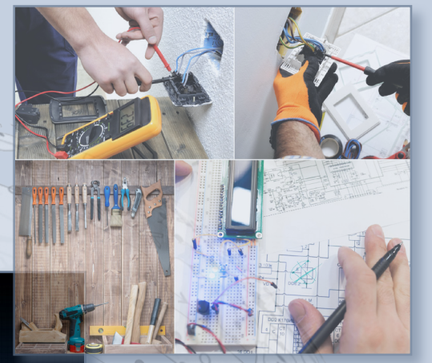
TEMEL ELEKTRİK - ELEKTRONİK ATÖLYESİ 9. SINIF

MESLEKİ TEKNİK ANADOLU LİSESİ



TEMEL ELEKTRİK – ELEKTRONİK ATÖLYESİ

9. SINIF

DERS KİTABI

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TEMEL ELEKTRİK - ELEKTRONİK ATÖLYESİ

9

DERS KİTABI

YAZARLAR

Ahmet Zeki AKKAYA
Ahmet KEKİK
Bahadır KAÇAR
İsmail GÜNDOĞDU
Zafer ÖZTÜRK

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
Elif BİLGİNSOY

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Ahmet ALİŞ

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI
Aydemir KELEŞ

GRAFİK TASARIM UZMANI
Emine BİNGÖL

İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif ERSOY

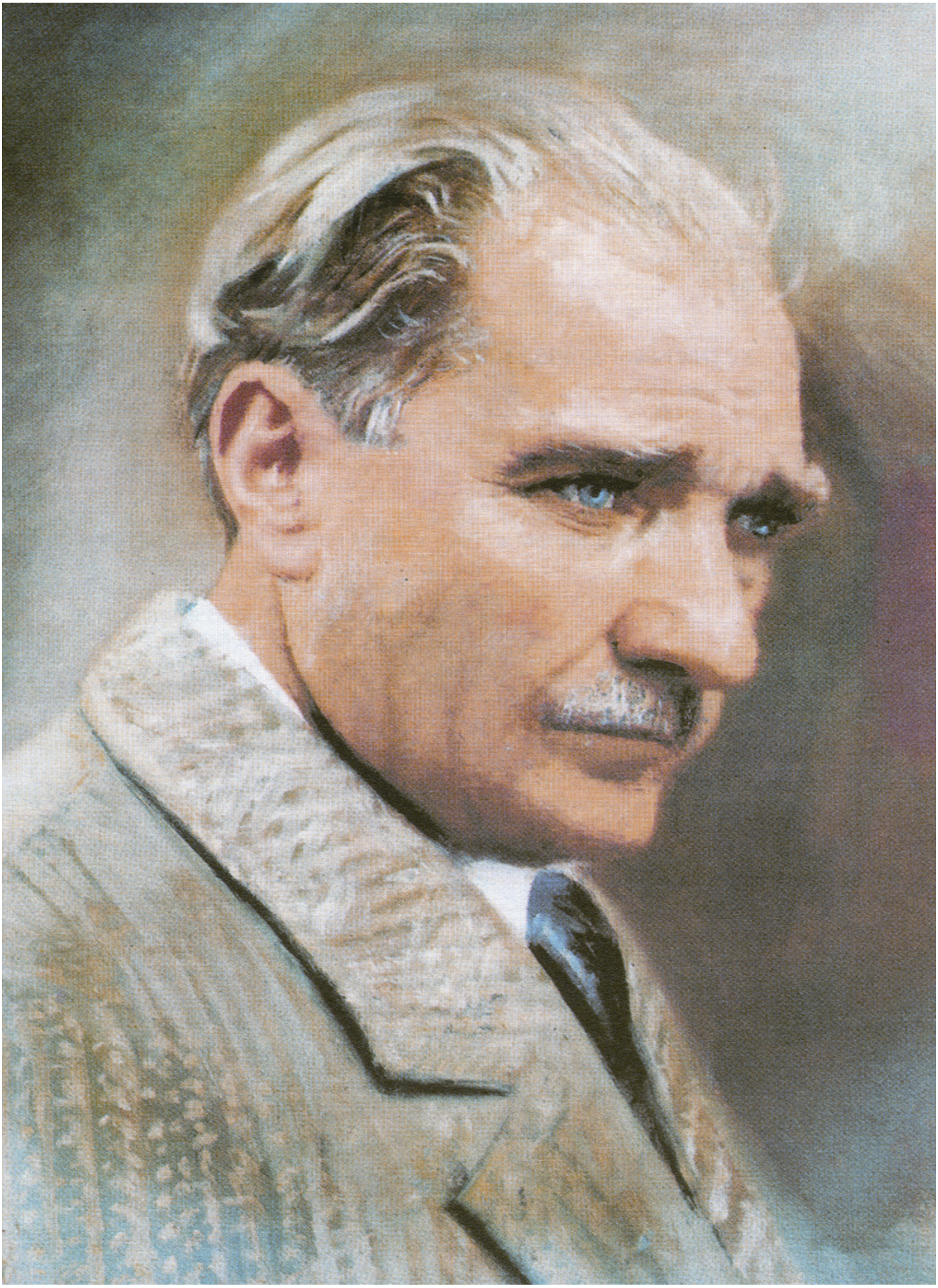
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

KİTAP TANITIMI.....9-10

1.ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME UYGULAMALARI 11

1-1- ATÖLYEDE İSG KURALLARI..... 12
1-2- UZUNLUK ÖLÇÜMÜ..... 15
1-3- ÇAP ÖLÇÜMÜNÜ VE KESİT HESABI..... 19
1-4- HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ..... 26
1-5- IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ..... 28
1-6- SES ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ..... 30
1-7- SICAKLIK ÖLÇÜMÜ..... 33
1-8- TEMEL ELEKTRİK DEVRESİ..... 35
1-9- ELEKTRİK DEVRESİNDE AKIM ÖLÇÜMÜ..... 40
1-10- ELEKTRİK DEVRESİNDE GERİLİM ÖLÇÜMÜ..... 55
1-11- ELEKTRİK DEVRESİNDE İŞ VE GÜÇ ÖLÇÜMÜ..... 61
1-12- ELEKTRİK DEVRESİNDE FREKANS ÖLÇÜMÜ..... 69

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTİRİK DEVRE UYGULAMALARI 79

2-1- İLETKEN BAĞLANTILARI..... 80
2-2- ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ..... 102
2-3- ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ..... 116
2-4- KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİ..... 135
2-5- KUVVETLİ AKIM TESİSATI DEVRE YAPIMI..... 140

3. ÖĞRENME BİRİMİ: TEMEL MEKANİK UYGULAMALARI 173

3-1- MEKANİK ATÖLYESİNDE KULLANILAN KORUYUCU AÇIKLAR 174
3-2- ÖLÇME VE KESME İŞLEMLERİ 176
3-3- DELME VE VİDALAMA İŞLEMLERİ 178
3-4- EĞELEME İŞLEMLERİ 183

4. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTRONİK DEVRE UYGULAMALARI 191

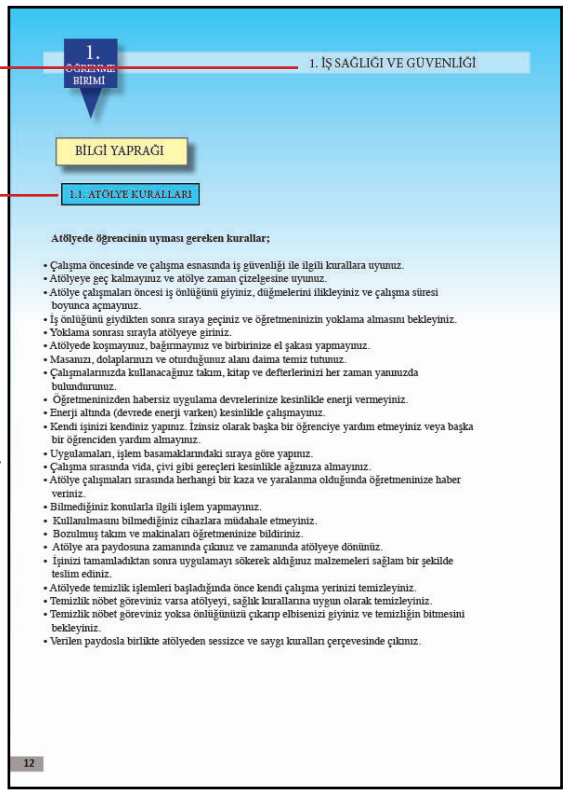
4-1- DİRENÇLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARI 192
4-2- KONDANSATÖRLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARI 209
4-3- BOBİNLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARI 217
4-4- DİYOTLARIN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARI 221
4-5- TRANSİSTÖRLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE DEVRELERİ 226
4-6- ELEKTRONİK DEVRELERDE AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜMÜ 232
4-7- LEHİMLEME UYGULAMALARI 253
4-8- ELEKTRONİK DEVRE ÇİZİMİ 258
4-9- BASKI DEVRE PATERNİ ÇIKARMA 264
4-10- BASKI DEVRE PLAKETİ ÇIKARMA 269
4-11- OSİLOSKOP İLE ÖLÇÜM 280
4-12- DOĞRULTMA VE FİLTRE DEVRELERİ 288
4-13- REGÜLE DEVRELERİ 299
4-14- GERİLİM ÇOKLAYICILARI 307
4-15- GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİNİ VE MONTAJI 311
4-16- GÜÇ KAYNAĞI TESTLERİ 316

CEVAP ANAHTARI 323
KAYNAKÇA 324

KİTAP TANITIMI

Öğrenme birimi numarasını gösterir.

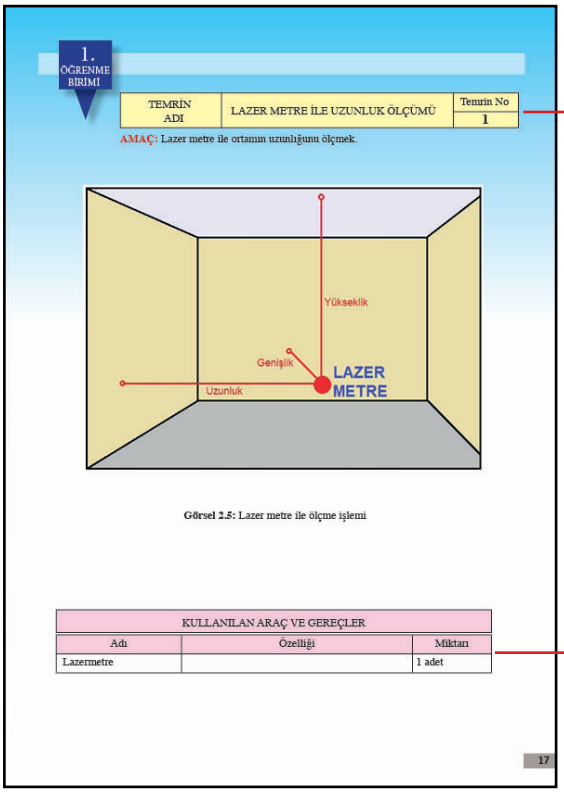
Öğrenme birimi isimlerini gösterir.



Konu başlığını gösterir.

Alt konu başlığını gösterir.

Ünite içeriklerine dijital ortamda ulaşılmasını sağlayan karekodu gösterir.



Temrin başlığını gösterir.

Kullanılan araç ve gereçleri gösterir.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
RJ45 jack		2 adet
CAT6 kablo		2-3 m
Kablo sıkma pensi		1 adet
Kablo soyucu		1 adet
Kablo test cihazı	RJ45 girişli	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, falçata	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kablo soyucu ile kablonun her iki ucunu 1,5 cm kadar soyunuz.
2- Kabloları bir araya toplayarak ortadaki plastik ve iplik kısımları yan keski ile kesiniz.
3- Kabloları turuncu-beyaz, turuncu, yeşil-beyaz, mavi, mavi-beyaz, yeşil, kahverengi-beyaz ve kahverengi renk sıralamasına göre diziniz.
4- Kablo grubunun ucunu yan keski ile düzeltiniz.
5- Jackı, kablo sıkma pensinin içine yerleştirerek sıkınız.
6- Duya lambayı takınız.
7- Jackı çekerek kablonun sağlamlığını kontrol ediniz.
8- Kablo test cihazı ile kablonun sinyal ve bağlantı kontrollerini yapınız.
9- Malzemeleri teslim ediniz.

SORULAR

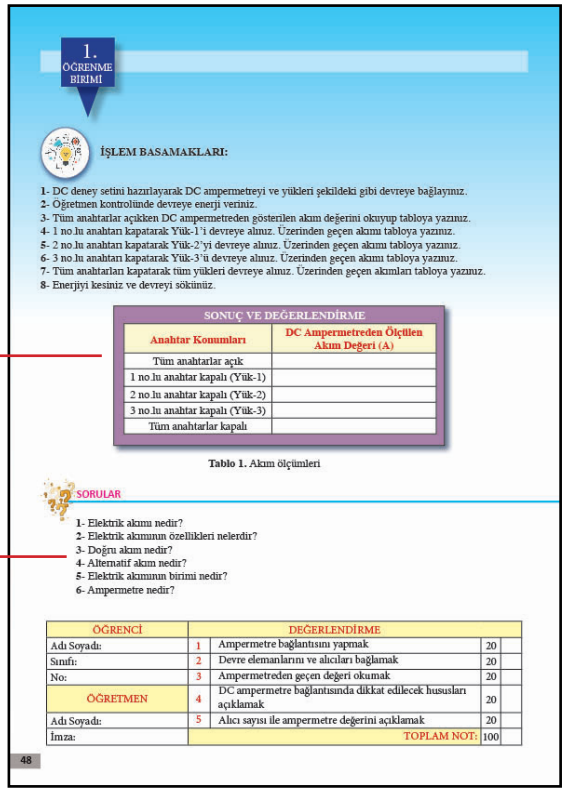
1- RJ-45 jack nerelerde kullanılır?
2- Uç sıralamasını renk koduna göre soldan sağa yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	CAT6 kablo uçlarının soyulması	20	
Sınıfı:	2	İletkenlerin renk sıralamasına göre dizilmesi	20	
No:	3	Uygun renk sırasındaki iletkenlerin jack içine yerleştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Kablo pensi ile jackların sıkılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kablo test cihazı ile kablonun kontrol edilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

100

Uygulamada işlem basamaklarını gösterir.

Öğrencileri değerlendirme formunu gösterir.



1. ÖĞRENME BİRİMİ

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- DC deney setini hazırlayarak DC ampermetreyi ve yükleri şekildeki gibi devreye bağlayınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Tüm anahtarlar açıkken DC ampermetreden gösterilen akım değerini okuyup tabloya yazınız.
4- 1 no.lu anahtarı kapatarak Yük-1'i devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
5- 2 no.lu anahtarı kapatarak Yük-2'yi devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
6- 3 no.lu anahtarı kapatarak Yük-3'ü devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
7- Tüm anahtarları kapatarak tüm yükleri devreye alınız. Üzerinden geçen akımları tabloya yazınız.
8- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Anahtar Konumları	DC Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (A)
Tüm anahtarlar açık	
1 no.lu anahtar kapalı (Yük-1)	
2 no.lu anahtar kapalı (Yük-2)	
3 no.lu anahtar kapalı (Yük-3)	
Tüm anahtarlar kapalı	

Tablo 1. Akım ölçümleri

SORULAR

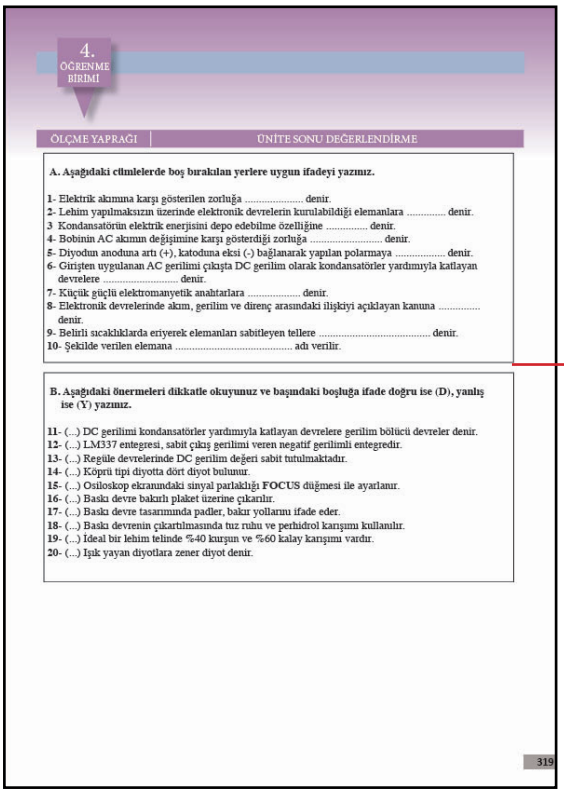
1- Elektrik akımı nedir?
2- Elektrik akımının özellikleri nelerdir?
3- Doğru akım nedir?
4- Alternatif akım nedir?
5- Elektrik akımının birimi nedir?
6- Ampermetre nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ampermetre bağlantısını yapmak	20	
Sınıfı:	2	Devre elemanlarını ve alıcıları bağlamak	20	
No:	3	Ampermetreden geçen değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	DC ampermetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	Alıcı sayısı ile ampermetre değerini açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

48

Sonuç ve değerlendirme formunu gösterir.

Konuyla ilgili soruları gösterir.



4. ÖĞRENME BİRİMİ

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

1- Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa ..... denir.
2- Lehim yapılmaksızın üzerinde elektronik devrelerin kurulabildiği elemanlara ..... denir.
3 Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine ..... denir.
4- Bobinin AC akımın değişimine karşı gösterdiği zorluğa ..... denir.
5- Diyodun anoduna artı (+), katoduna eksi (-) bağlanarak yapılan polarmaya ..... denir.
6- Girişten uygulanan AC gerilimi çıkışta DC gerilim olarak kondansatörler yardımıyla katlayan devrelere ..... denir.
7- Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara ..... denir.
8- Elektronik devrelerinde akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi açıklayan kanuna ..... denir.
9- Belirli sıcaklıklarda eriyerek elemanları sabitleyen tellere ..... denir.
10- Şekilde verilen elemana ..... adı verilir.

B. Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

11- (...) DC gerilimi kondansatörler yardımıyla katlayan devrelere gerilim bölücü devreler denir.
12- (...) LM337 entegresi, sabit çıkış gerilimi veren negatif gerilimli entegredir.
13- (...) Regüle devrelerinde DC gerilim değeri sabit tutulmaktadır.
14- (...) Köprü tipi diyotta dört diyot bulunur.
15- (...) Osiloskop ekranındaki sinyal parlaklığı **FOCUS** düğmesi ile ayarlanır.
16- (...) Baskı devre bakırlı plaket üzerine çıkarılır.
17- (...) Baskı devre tasarımında padler, bakır yollarını ifade eder.
18- (...) Baskı devrenin çıkartılmasında tuz ruhu ve perhidrol karışımı kullanılır.
19- (...) İdeal bir lehim telinde %40 kurşun ve %60 kalay karışımı vardır.
20- (...) Işık yayan diyotlara zener diyot denir.

319

Ölçme değerlendirme bölümünü gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

ÖLÇME UYGULAMALARI

1-1- ATÖLYEDE İSG KURALLARI
1-2- UZUNLUK ÖLÇÜMÜ
1-3- ÇAP ÖLÇÜMÜNÜ VE KESİT HESABI
1-4- HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ
1-5- IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ
1-6- SES ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ
1-7- SICAKLIK ÖLÇÜMÜ
1-8- TEMEL ELEKTRİK DEVRESİ
1-9- ELEKTRİK DEVRESİNDE AKIM ÖLÇÜMÜ
1-10- ELEKTRİK DEVRESİNDE GERİLİM ÖLÇÜMÜ
1-11- ELEKTRİK DEVRESİNDE İŞ VE GÜÇ ÖLÇÜMÜ
1-12- ELEKTRİK DEVRESİNDE FREKANS ÖLÇÜMÜ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1- İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kuralları araştırınız.
2- Sıcaklık, uzunluk gibi fiziksel büyüklüklerin nasıl ölçüldüğünü araştırınız.
3- Ölçme işleminde kullanılan ölçü aletlerini araştırınız.
4- Elektrik devre çeşitlerini araştırınız.
5- Elektrik devresinde ölçü aletlerinin nasıl kullanıldıklarını araştırınız?

BİLGİ YAPRAĞI

1.1.1. ATÖLYE KURALLARI

Atölyede öğrencinin uyması gereken kurallar;

- Çalışma öncesinde ve çalışma esnasında iş güvenliği ile ilgili kurallara uyunuz.
- Atölyeye geç kalmayınız ve atölye zaman çizelgesine uyunuz.
- Atölye çalışmaları öncesi iş önlüğünü giyiniz, düğmelerini ilikleyiniz ve çalışma süresi boyunca açmayınız.
- İş önlüğünü giydikten sonra sıraya geçiniz ve öğretmeninizin yoklama almasını bekleyiniz.
- Yoklama sonrası sırayla atölyeye giriniz.
- Atölyede koşmayınız, bağırmayınız ve birbirinize el şakası yapmayınız.
- Masanızı, dolaplarınızı ve oturduğunuz alanı daima temiz tutunuz.
- Çalışmalarınızda kullanacağınız takım, kitap ve defterlerinizi her zaman yanınızda bulundurunuz.
- Öğretmeninizden habersiz uygulama devrelerinize kesinlikle enerji vermeyiniz.
- Enerji altında (devrede enerji varken) kesinlikle çalışmayınız.
- Kendi işinizi kendiniz yapınız. İzinsiz olarak başka bir öğrenciye yardım etmeyiniz veya başka bir öğrenciden yardım almayınız.
- Çalışma sırasında vida, çivi gibi gereçleri kesinlikle ağzınıza almayınız.
- Atölye çalışmaları sırasında herhangi bir kaza ve yaralanma olduğunda öğretmeninize haber veriniz.
- Bilmediğiniz konularla ilgili işlem yapmayınız.
- Kullanılmasını bilmediğiniz cihazlara müdahale etmeyiniz.
- Bozulmuş takım ve makinaları öğretmeninize bildiriniz.
- Atölye ara paydosuna zamanında çıkınız ve zamanında atölyeye dönünüz.
- İşinizi tamamladıktan sonra uygulamayı sökerek aldığınız malzemeleri sağlam bir şekilde teslim ediniz.
- Atölyede temizlik işlemleri başladığında önce kendi çalışma yerinizi temizleyiniz.
- Temizlik nöbet göreviniz varsa atölyeyi, sağlık kurallarına uygun olarak temizleyiniz.
- Temizlik nöbet göreviniz yoksa önlüğünüzü çıkarıp elbisenizi giyiniz ve temizliğin bitmesini bekleyiniz.
- Verilen paydosla birlikte atölyeden sessizce ve saygı kuralları çerçevesinde çıkınız.

Görsel 1.1: Elektirik panosu uyarı levhası

1.1.2. ATÖLYE'DE İŞ GÜVENLİĞİ

Çalışma ortamlarının, kaza riskini en alt seviyeye indirecek şekilde düzenlenmesine **iş güvenliği** denir.

Atölye ortamında meydana gelen kazalar şu nedenlerden oluşmaktadır;

- Çalışma öncesi iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınmaması
- Dalgınlık ve dikkatsizlik
- Disiplinsizlik
- Çalışma ortamını düzenli tutmamak
- Kişisel koruyucu donanımları kullanmamak
- İşe uygun olmayan makine ve el aletleri kullanmak
- Kurallara uymamak
- Makina koruyucularını çıkarmak
- Makinaların kullanma talimatlarına uymamak
- Çalışırken kendine aşırı güvenmek
- Verilen işi aceleyle yapmak
- Elektrik devresi elemanlarında yalıtımın bozulması
- Yetersiz veya uygun yapılmayan topraklama
- İşin gerektirdiği kontrollerin yapılmaması

Not: Atölye ortamında meydana gelen kazaların büyük çoğunluğu **elektrik kazalarıdır.**

Elektriğin çarptığı kişide meydana gelebilecek problemler şunlardır;

- Bilinç kaybı oluşabilir.
- Solunum geçici olarak durabilir.
- Kalp durabilir.
- Çeşitli yanıklar meydana gelebilir.

