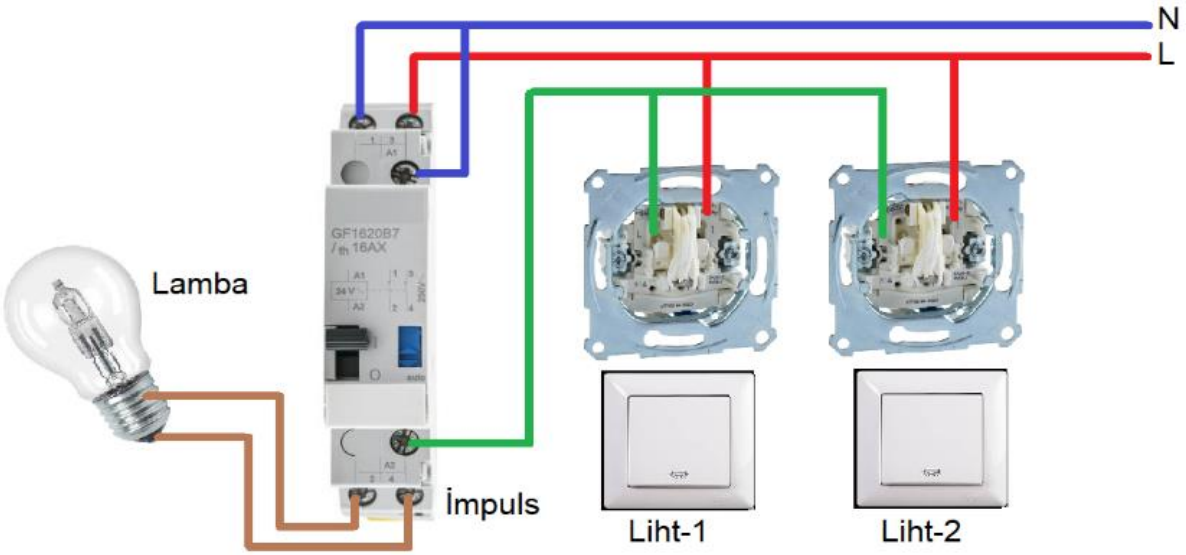
8.1.3.9 Armatürler

Lambaların bir veya birden çoğunu bünyesinde taşıyan onlara dekoratif bir görünüm veren ve bazen de olumsuz dış etkilerden koruyan aydınlatma araçlarına **armatür** denir. Lambaların yuvası ve dış koruyucusu olarak adlandırılabilir (Görsel 8.12).

Görsel 8.12: Armatür

8.1.3.10 İmpuls (Darbe Akım) Rölesi

Bir veya birden çok lamba ya da lamba grubunu ikiden çok yerden yakıp söndürmeye yarayan elektronik cihazdır. Buton (liht) aracılığı ile kendisine ulaşan akımın her gelişinde (darbesinde), bulunduğu konumu değiştirme özelliğine sahiptir (Görsel 8.13).



Görsel 8.13: İmpuls röle ve bağlantıları

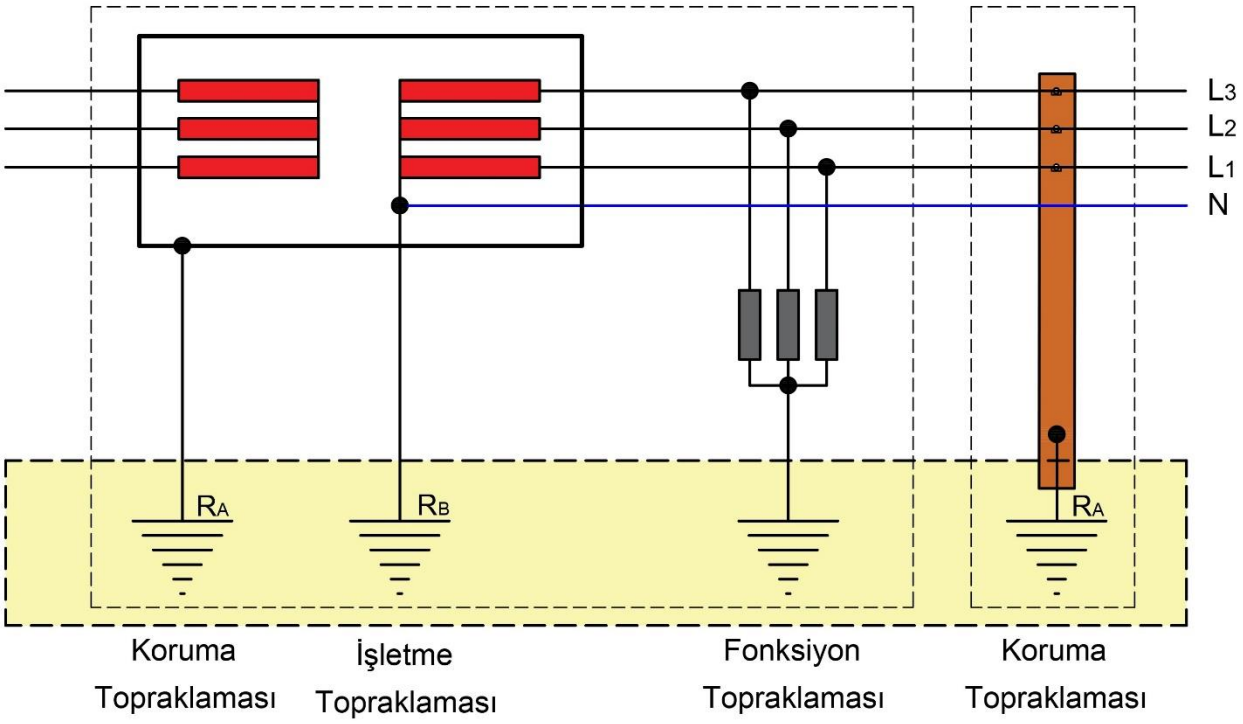
8.1.4 Kuvvetli Akım Tesisatında Topraklama

Bir elektrik cihazında kaza sonucu meydana gelebilecek izolasyon hatalarında, metal gövdenin elektriklenmesini önlemek için bir iletken yardımıyla bu gövdenin toprağa bağlanmasına **topraklama** denir (Görsel 8.14).

Topraklamanın amacı; yapılacak bir hata durumunda oluşacak dokunma gerilimlerinin insan hayatını tehlikeye sokacak düzeyde olmasını önlemek veya bu tehlikeli gerilimleri tamamen ortadan kaldırmaktır. Elektrik sistemlerinin devamlılığı ve insan hayatını güvenceye almak için elektrik sistemlerinde, gerilim etkisindeki kısımlar yalıtılır.

Görsel 8.14: Topraklama

Amaçlarına göre topraklama çeşitleri şunlardır:

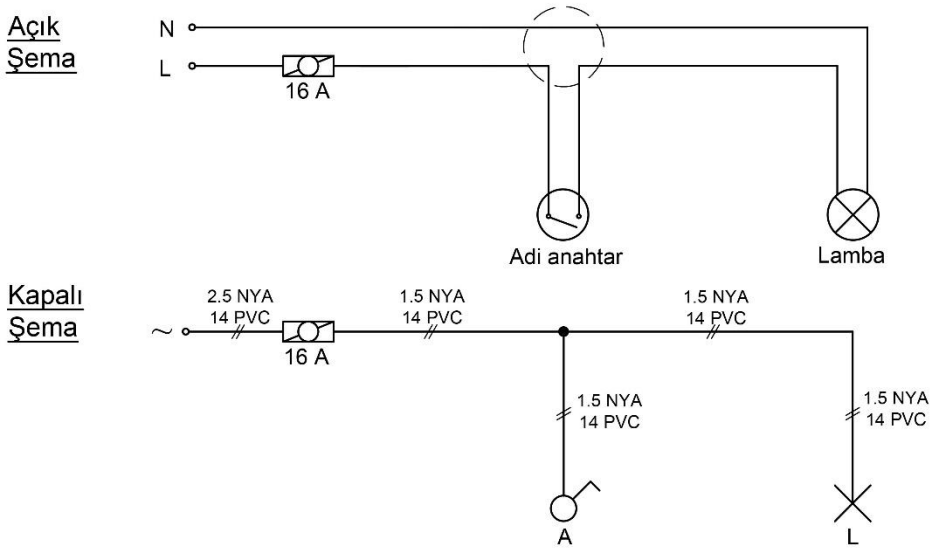


Görsel 8.15: Topraklama Çeşitleri

- **Koruma Topraklaması**: İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme akım devresinde bulunmayan iletken bir bölümün topraklanmasıdır.
- **İşletme Topraklaması**: İşletme akım devresinin bir noktasının, cihazların ve tesislerin normal işletilmesi için topraklanmasıdır.
- **Fonksiyon Topraklaması**: Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamadır. Fonksiyon topraklaması, toprağı dönüş iletkeni olarak kullanan iletişim cihazlarının işletme akımlarını da taşır.
- **Yıldırıma Karşı Topraklama**: Yıldırım düşmesi durumunda, işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlamaları (geri atlamalar) geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır.

8.2.1 Adi Anahtar Tesisatı Devresi

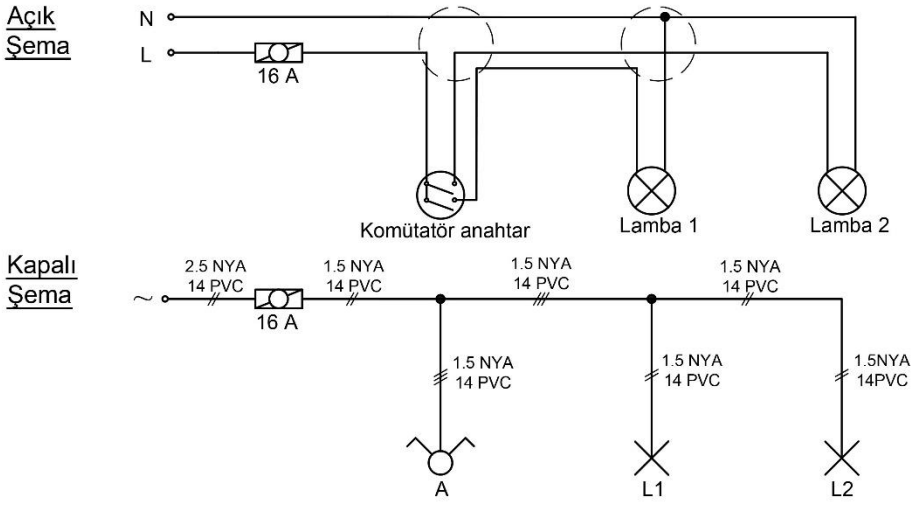
Adi anahtarın tesisat devresi, seri bağlanmış anahtar ve lambadan oluşmuştur. Girişteki seri bağlı sigorta kısa devre durumunda devreyi açar, tesisatın zarar görmesini önler. Anahtar kapatıldığında devreden geçen akım, lambanın ışık vermesini sağlar (Görsel 8.16).



Görsel 8.16: Adi anahtar tesisatı bağlantısı

8.2.2 Komütatör Anahtar Tesisatı Uygulama Devresi

Komütatör anahtar, iki ayrı lamba veya lamba grubunun bir yerden aynı anda veya ayrı ayrı yakılıp söndürülmesinde kullanılır. Salon veya misafir odasında bulunan avizede ve sınıflarda bulunan floresan lamba armatürlerinde birden fazla lamba bulunmaktadır. Bu lambaların tamamını veya bir kısmını komütatör anahtar ile yakıp söndürmek mümkündür (Görsel 8.17).

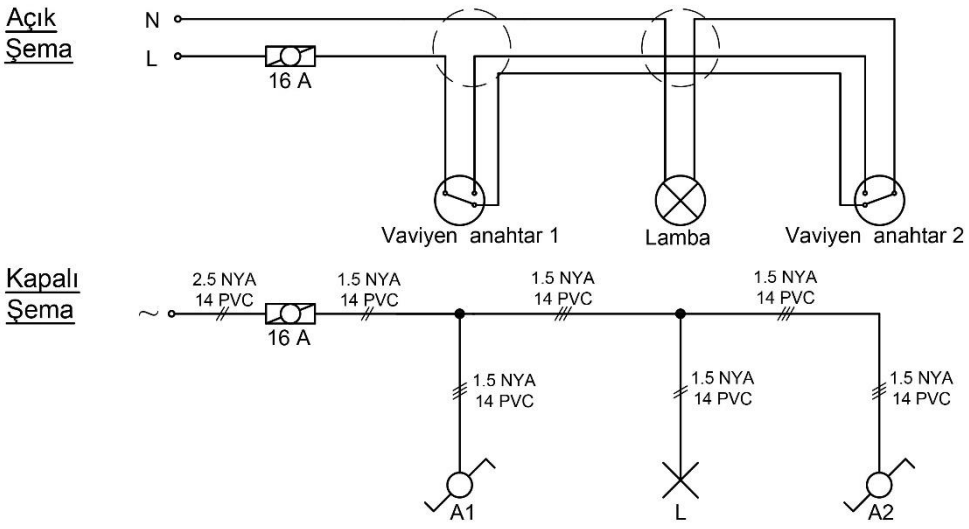


Görsel 8.17: Komütatör anahtar tesisatı bağlantısı

8.2.3 Vaviyen Anahtar Tesisatı Uygulama Devresi

Bir lambayı veya bir grup lambayı iki ayrı yerden aynı zamanda veya farklı zamanlarda yakıp söndüren tesisat çeşididir. Bir tesis için iki anahtar kullanılır.

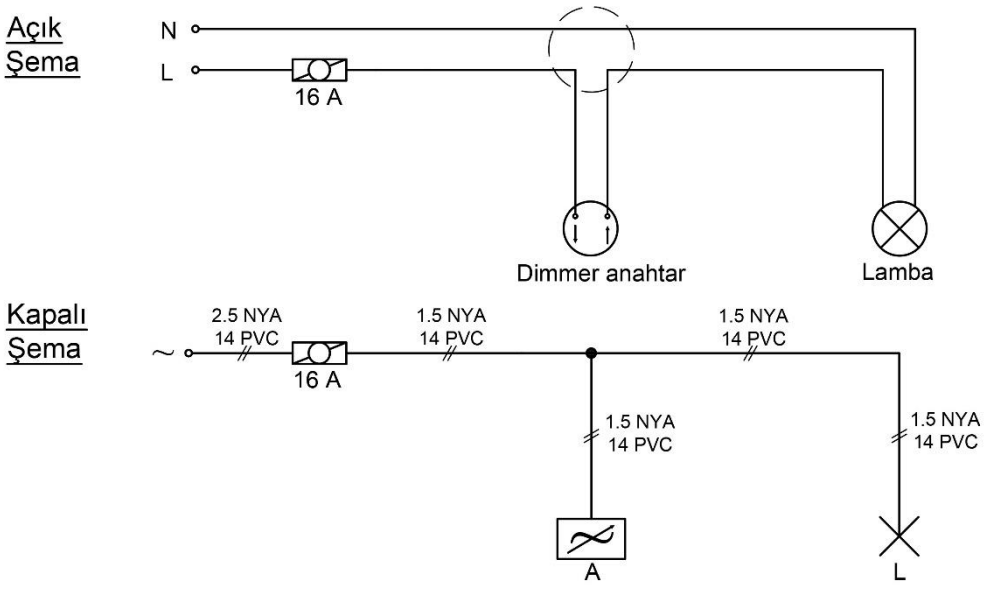
Çift girişli uzun koridorların giriş ve çıkışları, iki katlı yerlerin merdiven arası aydınlatması ve iki odanın aynı balkona açılması durumunda kullanılır (Görsel 8.18).



Görsel 8.18: Vaviyen anahtar tesisatı bağlantısı

8.2.4 Dimmer Anahtar Tesisatı

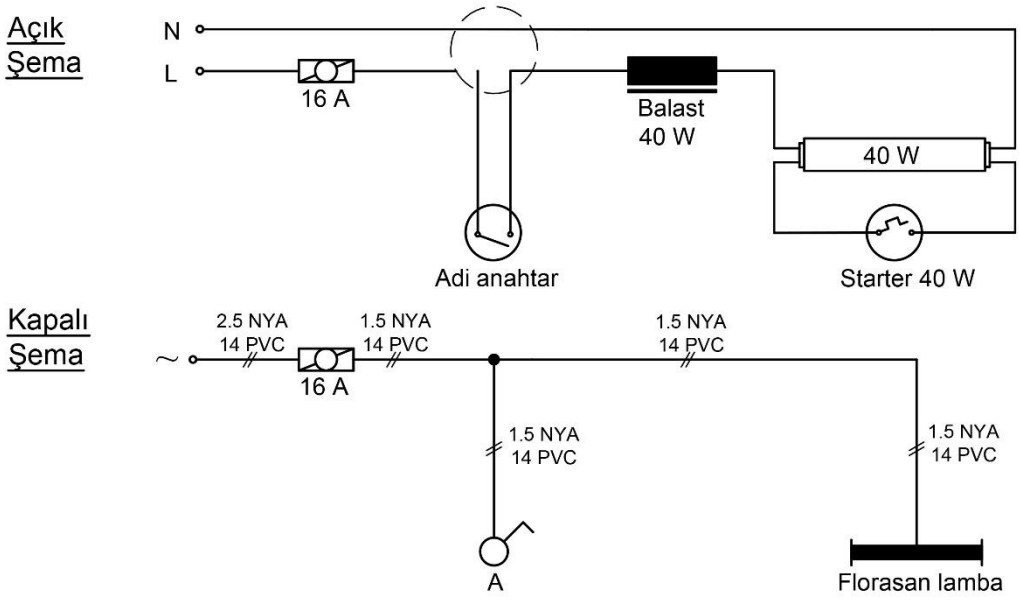
Devre adi anahtar tesisatına oldukça benzer. Genel olarak aydınlatma sistemlerinde parlaklık kontrolü için kullanılır. Bunun dışında sıcaklık, motor hız kontrolü gibi devrelerde de kullanılır (Görsel 8.19).



Görsel 8.19: Dimmer anahtar tesisatı bağlantısı

8.2.5 Floresan Lamba Tesisatı

Floresan lambalar; düşük güçle yüksek ışık vermesi, ışık dağılımının düzenli ve ömürlerinin uzun olması nedeniyle tercih edilir. Daha çok iş yeri ve kamu binalarında tercih edilmektedir. Floresan lamba tesisatında, floresan, balast, soket ve starter kullanılır (Görsel 8.20).



Görsel 8.20: Floresan lamba tesisatı bağlantısı

Floresan Lamba: Işık kaynaklarının enerji tasarruflu üretilmesi doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda tüp şeklindeki floresan ampullerde büyük gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Tüpün iki ucu tungstenden yapılmış flaman bulunur.

Balast: Saç nüve üzerine sarılmış bobinlerden imal edilmiştir. Balast, bobinli veya elektronik olarak yapılır. Balastın görevi; ampule enerjinin ilk uygulanmasında starterin kontaklarının açılması sırasındaki gerilimi, 1000 volta çıkarmaktır. Bu gerilim ile floresan tüp içindeki ışıma gerçekleşir.

Starter: Bir tüp, içerisine argon veya neon gazı doldurularak üretilmiştir. Floresan ampulün ön ısıtma devresini açan ve kapayan bir anahtar düzeneğidir. Starterin uçlarına paralel olarak kondansatör bağlanır. Bunun nedeni, starter çalıştığı aynı anda çevresindeki elektronik alıcılarda parazit oluşmasını önlemek ve starter ömrünü artırmaktır.

Soketler: Soketler; floresan ampule duy görevi yapan, floresan tüpün flaman uçlarının ve starterin takıldığı yuvalardır. Soketler plastikten veya bakalitten üretilir. Floresan lambanın her iki ucunda bulunur. Gerilim bu iki sokete uygulanır.

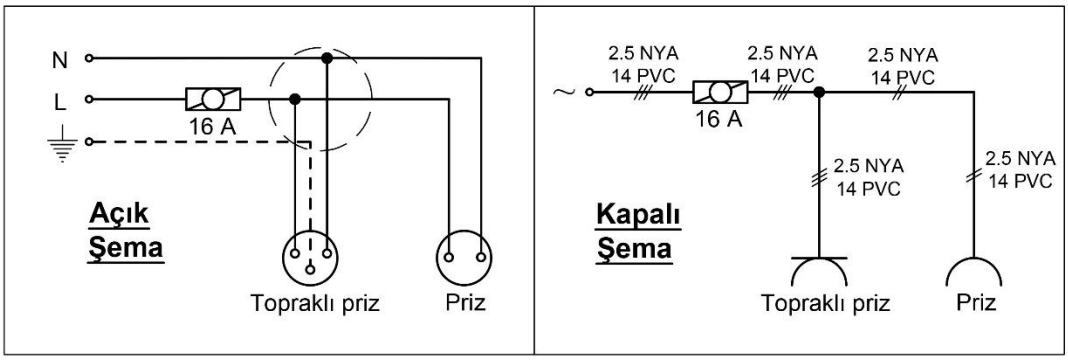
Bilgi Kutusu

- Elektronik balastların çalışma prensibi, yüksek frekanslı ışık üretimine dayanmaktadır. Yapısındaki elektronik devre hem ilk ateşlemeyi hem de normal çalışmayı sağlar. Bu nedenle elektronik balast kullanılan tesisatlarda starter kullanılmaz.

8.3.1 Priz Tesisatı Devrelerinin Yapısı

Priz; elektrikli cihazlara, bir elektrik devresinden fiş aracılığı ile doğrudan veya uzatma kablosu ile enerji almak için kullanılan bir araçtır (Görsel 8.21).

Priz tesisatlarında faz, nötr, topraklama hatları bulunur. Priz tesisatı çizimlerinde her prizin ucuna faz, nötr ve toprak hattı çekilir. Prizler birbirine paralel bağlanmış olur. Priz tesisatları da diğer tesisatlar gibi açık ve kapalı semalarla ifade edilir.

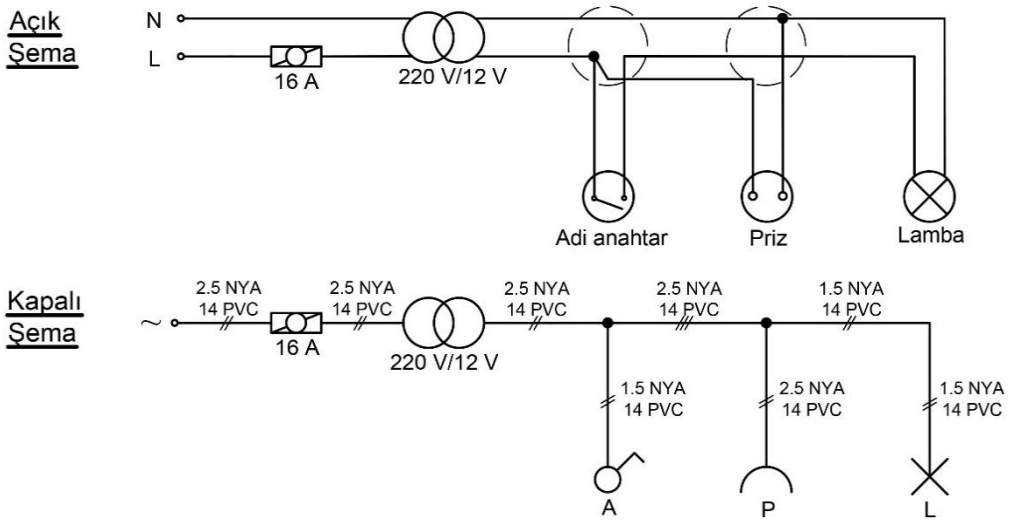


Görsel 8.21: İki sortili priz tesisatı bağlantısı

8.3.2 Anahtar ve Priz Tesisatı

Adi anahtar ve priz tesisat devresiyle bir odanın aydınlatılması ve prizden elektrik alınması sağlanır. Prizler ve lambalar "İç Tesisat Yönetmeliği" gereği ayrı ayrı linyelere bağlanır. Fakat lamba linyesine sadece bir priz bağlanabilir.

Devre, adi anahtar tesisatına priz ilave edilerek oluşturulmuştur. Adi anahtar, lambayı kumanda etmek için priz ise bir alıcıya enerji almak için kullanılmaktadır (Görsel 8.22).

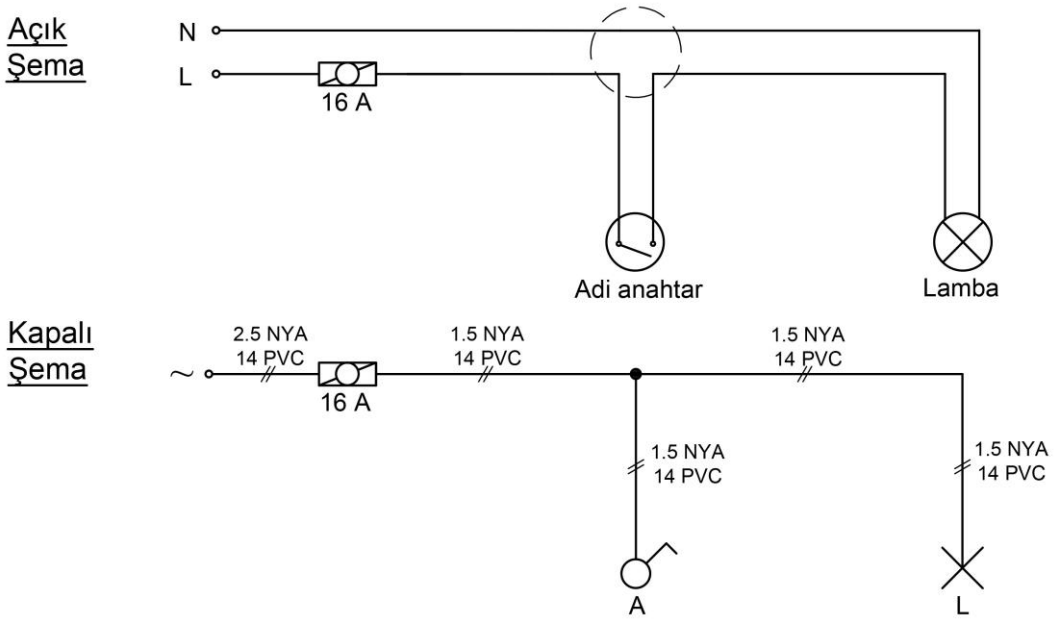


Görsel 8.22: Adi anahtar ve priz tesisatı bağlantısı

TEMRİN 8.1 — ADİ ANAHTAR TESİSATI YAPIMI

Amaç: Tek anahtar ve tek lambalı tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.23: Adi anahtar uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 60 W lamba (1 adet)
- Adi anahtar (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.23'teki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara basınız ve lambanın yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullandığınız malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

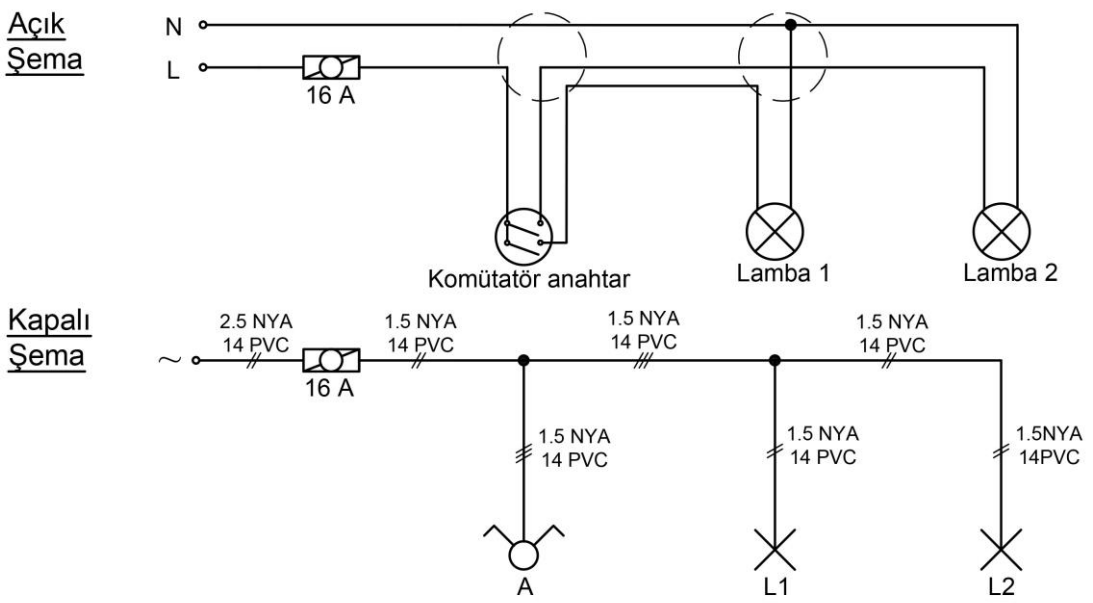
1. **Anahtarların görevlerini açıklayınız.**
2. **Devrede ek kullandınız mı? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.2 — KOMÜTATÖR ANAHTAR TESİSATI YAPIMI

Amaç: Komütatör tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.24: Komütatör anahtar uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 60 W lamba (2 adet)
- Komütatör anahtar (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.24'teki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullandığınız malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

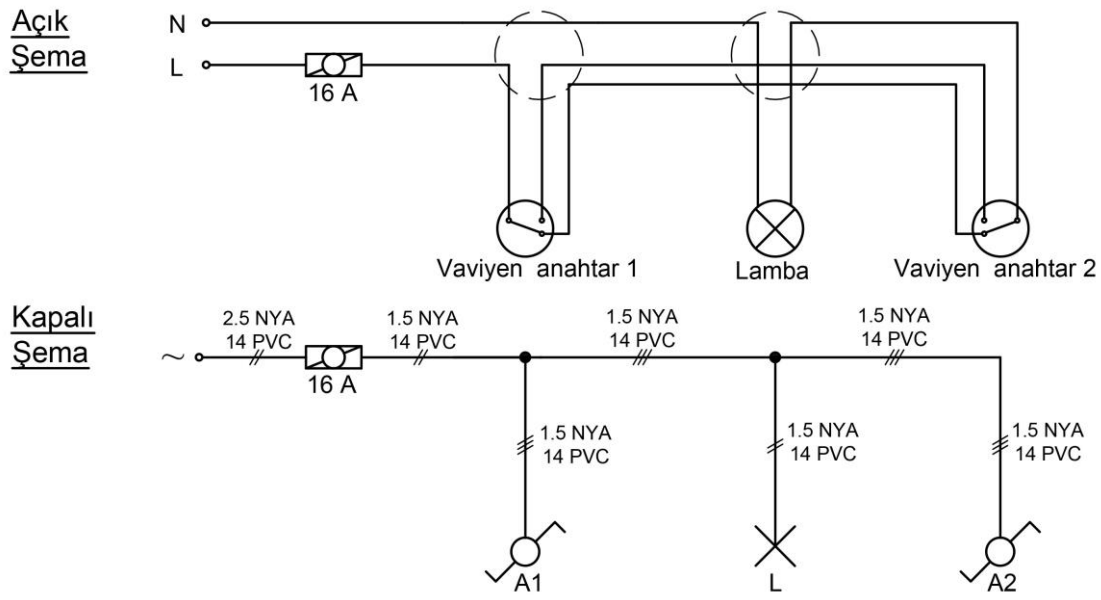
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**
2. **Komütatör anahtarın ortak ucu nasıl bulunur?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.3 — VAVİYEN ANAHTAR TESİSATI YAPIMI

Amaç: Vaviyen anahtar tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.25: Vaviyen anahtar uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 60 W lamba (1 adet)
- Vaviyen anahtar (2 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.25'teki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

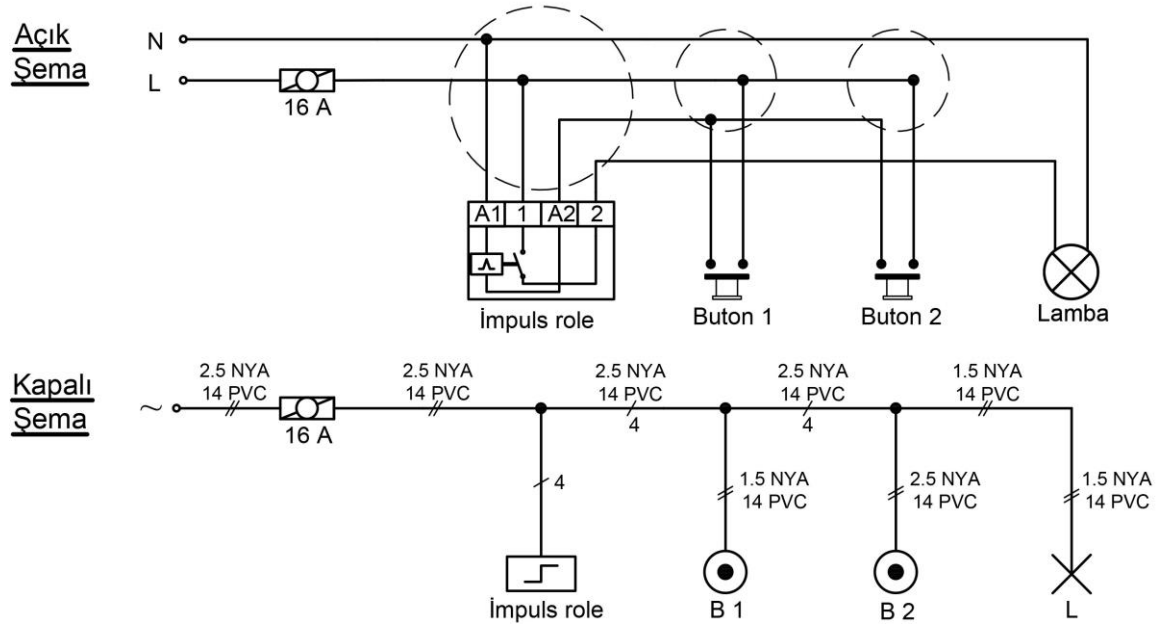
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.4 İMPULS RÖLELİ LAMBA TESİSATI YAPIMI

Amaç: İmpuls röleli lamba tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.26: İmpuls röleli uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 60 W lamba (1 adet)
- Buton (2 adet)
- İmpuls rölesi (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.26'daki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

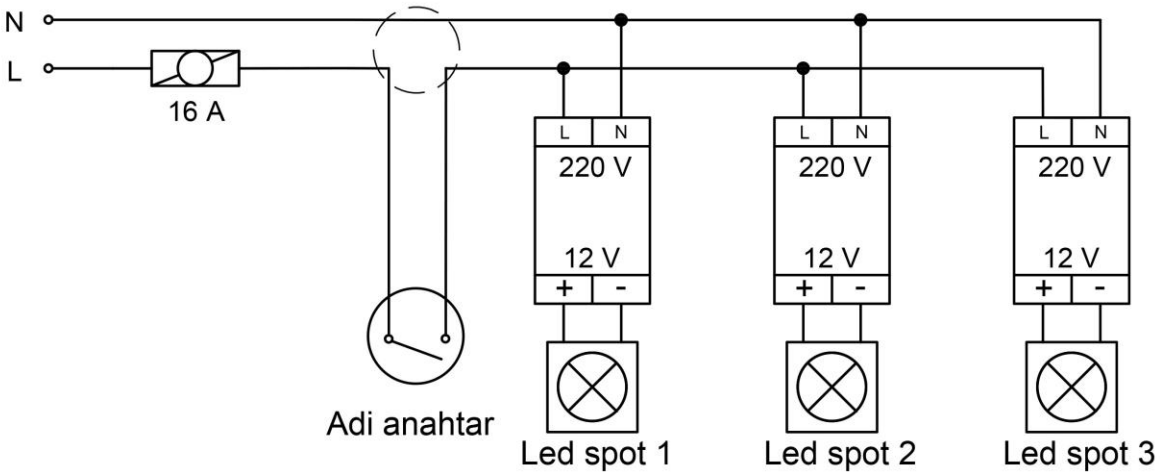
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.5 LED SPOT LAMBA TESİSATI YAPIMI

Amaç: Led spot lamba tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.27: Led spot uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Led spot (3 adet)
- Led trafosu (3 adet)
- Adi anahtar (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.27'deki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

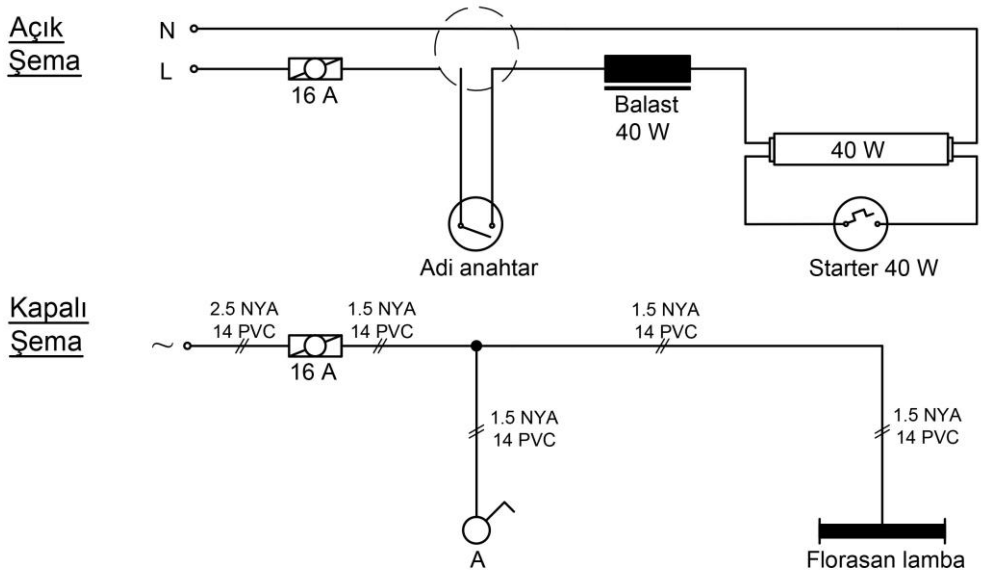
1. **Ledlerin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.6 FLORESAN LAMBA TESİSATI YAPIMI

Amaç: Anahtarlı floresan lamba tesisat devresini kurarak çalıştırmak

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.28: Floresan lamba uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 40 W lamba (1 adet)
- Adi anahtar (1 adet)
- Starter ve balast (1 adet)
- Lamba soketleri ve armatür (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.28'deki devre bağlantılarını yapınız.
3. Balast, starter ve soketler arasındaki bağlantıları dikkatlice yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullandığınız malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

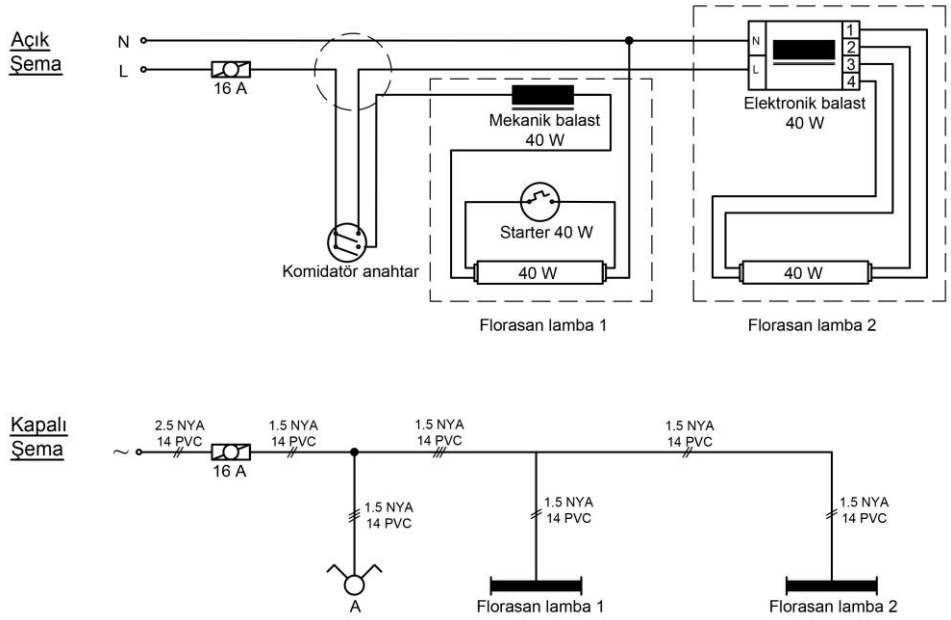
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.7 ÇOKLU FLORESAN LAMBA TESİSATI YAPIMI

Amaç: Anahtarlı çoklu floresan lamba tesisat devresini kurarak çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.28: Floresan lamba uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 40 W lamba (2 adet)
- Komütatör anahtar (1 adet)
- Starter ve balastlar (2 adet)
- Lamba soketleri ve armatür (2 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.28'deki devre bağlantılarını yapınız.
3. Balast, starter ve soketler arasındaki bağlantıları dikkatlice yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullandığınız malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

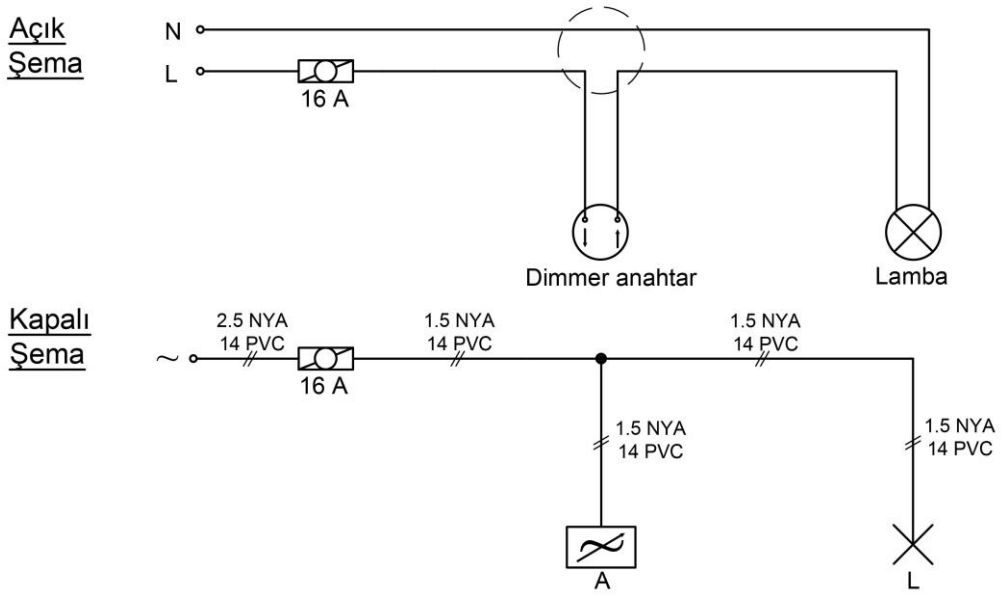
1. **Balast ve starterin görevi nedir.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.8 DİMMER ANAHTAR TESİSATI

Amaç: Dimmer anahtar tesisatını gerçekleştirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.30: Dimmer anahtar uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 40 W lamba (1 adet)
- Dimmer anahtar (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.30'daki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

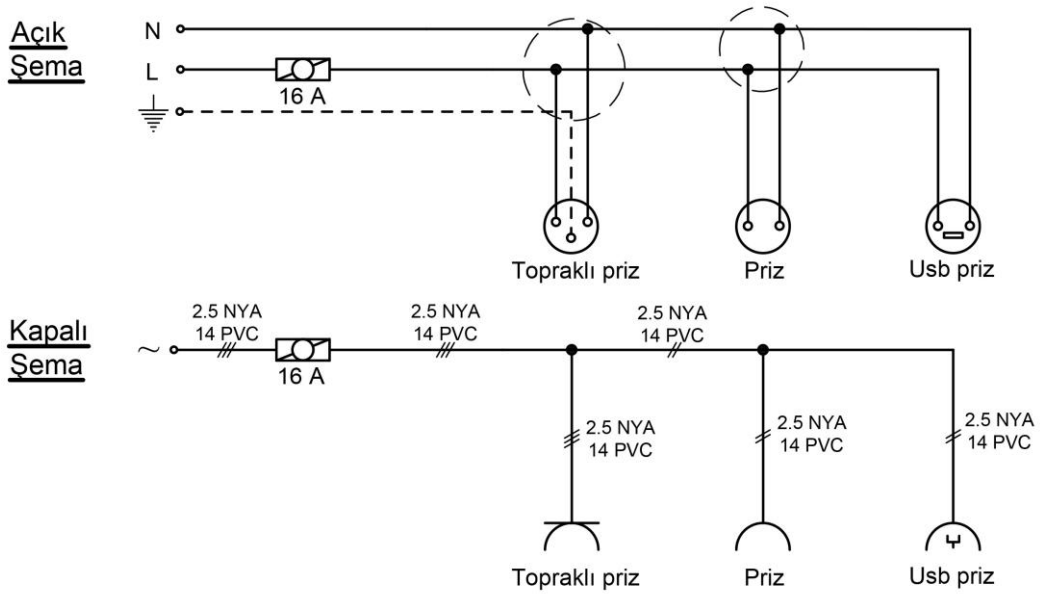
2. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 8.9 — PRİZ TESİSAT DEVRELERİ

Amaç: Çeşitli priz tesisat devrelerini kurarak çalışmasını test etmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.31: Priz tesisatı uygulama devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Topraklı priz (1 adet)
- Topraksız priz (1 adet)
- Usb priz (1 adet)
- Otomatik sigorta (1 adet)
- 1,5 mm² kablo
- 2,5 mm² kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devrede kullanılacak elemanların yerlerini tespit ediniz ve Görsel 8.31'deki devre bağlantılarını yapınız.
3. Devrede ek yapılacaksa ekleri buat içerisinde yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Anahtara sırayla basınız ve lambaların yandığını gözleyiniz.
6. Enerjiyi keserek kullandığınız malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

1. **Devreye bir priz daha ilave edilmek istenirse ne yapılması gerekir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	**20**	
Sınıfı :	Kablo bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Devrenin çalıştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerin hangisi tesisat yapım şekline göre priz çeşitlerinden biri değildir?**
   A) Sıva altı priz
   B) Sıva üstü priz
   C) Nemli yer prizi
   D) Seyyar priz
   E) UPS priz

2. **Aşağıdakilerin hangisi toz, nem, su, patlayıcı ve yanıcı gaza karşı, koruyucu içine alınan priz tesisat çeşididir?**
   A) Sıva altı priz
   B) Sıva üstü priz
   C) Nemli yer prizi
   D) Seyyar priz
   E) UPS priz

3. **Aşağıdakilerin hangisi kesintisiz güç kaynağına bağlı olarak çalışan priz çeşididir?**
   A) UPS priz
   B) Çocuk koruma prizi
   C) Nemli yer prizi
   D) Data prizi
   E) Telefon prizi

4. **Aşağıdakilerin hangisi priz yuva altlarına monte edilmiş ve sadece cihaz fişinin girişine izin veren, diğer cisimlerin yuvaya girmesini engelleyen özel koruma aparatına sahip priz çeşididir?**
   A) UPS priz
   B) Çocuk koruma prizi
   C) Topraklı priz
   D) Akım korumalı priz
   E) Data prizi

5. **Aşağıdakilerin hangisi priz tesisat linye hatlarında kullanılacak en küçük iletken kesitidir?**
   A) 1 mm^2
   B) 1,5 mm^2
   C) 2,5 mm^2
   D) 4 mm^2
   E) 6 mm^2

6. **Aşağıdakilerin hangisi priz tesisat devrelerinde topraklama hattı için kullanılan kablonun rengidir?**
   A) Açık mavi
   B) Kahverengi
   C) Sarı-mavi
   D) Sarı-yeşil
   E) Sarı-siyah

7. **Bir priz linyesine en fazla kaç adet priz bağlanabilir?**
   A) 7
   B) 8
   C) 9
   D) 10
   E) 11

8. **Aşağıda ismi yazılı olan yüklerden hangisi için ayrı bir linye hattı çekilmez?**
   A) Çamaşır makinesi
   B) Bulaşık makinesi
   C) Elektrikli fırın
   D) Elektrikli ocak
   E) Buzdolabı

9. **Bir priz linyesine bağlanacak priz gücü bir fazlı priz için en az kaç watt olarak belirlenir?**
   A) 150 W
   B) 200 W
   C) 250 W
   D) 300 W
   E) 350 W

10. **Priz tesisatı kablo çekme işlemi bittikten sonra, buatlarda ve kablolarda oluşabilecek arızalar için kaç cm'lik iletken payı bırakılmalıdır?**
    A) 15 cm
    B) 20 cm
    C) 25 cm
    D) 30 cm
    E) 35 cm

9. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE ÖLÇÜLMESİ

Bu öğrenme biriminde;

1. Temel elektrik devresini kurmayı
2. Elektriksel ölçü aletlerini kullanmayı
3. Elektrik devresinde akım ölçmeyi
4. Elektrik devresinde gerilim ölçmeyi
5. Elektrik devresinde iş ve güç ölçmeyi
6. Elektrik devresinde frekans ölçmeyi
7. Osiloskop ile sinyal ölçmeyi

öğreneceksiniz.