1.1.3. ATÖLYEDE İLK YARDIM

Herhangi bir kaza anında tıbbi yardım sağlanıncaya kadar mevcut durumun muhafazası amacıyla olay yerindeki araç gereçle yapılan ilaçsız uygulamalara **ilk yardım** denir. İlk yardımda belirtilen amaç doğrultusunda sertifika almış kişilere **ilk yardım personeli** denir.

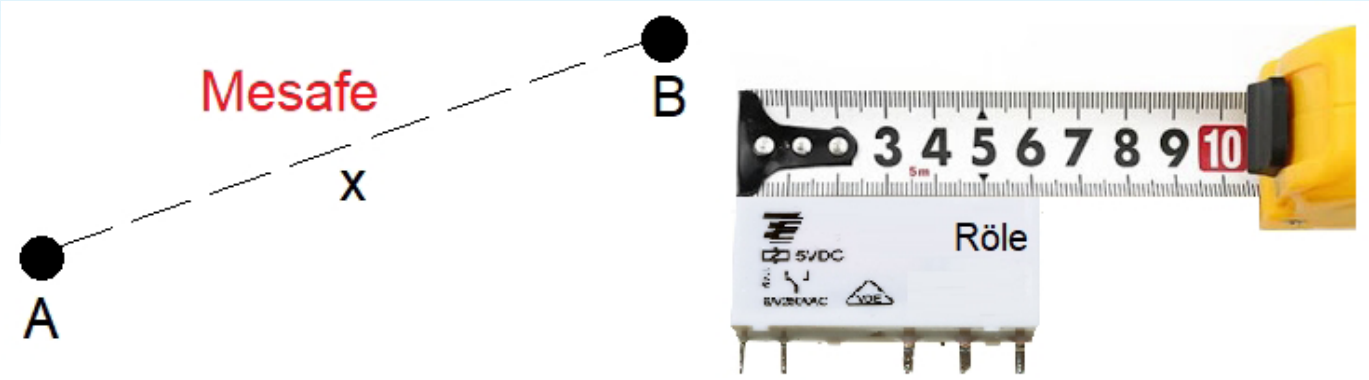
Elektrik kazalarında yapılması gereken ilk yardım ve kazalardan korunma tedbirleri;

- Kazazedeye dokunmadan önce sigorta veya anahtardan elektrik enerjisi kesilmelidir.
- Enerjinin kesilme imkânı bulunmuyorsa tahta çubuk ya da yalıtkan bir malzeme ile çarpılan kişinin elektrik enerjisiyle teması kesilmelidir.
- Kurtarmaya çalışacak kişi her şeyden önce kendi hayatını tehlikeye atmamalıdır.
- Elektrik enerjisine kapılan kişiyi kurtarmaya çalışırken çıplak elle akıma kapılan kişinin vücuduna asla dokunulmamalıdır.
- Elektrik enerjisine kapılan kişinin bulunduğu ortamda su varsa ortama lastik tabanlı ayakkabı veya çizme gibi koruyucularla girilmelidir.
- Kazazedede elektrik yanığı oluşmuşsa kesinlikle su ile müdahale edilmemelidir. Ayrıca yanık bölgesine krem, diş macunu veya kolonya sürülmemeli; temiz bir sargı bezi ile yanık yeri kapatılmalıdır.
- Yanık bölgesinde bilezik gibi metal eşya varsa kesilerek çıkarılmalıdır.
- Yaralı hareket ettirilmemelidir. ·
- Yaralının vücuduna giysiler yapışmış ise çıkartılmamalıdır.
- Hasta kurtarılır kurtarılmaz ilk yardım personeli tarafından hastaya suni solunum ve kalp masajı yayılmalıdır. İlk yardım personeli sertifikası olmayan kişiler bunları yapmamalı, yetkililere haber vermelidir.
- Elektrik sebebiyle çıkan yangınlarda su kullanılmamalı, uygun yangın söndürücü kullanılmalıdır.
- Elektrikli alet ve cihazlar su ortamına yakın ise bu cihazlar ortamdan uzaklaştırılmalıdır. ·
- Elektrikli bir cihaza dokunurken ellerin ıslak olmadığından emin olunmalıdır.
- Elektrik mevcutken ve elektrikli cihazlar çalışırken duman, yanık gibi anormal değişiklikler hissettiğinde enerji kesilmelidir.

BİLGİ YAPRAĞI

1.2.1. UZUNLUK VE UZUNLUK ÖLÇME

İki noktanın birbirinden ne kadar ayrı olduğunun sayısal ifadesine **mesafe** denir. Tek boyutlu doğru veya eğrisel bir yolun iki noktası arasındaki mesafeye **uzunluk** denir.



Görsel 1.2: Mesafe ve uzunluk

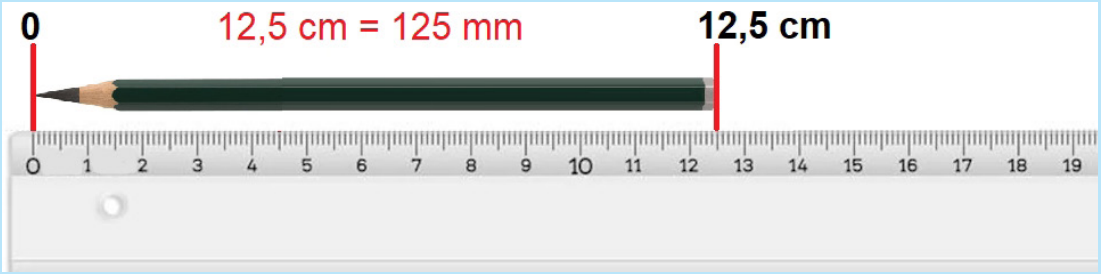
1.2.2. UZUNLUK ÖLÇME İŞLEMİ

Uzunluk ölçme birimi **metredir.**
Metrenin üst katları; kilometre (km), hektometre (hm) ve dekametre (dam)'dir.
Metrenin alt katları; desimetre (dm), santimetre (cm), milimetre (mm)'dir.
Örneğin; 1 km = 10 hm = 100 dam = 1.000 m = 10.000 dm = 100.000 cm = 1.000.000 mm şeklindedir.
Uzunluk ölçme işleminde; cetvel, metre, şerit metre ve lazer metre kullanılır.

Görsel 1. 3 : Metre ve lazer metre

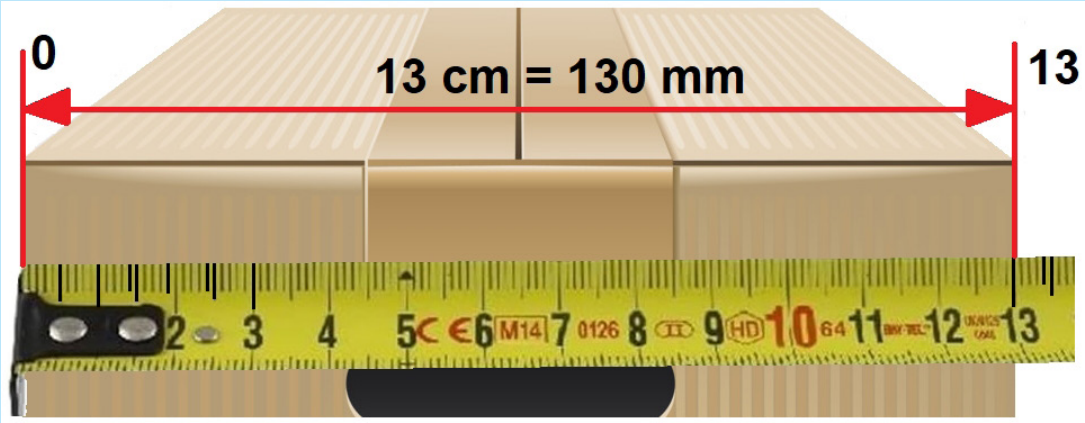
Lazer metre, şerit metre ile ölçüm yapmanın mümkün olmadığı yerlerde lazer ışığı ile mesafe ölçümü yapabilen metredir. En büyük avantajı, tek kişinin kullanımı ile uzun mesafelerin ölçülebilmesidir. Bu cihazla uzunluk, alan, hacim gibi ölçümler yapılabilir.

Örnek: Aşağıda verilen ölçme işlemlerini yapınız.



Görsel 1.4 : Cetvel ile ölçme işlem

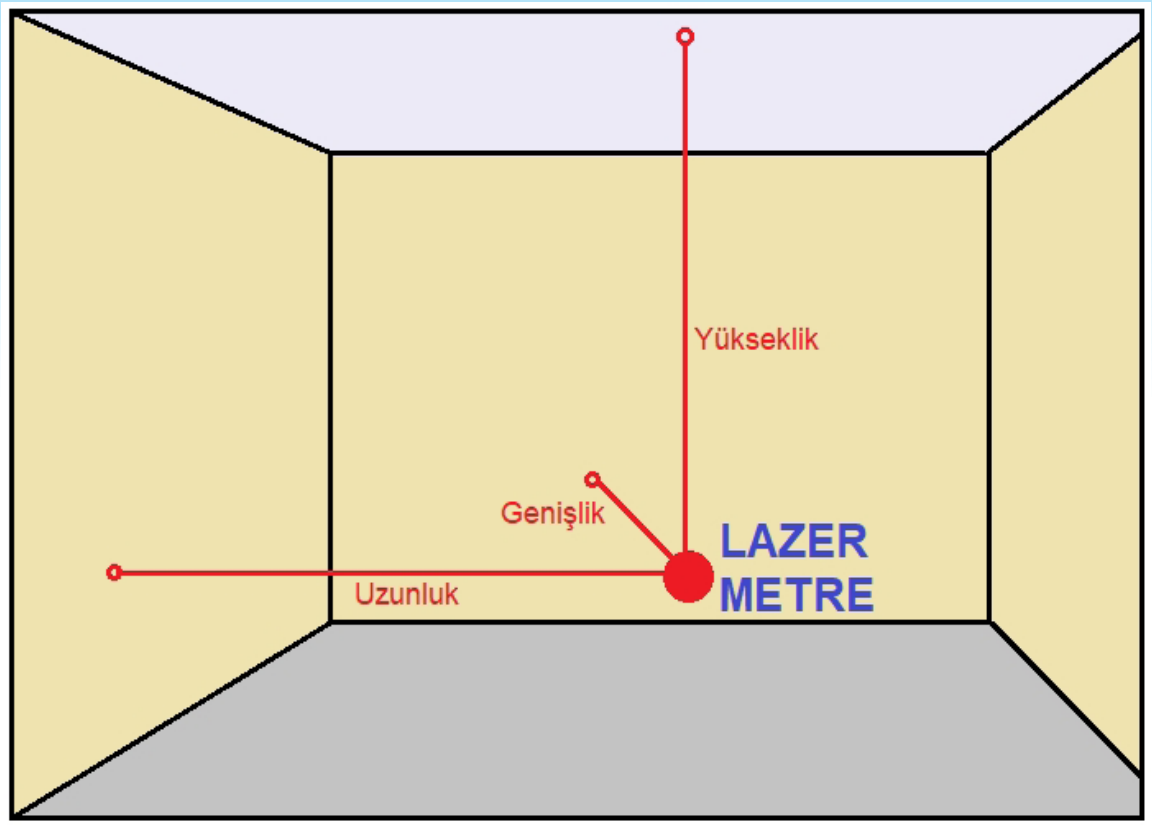
Örnek: Aşağıda verilen ölçme işlemini yapınız.



Görsel 1.5: Şerit metre ile ölçme işlemi

TEMRİN ADI	LAZER METRE İLE UZUNLUK ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		1

AMAÇ: Lazer metre ile ortamın uzunlığunu ölçmek.



Görsel 1.6: Lazer metre ile ölçme işlemi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Lazermetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Cihaza Aç/Ölç tuşuna basarak açınız.
2- Aydınlatma/pano tuşuna kısa basarak ekran aydınlatmasını açınız.
3- Aydınlatma/pano tuşuna uzun basarak metre veya inç ölçü birimlerinden birisini seçiniz.
4- Ölçümleri ön ya da arka referanslı yapmak için referans tuşuna basınız. Burada ölçüm için baz alınacak yer ekranda görüntülenir. Referans ayarı değiştiğinde bip sesi duyulur.
5- Ölçme işlemini yapmak için cihazı ölçme alanına dik bir şekilde tutunuz, Aç/Ölç tuşuna basınız ve ölçme işlemini tamamlayınız. Bu şekilde ortamın enini, boyunu ve yüksekliğini ölçünüz.
6- Ortamın alan ölçümünü yapmak için Alan/Hacim tuşuna basınız. İlk olarak alanın uzunluğunu Aç/Ölç tuşuna basarak ölçünüz. Daha sonra alanın genişliğini Aç/Ölç tuşuna basarak ölçünüz. Alan sonucu ekranın üçüncü satırında gösterilir.Tabloya yazınız.
7- Ölçülen değere ekleme/çıkarma yapmak için ilk mesafeyi ölçtükten sonra +/- tuşlarından birine basınız ve ikinci ölçme işlemini yapınız. Sonuç en alt kısımda görülecektir.
8- Cihazı kapatınız.

SORULAR

1- Mesafe nedir?
2- Uzunluk nedir?
3- Uzunluk ölçme işleminde hangi aletler kullanılır?
4- 3km=.....m
5- 5000cm=.....m

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Lazer Metre Ayarları Yapımı	20	
Sınıfı:	2	Lazer Metre Çalıştırma	20	
No:	3	Uzunluk Ölçümü	20	
ÖĞRETMEN	4	Alan Ölçümü	20	
Adı Soyadı:	5	Hacim Ölçümü	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

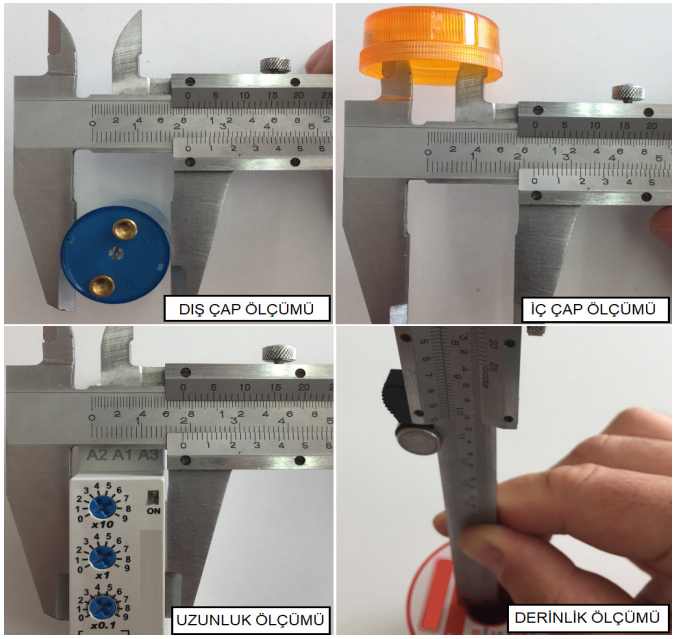
BİLGİ YAPRAĞI

1.3.1. KESİT VE ÇAP TANIMI

Herhangi bir cismin kesilen yüzeyin alanının ölçüsüne **kesit (yanal alan)** denir. Kesit, bir alan değeridir. Kesit, **S** ile gösterilir ve birimi **m^2**'dir. Dairesel bir şeklin merkezinden geçen doğrunun daireyi kestiği noktalar arasındaki uzunluğuna **çap** denir. Çap "**R**" ve yarıçap **"r"** ile gösterilir.

1.3.2. KUMPAS (CALİPER) İLE ÖLÇME İŞLEMİ

Daha hassas ölçülerin alınmasında kullanılan verniyer bölüntülü ölçme aletine **kumpas (caliper)** denir. Derinlik, uzunluk, dış ve iç çap ölçmeye yarar. Kumpaslar; metrik ve inç sistemi olarak 1/10 mm, 1/20 mm, 1/50 mm, 1/32", 1/64", 1/128", 1/192" ve 1/1000" şeklinde ölçülere sahiptir.



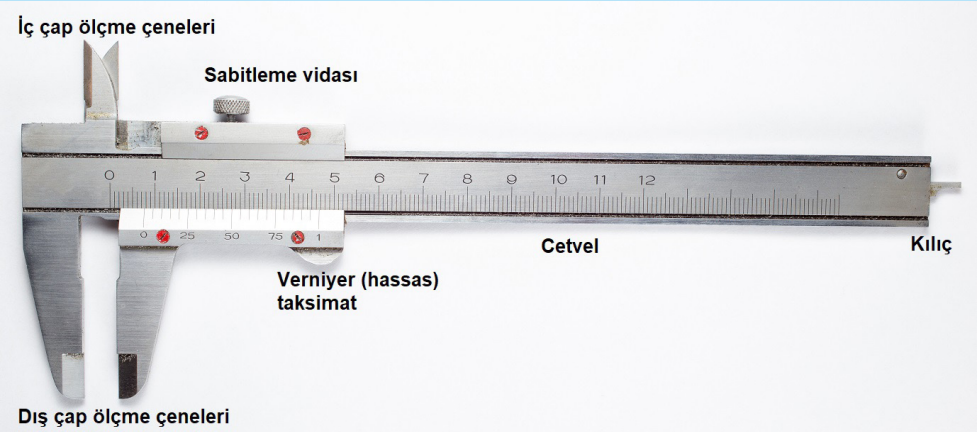
Görsel 1.7: Kumpas ile çeşitli ölçümler

Kumpasın cetvel kısmıyla milimetre hassasiyetinde ölçme yapıldıktan sonra verniyer ölçeği kullanılarak milimetrenin 1/50'si, 1/20'si ve 1/10'u hassasiyetinde ölçüm sonucu alınabilir.

Kumpasın hatalı ölçmesinin belli başlı nedenleri şunlardır;

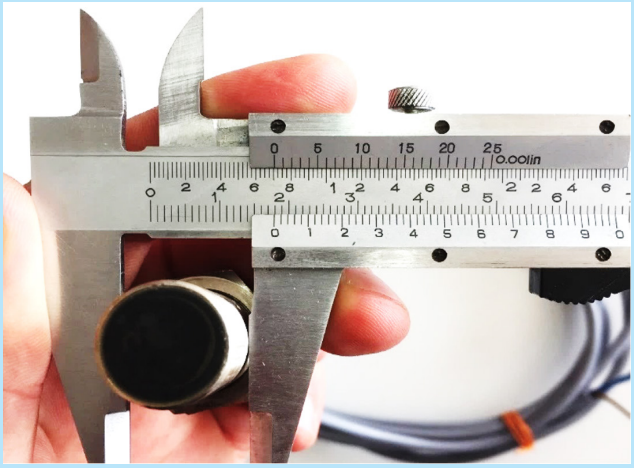
- Kumpas çenelerinin paralel olmaması
- Hareket halindeki parçaların ölçülmesi
- Ölçü tamlığına uygun olmayan kumpasların kullanılması
- Hareketli çenenin, gevşek ve laçka hale gelmiş olması
- Çeneler kapalı durumda iken, sıfır çizgilerinin çakışır durumda olması ve çenelerin birbirine yapışık olmaması

Not: Cetvel ile verniyerin ilk kademesi **ilk anda kesişirse** kademe hesaplamasın gerek yoktur.
(10. verniyer 0. verniyer gibidir). Yani alt verniyer ölçüs **"0 mm"**dir.



Görsel 1.8: Kumpasın yapısı

Örnek: Aşağıda verilen 1/50 mm verniyerli kumpasın ölçüsü nedir?



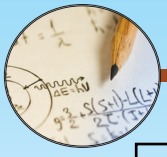
Görsel 1.9: Kumpas ile sensör çapı ölçümü

1	Verniyerin cetvel ile kesiştiği veya bir önceki cetveldeki değeri	17 mm
2	Verniyerin cetvel ile kesiştiği çizgi yeri (10 verniyer kademesi)	8. kademe
3	Okunacak verniyer ölçüsü = Kademe x 0,1	0,8
	TOPLAM DEĞER	**17,8 mm**

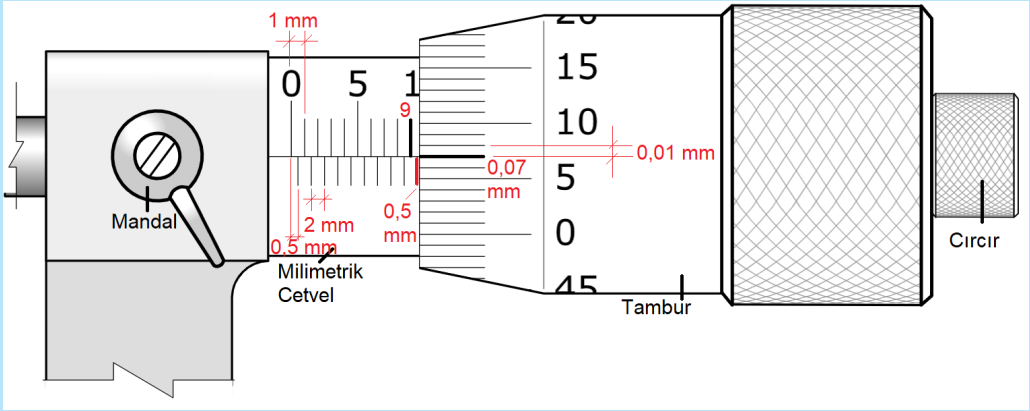
1.3.3. MİKRO METRE İLE ÖLÇME İŞLEMİ

Düz parçaların kalınlığını, silindirik parçaların ise çaplarını ölçmede kullanılan ölçme ve kontrol aletine **mikrometre** denir. Mikrometre, kumpasa göre hassas seviyede çap ölçümü gerçekleştirir.

Görsel 1.10: Mikrometrenin yapısı



Örnek: Aşağıda verilen 0,01 mm hassasiyetli mikrometrenin ölçüsü nedir?



Görsel 1.11: Mikrometre ile ölçme işlemi

1	Tam sayı kısmındaki değer (kesişme öncesinde)	9 mm
2	0,5 mm kesir kısmında, tam sayı kısmından sonraki alanda çizgi görülüyomu? 9 değerinin altında 0,5 mm değeri görülüyor.	0,5 mm
3	Tambur kısmındaki değer x 0,01	7. 0,01 = 0,07 mm
	TOPLAM DEĞER	**= 9,57 mm**

Not: 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm, 75-100 mm, 100-125 mm ve 25-150 mm arasında ölçüm yapabilen mikrometreler bulunmaktadır.
300 mm'den büyük ölçüler için ölçme alanı 100 mm'dir. Örneğin, 300–400 mm, 400–500 mm, 900–1000 mm gibi.