TEMEL ELEKTRİK DEVRESİ

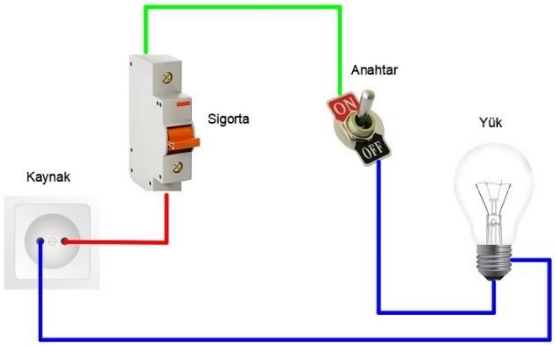
BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletlerinin yapısı ve çeşitleri hakkında araştırma yapınız.
- Direnç değerini etkileyen faktörleri ve direnç ölçüm tekniklerini araştırınız.
- Akım ölçmenin önemini, hangi değerdeki akımın nasıl ölçüleceğini araştırarak bir rapor hâline getiriniz.
- Gerilimi ölçmenin önemini, hangi değerdeki gerilimin nasıl ölçüleceğini, yüksek gerilim değerlerinin ölçümündeki zorluk ve sakıncaları araştırarak rapor hâline getiriniz.
- Multimetrelerin yapı, şekil ve çeşitlerini araştırarak bir rapor hâline getiriniz.
- Frekansmetrelerin yapı ve çeşitleri ile frekans ölçümünün önemini araştırarak bir rapor hâline getiriniz.
- Osilaskop çeşitlerini ve özelliklerini, osilaskoplar ile yapılabilecek ölçümler ve osilaskobun ölçü aletlerine göre avantajlarını rapor hâline getiriniz

9.1.1 Elektrik Devreleri ve Özellikleri

Kaynaktan çıkan akımın yük üzerinden geçerek tekrar kaynağa ulaşması için izlediği yola **elektrik devresi** denir. Elektrik enerjisi ile çalışan herhangi bir yükün çalışabilmesi için sürekli olarak içinden akım geçmesi gereklidir (Görsel 9.1).



Görsel 9.1: Elektrik devresi ve açık bağlantı şeması

Kaynak: Herhangi bir enerjiyi (kimyasal, mekanik, ısı, ışık) elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına **kaynak (batarya, üreteç)** denir (Görsel 9.2). Elektrik enerjisi üreten devre elemanıdır. DC ve AC kaynaklar mevcuttur. DC kaynaklara dinamo, pil, akümülatör; AC kaynaklara alternatör örnek verilebilir.

Görsel 9.2: Çeşitli kaynaklar

Sigorta: Devreden geçen akımın belli bir değerin üstüne çıkması durumunda devre elemanlarının ve devreye bağlı alıcıların zarar görmesini önleyen devre elemanına **sigorta** denir (Görsel 9.3). Devreden aşırı bir akım çekilmesi durumunda, kontağını açarak oluşabilecek kaza ve arızalara karşı devreyi korur

Görsel 9.3: Çeşitli sigortalar

Anahtar: Devreyi açıp kapamaya yarayan araçlara **anahtar (kontrol elemanı)** denir (Görsel 9.4). Kontrol elemanı olarak anahtar, buton, şalter gibi elemanlar kullanılır. Kalıcı kontrol için anahtar ve şalter, geçici kontrol için buton elemanları kullanılır.

Görsel 9.4: Çeşitli anahtarlar

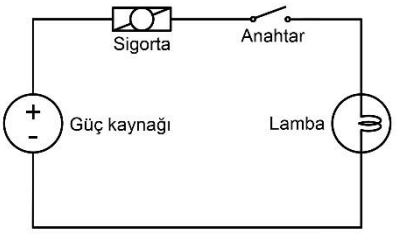
Yük: Aldığı elektrik enerjisini başka bir enerjiye dönüştüren devre elemanına **yük (alıcı)** denir. Örneğin; lamba elektrik enerjisini ışık enerjisine, fırın ısı enerjisine, zil ses enerjisine, motor hareket enerjisine dönüştürür (Görsel 9.5).

Görsel 9.5: Çeşitli yükler

İletken: Elektrik devresinde bulunan iki farklı elemanı birleştiren ve üzerinden akım geçiren elemana **iletken (kablo)** denir (Görsel 9.6).

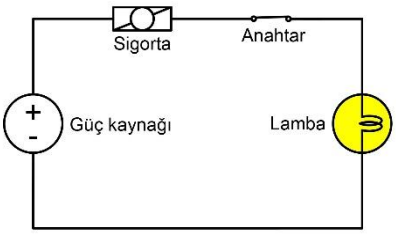
Görsel 9.6: Çeşitli iletken kabloları

Açık Devre: Devreden akım geçmediği ve anahtarın açık olduğu devrelere **açık (pasif) devre** denir (Görsel 9.7). Anahtar açık olduğundan ve devreden akım geçmediğinden devre açık devredir. Açık devrelerde alıcı çalışmaz.



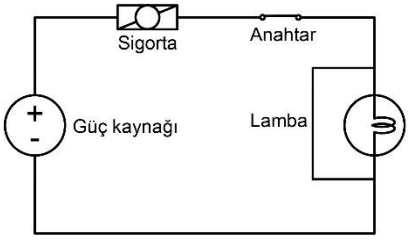
Görsel 9.7: Açık devre

Kapalı Devre: Devreden akım geçtiği, tüm elemanların düzgün şekilde çalıştığı ve anahtarın kapalı olduğu devrelere **kapalı (aktif) devre** denir (Görsel 9.8). Anahtar kapalı olduğundan ve devreden akım geçişi tamamlandığından devre kapalı devredir.



Görsel 9.8: Kapalı devre

Kısa Devre: Elektrik akımının yük üzerinden geçmeyerek en kısa yoldan devresini tamamladığı devrelere **kısa (kaçak) devre** denir (Görsel 9.9). Kısa devre, istenmeyen bir arızadır. Bu durumda sigorta devreye girerek kontaklarını açar ve devreyi korumaya alır



Görsel 9.9: Kısa devre

ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİ

BİLGİ YAPRAĞI

9.2.1 Elektriksel Ölçme Tanımı

Bilinmeyen bir büyüklüğü kendi cinsinden başka bir birim ile karşılaştırma işlemine **ölçme** denir. Elektrik devrelerinde yapılan ölçme işlemine **elektriksel ölçme** denir. Elektriksel ölçme akım, gerilim, frekans, direnç, kondansatör, bobin vb. değerlerin ölçülmesi işlemleridir.

9.2.2 Elektriksel Ölçü Aletlerinin Çeşitleri

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri; çok çeşitli tip ve modellerde olmasına karşılık, bazı ortak özellikleri yönü ile aynı çatı altında gruplandırılabilir (Tablo 9.1). Bu gruplandırmalar, ölçtüğü büyüklüğün doğruluk derecesine göre, ölçü aletlerinin gösterme şekline göre ve kullanma yerine göre yapılmaktadır.

Tablo 9.1: Elektriksel Ölçü Aletlerinin Sınıflandırılması

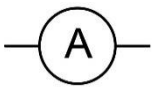
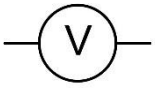
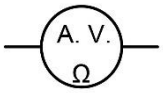
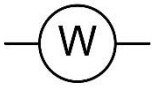
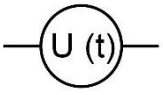
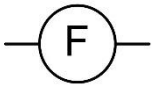
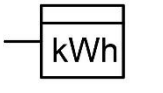
ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİ

Yapısına Göre Ölçü Aletleri	Kullanım Yerine Göre Ölçü Aletleri	Gösterim Şekline Göre Ölçü Aletleri
• Analog Ölçü Aletleri • Dijital Ölçü Aletleri	• Taşınabilir Ölçü Aletleri • Pano Tipi Ölçü Aletleri	• Gösteren Ölçü Aletleri • Kaydeden Ölçü Aletleri • Toplayıcı Ölçü Aletleri

9.2.3 Elektriksel Ölçü Aletleri Tanımları

Günümüzde çok değişik ve çeşitli ölçü aletleri imal edilmektedir. Tablo 9.2'de elektrik ve elektronikte en çok kullanılan ölçü aletlerinin açıklamaları ve sembolleri görülmektedir.

Tablo 9.2: Elektriksel ölçü aletleri ve sembolleri

Sembolleri	Ölçü Aleti	Ölçtüğü Birim	Sembolleri	Ölçü Aleti	Ölçtüğü Birim
	Ampermetre	Akım (A)		LCR Metre	Endüktans (H), Kapasitans (F), Direnç (Ω)
	Voltmetre	Gerilim (V)		Multimetre	Volt (V), Amper (A), Direnç (Ω), Bobin (H), Kondansatör (F)
	Wattmetre	Güç (W)		Osiloskop	Gerilim (V), Akım (A), Frekans (Hz) vb.
	Frekansmetre	Frekans (Hz)		Elektrik Sayacı (Aktif Güç)	Elektrik Enerjisi (kWh)

9.2.3.1 Ampermetre

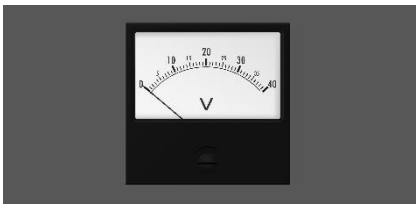
Doğru veya alternatif akım devrelerinde alıcının çektiği akımı ölçen ölçü aletidir. Ampermetreler "A" harfi ile gösterilir ve devreye seri bağlanır. AC ve DC ölçen analog ve dijital çeşitleri vardır.

Akım ölçmeyi pratik hâle getirmek için oluşturulmuş ölçü aletlerine **pens ampermetre** denir (Görsel 9.10). Panolarda akım ölçme işlemi için kullanılan ampermetrelere **pano tipi ampermetreler** denir.

Görsel 9.10: Pens ampermetre

9.2.3.2 Voltmetre

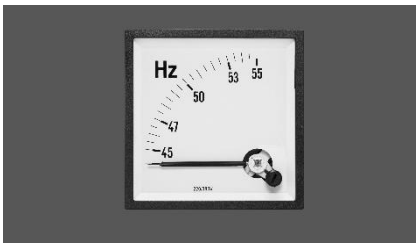
Doğru ve alternatif akım devresinin ya da devreye bağlı bir alıcının uçlarındaki gerilim değerini ölçmeye yarayan ölçü aletleridir. Voltmetreler "V" harfi ile gösterilir. Voltmetreler devreye paralel bağlanır (Görsel 9.11).



Görsel 9.11: Pano tipi voltmetre

9.2.3.3 Frekansmetre

Alternatif akım devrelerinde elektrik enerjisinin frekansını ölçen aletlerdir. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır. Frekansmetreler "f" harfi ile gösterilir ve birimi "Hz" şeklinde ifade edilir (Görsel 9.12).



Görsel 9.12: Pano tipi frekansmetre

9.2.3.4 LCR Metre

Elektrik devrelerinde değişik amaçlar için kullanılan ve alıcı olarak görev yapan direnç, bobin ve kondansatörün direnç, endüktans ve kapasite değerlerini ölçen ölçü aletleridir. "LCR" harfleri ile gösterilir. LCR metre ile doğru ölçüm yapabilmek için uygun kademe seçimi yapılmalıdır.

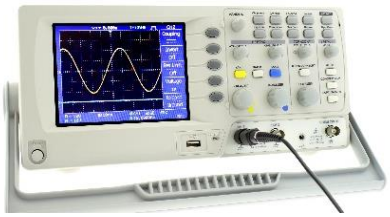
9.2.3.5 Wattmetre

Doğru ve alternatif akım devrelerinde alıcıların çektikleri elektriksel gücü ölçen aletlerdir. "W" harfi ile gösterilir. Wattmetreler akım ve gerilim bobinlerine sahip olup akım bobini devreye seri; gerilim bobini devreye paralel bağlanır. Güç hesaplamalarda "P" harfi ile ifade edilir (Görsel 9.13).

Görsel 9.13: Wattmetre

9.2.3.6 Osiloskop

Elektrik ve elektronik devrelerde akım, gerilim, frekans ve faz farkı gibi büyüklükleri dijital ve analog ekranda görsel olarak gösteren ölçü aletleridir. Osiloskoplarda gerilim, akım ve frekans değerleri matematiksel işlemlerle bulunur (Görsel 9.14).



Görsel 9.14: Osiloskop

9.2.3.7 Elektrik Sayacı

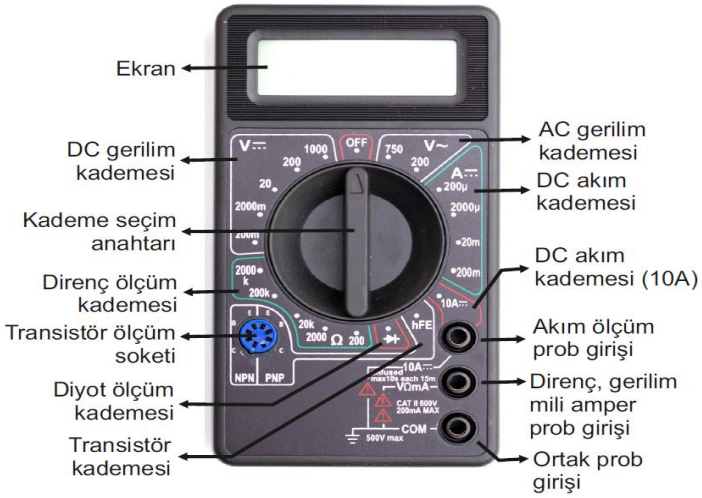
Elektrik devrelerinde alıcıların harcadığı elektrik enerjisini zamana bağlı olarak ölçen ölçü aletidir. "kWh" harfleri ile gösterilir. Analog ve dijital olarak imal edilir (Görsel 9.15).

Görsel 9.15: Elektrik sayacı

9.2.3.8 Multimetre

Elektrik ve elektronik devrelerde akım, gerilim, frekans gibi büyüklükleri ve transistör, direnç, kondansatör, diyot gibi elemanları ölçmeye yarayan ölçü aletlerine **multimetre** denir. Dijital ve analog şeklinde üretilir. Dijital multimetrelerde ölçülen değeri ekranda numaralar ile gösterir. Dijital multimetre kullanımı sırasında ortada bulunan kademe düğmesi ile ölçülecek büyüklük ve onun uygun değeri seçilir. Dijital bir multimetrenin ön yüzünde tipik olarak dört bileşen bulunur (Görsel 9.16).

Ekran: Ölçüm sonuçlarının göründüğü kısımdır.
Düğmeler: Çeşitli işlevleri seçmek için kullanılır.
Komütatör: Birincil ölçüm değerlerini (volt, amper, ohm) seçmek için kullanılır.
Giriş Probları: Test roplarının takıldığı yerlerdir.



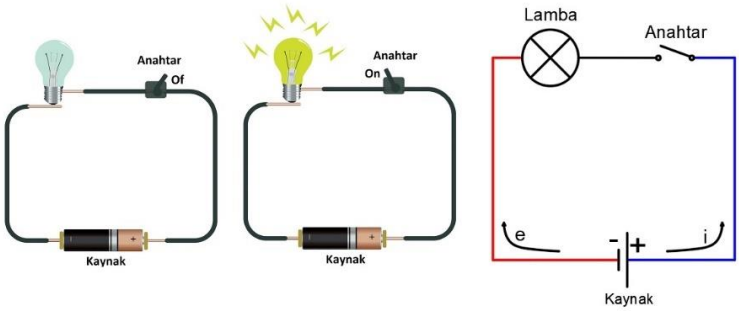
Görsel 9.16: Multimetre

ELEKTRİK DEVRESİNDE AKIM ÖLÇME

BİLGİ YAPRAĞI

9.3.1 Elektrik Akımı ve Özellikleri

Kapalı bir elektrik devresinde, üreteç kutupları arasında meydana gelen elektron hareketine **elektrik akımı** denir (Görsel 9.17). Elektrik akımı; "I" ya da "i" harfleriyle gösterilir ve birimi amperdir (A). Elektrik akımı ampermetre ile ölçülür. Ampermetreler devreye seri olarak bağlanır.



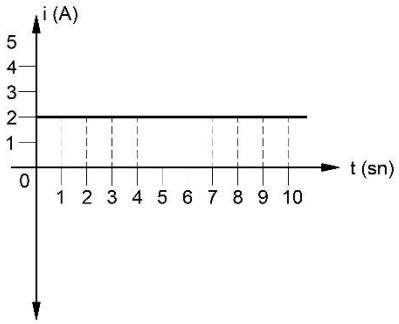
Görsel 9.17: Elektrik devresinde akım geçişi

Elektrik akımının özellikleri şunlardır:

- Akım, artı kutuptan eksi kutba doğrudur.
- Akımın iş yapabilmesi için devresini tamamlaması gerekir.
- Akım, en kısa yoldan devresini tamamlamak ister.
- Devrenin durumu ve alıcıya göre akımın değeri değişir.

9.3.1.1 Doğru Akım (DC)

Zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma **doğru akım** denir. Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti değişebilir (Görsel 9.18).



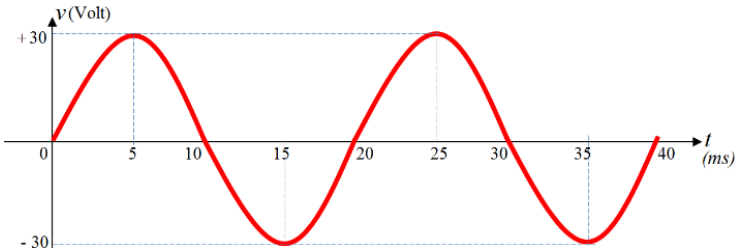
Görsel 9.18: Doğru akım

Doğru akım elde edilen kaynaklar şunlardır:

Pil: Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren kaynaklara **pil** denir. Doğru akım üretir.
Akümülatör (Akü): Elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depo eden ve bunu elektrik enerjisi olarak veren cihaza denir. Doğru akım üretir.
Güneş Paneli: Işık enerjisini direkt doğru akıma çeviren aletlere denir.
Dinamo: Hareket enerjisini doğru akıma çevirir.
Doğrultmaç Devresi: Alternatif akımı doğru akıma çeviren devrelere denir.

9.3.1.2 Alternatif Akım (AC)

Zamana bağlı olarak hem yönü hem de şiddeti değişen akımlara **alternatif akım** denir. Şebeke gerilimi buna örnek verilebilir. Alternatörlerden üretilir. AC veya AA ile tanımlanır (Görsel 9.19).



Görsel 9.19: Alternatif akım ve bileşenleri

9.3.2 Elektrik Akım Birimleri ve Dönüşümleri

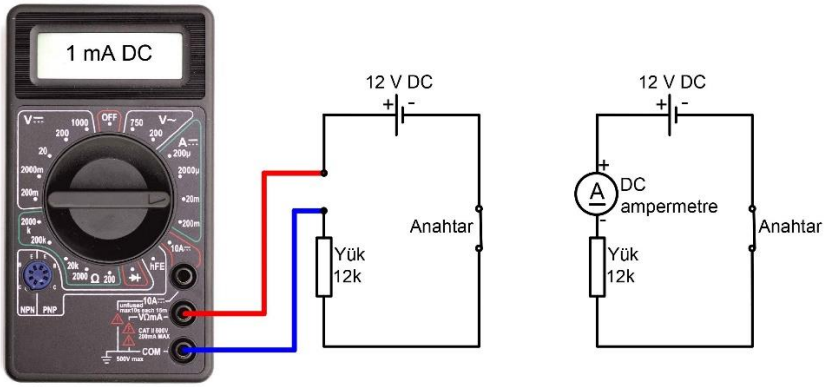
Akım birimi olarak amperin hem ast katları hem üst katları kullanılır. Katlar arası biner biner büyür veya küçülür. (Görsel 9.20).

Görsel 9.20: Akım katları

Bilgi Kutusu

- 1 kA = 1.000 A
- 1 A = 1.000 mA
- 1 kA = 1.000.000 mA

9.3.2.1 Multimetre ile Elektrik Akımı Ölçme İşlemi



Görsel 9.21: Multimetre ile DC akım ölçme işlemi

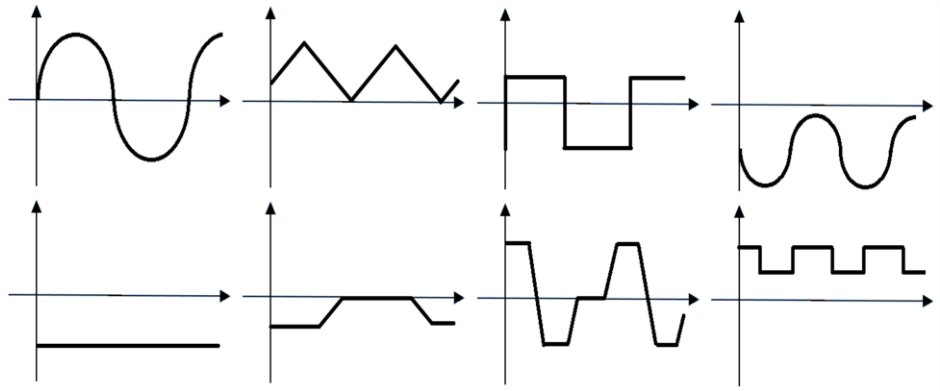
Görsel 9.21'deki devrede multimetre ile 10 A değere kadar DC akım ölçme işlemi yapılabilir. Yüksek değerde akım ölçmek için prob (mavi) 10 A DC alana getirilir ve kademe 10 A kısıma çekilir.

Bilgi Kutusu

- AC akım ölçme işleminde kademe DC'de olmamalıdır. Aynı kural tam tersi için de geçerlidir. Aksi durumda yanlış ölçme işlemi gerçekleşecektir.

Sıra Sizde

- **Görsel 9.22'de verilen akımların AC mi DC mi olduğunu belirleyiniz?**



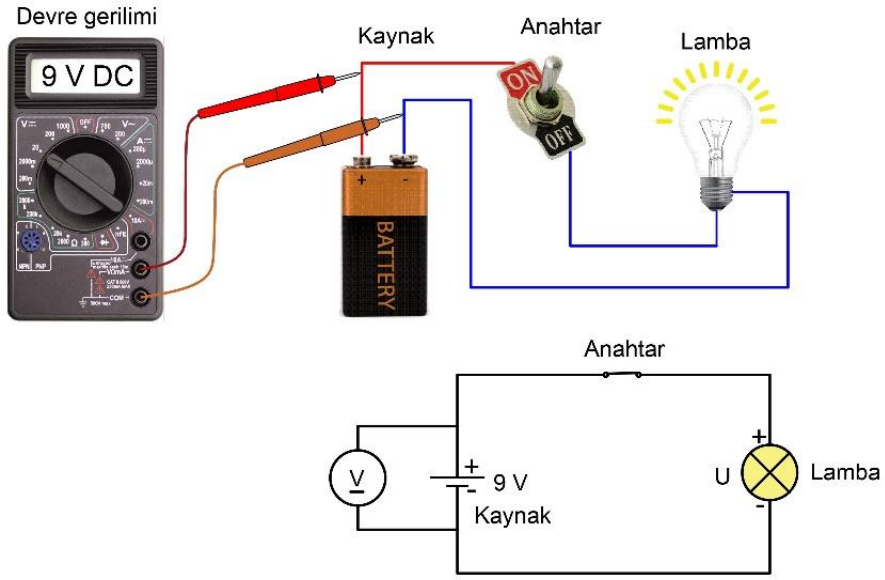
Görsel 9.22: Sinyal çeşitleri

ELEKTRİK DEVRESİNDE GERİLİM ÖLÇME

BİLGİ YAPRAĞI

9.4.1 Gerilim

Bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan ve iki nokta arasında oluşan potansiyel farka **gerilim** denir. "U" harfi ile gösterilir ve birimi volttur. Voltmetreler devreye paralel bağlanır. Gerilim; pil, akü, dinamo ve alternatör gibi elektrik enerji kaynakları ile elde edilir. Doğru (DC) ve alternatif (AC) gerilim olarak çeşitleri vardır (Görsel 9.23).



Görsel 9.23: Elektrik devresinde gerilim ölçme

9.4.2 Gerilim Birimleri ve Dönüşümleri

Gerilimin en çok kullanılan katları; mili volt, volt, kilovolttur. Katlar arası biner biner büyür veya küçülür. (Görsel 9.24).

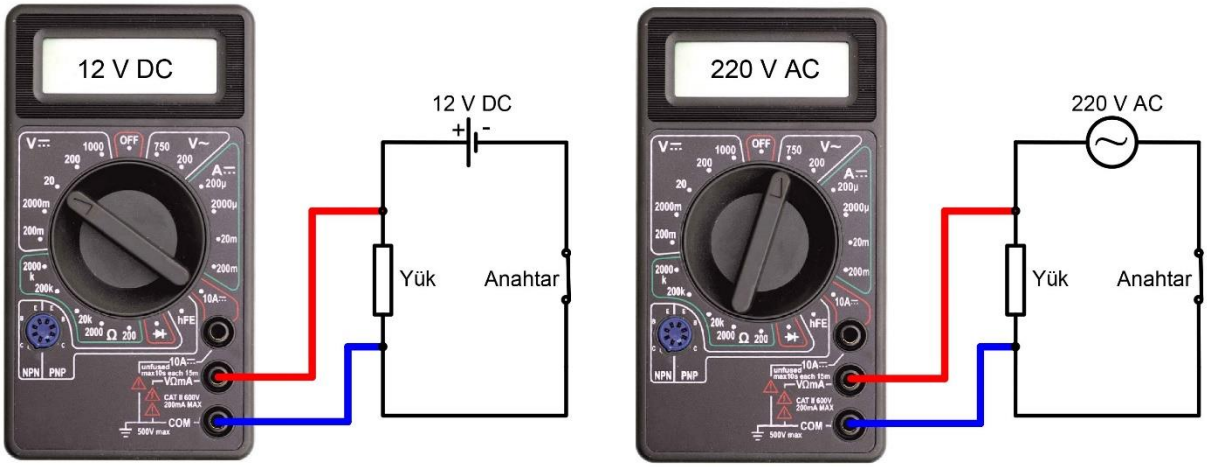
Görsel 9.24: Gerilim katları

Bilgi Kutusu

- 1 kV = 1.000 V
- 1 V = 1.000 mV
- 1 kV = 1.000.000 mV

9.4.3 Multimetre ile Gerilim Ölçme İşlemleri

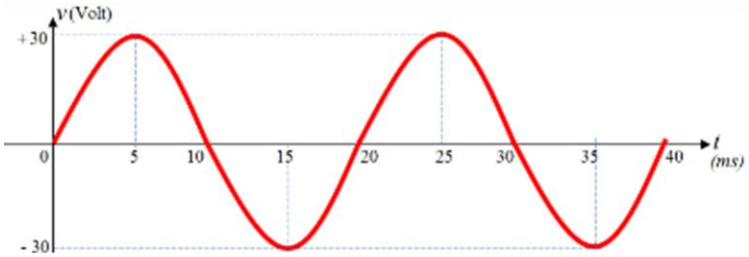
Multimetre ile AC ve DC gerilim ölçme işlemleri görülmektedir. Ölçme işlemi yaparken ilgili kademe AC veya DC kısmına çekilir. Ölçülecek değer multimetrenin ölçüm sınırları içinde olmalıdır. Multimetrenin kademe anahtarı doğru konumda olmalıdır. Ölçülecek büyüklüğün değeri tam bilinmiyorsa kademe en yüksek değere alınmalıdır. Multimetrenin probları doğru şekilde bağlanmalıdır. Siyah prob her zaman COM bağlantı noktasına, kırmızı prob ise ölçülecek büyüklüğe uygun proba, multimetre bağlantı noktasına takılmalıdır. DC ölçümlerde dijital multimetrelerde "- "değer görünüyorsa uçlar ters çevrilmelidir. Dijital multimetrelerde ekranda "0" değer görünüyorsa kademe küçültülmeli, "1" değeri görünüyorsa kademe büyültülmelidir (Görsel 9.25).



Görsel 9.25: Multimetre ile AC ve DC gerilim ölçme

Sıra Sizde

- **Görsel 9.26'da verilen sinyalin gerilim değeri multimetre ile nasıl ölçülür?**



Görsel 9.26: Alternatif sinyali

ELEKTRİK DEVRESİNDE İŞ VE GÜÇ ÖLÇME

BİLGİ YAPRAĞI

9.5.1 Güç ve Enerji Kavramları

Birim zamanda yapılan işe **güç** denir. Gücün birimi olarak watt kullanılır. "P"ile gösterilir. Elektrikte her alıcının bir gücü vardır ve alıcılar güçleri oranında tüketim yapar. Bir cismin iş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Enerjinin birimi watt x saniyedir. "W" ile gösterilir. Isı, ışık ve elektrik birer enerji türüdür.

$$P = V \; x \; I = \frac{W}{t}$$

Formüle göre;
P : Güç (watt)
W : Enerji (watt x saniye)
V : Gerilim (volt)
I : Akım (amper)

Örnek

- **220 V gerilimle çalışan bir ütü 5 A akım çektiğine göre bu ütünün gücü kaç kaç W'tır?**

  Çözüm:

  P = V x I = 220 x 5 = 1.100 W

9.5.2 Güç Birimleri ve Dönüşümleri

Güç birimi olarak W'ın hem ast katları (mili ve mikro) hem üst katları (kilo ve mega) kullanılır. Katlar arası biner biner büyür veya küçülür. (Görsel 9.27).

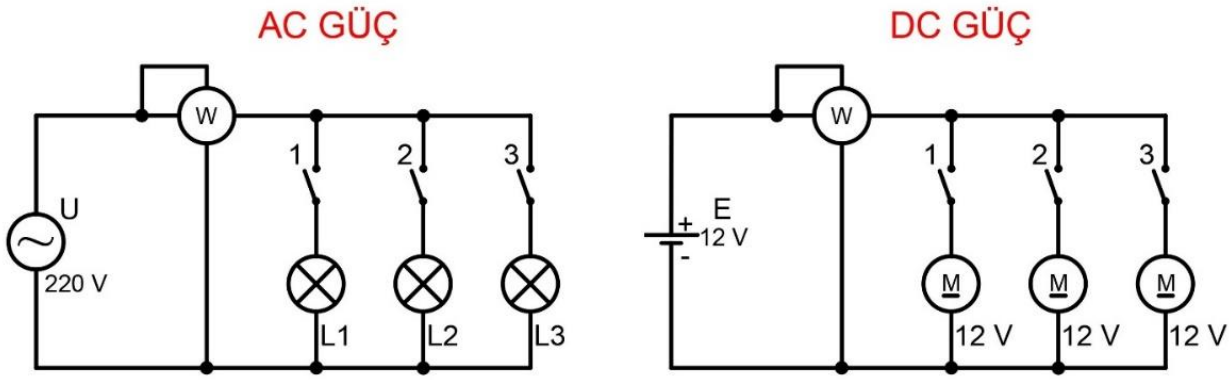
Görsel 9.27: Gerilim katları

Bilgi Kutusu

- 1 MW = 1.000 kW
- 1 kW = 1.000 W
- 1 W = 1.000 mW
- 1.000 mW = 1 W

9.5.3 Wattmetre ile Güç Ölçme

Doğrudan doğruya güç ölçen ölçü aletlerine **wattmetre** denir. Wattmetreler, devredeki gücü direkt olarak ölçer. Akım ve gerilim bobinlerinden oluşur. Devreye bağlanırken akım bobinleri seri; gerilim bobinleri paralel olacak şekilde bağlanır (Görsel 9.28).



Şekil 9.28: AC ve DC devrelerde wattmetre ile aktif güç ölçümleri

9.5.4 Enerji Birimleri ve Dönüşümleri

Enerji birimi watt x saniye (Ws) şeklindedir. Ancak elektrik sayaçlarında enerji ölçümünde kilo watt x saat (kWh) şeklinde olmaktadır. Bu nedenle yapılacak hesaplamalar kWh şeklinde olmalıdır.

1 watt x 1 saniye = (1/1.000) kW x (1/3.600) saat

Örnek

- **Elektrik sayacında 4 saat sonunda 3,6 kWh değer okunduğuna göre tüketilen güç miktarı ne kadardır?**

  Çözüm:
  W = P x t
  P = W / t = 3,6 / 4 = 0,9 kW = 900 W tüketim olmuştur.

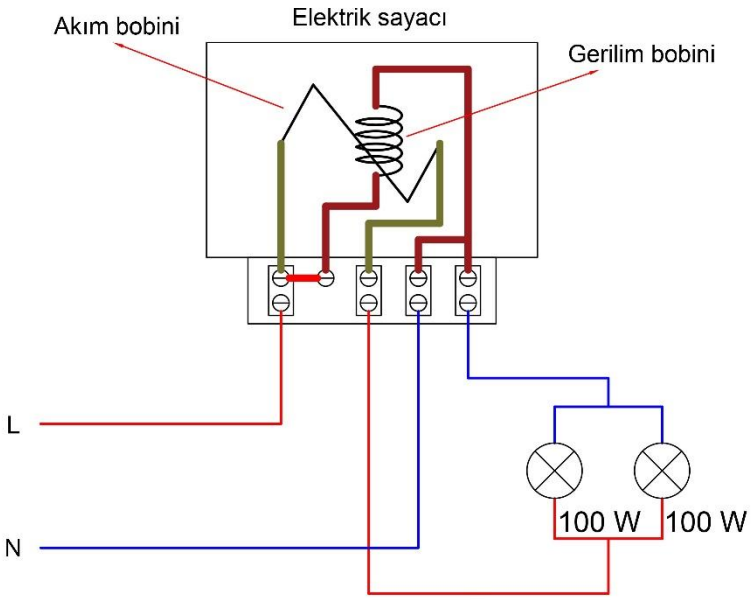
9.5.5 Elektrik Sayacı ile Enerji Ölçme

Bir ve üç fazlı alternatif akım devrelerinde, harcanan elektrik enerjisini kWh cinsinden ölçen ölçü aletlerine **elektrik sayacı** denir (Görsel 9.29). Elektronik sayaçlarda ölçülen enerji, dijital bir ekrandan okunur. Ölçülen değer, tarih, gerçek zaman saati, dönüşümlü olarak dijital ekranda ifade edilir. Elektronik sayaçlar farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapmanın yanında optik port aracılığı ile okuma kolaylığı sağlamaktadır. Sayaç üzerinde yer alan kırmızı LED, sayacın ölçtüğü tüketim değeri arttıkça daha kısa sürelerde yanıp söner.

Görsel 9.29: Elektronik sayacı

Sayaç bağlantı uçları, akım ve gerilim bobini uçlarıdır. Faz, akım bobini uçlarına girip çıkarak daire kat panosuna gider. Nötr hattı da gerilim bobinine girip çıkarak daire kat panosuna gider ve buradan tesisata dağılır. Sayaç ile elektrik enerjisi ölçümü yapılırken tek ve üç zamanlı tarife seçenekleri mevcuttur (Görsel 9.30).

Üç zamanlı tarifede T1 gündüz, T2 puant ve T3 gece zaman dilimlerine denk gelir. T0 ise tek zamanlı yani tarifesiz toplam tüketimi gösterir.



Görsel 9.30: Bir fazlı aktif sayaç bağlantısı

Üç zamanlı tarifede saat dilimleri şu şekildedir:

Gündüz Dönemi : Saat 06.00 – 17.00
Puant Dönemi : Saat 17.00 – 22.00
Gece Dönemi : Saat 22.00 – 06.00

Sıra Sizde

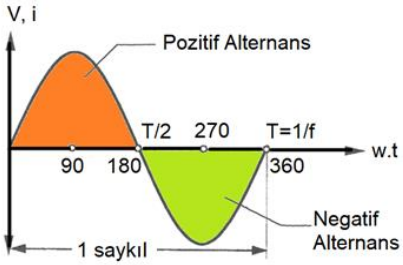
- **Bir elektrik sayacında 3 saat sonunda 6 kWh değer okunmaktadır. Buna göre tüketimin aynı şekilde sürdüğü düşünülürse bu sayaçta 5 saat sonunda tüketilen güç miktarı ne kadardır?**

ELEKTRİK DEVRESİNDE FREKANS ÖLÇME

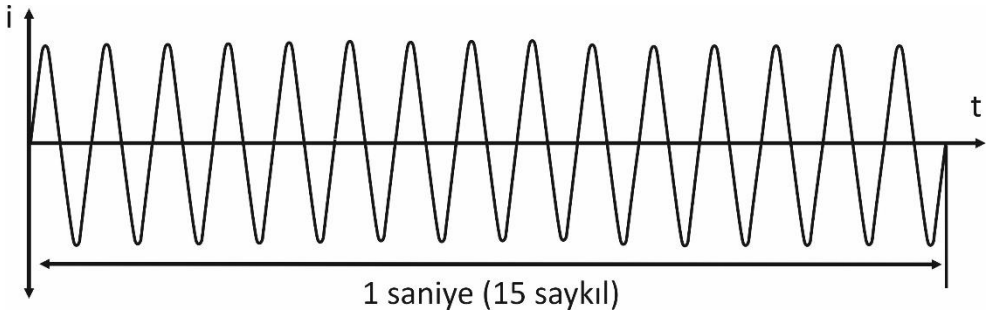
BİLGİ YAPRAĞI

9.6.1 Frekans Tanımı

Alternatif akımın özelliğinden dolayı akım sürekli yön değiştirir. Akım veya gerilimin her iki yöndeki bütün değerleri almasına **saykıl** denir (Görsel 9.31). Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** denir. Bir saniyede oluşan saykıl sayısına ise **frekans** denir (Görsel 9.32). Frekans "f" harfi ile gösterilir. Frekansın birimi hertzdir (Hz). Frekansmetreler analog ve dijital olarak üretilir. Dünya genelinde ülkelerin şebeke frekansları 50 veya 60 Hz olup ülkemizdeki frekans değeri 50 Hz'dir. 50 Hz'lik frekans, 1 saniyede 50 saykılın oluşması anlamına gelir.



Görsel 9.31: Sinüs dalgası ve frekans



Görsel 9.32: 15 Hz'lik şebekede 1 saniyede oluşan saykılların görünümü

$$f = \frac{1}{T}$$

Formüle göre;
f: Bir sinyalin frekansı (Hz)
T: Bir sinyalin periyodu (sn)

Örnek

- **Periyodu 0,01 sn olan bir sinyalin frekansı kaç Hz'dir?**

Çözüm:
f= 1/T
f= 1/0,01
f= 100 Hz

9.6.2 Frekans Birimleri ve Dönüşümleri

Frekans birimi hertz genellikle üst katları kullanılan elektriksel büyüklüktür. Hertz (Hz), kilohertz (kHz), megahertz (MHz), gigahertz (GHz) şeklinde üst katlarla sıralanır. Frekans birimleri biner biner büyür veya küçülür (Görsel 9.33).

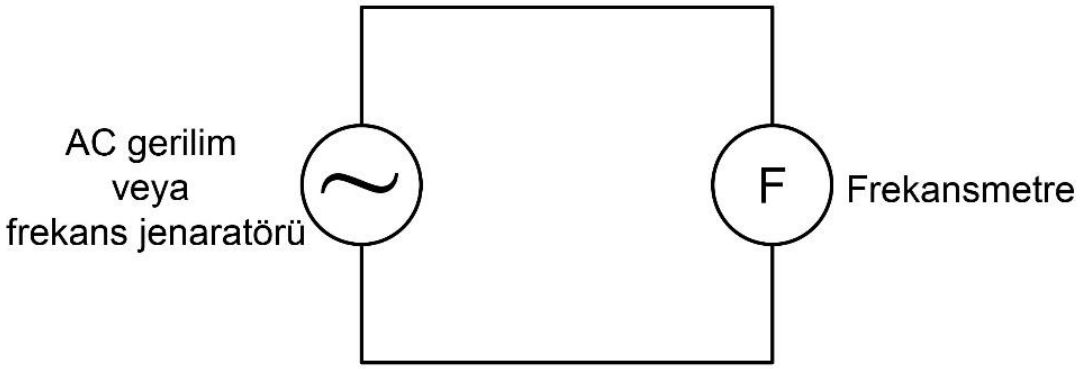
Görsel 9.33: Frekans katları

Bilgi Kutusu

- 1 GHz = 10^9 Hz
- 1 MHz = 10^6 Hz
- 1 KHz = 10^3 Hz
- 1000 Hz = 1 KHz

9.6.3 Frekansmetre ile Frekans Ölçme İşlemi

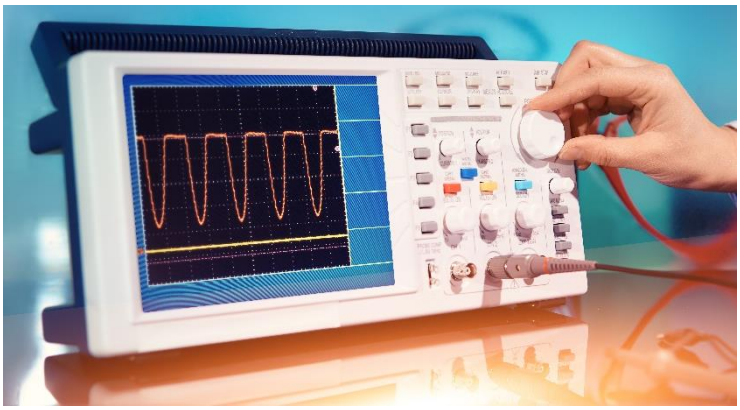
Elektrik devrelerinde frekans, frekansmetreler ile ölçülür. Frekansmetrenin gösterdiği değer bir saniyedeki saykıl sayısıdır. Frekansmetreler, voltmetreler gibi devreye paralel bağlanır. Frekansmetrelerin fazlar arasına ya da faz nötr arasına bağlanarak ölçümü yapılır. Multimetre tipi olan frekansmetrelerin ölçüm noktasına problar dokundurularak frekansları ölçülür (Görsel 9.34).



Görsel 9.34: Frekansmetre bağlantı şeması

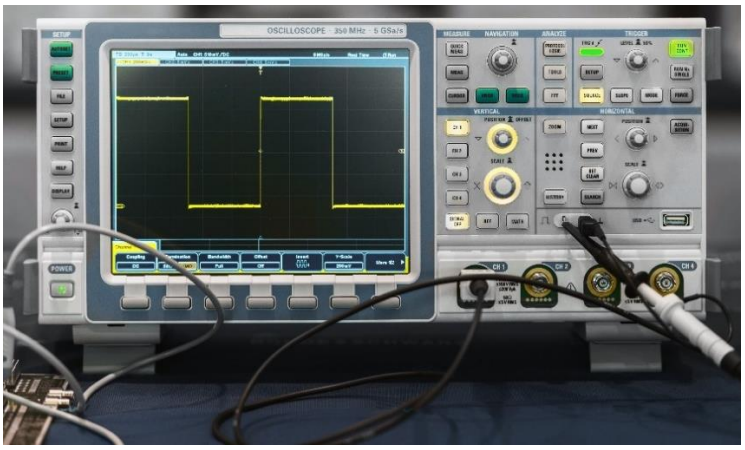
9.7.1 Osiloskop

Girişine uygulanan elektriksel sinyalleri, üzerindeki ekranda grafik hâlinde gösterebilen cihazlara **osiloskop** denir. Multimetrelerin daha gelişmişi olan osiloskoplar; işaretin dalga şeklini, frekansı ve genliği aynı anda tespit eden cihazlardır (Görsel 9.35).



Görsel 9.35: Dijital osiloskop

Osiloskoplar, dijital ve analog olmak üzere iki çeşittir. Analog osiloskoplar, eski tüplü televizyonlar gibi çalışır ve çok fazla tercih edilmez. Dijital osiloskoplarda ise yüksek hızlı mikroişlemciler bulunur. Bu sayede sinyalin istenildiği zaman durdurulması, istenilen seviyede tetiklenmesi, kaydedilmesi ve tekrar oluşturulabilmesi mümkündür.



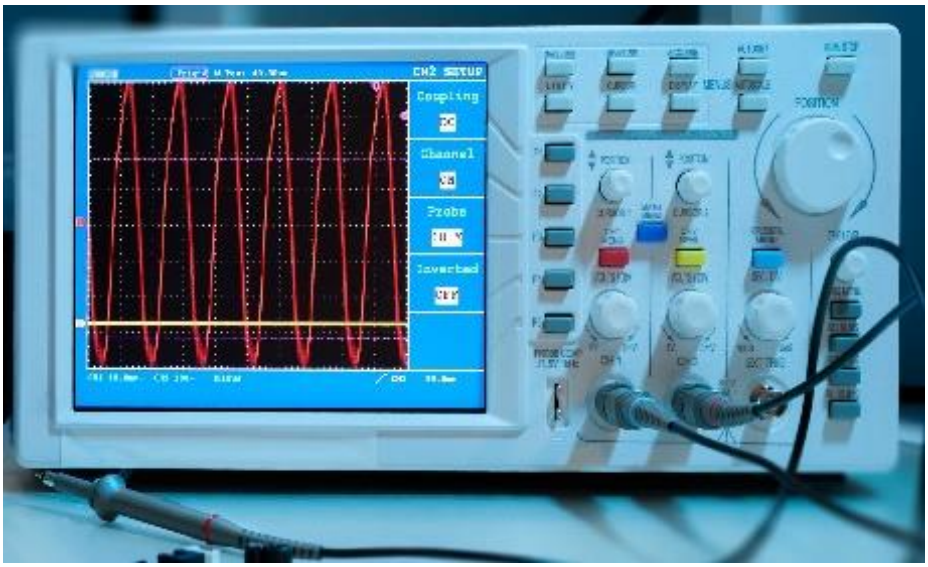
Görsel 9.36: Osiloskopta yapılan bazı ölçümler

Osiloskop ile Ölçülen Büyüklükler

- Gerilim değerleri (AC-DC)
- Akım değerleri (AC-DC)
- Frekans değeri
- Kondansatör şarj, deşarj eğrileri
- Faz farkı
- Elektriksel büyüklüklerin çeşitli dalga şekilleri
- Yarıiletken elemanların karakteristik (çalışma) eğrileri

9.7.2 Osiloskop Bağlantısı ve Fonksiyonları

Osiloskoplar, devreye voltmetrede olduğu gibi paralel bağlanır. Osiloskop probları, BNC vidalı konnektörleri ile bağlanır. Bu probların ucunda yaylı mekanizma bulunur ve açık kablolara rahatlıkla tutturulabilir.



Görsel 9.37: Osiloskop

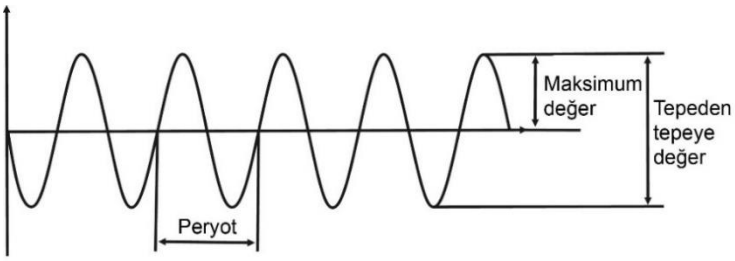
Osiloskop Kullanımı

Osiloskop ekranında oluşan görüntünün dikey (y) ekseni, ölçülen sinyalin genliğini (şiddetini) ve yatay (x) eksen ise zamanı gösterir. Osiloskop üzerinde birçok düğme bulunur ve her birinin görevi farklıdır (Görsel 9.37).

Power Anahtarı: Osiloskobu açmak ve kapatmak için kullanılır.
Variable: Hassasiyet ayarı için kullanılır.
Vertical Pos: Ekrandaki sinyalin dikey konumunu ayarlamak için kullanılır.
Volt / Div: Osiloskop ekranında görüntülenen sinyalin gerilim değerinin hesaplanmasında kullanılır.
Time / Div: Osiloskop ekranında görüntülenen sinyalin frekans değerinin hesaplanmasında kullanılır.
Horizontal Pos: Ekrandaki sinyalin yatay olarak konumunu ayarlamak için bu ayar kullanılır.
Trigger: Bu ayar yalnızca dijital osiloskoplarda bulunur. Osiloskobun, sinyali hangi seviyeye ulaştığında ölçmeye başlayacağı bu düğme ile ayarlanır.
Run / Stop: Sadece dijital osiloskoplara özel olan bu buton, sinyalin o anki hâlinin anlık bir görüntüsünü alıp daha detaylı şekilde incelenmesine olanak tanır.
Autoset: Bu buton yalnızca dijital osiloskoplarda bulunur. Ölçülen sinyalin ekrana en uygun biçimde dikey ve yatay çözünürlüğü ayarlanır.

9.7.4 Gerilim Ölçmek

Osiloskop ile alternatif gerilim, doğru gerilim ve yüksek frekanslı sinyaller ölçülebilir. Osiloskop ile gerilim ölçme işleminde VOLTS / DIV anahtarı ölçülecek gerilime uygun konuma getirilir. Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için AC veya DC yapılır. Osiloskop uçları AC veya DC gerilim ölçülecek uçlara bağlanır. Ekrandaki gerilimin genliği rahat okunabileceği değere kadar VOLTS / DIV kademesi ayarlanır. Ekrandaki görüntü hareketli, yani kayıyor ise TİME / DIV anahtarı ile sabitlenir. Bu işlemler yapıldıktan sonra gerilimin osiloskopta meydana getirdiği sinyalin yüksekliği (h) tespit edilir. Bu andaki VOLTS / DIV anahtarının gösterdiği değer (d) V / cm veya mV / cm cinsinden okunur. Bu değerler yardımı ile ölçülen gerilimin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.



Görsel 9.38: Alternatif sinyal ölçme

$$u_m = \frac{U_{tt}}{2} \qquad U_{tt} = h \times d \qquad U = U \times 0.707$$

Verilenlere göre;

U_{tt} : Ölçülen gerilimin tepeden tepeye değeri (V)
U_m : Ölçülen gerilimin maksimum değeri (V)
U : Ölçülen değerin etkin değeri (V)
h : Gerilimin osiloskopta meydana getirdiği sinyalin yüksekliği (cm)
d : Sinyalin gösterdiği bu andaki VOLTS / DIV anahtarının gösterdiği değer (V / cm)

9.7.5 Frekans Ölçmek

Her osilaskobun bir frekans ölçme sınırı vardır. Yüksek frekanslar ölçülürken bu sınıra dikkat edilmelidir. Ölçülecek frekans değerine uygun osiloskop seçildikten sonra frekans ölçülecek noktaya osiloskop bağlantısı yapılır. Ekrandaki frekans genliği rahat okunana kadar VOLTS / DIV kademesi küçültülür veya büyültülür. Ekrandaki sinyal hareketli ise TIME / DIV anahtarı ile uygun kademe seçilerek sinyal sabitlenir. Bu anda ekrandaki bir periyodun boyu (L), ekrandaki karelerden faydalanılarak tespit edilir.

$$T = l \times Tc$$

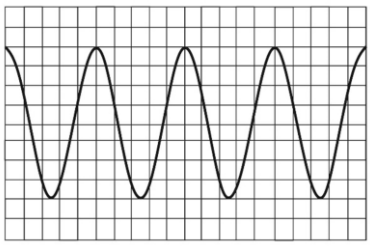
$$f = \frac{1}{T}$$

T: Ölçülen gerilimin periyodu (sn)
f: Ölçülen gerilimin frekansı (Hz)
l: Ekrandaki herhangi bir periyodun boyu (cm)
Tc: Herhangi bir periyotta TIME/DIV anahtarının seçilmiş olan değeri (s / sn)

Örnek

Osiloskop ekranında Görsel 9.39'daki gibi görünen alternatif sinyalinin;

a) Tepeden tepeye değerini bulunuz.
b) Maksimum değerini bulunuz.
c) Etkin değerini bulunuz.
d) Periyodunu bulunuz.
e) Frekansını hesaplayınız.
(TİME / DİV: 2 ms, VOLT / DİV: 5 Volt



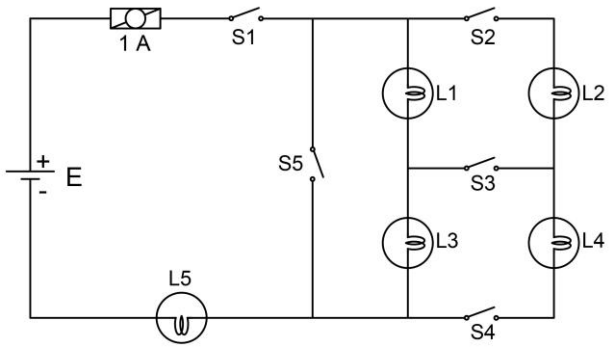
Çözüm:

a) Tepeden tepeye değerin 8 karedir. Vtt = Volt / Div x 8 = 5 x 8 = 40 volt
b) Maksimum değer 4 karedir. $Vmax$ = Volt / Div x 4 = 5 x 4 = 20 volt
c) $Vet = Vmax$ x 0,707 = 20 x 0,707 = 14,14 volt
d) Yataydaki kare sayısı beş karedir. T = Time / Div x 4 = 2 ms x 5 = 10 ms
e) f = 1/T f = 1/10 msn f = 100 Hz

TEMRİN 9.1 — ELEKTRİK DEVRE DENEYİ

Amaç: Basit elektrik devresini kurmak ve devredeki lambaların kontrolünü test etmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.40: Elektrik devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Lamba veya led (5 adet)
- DC 12 V veya AC 12-24 V gerilim kaynağı (1 adet)
- Anahtar (5 adet)
- Çok telli 1,5 mm^2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.40'daki gibi yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye DC 12 V gerilim uygulayınız.
4. Tablodaki duruma uygun anahtarları kapatınız ve lambaların durumunu gözlemleyerek not alınız.
5. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtarlar (Kapalı)	Yanan Lambalar
S1, S5	
S1, S2, S4	
S1, S2, S3, S4	
S1, S2, S3, S4, S5	

Sorular

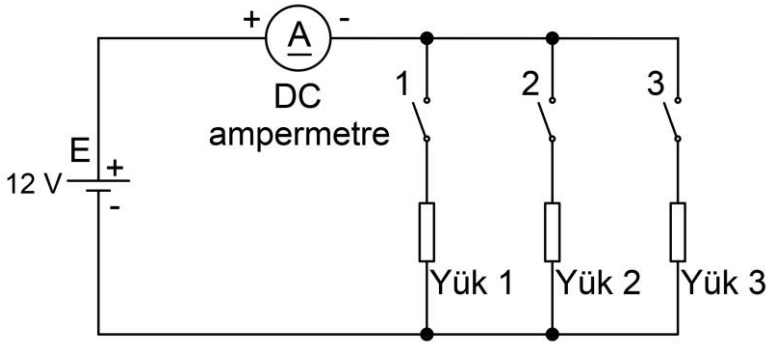
1. **Devrede hangi anahtarlar hangi kısa devreleri oluşturmaktadır? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Kablo ve anahtar bağlantılarını doğru yapılması	**20**	
Sınıfı :	Devreyi uygun şekillerde çalıştırması	**20**	
No. :	Devrenin çalışmasını açıklaması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.2 AMPRERMETRE İLE DC AKIM ÖLÇME

Amaç: DC ampermetre ile akım ölçme deneyini yapmak ve değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.41: DC akım ölçme

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- DC ampermetre 0-5 Amper özellikli (1 adet)
- Farklı değerlerde yükler (1 kΩ, 2,2 kΩ ve 4,7 kΩ)
- Adi anahtar (3 adet)
- Ayarlı DC kaynak 12 V, 5 A (1 adet)
- İletken kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.41'deki gibi yapınız.
3. Anahtarların açık olduğundan emin olunuz.
4. Öğretmen kontrolünde devreye DC 12 V gerilim uygulayınız.
5. Sırasıyla 1, 2 ve 3 numaralı anahtarları kapatarak devre üzerinden geçen akımı not ediniz.
6. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	Ampermetreden Ölçülen DC Akım Değeri
1. anahtar kapalı	
2. anahtar kapalı	
3. anahtar kapalı	
Tüm anahtarlar kapalı	

Sorular

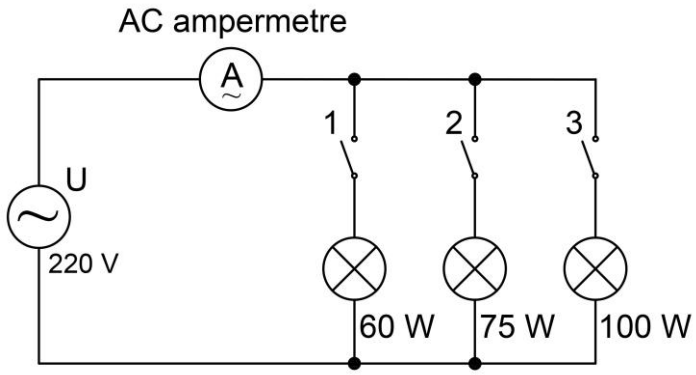
1. **Tüm yükler devredeyken okunan değer ile diğer yüklerin çektiği değerleri toplamını karşılaştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ampermetre bağlantısının doğru yapılması	**20**	
Sınıfı :	Devre elemanlarının ve alıcıların bağlanması	**20**	
No. :	Alıcı sayısı ile ampermetre değerinin açıklaması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.3 — AMPRERMETRE İLE AC AKIM ÖLÇME

Amaç: AC ampermetre ile akım ölçme deneyini yapmak ve değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.42: AC akım ölçme

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- AC ampermetre 0-5 Amper özellikli (1 adet)
- Farklı güçlerde akkor flamanlı lambalar (60 W, 75 W ve 100 W)
- Adi anahtar (3 adet)
- AC kaynak 220 V (1 adet)
- Çok telli 1,5 mm^2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.42'deki gibi yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye AC 220 V gerilim uygulayınız.
4. Sırasıyla 1, 2 ve 3 numaralı anahtarları kapatarak devre üzerinden geçen akımı not ediniz.
5. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	Ampermetreden Ölçülen AC Akım Değeri
1. anahtar kapalı	
2. anahtar kapalı	
3. anahtar kapalı	
Tüm anahtarlar kapalı	

Sorular

1. **Tüm yükler devredeyken okunan değer ile diğer yüklerin çektiği değerleri toplamını karşılaştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ampermetre bağlantısının doğru yapılması	**20**	
Sınıfı :	Devre elemanlarının ve alıcıların bağlanması	**20**	
No. :	Alıcı sayısı ile ampermetre değerinin açıklaması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.4 PENS AMPRERMETRE İLE AKIM ÖLÇME

Amaç: Pens ampermetre ile akım ölçme deneyini yapmak ve değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller

Görsel 9.43: Pens ampermetre ile akım ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Pens ampermetre (1 adet)
- 3 fazlı asenkron motor (1 adet)
- 3 fazlı otomatik sigorta (1 adet)
- AC kaynak 380 V (1 adet)
- Motor gücüne uygun kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Malzemeleri alınız ve malzemelerin sağlamlıklarını kontrol ediniz.
3. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.43'teki gibi yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye AC 380 V gerilim uygulayınız.
5. Sırasıyla L1, L2 ve L3 numaralı fazlarından geçen akımı not ediniz.
6. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Fazlar	Pens ampermetreden Ölçülen AC Akım Değeri
L1	
L2	
L3	

Sorular

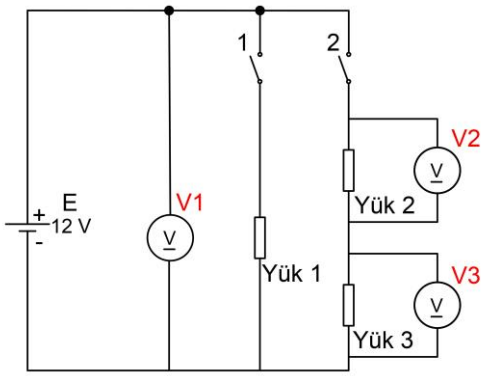
1. **Tüm yükler devredeyken okunan değer ile diğer yüklerin çektiği değerleri toplamını karşılaştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Pens ampermetrenin uygun kademeye alınması	**20**	
Sınıfı :	Pens ampermetreye kablonun yerleştirilmesi	**20**	
No. :	Pens ampermetreden akım değerinin okunması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.5 VOLTMETRE İLE DC GERİLİM ÖLÇME

Amaç: DC voltmetre ile gerilim ölçme deneyini yapmak ve değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.44: Gerilim ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- DC voltmetre (3 adet)
- Farklı değerlerde yükler (1 kΩ, 2,2 kΩ ve 4,7 kΩ)
- Adi anahtar (2 adet)
- Ayarlı DC kaynak 12 V, 5 A (1 adet)
- İletken kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.44'teki gibi yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye DC 12 V gerilim uygulayınız.
4. Sırasıyla 1 ve 2 numaralı anahtarları kapatarak voltmetrenin gösterdiği değerleri not ediniz.
5. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	V1	V2	V3
Tüm anahtarlar açık			
1. anahtar kapalı			
2. anahtar kapalı			
Tüm anahtarlar kapalı			

Sorular

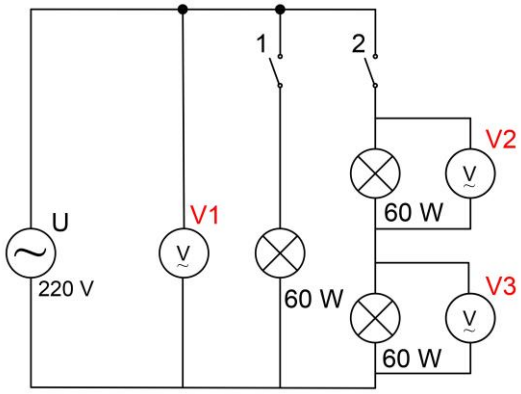
1. **Tüm anahtarlar açıkken voltmetre hangi değeri gösterdi? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Alıcı, kaynak ve devre elemanların doğru bağlanması	**20**	
Sınıfı :	Voltmetre bağlantısının doğru yapılması ve okunması	**20**	
No. :	V1-V2-V3 değerler arasındaki farklılığın açıklanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.6 VOLTMETRE İLE AC GERİLİM ÖLÇME

Amaç: AC voltmetre ile gerilim ölçme deneyini yapmak ve değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.45: Gerilim ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- AC voltmetre (3 adet)
- Akkor flamanlı 60 W gücünde lamba (3 adet)
- Adi anahtar (2 adet)
- AC kaynak 220 V (1 adet)
- Çok telli 1,5 mm^2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.45'teki gibi yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye AC 220 V gerilim uygulayınız.
4. Sırasıyla 1 ve 2 numaralı anahtarları kapatarak voltmetrenin gösterdiği değerleri not ediniz.
5. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	V1	V2	V3
Tüm anahtarlar açık			
1. anahtar kapalı			
2. anahtar kapalı			
Tüm anahtarlar kapalı			

Sorular

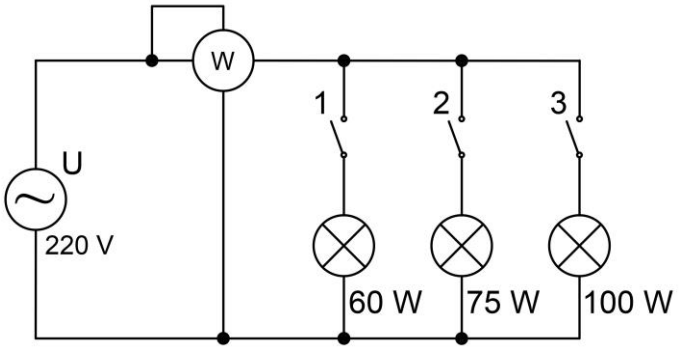
1. **AC devrede DC voltmetre kullanılırsa nasıl bir ölçme işlemi gerçekleşir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Alıcı, kaynak ve devre elemanların doğru bağlanması	**20**	
Sınıfı :	Voltmetre bağlantısının doğru yapılması ve okunması	**20**	
No. :	V1-V2-V3 değerler arasındaki farklılığın açıklanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.7 — WATTMETRE İLE GÜÇ ÖLÇME

Amaç: Bir elektrik devresinde wattmetre ile güç ölçme deneyini yapmak ve sonuçları değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.46: Güç ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- AC ampermetre 0-5 Amper özellikli (1 adet)
- Farklı güçlerde akkor flamanlı lambalar (60 W, 75 W ve 100 W)
- Adi anahtar (3 adet)
- AC kaynak 220 V (1 adet)
- Çok telli 1,5 mm^2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre elemanlarının bağlantılarını Görsel 9.46'daki gibi yapınız.
3. Öğretmen kontrolünde devreye AC 220 V gerilim uygulayınız.
4. Sırasıyla 1, 2 ve 3 numaralı anahtarları kapatarak devre üzerinden geçen akımı not ediniz.
5. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	Ampermetreden Ölçülen AC Akım Değeri
1. anahtar kapalı	
2. anahtar kapalı	
3. anahtar kapalı	
Tüm anahtarlar kapalı	

Sorular

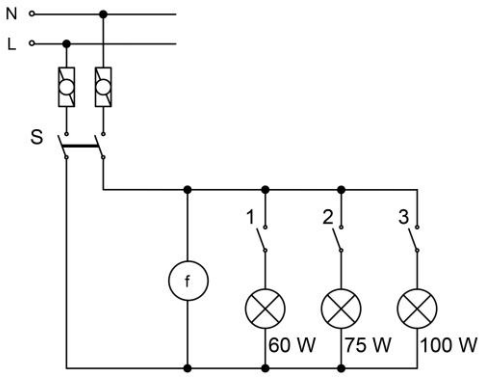
1. **Tüm yükler devredeyken okunan değer ile diğer yüklerin çektiği değerleri toplamını karşılaştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Alıcı, kaynak ve devre elemanların doğru bağlanması	**20**	
Sınıfı :	Wattmetre bağlantısının doğru yapılması	**20**	
No. :	Wattmetrenin gösterdiği değerin doğru okunması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.8 FREKANSMETRE İLE FREKANS ÖLÇME

Amaç: Frekansmetre ile frekans ölçme deneyini yapmak ve sonuçlarını değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.47: Frekans ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Frekansmetre 20-400 Hz özellikli (1 adet)
- Farklı güçlerde akkor flamanlı lambalar (60 W, 75 W ve 100 W)
- Adi anahtar (3 adet)
- AC kaynak 220 V (1 adet)
- Çok telli 1,5 mm^2 kablo

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre bağlantılarını yaparak devreyi Görsel 9.47'deki gibi kurunuz.
3. Öğretmen kontrolünde devreye enerjiyi veriniz.
4. 1, 2 ve 3 numaralı anahtarları sırasıyla kapatarak ölçülen frekans değerini tabloya kaydediniz.
5. Tüm anahtarları kapatarak üç lamba da devredeyken ölçülen frekans değerini tabloya kaydediniz.
6. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Anahtar Konumları	Frekansmetre ile Ölçülen Frekans Değeri
1. anahtar kapalı	
2. anahtar kapalı	
3. anahtar kapalı	
Tüm anahtarlar kapalı	

Sorular

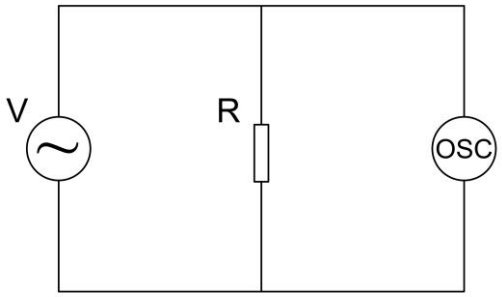
1. **Deney boyunca frekans değeri nasıl değişti? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Alıcı, kaynak ve devre elemanların doğru bağlanması	**20**	
Sınıfı :	Frekansmetre bağlantısının doğru yapılması	**20**	
No. :	Frekansmetrenin gösterdiği değerin doğru	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.9 OSİLOSKOP İLE GERİLİM ÖLÇME

Amaç: Osiloskop ile gerilim ölçme deneyini yapmak ve sonuçlarını değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.48: Gerilim ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Osiloskop 20 MHz özellikli (1 adet)
- Sinyal Jeneratörü (1 adet)
- Direnç ve reosta
- AC güç kaynağı 220 V 5 amper (1 adet)
- DC güç kaynağı0-30 V 5 amper (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre bağlantılarını Görsel 9.48'deki gibi kurunuz.
3. Öğretmen kontrolünde devreye farklı değerlerde AC ve DC enerjiyi veriniz.
4. VOLT / DIV anahtarının anahtarını ölçülecek gerilim değerine uygun konuma getiriniz.
5. Osiloskop problarını gerilim ölçülecek noktalara bağlayınız.
6. Ekrandaki gerilimin genliğini rahat okuyana kadar VOLTS / DIV anahtarının kademesini küçültünüz veya büyültünüz.
7. Görüntüde hareket var ise TIME / DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.
8. Kendi belirlediğiniz gerilim değerlerini aynı işlem sırasını takip ederek ölçünüz ve sonuçları tabloya yazınız.
9. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Gerilim Çeşidi	Verilen Değer	Ölçülen Değer
AC		
AC		
DC		
DC		

Sorular

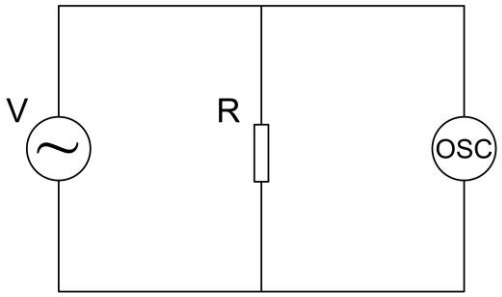
1. **Yukarıdaki değerlere göre gerilim değerini hesaplayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Güç kaynağı ile osiloskop bağlantısı yapılması	**20**	
Sınıfı :	Güç kaynağı sinyallerinin ölçülmesi ve çizilmesi	**20**	
No. :	Gerilim değerlerini hesaplanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 9.10 OSİLOSKOP İLE FREKANS ÖLÇME

Amaç: Osiloskop ile gerilim ölçme deneyini yapmak ve sonuçlarını değerlendirmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.49: Frekans ölçümü

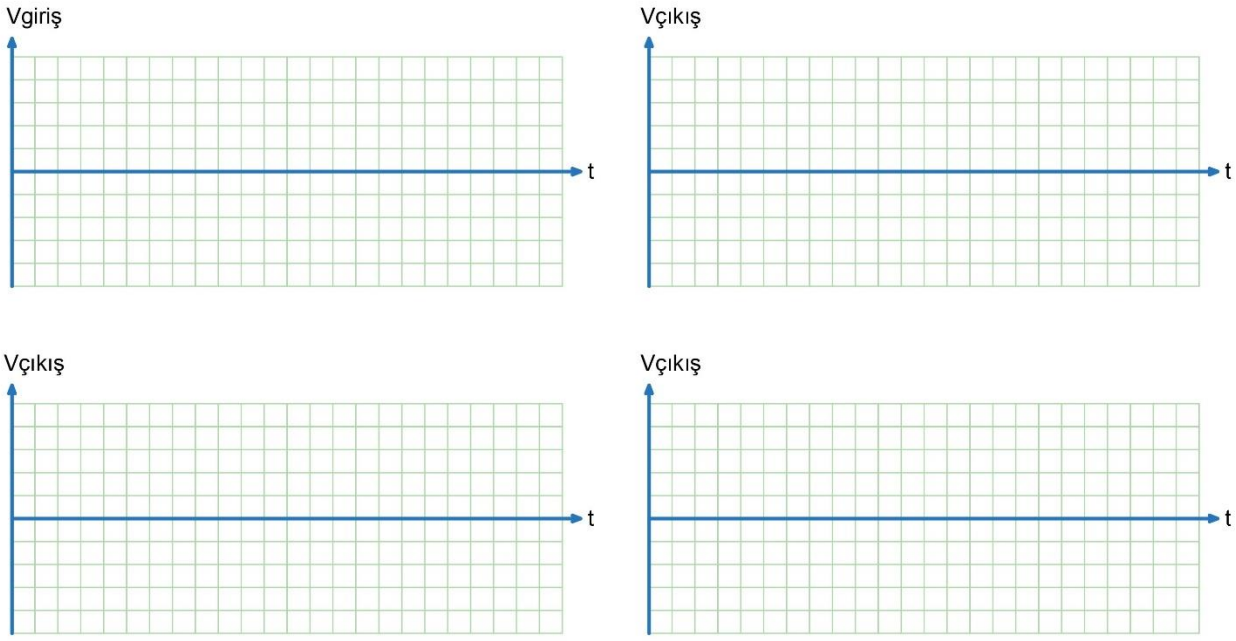
Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Osiloskop 20 Hz özellikli (1 adet)
- Sinyal Jeneratörü (1 adet)
- Direnç ve reosta
- AC güç kaynağı 220 V 5 amper (1 adet)
- DC güç kaynağı0-30 V 5 amper (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Devre bağlantılarını Görsel 9.49'daki gibi kurunuz.
3. Öğretmen kontrolünde devreye farklı değerlerde AC ve DC enerjiyi veriniz.
4. VOLT / DIV anahtarını ölçülecek frekans değerine uygun konuma getiriniz.
5. Osiloskop problarını frekans ölçülecek noktalara bağlayınız.
6. Ekrandaki gerilimin genliğini rahat okuyana kadar VOLTS / DIV anahtarının kademesini küçültünüz veya büyültünüz.
7. Görüntüde hareket var ise TIME / DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.
8. Kendi belirlediğiniz gerilim değerlerini aynı işlem sırasını takip ederek ölçünüz ve sonuçları tabloya yazınız.
9. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

Gerilim Çeşidi	Verilen Değer	Ölçülen Değer
AC		
AC		
DC		
DC		



Sorular

1. **Yukarıdaki değerlere göre frekans değerini hesaplayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Güç kaynağı ile osiloskop bağlantısı yapılması	**20**	
Sınıfı :	Güç kaynağı sinyallerinin ölçülmesi ve çizilmesi	**20**	
No. :	Frekans değerlerini hesaplanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresi elemanlarından birisi değildir?**
   A) Kaynak
   B) Sigorta
   C) İletken
   D) Anahtar
   E) Ampermetre

2. **Aşağıdakilerden hangisi ampermetrenin özelliklerinden değildir?**
   A) Devreye paralel bağlanırlar.
   B) İç dirençleri küçüktür.
   C) DC ve AC ölçme yapabilirler.
   D) Dijital ve analog çeşitleri vardır.
   E) A ile gösterilir.

3. **Bir iletkenden birim zamanda geçen elektron akışına ne denir?**
   A) Gerilim
   B) Voltaj
   C) Güç
   D) Elektrik akımı
   E) Enerji

4. **Alternatif akımın almış olduğu en yüksek değere ne denir?**
   A) Etkin değer
   B) Maksimum değer
   C) Ortalama değer
   D) İş yapan değer
   E) Başlangıç değeri

5. **Birden fazla elektriksel büyüklüğü ölçen ölçü aletlerine ne denir?**
   A) Ampermetre
   B) Wattmetre
   C) Multimetre
   D) Frekansmetre
   E) Voltmetre

6. **Bir saniyede oluşan periyot sayısına ne denir?**
   A) Frekans
   B) Saykıl
   C) Alternans
   D) Enerji
   E) Kademe

7. **Enerjinin birimi aşağıdakilerden hangisidir?**
   A) Volt
   B) Amper
   C) Hz
   D) Watt
   E) kWh

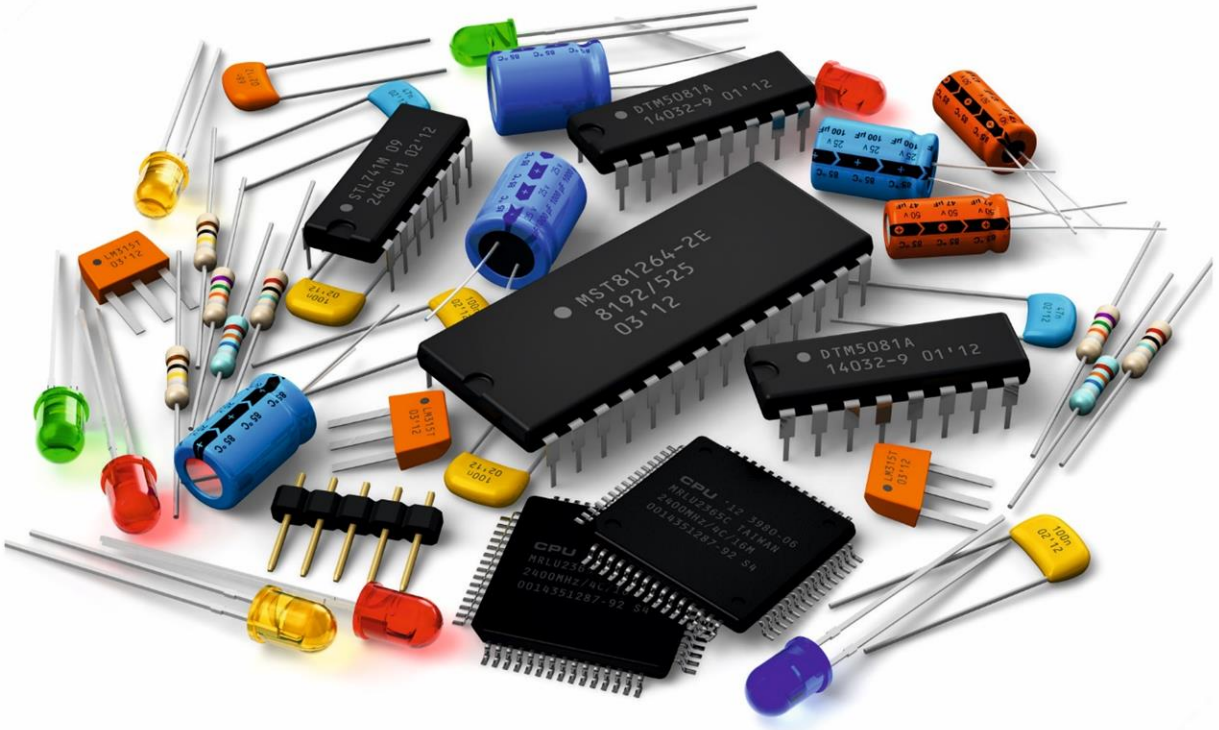
8. **Osiloskop ile aşağıdaki değerlerden hangisi ölçülemez?**
   A) Gerilim
   B) Yarı iletkenlerin karakteristikleri
   C) Frekans
   D) Faz farkı
   E) Akım

9. **7.07 V etkin değere sahip bir sinyalin tepe değeri kaçtır?**
   A) 8
   B) 9
   C) 10
   D) 11
   E) 12

10. **6.36 V ortalama değere sahip bir sinyalin tepe değeri kaçtır?**
    A) 6
    B) 7
    C) 8
    D) 9
    E) 10

10. ÖĞRENME BİRİMİ

ANALOG DEVRE ELEMANLARI



Bu öğrenme biriminde;

1. Dirençlerin ölçümü ve bağlantılarını yapmayı
2. Kondanatörlerin ölçümü ve bağlantılarını yapmayı
3. Bobinlerin ölçümü ve bağlantılarını yapmayı
4. Diyotların ölçümü ve devrelerini yapmayı
5. Transistörlerin ölçümü ve bağlantılarını yapmayı
6. Elektronik devrelerde akım ve gerilim ölçümü yapmayı

öğreneceksiniz.

DİRENÇ ÖLÇÜMÜ VE BAĞLANTILARI

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Farklı tiplerde dirençlerin fiziksel yapılarını inceleyiniz.
- Farklı tiplerde kondansatörler bulunuz.
- Bobinlerin kullanıldığı yerleri araştırınız.
- İletken, yalıtkan ve yarı iletken maddeleri araştırınız.
- P ve N tipi maddelerin özeliklerini araştırınız.
- Transistörlerin hangi amaçla kullanıldığını araştırınız.

10.1.1 Direnç

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir (Görsel 10.1). Direnç "R" harfi ile gösterilir. Birimi ohm (ohum)'dur. Omega (Ω) ile gösterilir. İletkenden geçen akım değeri gerilim ile doğru orantılı; direnç ile ters orantılıdır. Bu olay ilk defa Alman bilim adamı Ohm tarafından 1827 yılında bulunmuştur.

Görsel 10.1: Dirençler

10.1.2 Direnç Çeşitleri

Dirençleri sabit dirençler, ayarlı dirençler ve ortam etkili dirençler olarak gruplandırabilir (Görsel 10.2).

Görsel 10.2: Direnç sembolü ve çeşitleri

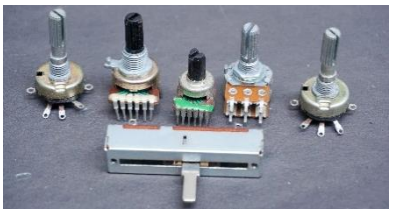
10.1.2.1 Sabit Dirençler

Değeri değişmeyen dirence **sabit direnç** denir (Görsel 10.3). Hassasiyetleri yüksektir. Direncin fiziki boyutu büyükse direnç değeri üzerine yazılır. Direncin fiziki boyutu küçükse direnç değeri renk kodları ile ifade edilir.

Görsel 10.3: Sabit direnç çeşitleri

10.1.2.2 Ayarlı Dirençler

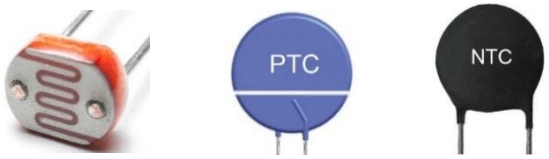
Direnç değeri ucundaki eleman ile ayarlandıkça değişen dirence **ayarlı direnç** denir (Görsel 10.4). Genellikle üç ucu vardır. Dış taraftaki uçlar sabit, ortadaki uç ayar ucudur.



Görsel 10.4: Ayarlı direnç çeşitleri

10.1.2.3 Ortam Etkili Dirençler

Bulunduğu ortama göre (ısı, ışık vb.) direnci değişen dirence **ortam etkili direnç** denir (Görsel 10.5).



Görsel 10.5: Ortam etkili direnç çeşitleri

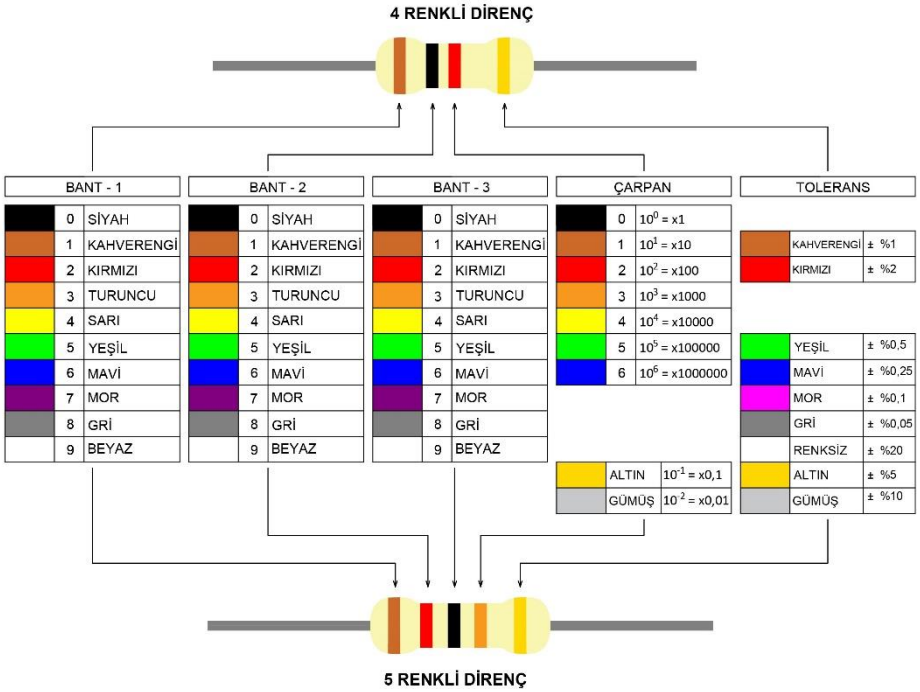
10.1.3 Direnç Renk Kodları

Dirençlerin boyutları küçüldüğünde üzerine direnç değeri yazmak için yeterli alan bulunmaz. Sabit dirençlerin değeri genellikle üzerine yerleştirilen renk bantları yardımı ile ifade edilir. En çok kullanılan renk bantları dört renk ve beş renkten oluşur. Direnç üzerindeki renkler okunarak direncin değeri ve toleransı okunabilir (Tablo 10.1).