TEMRİN ADI	KUMPAS İLE UZUNLUK ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		2

AMAÇ: Kumpas ile çeşitli uzunlukları ölçmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kumpas	Dijital veya analog tipli.	1 adet
Sensör	Endüktif veya kapasitif özellikli	1 adet
Kondansatör	Orta ve büyük tipli.	2adet
Sinyal Lambası	Kumanda tipli	1 adet
Zaman rölesi	220V Kumanda tipi.	1 adet
Sigorta	W otomat.	1 adet
Cıvata		1 adet
Starter		1 adet
Tornavida	Kalın tipli.	1 adet
Delikli Parça	L tipi sac üzerinde.	1 adet
Lehim Teli	Kılıflı.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kumpas ile sensörün çapını ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
2- Kumpas ile tornavidanın demir kısmının çapını ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
3- Kumpas ile starterin çapını ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
4- Kumpas ile cıvatanın çapını ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
5- Kumpas ile dış alanı ile sinyal lambanın kapağının iç kısmını ölçünüz ve değeri yazınız.
6- Kumpas ile zaman rölesinin enini ve boyunu ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
7- Kumpas ile W otomat sigortanın enini ve boyunu ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
8- Kumpas ile delikli parçanın delik çapını dış kısmı ile ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
9- Kumpas ile kondansatörün çapını ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.
10- Kumpas ile kılıç kısmı ile lehim telinin makara ölçüsünü ölçünüz ve değeri tabloya yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Ölçülen Elemanlar	**Ölçülen Değerler**
Sensör	
Tornavida	
Kondansatör	
Sinyal Lambası	
Sigorta	
Cıvata	
Starter	
Delikli Parça	
Lehim Teli	

SORULAR

1- Kesit nedir?
2- Çap nedir?
3- Kumpas nedir?
4- Kumpas ile neleri ölçebiliriz?
5- Kumpas ile hangi birimlere göre ölçme yapılabilir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ölçümün tam kısmınındoğru okunması	20	
Sınıfı:	2	Ölçümün ondalık kısmının doğru okunması	20	
No:	3	İç çap ölçümü yapmak	20	
ÖĞRETMEN	~~4~~ 3	Dış çap ölçümü yapmak	20	
Adı Soyadı:		Derinlik ölçümü yapmak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	MİKROMETRE İLE ÇAP ÖLÇME İŞLEMİ	Temrin No
		3

AMAÇ: Mikrometre ile çeşitli tellerin çaplarını ölçmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Mikrometre	Dijital veya analog tipli.	1 adet
Bobin Telleri	Değişik kesitlerde.	Birkaç tane

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Mikrometrenin çenesine sırasıyla iletken tellerini yerleştiriniz.
2- Yapılan her bir ölçmeyi tabloya yazınız.
3- Sonuçları değerlendiriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Ölçülecek Kablolar	**Ölçülen Değerler**
1. Bobin Teli	
2. Bobin Teli	
3. Bobin Teli	

SORULAR

1- Mikrometre nedir?
2- Mikrometre ile kumpas arasındaki fark nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ölçümün tam kısmının okunması	20	
Sınıfı:	2	Ölçümün ondalık kısmının doğru okunması	20	
No:	3	1. Bobin telinin doğru ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	2. Bobin telinin doğru ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	3. Bobin telinin doğru ölçülmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

1.4.1. DEVİR TANIMI

Bir cismin konumunun zamanla değişim miktarının büyüklüğüne **hız** denir. Bir hareketlinin belirli bir zamanda (birim zaman) aldığı yola (yer değiştirme miktarı) **o hareketlinin hızı** denir. Dönen bir cismin birim zamanda yaptığı tam dönüş (tur) sayısına **devir** denir. Devir, hız olayına benzer ancak hareketi daireseldir. Örneğin,bir tekerleğin 800 devir/dakika hızla dönmesi.

RPM (Revolutions Per Minute): Bir elektrik motorunun dakikadaki tur sayısıdır. Bir motorun devir sayısını açıklamak için birim devir/dakika olur. Örneğin,bir dakikada 800 dönüş yapan bir motor için 800 devir/dakika ifadesi kullanılabilir. Bazı ölçü aletlerinde veya motor etiketlerinde dakikadakidönüş sayısı RPM harfleriyle ifade edilir.

1.4.2. TAKOMETRE İLE DEVİR ÖLÇÜMÜ

Elektrik motorunun hızını ölçen cihaza **turmetre (takometre)** denir. Bir takometre, devri ölçülecek motorun miline değdirilerek motorla aynı hızda dönen hareketli bir parça ve bu hareketi dakikadaki tur sayısına çeviren bir sistemden oluşur. Optik, lazerli, analog ve dijital modelleri vardır. Kimi takometre ışın yoluyla ölçme yaparken kimi takometre dönen mile takılarak ölçme yapar.

Görsel 1.12: Dijital takometre ile motor devir ölçümü

TEMRİN ADI	TAKOMETRE İLE AC MOTORUN DEVİR SAYISININ ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		4

AMAÇ: Takometre ile AC motorun devir sayısını ölçmek ve değerlendirmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Takometre	Optik tipli	1 adet
AC Motor	1 veya 3 fazlı	1 adet
Reflektör Bandı	Yansıtıcı özellikli	1 adet

Not: **Aşağıdaki ön hazırlıklar atölye öğretmeni tarafından yapılmalıdır;**

- Reflektör bandını 1 cm'den keser ve motorun miline yapıştırır.
- Motora elektirik vererek çalıştırır.
- Ölçme işlemleri bittikten sonra motoru durdurur.

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Takometrenin kademe anahtarını optik ölçüm için PHOTO kademesine alınız.
2- Takometrenin yan kısmındaki butona basarak lazer ışığını motor milindeki reflektöre yansıtınız.
3- Ekrandaki değer sabitleştiğinde ölçüm değerini yazınız.
4- Ölçüm butonunu bırakınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Ölçülen Devir	

SORULAR

1- Hız nedir?
2- Devir nedir?
3- RPM nedir?
4- Takometre nedir?
5- Takometre çeşitleri nelerdir?
6- Takometreler hangi yöntemlerle ölçüm yaparlar?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Takometrenin kademe ayarlarını yapmak	25	
Sınıfı:	2	Takometreyi mile doğru konumlandırma	25	
No:	3	Takometreyi ölçmede sabit tutmak	25	
ÖĞRETMEN	4	Devir sayısını takometreden okumak	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

1.5.1. IŞIK TANIMI

Doğrusal dalgalar hâlinde yayılan elektromanyetik dalgalara **ışık** denir. Işık, bir dalga formunda olduğundan belli bir frekans değerine sahiptir. Sahip olduğu frekansa göre ışığın rengi değişir.

1.5.2. FOTOMETRİK BÜYÜKLÜKLER

a) Işık Akısı (o): Herhangi bir enerjinin ışık akısına dönüştüğü yere **ışık kaynağı** denir. Işıyan akının gözü etkileyen kısmına **ışık akısı** denir ve "o" ile gösterilir. Birimi lümen (lm)'dir.

b) Işık Şiddeti (Candela): Bir ışık kaynağından birim katı açı içerisinde yayılan ışık akısının bir ölçüsüne **ışık şiddeti** denir. Işık şiddeti "I" ile gösterilir, birimi Candela (cd)'dır.

c) Aydınlık Şiddeti (Lüks): Bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılan birim yüzeye düşen ışık akısının miktarına **aydınlık şiddeti** denir. "E" ile gösterilir, birimi Lüks (lm/m^2)'tür.

d) Parıltı ($Candela/m^2$): Yüzeyin birim alanından belli bir doğrultuda yayılan ışık şiddetine **parıltı** denir. Birimi Cd/m^2'dir. "L" ile gösterilir.

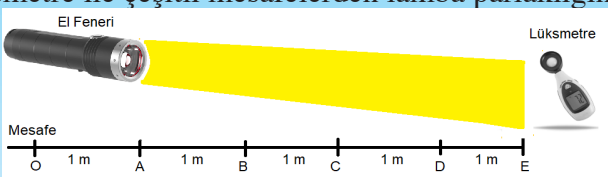
1.5.3. LÜKSMETRE İLE IŞIK ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ

Görsel 1.13: Lüksmetre

Bir ortamda sağlıklı bir aydınlatma olup olmadığının tespiti için, ortamın ışık seviyesini ölçen ölçü aletine **lüksmetre** denir.

TEMRİN ADI	LÜKSMETRE İLE LAMBA PARLAKLIĞININ ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		5

AMAÇ: Lüksmetre ile çeşitli mesafelerden lamba parlaklığını ölçmek.



Görsel 1.14: Lüksmetre ile ışık şiddeti ölçümü

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Lüksmetre		1 adet
LED Fener		1 adet
Şerit Metre	5 m.	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Şerit metre ile 1 m mesafeli yerleri ölçünüz ve işaretlemeyi yapınız.
2- On-off tuşuna basarak lüksmetreyi açınız.
3- Lüksmetrenin kademe ayarlarını yapınız.
4- LED feneri çeşitli mesafelere getirerek açınız ve lüksmetreye doğru tutunuz.
5- Lüksmetreden ölçülen değeri yazınız.
6- Cihazları kapatınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Mesafeler	**Ölçülen Değerler**
1m	
2m	
3m	
4m	

SORULAR

1- Işık nedir?
2- Işık akısı nedir?
3- Işık şiddeti nedir?
4- Aydınlık şiddeti nedir?
5- Parıltı nedir?
6- Lüks metre nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Lüksmetrenin kademe ayarlarını yapmak	25	
Sınıfı:	2	Lüksmetreyi doğru konumlandırma	25	
No:	3	Işık şiddetini lüks metreden okumak	25	
ÖĞRETMEN	4	Farklı mesafelerdeki ışık şiddetini ölçmek	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

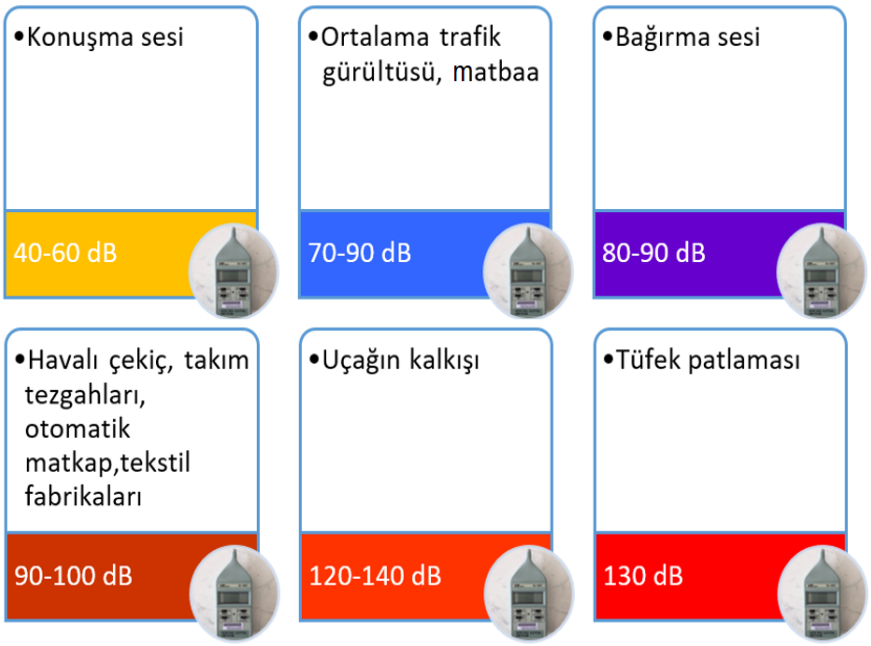
BİLGİ YAPRAĞI

1.6.1. SES TANIMI

Maddesel bir ortamda (katı, sıvı veya gaz) meydana gelen titreşimlere **ses** denir. (Görsel 6.1).

Görsel 1.15: Ses sinyali

1.6.2. SES ŞİDDETİ



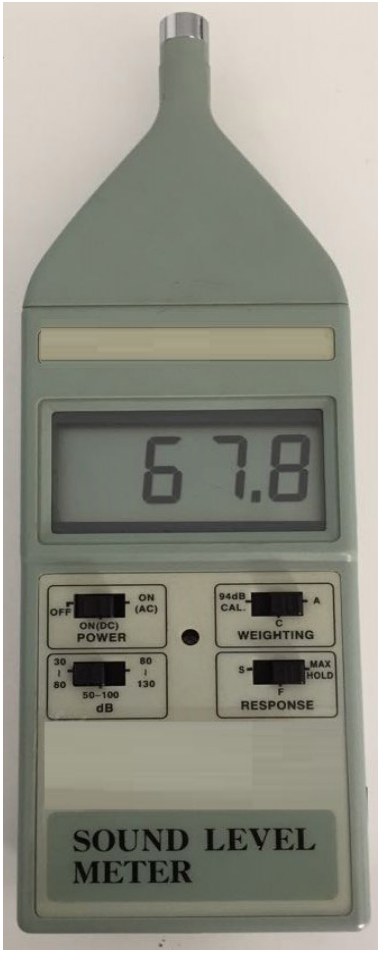
Görsel 1.16: Ortamlara göre çeşitli ses seviyeleri

Ses, atmosferde yayılırken yayılma doğrultusunda basınç farklılıkları oluşturur. Ses şiddeti, bu basınç farkının büyüklüğüdür. Ses şiddetinin birimi **bel** olarak ifade edilir. Bu büyük bir birim olduğu için belden 10 kat düşük olan **desibel (dB)** kullanılır.

Desibel, logaritmik bir büyüklüktür ve iki güç arasındaki oranı ifade eder. İnsan kulağı için 0–30 dB kısık, 30–60 dB gürültülü sestir. 85 dB'den fazlası kulakta fiziksel hasarlar bırakabilecek ses şiddetidir.

1.6.3. DESİBELMETRE İLE SES ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ

Ses seviyesini ölçen ölçü aletlerine **desibelmetre** denir.



Görsel 1.17: Desibelmetre

TEMRİN ADI	SES ŞİDDETİ ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		6

AMAÇ: Bir ses kaynağından gelen ses şiddetini desibelmetre ile ölçmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Desibelmetre		1 adet
Ses Kaynağı	Hoparlör, radyo vb.	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- On-off tuşuna basarak desibelmetreyi açınız.
2- Ses şiddetinin düzeyine göre desibelmetrenin düşük-orta-yüksek kademelerinden uygun olanını seçiniz.
3- Ses şiddetinin frekansına uygun olarak WEIGHTING ayarı A ve C kademelerinden uygun olanını seçiniz. Düşük ve az seslerde A, yüksek net ve fazla seste C konumu seçilmelidir.
4- Bulunulan noktadan ses kaynağına bakacak şekilde desibelmetreyi tutunuz ve ses şiddetini ölçünüz. Ölçme işlemini değer sabitleştiği anda yapınız.
5- Belirli aralıklarla ses kaynağına yaklaşınız ve her bir aralıkta ölçme işlemini sürdürünüz.seçiniz.
6- On-off tuşuna basarak desibelmetreyi kapatınız.

SORULAR

1- Ses nedir?
2- Ses şiddetinin birimi nedir?
3- Desibelmetre nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Desibelmetrenin kademe ayarlarını yapmak	25	
Sınıfı:	2	Desibelmetreyi doğru konumlandırmak	25	
No:	3	Ses şiddetini desibelmetreden okumak	25	
ÖĞRETMEN	4	Farklı mesafelerdeki ses şiddetini ölçmek	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

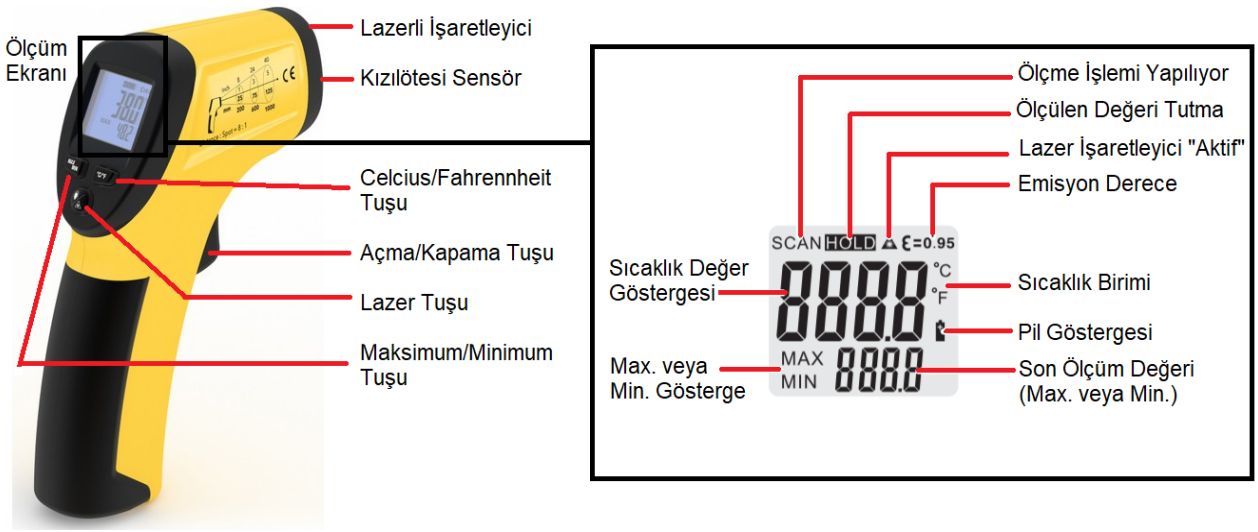
BİLGİ YAPRAĞI

1.7.1. SICAKLIK TANIMI

Bir maddeyi oluşturan moleküllerin hareket ve titreşiminden meydana getirdiği hareket enerjilerinin ortalama değerine **sıcaklık** denir. "T" ile gösterilir. Isı ve sıcaklık kavramları birbirine benzemekle birlikte temelde farklı kavramlardır. Isı, hareket enerjilerinin toplamı olup bir enerji birimi iken, sıcaklık, hareket enerjilerinin ortalama değeridir.

1.7.2. TERMOMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

Sıcaklık ölçen cihazlara **termometre** denir. Celsius (selsius), Kelvin, Fahrenheit (fahrenayt) ölçekli termometreler bulunur. Sıcaklık, ısı vb. ölçmede birçok sıcaklık ölçü aleti kullanılır.



Görsel 1.18: Kızılötesi termometre ve ekranı

Başlıca sıcaklık ölçü aletleri şunlardır;

- Termometreler
- Sıcaklık-ölçerler
- Termal kameralar
- Ateş-ölçerler
- Isı sensörleri
- Termokupllar

Görsel 1.19: Kızılötesi termometre ile devrede sıcaklık ölçümü

TEMRİN ADI	TERMOMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		7

AMAÇ: Bir cihazın sıcaklığını termometre ile ölçmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Termometre		1 adet
Cihaz veya ısıtıcı	Telefon, ısıtıcı, petek, saç kurutma makinesi vb.	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Termometreyi açma tuşuna basarak çalıştırınız.
2- Termometreyi açma tuşuna basılı tutarak cihaza yöneltiniz. Ekranda SCAN sembolü ve güncel sıcaklık değerleri görülecektir.
3- İşlem bitiminde açma düğmesini bırakınız. Ekranda HOLD sembolü ve son ölçme işleminin maksimumveya minimum değerleri görülecektir.
4- Lazer tuşuna basınız ve lazer işaretleyicinin ve ekran aydınlatmasının açıldığını görünüz. Bu şekilde ölçme işlemini yapınız.
5- Maksimum/minimum tuşuna basınız. Göstergede maksimum veya minimum değerlerinden hangisinin görüleceğini ayarlar.
6- Sıcaklık türünü değiştirmek için Celcius/Fahrenheit tuşuna basınız ve ölçmeyi gözleyiniz.
7- Cihazı kapatınız ve çalışmayı durdurunuz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Celcius değeri:	

SORULAR

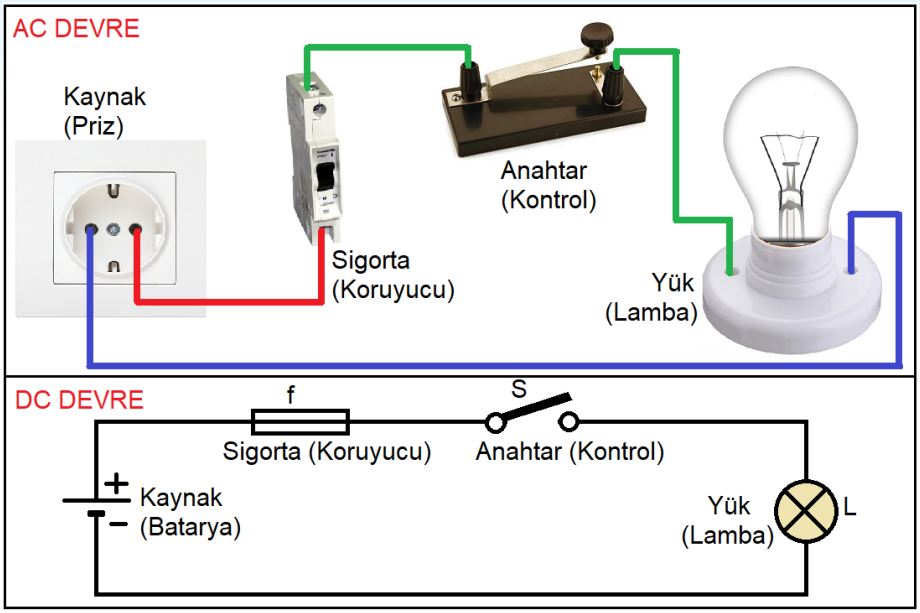
1- Sıcaklık nedir?
2- Termometre nedir?
3- Sıcaklık ölçen ölçü aletleri nelerdir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Termometrenin ayarlarını yapmak	25	
Sınıfı:	2	Termometreyi doğru konumlandırmak	25	
No:	3	Termometreden sıcaklığı okumak	25	
ÖĞRETMEN	4	Farklı sıcaklık değerlerini ölçmek	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

1.8.1. ELEKTRİK DEVRESİNİN ÖZELLİKLERİ

Kaynaktan çıkan akımın yük üzerinden geçerek tekrar kaynağa ulaşması için izlediği yola **elektrik devresi** denir. Elektrik enerjisi ile çalışan herhangi bir yükün çalıştırılabilmesi için içinden sürekli akım geçmesi gereklidir.



Görsel 1.20: Elektrik devresinin bağlantı şeması

Elektrik devresi şu parçalardan meydana gelmektedir;

a) Kaynak (Batarya): Herhangi bir enerjiyi (kimyasal, mekanik, ısı, ışık), elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına **kaynak (batarya, üreteç)** denir. Elektrik enerjisi üreten devre elemanıdır. DC kaynaklara dinamo, pil, akümülatör; AC kaynaklara alternatör örnek verilebilir.

b) Sigorta (Koruma Elemanı): Elektrik devresini, normal çalışma değerlerinin üzerindeki değerlere karşı koruyan devre elemanına **sigorta (koruma elemanı)** denir. Aşırı değerlerde kontağını açarak devreyi korur.

c) Anahtar (Kontrol Elemanı): Elektrik devresini açıp kapamaya yarayan kontrol elemanlarına **anahtar** denir. Buton, şalter gibi elemanlar anahtardır. Kalıcı kontrol için anahtar ve şalter, geçici kontrol için buton kullanılır.

d) Yük (Alıcı): Aldığı elektrik enerjisini başka bir enerjiye dönüştüren devre elemanına **yük (alıcı)** denir. Örneğin; elektrik enerjisini; lamba, ışık enerjisine; fırın, ısı enerjisine; zil, ses enerjisine; motor, hareket enerjisine dönüştürür.

e) İletken (Kablo): Elektrik devresinde bulunan iki farklı elemanı birleştiren ve üzerinden akım geçiren elemana **iletken (kablo)** denir.

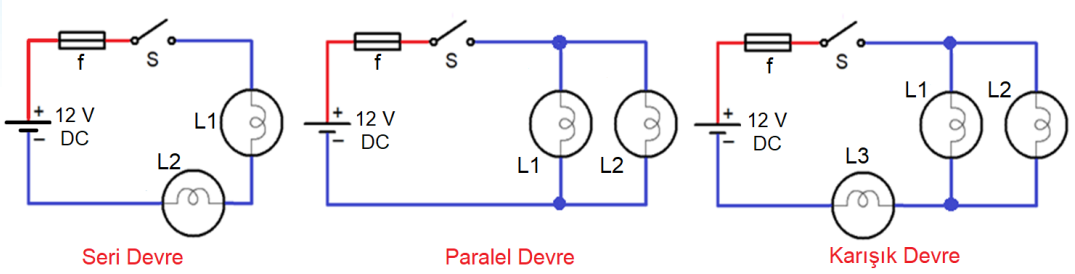
1.8.2. ELEKTRİK DEVRE ÇEŞİTLERİ

Eleman bağlantısına göre elektrik devre çeşitleri şunlardır;

a) **Seri Devre:** Elemanların çıkış ucunun, giriş ucuna gelecek şekilde bağlandıkları devrelere **seri devre** denir. Hangi devre olursa olsun eleman bağlantılarında çıkış-girişe yapılan tüm bağlantılar seri bağlantıdır.

b) **Paralel Devre:** Devredeki elemanların girişlerinin bir yerde çıkışlarının bir yerde toplandığı devrelere **paralel devre** denir. Bu şekildeki bağlantıya da **paralel bağlantı** denir.

c) **Karışık Devre:** Devredeki elemanların birbirlerine karışık (seri-paralel) olarak bağlandıkları devrelerdir. Devrede hem seri hem paralel bağlantılar bulunur.



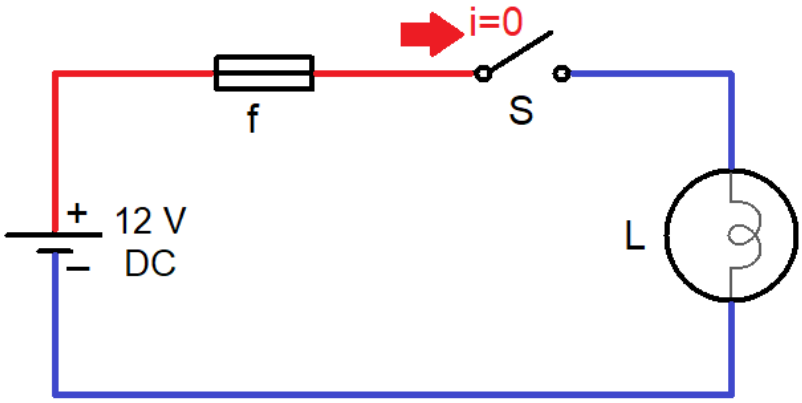
Görsel 1.21: Seri, paralel ve karışık devreler

Devre yapısına göre elektrik devre çeşitleri şunlardır;

a) **Açık Devre:** Anahtarın açık olduğu ve devreden enerjinin geçmediği devrelere **açık devre** denir. **Görsel 8.3'**de anahtar açık olduğu ve devreden enerji geçmediği için devre açık devredir. Açık devrede alıcı çalışmaz.

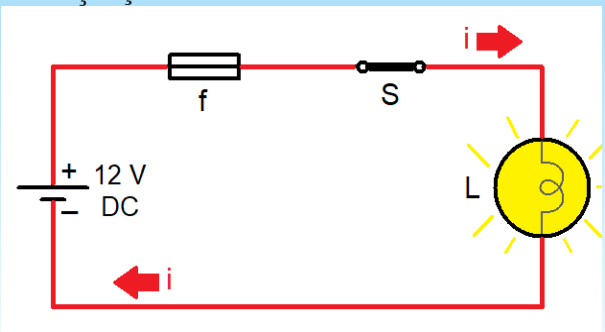
Bir elektrik devresinin açık devre olması için gerekli şartlar şunlardır;

- Anahtarın açık olması
- Sigortanın devreyi açmış veya atık halde olması
- İletkenlerin kopuk olması
- Yükün arızalı olması
- Ek yerlerinde temassızlık veya kopukluk olması
- Elemanların bağlantısında temassızlık veya kopukluk olması



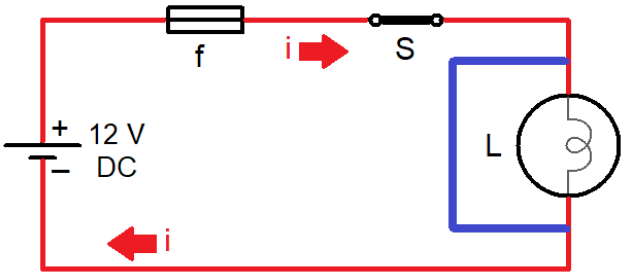
Görsel 1.22: Açık elektrik devresi

b) Kapalı (Aktif) Devre: Anahtarın kapalı olduğu ve devreden enerjinin geçtiği devrelere **kapalı devre** denir. Görsel 8.4'te anahtar kapalı ve devreden enerji geçişi olduğu için devre kapalı devredir. Kapalı devrede alıcı çalışır.

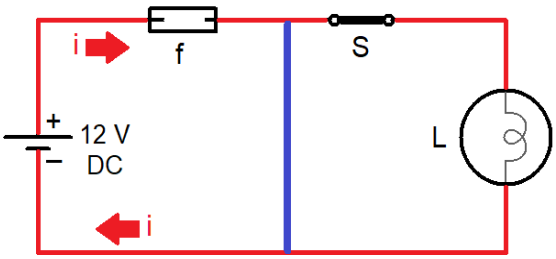


Görsel 1.23: Kapalı elektrik devresi

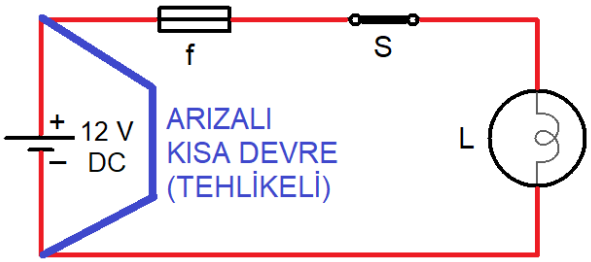
c) Kısa (Kaçak) Devre: Elektrik akımının normal şartlar dışında en kısa yoldan devresini tamamla dığı devrelere **kısa (kaçak) devre** denir. Kısa devre bir arıza hali olup istenmeyen bir durumdur. Bu durumda sigorta atarak devreyi korur.



Görsel 1.24: Sigortanın bozulması ve lambanın kısa devre olması



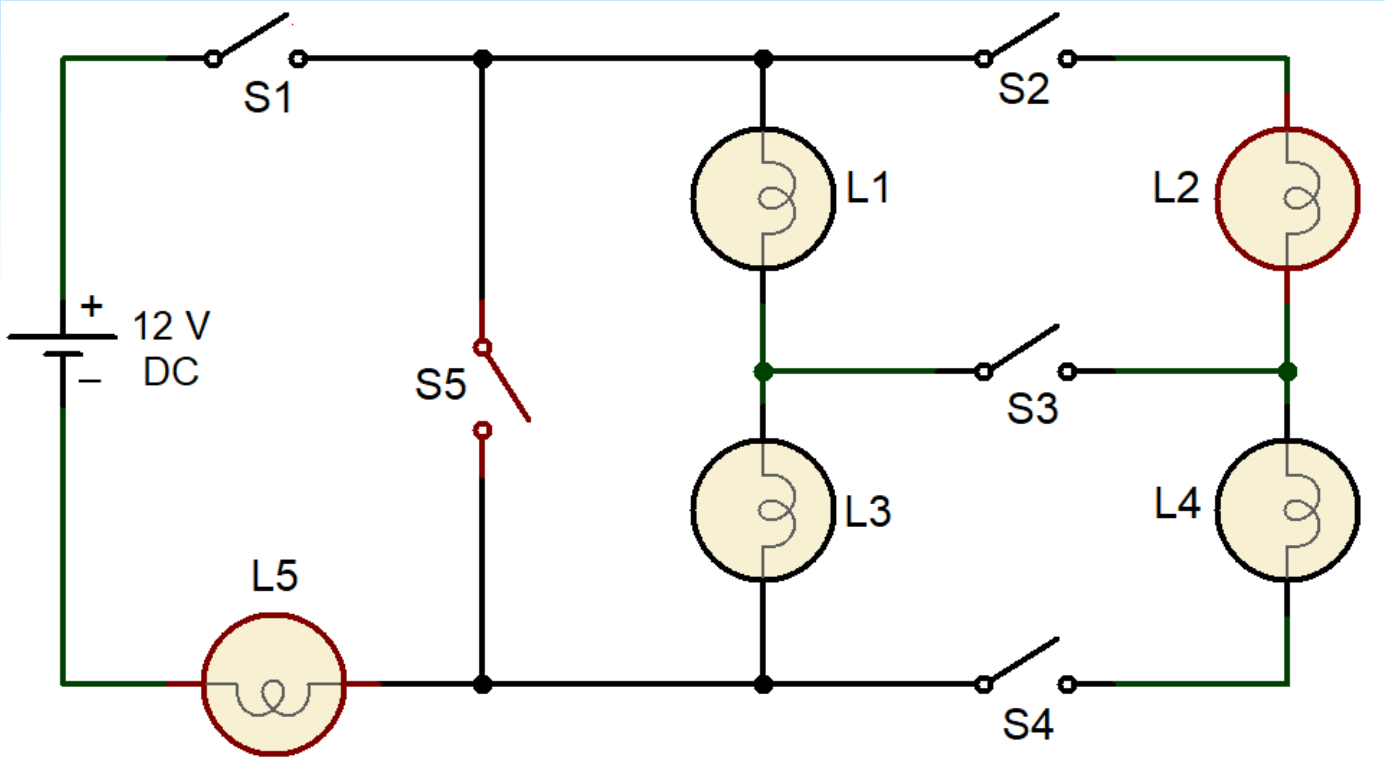
Görsel 1.25: Sigortanınbozulması ve lambanın kısa devre olması



Görsel 1.26: Kaynağın kısa devre olması (arızalı devre)

TEMRİN ADI	ELEKTRİK DEVRE DENEYİ	Temrin No
		8

AMAÇ: Elektrik devre deneyini çalıştırarak gözlemlemek.



Görsel 1.27: Elektrik devre bağlantısı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Lamba	Akkor flamanlı lamba	5 adet
Gerilim Kaynağı	DC veya AC gerilim kaynağı	1 adet
İletken	1,5 mm² çok telli kablolar	2-5 m
Anahtar	Adi anahtar	5 adet
El Aletleri	Pense, tornavida, kontrol kalemi.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Devre bağlantısını yapınız.
2- Anahtarların açık olduğundan emin olunuz.
3- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
4- Tablodaki duruma uygun anahtarları kapatınız ve lambaları gözlemleyerek yazınız.
5- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökerek teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Anahtarlar (Kapalı)	Yanan Lambalar
S1, S3 ve S4	
S1 ve S5	
S1, S2 ve S4	
S1, S2, S3 ve S4	
S1, S2 ve S3	
S1, S2, S3, S4 ve S5	

SORULAR

1- Elektrik devresi nedir?
2- Elektrik devresinde bulunan elemanlar nelerdir?
3- Eleman bağlantısına göre elektrik devre çeşitleri nelerdir?
4- Takometre nedir?
5- Devre yapısına göre elektrik devre çeşitleri nelerdir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Kablo bağlantılarını yapmak	20	
Sınıfı:	2	Anahtar bağlantılarını yapmak	20	
No:	3	Duy bağlantılarını yapmak	20	
ÖĞRETMEN	4	Devreyi uygun şekillerde çalıştırmak	20	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

1.9.1. ELEKTRİKSEL ÖLÇME TANIMI

Bir büyüklüğü kendi cinsinden başka bir birim ile karşılaştırma işlemine **ölçme** denir. Elektrik devrelerinde yapılan ölçme işlemine **elektriksel ölçme** denir. Akım, frekans vb. sinyallerin ölçülmesi elektriksel ölçmedir.

Elektriksel büyüklüklerin ölçümünü zorunlu kılan bazı faktörler şunlardır;

- Harcanan elektrik enerjisini ölçmek
- Alıcının çalışma şartlarına uygun elektriksel büyüklükler ile çalıştığını kontrol etmek
- Sürekli ve kesintisiz çalışmayı sağlamak
- Ölçülen elektriksel büyüklüğün değerine göre istenmeyen durumlara önlem almak
- Elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak
- Devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak
- Enerji olup olmadığını kontrol etmek

1.9.2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİNE AİT TERİMLER

a) Doğruluk Derecesi: Ölçü aletlerinin hiçbiri yüzde yüz doğru ölçüm yapamaz. Her ölçü aletinin ölçümlerinde mutlaka belirli bir hata payı vardır. Bir ölçü aletinin yapacağı en büyük hata, imal firma tarafından ölçü aletinin üzerine yazılarak belirtilir. Ölçü hatasının az veya çok olması, ölçün aletin doğruluk derecesini belirtir. Ölçü aletleri doğruluk derecesine göre; 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 1,5- 2,5 olmak üzere altı sınıfa ayrılır. Burada rakam büyüdükçe hata yüzdesi fazlalaşır.

Not: 0,5 sınıfı bir voltmetrenin son skala taksimatı 1000 volttur.
Bu ölçü aletinin yapabileceği en büyük ölçüm hatası
%0,5 x 1000 = 0,005 x 1000 = 5 V idir.

b) Ölçme Sınırı: Bir ölçü aletinin skala taksimatında gösterdiği en son değere ya da ölçebileceği en büyük değere ölçme sınırı denir. Her ölçü aletinin ölçebileceği bir sınır değer vardır. Örneğin, 0-220 V aralığında ölçme yapan voltmetrenin ölçme sınırı 220 V'tur.

c) Ölçme Alanı: Bir ölçü aletinin skalasında gösterdiği en küçük değer ile en büyük değer arasında kalan kısım ölçü aletinin ölçme alanını verir. Örneğin;bir ampermetrenin skala taksimatındaki en küçük değer sıfır, en büyük değer 5 A ise bu ampermetrenin ölçme alanı (0-5 A) olarak ifade edilir.

Ölçü aleti seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken özellikler;

- Ölçü aleti, ölçülecek gerilime **(DC mi AC mi)** uygun olarak belirlenmelidir.
- Ölçü aletinin ölçme sınırı, ölçülecek alana uygun olmalıdır.
- Ölçü aletinin ölçme alanı, ölçme özelliğini karşılayabilir olmalıdır.
- Ölçme işleminin doğruluk derecesine dikkat ederek ölçülen değer yorumlanmalıdır.
- Ölçü aleti, ölçme duyarlılığına uygun ölçme işlemlerinde tercih edilmelidir.
- Ölçme işleminden önce ölçü aletinin ilgili kademeye getirilip getirilmediği kontrol edilmelidir.

1.9.3. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİNİN ÇEŞİTLERİ

Elektriksel ölçü aletleri genel olarak şu çeşitlere ayrılır;

a) Yapısına Göre Ölçü Aletleri
- Dijital ölçü aleti
- Analog ölçü aleti

b) Gösterim Şekline Göre Ölçü Aletleri
- Gösterici tip
- Kaydedici tip
- Toplayıcı tip

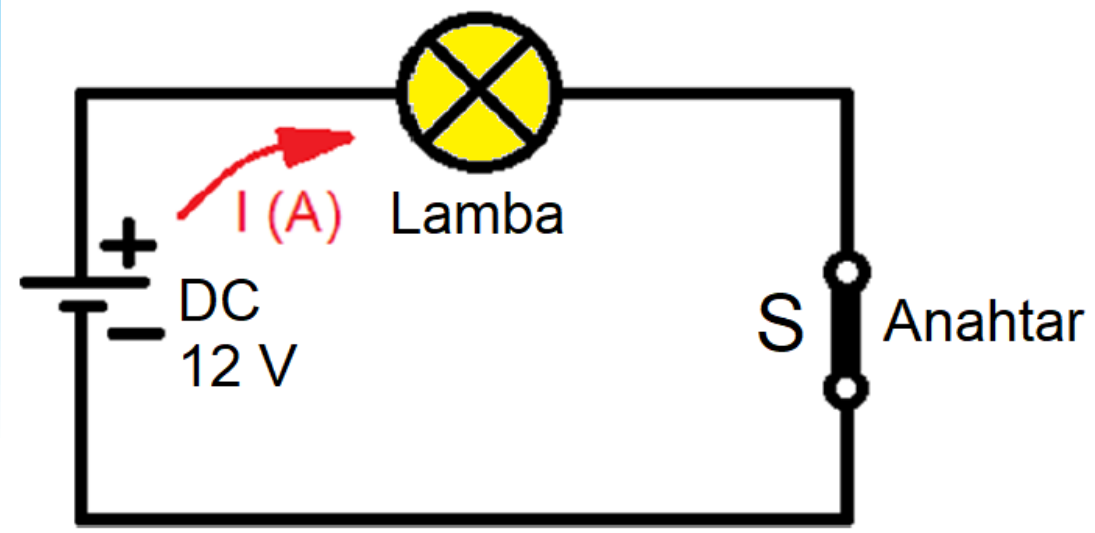
c) Kullanım Yerlerine Göre Ölçü Aletleri
- Taşınabilir tip
- Pano tipi

1.9.4. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİNE AİT SEMBOLLER

SEMBOLLER	ÖLÇÜ ALETLERİ	ÖZELLİKLERİ	BİRİMİ
+ A I_1	**DC Ampermetre**	Doğru akımı ölçen ölçü aletidir.	Amper (A)
A I_2	**AC Ampermetre**	Alternatif akımı ölçen ölçü aletidir.	Amper (A)
+ V V_1	**DC Voltmetre**	Doğru gerilimi ölçen ölçü aletidir.	Volt (V)
V V_2	**AC Voltmetre**	Alternatif gerilimi ölçen ölçü aletidir.	Volt (V)
f f_1	**Frekansmetre**	Frekans ölçen ölçü aletidir.	Hertz (Hz)
P P_1	**Wattmetre**	Güç ölçen ölçü aletidir.	Watt (W)
LCR	**LCRmetre**	Endüktans (L), kapasitans (C) ve direnç (R) değerlerini ölçen ölçü aletidir.	Ohm (Ω) Henry (H) Farad (F)
Ω R_1	**Multimetre (Ohmmetre)**	Direnç değerini ölçen ölçü aletidir. Ohmmetre veya multimetre (ohm kademesi) şeklindedir.	Ohm (Ω)
L L_1	**Multimetre (Endüktans)**	Endüktans değerini ölçen ölçü aletidir. LCRmetre veya multimetrenin endüktans kademesini gösterir.	Henry (H)
C C_1	**Multimetre (Kapasite)**	Kapasitans değerini ölçen ölçü aletidir. LCRmetre veya multimetrenin kapasitans kademesini gösterir.	Farad (F)
U_1 AVO I_1 R_1	**AVOmetre (Multimetre)**	Akım, gerilim, direnç, endüktans, kapasitans, kısa devre testi vb. birçok özelliği aynı anda ölçen ölçü aletidir. Kademeleri mevcuttur.	Amper (A) Farad (F) Volt (V) Henry (H) Ohm (Ω) Kısadevre
kWh	**Elektrik Sayacı**	Elektrik enerjisini ölçen ölçü aletidir.	Kilo Watt Saat (kWh)
U(t)	**Osiloskop**	Elektrik sinyallerini ölçerek ekran üzerinde gösteren ölçü aletidir.	u(t) Volt i(t) Amper f(t) Hertz

Görsel 1.28: Elektriksel ölçü aletlerinin sembolleri

1.9.5. ELEKTRİK AKIMI VE ÖZELLİKLERİ



Görsel 1.29: Elektrik devresi ve akım geçişi

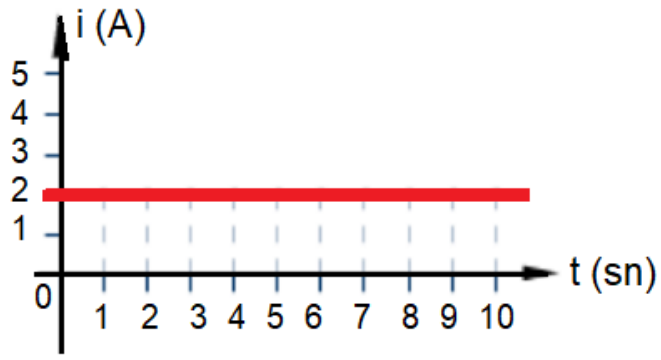
Kapalı bir elektrik devresinde, üretecin etkisiyle, üreteç kutupları arasında meydana gelen elektron hareketine **elektrik akımı** denir.

Elektrik akımının özellikleri şunlardır;

- Akım, artıdan eksiye doğrudur.
- Akımın iş yapabilmesi için devresini tamamlaması gerekir.
- Akım, en kısa yoldan devresini tamamlamak ister.
- Devrenin durumu ve alıcıya göre değeri değişir.

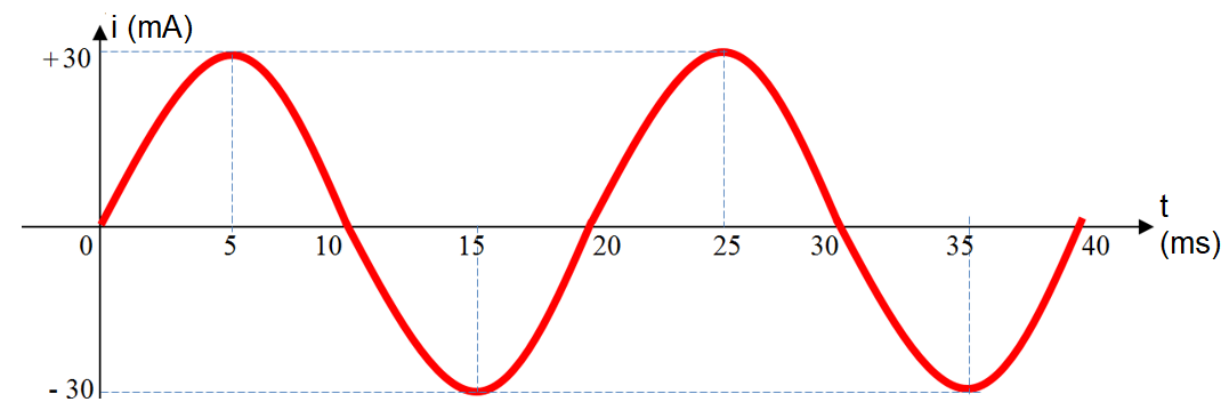
Elektrik akımı iki çeşittir;

a) Doğru Akım (DC): Zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma **doğru akım** denir. Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti değişebilir. Zamana göre yönü de şiddeti de değişmeyen akımdır.



Şekil 1.30: Doğru akım

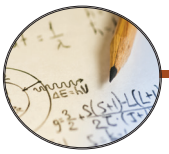
b) Alternatif Akım (AC): Zamana bağlı olarak hem yönü hem de şiddeti değişen akımlara **alternatif akım** denir. Şebeke gerilimi buna örnektir. Alternatörlerden üretilir.