Tablo 10.1: Dirençlerde renkler ve karşılıkları

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SİYAH	KAHVE	KIRMIZI	TURUNCU	SARI	YEŞİL	MAVİ	MOR	GRİ	BEYAZ
S	K	K	T	S	Y	M	M	G	B

Tablo 10.2: Direnç renk kodları



Bilgi Kutusu

- Direnç değerini okumaya başlamadan önce, direnç doğru şekilde tutulmalıdır. Tolerans rengi diğer renklerden ayrı olan renk, sağ tarafa gelecek şekilde tutulmalıdır.

10.1.4 Dirençlerin Okunması

Ölçü aleti olmadığı durumlarda ya da direncin devreden sökülüp ölçme işlemi yapılamadığı zamanlarda direncin değerini tespit edebilmek için üzerindeki renklere bakıp değerini bulmak gerekir.

Üzerindeki renklerin sayısı dört tane ise şu işlemler yapılır:

- Kenara en yakın renkten başlanarak sırasıyla okunur.
- Birinci ve ikinci renklerin sayısal değerleri tablodan bulunarak **yan yana** yazılır.
- Üçüncü renk tablodan **çarpan** olarak alınır ve ilk iki tam sayı ile çarpılır. Böylelikle direnç değeri bulunur.
- Bulunan sonucun yanına dördüncü renk değerine karşılık gelen **tolerans** değeri ilave edilir.

Örnek

Görsel 10.6'da renkleri verilen direnç değerini hesaplayınız?

Görsel 10.6: Dört renk direnç değeri hesaplama

Çözüm:

Direnç renkleri; **Sarı – Mor – Kırmızı – Altın** şeklindedir.

1. Sayı	2. Sayı	Çarpan	Tolerans
4	7	2	%5
47 x 10^2 = 4700 Ω			

Üzerindeki renklerin sayısı beş tane ise şu işlemler yapılır:

- Kenara en yakın renkten başlanarak sırasıyla okunur.
- Tablodan birinci, ikinci ve üçüncü renklerin sayısal değerleri bulunarak **yan yana** yazılır.
- Dördüncü renk tablodan **çarpan** olarak alınır ve ilk üç tam sayı ile çarpılır. Böylelikle direnç değeri bulunur.
- Bulunan sonucun yanına beşinci renk değerine karşılık gelen **tolerans** değeri ilave edilir.

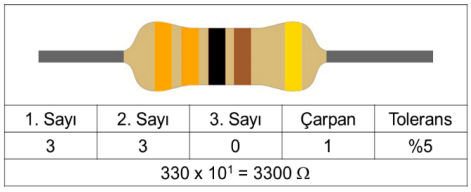
Örnek

Görsel 10.7'de renkleri verilen direnç değerini hesaplayınız?

Görsel 10.7: Dört renk direnç değeri hesaplama

Çözüm:

Direnç renkleri; **Turuncu – Turuncu – Siyah - Kahve – Altın** şeklindedir.



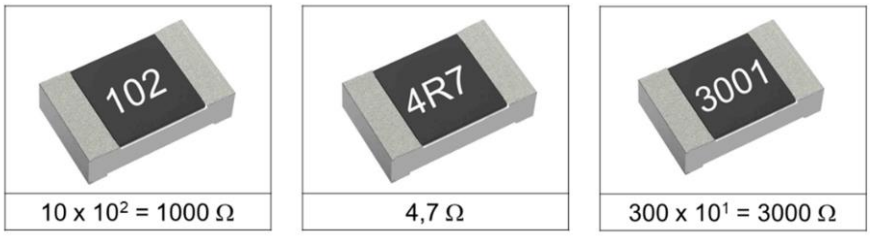
1. Sayı	2. Sayı	3. Sayı	Çarpan	Tolerans
3	3	0	1	%5
330 x 10^1 = 3300 Ω				

10.1.5 SMD Dirençlerin Okunması

SMD (Surface Mount Device) yüzeye monte edilebilen eleman kelimelerinin kısaltmasıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte elektronik cihazların boyutları gün geçtikçe küçülmektedir. Buna bağlı olarak elektronik devreler ve elamanları da küçülmektedir. SMD dirençler bu ihtiyaca karşılık çok küçük boyutlu, delik delmeden yüzeye monte edilebilecek şekilde üretilmektedir. SMD direncin değerinin okunması klasik dirençler ile aynıdır ancak renkler ile değil rakamlar ile belirtilir.

Örnek

Görsel 10.8'de kodları verilen direnç değerini hesaplayınız?



Görsel 10.8: SMD direnç değeri hesaplama

10.1.6 Direnç Birimleri ve Dönüşümleri

Direnç değeri hesaplandıktan sonra çıkan sonucun virgüllü veya çok sıfırlı çıkması durumunda alt ve üst katlarına dönüştürerek en sade hâle getirilmesi gerekir. Günlük hayatta kullanılan tüm birimlerin alt ve üst katları bulunur. Bu alt ve üst katlar tüm birimler için standarttır (Görsel 10.9).

Görsel 10.9: Direnç katları

Bilgi Kutusu

- 1 GΩ = 10^9 Ω = 1.000.000.000 Ω
- 1 MΩ = 10^6 Ω = 1.000.000 Ω
- 1 KΩ = 10^3 Ω = 1.000 Ω
- 1 mΩ = 10^{-3} Ω = 0,001 Ω

Örnek

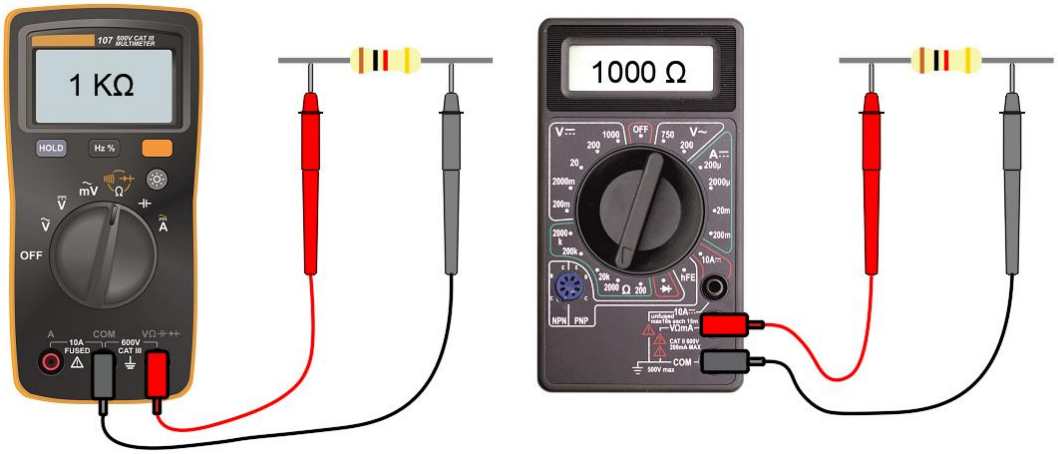
0,54 kΩ = ... Ω'dur?

Çözüm: Tabloya bakılacak olursak kΩ'dan bir basamak aşağıya inmek gerekmektedir. Yani değeri 10^3 ile çarpmak gerekir.
0,54 kΩ = 0,54 x 10^3 = 540 Ω

10.1.7 Dijital Ölçü Aleti Kullanarak Dirençlerin Ölçülmesi

Direnç üzerindeki renk kodlarının silinmesi ya da okunamaması durumunda direncin değeri ölçü aletleri ile ölçülerek bulunur. Ölçü aleti olarak dijital ve analog multimetreler kullanılır. Son zamanlarda dijital multimetreler daha çok kullanılmaktadır.

Günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak çok değişik multimetreler imal edilmiştir. Bazı dijital multimetrelerde direnç değerlerine göre kademeler bulunurken bazılarında bulunmamaktadır. Eğer kademe uygun seçilmezse ölçüm yapılamaz. Kademesi olmayan multimetrelerde, direnç bağlanıp komütatörü Ω kısmına alındığında multimetre doğrudan ölçüm yapar. Kademesi olan multimetrelerde ise direnç bağlanır, ekranda en hassas değer okunana kadar kademe küçültülür ya da büyültülerek değer okunur (Görsel 10.10).



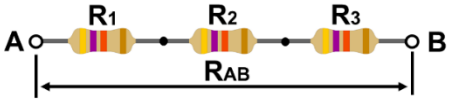
Görsel 10.10: Direnç ölçme

10.1.8 Direnç Bağlantıları

Dirençler seri, paralel ve karışık olmak üzere üç şekilde bağlanır.

10.1.8.1 Dirençlerin Seri Bağlantısı

Dirençler ardı arda bağlanması sonucu oluşur. Eş değer direnç, hepsinin aritmetik olarak toplanması ile bulunur (Görsel 10.11).

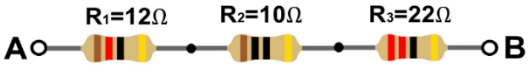


$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

Görsel 10.11: Seri direnç bağlantısı

Örnek

Görsel 10.12'de verilen devrede eş değer direnç kaç Ω dur?



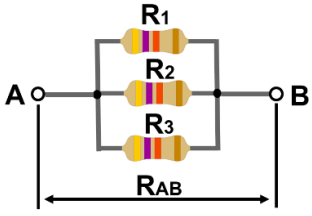
Görsel 10.12: Seri bağlı direnç hesaplama

Çözüm: Devre seri devredir. Buna göre eş değer direnç, tüm değerler toplanarak bulunur.

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 R_{AB} = 12 + 10 + 22 = 44\ \Omega$$

10.1.8.2 Dirençlerin Paralel Bağlantısı

Dirençlerin giriş ve çıkış uçları kendi aralarında bağlanarak oluşturulan devrelerdir. Eş değer direncin toplamı formüllerle bulunur (Görsel 10.13).

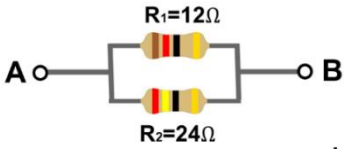


$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Görsel 10.13: Paralel direnç bağlantısı

Örnek

Görsel 10.14'te verilen devrede eş değer direnç kaç Ω'dur?



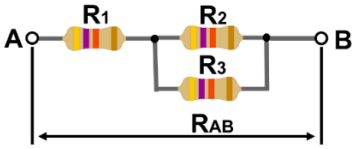
Görsel 10.14: Paralel bağlı direnç hesaplama

Çözüm: Devre, paralel devredir. Aynı direnç dört defa paralel bağlanmıştır.

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \qquad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \qquad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24} \qquad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{3}{24} \qquad R_{AB} = 8\,\Omega$$

10.1.8.3 Dirençlerin Karışık Bağlantısı

Dirençlerin seri ve paralel bağlanmasına **karışık bağlantı** denir. Önce paralel bağlı olan dirençlerin eş değeri hesaplanır ve daha sonra seri dirençlerin toplamı alınarak işlem sonuçlandırılır. (Görsel 10.15).



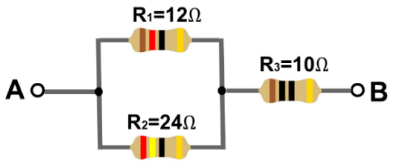
Görsel 10.15: Karışık direnç bağlantısı

$$R_{AB} = R_1 + R_{T1}$$

$$R_{AB} = R_1 \text{ x } \left(\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

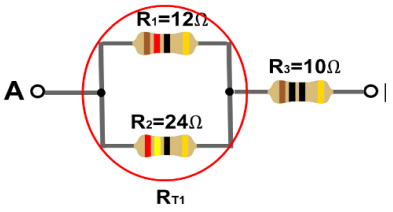
Örnek

Görsel 10.16'da verilen devrede eş değer direnç kaç Ω'dur?



Görsel 10.16: Karışık bağlı direnç hesaplama

Çözüm: Devre karışık devredir. R1 ve R2 dirençleri birbirine paralel bağlanmıştır ve bu iki dirence R3 direnci seri olarak bağlanmıştır. Öncelikle R1 ve R2 dirençleri hesaplanmalıdır.

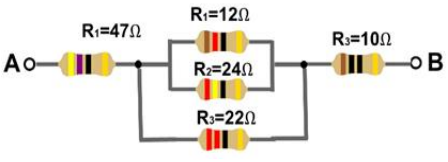


$$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \qquad \frac{1}{R_{T1}} = \underset{(2)}{\frac{1}{12}} + \underset{(1)}{\frac{1}{24}} \qquad \frac{1}{R_{T1}} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24} \qquad \frac{1}{R_{T1}} = \frac{3}{24} \qquad R_{T1} = 8\,\Omega$$

$$R_{AB} = 10 + R_{T1} \qquad R_{AB} = 10 + 8 \qquad R_{AB} = 18\,\Omega$$

Sıra Sizde

Görsel 10.17'da verilen devrede eş değer direnç kaç Ω'dur?



Görsel 10.17: Karışık bağlı direnç

KONDANSATÖR ÖLÇÜMÜ VE BAĞLANTILARI

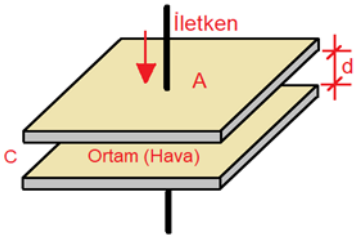
BİLGİ YAPRAĞI

10.2.1 Kondansatör

İki iletken levha arasına bir yalıtkan malzeme konularak yapılan elektronik devre elamanlarına **kondansatör** denir (Görsel 10.18). Kondansatörler elektrik enerjisini depo etmek için kullanılır. Kondansatörlerin depo edecekleri enerji miktarını kapasitesi belirler. Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine **kapasite** denir (Görsel 10.19). Kapasite "C" harfi ile gösterilir. Birimi farad (F)'dır. Elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanıdır.

Kondansatörlerde kapasitelerini plakaların yüzey alanı, plakalar arası mesafe ve plakalar arasına konan yalıtkan maddenin cinsi belirler.

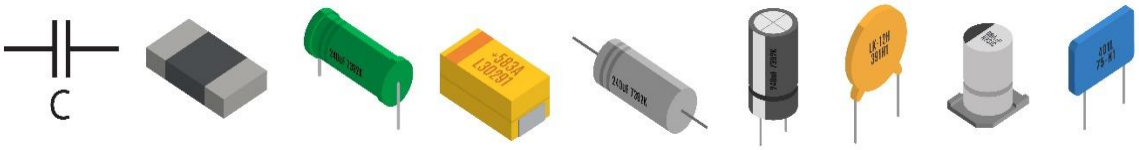
Görsel 10.18: Kondansatörler



Görsel 10.19: Kondansatör ka-

10.2.2 Kondansatör Çeşitleri

Kondansatörler, sabit ve ayarlı kondansatörler olmak üzere ikiye ayrılır. Ayarlı kondansatörlerin kapasiteleri değişkendir. Sabit kondansatörlerin ise değerleri üzerinde kodlarla ya da değerlerle yazılır (Görsel 10.20).



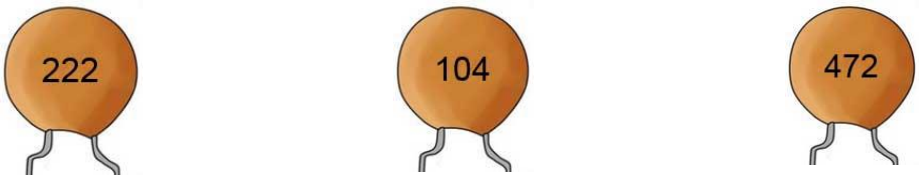
Görsel 10.20: Kondansatör sembolü ve çeşitleri

10.2.3 Kondansatör Değerinin Okunması

Kondansatörlerin kapasite değerleri ve çalışma voltajları arttıkça gövde boyutları da artar. Gövde boyutu yeterli olduğunda kondansatörün kapasite değeri ve çalışma voltajı kondansatör üzerine yazılır. Küçük gövdeli kondansatörlerde ise bazı kısaltmalar kullanılarak bu değerler kodlanmıştır. Kapasite değerlerinin kodlanması için rakamlar ya da renkler kullanılabilir.

10.2.3.1 Kondansatörlerin Rakamlar ile Kodlanması

- Kondansatör üzerinde üç haneli rakamlar var ise, ilk iki rakam yan yana yazılır, üçüncü rakam kadar sonuna sıfır yazılır. Bulunan değer pikofarad cinsindendir.



2200 pF
2,2 nF

100.000 pF
100 nF

4700 pF
4,7 nF

Görsel 10.21: Rakamlar ile kondansatör hesaplama

- Kondansatör üzerinde rakamların yanında bir harf var ise harf kodu kondansatörün toleransını belirler.

1.000.000 pF
1 µF %10
450 V

470.000 pF
470 nF %5
100 V

33.000 pF
33 nF %10
50 V

Görsel 10.22: Rakam ve harfler ile kondansatör hesaplama

Örnek

- p68 = 0,68 pF
- 15 = 15 pF
- 470 = 470 pF
- 103 = 10.000 pF = 10 nF
- 1 n = 1 nF
- 1 n2 = 1,2 nF

10.2.4 Kapasite Birimleri ve Dönüşümleri

Kapasite birimi faradın genellikle alt katları kullanılır. Katlar arası biner biner büyür veya küçülür. (Görsel 10.23).

Görsel 10.23: Kapasite katları

Bilgi Kutusu

- 1 mF = 10^{-3} F = 0,001 F
- 1 µF = 10^{-6} F = 0,000001 F
- 1 nF = 10^{-9} F = 0,000000001 F
- 1 pF = 10^{-12} F = 0,000000000001 F

Örnek

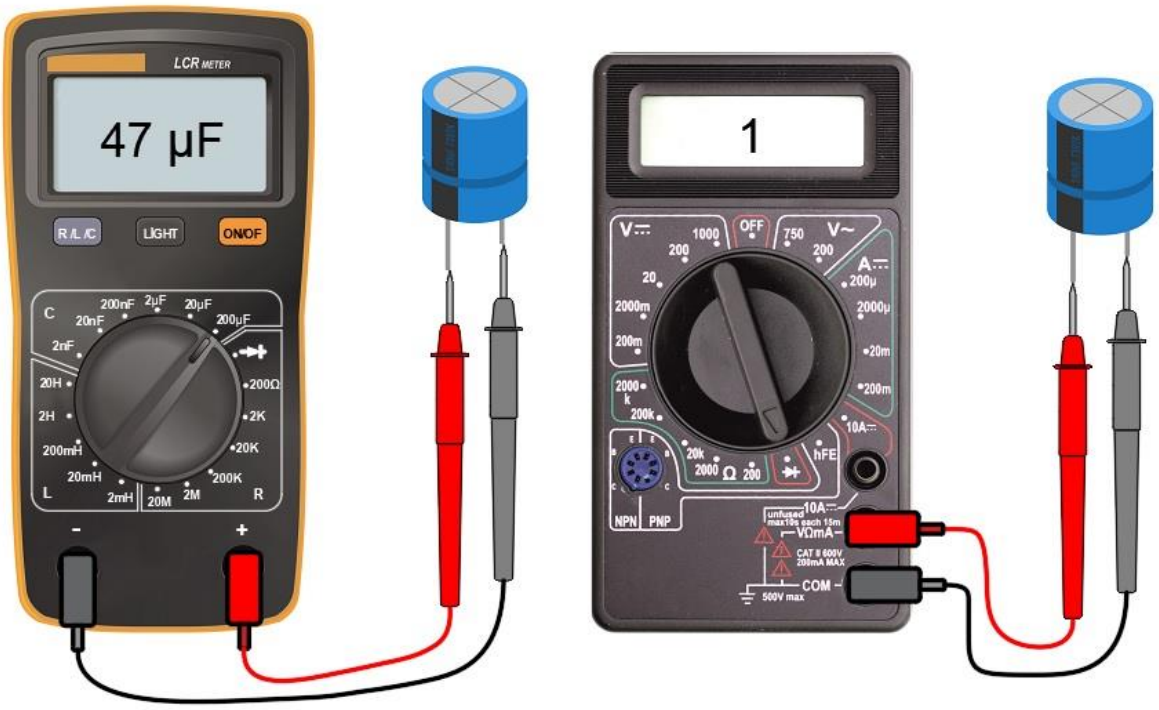
Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

- 10 µF = ... F → 10 µF = 10 x 10^{-6} F
- 20 pF = ... µF → 20 pF = 20 x 10^{-6} µF
- 5 mF = ... nF → 5 mF = 5 x 10^{6} nF
- 1 F = ... pF → 1 F = 1 x 10^{12} pF
- 18 nF = ... µF → 18 nF = 18 x 10^{-3} µF

10.2.5 Dijital Ölçü Aleti Kullanarak Kondansatörlerin Ölçülmesi

Kondansatörlerin dijital multimetreler ile sağlamlık kontrolü yapılacağı zaman ölçü aleti diyot kademesine getirilir. Ölçü aletinin probları kondansatörün ayak uçlarına dokundurulur. Ölçü aleti ekranında görünen rakamlar artar ve daha sonra azalır. En sonunda 1 rakamı görünür.

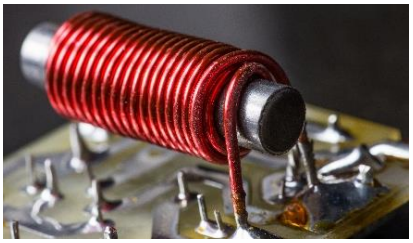
Aynı şekilde ölçü aleti ile kapasite ölçülmek istendiğinde yine ölçü aleti kapasite konumuna alınır. Problar kondansatör uçlarına dokundurulur. Ekranda görünen değer, kondansatörün kapasite değeridir (Görsel 10.24).



Görsel 10.24: Kondansatörün sağlamlık kontrolü

10.3.1 Bobin ve Endüktans İlişkisi

Genellikle nüve adı verilen dayanıklı yalıtkan üzerine izoleli iletken tellerin sarmal bir şekilde sarılmasıyla elde edilen devre elemanına **bobin** denir (Görsel 10.25). "L" harfi ile gösterilir ve birimi henry (H)'dir. Bobinler, çeşitli ölçü ve görünümdeki parçalar üzerine sarılır. Bu parçalara **mandren** adı verilir. Bobinin mandreni içerisinde bulunan parçaya ise **nüve** denir. Bobin telinin her bir sarımına **sipir** denir.



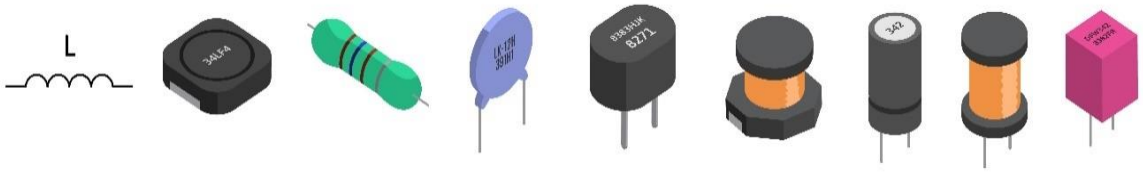
Görsel 10.25: Bobin

Bobine AC gerilim uygulandığında ise üzerinden geçen akım değişimine bağlı olarak değişken bir manyetik alan oluşur. Bobinin alternatif akım değişimlerine karşı gösterdiği zorluğa **endüktans** denir

Görsel 10.26: Elektromanyetik bobin

10.3.2 Bobin Çeşitleri

Bobinler, sabit ve ayarlı bobinler olmak üzere iki çeşitte imal edilir. Sabit bobinlerin endüktans değerleri sabittir. Sabit bobinlerin değerleri, üzerindeki sayılarla ya da renklerle ifade edilir (Görsel 10.27). Ayarlı bobinlerin içerisindeki nüve, tornavida yardımı ile hareket ettirilerek endüktans değerleri değiştirilir.



Görsel 10.27: Bobin sembolü ve çeşitleri

10.3.3 Endüktans Birimleri ve Dönüşümleri

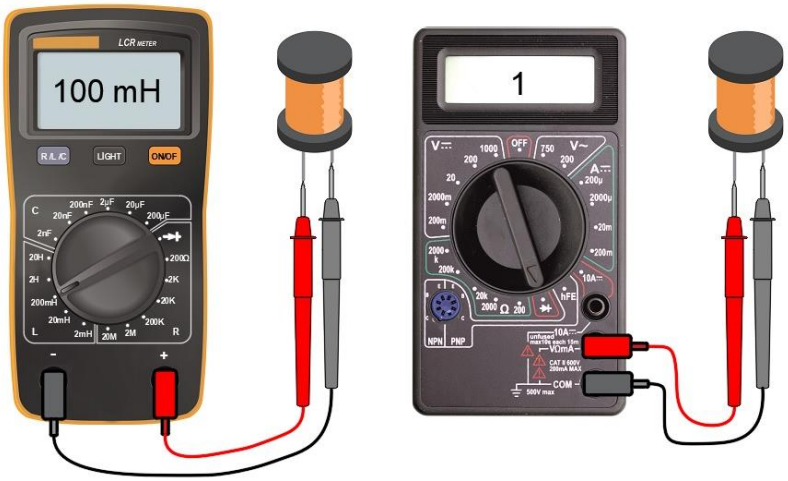
Endüktans birimi olarak henrynin alt katları kullanılır. Katlar arası biner biner büyür veya küçülür. (Görsel 10.28).

Görsel 10.28: Endüktans katları

10.4.4 Dijital Ölçü Aleti Kullanarak Bobinlerin Ölçülmesi

Bobinlerin sağlamlık kontrolü ve değerlerinin ölçülmesi LCR metreler veya multimetrelerle yapılır. Dijital multimetreler ile sağlamlık kontrolü yapılacağı zaman ölçü aleti buzzer kademesine getirilir. Ölçü aletinin probları bobinin ayak uçlarına dokundurulur (Görsel 10.29).

Aynı şekilde ölçü aleti ile bobin ölçülmek istendiğinde yine ölçü aleti endüktans konumuna alınır. Problar bobinin uçlarına dokundurulur. Ekranda görünen değer bobinin endüktans değeridir.

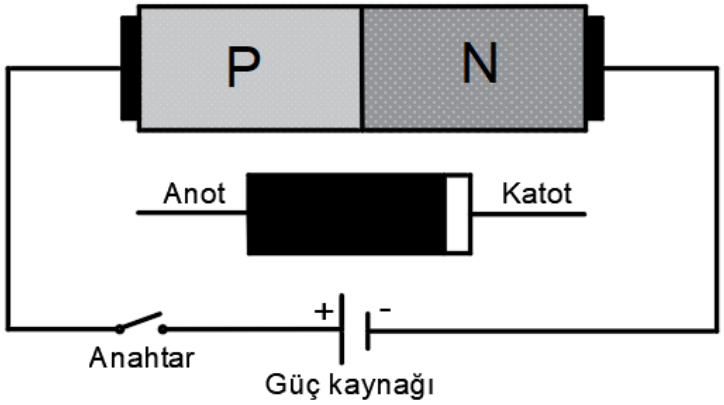


Görsel 10.29: Bobinlerin sağlamlık kontrolü

10.4.1 Diyotlar

Diyotlar, elektrik akımının yalnızca bir yönde geçişine izin veren yarı iletken devre elemanlarıdır. Diyotların iki ucu bulunur. Bu uçlar **Anot** (A) ve **Katot** (K) uçlarıdır (Görsel 10.30). Gerilim uygulanmış olan diyota **polarmalı diyot** denir. Anot ucuna pozitif bir gerilim, katot ucuna negatif bir gerilim uygulandığında diyot iletime geçer.

Diyotlar germanyum ve silisyum tipi maddelerden üretilmiştir. Germanyum diyotlarda iletime geçme gerilimi 0,2 ile 0,3 volt arasıdır. Germanyum diyotlar, anahtarlama ve dedektör devrelerinde tercih edilir. Silisyum diyotlarda ise iletime geçme gerilimi 0,6 ile 0,7 volt arasıdır. Doğrultma devrelerinde kullanılırlar.

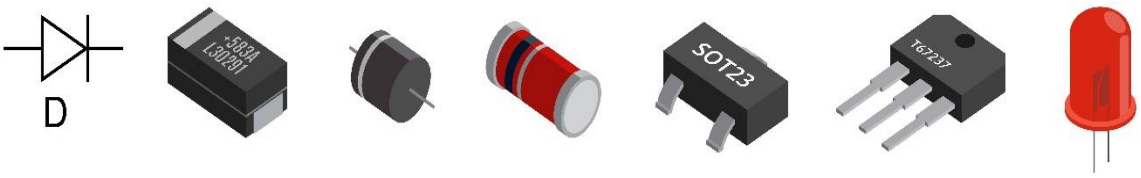


Görsel 10.30: Diyotların yapısı ve sembolü

Diyotlar; doğrultma devrelerinde, gerilim regülatöründe, ters polarite korumasında, lojik devre kapılarında, seri bağlı güneş panellerinde baypas amaçlı şekilde ve indüktif devrelerde gerilim sıçramalarına karşı koruma amaçlı olarak kullanılır.

10.4.2 Diyot Çeşitleri

Diyotlar, yalnızca güç devrelerinde alternatif gerilimi doğru gerilime çevirmede kullanılmaz. Çok farklı amaçlar için imal edilmiş çok farklı tiplerde diyotlar bulunmaktadır (Görsel 10.31).



Görsel 10.31: Diyot sembolü ve çeşitleri

10.4.2.1 Kristal Diyot

Kristal diyotlar genellikle alternatif akımı doğrultmak için kullanılır ve doğrultmaç devrelerinde kullanılır. Piyasada en çok kullanılan diyotlardan biri kristal diyotlardır. Ebatları güçlerine göre değişir. Büyük ebatta yapılanlar büyük güçlüdür.

10.4.2.2 Foto Diyot

Üzerine ışık düştüğünde iletken olarak katot ucundan anot ucuna doğru akım geçiren elemanlardır. Foto diyotlar kristal diyotlarına benzer. Devreye ters bağlanır. Işık ile kumanda edilen sistemlerde çok fazla kullanılır.

10.4.2.3 Zener Diyot

Diyota uygulanan gerilimin belirli değere ulaşması hâlinde, ters yönde akım geçirmesi prensibine göre çalışan diyotlardır. Uçlarına uygulanan gerilim değişse de zener gerilimi daima sabit kalır. Zener diyotların çalışma gerilimi, üzerine yazılır. Zener diyotlar, devreye ters bağlanır. Uçlarındaki gerilim sabit olduğu için genellikle regüle devrelerinde kullanılır.

10.4.2.4 LED Diyot

Işık yayan diyotlardır. Çeşitli renklerde ve boyutlarda üretilir. Renklerine göre iletken olma gerilimleri değişmektedir. Ledlerin üzerinden geçen akım miktarı oldukça düşüktür. 2-20 mA gibi küçük akımlarla çalıştıklarından ve sarsıntılara dayanıklı olduklarından her türlü elektronik devrede kullanılır. LED'lerde uzun ayak anot (A), kısa bacak katot (K)'tur . Yüksek DC gerilimlere bağlanacak LED'lere seri olarak ön direnç bağlanır.

RGB ledler normal LED'lerden farklı olarak tek paket içerisinde üç farklı renk (kırmızı, yeşil ve mavi) LED'i bir arada bulunduran elemanlardır. RGB ledler dört uçludur. Uçları kırmızı, yeşil, mavi ve ortak uçtur. Power LED (güç LED'leri) aydınlatmada yüksek ışık ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretilmiştir. Düşük güçlü ve uzun ömürlü olmaları nedeniyle tercih edilmektedir.

10.4.2.5 Köprü Diyot

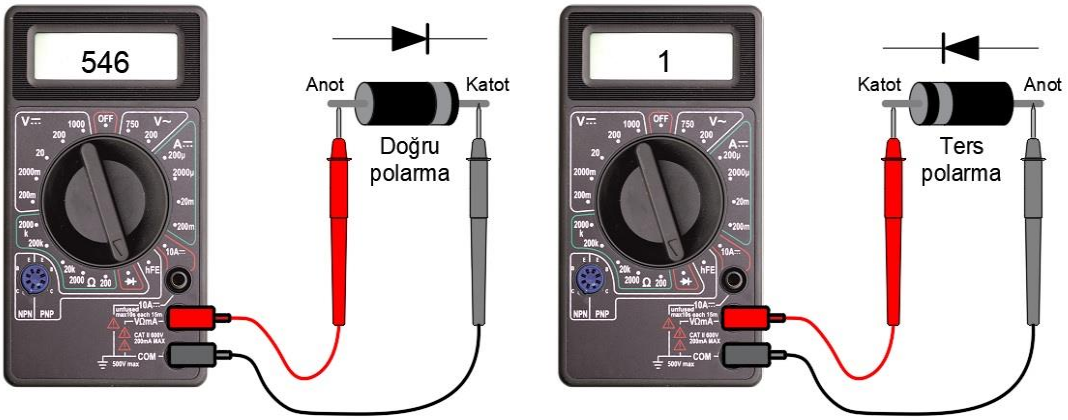
Köprü diyot, yapı olarak dört ayrı kristal diyotun birbiri ile bağlanması sonucu tek paket hâlinde imal edilir. Dört uçlu olarak üretilir. Genellikle alternatif akımı doğrultmak için kullanılır. Çeşitli tipte ve güçte üretilir.

10.4.3 Diyotun Sağlamlık Kontrolü

Multimetre ile diyotların sağlamlık kontrolü yapılırken ölçü aleti yarı iletken ölçümleri kademesine alınır. Ölçü aletinin probları diyot uçlarına dokundurulur. Ölçü aletinin değer gösterip göstermediğine bakılır. Uçlar yer değiştirilir ve işlem tekrarlanır. İşlemlerin, sadece birinde ölçü aleti değer gösteriyorsa diyot sağlamdır. Değer gösterdiği durumda, dijital ölçü aletinin (+) probuna bağlı diyot ucu anot; (-) probuna bağlı uç katottur.

10.4.4 Diyot Uçlarının Tespiti

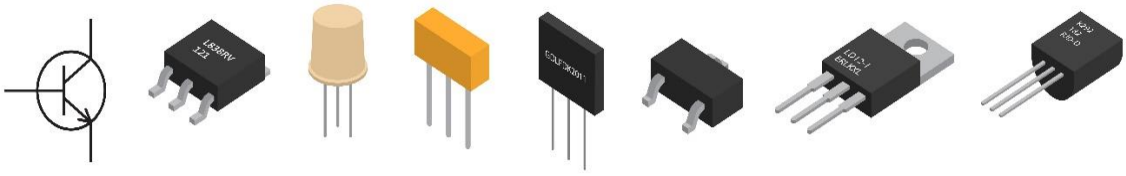
Multimetre ile diyotların uç tespiti yapılırken yarı iletken ölçümleri kademesine alınır. Ölçü aletinin probları diyot uçlarına dokundurulur. Ölçü aletinin değer gösterip göstermediğine bakılır. Uçlar yer değiştirilir ve işlem tekrarlanır. İşlemlerin, sadece birinde ölçü aleti değer gösteriyorsa diyot sağlamdır. Değer gösterdiği durumda, dijital ölçü aletinin (+) probuna bağlı diyot ucu anot; (-) probuna bağlı uç katottur (Görsel 10.32).



Görsel 10.32: Diyot sağlamlık testinin yapılması

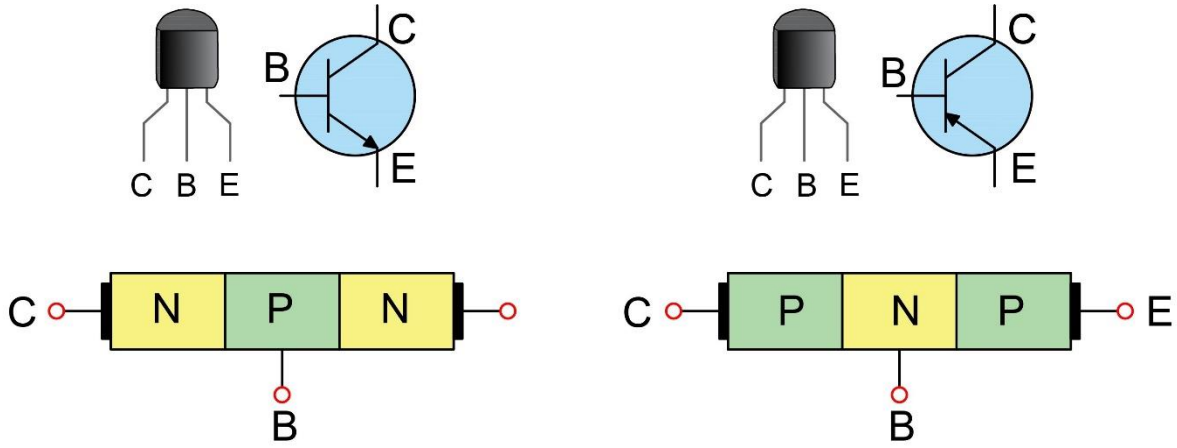
10.5.1 Transistörler

Transistörler girişine uygulanan küçük bir elektrik akımı ile büyük miktarda elektrik akımını veya gerilimini kontrol eden elemanlardır (Görsel 10.33). Transistörler, bu özellikleri sayesinde elektronik cihazlarda elektrik sinyallerinin gücünü yükseltmek, devredeki akımı açmak veya kapatmak için kullanılır. Günümüzde birçok elektronik cihazda transistör önemli bir yere sahiptir. Özellikle bilgisayarların ve telefonların işlemcilerinde milyarlarca transistör vardır.



Görsel 10.33: Transistör sembolü ve çeşitleri

Transistörler beyz (B), emiter (E) ve kollektör (C) olmak üzere üç uçlu elemanlardır. Transistörler PNP ve NPN olmak üzere iki çeşit üretilir. Transistörler P ve N tipi maddelerin bir araya getirilmesiyle imal edilir. Bu transistörler PNP ve NPN tipi üç yarı iletken maddenin birleşiminden meydana gelmiştir. NPN transistörlerde iki adet N tipi yarı letken arasına P tipi madde konur. PNP transistörlerde iki adet P tipi yarı iletken arasına N tipi madde konur (Görsel 10.34).

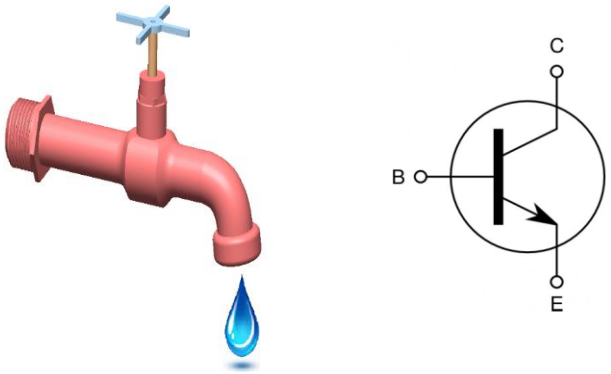


Görsel 10.34: Transistör kılıfları ve iç yapıları

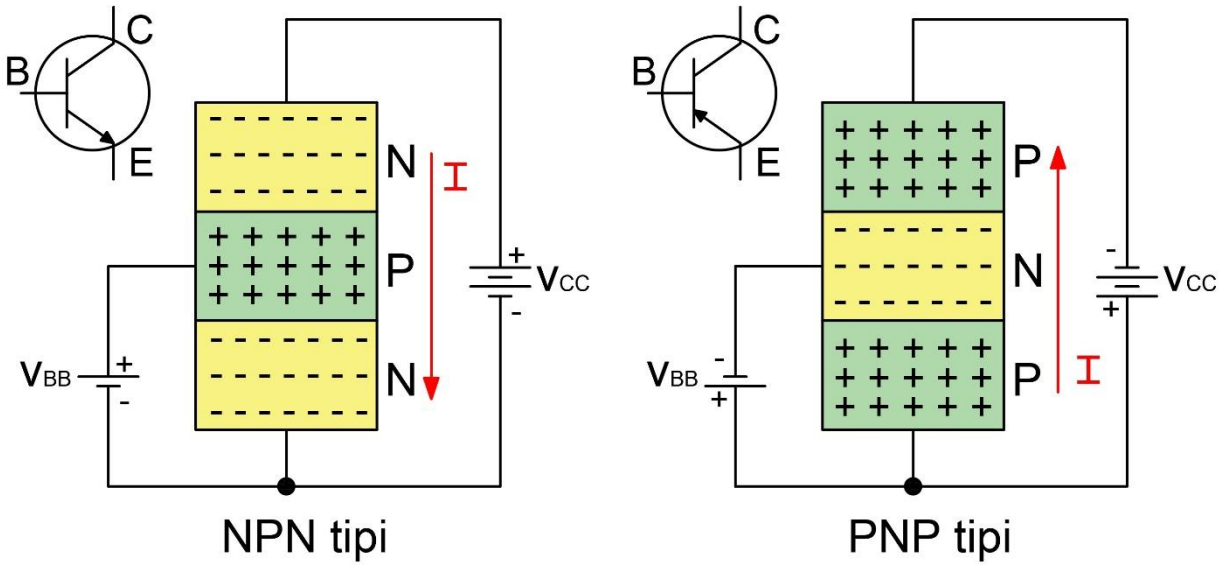
Transistör yapısal bakımdan, yükselteç olarak çalışma özelliğine sahip bir devre elemanıdır. Yaygın kullanım amacı devrede anahtarlama yapmaktır. Elektroniğin her alanında kullanılmaktadır. Akıllı tahtalar, mikrodalga fırınlar, cep telefonları, güvenlik sistemleri, bilgisayarlar, televizyon, ısıtıcılar, vb. birçok elektronik cihazda transistör kullanılır.

Transistörün beyz ucuna küçük bir akım uygulandığı zaman, emiter ve kollektör uçları arasında akım geçişi olur ve transistör iletime geçer. Beyz ucuna akım uygulanmazsa emiter kollektör arasından akım geçişi olmaz ve transistör iletimde olmayacaktır. Böylece transistör bir anahtarlama elemanı olarak kullanılır. Kollektörden geçen akım miktarı transistörün beyz ucuna uygulanan akım ile orantılıdır. Böylece transistör yükseltici olarak kullanılır.

Görsel 10.35'te görüldüğü gibi taransistörün çalışması musluğa benzetilebilir. Musluğun vanası beyz ucu gibi düşünülebilir. Vana, akan suyu açıp kapatır ve akan suyun akma miktarını ayarlar. Suyun musluğa geldiği yer kollektör ucunu, suyun musluktan aktığı yer emiter ucunu, su ise akımı temsil eder.



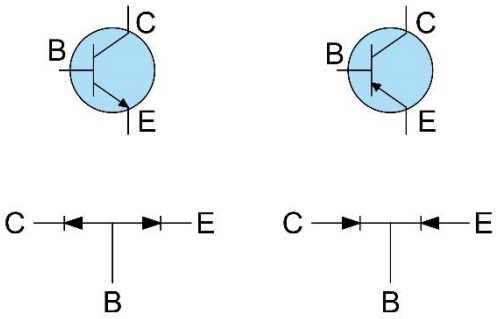
Görsel 10.35: Transistörün çalışma prensibi



Görsel 10.36: Transistörlerin çalıştırılması

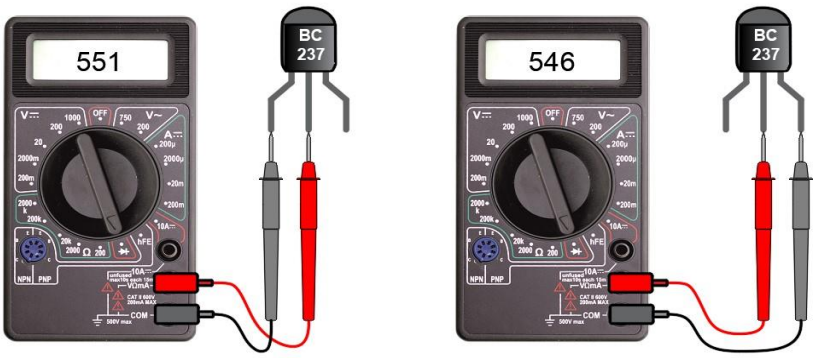
10.5.2 Transistörün Sağlamlık Kontrolleri

Transistörün diyot eş değeri göz önüne alınırsa transistörün sağlamlık kontrolü ve uçlarının tespiti daha kolay olacaktır. Transistör ters yönde seri bağlı iki diyottan oluşmaktadır. PNP tipi transistör, katotları birbirine bağlı iki diyot, NPN tipi transistör ise anotları birbirine bağlı iki diyottan oluşmaktadır. (Görsel 10.37).



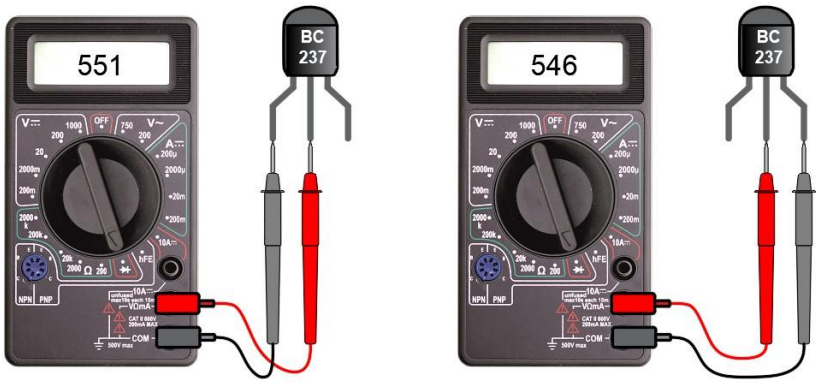
Görsel 10.37: Transistörün diyot eş değeri

Ölçme işlemine başlamadan önce ölçü aleti, diyot kademesine alınır. Transistörün emiter, beyz ve kollektör uçlarında ölçümler yapılır. Ölçü aletinin bir probu transistörün bir ucunda sabit tutulurken diğer prob ayrı ayrı boştaki diğer iki uca dokundurulur. Böylelikle toplam altı adet ölçüm yapılmış olur. Bu ölçüm sonucunda transistörün beyz-emiter ve beyz-kollektör uçları arasında, ölçü aletinin doğru polarma bağlandığı ölçümlerde değer okunur. Diğer dört ölçümde değer okunmaz. Bu durumda transistör sağlamdır. Aksi ölçüm sonuçlarında transistör bozuktur (Görsel 10.38).



Görsel 10.38: Transistörün sağlamlık kontrolü

10.5.3 Transistör Uçlarının Tespiti



Görsel 10.39: Transistörün uç tespiti

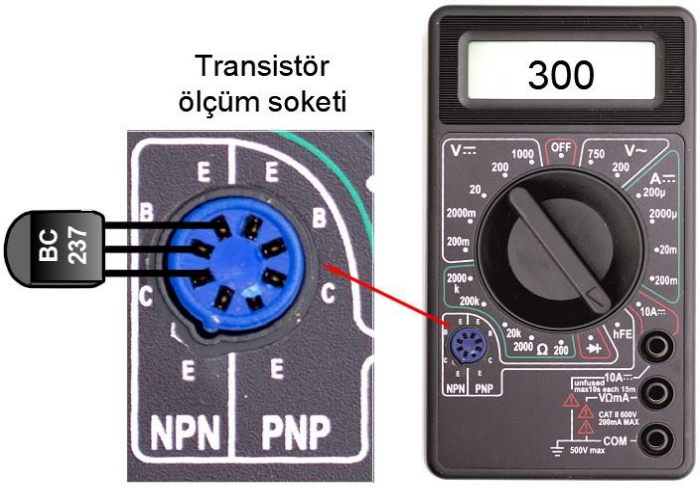
Transistörün sağlam olup olmadığı kontrol edildiğinde ayakları da bulunmuş olur. Değer okunan iki ölçümde ölçü aletinin sabit tutulan ucu transistörün beyz ucunu gösterir. Daha az değer gösteren uç kolektör ucunu, diğeri ise emiter ucunu belirtir. Beyz (B) ucunda sabit tutulan probun rengi kırmızı ise transistör NPN tipinde, beyz ucunda sabit tutulan probun rengi siyah ise transistör PNP tipindedir. Ayrıca transistör ucunu ve tipini tespit ederken ölçümler dışında kataloglardan da yararlanılabilir (Görsel 10.39).

Bilgi Kutusu

- Transistörün PNP ya da NPN olması, uçlarına uygulanan voltajı ilgilendirdiği için çok dikkatli olunmalıdır. Ayaklarda ölçüm yaparken her ölçümde değer gösteriyorsa ya da hiçbir ölçümde değer göstermiyorsa transistör arızalıdır demektir. Bu ölçümler analog ölçü aletinin ohmmetre kademesinde yapılabilir ama bu durumda unutulmamalıdır ki ölçü aletlerinde ohmmetre konumunda uçlar ters olur. Yani kırmızı (-) ve siyah (+) şeklindedir.

Multimetrelerde transistör ucunu direkt olarak bulmayı sağlayan bir prob alanı daha bulunabilir. Transistör ucunu ilgili yuvaya yerleştirerek transistörün özellikleri ölçülebilir. Multimetre komütatörü “hfe” kademesine getirilir. Ölçüm yapılacak transistör, prob alanına sırayla yan yana yerleştirilir. Bu yerleştirme işlemi NPN veya PNP alan kısmında olacak şekilde yapılır.

İlk olarak PNP kademesinde transistör dışarı bakacak şekilde sırayla yerleştirilir. Ekranda değer görünmezse transistör içeri bakacak şekilde yine yerleştirilir. Eğer ekranda değer görünmezse transistör PNP tipi değildir. Aynı işlem NPN kısmında yapılır. Değer görüldüğü anda transistörün bağlı olduğu uçlara bakılır (Görsel 10.40).



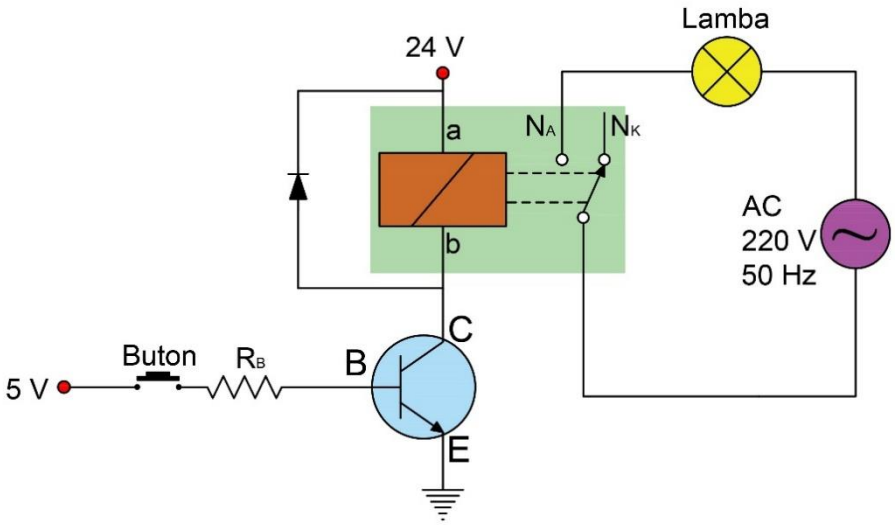
Görsel 10.40: Multimetre üzerinde transistör ölçme yuvası

Bilgi Kutusu

- Transistörün **beyz-emiter** ve **beyz-kolektör** uçları ters polarma edilirse ölçü aleti, "OL" veya "1" şeklinde maksimum gerilim değerini gösterir. Büyük tipli transistörlerde iki uç vardır. Bunlarda üçüncü uç ise gövde kısmında bulunur.

10.5.4 Transistör Kullanarak Röle Kontrolü

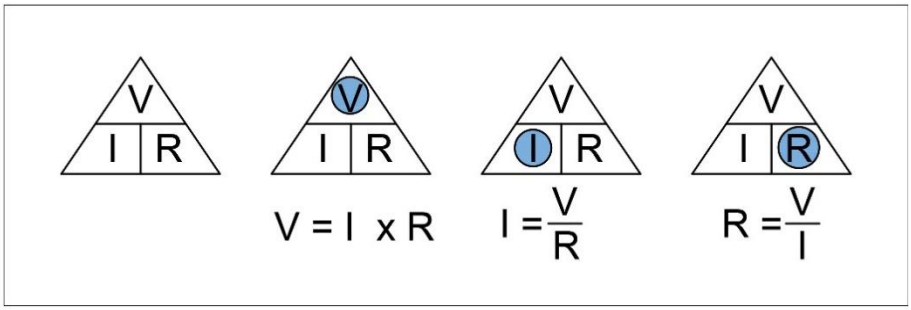
Transistör ile röle kontrolünü sağlayan devre Görsel 10.31'de görülmektedir. Devrede butona basıldığında yumuşak demir nüve üzerine sarılan bobin uçlarına (a,b) gerilim uygulanır. Bobin etrafında bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanın etkisiyle yumuşak demir nüve mıknatıslık özelliği kazanarak karşısındaki paleti kendisine doğru çeker. Hareketli kontak, palet üzerinde sabitlenmiştir. Palet hareket ettiğinde hareketli kontak (O), normalde kapalı kontaktan (NK) ayrılarak normalde açık kontakla (NA) birleşir. NA kontağında seri hâlde bulunan bir lamba devresini tamamlar ve enerjiyi ışığa çevirir. Bobin uçlarındaki gerilim butonun bırakılması ile kesildiğinde yumuşak demir nüvenin mıknatıslık özelliği kaybolur. Palet, yay tarafından çekilerek yumuşak demir nüveden ayrılır. Palete bağlı hareketli kontak, normalde açık kontaktan ayrılarak normalde kapalı kontakla birleşir. NA kontağında seri hâlde bulunan lambanın enerjisi kesilir ve söner (Görsel 10.41).



Görsel 10.41: Transistör ile röle kontrol devresi

10.6.1 Akım, Gerilim ve Direnç İlişkisi

Elektrik devresindeki akım, gerilim ve direnç arasındaki bağıntıya **ohm kanunu** denir (Görsel 10.42). Ohm kanununun geçerli olabilmesi için bir **kapalı devre** olması gerekir. Bulunmak istenen değerin üzeri kapatıldığında kalan iki değer kapatılan değerin formülünü verecektir.



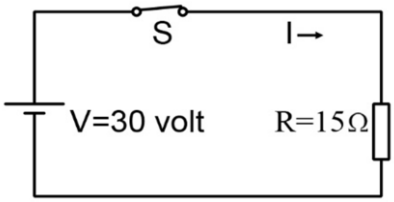
Görsel 10.42: Ohm kanunu üçgeni ve devre bağlantısı

Tablo 10.3: Akım, Gerilim ve Direnç Sembolleri ile Birimleri

	Gerilim	Akım	Direnç
Sembolü	V	I	R
Birimi	Volt	Amper	OHM
Birim Sembolü	V	A	Ω

Örnek

Görsel 10.43'te 30 V gerilim kaynağına bağlı bir devrede direncin değeri 15 Ω ise devreden geçen akımın değeri nedir?



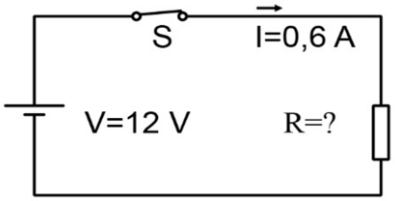
$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30}{15} = 2\ A$$

Görsel 10.43: Akım hesaplama

Örnek

Görsel 10.44'te 12 V gerilim kaynağına bağlı bir devreden geçen akım 0,6 A olduğuna göre devreye bağlı direncin değeri nedir?



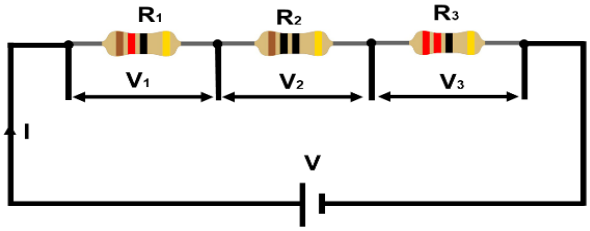
$$I = \frac{V}{R} = \frac{30}{15} = 2\ A$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{0,6} = 20\ \Omega$$

Görsel 10.44: Direnç hesaplama

10.6.2 Seri Devrede Akım, Gerilim ve Direnç İlişkisi

Elektrik devresindeki dirençler uç uca bağlanarak bir araya getirilir. Boşta kalan iki uç da güç kaynağına bağlanarak devre oluşturulur. Bu devreye **seri devre** denir. Dirençler üzerine düşen toplam gerilimler, kaynak gerilimine eşittir. Devreden geçen akım, dirençlerden geçen akım ile aynıdır.



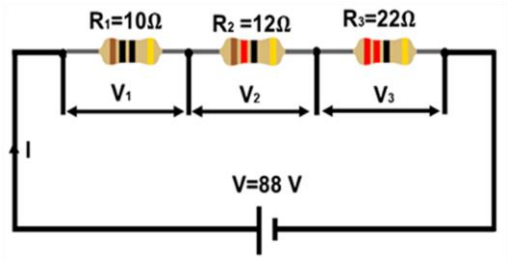
Görsel 10.45: Seri dirençli devre

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad I = I_1 = I_2 = I_3 \quad V_1 = I.R_1 \quad V_2 = I.R_2 \quad V_3 = I.R_3$$

$$V = I.(R_1 + R_2 + R_3) = I.R_T$$

Örnek

Görsel 10.46'daki devrede seri bağlı dirençler görülmektedir. Devrede dirençler üzerindeki gerilimleri ve devreden geçen akımı bulunuz.



Görsel 10.46: Seri dirençli devre

Çözüm: $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 22\ \Omega$

$$R_T = 10 + 12 + 22 = 44\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{88}{44} = 2\ A$$

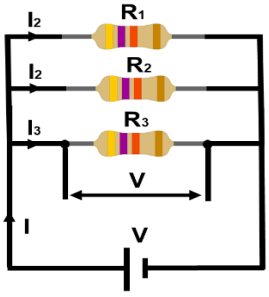
$$V_1 = I \times R_1 = 2 \times 10 = 20\ V$$

$$V_2 = I \times R_2 = 2 \times 12 = 24\ V$$

$$V_3 = I.\ R_3 = 2.22 = 44\ V$$

10.6.3 Paralel Devrede Akım, Gerilim ve Direnç İlişkisi

Elektrik devresindeki dirençlerin birer uçları birleştirilerek elde edilen ve iki ucu da güç kaynağına bağlanarak oluşturulan devreye **paralel devre** denir. Dirençlerden geçen her bir kol akımı, devreden geçen akıma eşittir. Dirençler üzerindeki gerilimler birbirine eşittir.



Görsel 10.47: Paralel dirençli

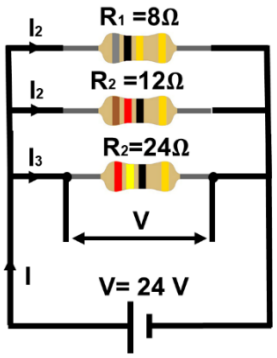
$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \qquad I_2 = \frac{V}{R_2} \qquad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$V = I_1 x\ R_1 = I_2 x\ R_2 = I_3 x\ R_3 = I \times R_T$$

Örnek

Görsel 10.48'deki paralel bağlı dirençler görülmektedir. Devrede dirençler üzerinden geçen akımları bulunuz?



Görsel 10.48: Paralel dirençli

Çözüm: $R_1 = 8\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 44\ \Omega$ olduğuna göre;

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{24}{8} = 3\ A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{24}{12} = 2\ A$$

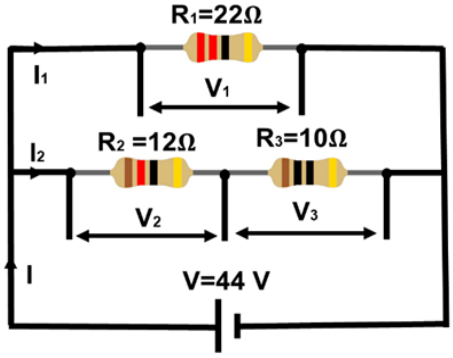
$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{24}{24} = 1\ A$$

10.6.4 Karışık Devrede Akım, Gerilim ve Direnç İlişkisi

Karışık elektrik devresinde hem seri hem de paralel bağlantılar bulunur. Burada izlenmesi gereken yol; paralel devrelerin öncelikle çözülmesi ve seri devre hâline getirilmesidir. Seri ve paralel bağlantıda verilen formüller karışık devre için de geçerlidir.

Örnek

Görsel 10.49'da karışık devre görülmektedir. Devrede dirençler üzerinden geçen akımları, dirençlerin üzerine düşen gerilimleri bulunuz?



Görsel 10.49: Karışık dirençli devre hesabı

Çözüm: $R_1 = 22\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 10\ \Omega$ olduğuna göre;

$$I_1 = \frac{V1}{R_1} = \frac{44}{22} = 2\ A$$

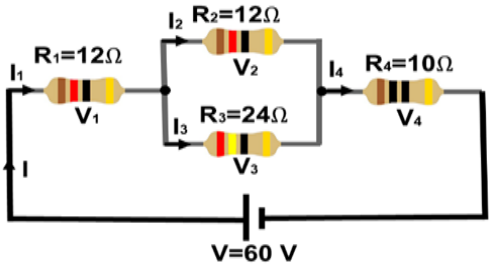
$$I_2 = \frac{V1 + V2}{R_2 + R_3} = \frac{44}{12 + 10} = 2\ A$$

$$I = I_1 + I_2 = 2 + 2 = 4\ A$$

$$V1 = I_1 \,.\, R_1 = 2\,.22 = 44\ V$$

Sıra Sizde

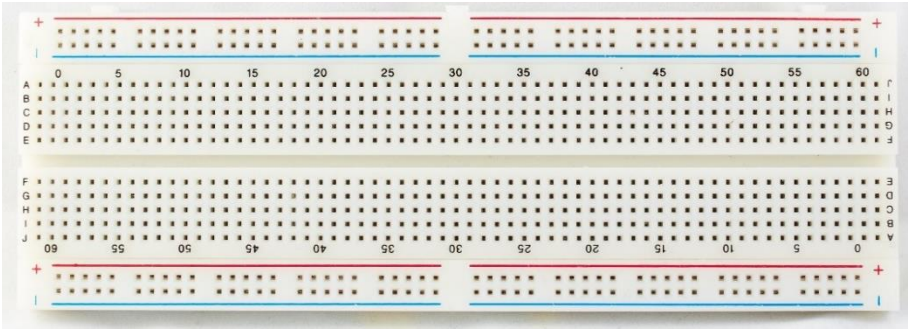
Görsel 10.50'deki devrede dirençler üzerinden geçen akımları ve dirençler üzerine düşen gerilimleri bulunuz?



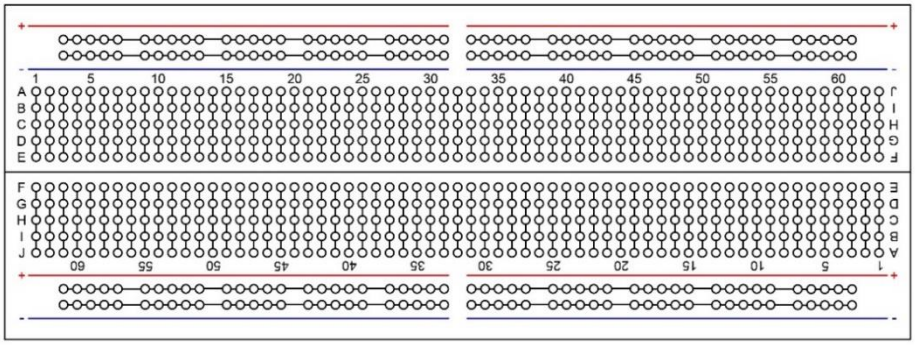
Görsel 10.50: Karışık dirençli devre hesabı

10.6.5 Breadboard Kullanımı

Breadboard, elektronik devrelerinin lehim yapmadan üzerine kurulmasını sağlayan en temel deney ekipmanıdır (Görsel 10.51). Breadboard devreleri, tak çıkar mantığı ile oluşturmaya yarayan belli satır ve sütunları kendi aralarında iletken edilmiş devre tahtasıdır. Ayrıca birden fazla breadboard kendi aralarında çentikleri sayesinde birleştirilerek daha büyük devre tahtası elde edilir. Breadboard sayesinde elektronik devreler daha hızlı şekilde oluşturularak devreleri test etme imkânı sunar. Bu sayede lehimleme, baskı devre gibi işlemler ile uğraşarak oluşacak vakit kaybı önlenmiş olacaktır.



Görsel 10.51: Breadboard yapısı



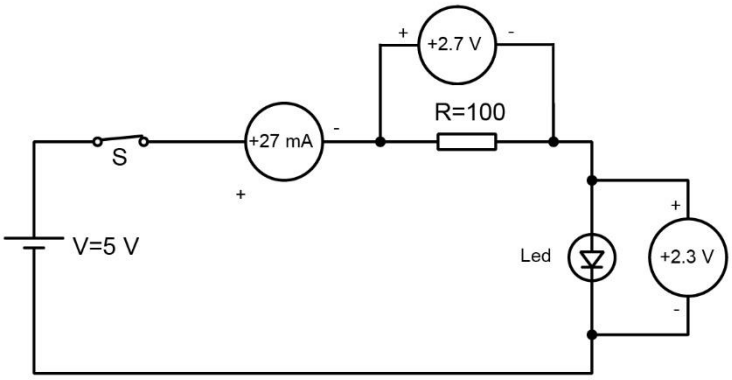
Görsel 10.52: Breadboard içyapısı

10.6.6 Multimetre ile Akım ve Gerilim Ölçme İşlemleri

Elektronik devrelerde akım, gerilim ve direnç ölçümleri multimetreler ile yapılır. Multimetreler analog ya da dijital yapılı olarak üretilen ve en yaygın kullanım alanına sahip ölçü aletidir. Multimetreler ile elektronik devrelerde DC gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve direnç ölçülebilir (Görsel 10.53).

Elektronik devrelerde akım ölçmek için;

- Ampermetre, akımı ölçülecek devre elemanına seri bağlanır.
- DC akım ölçülürken yön önemlidir. Dijital multimetrelerde ters bağlantı yapılması durumunda sonuç negatif çıkacaktır.
- Ölçü aleti üzerinde akım ölçümü için mevcut olan uygun test soketlerinin kullanılması gerekir. Sadece akım ölçümü için ayrılan soketler kullanılmalıdır.
- Ölçüm aralığı seçme anahtarlarının uygun konumlarda olması gereklidir. Eğer ölçülecek değer tam olarak bilinmiyorsa, tahmin edilen değerin bir üst kademesine getirilerek ölçüme başlanmalıdır.
- DC akım ölçümünde fonksiyon seçme anahtarlarının ölçülecek akım değerine uygun konumlarda olması gereklidir.Güç kaynağı açılır ve akımın geçtiği yöne göre (+) ya da (–) değer okunur. Elde edilen değer (–) ise ve böyle bir bağlantı deney sorumlusu tarafından istenmemişse hatalı bir bağlantı yapılmıştır. Ampermetre uçları güç kaynağı kapatılarak değiştirilmelidir



Görsel 10.53: Elektronik devrelerde akım ve gerilim ölçme

Elektronik devrelerde gerilim ölçmek için;

Elektronik devrelerde akım, gerilim ve direnç ölçümleri multimetreler ile yapılır. Multimetreler analog ya da dijital yapılı olarak üretilen ve en yaygın kullanım alanına sahip ölçü aletidir. Multimetreler ile elektronik devrelerde DC gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve direnç ölçülebilir (Görsel 10.53).

Elektronik devrelerde akım ölçmek için;

- Voltmetre, gerilimi ölçülecek devre elemanı ile paralel bağlanır.
- DC gerilim ölçümünde yön önemlidir. Dijital multimetrelerde ters bağlantı yapılması durumunda sonuç negatif çıkacaktır.
- Ölçü aleti üzerinde gerilim ölçümü için mevcut olan uygun test soketlerinin kullanılması gerekir.
- Ölçüm aralığı seçme anahtarlarının uygun konumda olması gereklidir. Eğer ölçülecek değer tam olarak bilinmiyorsa, tahmin edilen değerin bir üst kademesine getirilerek ölçüme başlanmalıdır.
- DC gerilim ölçümünde fonksiyon seçme anahtarlarının ölçülecek gerilim değerine uygun konumda olması gereklidir.
- Güç kaynağı açılır ve geçtiği yöne göre (+) ya da (–) değer okunur. Elde edilen değer (–) ise ve böyle bir bağlantı deney sorumlusu tarafından istenmemişse hatalı bir bağlantı yapılmıştır. Ampermetre uçları güç kaynağı kapatılarak değiştirilmelidir.

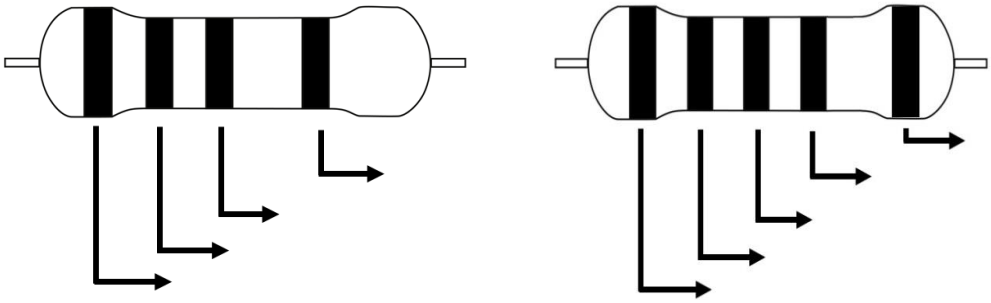
Bilgi Kutusu

- Multimetre ile devredeki direnci ölçmek için ilk olarak devrenin enerji altında olmadığından emin olunmalıdır. Ölçülecek direnç değeri, direncin uçlarına dokundurularak gerçekleştirilir.

TEMRİN 10.1 DİRENÇ DEĞERİNİN OKUNMASI VE ÖLÇÜLMESİ

Amaç: Direnç değerlerini okuyarak bulmak ve ölçmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.54: Dört ve beş renk direnç hesabı

Okunan değer: .....
Ölçülen değer: .....

Okunan değer: .....
Ölçülen değer: .....

Görsel 10.54: Direnç hesabı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Çeşitli dirençler
- Multimetre (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Size verilen dirençlerin renk kodlarını okuyunuz ve değerini yazınız (Görsel 10.54).
3. Değerini okuduğunuz direncin doğruluğunu multimetre ile ölçerek kontrol ediniz.
4. Size verilen direnç değerine göre direnç kutusundan dirençleri seçiniz.
5. Seçtiğiniz direnç değerinin doğruluğunu multimetre ile ölçerek kontrol ediniz.
6. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Sorular

1. **Kullanmış olduğunuz direncin yapıldığı malzemeleri araştırıp yazınız.**
2. **Multimetre ile ölçülen değer ile hesapladığınız direnç değerleri arasında fark var mı? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Direnç renk kodlarının okunarak değer hesaplanması	**20**	
Sınıfı :	Multimetre ile ölçüm yapılması	**20**	
No. :	Renk kodları ile ölçülen değerlerin karşılaştırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 10.2 KONDANSATÖR ÖLÇÜLMESİ

Amaç: Kondansatör değerlerini okuyarak bulmak ve ölçmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Çeşitli kondansatörler
- Multimetre (1 adet)

Uygulamaya Ait Görseller

Görsel 10.55: Kondansatör ölçümü

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Size verilen kondansatörlerin kapasitelerini okuyunuz ve değerini yazınız (Görsel 10.55).
3. Değerini okuduğunuz direncin doğruluğunu LCR metre ile uygun kademede ölçerek kontrol ediniz.
4. Size verilen kondansatör değerine göre kondansatör kutusundan kondansatörleri seçiniz.
5. Seçtiğiniz kondansatör değerinin doğruluğunu LCR metre ile ölçerek kontrol ediniz.
6. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Kondansatörler	Okunan Değer	Ölçülen Değer
Kondansatör 1		
Kondansatör 2		
Kondansatör 3		
Kondansatör 4		

Sorular

1. **Kondansatör çeşitleri nelerdir? Yazınız.**
2. **Kondansatörlerin multimetre ile sağlamlık kontrolleri nasıl yapılır? Açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Kodları verilen kondansatörlerin değerinin okunması	**20**	
Sınıfı :	Verilen kondansatörlerin kodlarının okunması	**20**	
No. :	Verilen kondansatörlerin değerlerinin ölçülmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 10.3 BOBİN ÖLÇÜLMESİ

Amaç: Bobin değerlerini okuyarak bulmak ve ölçmek.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Çeşitli bobinler
- Multimetre (1 adet)
- İletken tel

Uygulamaya Ait Görseller

Görsel 10.56: Bobin ölçümü

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Size verilen bobinlerin değerlerini okuyunuz ve değerini yazınız.
3. Değerini okuduğunuz bobinlerin doğruluğunu LCR metre ile uygun kademede ölçerek kontrol ediniz.
4. Emaye iletken kullanarak kalem üzerine birkaç sipir iletken sarınız.
5. Sarmış olduğunuz bobin değerini LCR metre ile ölçünüz (Görsel 10.56).
6. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Bobinler	Okunan Değer	Ölçülen Değer
Bobin 1		
Bobin 2		
Bobin 3		
Bobin 4		

Sorular

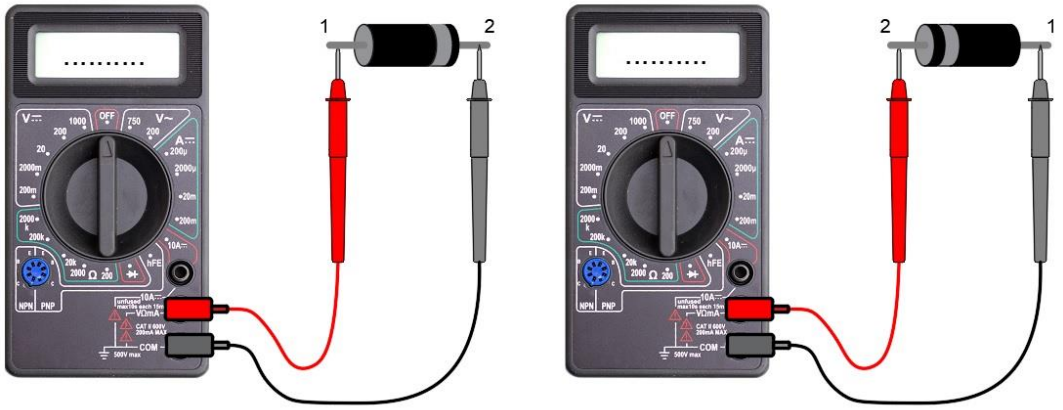
1. **Bobin nedir? Yazınız.**
2. **Bobinlerin çalışmasını açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	LCRmetre kademe ayarının yapılabilmesi	**20**	
Sınıfı :	LCRmetre problarının bağlantısının yapılması	**20**	
No. :	Endüktans değerlerinin doğru okunması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 10.4 DİYOT VE LED DİYOT ÖLÇÜLMESİ

Amaç: Diyot ve led diyot uçlarını bulmak, sağlamlık kontrolünü yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.57: Diyot ölçümü

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Diyot (1 adet)
- Led Diyot (1 adet)
- Multimetre (1 adet)

Diyotlar	Okunan Değer	Ölçülen Değer
Diyot 1. ölçüm		
Diyot 2. ölçüm		
Led diyot 1. ölçüm		
Led diyot 1. ölçüm		

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Multimetrenin probunu uygun kademeye alınız ve uçlarını diyodun bacaklarına dokundurunuz.
3. Multimetrenin problarını yer değiştirerek diyodun bacaklarına tekrar dokundurunuz.
4. Ekranda gösterilen değerleri kaydediniz (Görsel 10.57).
5. Led diyotun uçlarına multimetrenin problarını dokundurunuz. Multimetrenin problarını yer değiştirerek tekrar led diyot bacaklarına dokundurunuz.
6. Led diyodun doğru polarma altında ışık verdiğini gözlemleyiniz.
7. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Sorular

1. **Led diyotların nasıl ışık verdiğini araştırınız.**
2. **Renkli led diyotların çalışma voltajlarını araştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ölçü aletinin kademe ayarının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Diyotların sağlamlık kontrolünün yapılması	**20**	
No. :	LED diyodun uçlarının tespit edilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

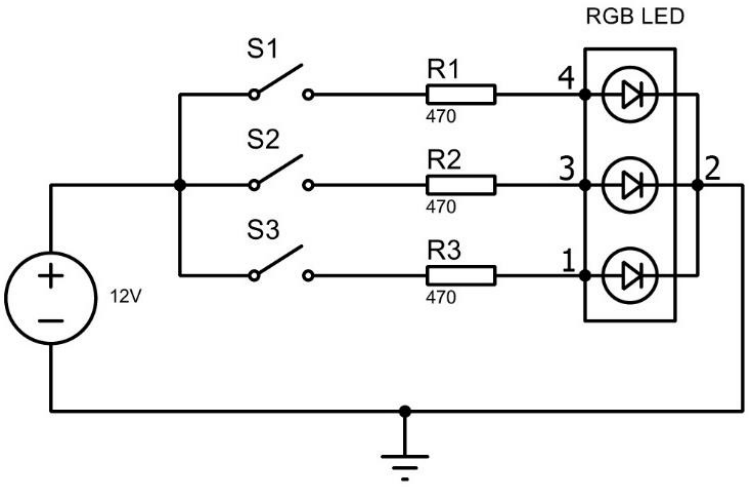
TEMRİN 10.5 RGB LED UYGULAMASI

Amaç: RGB led uygulama devresini yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Direnç 470 ohm (3 adet)
- RGB Led (3 adet)
- 12 V DC güç kaynağı (1 adet)
- Anahtar (3 adet)

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.58: RGB led devresi

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 10.58'deki RGB led devresini kurunuz.
3. S1 anahtarını kapatınız ve led diyot hangi renk ışık vermiş not ediniz.
4. S2 anahtarını kapatınız ve led diyot hangi renk ışık vermiş not ediniz.
5. S3 anahtarını kapatınız ve led diyot hangi renk ışık vermiş not ediniz.
6. Tüm anahtarları kapatınız ve led diyot ne renk ışık vermiş not ediniz.
7. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

An (Kapalı)	Led Diyot Işık Rengi
S1	
S1	
S3	
Tüm anahtarlar kapalı	

Sorular

1. **Devre girişine 24 volt enerji uygulansaydı direnç değerleri ne olurdu? Hesaplayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	RGB led devresinin kurulması	**20**	
Sınıfı :	Devredeki ledlerin verdiği renklerinin not edilmesi	**20**	
No. :	Devrenin açıklanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

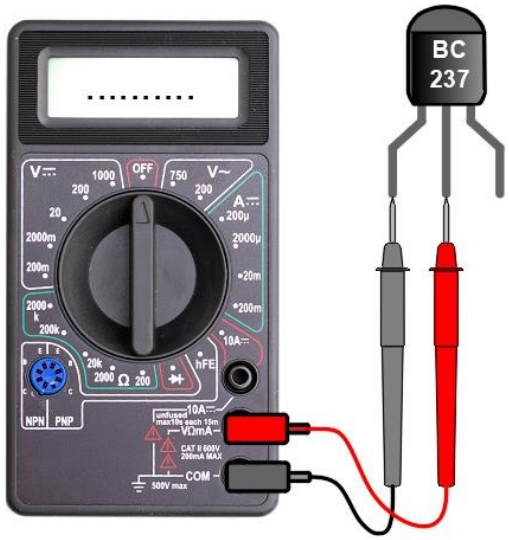
TEMRİN 10.6 TRANSİSTÖRÜN SAĞLAMLIK KONTROLÜ

Amaç: Transistör uçlarını bulmak ve sağlamlık kontrolünü yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Transistörler NPN ve PNP
- Multimetre (1 adet)

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.59: Transistör ölçümü

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Multimetreyi diyot test kademesine alarak multimetrenin bir probunu ayrı ayrı transistörün boştaki uçlarına dokundurunuz (Görsel 10.59).
3. Bu işlemleri multimetre değer gösterene kadar devam ettiriniz ve ekrandaki değerleri kaydediniz.
4. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Transistör Uçları Arası Ölçüm Değeri	1--2	1--3	2-1	2-3	3-1	3-2

Transistör Uç İsimleri	1	2	3	1	2	3

Transistör Durumu	Sağlam	Bozuk	Transistör Tipi	NPN	PNP

Sorular

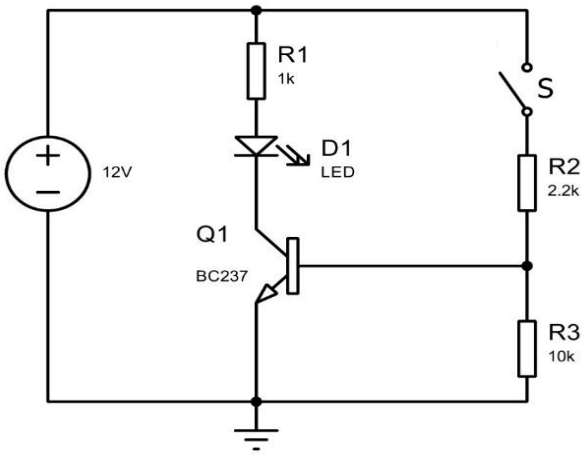
1. **Transistör tipini nasıl tespit edersiniz? Yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Ölçü aletinin uygun kademeye alınması	**20**	
Sınıfı :	Transistörlerin uçlarının bulunması	**20**	
No. :	Transistörlerin tipinin belirlenmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 10.7 TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK KULLANILMASI

Amaç: Transistörün anahtar olarak kullanılması uygulama devresini yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.60: Transistörün anahtar olarak kullanılması

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Transistör BC237 (1 adet)
- Direnç 1 kΩ, 2.2 kΩ, 10 kΩ
- Anahtar (1 adet)
- Ayarlı DC kaynak 12 V (1 adet)
- Kırmızı led (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 10.60'ta verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. S anahtarını kapatıp açarak devreyi gözlemleyiniz.
4. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Sorular

1. **Transistör hangi durumlarda iletken olur?**
2. **Transistör tipini değiştirirsek devrede nasıl bir değişiklik yaparsınız?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devrenin kurulması	**20**	
Sınıfı :	Devrenin gözlemlenmesi	**20**	
No. :	Devrenin açıklanması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

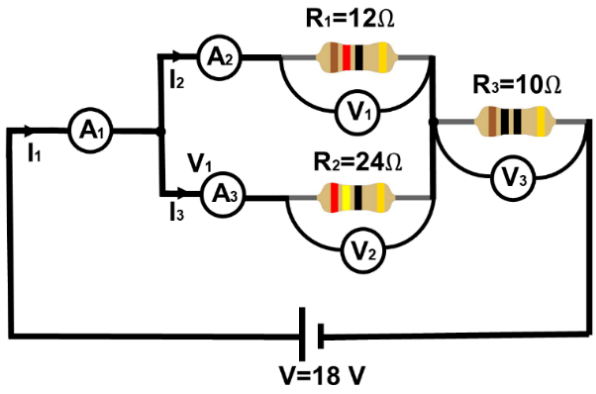
TEMRİN 10.8 ELEKTRONİK DEVRELERDE AKIM VE GERİLİM

Amaç: Elektronik devrelerde akım ve gerilim ölçümü yapmak.

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Direnç 12 Ω, 24 Ω, 10 Ω
- Breadboard (1 adet)
- Ayarlı DC kaynak 12 V (1 adet)
- Multimetre (1 adet)

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.61: Akım ve gerilim ölçme

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 10.61'de verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Devreye enerji vererek gözlemleyiniz.
4. Multimetre ile dirençler üzerine düşen gerilimi ölçünüz.
5. Multimetre ile devreden geçen akımları ölçünüz.
6. Devreden geçen akım ve voltaj değerlerini hesaplayarak ölçtüğünüz değerlerle karşılaştırınız.
7. Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

Güç Kaynağı	Ölçülen Gerilim	Hesaplanan Gerilim	Ölçülen Akım	Hesaplanan Akım

Sorular

1. **Ölçülen değer ile hesaplanan değer arasında fark var mı? Nedenini açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devre bağlantısının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Ölçü aletlerinin bağlanması	**20**	
No. :	Devrede akım ve gerilim ölçümlerinin yapılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Trimpot için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- **A)** Gücü düşüktür.
- **B)** Az ayar yapılan yerlerde kullanılır.
- **C)** Boyutları küçüktür.
- **D)** Mil yardımı ile ayar yapılır.
- **E)** Direnç değeri sabittir.

2. Aşağıdakilerden hangisi LDR için doğrudur?
- **A)** Isındıkça direnci düşer.
- **B)** Isındıkça direnci artar.
- **C)** Işıkla direnci düşer.
- **D)** Işıkla direnci artar.
- **E)** Direnci sabittir.

3. Kırmızı-mavi-sarı direncin değeri nedir?
- **A)** 264 Ω
- **B)** 26 kΩ
- **C)** 26 Ω
- **D)** 260000 Ω
- **E)** 2,6 kΩ

4. Kondansatör için aşağıda verilen ifadelerin hangisi yanlıştır?
- **A)** Elektrik enerjisini depo eder.
- **B)** İki yalıtkan arasında bir iletken bulunur.
- **C)** Birimi faraddır.
- **D)** Paralel bağlı kondansatörlerde toplam sığa, kapasitelerin aritmetik toplamına eşittir.
- **E)** Sabit ve ayarlı olmak üzere iki gruba ayrılır.

5. Üzerinde 102 yazan kondansatörün değeri kaçtır?
- **A)** 102 µF
- **B)** 100 nF
- **C)** 1 nF
- **D)** 0,1 µF
- **E)** 0,01 µF

6. Hangi diyot çeşidi doğultmada kullanılır?
- **A)** Kristal diyot
- **B)** Zener diyot
- **C)** LED
- **D)** Foto diyot
- **E)** Işık yayan diyot

7. LED'e seri direnç bağlanmasının amacı nedir?
- **A)** Akımı sınırlamak
- **B)** Isıyı düşürmek
- **C)** LED'in daha parlak ışık vermesine sağlamak
- **D)** Gerilimi sabitlemek
- **E)** LED'e ters yönde akım vermek

8. Aşağıdakilerden hangisi transistörün ayak isimlerindendir?
- **A)** Primer
- **B)** Emiter
- **C)** Geyt
- **D)** Sekonder
- **E)** Elektör

9. Aşağıdaki faktörlerden hangisi transistörün kararlı çalışmasını engellemez?
- **A)** Sıcaklık
- **B)** Frekans
- **C)** Nem
- **D)** Fiyat
- **E)** Işık

10. Aşağıdakilerden hangisi endüktansı etkileyen faktörlerden değildir?
- **A)** Sarım sayısı
- **B)** Nüvenin cinsi
- **C)** Tel kesiti
- **D)** Bobinin biçimi
- **E)** Uygulanan ortam

11. ÖĞRENME BİRİMİ

LEHİMLEME VE BASKI DEVRE

Bu öğrenme biriminde;

1. Lehimleme elemanlarını
2. Lehimleme uygulamaları yapmayı
3. Baskı devre elemanlarını
4. Baskı devre paterni çıkarmayı
5. Baskı devre plaketi çıkarmayı

öğreneceksiniz.

LEHİMLEME ELEMANLARI

BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Elektronik elemanları birbirlerine nasıl birleştirebilirsiniz? Araştırınız.
- Bozuk bir elektronik cihazı açıp içine baktınız mı? Bu cihazı sökebilmek için neler yapılmalıdır?
- Baskı devre plaketini oluşturan katmanların neler olduğunu araştırınız.

11.1.1 Lehimlemede Kullanılan Araç Gereçler

Elektronik devrelerde devre elamanlarını ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere **lehim** denir. Lehim ile yapılan işleme ise **lehimleme** denir. Elektrik akımı, devre elemanlarının içinde lehimleme sayesinde elamanları çalıştıracak şekilde dolaşır. Lehimleme işlemi yapılırken birçok araç gereç kullanılır.

11.1.1.1 Lehim Teli

Elektronik devre elemanlarının birbirine veya plaket yüzeyine tutturulması için kullanılan malzemeye denir. Kalay ve kurşun karışımından meydana gelir. Genellikle %63 kalay ve %37 kurşun karışımından oluşur. İçeresinde kalay miktarının artırılması ile kalitesi yükselir. Elektrik elektronik devrelerin bağlantılarının birbirine tutturulmasında, yumuşak lehimleme kullanılır. Yumuşak lehimde direnç değerinin çok düşük olması, elektrik akımının iletilmesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Lehim telleri çeşitli kalınlıklarda üretilmektedir. Tüp veya makara olarak piyasada satılmaktadır (Görsel 11.1).