Görsel 1.31: Alternatif akım

1.9.6. ELEKTRİK AKIM BBİRİMLERİVE DÖNÜŞÜMLER

Akım Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Kilo Amber	kA	10^3	1000
Amber	A	1	1
Milli Amber	mA	10^{-3}	0,001
Mikro Amber	μA	10^{-6}	0,000001



Örnek: Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

Çözüm:

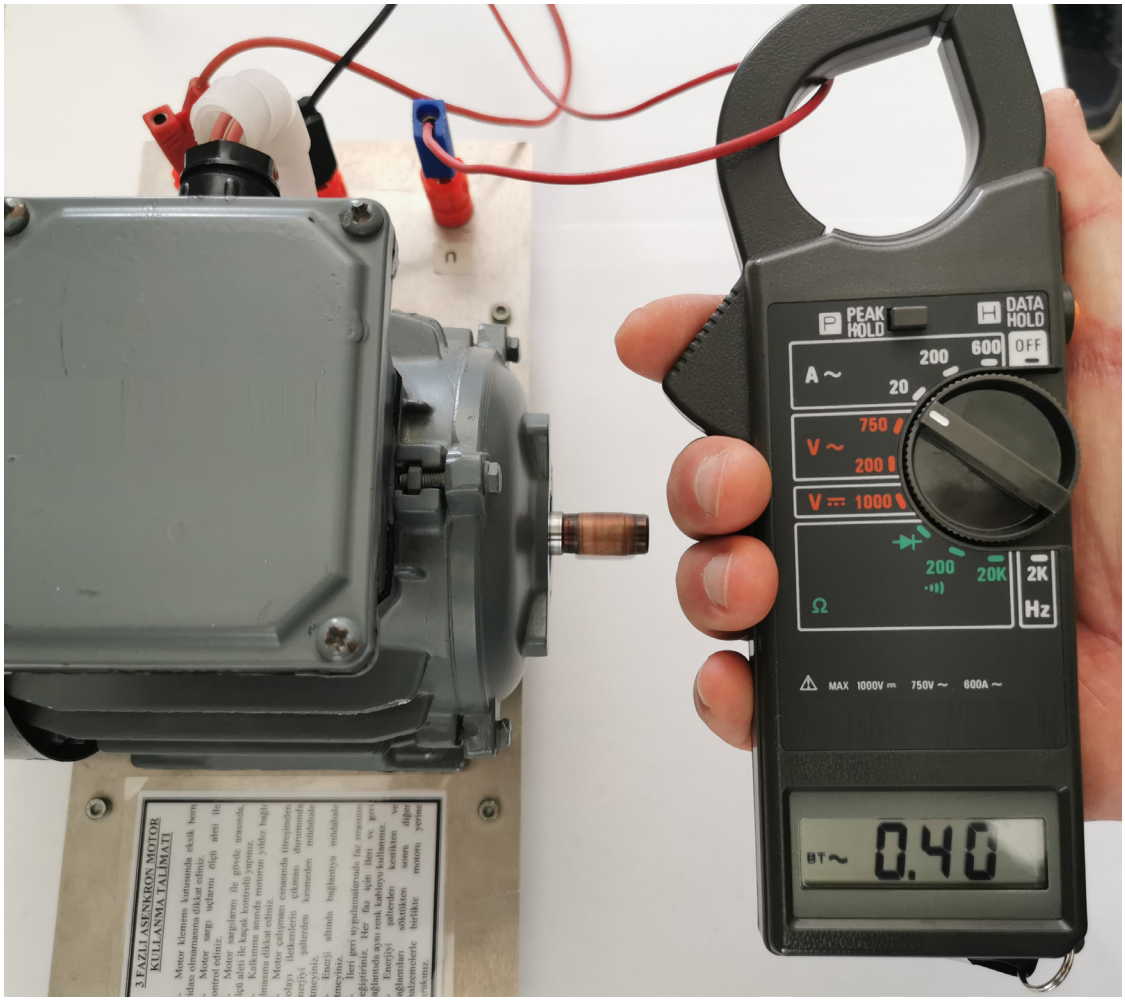
- **0,8 kA =.....A** → 0,8 kA=0,8.10^3 A=800 A
- **600 A =.....kA** → 600 A=600.10^{-3} kA=0,6 kA
- **0,065 A=.....mA** → 0,065 A=0,065.10^3 A=65A

1.9.7. AMPERMETRELER VE ÖZELLİKLERİ

Elektrik akım şiddetini ölçmeye yarayan ölçü aletine **ampermetre** denir. Ampermetreler, A harfi ile gösterilir ve devreye seri olarak bağlanırlar. İç dirençleri çok küçüktür (1 Ω gibi). Ölçülecek değerlere göre mA seviyesinden kA seviyesine kadar ölçme alanına sahip olarak üretilirler. AC ve DC ölçen analog ve dijital çeşitleri vardır. Büyük akım değerlerini ölçmek için akım trafoları kullanılır.

1.9.7.1. Pens Ampermetre

Akım ölçme işlemini daha pratik hale getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilerek oluşturulmuş ölçü aletlerine **pens ampermetre** denir.



Görsel 1.32: Pens ampermetre ile akım ölçümü

1.9.7.2. Pano Tipi Ampermetre

Panolarda akım ölçme işlemi için kullanılan ampermetrelerdir. Özellikle **akım trafolu** giriş özellikli tasarlanırlar. Pano tipi ampermetrelerde Un ölçü aletinin besleme giriş klemensidir. Buradan ölçü aleti için uygun gerilimde besleme yapılır. Iin girişi akım trafosu bağlantı klemensidir. Akım trafosundan gelen uçlar Iin klemensine bağlanır. Ampermetre çalıştırılmadan önce kullanılan akım trafo oranı ölçü aleti ayar menüsünden giriş yapılır.

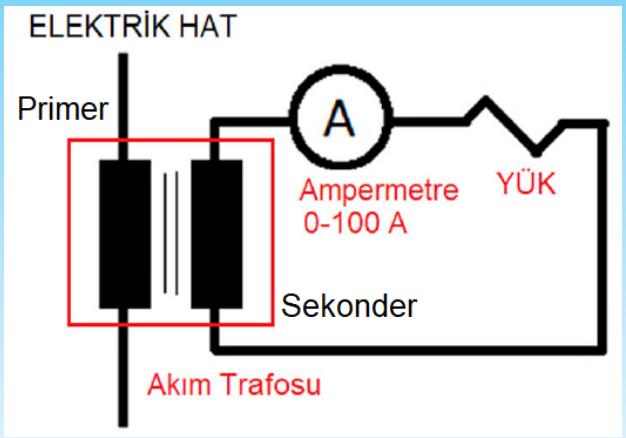
Görsel 1.33: Analog pano tipi ampermetre

1.9.7.3. Ölçü Transformatörü

Ölçü aletlerinin, yüksek gerilim ve büyük akımlı hatlara bağlanmasını sağlayan trafolara **ölçütransformatörleri** denir. Ölçü transformatörünün primer ucu hatta, sekonder ucu ise ölçü aletlerin bağlanır.

1.9.7.4. Akım Transformatörü

Büyük değerli akımların ölçülmesinde kullanılan transformatörlerdir. Devredeki yüksek akımı, ölçü aletini tehlikeye sokmayacak değere düşürerek güvenli ölçme sağlarlar. Belirli bir dönüştürme oranına sahiptirler. Buna göre devreden geçen akım hesaplanır. Örneğin; 100/5 dönüştürme oranına sahip bir transformatörün primer sargısından 100 A akım geçerken sekonder sargısından ve sekonder sargısına bağlı ölçü aletinden 5 A akım geçer. 10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-400-600-800-1000/5 şeklinde üretilir. Bu transformatörler, hassasiyet sınıfı ve dönüştürme oranlarına göre seçilerek kullanılır.



Görsel 1.34: Akım trafosu bağlantı şeması

Not: Akım transformatörlerinin sekonder ucu asla **boş bırakılmamalıdır.**

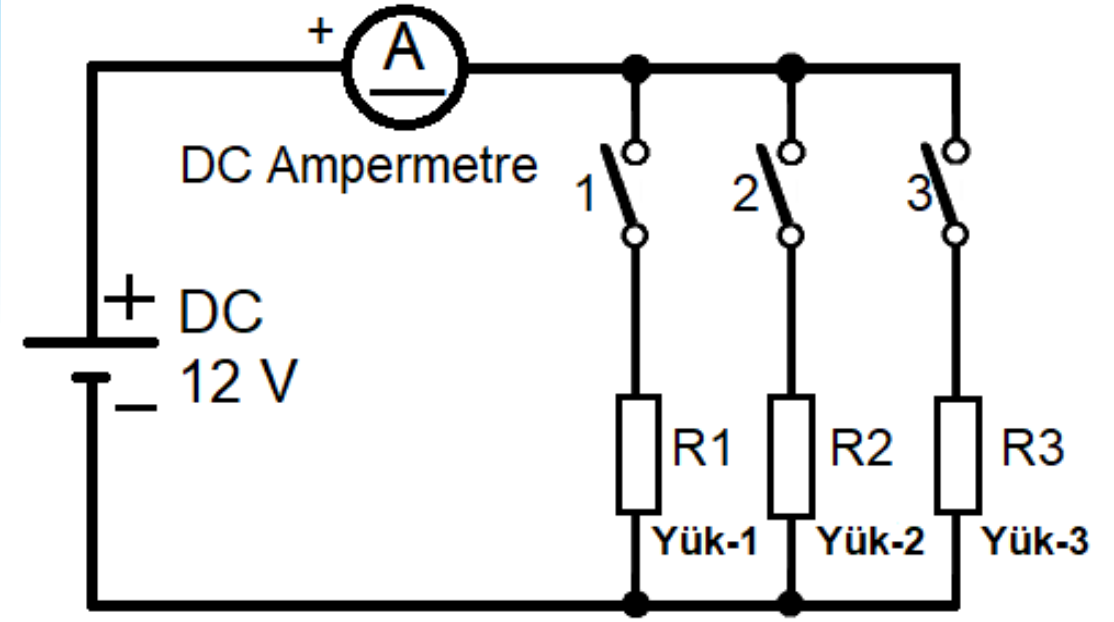
1.9.8. MULTİMETRELER (AVOMETRELER)

Akım, gerilim, frekans gibi büyüklükleri ve transistör, direnç, kondansatör, diyot gibi elemanları ölçmeye yarayan ölçü aletlerine **multimetre** denir. Ekran, seçici anahtar, prob girişi ve problardan oluşurlar. Ölçme sırasında kolaylık sağlaması için siyah prob COM soketine, kırmızı prob ölçüm çeşidine göre uygun sokete bağlanır (Görsel 9.8).

Görsel 1.35: Multimetre yapısı

TEMRİN ADI	DC AMPERMETRE İLE AKIM ÖLÇME DENEYİ	Temrin No
		9

AMAÇ: DC Ampermetre ile akım ölçme deneyini yapmak.



Görsel 1.36: DC ampermetre ile akım ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
DC Ampermetre	0 – 5 A, DC özellikli	1 adet
Yükler	Farklı güçlerde yükler	3 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli.	3 adet
DC Güç Kaynağı	12 V, 5 A DC kaynak	1 adet
Bağlantı Kabloları	1,5 mm^2 çok telli kablolar	10-15 m
El Aletleri	Pense, yan keski, tornavida, izole bant vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- DC deney setini hazırlayarak DC ampermetreyi ve yükleri şekildeki gibi devreye bağlayınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Tüm anahtarlar açıkken DC ampermetreden gösterilen akım değerini okuyup tabloya yazınız.
4- 1 no.lu anahtarı kapatarak Yük-1'i devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
5- 2 no.lu anahtarı kapatarak Yük-2'yi devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
6- 3 no.lu anahtarı kapatarak Yük-3'ü devreye alınız. Üzerinden geçen akımı tabloya yazınız.
7- Tüm anahtarları kapatarak tüm yükleri devreye alınız. Üzerinden geçen akımları tabloya yazınız.
8- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Anahtar Konumları	DC Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (A)
Tüm anahtarlar açık	
1 no.lu anahtar kapalı (Yük-1)	
2 no.lu anahtar kapalı (Yük-2)	
3 no.lu anahtar kapalı (Yük-3)	
Tüm anahtarlar kapalı	

Tablo 1. Akım ölçümleri

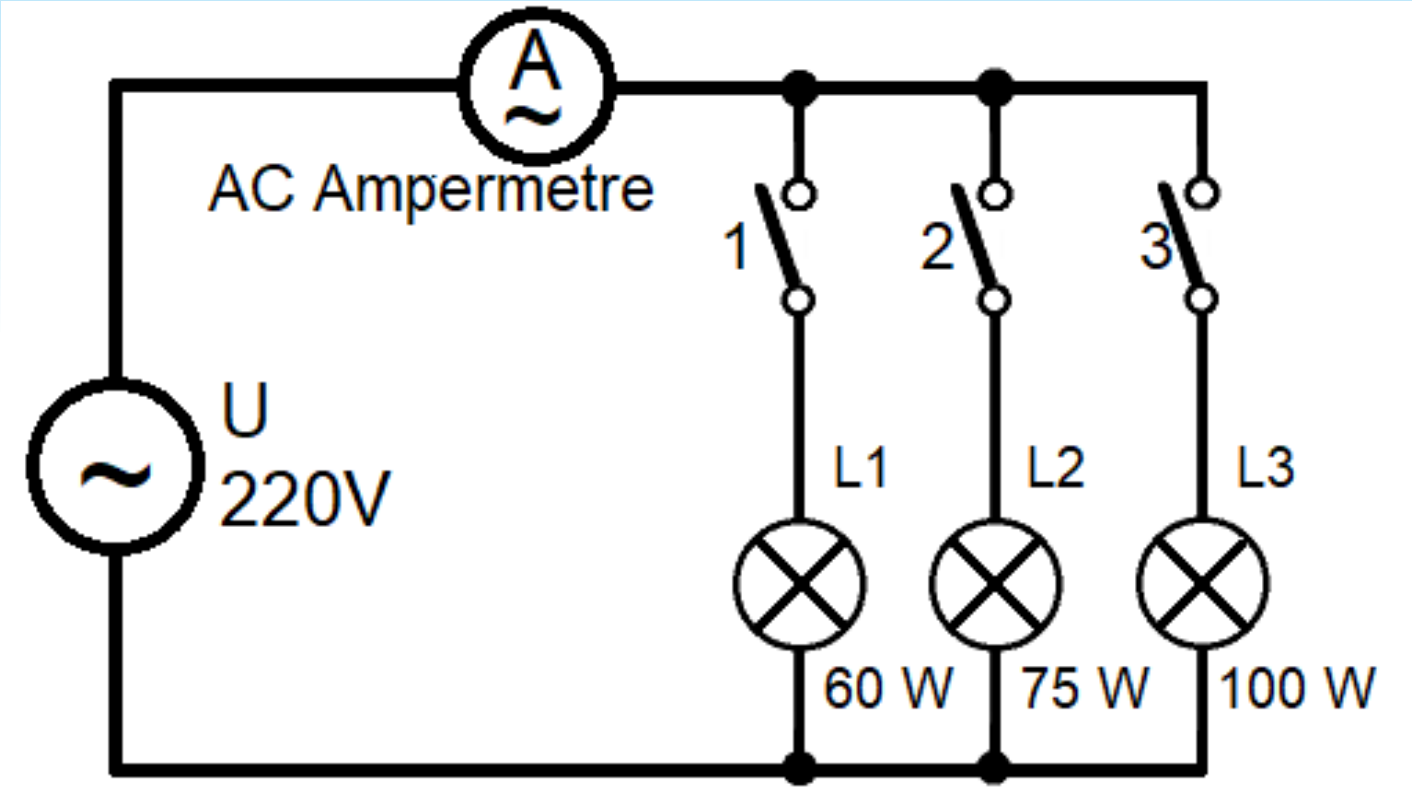
SORULAR

1- Elektrik akımı nedir?
2- Elektrik akımının özellikleri nelerdir?
3- Doğru akım nedir?
4- Alternatif akım nedir?
5- Elektrik akımının birimi nedir?
6- Ampermetre nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ampermetre bağlantısını yapmak	20	
Sınıfı:	2	Devre elemanlarını ve alıcıları bağlamak	20	
No:	3	Ampermetreden geçen değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	DC ampermetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	Alıcı sayısı ile ampermetre değerini açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	AC AMPERMETRE İLE AKIM ÖLÇME DENEYİ	Temrin No
		10

AMAÇ: AC ampermetre ile akım ölçme deneyini yapmak.



Görsel 1.37: AC ampermetre ile akım ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
AC Ampermetre	0 – 5 A, AC özellikli	1 adet
Akkor flamanlı lamb	60 W, 75 W ve 100 W güçlerinde	3 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli.	3 adet
AC güç kaynağı	220 V AC kaynağı	1 adet
Baglantı Kabloları	1,5 mm² çok telli kablolar	10-15 m
El Aletleri	Pense, yan keski, tornavida, izole bant vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- AC güç kaynağı ve lambalar ile şemada gösterilen AC akım ölçme devresini kurup kablo bağlantılarını yapınız.
2- Tüm anahtarlar açıkken AC ampermetreden gösterilen akım değerini okuyup tabloya yazınız.
3- Öğretmen kontrolünde 1 no.lu anahtarı kapatarak 60 W'lık lambayı devreye alınız.
4- AC ampermetrenin gösterdiği değeri tabloya yazınız.
5- 2 ve 3 no.lu anahtarları da sırasıyla kapatarak ölçülen akım değerlerini tabloya yazınız.
6- Tüm anahtarları kapatarak üç lamba da devredeyken ölçülen akım değerini tabloya yazınız.
7- Enerjiyi keserek deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Anahtar Konumları	AC Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (A)
Tüm anahtarlar açık	
1 no.lu anahtar kapalı (60 W)	
2 no.lu anahtar kapalı (75 W)	
3 no.lu anahtar kapalı(100 W)	
Tüm anahtarlar kapalı	

Tablo 1. Akım ölçümleri

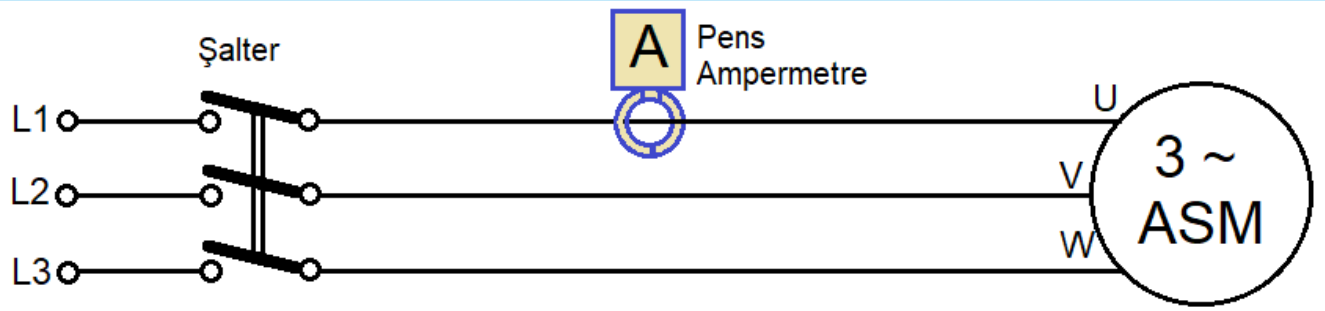
SORULAR

1- Ampermetreler devreye nasıl bağlanır?
2- Ampermetre çeşitleri nelerdir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ampermetre bağlantısını yapmak	20	
Sınıfı:	2	Devre elemanlarını ve alıcıları bağlamak	20	
No:	3	Ampermetreden geçen değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	AC ambermetre bağlantısındadikkat edilecek hususlar	20	
Adı Soyadı:	5	Alıcı sayısı ile ampermetre değerini açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	PENS AMPERMETRE İLE AKIM ÖLÇME İŞLEMİ	Temrin No
		11

AMAÇ: Pens ampermetre ile üç fazlı AC motorun çektiği faz akımını ölçmek.



Görsel 1.38: Pens ampermetre ile akım ölçme işlemi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Pens ampermetre		1 adet
Üç fazlı AC motor		1 adet

Not: **Aşağıdaki işlemler atölye öğretmeni tarafından yapılmalıdır;**

1- Motor bağlantılarını yapar.
2- Motora enerji vererek çalıştırır.
3- Ölçme işlemleri bittikten sonra motoru durdurur.

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Motor çalıştıktan sonra pens ampermetrenin pensi içeresine bir faz kablosunu alınız.
2- Pens ampermetre pensini kapatarak ölçü aletini hareket ettirmeden akım değerini okuyunuz.
3- Ölçülen değeri tabloya yazınız.
4- Pensi açarak kabloyu çıkarınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Ölçülen Akım:	

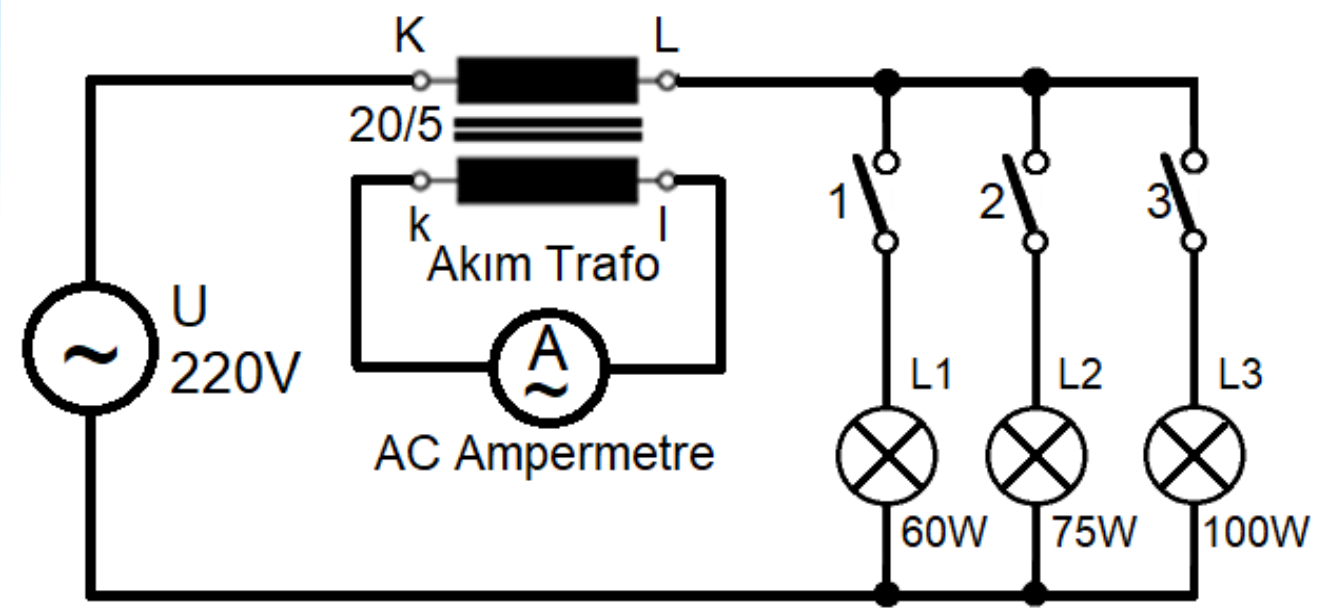
SORU

1- Pens ampermetre ne amaçla kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Pens ampermetrenin ayarlarını yapmak	25	
Sınıfı:	2	Pens ampermetreye kabloyu yerleştirmek	25	
No:	3	Pens ampermetreyi ölçmede sabit tutmak	25	
ÖĞRETMEN	4	Pens ampermetreden akım değerini okumak	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	AKIM TRAFOSU İLE AKIM ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		12

AMAÇ: Akım trafosu ile akım değerini ampermetreye uygun şekilde düşürmek ve ampermetreden akım ölçmek.