Görsel 11.1: Lehim teli ve havya

11.1.1.2 Lehim Pastası

Lehim pastası eriyen lehim telinin yüzeye daha rahat yapışması için kullanılır. Lehim pastası kusursuz bir lehimleme için önemlidir. Katı durumundadır ancak lehimleme anında eriyerek sıvı hâle gelir. Lehim pastası, pas ve oksit tabakayı yok eder; lehimlemeyi kolaylaştırır. Fazla kullanılması ise yüzeyin kirlenmesine ve kısa devre oluşumuna neden olur (Görsel 11.2).

Görsel 11.2: Lehim pastası

11.1.1.3 Havya

Havya, elektrik ve elektronik devrelerde elemanları birbirine lehimlemek için kullanılan yüksek ısı kaynağına denir. Havyalar genellikle elektrikli olarak imal edilir. Farklı amaçlarda, güçlerde ve fiziki özelliklerde havyalar mevcuttur. Kalem havya, tabanca havya, istasyonlu havya, gazlı havya gibi çeşitleri vardır. Havyalar, 200 ^{0}C ila 500 ^{0}C arasında ısı yayabilecek şekilde üretilebilir. Havyaların güçleri ise 5 W ile 300 W arasında değişebilir (Görsel 11.3).

Görsel 11.3: Elektrikli havya

11.1.1.4 Lehim Pompası

Lehim yapılacak yüzeyde bulunan eski lehimin temizlenmesi için kullanılır. Eski lehim ısıtılarak sıvı kıvama getirilir ve lehim pompası yardımı ile emilir (Görsel 11.4).

Görsel 11.4: Lehim pompası

11.1.1.5 Havya Altlığı

Havyanın çalışma sırasında, sıcağın etkisinden korunmak amacıyla kalem havyanın konulduğu altlığa **havya altlığı** denir (Görsel 11.5). Kalem havyalar yavaş ısındıkları için çalışma sırasında genellikle fişe takılı bırakılmakta ve sıcak kalmaktadır. Bu yüzden kalem havyanın ucu temas ettiği yerlere zarar verebilir. Elle dokunmak, vücudun herhangi bir yerine değdirmek yanıklara sebep olur. Bu nedenle havya altlığına gerek duyulmaktadır.

Görsel 11.5: Havya altlığı

11.1.1.6 Havya Uçları

Havya uçları, kullanıldıkça özelliğini kaybederek bozulur. Bu nedenle havya uçlarının ya düzeltilmesi ya da değiştirilmesi gerekir. Yapılan işlere uygun havya ucu kullanılmalıdır. Havya uçları, ısıyı iyi iletmelidir. Lehim kolay biçimde ucu kaplayabilmeli; lehimin kullanılması ve değiştirilmesi kolay olmalıdır. Yeni alınmış bir havyanın veya yeni değiştirilmiş ucun doğrudan kullanımı iyi sonuç vermez. Yeni takılan uçları önce temizleyip lehimle kaplamak gerekir (Görsel 11.6).

Görsel 11.6: Havya uçları

11.1.1.7 Havya Ucu Temizleme Teli

Havyanın ucunda lehim, vb. artıklar birikmişse ve lehim yapılmasına engel oluşuyorsa burada temizleme telleri kullanılır. Temizleme telini kullanırken telin kuru ve pislik içinde olmamasına ve elin havyaya yakın tutulmamasına dikkat edilmelidir (Görsel 11.7).

Görsel 11.7: Havya ucu temizleme teli

11.1.1.8 Cımbız

Parçaların board üzerine yerleştirilmesine ve board üzerinden çıkartılmasına yardımcı olması amacıyla cımbızlar kullanılırlar. Elektronik kartların tamir edilmesi sırasında elektronik elemanların sökülüp tekrar lehimlenmesinde sıkça kullanılır (Görsel 11.8).

Görsel 11.8: Cımbızlar

11.1.1.9 Büyüteç

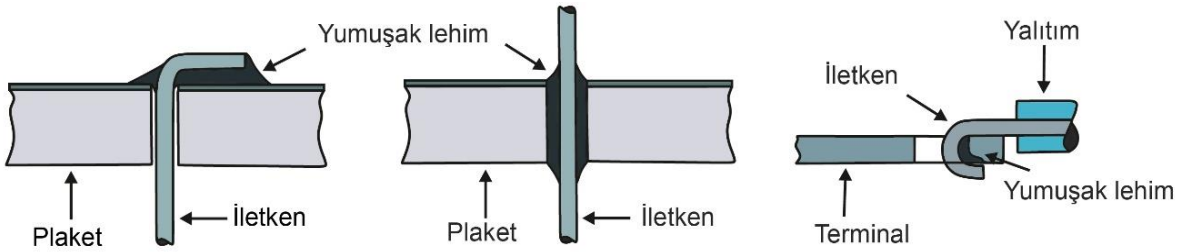
Büyüteç, cisimlerin görüntüsünü büyütmeye yarayan bir araçtır. Büyüteçler, elektronik devrelerde çoğunlukla küçük olan elemanları daha büyük ve daha net görebilmek; bu elemanları sökmek ve takmak için kullanılır (Görsel 11.9).

Görsel 11.9: Büyüteç

11.2.1 Lehimleme Çeşitleri

Lehimleme, yumuşak ve sert lehimleme olarak ikiye ayrılır.

Yumuşak Lehimleme: Çalışma ısısı 500 ^{0}C'nin altında yapılan lehimleme işlemidir. Düşük güçte ve sıcaklıklarda çalışan sistemlerde kullanılır. Günümüzde yaygın olarak elektronik sanayisinde kullanılan bu birleştirme tekniği, geçmişte ince kesitli malzemelerin birleştirilmesinde çok sık kullanılırdı (Görsel 11.10).



Görsel 11.10: Yumuşak lehimleme örnekleri

Sert Lehimleme: Çalışma ısısı 500 ^{0}C'den yüksek lehimleme şeklidir. Yumuşak lehime göre çok daha büyük kuvvetlerin taşınmasında kullanılır. Genel makine konstrüksiyonunda en çok kullanılan lehim grubudur.

11.2.2 Lehimleme Yöntemleri

Lehim Yapılacak Yerin Temizlenmesi: Lehim yapmadan önce lehimin yapılacağı yüzeyin veya eleman bacağının iyice temizlenmesi gerekir. Lehimin yapılacağı baskı devre yüzeyi çok ince zımpara kullanılarak zımparalanır. Eleman bacakları temizlenirken ince zımpara kullanılabileceği gibi çakı da kullanılabilir. Zımpara veya çakı ile yapılan bu temizlenen yerlerdeki küçük parçacıklar bir fırçayla giderilir.

Havya Ucunun Hazırlanması: Havya ucu, lehimleme işleminden önce kontrol edilmeli ıslak temizleme süngeri ile temizlenmelidir. Daha sonra havya ısıtılarak havya ucunda az bir miktarda lehimle kaplanması sağlanır.

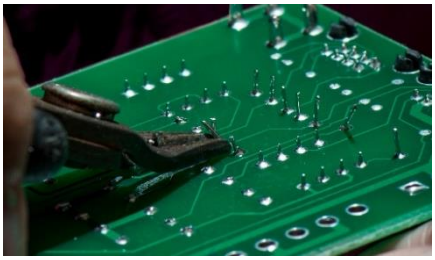
Lehimlemenin Yapılması: Isınmış ve temizlenmiş havya ucuna lehim dokundurularak erimesi kontrol edilir. Üzerine bir miktar lehim alması sağlanır. Temizlenerek hazırlanmış lehimlenecek parça üzerine de bir miktar lehim pastası sürülür. Isınmış havya ucu, lehimlenecek kısma dokundurulur ve bir miktar beklenir. Havya ucundaki lehim, lehimlenecek parçanın üzerine yapışır (Görsel 11.11).

Görsel 11.11: Lehimlemenin yapılması

Bu aşamadan sonra havyanın ucu lehimlenen elemanın üzerinden çekilmeli ve lehim yeri kesinlikle oynatılmamalıdır. Lehimleme anında havya ucundaki lehim yetersiz kalırsa, ısınan parçada eriyecek şekilde yeteri kadar lehim verilmelidir. Havyanın lehim yerinde kısa kalması, lehim yüzeyini pürüzlü; fazla kalması iğneli ve dağınık yapar. Normal sürede yapılan lehimin yüzeyi parlak, temiz, deliksiz, küçük ve doğal bir tepe görüntüsündedir.

Yapılan Lehimlerin Kontrol Edilmesi: Lehimlemenin yapılmasından sonra kontrol edilir. İyi bir lehim parlak durur ve tepe gibi bir yapısı vardır. Lehimde çatlaklık veya bir yana yığıntı olmamalıdır.

Eleman Tellerinin Kesilmesi: Lehimlemenin ardından uzunluğu fazla olan tellerin kesilmesi gerekmektedir. Bu uzunluğu fazla teller; keski ile dikkatlice kesilmeli, zorlanmamalıdır. Lehimi çatlatmamaya özen gösterilmelidir (Görsel 11.12).



Görsel 11.12: İletken uçlarının kesilmesi

11.2.3 İyi Bir Lehimleme Yapımı

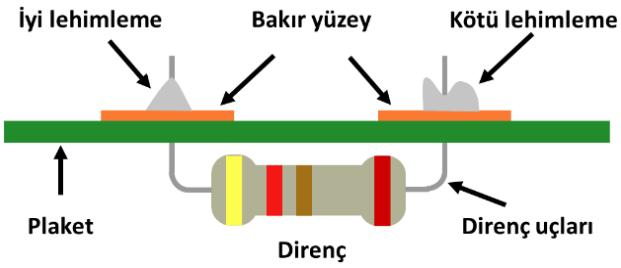
- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.
- Kaliteli lehim kullanılmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Havya uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir.
- Lehim erirken çıkan duman teneffüs edilmemelidir.
- Havyanın ucu lehim yapılan yeri ısıtmalı, ucun lehimle bir teması olmamalıdır. Lehim; ısınan yere değdirilmeli, erimesi beklenmelidir.
- Yeteri kadar lehim kullanılmalıdır.
- Lehim eridikten sonra tekrar donması için 2-3 saniye beklenmelidir. Bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapılıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre bakırı kalkabilir. Bu durumda lehimlenen yerde havya uzun süre bekletilmemelidir.

11.2.4 İyi Bir Lehimin Özellikleri

- Parlak bir görünüşü olmalıdır. Üzerinde ya da çevresinde pasta veya kir olmamalıdır.
- Yüzeyi düz, pürüzsüz ve deliksiz olmalıdır.
- Kubbemsi bir şekli olmalıdır. Çok yaygın ya da çok sivri olmamalıdır.
- Lehim el teması ile kendini bırakmamalıdır.

11.2.5 Lehimleme Hataları

- Kullanılan lehim miktarı az olmamalıdır. Az lehim kullanılırsa bağlantı sağlam olmaz.
- Kullanılan lehim miktarı çok olmamalıdır. Çok lehim kullanılırsa lehim yayılarak kısa devreye neden olabilir.
- Lehimleme yapılırken lehim donmadan elemanlar hareket ettirilirse lehim sağlam olmaz.
- Lehimleme yapılırken uygun havya sıcaklığı olmazsa soğuk lehim oluşur. Bu durumda malzemeler alana tam olarak bağlanamayarak bir süre sonra kopabilir.
- Lehimlenen yer temizlenmezse sağlıksız lehim oluşur. Belli süre sonra devrede arızaya yol açar.
- Yapılan lehim eşit dağılımlı olmalı ve sivri uç oluşmamalıdır.
- Yapılan lehim başka elemanlara veya bağlantı noktalarına temas etmemelidir.



Görsel 11.13: Doğru ve yanlış lehimlemeler

11.2.6 İletkenlerin Lehimlenmesi

İletkenler birbirine ya da baskı devre plaketine lehimlenirken bağlantının sağlam olması için iletken ucunun önceden lehimlenmesi gerekir. Bu işlem **ön lehimleme** olarak adlandırılır. Buna göre ön lehimleme asıl lehimlemenin daha sağlıklı olması için yapılan bir işlemdir.

Tek damarlı iletkenlerde ön lehimleme, iletken ucunun tam olarak temizlenmesi ve asıl lehimleme işlemine hazırlık işlevine sahiptir. Çok damarlı iletkenlerde ise bunlara ek olarak damarların toparlanması, dağılmanın önlenmesi gibi çok önemli faydaları vardır. Çok damarlı iletkenler ön lehimleme yapıldığında iletkenin ucu tek damarlı gibi olur. Asıl lehimleme işlemi sonucunda dağılma, saçaklanma gibi istenmeyen durumlar meydana gelmez.

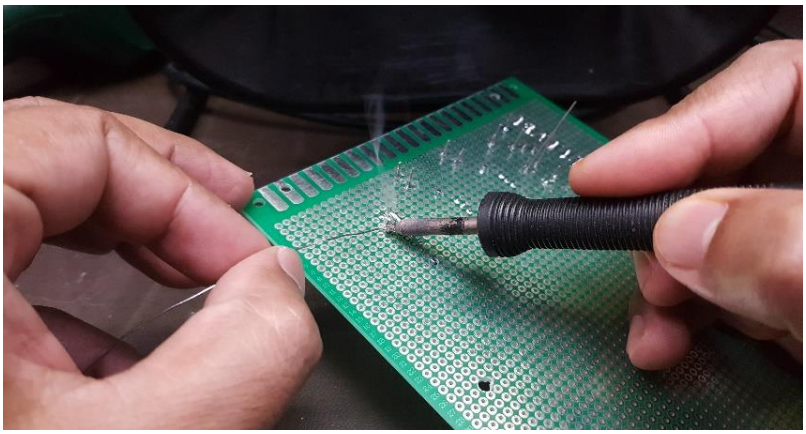
11.2.7 Devre Elemanlarının Lehimlenmesi

Direnç, kondansatör, transistör, diyot gibi elektronik devre elemanları bir devre oluşturmak üzere baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenerek birleştirir. Bu elemanların baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Öncelikle direnç, kondansatör, diyot gibi elemanlar lehimlenmelidir. Bu elemanların boyutları küçüktür ve bu elemanlar plakete yapışık durumdadır.
- Devreye lehimlenecek elemanların bacakları bükülürken üzerinde yazılı kod ve renklerin görünecek şekilde lehimlenmesine dikkat edilmelidir.
- Kondansatör, transistör gibi elemanlar plakete lehimlenirken plaketle eleman arasında mesafe bulunmalıdır. Transistör bacakları asla çapraz lehimlenmemelidir.
- Yarı iletken elemanlar ısıya karşı hassas olduğundan lehimlenirken bacakları cımbız ya da kargaburnunla tutularak ısı dağıtılmalıdır.
- Entegreler doğrudan doğruya plakete lehimlenmemelidir. Entegre soketi kullanılmalıdır. Entegrelerin bozulması sonucu değiştirilmesi oldukça zor olduğundan soket kullanılmalıdır.
- Entegre bacakları birbirine çok yakın olduğundan kullanılan havya ucunun ince olması gerekmektedir.
- Plaket yüzeyindeki elemanlar birbirlerine temas etmemelidir.
- Lehimlemeden sonra elemanın bacağının artan kısmı kesilmelidir.

Baskı devre çıkarma işlemi uzun sürdüğü için bazı basit elektronik devreler için geliştirilmiş plaketlere **üniversal (delikli) plaket** denir. Bu deliklerin çevreleri bakır kaplı olup iletkenler ve malzemeler buraya lehimlenir. Özellikle basit şemaların baskı devresi çıkartılmadan denenmelerinde çok yaygın olarak kullanılır (Görsel 11.14).

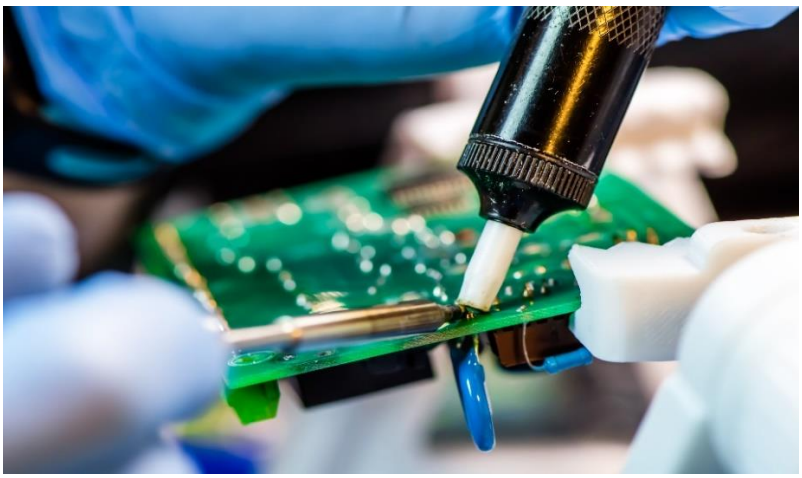
Elektronik devre elemanlarını plaketlerin üzerine lehimlemeden önce, bacaklarını elemana göre bükmek gerekir. Bacakları bükülürken üzerindeki yazılar okunacak şekilde olmalıdır. Elemanların ayakları çok uzun veya çok kısa bırakılmamalıdır.



Görsel 11.14: Üniversal plaket üzerine lehimleme yapılması

11.2.8 Lehimlemenin Sökülmesi İşlemi

Elektronik devrelerde arıza durumunda parça değiştirilmesi en sık rastlanan işlerdendir. Değiştirilecek parça, baskı devreye ya da diğer elemanlara lehimlenerek tutturulmuşsa bu elemanın bağlantısını sağlayan lehimin eritilmesi gerekir. Bazen sadece eritme yetmez, o bölgede bulunan tüm lehimin alınması gerekir. Direnç, diyot gibi iki bacaklı elemanları bağlı oldukları yerden sökerken sadece tek bacaktaki lehimin eritilip elemanın o yönden çekilmesi bağlantıdan kurtarılması daha sonra da aynı işlemin diğer bacak için yapılması yeterlidir. Buna göre iki bacaklı elemanların bükülmesinde lehimi eritmek için havya; parçayı çekmek için kargaburun, cımbız gibi aletler kullanılır (Görsel 11.15). Bunların dışında özel bir lehim sökücü kullanılması gerekli de olmayabilir.



Görsel 11.15: Lehim pompası ile lehim sökme işlemi

Entegreleri, lehimli oldukları yerden sökerken bacakları tek tek kurtarmak mümkün olmadığı için her bacağın bağlantısındaki lehimi eritip o bölgeden tamamen almak gerekir. Lehimin tamamen temizlenip alınmasında lehim pompası, lehim sökme istasyonları veya lehim emme fitili kullanılır.

Lehimlemenin sökülüp, malzemenin takılıp çıkarılmasında oluşan belli başlı aksaklıklar şunlardır:

- Etraftaki direnç, kondansatör gibi küçük malzemelerin, uygulanan sıcak hava etkisiyle yerlerinden sökülerek uçuşması ve kaybolması
- Yakında bulunan BGA (yüzey montaj) entegrenin altındaki lehimlerin zarar görmesi
- Yüksek ısı veya yetersiz koruma önlemleri sonucunda kart yuvalarının, pil konektörünün, anahtarların vb. zarar görmesi
- Yetersiz ısıtılmış malzemelerin zorlanarak sökülmesi neticesinde pad kopuklarının oluşması
- Aşırı ısı nedeniyle entegrelerin bozulması
- Aşırı ısı nedeniyle soğuk lehimlemenin meydana gelmesi

11.3.1 Baskı Devre

Elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve bu elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakırlı yüzde oluşturulan yollarla sağlandığı plakalara **baskı devre** veya **baskı devre plaketi** denir (Görsel 11.16). Baskı devre plaketinin tek tarafı ya da iki yüzü bakırla kaplı olabilir. Bazı baskı devre plaketleri tek katlı ya da çok katlı olarak yapılabilir.

Görsel 11.16: Baskı devre plaketi

Baskı devrenin avantajları şunlardır:

- Elektronik devrelerin seri üretimi kolaylaşır.
- Cihazların fiziki boyutları küçülür, ağırlığı azalır.
- Seri üretimin artması sonucu cihazların fiyatları düşer.
- Baskı devre plaketi malzemeleri toparlayacağından devre sadeleşir, yapımı ve onarımı kolaylaşır.
- Bakır yollar sayesinde kablo yığını oluşmaz.
- SMD elektronik devrelerinin artmasıyla birlikte devre ölçüleri küçülür ve ağırlığı azalır.

11.3.2 Baskı Devrede Kullanılan Araç Gereçler

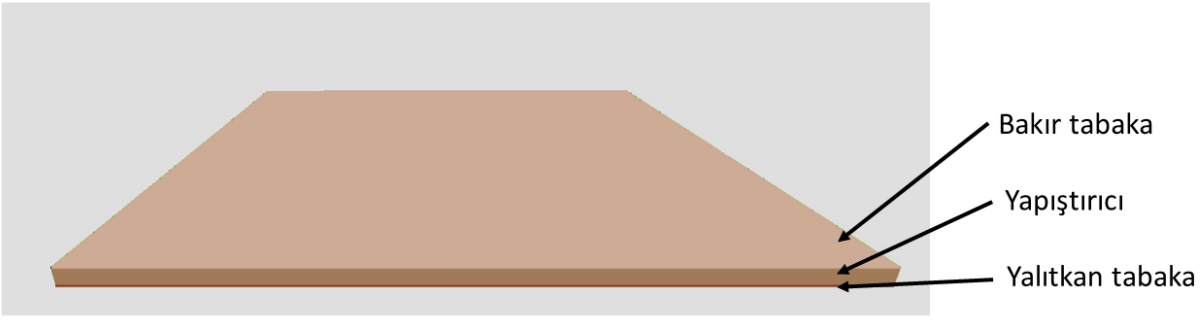
Baskı devre yapımında kullanılan araç gereçler, baskı devre çıkarma yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir. Burada belli başlı baskı devre çıkarmada kullanılan araç ve gereçler üzerinde durulacaktır.

11.3.2.1 Baskı Devre Plaketi ve Yapısı

Elektronik devre elemanlarının lehimlenerek üzerine yerleştirilen plakalardır. Bu plakalar üzerinde bulunan bakırlı yüzeydeki yollar ile devre elemanları arasındaki elektriksel bağlantı sağlanır.

Baskı devrelerde yalıtkan plaket üzerine ince bir bakır tabakası, güçlü ve dayanıklı bir yapıştırıcı ile tutturulmuştur. Baskı devrelerde bakır yüzeyin bir bölümü eritilerek bakır yollar meydana getirilir. Baskı devre üzerine yerleştirilen devre elemanlarının bacakları deliklerden geçirilir ve alt bölümdeki bakırlı bölgeye lehimlenir. Elektronik devre elemanları bu bakırlı yollar aracılığıyla birbirine bağlanır. Böylece devre elemanı hem fiziki hem de elektriksel olarak devreye bağlamış olur (Görsel 11.17).

Baskı devre çizilmesi sürecine, elemanların plaket üzerine yerleşim planı yapılarak başlanır. Yerleşim planı yapılırken estetik görünüş yanında, bazı teknik özelliklere de dikkat etmek gerekmektedir.



Görsel 11.17: Bakır plaketin katmanları

11.3.2.2 Baskı Devre Kalemi

Kâğıt üzerine yapılan çizim, bakırlı plaketin bakır kaplı olan yüzüne baskı devre kalemi ile aktarılır. Aktarma işlemi elle yapılır. Bu yöntem basit ve kalitenin pek aranmadığı uygulamalarda tercih edilir. Sonuçta, bakırlı yolların elle çizilmiş olduğu belli olur. Baskı devre kaleminin özelliği çizilen yollar kuruduktan sonra eritici sıvıda boyanın kalkmamasıdır. Baskı devre kalemi **permanant kalem** olarak da bilinir (Görsel 11.18).

Görsel 11.18: Baskı devre kalemi

11.3.2.3 Testere

Küçük plaketler daha çok, ince uçlu demir testere ile kesilebilir. Bakırlı yüzey üste getirilmelidir. Kesme hızı yavaş olmalı ve plakette zorlama, eğme, bükme yapılmamalıdır (Görsel 11.19).

Görsel 11.19: Testere

11.3.2.4 Giyotin Makas

Sac veya presbant kesmek için kullanılan giyotin makas, baskı devre plaketi kesmek için de kullanır. Giyotin makasın emniyet kilidinin olmasına dikkat edilmelidir. Kesilecek plaket, giyotinin kesme kapasitesinden fazla olmamalıdır. Sert ve çok kalın malzemeler kesilmemelidir. Bazı plaketler oda sıcaklığında kesilirse çatlama ve yırtıklar oluşabilir (Görsel 11.20).

Görsel 11.20: Giyotin makas

11.3.2.5 Maket Bıçağı

Baskı devre plaketinin kesilmesinde kullanılan bir diğer alet maket bıçağıdır. Özel olarak plaket kesme işlemi için üretilmiş bıçaklar da vardır (Görsel 11.21).

Görsel 11.21: Maket bıçağı

11.3.2.6 Zımpara veya Sünger

Baskı devre plaketi kesildikten sonra üzerinde herhangi bir tortu varsa temizlenmelidir. Bakırın suda çözülme işlemi bittikten sonra da üzerindeki asetatı temizlemek için zımpara veya sünger kullanılır (Görsel 11.22).

Görsel 11.22: Zımpara

11.3.2.7 Aydınger Kâğıdı

Aydınger kâğıdı; kaygan yüzeyli, yarı saydam, genel olarak çizim yaparken ve yapılan çizimleri kopyalarken kullanılan özel bir kâğıt çeşididir. Mimarlıkta ve elektronik baskı devrelerde çizim için resim çoğaltma maksadı ile kullanılır (Görsel 11.23).

Görsel 11.23: Aydınger kâğıdı

11.3.2.8 Tuz Ruhu ve Perhidrol

Bakır plaketi eritme işleminde kullanılan kimyasallardır. Fe_3Cl karışımının temelinde perhidrol (hidrojen peroksit) ile tuz ruhu (hidroklorik asit) bulunur (Görsel 11.24). Bir baskı devrenin yapım işleminde 3 ölçek tuz ruhu ve 1 ölçek perhidrol karışımı kullanılır. Bu işlem plastik kap içeresinde 5-15 dakika arası sürer. Bu işlem sonunda su ile iyi şekilde temizlenmelidir.

Görsel 11.24: Perhidrol ve tuz ruhu

11.4.1 Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması

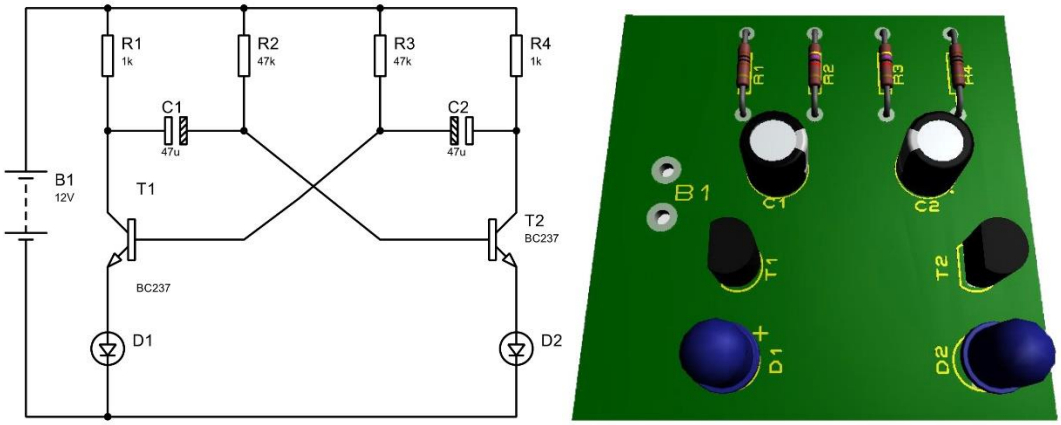
Baskı devre tasarlanırken öncelikle devrede kullanılacak elektronik malzemelerin fiziki boyutlarının bilinmesi gerekir. Elektronik devre şeması, devredeki elemanların boyutları da dikkate alınarak elle ya da bilgisayar ile çizilir.

Uygulanacak devrenin büyüklüğüne göre baskı devre plaketleri istenilen ölçülerde olmayabilir. Bunun için bu plaketleri kesmek gerekir. Kesme işlemi genel olarak giyotin makas, maket bıçağı ya da testere kullanılarak yapılır (Görsel 11.25).

Görsel 11.25: Baskı devre plaketi kesme

11.4.2 Baskı Devre Patern Oluşturma

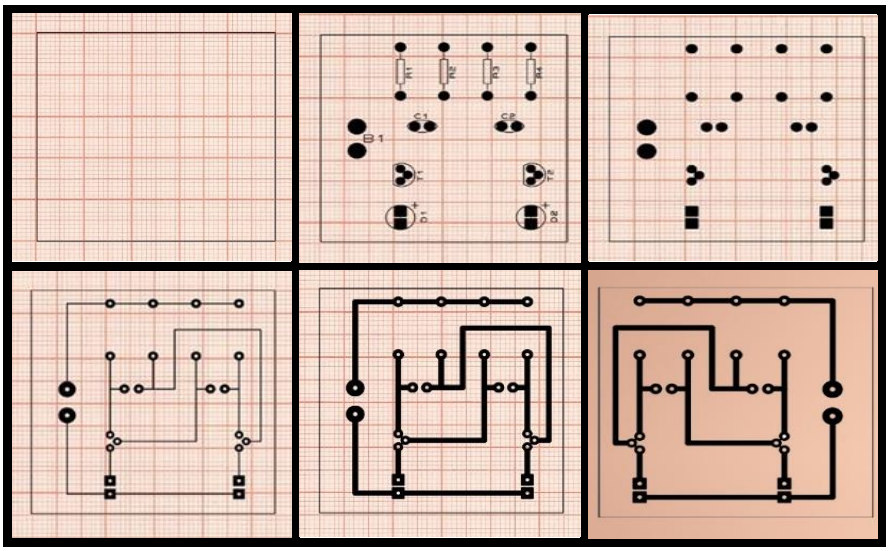
Elektronik devre şemasının baskı devresi oluşturularak bakır plaket üzerine aktarılacak duruma getirilmiş şekline **patern** denir. Paterni çıkarılan bir devrenin bakır plakete aktarmadan önce uygun ölçülerde kesilmesi ve üzeri temizlenmesi gerekir.



Görsel 11.26: Elektronik devre şeması

Baskı devre plaketi üzerine aktarılacak olan paternin çıkarılabilmesi için milimetrik kâğıt kullanılır. Devre elemanlarının boyutları göz önüne alınarak, elemanlar milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilir.

Plaketin elemanlı yüzü kabul edilir. Eleman bacaklarının geleceği delik yerleri arasına semboller çizilir. Devreye uygun olarak hatlar koyulaştırılır.

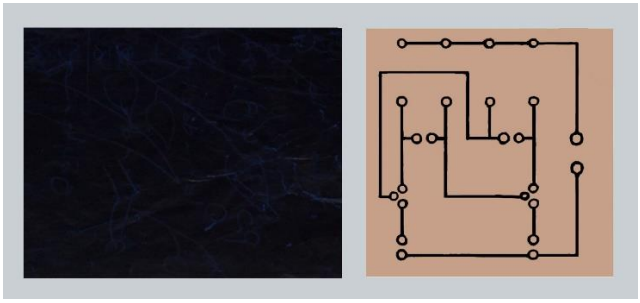


Görsel 11.27: Baskı devre patern oluşturma aşamaları

Milimetrik kâğıt ters çevrilerek, eleman bacaklarının geleceği yerler ve hatlar işaretlenip çizilir. Plaketin bakırlı yüzü kabul edilir. Hazırlanan patern uygun bir metotla bakırlı yüzeye aktarılır. Hat kalınlıkları 1,5-2 mm, bağlantı noktaları 3-5 mm olarak çizilir (Görsel 11.27).

Patern oluştururken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Baskı devrede bağlantı yolları birbirini kesmemelidir.
- Bağlantı yolları arasında en az sayıda atlama kullanılmalı, mümkünse hiç atlama olmamalıdır.
- İletken yolları oluşturan bağlantı noktalarının kalınlığı en az 0,2 mm olmalıdır.
- Elektronik malzemelerin plaket üzerindeki lehimlendiği dairesel noktalara pad adı verilir. Baskı devrelerde padin dış çapı en az 2 mm, iç delik çapı ortalama 1 mm olmalıdır.
- Bağlantı yolları arası mesafe en az 1 mm olmalıdır.
- Bağlantı yolları dönüm noktalarında 90° dik olmamalıdır. Kollara ayrılan bağlantılarda dik bağlantı yoları kullanılabilir.
- Devre elemanlarının ayakları arasındaki mesafe birebir ölçülmeli ve baskı devrede kullanılan padler arası mesafe buna göre ayarlanmalıdır.
- Hiçbir devre elemanının gövdesi birbirine temas etmemelidir.
- Devre elemanları baskı devre kartına kenarlarda en az 5 mm kalacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Elemanların konum planlaması göze hoş gelecek şekilde olmalıdır.
- Elemanlar mümkün olduğunca yatayda ve dikeyde hizalanmalıdır.



Görsel 11.28: Karbon film kullanarak patern oluşturma

Çizilen devreyi plakete kolay yoldan aktarmanın bir yolu da karbon kâğıdı kullanarak çizimin plakete yansıtılmasıdır. Bir karbon filme veya film üstünde çizilen devrede kalemle üzerinden geçilmesi sonucu, kâğıt aracılığı ile plakete çizim yansıtılmış olur. Böylece plakette çizim işlemi daha kolaylaşır (Görsel 11.28).

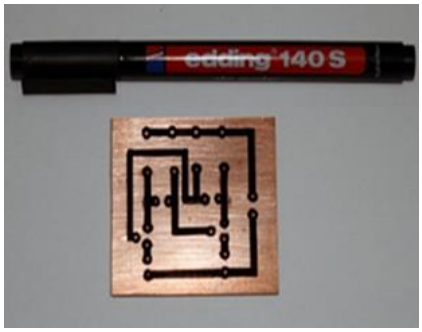
11.5.1 Baskı Devre Çıkarma Yöntemleri

Baskı devre çıkarmak için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği üretilecek kart sayısı ya da profesyonel üretim yapılıp yapılmayacağı ile ilgilidir. Çok sayıda kart basımı veya karmaşık bir devre söz konusu olduğunda baskı devre üreten atölyelerde uygulanan serigrafi tekniği tercih edilir. Ama amatör işlerde ve çok sayıda üretim yapılmayacak ise baskı devre kalemi ya da ütü metotları daha uygundur.

11.5.1.1 Baskı Devre Kalemi Metodu

Kâğıt üzerine yapılan çizim bakırlı plaketin bakır kaplı olan yüzüne baskı devre kalemi ile aktarılır. Baskı devre kalemlerine **permanant kalem** de denir. Baskı devre kalemleri aside dayanıklı kalemlerdir. Çeşitli uçlarda baskı devre kalemleri vardır. İnce uçlu (S) ve kalın uçlu (M) en çok kullanılan baskı devre kalemleridir. Baskı devre şemasına uygun uçlu baskı devre kalemleri kullanılmalıdır.

Aktarma işlemi el ile yapılır. Bu yöntem basit ve kalitenin pek aranmadığı uygulamalarda tercih edilir. Sonuçta, bakırlı yolların elle çizilmiş olduğu belli olur. Baskı devre kaleminin özelliği çizilen yollar kuruduktan sonra eritici sıvıda boyanın kalkmamasıdır (Görsel 11.29).



Görsel 11.29: Baskı devre kalemi ile çizim

11.5.1.2 Ütü ile Baskı Devre Çıkarma

Elektronik devrenin baskı devresi hazırlandıktan sonra lazer yazıcıdan asetat ya da kuşe kâğıda çıktı alınır. Burada yapılmak istenen lazer yazıcıdaki toneri kâğıda, ütünün ısısını kullanarak da kağıttaki toneri bakır plakete kaliteli şekilde aktarmaktır (Görsel 11.30).

Görsel 11.30: Ütü ile baskı devre çıkarma

11.5.1.3 Serigrafi Yöntemi

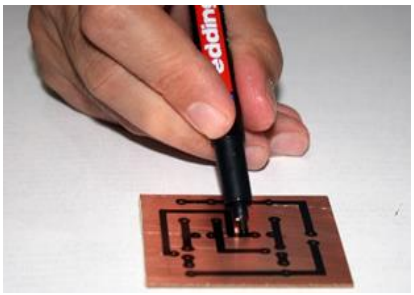
Serigrafi yöntemi, seri üretim yapılan yerlerde kullanılır. Serigrafi yönteminde baskı devre şeması çerçeve üzerine gerili ipek kalıp üzerine çıkarılır. Çıkarılan kalıp ile binlerce baskı devre çıkarılabilir. Sadece baskı devre değil birçok sektörde kullanılmaktadır. Özellikle reklamcıların kullandığı bir yöntemdir. İpeğin birim alanda gözenek sayısının fazla olması yapılan işin kalitesini arttıracaktır. Plaketin boyutlarına uygun boyda çerçeve kullanılmalıdır. İpek yüzey ışığa duyarlı maddelerden biriyle kaplanır.

11.5.2 Plaketin Banyo İşlemi

Baskı devre kalem metodunda pozlandırma ve banyo işlemleri yoktur. Foto rezist ve serigrafi yöntemlerinde de banyo işlemi farklıdır ve daha profesyonel işlerde tercih edilir. Banyo işleminin amacı pozlandırma işlemi sonucunda plaket üzerinde kalan ışığa duyarlı maddenin gereksiz kısımlarının temizlenmesidir.

11.5.3 Baskı Devrenin Plakete Aktarılması

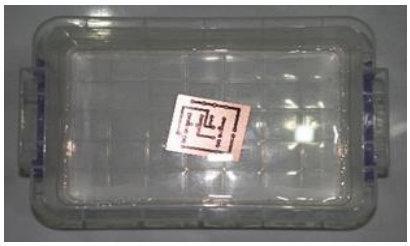
Baskı devresi çizilmiş olan elektronik şema kuşe kâğıt ya da asetat kâğıda çıktı alınır. Baskı devre ölçülerine göre bakır plaket hazırlanır. Bakır plaketin yüzeyinin temiz olmasına dikkat edilir. Herhangi bir yabancı madde varsa temizlenmelidir. Çıktısı alınan çizim şeması, baskı devre plaketinin bakır yüzeyine gelecek şekilde yerleştirilir. Herhangi bir kayma olmamasına dikkat edilmelidir. Ütü ısıtıldıktan sonra kâğıt üzerinde gezdirilerek üzerine bastırılır. Böylece lazer yazıcı mürekkebi eriyerek kâğıttan bakır plakete geçecektir. Eğer çıkmayan yollar var ise baskı devre kalemi ile üzerinden geçerek düzeltme yapılabilir (Görsel 11.31).



Görsel 11.31: Baskı devre çizimi

11.5.4 Plaketin Aside Atılması

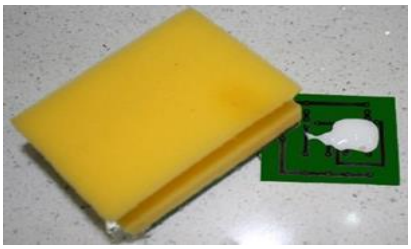
Baskı devre plaketinin bakırlı yüzünde kalması gereken bakır yollar dışındaki bakırın plaketten ayrılması gerekir. Eritici olarak tuz ruhu-perhidrol karışımı kullanılabilir. Genel olarak 5 ölçek tuz ruhuna karşılık 1 ölçek perhidrol eklenerek karışım yapılır. Eritme işlemini hızlandırmak için kabı hafifçe sallandırmak mümkündür. Eritme işleminde kullanılan çözeltinin cilde sıçraması tehlikelidir. Bu nedenle eritme işlemi dikkatle yapılmalıdır (Görsel 11.32).



Görsel 11.32: Plaketin aside atılması

11.5.5 Bakırlı Plaketin Temizlenmesi

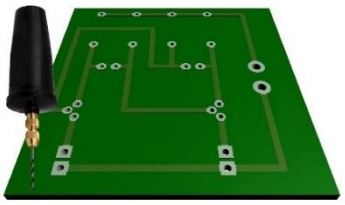
Bakırlı plaketin erime işlemi tamamlandıktan sonra plaket çözelti içerisinden alınarak bol suyla yıkanır. Plaket üzerindeki boyaları çıkarmak için tiner veya toz deterjan ile temizlenir. Kart temizlendikten sonra gözle ve multimetre ile bakır yolların kontrolü yapılmalıdır. Kontrolden sonra bakır yüzün oksitlenmeden korunması ve lehimin kolayca yapılabilmesi için varsa koruyucu vernikle plaket kaplanmalıdır (Görsel 11.33).



Görsel 11.33: Plaketin temizlenmesi

11.5.6 Plaketin Delinmesi

Hazırlanan baskı devresi plaketi üzerine yerleştirilecek devre elemanların lehimlenmesi için matkapla delik açılması gerekir. Plakete lehim yapılacak olan elektronik devre elemanının bacak çapı dikkate alınarak uygun matkap ucu kullanılmalıdır (Görsel 11.34).



Görsel 11.34: Plaketin delinmesi

11.5.7 Plaket Üzerine Devre Elemanlarının Montajı

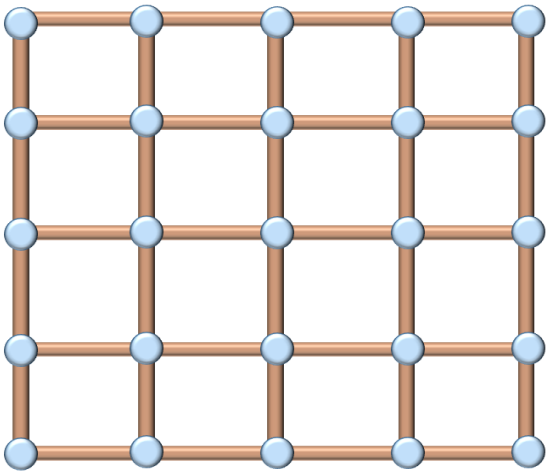
Montaj işlemi, devre elemanlarının plaket üzerine yerleştirilmeleri ve lehimlenmeleri aşamasını içerir. Devrenin sağlıklı çalışması ve plaketin alacağı son görünümü belirlemesi bakımından elemanların montaj aşaması çok önemlidir. Dizayn aşamasında titiz davranılmış bir kartın montajı da özenle yapılırsa görünüşü düzenli, kullanışlı ve en önemlisi sağlıklı olarak çalışan bir devre elde edilmiş olur (Görsel 11.35).