Görsel 1.39: Akım trafosu ile akım ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
AC ampermetre	0 – 5 A, AC özellikli.	1 adet
Akım trafosu	20/5 özellikli.	1 adet
Akkor flamanlı lamba	60 W, 75 W ve 100 W güçlerinde.	3 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli.	3 adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC kaynağı..	1 adet
Bağlantı kabloları	1,5 mm² çok telli kablolar.	10-15 m
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, izole bant vb.	Çeşitli
Pens ampermetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- AC güç kaynağı ve lambalar ile şemada gösterilen AC akım ölçme devresini kurup kablo bağlantılarını yapınız.
2- Tüm anahtarlar açıkken AC ampermetreden gösterilen akım değerini okuyup değeri tabloya kaydediniz. Bu anda pens ampermetre ile lambalardaki kablolardan akım değerini ölçünüz.
3- Öğretmen kontrolünde 1 no.lu anahtarı kapatarak 60 W'lık lambayı devreye alınız. AC ampermetrenin gösterdiği değeri tabloya yazınız. Pens ampermetre ile 60 W lambadan geçen akımı ölçünüz.
4- 2 ve 3 no.lu anahtarları da sırasıyla kapatarak ölçülen akım değerlerini tabloya yazınız.Pens ampermetresi ile ölçme işlemlerini sürdürünüz.
5- Tüm anahtarları kapatarak üç lamba da devredeyken ölçülen akım değerini tabloya yazınız. Pens ampermetresi ile ölçme işlemlerini sürdürünüz.
6- Enerjiyi keserek deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Anahtar Konumları	AC Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (A)	Pens Ampermetre ile Akım Ölçme (A)
Tüm anahtarlar açık		
1 no.lu anahtar kapalı (60 W)		
2 no.lu anahtar kapalı (75 W)		
3 no.lu anahtar kapalı(100 W)		
Tüm anahtarlar kapalı		

SORULAR

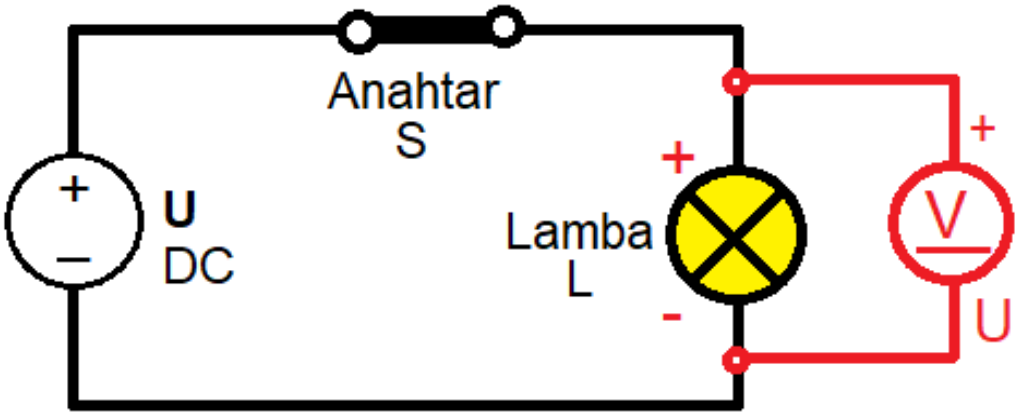
1- Akım trafosu nedir?
2- Akım trafosu nasıl bağlanır? Şekil çizerek açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Akım trafosu uçlarını bağlamak	20	
Sınıfı:	2	Ampermetre-akım trafosu bağlantısı	20	
No:	3	Ampermetreye akım trafosu oranını girmek	20	
ÖĞRETMEN	4	Akım trafosu dönüştürme oranının tespitini açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	Ampermetreden akım değerini okumak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

1.10.1. GERİLİM TANIMI

Bir elektrik devresinde akım geçişini sağlayan ve alıcı uçları arasında bulunan potansiyel farka **gerilim** denir. Gerilim, U harfi ile gösterilir ve birimi yine volttur. Kapalı bir elektrik devresinde, alıcı uçlarında ölçülen potansiyel fark gerilimdir. Gerilim; pil, akü, dinamo ve alternatör gibi elektrik enerji kaynakları ile elde edilir. DC ve AC gerilim olarak çeşitleri vardır.

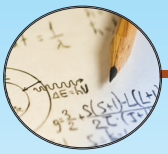


Görsel 1.40: Elektrik devresinde gerilim ölçme işlemi

1.10.2. GERİLİM BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Gerilim Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Kilo Volt	kV	10^3	1000
Volt	V	1	1
Mili Volt	mV	10^{-3}	0,001

Tablo 10.1: Gerilim birimleri ve çarpanları



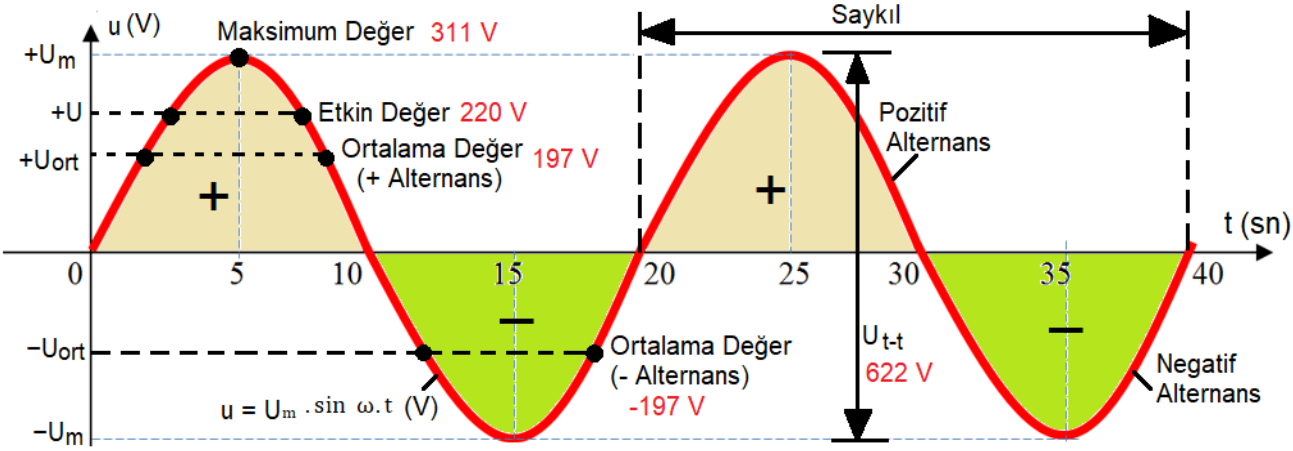
Örnek: **Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.**

Çözüm:

- **36,5 kV=.....36500 V**
- **1,5. V =.....1500 mV**
- **1000 V=.....1 kV**
- **600 V=.....kV** → 600 V= 600.10^{-3} kV =0 ,6 kV
- **0,4 mV=.....V** → 0,4 mV=$0,4.10^{-3}$ V= 0,0004V

1.10.3. GERİLİM BİLEŞENLEŞENLERİ

Ölçü aleti AC şebeke geriliminde 220 V etkin değerini göstermektedir.Bu gerilimin maksimum değeri 311 v şeklinde olmaktadır.



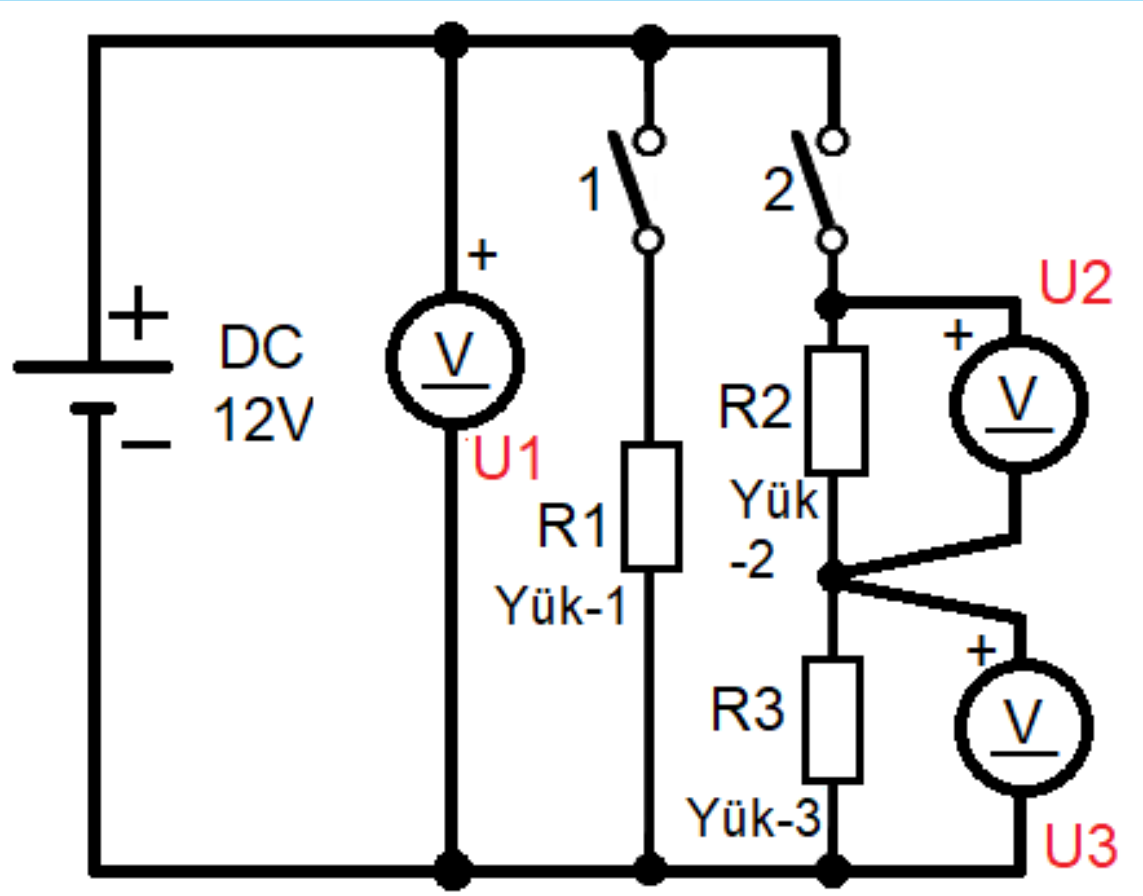
Görsel 1.41: AC gerilim bileşenleri

1.10.4.VOLTMETRE İLE GERİLİM ÖLÇME

Bir elektrik devresinde,herhengi iki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmeye yarayan ölçü **aletlerine voltmetre** denir.Voltmetreler **"V"** ile gösterilir.Devreye paralel olarak bağlanırlar,dolayısıyla iç dirençleri yüksektir.Analog,dijital,taşınabilir ve pano tipi çeşitleri vardır.

TEMRİN ADI	DC VOLTMETRE İLE GERİLİM ÖLÇME DENEYİ	Temrin No
		13

AMAÇ: DC voltmetre ile devrenin çeşitli gerilimlerini ölçmek.



Görsel 1.42: DC voltmetre ilşe gerilim ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
DC voltmetre	12V DC özellikli.	3 adet
Yükler	Farklı güçlerde yükler	3 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli.	2 adet
DC güç kaynağı	12 V, 5 A DC kaynak.	1 adet
Bağlantı kablolar	1,5 mm² çok telli kablolar	10 – 15 m
El aletleri	Pense, tornavida, izole bant	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- DC güç kaynağı ve yükler ile şekildeki DC gerilim ölçme devresini kurup kablo bağlantılarını yapınız.
2- Tüm anahtarlar açıkken voltmetreden gösterilen gerilim değerini okuyup tabloya yazınız.
3- Öğretmen kontrolünde 1 no.lu anahtarı kapatınız. Voltmetrenin gösterdiği değeri tabloya yazınız.
4- 2 no.lu anahtarı kapatarak ölçülen gerilim değerlerini tabloya yazınız.
5- Tüm anahtarları kapatarak tüm yükler devredeyken ölçülen gerilim değerini tabloya yazınız.
6- Enerjiyi keserek deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME				
Ölçülen Değer	**Tüm Anahtar Açık**	**1 No.lu Anahtar Kapalı (Yük-1)**	**2 No.lu Anahtar Kapalı (Yük-2 ve 3)**	**Tüm Anahtar Kapalı**
V1 (volt)				
V2 (volt)				
V3 (volt)				

Tablo 1. DC gerilim ölçümleri

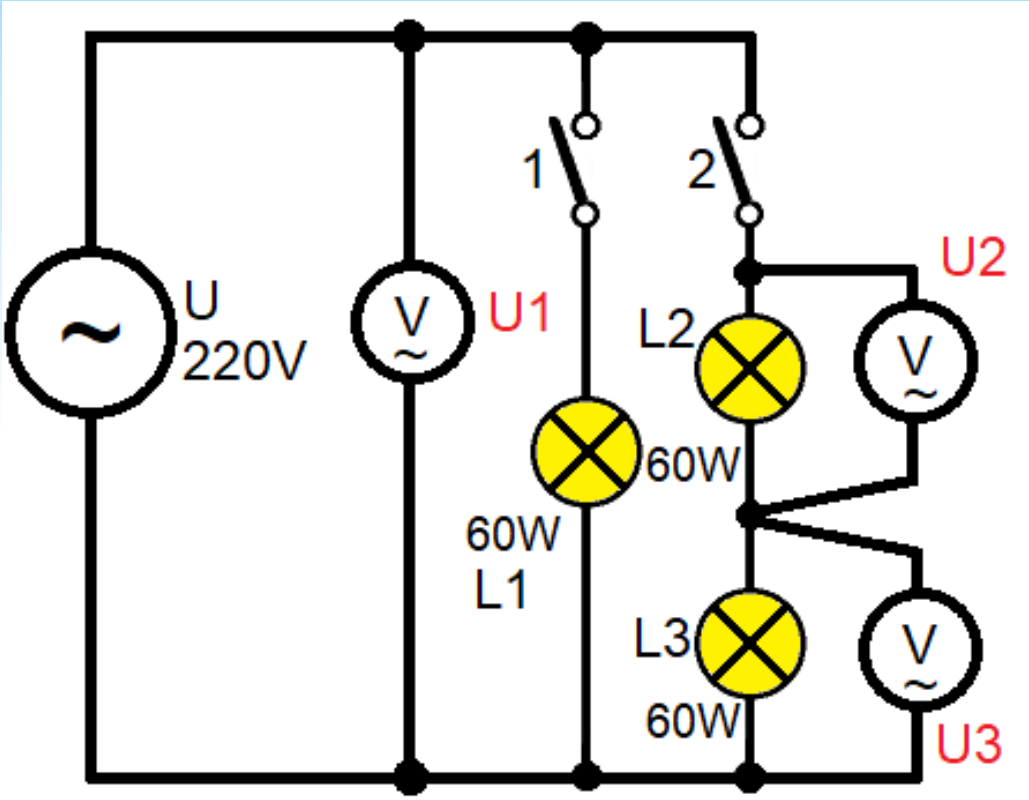
SORULAR

1- Gerilim nedir?
2- Gerilimin birimi nedir?
3- Gerilim kaynakları nelerdir?
4- Gerilim çeşitleri nelerdir?
5- 3,2 kV = …….. Volt
6- 400 mV = …….. Volt

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Alıcı kaynak ve devre elemanlarını bağlamak	20	
Sınıfı:	2	Voltmetre bağlantısını yapmak	20	
No:	3	Voltmetrenin gösterdiği değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	DC ampermetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	V1-V2-V3 voltmetrelerinin gösterdiği değerler arasındaki farklılığı açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	AC VOLTMETRE İLE GERİLİM ÖLÇME DENEYİ	Temrin No
		14

AMAÇ: AC voltmetre ile devreninçeşitli gerilimlerini ölçmek.



Görsel 1.43: AC voltmetre gerilim ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
AC voltmetre	220 V AC özellikli.	3 adet
Akkor flamanlı lamba	60 W güçlerinde	3 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli.	2 adet
AC güç kaynağı	220 V AC kaynak.	1 adet
Bağlantı kablolar	1,5 mm² çok telli kablolar	10 – 15 m
El aletleri	Pense, tornavida, izole bant	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- AC deney setini hazırlayarak voltmetre ve lambaları şemada gösterildiği gibi devreye bağlayınız.
2- Şalteri kapatarak öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Tüm anahtarlar açıkken votmetreden gösrerilen gerilim degeriniokuyup taploya yazınız.
4- 1 no'lu anahtarı kapatarak ölçülen 60W'lık lambayı devreye alınız.
5- Voltmetrenin gösterdiği gerilim değerini tabloya yazınız.
6- 2 no'lu anahtarı kapatarak ölçülen gerilim değerini tabloya yazınız.
7- Tüm anahtarları kapatarak üç lamba da devredeyken ölçüğlen gerilim değerinitabloya yazınız.
8- Şalteri açarak deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME				
Ölçülen Değer	**Tüm Anahtar Açık**	**1 No.lu Anahtar Kapalı (60 W)**	**2 No.lu Anahtar Kapalı (120 W)**	**Tüm Anahtar Kapalı**
V1 (volt)				
V2 (volt)				
V3 (volt)				

Tablo 1: AC gerilim ölçümleri

SORULAR

1- Voltmetreler devreye nasıl bağlanır?
2- AC devrede voltmetre kullanılırsa nasıl bir ölçme işlemi gerçekleşir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Alıcı kaynak ve devre elemanlarını bağlamak	20	
Sınıfı:	2	Voltmetre bağlantısını yapmak	20	
No:	3	Voltmetrenin gösterdiği değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	AC ampermetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	V1-V2-V3 voltmetrelerinin gösterdiği değerler arasındaki farklılığı açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

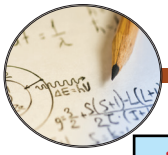
1.11.1. GÜÇ VE ENERJİ TANIMI

Birim zamanda yapılan işe **güç** denir. Gücün birimi Watt'tır. **"P"** ile gösterilir. Elektrikte her alıcının bir gücü vardır ve alıcılar güçleri oranında sarfiyat yaparlar. Bir cismin iş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Enerjinin birimi **"Watt.saniye"**dir. **"W"** ile gösterilir. Isı, ışık ve elektrik birer enerji türüdür. Elektrik sayaçları enerjiyi (yapılan işi) ölçer.

Formüle göre;

$$P = U.1 = \frac{W}{t}$$

P : Güç (W)
W : Enerji (Wh)
U : Gerilim (V)
I :Akım (A)



Örnek: 220 Volt gerilimle çalışan bir ütü 5 A akım çekerse bu ütünün gücü kaç W'dır?
Çözüm: P = U. I = 220. 5 = 1100 Watt

1.11.2. GÜÇ BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Gerilim Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Mega Watt	MW	10^6	1000000
Kilo Watt	kW	10^3	1000
Wattt	W	1	1
Mili Watt	mW	10^{-3}	0,001

Tablo11.1: Güç birimleri ve çarpanları

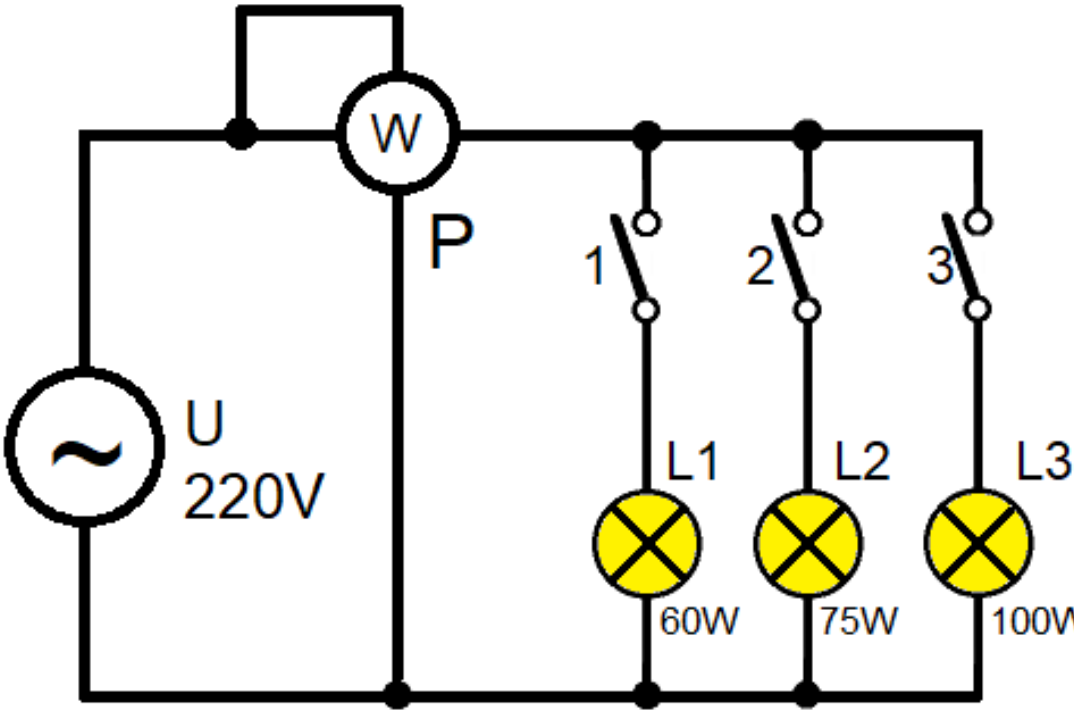
SORU

1- Aşagıdaki birim dönüşümlerini yapınız.

- 20 kW=.....MV
- 0,0182 MW=.....W
- 60 W=.....kW
- 0,38 kW=.....W
- 62 Watt=.....kW
- 0,016 MW=.....W

1.11.3. WATTMETRE İLE GÜÇ ÖLÇME İŞLEMİ

Doğrudan doğruya güç ölçen ölçü aletlerine **wattmetre** denir.Wattmetreler,devredeki gücü direkt olarak ölçerler.Akım ve gerilim bobinlerinden oluşur.Devreye bağlanırken akım bobinleri seri,gerilim bobinleri paralel olacak şekilde bağlanırlar.



Görsel 1.44: Wattmetre ile güç ölçme devresi

1.11.4. ENERJİ BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

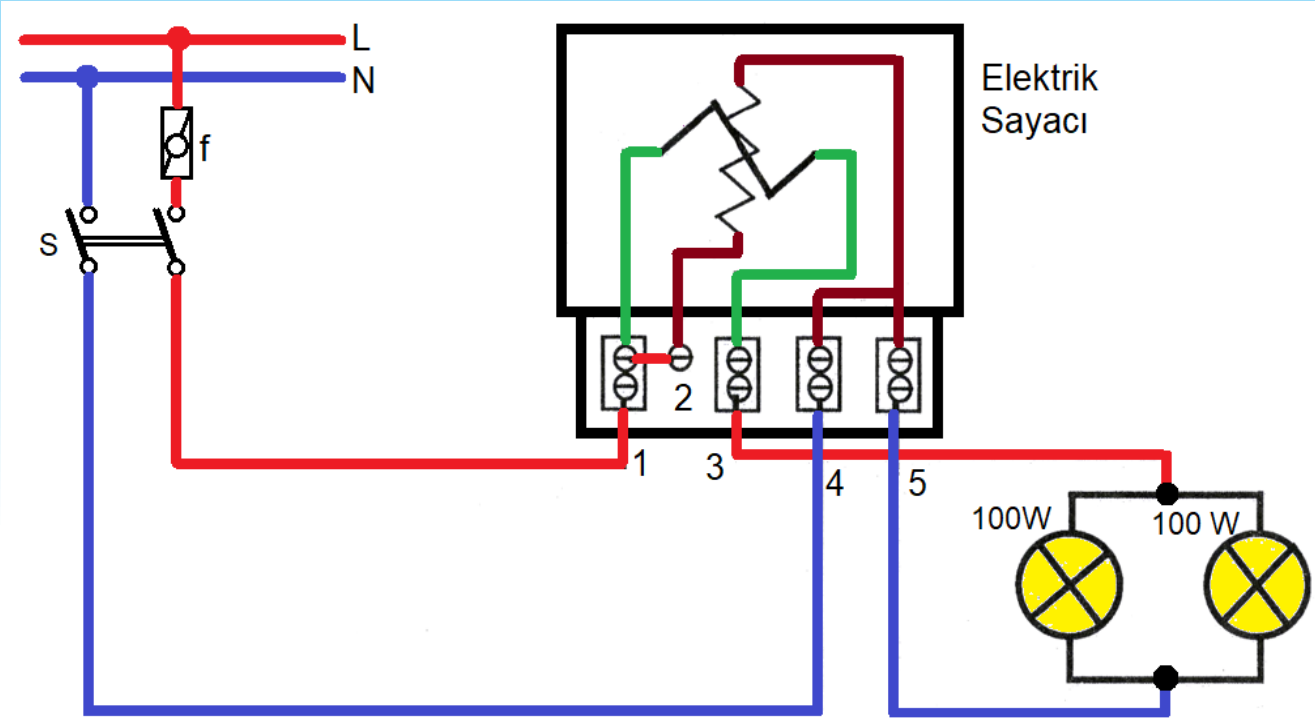
Enerji birimi **Watt saniye (Ws)** dir.Ancak elektirik sayaçlarında **kilowatt (kWh)**ölçüm yapılır.Bu nedenle yapılacak hesaplamalar kWhşeklinde olmalıdır.