Görsel 11.35: Elemanlarının montajı

TEMRİN 11.1 — ÖN LEHİMLEME VE KAFES YAPIMI

Amaç: İletkenler üzerinde lehimleme uygulamaları yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 11.36: Ön Lehimleme ve kafes yapımı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 1,5 mm² iletken kablo
- Havya (1 adet)
- Lehim teli (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. İletken uçlarını, verilen ölçülerde soyunuz.
3. Havyayı ısıtınız ve iletken uçlarına ön lehimleme yapınız.
4. İletken uçlarını birleştirerek birleşme noktasını lehimleyiniz.
5. 10 cm uzunluğunda 10 adet 1,5 mm² lik iletkenler kesiniz. İletken izolelerini soyunuz.
6. Köşe uçlarını ön lehimleme yaptıktan sonra birleştirerek birbirlerine lehimleyiniz (Görsel 11.36).
7. Diğer iletkenleri, verilen ölçülerde birleştirerek lehimleme işlemini tamamlayınız.
8. Kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

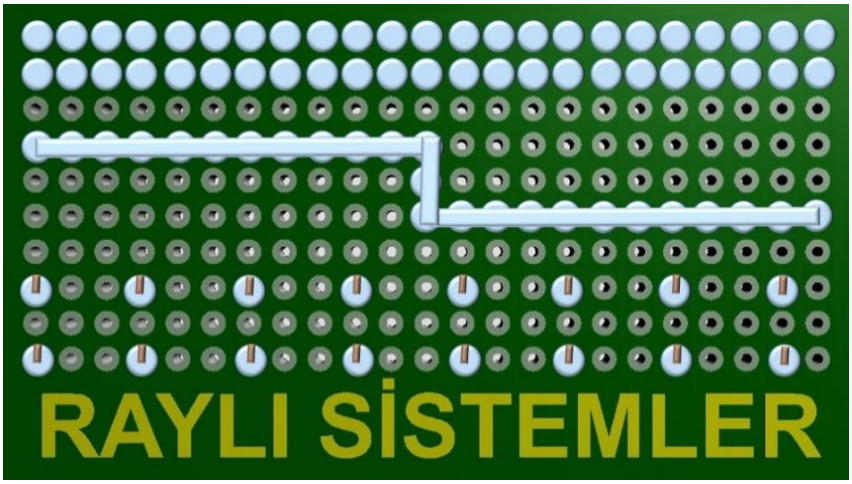
1. **Lehim pastasını kullanma amacınızı yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Uygun uzunlukta tellerin kesilmesi	**20**	
Sınıfı :	Tellerin yalıtkanlarının soyulması	**20**	
No. :	İletken uçlarının lehimlenmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 11.2 DELİKLİ PLAKET İLE LEHİMLEME ÇALIŞMASI

Amaç: Delikli plaket üzerinde lehimleme uygulamaları yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 11.37: Delikli plakette lehimleme yapımı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- 0,5 mm² iletken kablo
- Havya (1 adet)
- Lehim teli (1 adet)
- Delikli plaket (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Delikli plaket üzerine birkaç sıra lehimleme yapınız.
3. Yapılan lehimlerin birbirine temas etmemesine dikkat ediniz.
4. Birkaç sıra lehim daha yaparak bu lehimleri birleştirip bir hat oluşturunuz.
5. Zil teli kullanarak plaket üzerine lehimleme çalışması yapınız (Görsel 11.37).
6. Yapmış olduğunuz lehimlerin düzgün olmasına dikkat ediniz.
7. İletkenim fazla kısımlarını lehime zarar vermeden kesiniz.
8. Kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

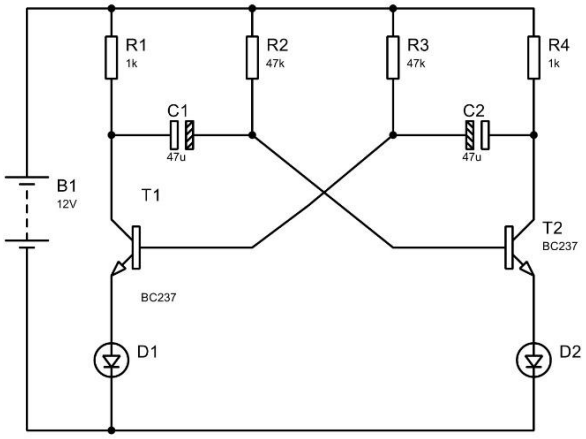
1. **Delikli plaket hangi amaçla kullanılır?**
2. **Havya çeşitleri nelerdir? Araştırınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Uygun uzunlukta tellerin kesilmesi	**20**	
Sınıfı :	Tellerin yalıtkanlarının soyulması	**20**	
No. :	İletken uçlarının delikli plakete lehimlenmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 11.3 — BASKI DEVRE ÇİZİMİ

Amaç: Baskı devre çizimi uygulaması yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 11.38: Baskı devre çizimi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Plaket (1 adet)
- Baskı devre kâğıdı (1 adet)
- Baskı devre kalemi (1 adet)
- Maket bıçağı (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 11.38'deki elektronik devreyi çiziniz.
3. Devre şemasındaki elemanların gerçek boyutlarını da dikkate alarak baskı devre şeklini çiziniz.
4. Baskı devre şeklini aydınger kâğıdına yeniden çiziniz.
5. Aydınger kâğıdına çizdiğiniz baskı devreyi tersten karbon kâğıdı kullanarak plaket üzerine aktarınız.
6. Plaket üzerine çıkan izlerden baskı devre kalemi ile geçerek devreyi çiziniz.
7. Asit eriğini hazırlayanız ve plaketi atınız. Boyasız yüzeylerin tamamen erimesini sağlayınız.
8. Plaketi asit eriğinden çıkararak su ile yıkayınız ve plaketin üzerindeki boyayı çıkarınız.
9. Kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

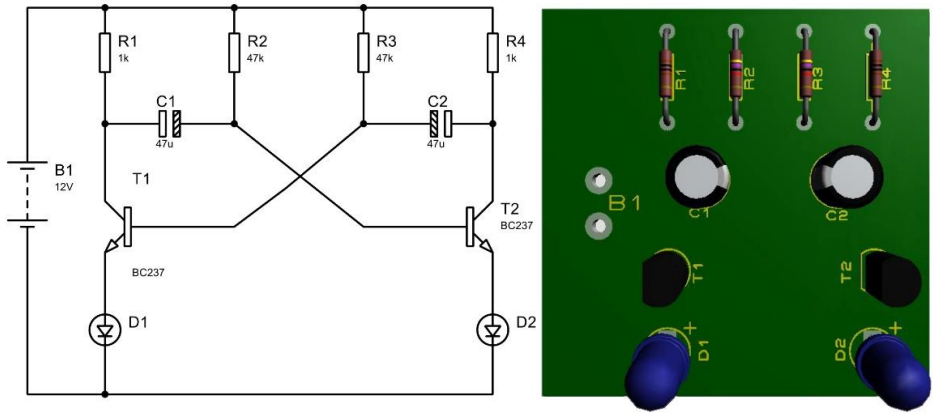
1. **Baskı devre çıkarma yöntemleri nelerdir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Uygun ölçülerde bakır plaketin kesilmesi	**20**	
Sınıfı :	Baskı devrenin milimetrik kâğıt üzerine çizilmesi	**20**	
No. :	Devrenin plaket üzerinde çizilmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 11.4 BASKI DEVRE MONTAJI

Amaç: Baskı devre montajı uygulaması yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 11.39: Baskı devre montajı

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Plaket (1 adet)
- Baskı devre matkabı (1 adet)
- Havya (1 adet)
- Lehim teli (1 adet)
- Yan keski (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Matkap kullanarak Görsel 11.39'daki pad yerlerinden plaketi deliniz.
3. Küçük boyuttaki elektronik malzemelerden başlayarak elemanları yerleştiriniz.
4. Devre şemasını da dikkate alarak elemanları lehimleyiniz.
5. Yan keski ile lehimlenen elemanların fazla uçlarını kesiniz.
6. Devreye öğretmen gözetiminde enerji vererek devreyi test ediniz.
7. Kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

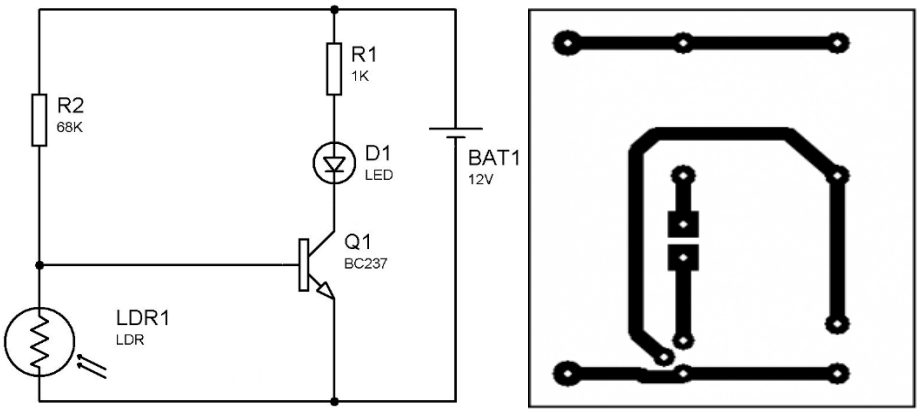
1. **Baskı devrenin avantajları neler? Yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Şemaya göre gerekli elemanların temin edilmesi	**20**	
Sınıfı :	Devre elemanlarının yerleşeceği deliklerin delinmesi	**20**	
No. :	Devre elemanlarının yerlerine lehimlenmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 11.5 ÜTÜ YÖNTEMİ İLE BASKI DEVRE ÇIKARMA

Amaç: Ütü yöntemi ile baskı devre uygulaması yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 11.40: Ütü yöntemi ile baskı devre çıkarma

Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Plaket (1 adet)
- Ütü (1 adet)
- Baskı devre kâğıdı
- Lehim teli
- Havya
- Yan keski

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Bilgisayar ortamında elektronik devrenin baskı devresini oluşturunuz (Görsel 11.40).
3. Çizdiğiniz baskı devrenin çıktısını kuşe kâğıda ya da yağlı kâğıda alınız.
4. Baskı devre boyutuna göre plaket kesiniz ve baskı devre çıktısını plaket üzerine yapıştırınız.
5. Ütü ile kâğıt üzerinden bastırarak geçiniz. Kâğıt üzerindeki mürekkep plaket üzerine geçecektir.
6. Kâğıdı plaketten ayırınız ve plaketi çözelti içine atınız.
7. İşaretli yollar dışındaki bakırın eridiğinden emin olduktan sonra plaketi çıkarınız ve bol su ile yıkayınız.
8. Kullanmış olduğunuz malzemeleri teslim ediniz.

Sorular

1. **Baskı devre çıktısını başka hangi kâğıtlara alabilirsiniz?**
2. **Ütü yönteminin tercih edilme nedenlerini yazınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Baskı devre çıktısına göre plaketin kesilmesi	**20**	
Sınıfı :	Baskı devrenin ütü ile plakete aktarılması	**20**	
No. :	Plaketin çözeltilerden arındırılması	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için elamanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere ne denir?
- **A)** Kaynak
- **B)** Havya
- **C)** Lehim
- **D)** Kablo
- **E)** Tel

2. Lehim teli alaşım olarak hangi metallerin karışımından oluşur?
- **A)** Kalay-kurşun
- **B)** Çinko-demir
- **C)** Bakır-alüminyum
- **D)** TTR kablo
- **E)** NYM kablo

3. Aşağıdakilerden hangisi lehim yapmada kullanılan araç gereçlerden biri değildir?
- **A)** Havya
- **B)** Lehim teli
- **C)** Lehim pompası
- **D)** Lehim pastası
- **E)** Havya altlığı

4. Aşağıdakilerden hangisi bir havya çeşidi değildir?
- **A)** Kalem havya
- **B)** İstasyonlu havya
- **C)** Tabanca havya
- **D)** Gazlı havya
- **E)** Yağlı havya

5. Aşağıdakilerden hangisi iyi bir lehimlemenin özelliklerinden değildir?
- **A)** Parlak bir yüzeye sahiptir.
- **B)** Kubbemsi bir görünüşe sahiptir.
- **C)** Pürüzsüz bir yüzeye sahiptir.
- **D)** Fazla hekim kullanılır.
- **E)** Lehimleme yüzeyinde pasta kalıntıları yoktur.

6. Aşağıdakilerden hangisi baskı devre çıkarma yöntemlerinden biridir?
- **A)** Pozitif 20
- **B)** Serigrafi
- **C)** Ütüleme
- **D)** CNC
- **E)** Hepsi

7. Ütü yönteminde aşağıdaki kâğıtlardan hangisi kullanılır?
- **A)** Karton kâğıt
- **B)** Fotokopi kâğıdı
- **C)** Mukavva
- **D)** Yağlı kâğıt
- **E)** Karbon kâğıdı

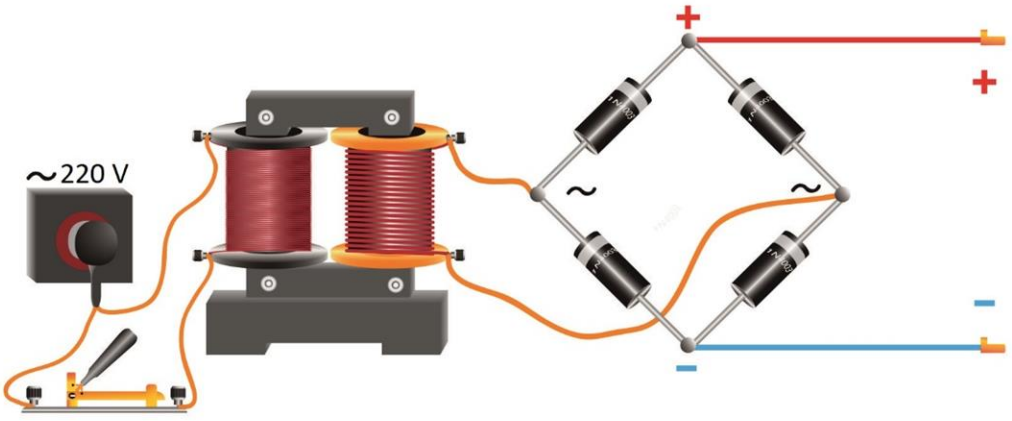
8. Aşağıdakilerden hangisi bakır plaketi kesmek için kullanılan araç gereçlerden değildir?
- **A)** Giyotin
- **B)** Maket bıçağı
- **C)** Testere
- **D)** Lazer kesici
- **E)** Kablo soyma pensi

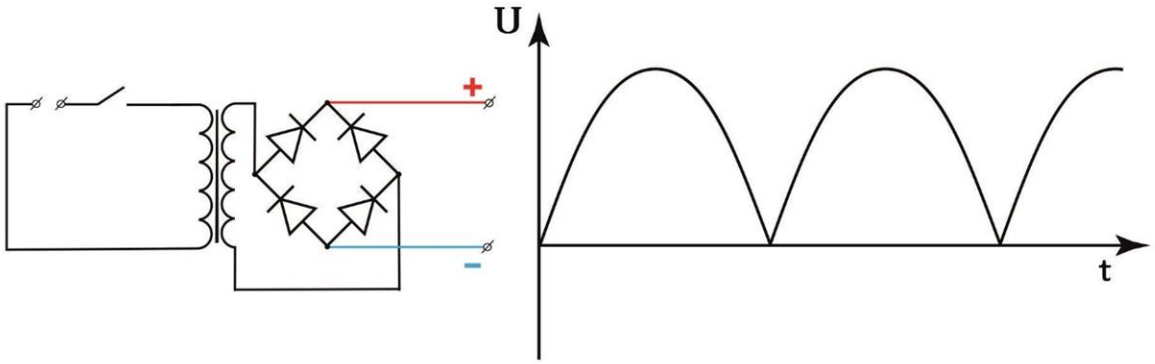
9. Aşağıdakilerden hangisi baskı devrenin avantajlarından değildir?
- **A)** Elektronik devreler seri şekilde üretilir.
- **B)** Devreler daha büyük hâlde üretilir.
- **C)** Bağlantı yollarını takip etmek kolaylaşır.
- **D)** Devre daha sade şekilde kurulur.
- **E)** Arıza tespiti kolaylaşır.

10. Aşağıdaki elektronik elemanlardan hangisinde lehimlenirken soket kullanılır?
- **A)** Transistör
- **B)** Direnç
- **C)** Entegre
- **D)** Diyot
- **E)** Bobin

12. ÖĞRENME BİRİMİ

DOĞRULTMAÇLAR VE REGÜLE DEVRELERİ





Bu öğrenme biriminde;

1. Doğrultma ve filtre devrelerini yapmayı
2. Regüle devrelerini yapmayı
3. Gerilim çoklayıcıları yapmayı

öğreneceksiniz.

DOĞRULTMA VE FİLTRE DEVRELERİ

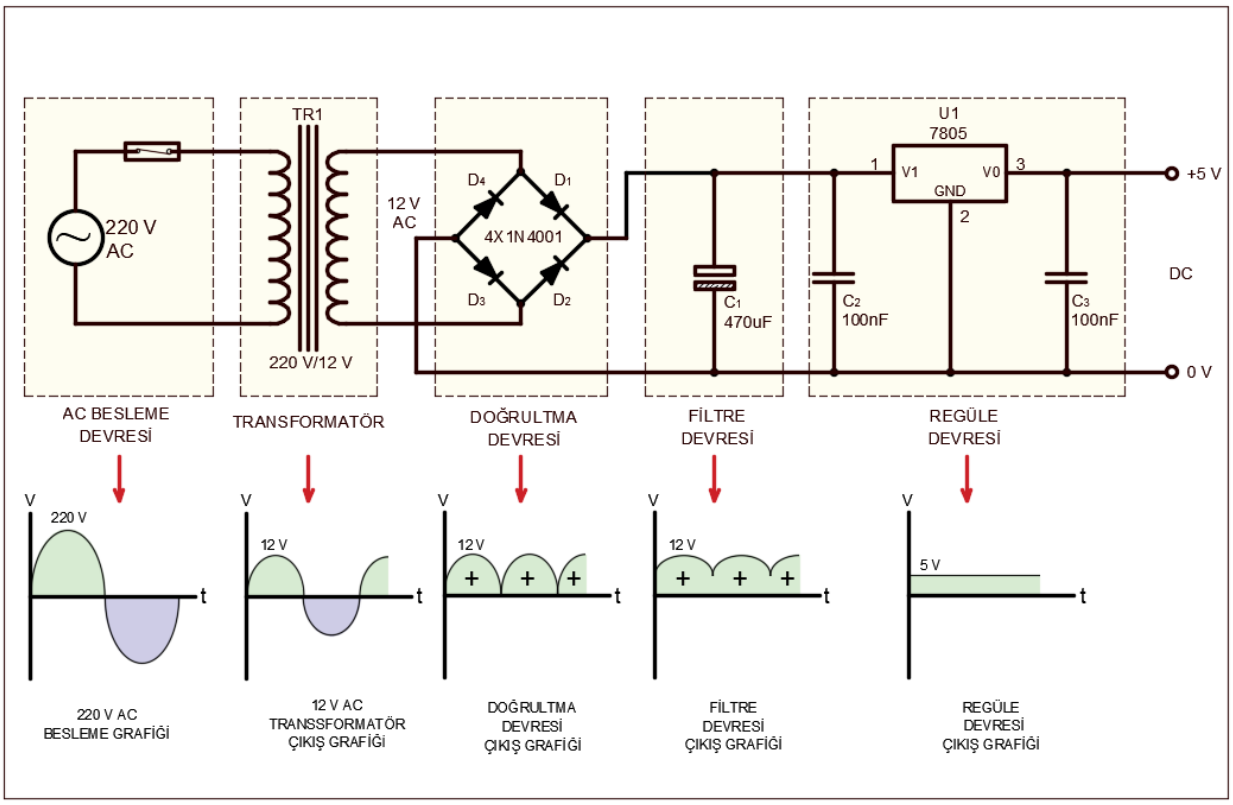
BİLGİ YAPRAĞI

Hazırlık Çalışmaları

- Doğrultmaç ve regüle devrelerin kullanım alanlarını araştırıp paylaşınız.
- 12 V çıkışlı bir telsiz telefon adaptörünün iç yapısını araştırınız. Elde ettiğiniz sonuçları bir rapor hâline getiriniz.

12.1.1 AC Gerilimin DC Gerilime Dönüştürülmesi

Türkiye'de elektrik enerjisinin şehir şebeke gerilimi, evlere 220 V AC gerilim olarak dağıtılmaktadır. Elektronik cihazlar ise genellikle düşük DC gerilim ile çalışır. Bu nedenle 220 V AC gerilimin düşük DC gerilime dönüştürülmesi gerekir. AC gerilimleri uygun seviyeye düşüren ve DC gerilime çeviren devrelere **adaptör, redresör veya doğrultucu devre** adı verilir. Bu dönüştürme işlemi birkaç aşamadan geçmektedir (Görsel 12.1).



Görsel 12.1: AC gerilimin DC gerilime dönüşüm aşamaları

AC gerilimin DC gerilime dönüştürme aşamaları şu şekildedir:

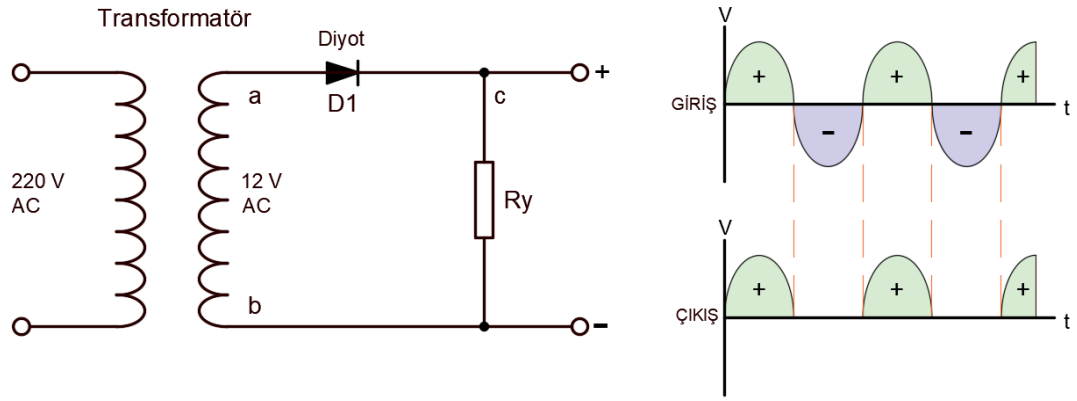
AC Besleme: 220 V AC gerilimin uygulandığı kısımdır.
Transformatör Devresi: 220 V AC gerilimin 12V AC gerilime düşürüldüğü devredir.
Doğrultma Devresi: 12 V AC gerilimin 12 V DC gerilime dönüştürüldüğü devredir.
Filtre Devresi: 12 V DC gerilimdeki dalgalanmaların önlendiği devredir.
Regüle Devresi: 12 V DC gerilimin istenilen DC gerilim değerinde sabitlendiği devredir.

12.1.2 Doğrultma Devreleri

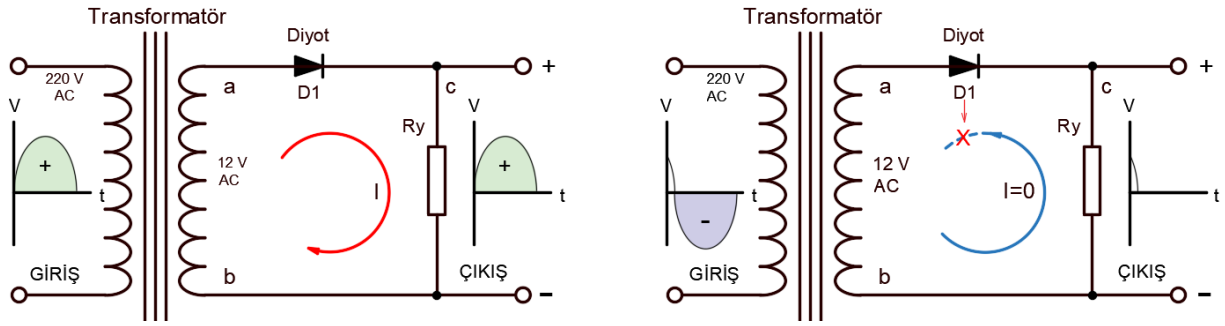
DC gerilim elde etmek amacıyla doğrultucu devreler kullanılır. AC gerilimi DC gerilime çeviren devreye **doğrultma devresi** denir. Diyot ile oluşturulan doğrultucu devreleri, girişindeki alternatif akımın bir alternansını kırparak çıkışa verir. Çıkışta tek yönlü dalgalı bir akım elde edilir.

12.1.2.1 Yarım Dalga Doğrultmaç

Yarım dalga doğrultma devresinde, tek bir diyot kullanılır (Görsel 12.2). Girişine uygulanan elektrik sinyalinin yarısını alıcıdan geçirdiği için bu adı almıştır. Yarım dalga doğrultma devresinde, çıkış sinyali dalgalıdır. Devrede görüldüğü gibi transformatörün üst ucundaki sinyal pozitif alternas, alt ucundaki sinyal negatif alternans olduğunda diyottan ve alıcı üzerinden akım geçer. Transformatörün üst ucundaki sinyal negatif alternans alt ucundaki sinyal pozitif alternans olduğunda ise diyot ters yönde polarize olduğu için akım geçirmez. Bu şekilde pozitif alternaslar geçerken negatif alternanslar kırpılır. Sonuçta alıcıdan tek yönlü akım geçişi olur (Görsel 12.3).



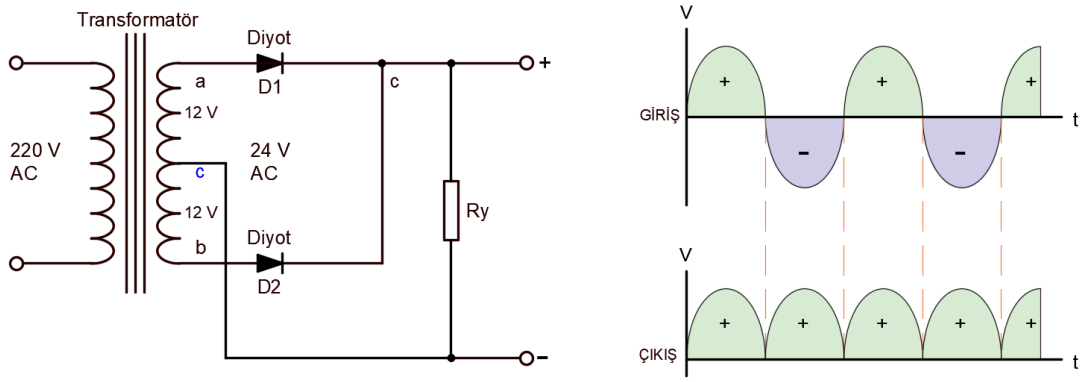
Görsel 12.2: Yarım dalga doğrultmaç devresi ve dalga şekilleri



Görsel 12.3: Yarım dalga doğrultmaç devresinin çalışması

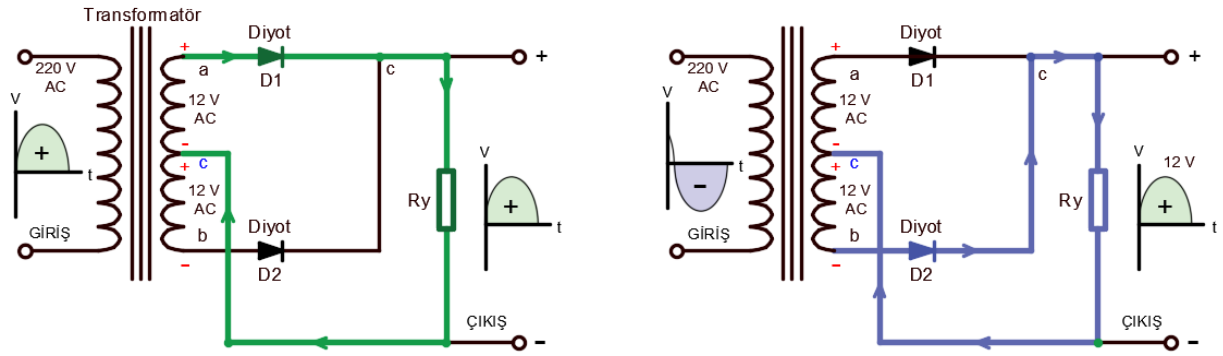
12.1.2.2 Tam Dalga Doğrultmaç

Tam dalga doğrultma devresinde, sekonderi orta uçlu bir transformatör ve iki adet doğrultma diyodu kullanılır. Tam dalga doğrultucuda, AC gerilimin pozitif alternanslarında diyotlardan biri, negatif alternanslarda ise diğer diyot iletken olur. Transformatörün üst ucundan pozitif alt ucuna negatif alternas oluştuğunda D_1 diyodu ve alıcı (R_Y) üzerinden akım geçişi olur. Transformatörün alt ucundan pozitif anternas üst ucuna negatif alternans geldiğinde ise D_2 diyodu ve alıcı (R_Y) üzerinden akım geçişi olur. Görüldüğü üzere diyotlar sayesinde alıcı üzerinden hep aynı yönlü akım geçmektedir (Görsel 12.4).



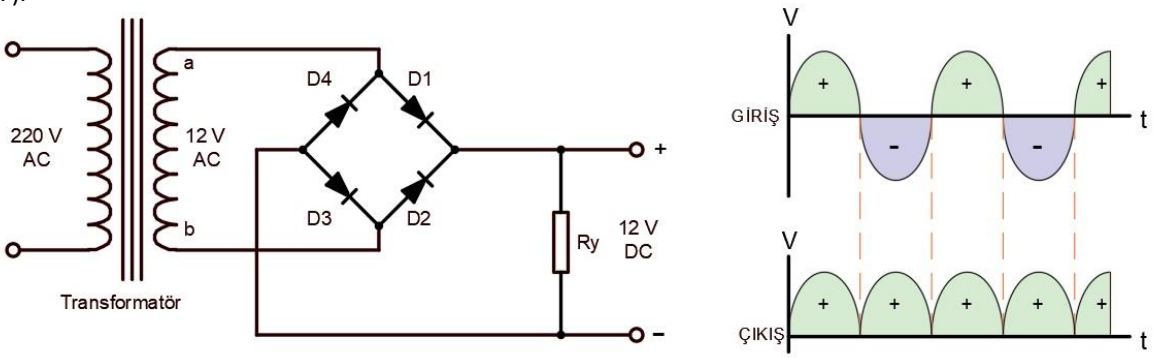
Görsel 12.4: Tam dalga doğrultmaç devresi ve dalga şekilleri

Orta uçlu transformatörlü tam dalga doğrultma devresinde, D_1 ve D_2 diyotlarından geçen akımlar transformatörün orta ucundan devresini tamamlar. Devrenin yapımında kullanılan transformatörün sekonder sarımı üç uçludur. Bu sayede transformatörün çıkışında iki adet gerilim oluşmaktadır. Şekildeki iki sarımda, birbirinin tersi polaritede iki gerilim doğar. Yani transformatörün a noktasında oluşan sinyalin polaritesi pozitif iken, b noktasında oluşan sinyalin polaritesi negatif olmaktadır. Transformatörde oluşan akımların devresini tamamladığı uç ise orta uç olmaktadır (Görsel 12.5).



Görsel 12.5: İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresinin çalışması

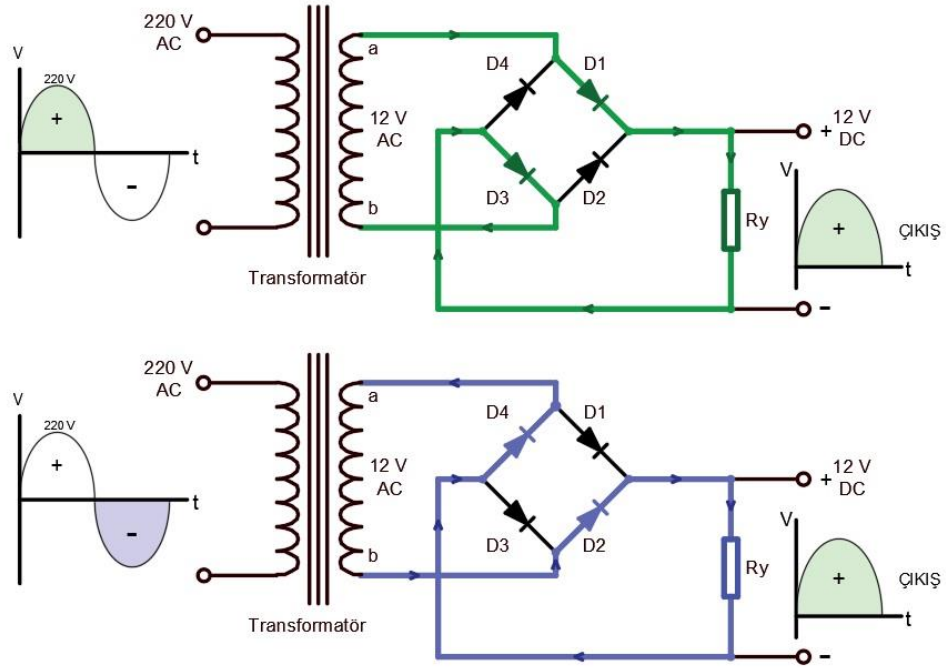
Köprü tipi doğrultma devresinde dört adet doğrultma diyodu kullanılmıştır (Görsel 12.6). AC'yi, DC'ye en iyi şekilde dönüştüren devredir. En çok kullanılan doğrultma yöntemlerinden biridir. Transformatörün üst ucuna pozitif alternans; alt ucuna negatif alternans geldiğinde D_1 ve D_3 diyotları iletime geçer. Akım, Ry üzerinden dolaşır. Transformatörün alt ucuna pozitif alternans, üst ucuna negatif alternans geldiğinde ise D_2 ve D_4 diyotları iletime geçerek Ry üzerinden akım dolaşır. Köprü tipi doğrultma devrelerinde diyotlar çiftler hâlinde iletken olur (Görsel 12.7).



Görsel 12.6: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi ve dalga şekilleri

Doğrultmaç devresi yapımında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Seçilecek diyodun akım değeri transformatörün sekonder tarafından yükün çekeceği akım değerinden büyük olmalıdır.
- Çıkışa bağlanacak direnç değeri çok düşük veya çok yüksek değer seçilmemelidir.
- Transformatörün yönü doğru seçilmelidir. Aksi takdirde yüksek gerilimden dolayı diyotlar bozulabilir.



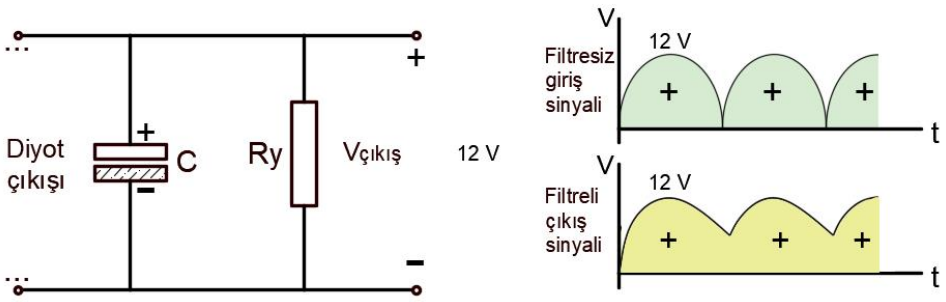
Görsel 12.7: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin çalışması

12.1.3 Filtre Devreleri

Doğrultma devrelerinde, transformatörün çıkışına bağlanan diyotlarla iki yönlü olarak dolaşan akım tek yönlü hâle getirilir. Ancak, diyotlar akımı tam olarak doğrultamaz. Yani elde edilen DC gerilim, dalgalı değişken DC gerilimdir. Bu da cihazların düzgün çalışmasını engeller. Çıkışı tam doğru gerilim hâline getirebilmek için kondansatör ya da bobinler kullanılarak filtre devreleri yapılır.

12.1.3.1 Kondansatörlü Filtre Devresi

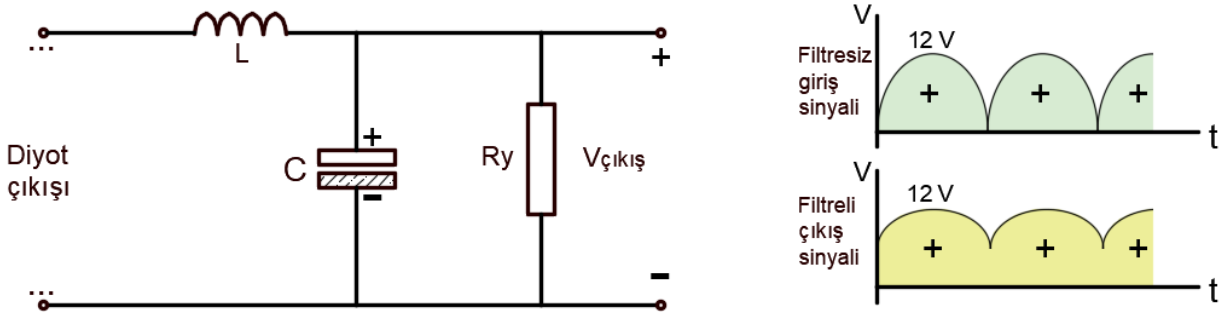
Doğrultma devresinin diyotların çıkışına paralel bağlanan kondansatör ile oluşturulan filtre devresidir. Doğrultma devresinin çıkışına paralel bağlı olan kondansatör, çıkış sinyalini filtre ederek düzgün hâle getirir. Filtre olarak kullanılan kondansatörün kapasite değeri büyüdükçe çıkıştan alınan DC gerilim daha düzgün olur (Görsel 12.8).



Görsel 12.8: Kondansatörlü filtre devresi ve dalga şekilleri

12.1.3.2 Bobinli Filtre Devresi

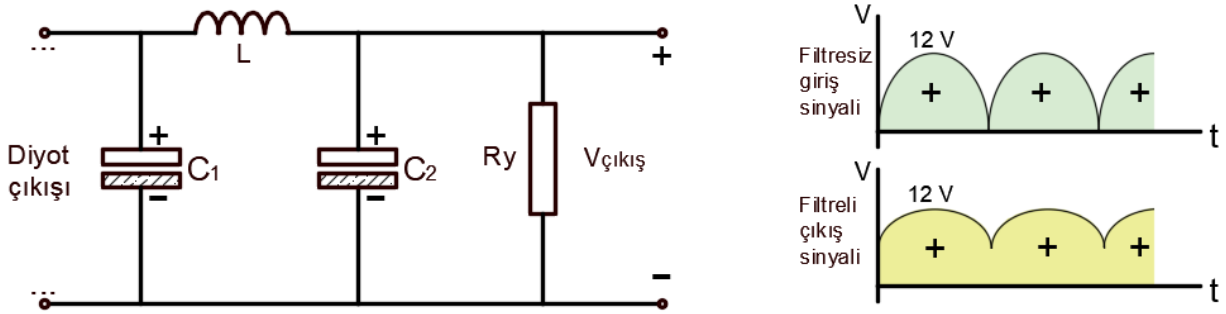
Doğrultma devresinin diyotların çıkışına seri olarak bağlanan bobin ile oluşturulan filtre devresidir. Üzerinden akım geçen bobin etrafında manyetik alan oluşur. Çoğunlukla yüksek akım çekilen doğrultma devrelerinde bobin, filtre olarak kullanılır (Görsel 12.9).



Görsel 12.9: Bobinli filtre devresi ve dalga şekilleri

12.1.3.3 Pi (π) Filtre Devresi

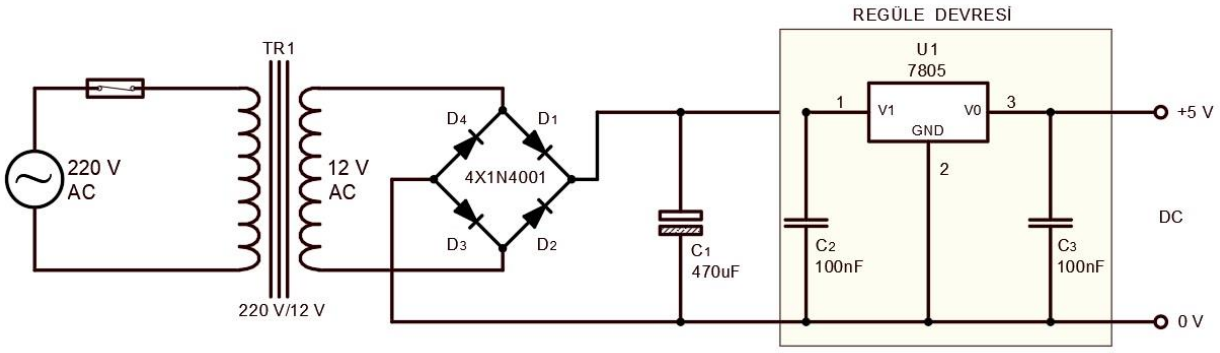
Doğrultma devresinin, diyotların çıkışına bağlanan bobin ve kondansatör elemanlarından oluşan filtre devresidir. Devre üzerindeki görüntü π simgesine benzediği için bu ismi almıştır. Diyotların çıkışına bağlanan paralel kondansatör, yük direnci uçları arasındaki DC gerilimdeki dalgalanmaları azaltmaktadır. Çıkışa seri olarak bağlanan bobin ise yük direncinden akan akım dalgalanmalarını azaltmaktadır. Bu nedenle, kondansatör ve bobinlerin sayısının arttırılması, çıkıştan alınan DC gerilim ve akımdaki dalgalanmaları azaltacaktır (Görsel 12.10).



Görsel 12.10: Pi (π) filtre devresi ve dalga şekilleri

12.2.1 Regüle Devrelerinin Özellikleri

Doğrultma işleminden sonra çıkış geriliminin sabit tutulduğu devrelere **regüle devresi** denir. Güç kaynaklarında aranan en önemli özelliklerden biri de giriş geriliminde veya çıkışa bağlı yükte meydana gelen değişimlerin çıkış gerilimini etkilememesidir. Güç kaynaklarının çıkış gerilimlerini sabit tutma işlemine **regülasyon**, bu iş için kullanılan devrelere **regülatör devreleri** denir (Görsel 12.11).

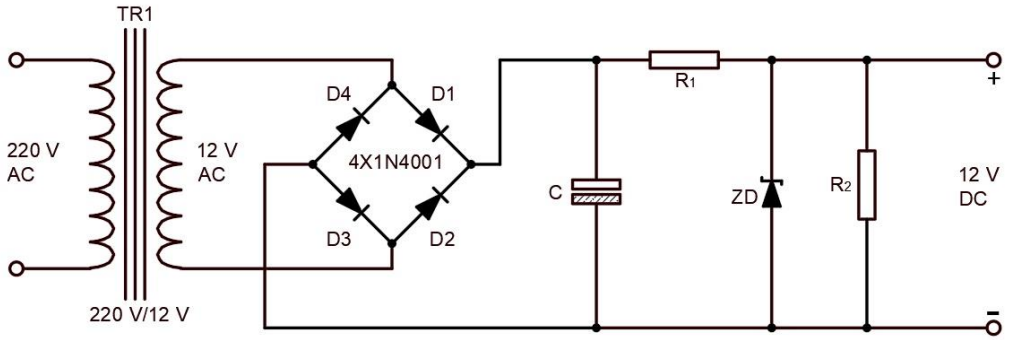


Görsel 12.11: Regüle devresi

12.2.1.1 Zener Diyotlu Regüle Devresi

Çıkışın doğrudan zener diyot üzerinden alındığı regüle devresine **zener diyotlu regüle devresi** denir. Devre çıkışına bir yük direnci bağlanması gerekir. Zener diyot, yük direncine ters yönde paralel olarak bağlanmaktadır. Yüke gelen gerilim, belirli bir değeri geçince zener diyot iletime geçerek devreden geçen akımı arttırmaktadır. Bu akım, devreye bağlanan seri dirençteki gerilim düşümünü arttırdığından yüke gelen gerilim sabit kalır.

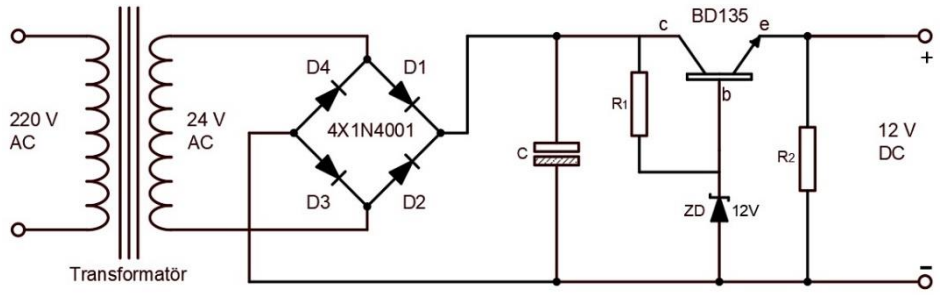
Zener diyodun yapısı gereği, uçlarına uygulanan gerilim zener geriliminden fazla olsa bile zener uçlarında sabit bir gerilim meydana gelir. Zener diyodun regülasyon yapabilmesi için uçlarına zener geriliminden daha fazla gerilim uygulanması gerekir (Görsel 12.12).



Görsel 12.12: Zener diyotlu regüle devresi

12.2.1.2 Seri Regüle Devresi

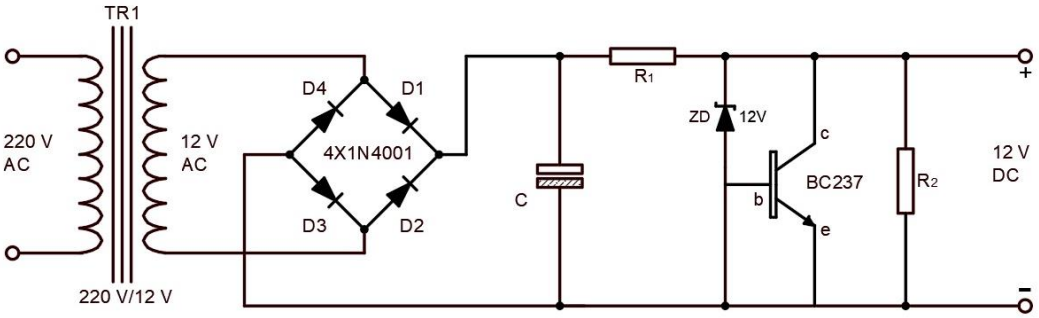
Zener diyodun tek başına kullanıldığı regüle devresinden çekilen akım sınırlıdır. Bu nedenle, akım kazancını sağlamak için **transistör** kullanılır. Doğrultma işleminden sonra yük değerine seri bağlanan bir transistör ile elde edilen regüle devresine **seri regüle devresi** denir. Transistör ve zener ile kurulan devreden oluşur. Zener diyot hem transistörün beyz polarmasını sağlar hem de sabit çıkış gerilimini sağlar. Çıkış gerilimi, zener gerilimi ile oluşur. Seri regülatör, yük akımını sabit tutmak için kullanılır (Görsel 12.13).