1.11.5. ELEKTİRİK SAYACI İLE ENERJİ ÖLÇME İŞLEMİ

Görsel 1.45: Elektronik sayaç

Elektrik sayaçları, bir ve üç fazlı alternatif akım devrelerinde harcanan elektrik enerjisini kWh cinsinden ölçen ölçü aletleridir. Elektronik sayaçlarda ölçülen enerji, dijital bir ekrandan okunur. sayaçlarda ölçülen değer, tarih, gerçek zaman saati dönüşümlü olarak dijital ekranda ifade edilir. Elektronik sayaçlar farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapmanın yanında optik port vasıtası ile okuma kolaylığı da sağlamaktadır.

Sayaç üzerinde yer alan kırmızı LED, sayacın ölçtüğü tüketim değeri artıkça daha kısa sürelerde yanıp söner. 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 vardır. Üç zamanlı tarifede T1 gündüz, T2 puant ve T3 gece zaman dilimlerine denk gelir. T0 ise tek zamanlı yani tarifesiz toplam tüketimi gösterir.



Görsel 1.46: Bir fazlı aktif sayaç bağlantısı

Üç zamanlı tarifede saat dilimleri şu şekildedir;

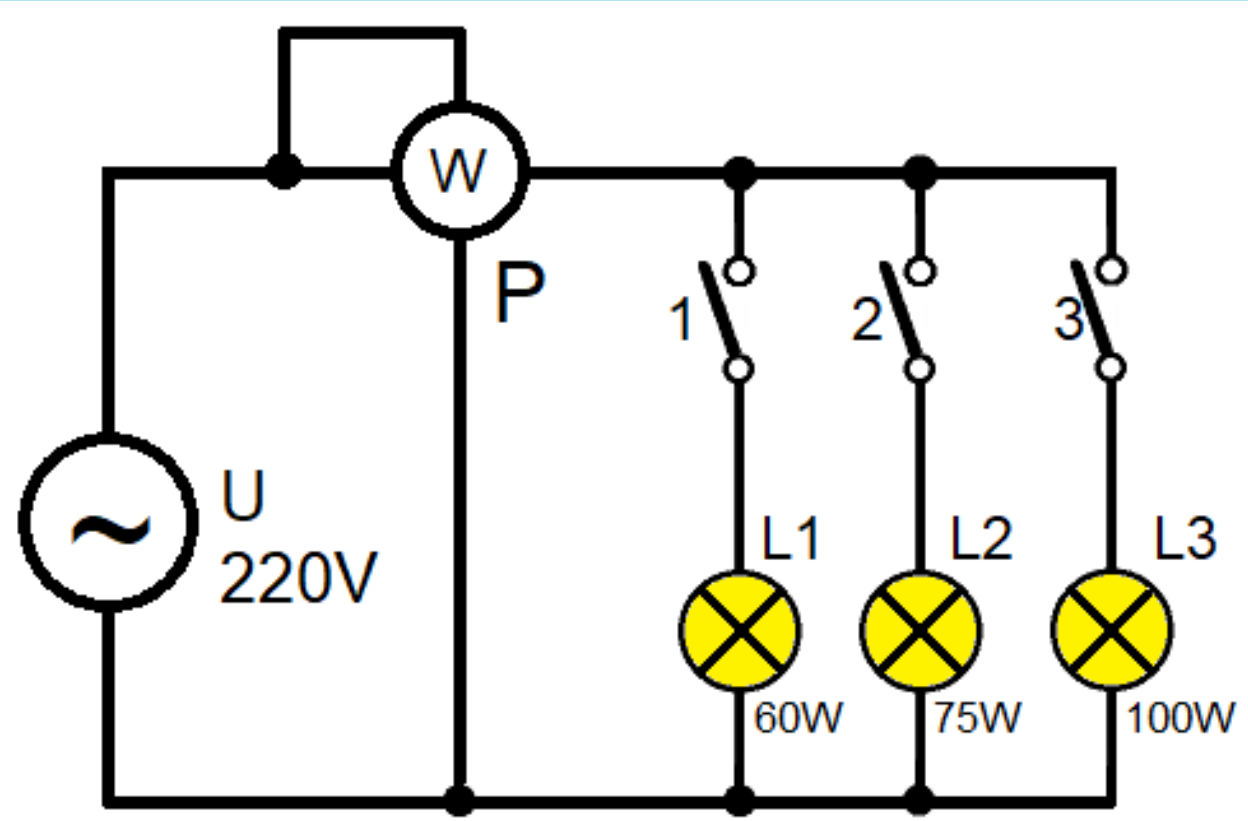
- **Gündüz dönemi** : Saat 06:00 – 17:00
- **Puant dönemi** : Saat 17:00 – 22:00 ·
- **Gece dönemi** : Saat 22:00 – 06:00

SORU

1- Bir elektrik sayacında 6 kWh değer 3 saat sonunda okunmaktadır.Tüketimin aynı **şekilde sürdüğü düşünüldüğünde** bu sayaçta 5 saat sonunda hangi güç değeri okunur?

TEMRİN ADI	WATTMETRE İLE GÜÇ ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		15

AMAÇ: Bir elektrik devresinde wattmetre ile güç ölçme deneyini yapmak ve sonuçları değerlendirmek.



Görsel 1.47: Elektrik sayacıyla enerji ölçümü

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Wattmetre	AC özellikli.	1 adet
Anahtar		3 adet
Akkor Flamanlı Lamba	60 W, 75 W ve 100 W güçlerinde.	3 adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC kaynak	1 adet
Bağlantı Kabloları	1,5 mm² çok telli kablolar	10-15 m
El Aletleri	Pense, yan keski, tornavida, izole bant.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- AC deney setini hazırlayarak wattmetre ve lambaları şemada gösterildiği gibi devreye bağlayınız.
2- Şalteri kapatarak öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Tüm anahtarlar açık iken wattmetreden gösterilen güç değerini okuyup tabloya yazınız.
4- 1 no.lu anahtarı kapatarak 60 W'lık lambayı devreye alınız.
5- Wattmetrenin gösterdiği güç değerini tabloya yazınız.
6- 2 ve 3 no.lu anahtarları da sırasıyla kapatarak ölçülen güç değerlerini tabloya yazınız.
7- Tüm anahtarları kapatarak üç lamba da devredeyken ölçülen güç değerini tabloya yazınız.
8- Şalteri açarak deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Anahtar Konumları	Wattmetre ile Güç Ölçme (Watt)
Tüm anahtarlar açık	
1 no.lu anahtar kapalı (60 W)	
2 no.lu anahtar kapalı (75 W)	
3 no.lu anahtar kapalı(100 W)	
Tüm anahtarlar kapalı	

Tablo 1. AC güç değeri ölçümler

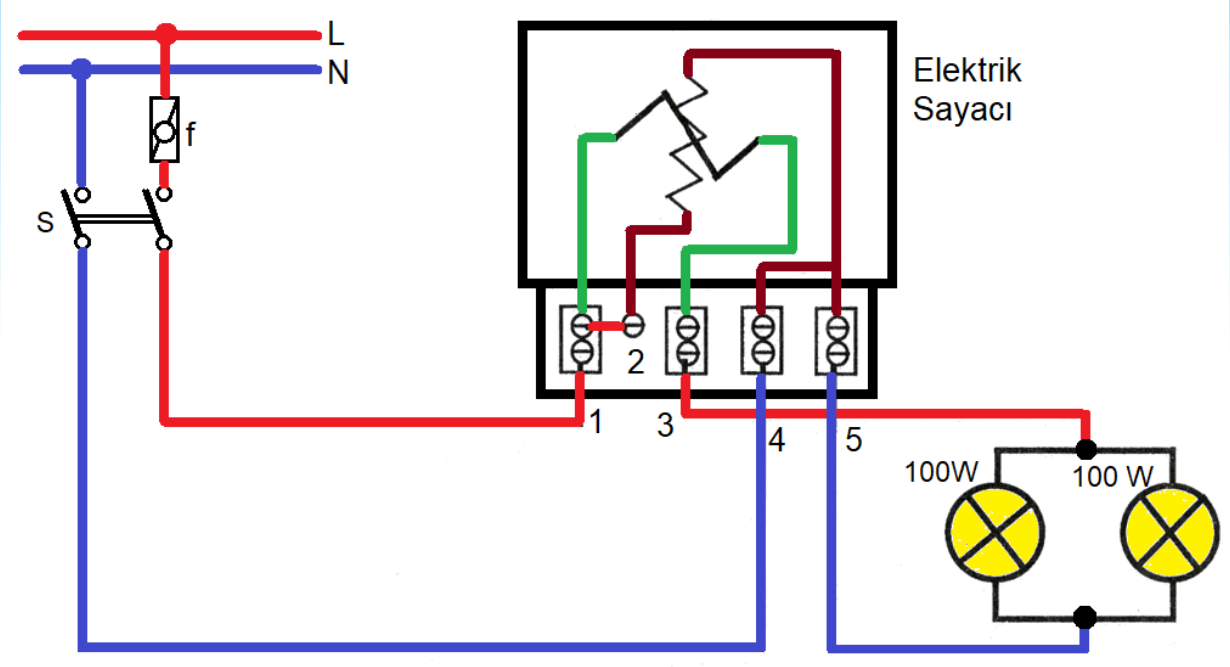
SORULAR

1- Güç nedir?
2- 220 Volt gerilimle çalışan bir ütü 10 A akım çekerse bu ütünün gücü kaç Watt idir?
3- 200 W = …… kW
4- 40 kW = ……. W
5- Wattmetrenin devreye bağlantısını açıklayınız?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Alıcı kaynak ve devre elemanlarını bağlamak	20	
Sınıfı:	2	Woltmetre bağlantısını yapmak	20	
No:	3	Woltmetrenin gösterdiği değeri okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	Wattmetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	Alıcı sayısı ile wattmetrenin gösterdiği değerler arasındaki bağıntıyı açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ELEKTİRİK SAYACI İLE AC ENERJİ ÖLÇME	Temrin No
		16

AMAÇ: Bir elektrik devresinde enerji ölçme deneyini yapmak.



Görsel 1.48: Elektrik sayacıyla enerji ölçümü

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Lamba (100 W)	Akkor lamba özellikli, 100 W gücünde.	2 adet
1 fazlı aktif saya	Mekanik veya elektronik özellikli.	1 adet
Bağlantı kabloları	1,5 mm² özellikli ve çok telli.	5-10 m
AC 220V güç kaynağı		1 adet
El aletleri	Pense, tornavida, kontrol kalemi vb.	Yeterince

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Malzemeleri temin ederek sağlamlıklarını kontrol ediniz.
2- Sayaç ve lamba bağlantılarını yaparak devreyi kurunuz.
3- Enerji vermeden önce sayaç değerini tabloya yazınız.
4- Öğretmen kontrolünde devreye enerjiyi veriniz.
5- Alıcılar devreye girdikten sonra 5 dakika boyunca devreyi çalıştırınız.
6- Sürenin sonunda enerjiyi kesiniz.
7- Sayacın gösterdiği değeri tabloya yazınız.
8- İki değer arasındaki farkı hesaplayıp tabloya yazınız.
9- 1 saat, 24 saat ve 1 aylık enerji harcamasını hesaplayıp tabloya yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER			
ÖLÇME	**Enerjisiz Değer**	**Süre Sonundaki Değer**	**İki Değer Arasındaki Fark**
Sayaçtan Okunan Değer			
HESAPLAMA	1 Saatlik Harcama (Wh)	24 Saatlik Harcama (kWh)	1 Aylık Harcama (kWh)
Hesaplanan Enerji Değeri			

Tablo 1. Ölçülen ve hesaplanan değerler

SORULAR

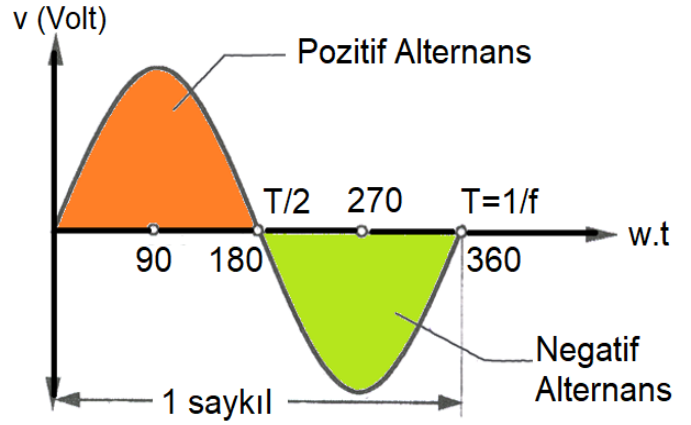
1- Enerji nedir?
2- Elektrik sayacı devreye nasıl bağlanır?
3- Üç zamanlı tarifede saat dilimleri nasıldır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Alıcı kaynak ve devre elemanlarını bağlamak	20	
Sınıfı:	2	Sayaç bağlantısını yapmak	20	
No:	3	Sayaç endekslerini açıklamak	20	
ÖĞRETMEN	4	Sayaç bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	20	
Adı Soyadı:	5	Alıcı sayısı ile wattmetrenin gösterdiği değerler arasındaki farklılığı açıklamak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

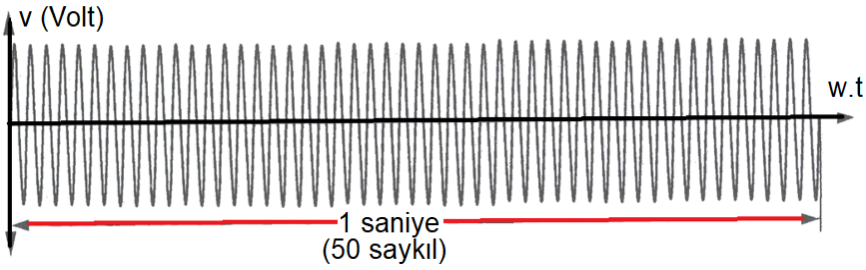
BİLGİ YAPRAĞI

1.12.1. FREKANS TANIMI

Bir saniyede oluşan saykıl sayısına **frekans** denir. Frekans, **f** harfi ile gösterilir ve birimi **Hertz (Hz)'**dir. Alternatif akımın (AC) frekansı, gerilimi üreten alternatörün devir sayısı ve kutup sayısına bağlıdır. Dünyada genelde 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. Doğru akımda yön ve şiddette bir değişme olmadığı için frekansta sıfırdır.



Görsel 1.49: Sinüs dalgası ve frekans ilişkisi



Görsel 1.50: 50 Hz'lik şebekede 1 saniye oluşan saykılların görünümü

Formüle göre;
f : Bir sinyalin frekansı (Hz)
T : Bir sinyalin periyodu (sn)

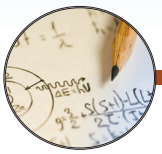
$$f = \frac{1}{T}$$

Örnek: Periyodu 0,01 sn olan bir sinyalin frekansı kaç Hz'tir?
Çözüm: f = 1/T = 1/0,01 = 100 Hz

1.12.2. FREKANS BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Frekans Dereceler	Sembolü	Kat Çarpanı	
Giga Hertz	GHz	10^9	100000000
Mega Hertz	MHz	10^8	1000000
Kilo Hertz	kHz	10^3	1000
Hertz	Hz	1	1

Tablo 12.1: Frekans birimleri ve çarpanları

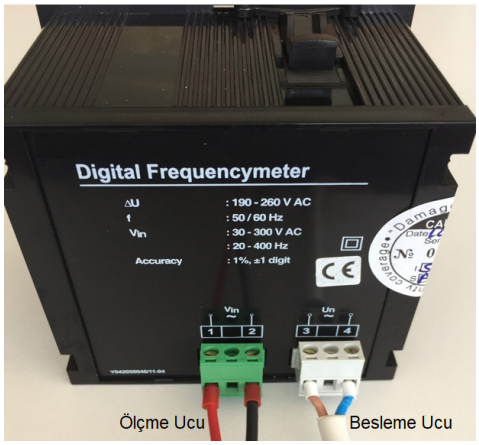


Örnek: Aşağıda verilen birim dönüşümleri yapınız.

Çözüm:
- **20 MHz** = 20000 kHz
- **86 Hz** = 0,086 kHz
- **4500 kHz** = 4,5 GHz
- **20000 kHz** = 20000000 Hz

1.12.3. FREKANSMETRE İLE FREKANS ÖLÇME İŞLEMİ

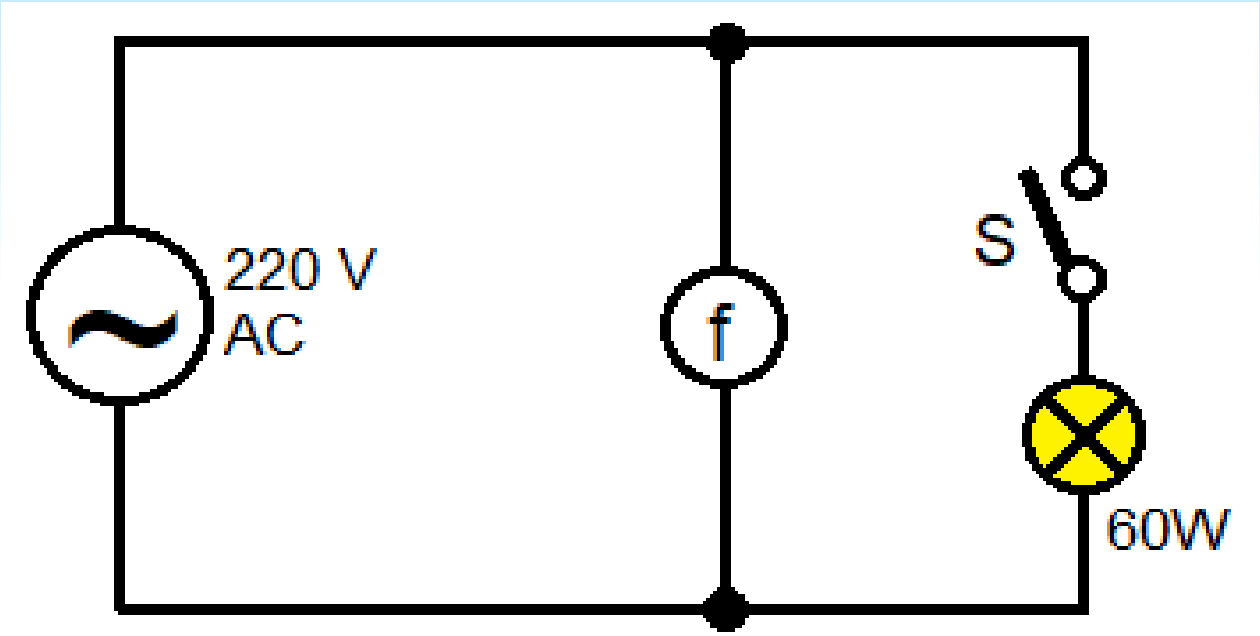
Elektrik devrelerinde frekans, **frekansmetreler** ile ölçülür. Frekansmetrenin gösterdiği değer bir saniyedeki saykıl sayısıdır. Frekansmetreler, voltmetreler gibi devreye paralel bağlanır. Multimetre tipi olanlarda frekans ölçüm noktasına problar dokundurularak ölçüm yapılır. Pano tipi frekansmetrelerde uçlar sabit bağlanarak ölçüm gerçekleştirilir.



Görsel 1.51: Frekansmetre bağlantı şeması ve klemensleri

TEMRİN ADI	FREKANSMETRE İLE FREKANS ÖLÇÜMÜ	Temrin No
		16

AMAÇ: Bir elektrik devresinde frekansmetre ile frekans ölçme uygulamasını yapmak ve sonuçları değerlendirmek.



Görsel 1.52: Frekansmetre ile frekans ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Frekansmetre	20 – 400 Hz. özellikli	1 adet
Akkor Flamanlı Lamba	60 W gücünde	3 adet
Bağlantı Kabloları	1,5 mm² çok kesitli kablolar	5-10 m
AC Gerilim Kaynağı	220 V AC gerilim kaynağı	1 adet
El Aletleri	Pense, tornavida, vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Frekansmetre ve lambaları devreye bağlayınız.
2- Öğretmeninizin kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Anahtar açık iken frekansmetrede gösterilen frekans değerini okuyup tabloya kaydediniz.
4- Öğretmen kontrolünde devreye enerjiyi veriniz.
5- Frekansmetrenin gösterdiği değeri tabloya kaydediniz.
6- Enerjiyi keserek deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	
Anahtar Konumları	**Frekansmetre ile Frekans Ölçme (Hz)**
Anahtar açık	
Anahtar kapalı	

Tablo 1. Ölçüm tablosu

SORULAR

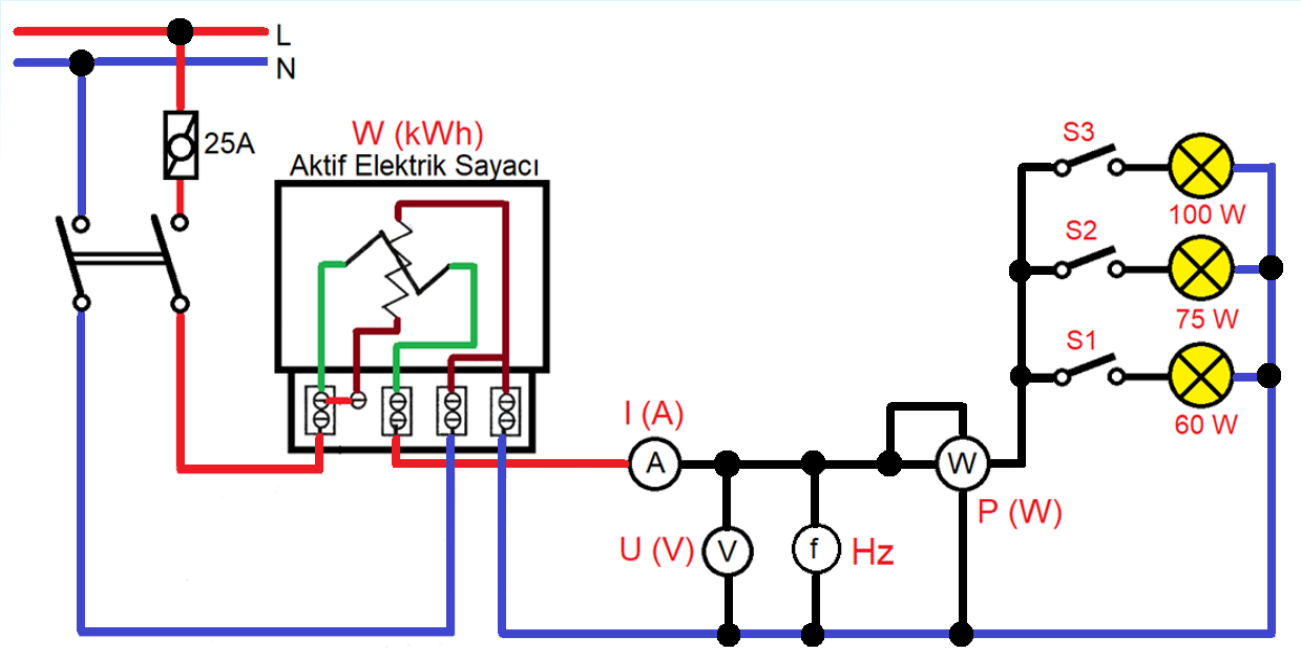
1- Frekans nedir?
2- Periyodu 0,5 sn olan bir sinyalin frekansı kaç Hz'tir?
3- Frekansmetre devreye nasıl bağlanır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Alıcı kaynak ve devre elemanlarını bağlamak	25	
Sınıfı:	2	Frekansmetre bağlantısını yapmak	25	
No:	3	Frekansmetrenin gösterdiği değeri okumak	25	
ÖĞRETMEN	4	Frekansmetre bağlantısında dikkat edilecek hususları açıklamak	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	BİR ELEKTRİK DEVRESİNDE ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİN ÖLÇÜMÜ	Temrin No 17

AMAÇ: Bir elektrik devresinde elektriksel büyüklükleri ölçmek.