Görsel 12.13: Seri regüle devresi

12.2.1.3 Şönt (Paralel) Regüle Devresi

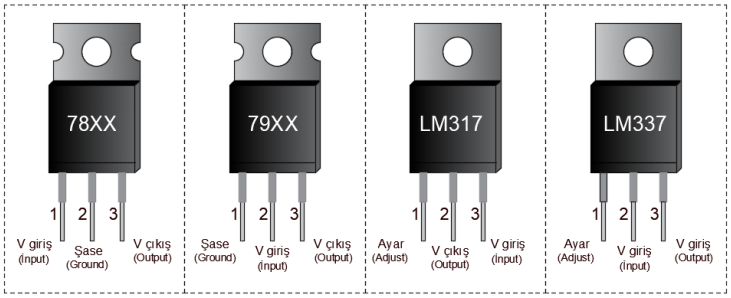
Çıkış yüküne paralel bağlı transistör ile elde edilen regüle devresine **paralel (şönt) regüle devresi** denir. Yüke paralel bağlı bir transistör ve zener diyottan oluşur. Zener diyot, hem transistörün beyz polarmasını sağlar hem de sabit çıkış gerilimini verir. Paralel regüle devreleri, çıkışındaki yük bağlı olmasa bile transistör güç harcamaktadır (Görsel 12.14).



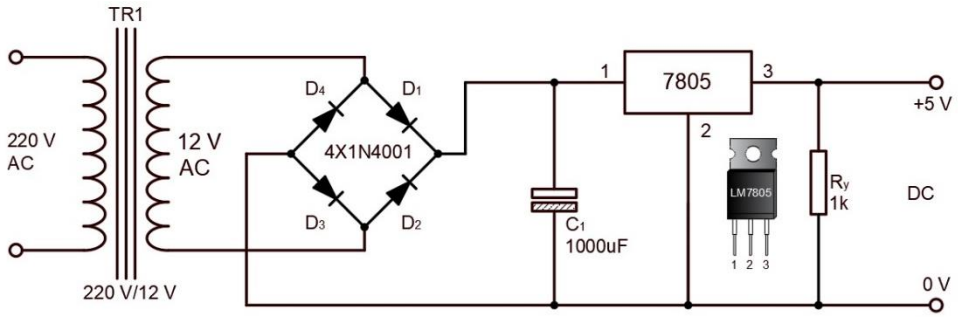
Görsel 12.14: Paralel regüle devresi

12.2.1.4 Entegreli Regüle Devresi

Çıkış geriliminin sabit olması istendiğinde, bu amaçla üretilen pozitif ve negatif voltaj regüle entegreleriyle yapılan devrelerdir. Regülatör amacıyla kullanılan entegrelere **regüle entegreleri** denir. Genellikle üç bacaklıdır. Voltaj regüle entegrelerin çektiği akım miktarları değişiklik göstermektedir. Her voltaj regüle entegresinin kılıfı üzerinde kodlar bulunur. Bu kodlara bakarak, çalışma akımını seçip regüle devrelerinde kullanmak gerekir.



Görsel 12.15: Çeşitli regüle entegreleri

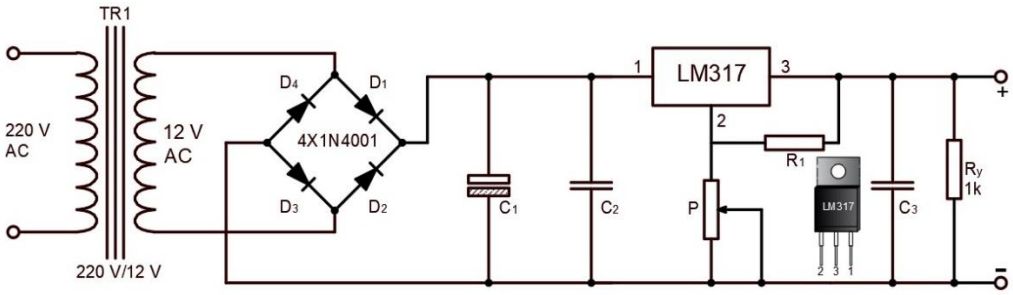


Görsel 12.16: Sabit pozitif gerilim regülatör devresi

Şekilde 7805 regüle entegresi ile yapılan +5 V'luk regülatör görülmektedir. Bu entegrenin girişine regülesiz 12 V pozitif gerilim uygulandığında, çıkışında regüleli +5 V'luk bir gerilim elde edilecektir. Aynı anda bu entegrenin çıkış akımı 1 A olduğuna göre, çıkıştan en fazla 1 A akım çekilebilecektir (Görsel 12.16).

Uyarı

- Regüle entegreleri çalışırken fazla ısındıklarından soğutucular ile birlikte kullanılması gerekir. Aksi takdirde bir süre sonra entegrelerin bozulma ihtimali vardır.



Görsel 12.17: Ayarlı pozitif gerilim regülatör devresi

Görsel 12.17'de LM317 entegresi ile yapılan son derece kolay bir ayarlı gerilim regülatörü görülmektedir. LM317 entegresi kullanılarak gerçekleştirilen devre, kısa devre korumalı olup çıkış akımı 1,5 A değerinde otomatik olarak sınırlanır. Çıkış gerilimi P potansiyometresi ile ayarlanır. C1 kondansatörü ön filtreleme yapar. Devredeki transformatörün gücü ve köprü diyodun akım değeri çıkıştan çekilecek akıma göre seçilir.

Entegre regüle devrelerini uygularken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Giriş akımından büyük değerde seçilmesi
- Uygulanan gerilim entegre gerilimine yakın seçilmesi
- Uçlarına bağlanacak elemanların yeterliliği ve kapasitesi
- Uygulanacak gerilimin DC olması

Uyarı

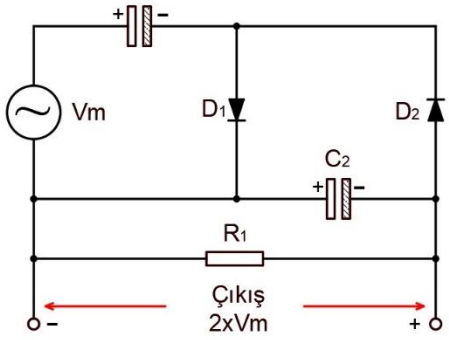
- Her bir entegrenin teknik özelliklerini, ilgili ürünün datasheet bilgi sayfasından ulaşabilirsiniz. 78LS05 ile 78H05 entegresi arasında bile akım ve gerilim açılarından farklılıklar bulunmaktadır. Ayrıca kullanılacak entegreye verilecek gerilim değeri, kendi değerinden yüksek olmalıdır. Eğer kendisi veya altında bir değer uygulanırsa çıkış gerilimi belirli oranda düşecektir.

12.3.1 Gerilim Çoklayıcıların Özellikleri

Transformatör çıkışlarındaki gerilimi, diyot ve kondansatörler yardımı ile yükselten devrelere **gerilim çoklayıcı devreleri** denir. Büyük gerilim ve küçük akımlara ihtiyaç duyulan devrelerde kullanılır. Televizyon alıcılarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

12.3.1.1 Gerilim İkileyiciler

Gerilim ikileyiciler, girişlerine uygulanan AC gerilimi iki katına çıkararak çıkışa aktaran elektronik devrelerdir. Çıkış gerilimi DC gerilim olup büyüklüğü girişteki AC gerilimin iki katına eşittir (Görsel 12.18).

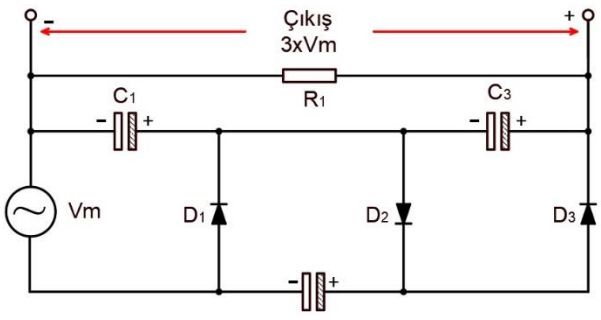


Görsel 12.18: Gerilim ikileyici devresi

Gerilim ikileyici; devrede AC gerilimin pozitif alternansında kaynağın üst ucunun pozitif, alt ucunun negatif olduğu kabul edildiğinde D1 diyodu iletime geçer. C1 kondansatörü, AC gerilimin maksimum değerine şarj olur. D2 diyodu ise ters polarma olduğu için yalıtım durumundadır. AC gerilimin negatif alternansında ise kaynağın üst ucunun negatif alt ucunun pozitif olduğunu kabul edildiğinde D2 diyodu iletime geçerek D1 diyodu kesime gider. Böylece C2 kondansatörü negatif alternansın maksimum değerine ve şarj olmuş C1 kondansatörünün değerine denk olacak şekilde şarj olur. Çıkış gerilimi C2 kondansatörlerin uçlarından alındığı için gerilim değeri iki katına eşit olur.

12.3.1.2 Gerilim Üçleyiciler

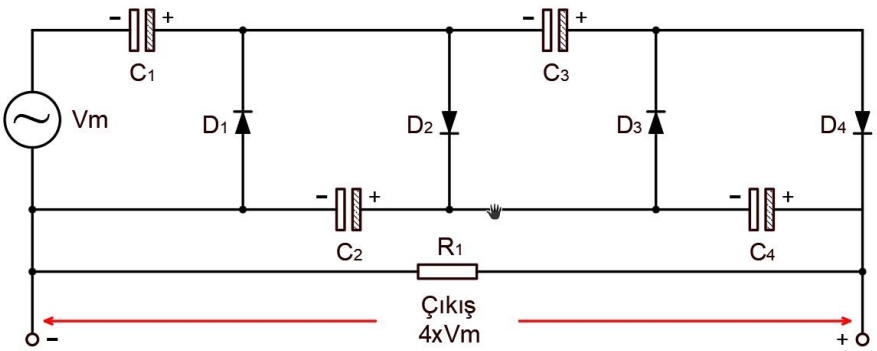
Gerilim üçleyiciler, girişlerine uygulanan AC gerilimin büyüklüğünü üç katına çıkarır. Bu devrede D1 ve D2 diyotlarıyla C1 ve C2 kondansatörleri gerilim ikileyici olarak çalışmaktadır. D3 diyodu, negatif alternanslarda doğru polarma alarak C3 kondansatörü, gerilim ikileyici çıkışındaki gerilime şarj olur. Çıkış gerilimi, C1 ve C3 kondansatörlerinin uçlarındaki gerilimlerinin toplamına eşit olur. C1 kondansatörü, AC giriş geriliminin maksimum değerine; C3 kondansatörü ise AC giriş geriliminin maksimum değerinin iki katına eşit olduğundan, devrenin çıkış gerilimi AC giriş geriliminin maksimum değerinin üç katına eşit olur (Görsel 12.19).



Görsel 12.19: Gerilim üçleyici devresi

12.3.1.3 Gerilim Dörtleyiciler

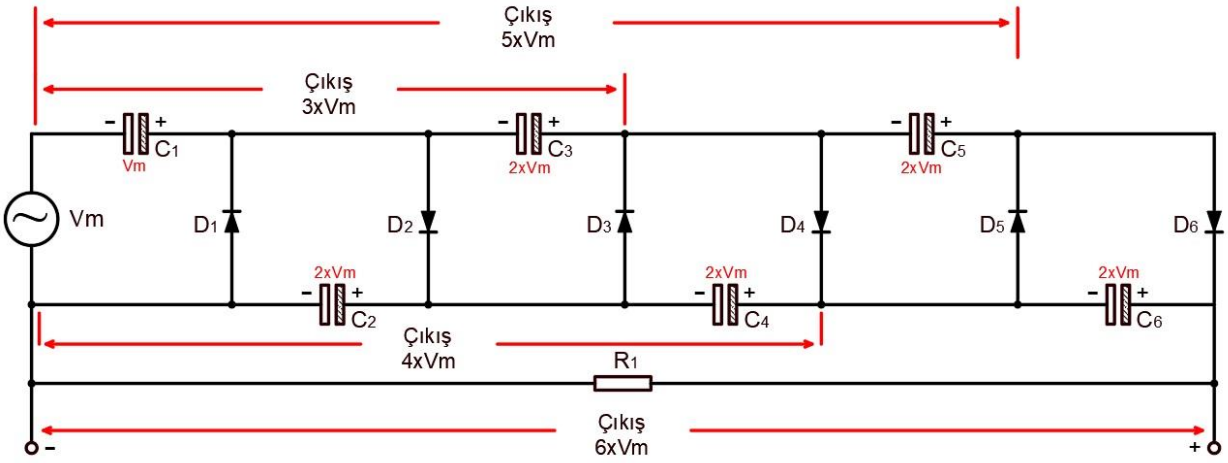
Gerilim dörtleyiciler, girişlerine uygulanan AC gerilimin büyüklüğünü dört katına çıkarır ve DC gerilime dönüştürür. Bu devredeki ilk üç diyot gerilim üçleyici olarak çalışır. Dördüncü diyot ise C4 kondansatörünün eklenmesi ile devre gerilim dörtleyici olarak çalışmaktadır. Bu devrede C1 kondansatörü; diğer bütün kondansatörler ise maksimum değerin iki katına şarj olur. Çıkışta C2 ve C4 kondansatörleri seri bağlı olduğu için çıkış gerilimi AC giriş geriliminin maksimum değerinin dört katı olur (Görsel 12.20).



Görsel 12.20: Gerilim dörtleyici devresi

12.3.1.4 Gerilim Çoklayıcılar

Gerilim çoklayıcılar, girişlerine uygulanan AC gerilimin büyüklüğünü "n" katına çıkarır. Şekildeki devre üzerinde gösterildiği gibi, 2 x Vm, 3 x Vm, 4 x Vm, 5 x Vm, 6 x Vm değerleri elde edilebilmektedir. Kondansatör ve diyot zinciri ne kadar uzatılırsa o kadar katlı Vm gerilimini oluşturmak mümkündür. Böyle büyük gerilimler oluşturmanın en büyük riski, yük direncinin fazla küçük kalması ihtimalidir. Yük direncinin dayanabileceğinden daha büyük gerilim üretmemek gerekir (Görsel 12.21).

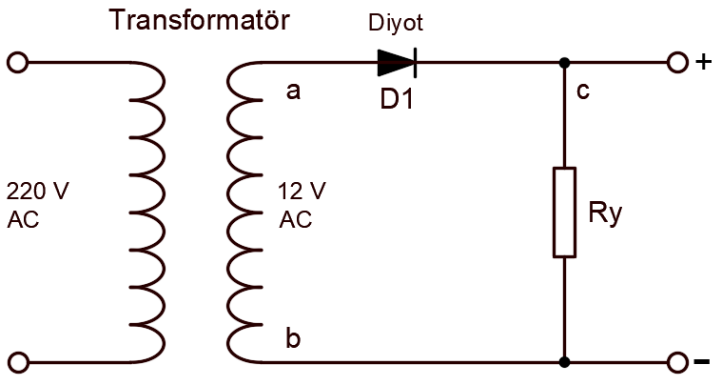


Görsel 12.21: Gerilim çoklayıcı devresi

TEMRİN 12.1 YARIM DALGA DOĞRULTMAÇ

Amaç: Yarım dalga doğrultmaç devresini kurmak ve çıkış sinyalini ölçmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 12.22: Yarım dalga doğrultmaç

Kullanılacak Araç ve Gereçler

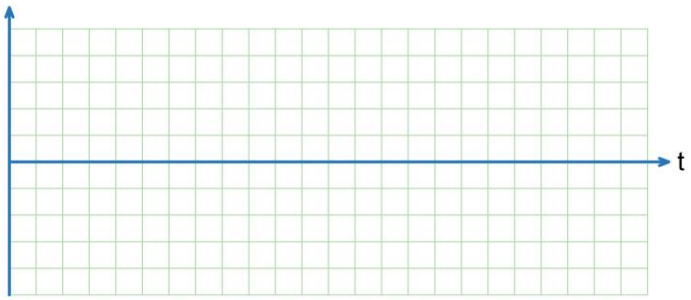
- Breadboard (1 adet)
- Transformatör (1 adet)
- 1N4001 diyot (1 adet)
- 1 kΩ ve 10 kΩ direnç
- Osiloskop (1 adet)
- Multimetre (1 adet)
- Zil teli
- AC gerilim kaynağı (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 12.22'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Osiloskop prob ucunu giriş ve çıkış kısmına bağlayınız ve gerekli ayarları yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Osiloskop ekranında giriş ve çıkış gerilimi ölçünüz ve gerilimin dalga grafiğini çiziniz.
6. Osiloskop veya multimetre ile ölçümleri tekrardan yapınız.
7. Multimetre ile aynı ölçümleri tekrar yapınız.
8. Sonuçları karşılaştırınız.
9. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

Vgiriş



Vçıkış

Sorular

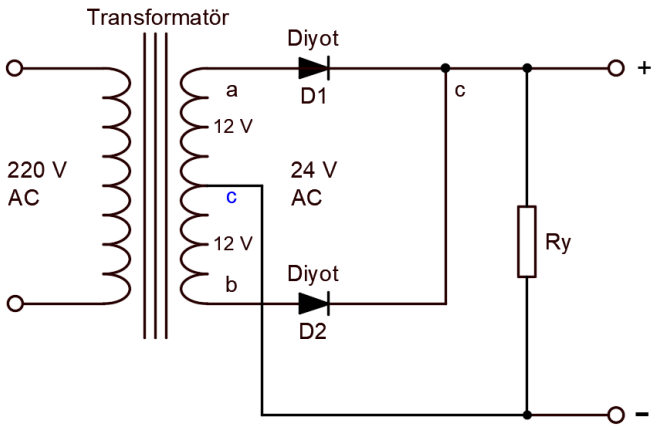
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**
2. **Devrede diyot ters bağlanırsa sinyaller nasıl oluşur?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devrenin kurulması ve bağlantılarının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi	**20**	
No. :	Multimetre ile gerilimlerin ölçülmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 12.2 TAM DALGA DOĞRULTMAÇ

Amaç: Tam dalga doğrultmaç devrelerini kurmak ve çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 12.23: Tam dalga doğrultmaç

Kullanılacak Araç ve Gereçler

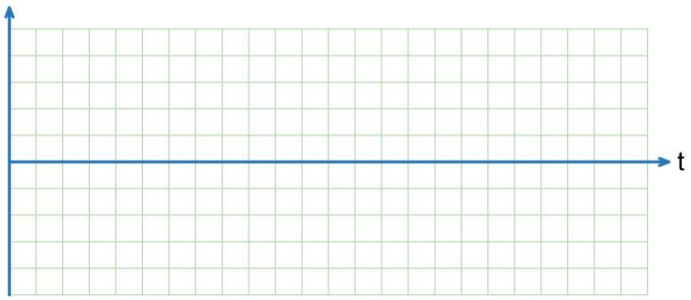
- Breadboard (1 adet)
- Transformatör (1 adet)
- 1N4001 diyot (2 adet)
- 1 kΩ ve 10 kΩ direnç
- Osiloskop (1 adet)
- Multimetre (1 adet)
- Zil teli
- AC gerilim kaynağı (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 12.23'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Osiloskop prob ucunu giriş ve çıkış kısmına bağlayınız ve gerekli ayarları yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Osiloskop ekranında giriş ve çıkış gerilimi ölçünüz ve gerilimin dalga grafiğini çiziniz.
6. Osiloskop veya multimetre ile ölçümleri tekrardan yapınız.
7. Multimetre ile aynı ölçümleri tekrar yapınız.
8. Sonuçları karşılaştırınız.
9. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

Vgiriş



Vçıkış

Sorular

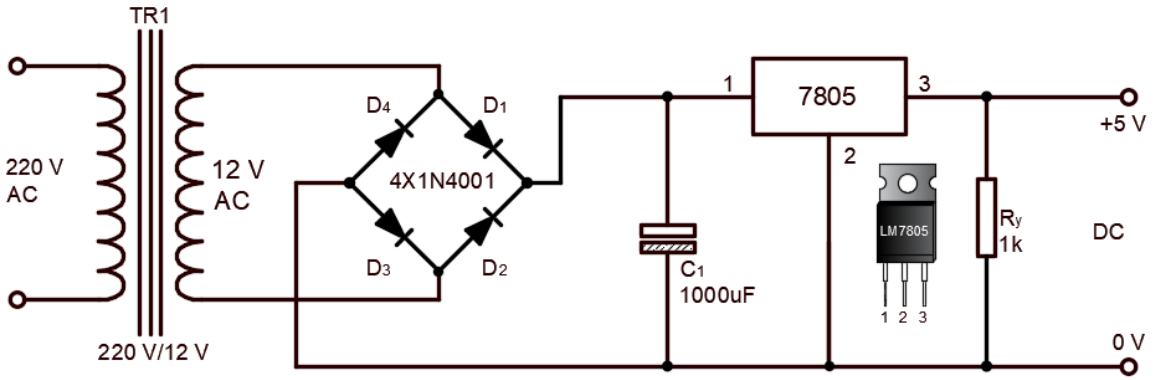
1. **Devrenin çalışmasını açıklayınız.**
2. **Tam dalga doğrultmaç devresinin yarım dalga doğrultmaç devresinden farkı nedir?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devrenin kurulması ve bağlantılarının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi	**20**	
No. :	Multimetre ile gerilimlerin ölçülmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 12.3 SABİT GERİLİMLİ REGÜLE DEVRESİ

Amaç: Gerilim regülatör devrelerini çalıştırmak ve testlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 12.24: Regüle devresi

Kullanılacak Araç ve Gereçler

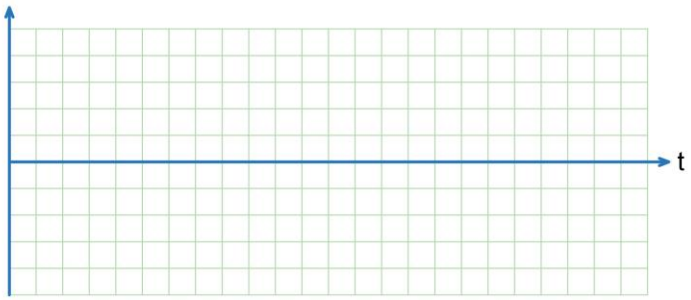
- Breadboard (1 adet)
- Transformatör (1 adet)
- 1N4001 diyot (4 adet)
- 7805 entegresi (1 adet)
- 1000 µF kondansatör (1 adet)
- 1 kΩ direnç
- Osiloskop (1 adet)
- Multimetre (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 12.24'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Osiloskop prob uçlarını giriş ve çıkış kısmına bağlayınız ve gerekli ayarları yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Osiloskop ekranında giriş ve çıkış gerilimini ölçünüz ve gerilimin dalga grafiğini çiziniz.
6. Multimetre ile aynı ölçümleri tekrar yapınız.
7. Sonuçları karşılaştırınız.
8. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

Vgiriş



Vçıkış

Sorular

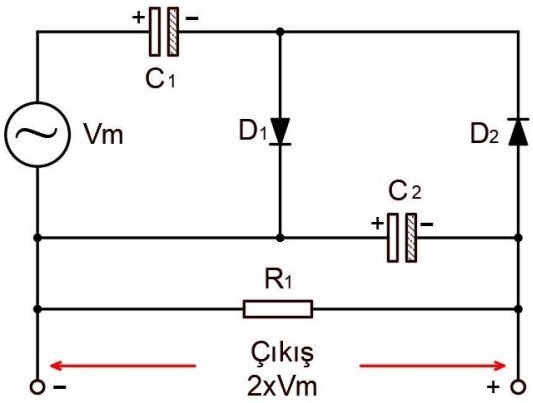
1. **Regüle entegreleri neden kullanılır?**
2. **7805 ve 7905 entegresi arasında ne fark vardır?**
3. **Çıkış direnç değeri artırılırsa devre nasıl çalışır?**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devrenin kurulması ve bağlantılarının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi	**20**	
No. :	Multimetre ile gerilimlerin ölçülmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

TEMRİN 12.4 GERİLİM İKİLEYİCİ

Amaç: Gerilim ikileyici devrelerini çalıştırmak ve testlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 12.25: Gerilim ikileyici

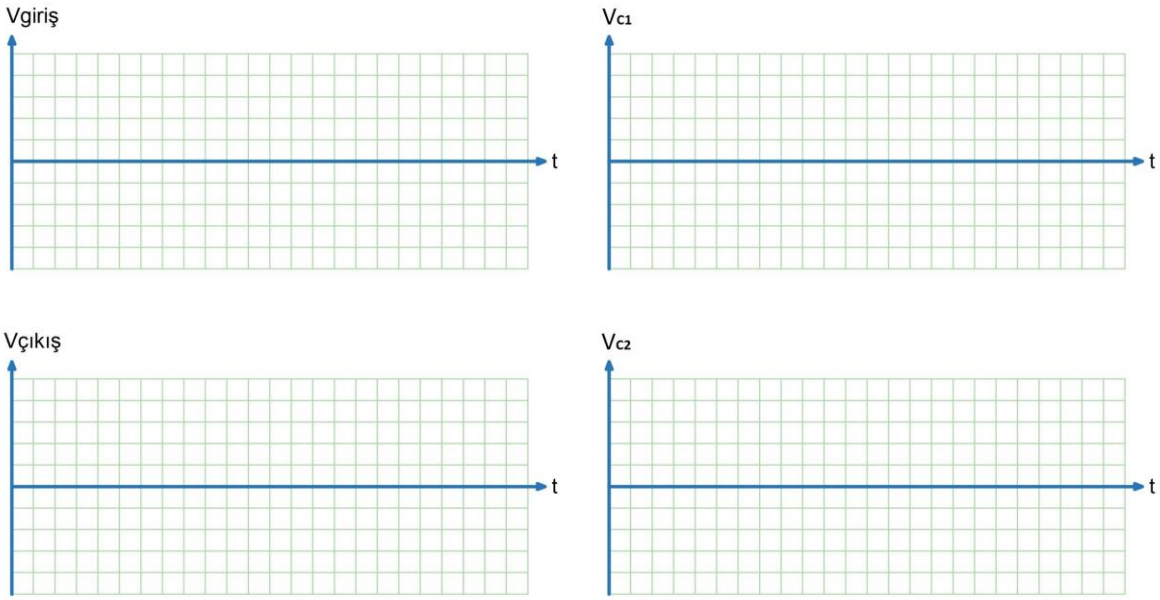
Kullanılacak Araç ve Gereçler

- Breadboard (1 adet)
- 1N4001 diyot (2 adet)
- 330 µF kondansatör (2 adet)
- AC güç kaynağı (1 adet)
- 1 kΩ direnç (1 adet)
- Osiloskop (1 adet)
- Multimetre (1 adet)

İşlem Basamakları

1. Gerekli araç ve gereçleri temin ederek çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 12.25'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Osiloskop prob uçlarını bağlayınız ve gerekli ayarları yapınız.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Osiloskop ekranında giriş, C1 kondansatör, C2 kondansatör ve çıkış gerilimini ölçünüz ve gerilimin dalga grafiğini çiziniz.
6. Multimetre ile aynı ölçümleri tekrar yapınız.
7. Sonuçları karşılaştırınız.
8. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

Sonuç ve Değerlendirme



Multimetre ile Ölçüm sonuçları

Vm	Vc1	Vc2	Vçıkış

Sorular

1. **Gerilim çoklayıcı nedir? Açıklayınız.**
2. **Giriş gerilimi ile çıkış gerilimi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.**

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		
Adı-Soyadı:	Devrenin kurulması ve bağlantılarının yapılması	**20**	
Sınıfı :	Osiloskop ile sinyallerin ölçülmesi	**20**	
No. :	Multimetre ile gerilimlerin ölçülmesi	**20**	
ÖĞRETMEN	Çalışma ortamının temizliği ve düzeni	**20**	
Adı-Soyadı:	Verilen süre içerisinde işin yapılması	**20**	
İmza :	**TOPLAM NOT:**	**100**	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **DC geriliminde dalgalanmaları önleyen devre elemanına ne ad verilir?**
   A) Transformatör
   B) Doğrultmaç
   C) Filtre
   D) Regülatör
   E) Direnç

2. **DC geriliminin sabit olarak çıkışa verilmesini sağlayan devre elemanına ne ad verilir?**
   A) Transformatör
   B) Doğrultmaç
   C) Filtre
   D) Regülatör
   E) Kondansatör

3. **AC gerilimi, DC gerilime dönüştüren devre elemanına ne ad verilir?**
   A) Transformatör
   B) Doğrultmaç
   C) Filtre
   D) Regülatör
   E) Kondansatör

4. **Aşağıdakilerden hangisi doğrultmaç çeşitlerinden birisi değildir?**
   A) Yarım dalga
   B) İki diyotlu tam dalga
   C) Köprü tipi tam dalga
   D) Köprü diyotlu tam dalga
   E) Pi tipi dalga

5. **Aşağıda verilen entegrelerden hangisinin çıkışından + 8 V gerilim alınabilir?**
   A) 7805
   B) 7905
   C) 7808
   D) 7908
   E) LM317

6. **Regülatör çıkışından – 12 V sabit gerilim almak isteniyorsa hangi entegre kullanılır?**
   A) 7805
   B) 7812
   C) LM337
   D) 7905
   E) 7912

7. **Entegre regülatör dışında gerilimin sabitkalmasında hangi elektronik eleman kullanılır?**
   A) Direnç
   B) Potansiyometre
   C) Diyot
   D) Zener Diyot
   E) Kondansatör

8. **DC gerilimin sabit olarak tutulduğu devrelere ne ad verilir?**
   A) Doğrultmaç devreleri
   B) Regülatör devreleri
   C) Filtre devreleri
   D) Transformatör devresi
   E) Kondansatör devresi

9. **Girişten uygulanan 12 V AC gerilimi 36 V DC gerilime dönüştüren devre hangisidir?**
   A) Gerilim ikileyici devresi
   B) Gerilim üçleyici devresi
   C) Gerilim dörtleyici devresi
   D) Gerilim beşleyici devresi
   E) Gerilim altılayıcı devresi

10. **Devrede dört kondansatör kullanılıyorsa bu devre aşağıdakilerden hangisidir?**
    A) Gerilim ikileyici devresi
    B) Gerilim üçleyici devresi
    C) Gerilim dörtleyici devresi
    D) Gerilim beşleyici devresi
    E) Gerilim altılayıcı devresi

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME BİRİMİ 1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A	B	A	E	B	D	B	C	B	E

ÖĞRENME BİRİMİ 2 TEMEL EL İŞLEMLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C	A	C	C	B	D	E	C	D	C

ÖĞRENME BİRİMİ 3 DELME VE VİDA İŞLEMLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C	B	C	D	E	A	D	C	A	E

ÖĞRENME BİRİMİ 4 DELME VE VİDA İŞLEMLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	E	D	A	D	C	C	E	A	D	A

ÖĞRENME BİRİMİ 5 TEMEL KAYNAK İŞLEMLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B	E	B	C	C	C	A	A	E	C

ÖĞRENME BİRİMİ 6 İLETKEN BAĞLANTILARI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B	C	D	B	A	A	E	E	D	C

ÖĞRENME BİRİMİ 7 ZAYIF AKIM DEVRELERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C	A	B	B	E	D	C	E	B	B

ÖĞRENME BİRİMİ 8 KUVVETLİ AKIM DEVRELERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	E	C	A	B	C	D	A	E	D	D

ÖĞRENME BİRİMİ 9 ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE ÖLÇÜLMESİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A	A	D	B	C	A	E	E	C	E

ÖĞRENME BİRİMİ 10 ANALOG DEVRE ELEMANLARI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	D	C	D	B	B	A	A	B	D	E

ÖĞRENME BİRİMİ 11 LEHİMLEME VE BASKI DEVRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C	A	C	E	D	E	D	E	B	C

ÖĞRENME BİRİMİ 12 DOĞRULTMAÇLAR VE REGÜLE DEVRELERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C	D	B	E	C	E	D	B	B	C

KAYNAKÇA

Ersoy TUNÇAY, *Elektrik-Elektronik Ölçme ve Esasları* (3. bs.), İstanbul, 2016.
Galip BAYDUR, *Malzeme*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, Ankara, 1986.
H. Vefa ÇERİK, *Makine Elemanları*, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
Halil KAYA, *Malzeme I*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, Ankara.
Halit BULUT ve Şefik ÖZCAN, *Atölye ve Teknoloji 1-2*, Ankara, 1974.
Hamdi ÖZKARA, *Tesviyecilik Bölümü IX. Sınıf Atölye Dersi İş ve İşlem Yaprakları*, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2002.
Hamdi ÖZKARA, *Tesviyecilik Meslek Bilgisi-I*, İksan Yayınevi.
Metin BEREKET ve Engin TEKİN, *Elektrik Elektronik ve Ölçme* (1. bs.), 2015.
Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, Mesleki ve Teknik Ortaöğretim 9. Sınıf Temel Raylı Sistemler Atölyesi Dersi Öğretim Programı, Ankara, 2020.
Muharrem SERVİ, Cumhur ERGİN ve Ali TATAR, *Makine Elemanları*, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
Mustafa BAĞCI ve Yakup ERİŞKİN, *Ölçme Bilgisi ve Kontrol*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, İstanbul, 1988.
Mustafa BAĞCI ve Yakup ERİŞKİN, *Ölçme Kontrol*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, Ankara, 1988.
Naci ŞAHİN, *Malzeme Bilgisi*, Kozan Yayınevi, 2002.
Naci ŞAHİN, *Meslek Teknolojisi 1, 2, 3*, Kozan Ofset, Ankara, 2003.
Özcan KULAKSIZ, Ömer ÇAKIR ve Oğuz ULUSOY, *Metal Meslek Bilgisi (Tercüme)*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, Ajans-Türk Matbaacılık AŞ, Ankara, 1995.
Robert BOYLESTAD ve Louis NASHELSKY, *Elektronik Elemanlar ve Devre Teorisi,* Millî Eğitim Basımevi, 2004.
Salih ÇELİK, *Ölçme Kontrol*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, Ankara, 1989.
Salih ÇELİK, *Ölçme ve Kontrol*, Millî Eğitim Bakanlığı Basımevi, İstanbul, 1989.
Y. Saip SERFİÇELİ, Metal *işleri Meslek Teknolojisi 1*, Genç Büro Basımevi, Ankara, 2000.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

http://www.tdk.gov.tr/
http://www.tcdd.gov.tr/content/57 (Erişim tarihi: 16.05.2020)
http://web.bilecik.edu.tr/bulent-turan/files/2012/01/vida.pdf (Erişim tarihi: 18.05.2020)
https://ergunkeskin.files.wordpress.com/2011/03/delme-ic59flemi-ve-delme-tezgahlarc4b1.pdf (Erişim tarihi: 18.05.2020)
https://ergunkeskin.files.wordpress.com/2011/03/delme-ic59flemi-ve-delme-tezgahlarc4b1.pdf (Erişim tarihi: 19.05.2020)
http://www.guven-kutay.ch/civata/08a_civata.pdf (Erişim tarihi: 19.05.2020)
http://www.cadtasarimci.com/wp-content/uploads/2017/12/teknik-resim-vidalar-civatalar-somunlar.pdf (Erişim tarihi: 20.05.2020)
www.bilginoglu-endustri.com.tr
http://kkd.isggm.gov.tr/contents/genel-bilgiler/kisisel-koruyucu-donan%C4%B1m-nedir/
https://isguvenligitakip.wordpress.com/2019/05/01/kisisel-koruyucu-donanim-yonetmeligi/
http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/sempozyum_sunum/SerolDeveci.pdf
http://www.guvenliinsaat.gov.tr/images/yay%C4%B1nlar/kisisel_koruyucu.pdf

GÖRSEL KAYNAKÇA

www.shutterstock.com İnternet Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Alınan Görseller					
Görsel No.	**Shutterstock No.**	**Görsel No.**	**Shutterstock No.**	**Görsel No.**	**Shutterstock No.**
Ö.B.1	1518295481	9.21	1739635292	11.1	1691501962
1.11	216080428- 1367263586	9.25	1739635292	11.2	1713523849
2.1	592677296	9.35	602634881	11.3	1079769560
2.7	1122519992	9.36	291285833	11.4	1444962275
2.10	337367798	9.37	211393843	11.5	194373836
2.18	1333735790	9.43	625801604	11.6	1746153059
2.47	1165649212	10.4	1683483640	11.8	1086513905
Ö.B.5	1522276301	10.5	1203231997	11.9	1598298568
5.1	247591222	10.10	1267807390	11.11	400510093
5.3	98814761	10.24	1267807390	11.12	1488550547
5.4	123831358	10.26	787389988	11.14	728187433
5.5	94831066	10.29	1739635292-1267807390	11.15	1565772631
5.6	239198284	10.31	1739635292	11.16	93820180
5.8	1649839324	10.32	1739635292-1267807390	11.18	1426626035
5.10	140663581	10.38	1739635292	11.19	1333735790
Ö.B.6	204218851	10.39	1739635292	11.20	1165649212
Ö.B.7	481862815	10.40	1739635292	11.21	1310442637
7.7	181154468	10.51	273509480	11.22	1626120616
Ö.B.8	1070606183	10.55	1267807390	11.23	128248109
8.2	246707386	10.56	1267807390	11.24	212038831
8.3	1726643629	10.57	1739635292	Ö.B.12	1603041388
9.16	1739635292	10.59	1739635292		
9.17	1713612544	Ö.B.11	400510093		

www.123rf.com İnternet Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Alınan Görseller					
Görsel No.	**123rf No.**	**Görsel No.**	**123rf No.**	**Görsel No.**	**123rf No.**
1.2	71084996	3.26	104582481	6.34	58807951
1.3	111632729	Ö.B.4	20777486	6.35	24825559
1.5	82004041	4.1	38695844	7.1	25927438
Ö.B.2	129353074	4.4	24595087	7.2	71727452
2.3	11312097	4.5	62108812	7.3	107722336
2.4	32450644	4.6	24043886-12834066	7.4	25361887
2.6	140247110	4.11	12834066	7.6	85889423
2.7	75190544	4.16	46499172	7.8	95328627
2.8	86948006	4.17	36186995	7.10	83546584
2.9	20329834-27325570	4.21	21850110-34920081	7.11	44039245
2.11	28036684		12658138-12918899	7.12	85037925
2.12	13425766		15152225-48219553	7.13	45668566
2.13	110119883	4.24	34280237-46645584	7.20	17968902
2.19	56755159	4.39	68093068	7.21	33717427
2.20	48311168	4.43	35602119	8.6	54447768
2.21	40731923	5.2	26853725	8.7	90512640
2.22	68093068-38385377	6.1	48320446	8.8	11674162
2.25	129353074	6.4	23897365	8.9	17674269
2.28	55467888	6.5	24610174	8.10	12796504
2.36	65693790	6.5	24610174	8.11	58512110
2.41	13425766	6.6	22186280	8.12	12711951
2.42	38623353	6.7	22186297	8.14	97788761-93167614
2.45	48311168	6.8	15548266	Ö.B.9	95482675
2.46	69799012	6.9	42562399	9.2	63350513-25868404
Ö.B.3	51284675	6.10	23884201	9.3	48003080-65943863
3.1	10018552	6.11	22186266	9.4	59927966-47011889
3.2	28904735	6.12	97421201	9.5	45808014-116521532
3.3	79002038	6.13	22186268	9.6	34426983
3.4	24919182	6.14	48320446	9.10	1402434839
3.5	20599428	6.15	107722336	9.11	109584760
3.6	61132840	6.16	25036954	9.12	59927967
3.7	59152763	6.17	95114414	9.13	121490015
3.8	24512807	6.18	21971467	9.14	63796001
3.10	132567823	6.19	12455439	9.15	23721626
3.14	64969049	6.20	71727452	Ö.B.10	15549137
3.15	26792379	6.21	17745469	10.1	72939654
3.16	91175156	6.22	107722336	10.2	91001826
3.17	36473840	6.23	35967077	10.18	68187458
3.20	34540411	6.24	10017276	10.20	91002650
3.21	27743585- 27743217	6.25	50798786	10.25	13615589
3.22	10857101	6.30	10919366	10.27	91009565
3.23	103500044	6.31	50532835	10.31	91009561
3.24	37810915	6.32	39205656	10.33	91001829
3.25	131381376	6.33	17712267		

Yazarlar Tarafından Hazırlanan Görseller											
Öğrenme Birimi Görsel Numaraları											
1.1	2.44	3.27	4.22	4.54	5.24	5.54	7.17	9.1	10.11	10.58	12.7
1.4	2.48	3.28	4.23	4.55	5.25	6.2	7.18	9.7	10.12	10.60	12.8
1.5	2.49	3.29	4.25	4.56	5.26	6.3	7.19	9.8	10.13	10.61	12.9
1.6	2.50	3.30	4.26	4.57	5.27	6.26	7.22	9.9	10.14	11.7	12.10
1.7	2.51	3.31	4.27	4.58	5.28	6.27	7.23	9.18	10.15	11.10	12.11
1.8	2.52	3.32	4.28	4.59	5.29	6.28	7.24	9.19	10.16	11.13	12.12
1.9	2.53	3.33	4.29	4.60	5.30	6.29	7.25	9.20	10.17	11.17	12.13
1.10	2.54	3.34	4.30	4.61	5.31	6.36	7.26	9.22	10.19	11.24	12.14
2.2	2.55	3.35	4.31	4.62	5.32	6.37	7.27	9.23	10.21	11.25	12.15
2.5	2.56	3.36	4.32	4.63	5.33	6.38	8.1	9.24	10.22	11.26	12.16
2.14	2.57	3.37	4.33	4.64	5.34	6.39	8.4	9.26	10.23	11.27	12.17
2.15	2.58	3.38	4.34	4.65	5.35	6.40	8.5	9.27	10.28	11.28	12.18
2.16	2.59	3.39	4.35	4.66	5.36	6.41	8.13	9.28	10.30	11.29	12.18
2.17	2.60	3.40	4.36	4.67	5.37	6.42	8.15	9.30	10.34	11.30	12.20
2.23	2.61	3.41	4.37	5.5	5.38	6.43	8.16	9.31	10.35	11.31	12.21
2.24	2.62	3.42	4.38	5.7	5.39	6.44	8.17	9.32	10.36	11.32	12.22
2.26	2.63	4.1	4.40	5.9	5.40	6.45	8.18	9.33	10.37	11.33	12.23
2.27	2.64	4.2	4.41	5.11	5.41	6.46	8.19	9.34	10.41	11.34	12.24
2.29	2.65	4.3	4.42	5.12	5.42	6.47	8.20	9.38	10.42	11.35	12.25
2.30	2.66	4.7	4.43	5.13	5.43	6.48	8.21	9.39	10.43	11.36	
2.31	2.67	4.8	4.44	5.14	5.44	6.49	8.22	9.40	10.44	11.37	
2.32	2.68	4.9	4.45	5.15	5.45	6.50	8.23	9.41	10.45	11.38	
2.33	2.69	4.10	4.46	5.16	5.46	6.51	8.24	9.42	10.46	11.39	
2.34	2.70	4.12	4.47	5.17	5.47	6.52	8.25	9.44	10.47	11.40	
2.35	3.9	4.13	4.48	5.18	5.48	6.53	8.26	9.45	10.48	12.1	
2.37	3.11	4.14	4.49	5.19	5.49	7.5	8.27	9.46	10.49	12.2	
2.38	3.12	4.15	4.50	5.20	5.50	7.9	8.28	9.47	10.50	12.3	
2.39	3.13	4.18	4.51	5.21	5.51	7.14	8.29	9.48	10.52	12.4	
2.40	3.18	4.19	4.52	5.22	5.52	7.15	8.30	9.49	10.53	12.5	
2.43	3.19	4.20	4.53	5.23	5.53	7.16	8.31	10.9	10.54	12.6	