İstenenler: Bir AC devrede; akım, gerilim, frekans, güç ve enerji ölçme deneyi yapılacaktır. Üç ayrı anahtar ile farklı güçlerdeki lambalar devreye alınarak akım, gerilim, frekans ve güçleri ölçülecektir.Tüm alıcılar devredeyken devre çalıştırılarak ölçümler yapılacaktır. Tüm ölçülen değerler tabloya yazılacaktır. Her alıcının devreye alındığı ve tüm alıcıların devrede olduğu güç değerleri, **P=U.I** formülüne göre hesaplanarak tabloya yazılacak ve wattmetreden ölçülen değerler ile karşılaştırılacaktır.



Görsel 1.53: Elektrik sayaçlı elektrik ölçme devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Elektrik sayacı	1 fazlı, elektronik veya mekanik özellikli	1 adet
AC ampermetre	0-5 A, AC özellikli	1 adet
AC voltmetre	0-380V, AC özellikli	1 adet
Frekansmetre	1 fazlı	1 adet
Wattmetre	1 fazlı, 1 kW ve üzeri	1 adet
Anahtar	Adi anahtar özellikli	3 adet
Akkor flamanlı lamba	60, 75, 100 W güçlerinde	1'er adet
Bağlantı kabloları	1,5 mm² NYA kablolar	Yeterince
El aletleri	Pense, tornavida, izole bant, kontrol kalemi, vb.	1'er adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Sayacın devreye bağlantısını yapınız.
2- Ampermetrenin devreye bağlantısını yapınız.
3- Voltmetrenin devreye bağlantısını yapınız.
4- Frekansmetrenin devreye bağlantısını yapınız.
5- Wattmetrenin devreye bağlantısını yapınız.
6- Anahtar ve yüklerin devreye bağlantılarını yapınız.
7- Öğretmeninizin kontrolünde devreye enerji veriniz.
8- Şalteri kapatınız ve anahtarlar açıkken ölçü aletlerinde okunan değerleri okuyup tabloya yazınız.
9- Tablo 1'e göre anahtarları sırasıyla kapatınız ve ölçü aletlerindeki değerleri okuyarak tabloya yazınız.
10- Tablo 2'ye akım, gerilim ve güç değerlerini Tablo 1'den bakarak yazınız.
11- Tablo 2'de akım ile gerilim değerlerini çarparak P = U.I sütununa yazınız.
12- P = U.I sütunundaki hesaplanan değer ile P sütunundaki ölçülen değerleri karşılaştırınız.
13- Enerjiyi keserek deneye son veriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Anahtarlar			Sayaç Değeri (kWh)			Akım (A)	Gerilim (V)	Güç (W)	Frekans (Hz)
S1	S2	S3	İlk End.	Son End.	Fark				
Açık	Açık	Açık							
Açık	Açık	Açık							
Kapalı	Açık	Açık							
Kapalı	Kapalı	Açık							
Kapalı	Kapalı	Kapalı							
Kapalı	Kapalı	Kapalı							

Tablo 1.1: Ölçüm tablosu

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER				
Anahtar Konumları	**P (W)**	**U (V)**	**I (A)**	**P=U.I (W)**
S1 kapalı				
S2 kapalı				
S3 kapalı				
Tüm anahtarlar kapalı				

Tablo 1.2: Sonuç tablosu

SORULAR

1- Anahtar konumlarına göre ölçülen güç değerleri ile hesaplanan güç değerleri arasında farklılık varmıdır?
2- Ampermetrede okunan değerler ne zaman değişti? Sebebi nedir? Belirtiniz.
3- Voltmetrede okunan değerler ne zaman değişti? Sebebi nedir? Belirtiniz.
4- Watttmetrede okunan değerler ne zaman değişti? Sebebi nedir? Belirtiniz.
5- Frekansmetrede okunan değerler ne zaman değişti? Sebebi nedir? Belirtiniz.
6- Sayaçta okunan değerler ne zaman değişti? Sebebi nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Sayaç bağlantısını yapmak endeksleri açıklamak	20	
Sınıfı:	2	Ampermetre bağlantısını yapmak akım değerini okumak	20	
No:	3	Voltmetre bağlantısını yapmak gerilim değerini okumak	20	
ÖĞRETMEN	4	Frekansmetre bağlantısını yapmak akım değerini okumak	20	
Adı Soyadı:	5	Wattmetre bağlantısını yapmak güç değerini okumak	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyun ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) harfini yazınız.

1- (…) Elektrik kazasında yanık oluşmuşsa su ile müdahale edilerek yanık bölgesine yağ, krem, diş macunu, kolonya gibi maddeler uygulanır.

2- (…) Elektrik mevcutken ve elektrikli cihazlar çalıştığında duman, yanık gibi anormal değişiklikler hissedildiğinde enerji kesilmelidir.

3- (…) Enerji altında (devrede akım varken) çalışmanın bir mahzuru yoktur.

4- (…) Kumpas ile derinlik, uzunluk, dış ve iç çap ölçülebilir.

5- (…) Bir devreden yük akışını sağlayan kaynağın uçları arasındaki potansiyel farka elektromotor kuvvet (EMK) denir.

B. Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan yerlere uygun / doğru sözcüğü yazınız.

6- Elektrikli cihaza dokunulurken ellerin …….. olmadığından emin olunmalıdır.

7- Mikrometre, kumpasa göre daha hassas …… ölçümü gerçekleştirir.

8- Birden fazla elektriksel büyüklüğü ölçebilen ölçü aletlerine …… denir.

9- Bir saniyede oluşan saykıl sayısına …… denir.

10- Bir ölçü aletinin skalasında gösterdiği en küçük değer ile en büyük değer arasında kalan kısım ölçü aletinin …… verir.

C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11- Elektrik akımına kapılan bir kişiye yapılacak **ilk müdahale** konusunda yapılması gerekenlerden yola çıkarak aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) Kazazedenin vücuduna sarılıp ortamdan çekilir.
B) Demir çubuk kullanarak elektrik teması kesilir.
C) Yetkililere haber verilir.
D) Şalter kapatılarak elektrik akımı kesilir.
E) Zeminde su varsa çıplak ayakla içeriye girilir ve şalter kapatılır.

12- Aşağıdakilerden hangisi atölye çalışma kuralları ile ilgili yanlış bir ifadedir?

A) Çalışma esnasında vida, çivi gibi gereçler ağza alınmamalıdır.

B) Öğretmen atölyede yokken deneme amaçlı uygulama devresine enerji verilerek kontrol edilmelidir.

C) Atölye çalışmasında yaşanan kazada öğretmene ve okul idaresine haber verilmelidir.

D) Uygulama tamamlandıktan sonra elemanlar sökülerek sağlam şekilde teslim edilmelidir.

E) Atölyede gerekli olan takım, kitap ve defterler her zaman hazır bulundurulmalıdır.

13- Aşağıdakilerden hangisi 1,5 mm^2lik iletken kesitini ölçmek için en uygun kullanılan ölçü aletidir?

A) Cetvel

B) Şerit Metre

C) Kumpas

D) Lazer Metre

E) Mikrometre

14- Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresi elemanlarından birisi değildir?

A) Kaynak

B) Sigorta

C) İletken

D) Anahtar

E) Ampermetre

15- Aşağıdakilerden hangisi ampermetrenin özellikleri ile ilgili olarak yanlıştır?

A) Devreye paralel bağlanırlar.

B) İç dirençleri küçüktür.

C) DC ve AC ölçme yapabilirler.

D) Dijital ve analog çeşitleri vardır.

E) A ile gösterilir.

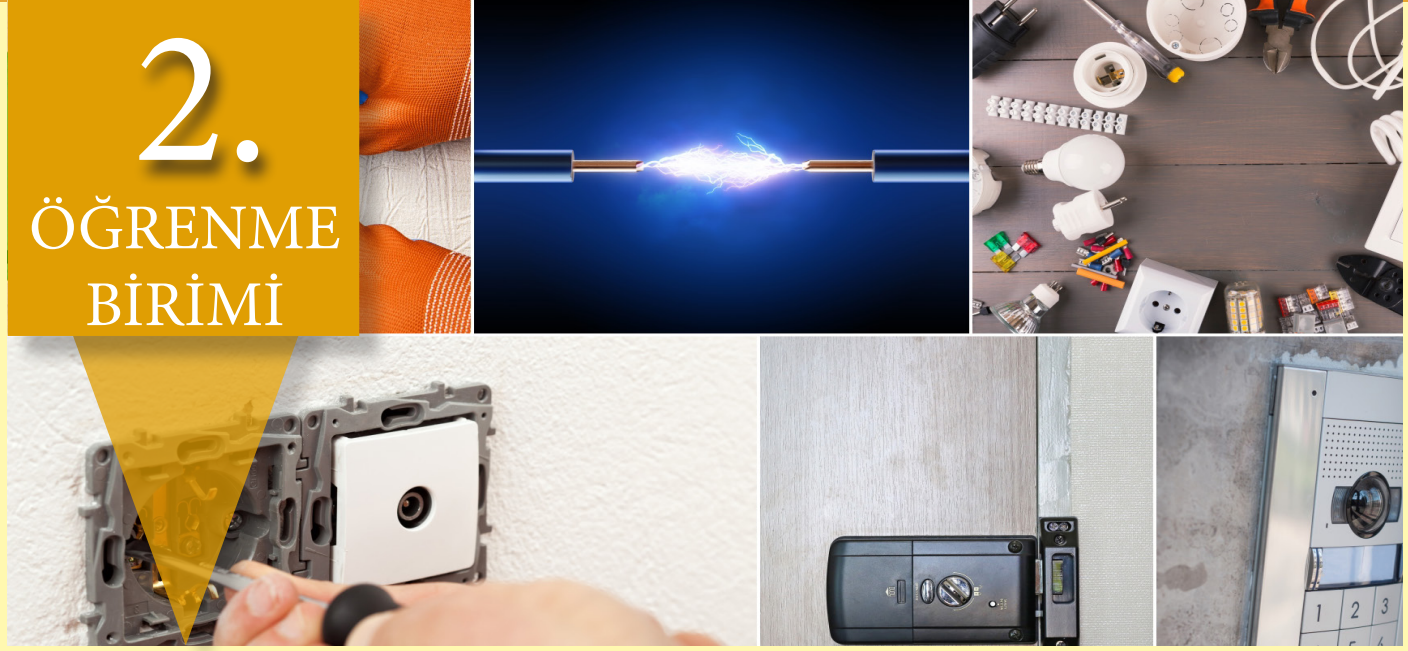
ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

D. Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantez içlerine kavramların önündeki harflerden uygun olanları (her harf bir defa kullanılacak) yazınız.

	İFADELER
16-	Akım ölçen ölçü aletidir.
17-	Gerilim ölçen ölçü aletidir.
18-	Güç ölçen ölçü aletidir.
19-	Devir ölçen ölçü aletidir.
20-	Frekans ölçen ölçü aletidir.
21-	Harcanan enerjiyi ölçen ölçü aletidir.
22-	Akım birimidir.
23-	Gerilim birimidir.
24-	Güç birimidir.
25-	Frekans birimidir.
26-	Enerji birimidir.

	KAVRAMLAR
A	Wattmetre
B	Frekansmetre
C	Ampermetre
D	Sayaç
E	Voltmetre
F	Turmetre
A	kWh
B	Watt
C	Hz
D	Amper
E	Volt

2. ÖĞRENME BİRİMİ



ÖLÇME UYGULAMALARI

2-1- İLETKEN BAĞLANTILARINI YAPMAK
2-2- ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİNİ ÇİZMEK
2-3- ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİNİ YAPMAK
2-4- KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİNİ ÇİZMEK
2-5- KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİNİ YAPMAK

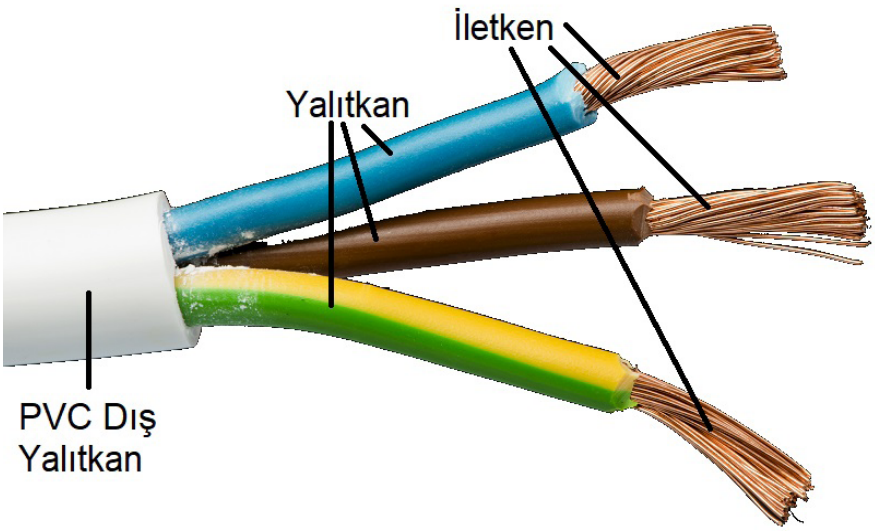
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1- İletken bağlantı çeşitlerini araştırınız.
2- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre tesisat yöntemlerini araştırınız.
3- Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne göre tesisat yöntemlerini araştırınız.
4- Tesisatlarda kullanılan elemanları araştırınız.

BİLGİ YAPRAĞI

2.1.1. İLETKENLERİN ÖZELLİKLERİ

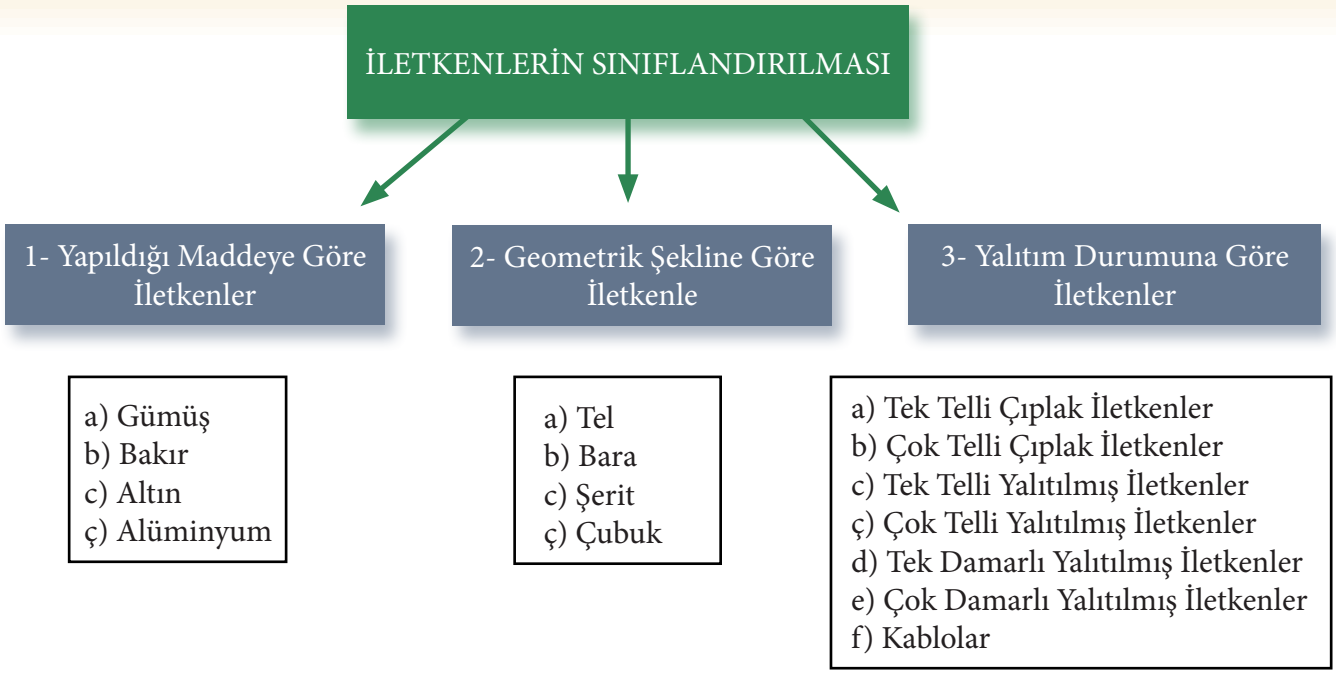
Elektrik akımını ileten tel veya tel demetlerine **iletken** denir. Elektrik akımını iletmeyen malzemeye de **yalıtkan** denir. İletkenlerin, genellikle izoleli olmakla birlikte izolesiz çeşitleri de vardır. Tek damarlı veya çok damarlı olabilir.



Görsel 2.1: İletken kablo

Maddeler	Kullanım Alanları	Çeşitleri
İletken	Kablolar, baralar, enerji hatları vb.	Altın, gümüş, bakır, alüminyum vb.
Yalıtkan	Kablo kılıfları, koruyucular vb.	Kauçuk, plastik, cam, yağ, hava vb.

Tablo 2.1: İletken, Yalıtkan ve Yarı İletkenlerin Durumları



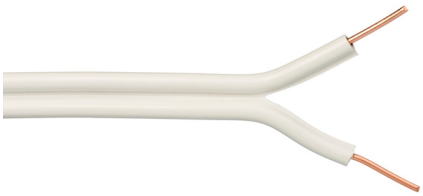
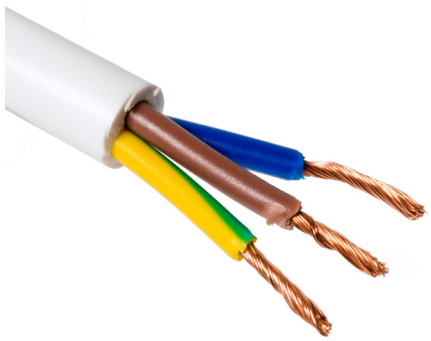
Görsel 2.2: İletkenlerin sınıflandırılması

KABLO KESİTİ	KULLANILDIĞI YERLER
0,5 mm^2	**Zil teli şeklinde** zayıf akım tesisat devrelerinde
1,5 mm^2	**Aydınlatma** tesisat devrelerinde
2,5 mm^2	**Priz** tesisatları ve aydınlatma linyelerinde

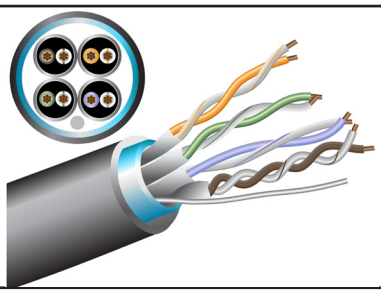
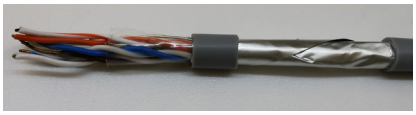
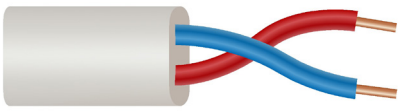
Tablo 2.2: Elektrik Tesislerinde Kullanılan Temel İletken Kesitleri (mm^2)

2.1.2. KABLO ÇEŞİTLERİ

Üzeri yalıtımlı bir ya da birden çok damardan oluşan iletkene **kablo** denir. Kablolar, iletken ve yalıtkan olmak üzere iki kısımdan meydana gelir.

	Zil Telleri	Kesitleri 0,50 mm² ve 0,75 mm² olan ve zil, kapı otomatiği gibi zayıf akım tesisatlarında kullanılan kablolardır.
	**Kordon Kablolar (NYFAZ)**	0,50 mm² ve 0,75 mm² kesitlerindeki çok telli iletkenlerin yan yana getirilmesiyle oluşmuş kablolardır. Kuru yerlerde, mekanik zorlamanın az olduğu küçük, güçlü alıcılarda irtibat kordonu olarak kullanılır.
	Tek Damarlı Kablolar (NYA)	Tek damarlı, tek telli bakır kablolardır. Sabit tesislerde; ağıtım panolarında, kuru veya kapalı yerlerde, sıva altında ya da üstünde, boru içinde kullanılır. 1 kV'a kadar olan gerilimlerde çalışır.
	Tek Damarlı Çok Telli Kablolar (NYAF)	Tek damarlı, çok telli bakır kablolardır. Hareketli cihazların bağlantılarında, bina içinde kuru yerlerde, sıva altı veya sıva üstünde, panolardaki kumanda devrelerinde kullanılır.
	**TTR Çok Damarlı, Çok Telli Kablolar (NYMHY)**	Çok damarlı, çok telli, izoleli iletkenlerin bir araya getirilip PVC ile kaplanması yoluyla oluşturulan kablolardır. NYAF kablolar tek damardan oluşurken TTR kablolar çok damardan oluşur. Hafif işletme şartlarında, taşınabilir cihazlarda, ev ve mutfak cihazlarında kullanılır.

Tablo 2.3: Elektrik Tesisatlarında Kullanılan Kablolar

	Antigron Kablolar (NYM)	Kesitlerine göre tek veya çok telli, izoleli iletkenlerin bir araya getirilip PVC ile kaplanması yo uyla oluşturulan kablolardır. Özellikle nemli yerlerde, tesislerin sıva altında ve üstünde kullanılır.
	Koaksiyel Kablolar	Anten ve TV tesisatlarında, ses ve video iletiminde kullanılan kablodur. En içte sinyali taşıyan iletken bulunur. Bu iletken, dielektrik sabiti yüksek yalıtkan tarafından çevrelenmiştir.Yalıtkanın çevresinde ise yine iletkenlerden luşan bir örgü bulunur. En dışta ise PVC'den yapılan koruyucu dış kılıf bulunur.
	**Diyafon (DT8, DT12) Kablolar**	Bina içi dâhilî haberleşme ve ses sistemlerinde, kapı diyafon sistemlerinde kullanılan kabloladır. DT8, DT12 gibi türleri vardır. DT8, 8 x 0,22 kesitinde; DT12, 12 x 0,22 kesitinde üretilir.
	**Data (CAT 6) Kabloları**	Yüksek hızlarda veri taşıyan UTP kablolardır. İletken çapı 0,6 mm'dir. CAT6 kablolar, UTP korumasız çift bükümlü kablo sınıfı içindedir.
	**Telefon Kabloları**	Telefon hatlarında kullanılan kablolardır. Dâhilî ve haricî pek çok çeşidi vardır.

2.1.3. İLETKEN BAĞLANTILARINDA VE EKLERİNDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER

a) Yan Keski: İletken ve kabloları kesmek için kullanılan el aletidir.
b) Pense: İletkenleri; tutmaya, çekmeye, sıkıştırmaya, bükmeye, şekil vermeye, kesmeye, soymaya yarayan el aletidir.
c) Kargaburnu: Pense gibi işlem yapan ancak pensenin sığmayacağı yerlerde kullanılan ince ve uzun ağızlı el aletidir.

Görsel 2.3: Yan keski, kargaburnu ve pense

ç) Kablo Soyma Pensi: Değişik çaplardaki kabloların dış kısmında bulunan ve elektriksel yalıtkanlığı sağlayan izole malzemeyi, kablodan ayırmak için kullanılan el aletidir.

Görsel 2.4: Kablo soyma pensi

d) Kablo Pabucu Sıkma Pensi: Kabloları, kablo pabucuna yerleştirdikten sonra sıkmak için kullanılan el aletidir.

Görsel 2.5: Kablo pabucu sıkma pensi

e) Maket Bıçağı: Malzemeleri kesmek ve soymak için kullanılan el aletidir.

Görsel 2.6: Maket bıçağı

Görsel 2.7: Tornavida

f) Tornavida: Vidaların sıkıştırılmasında ve sökülmesinde kullanılan el aletidir.

Görsel 2.8: Kontrol kalemi

h) Elektrik Bandı: İletken eklerini veya kablodaki iletken kısımları yalıtmak için kullanılan kalın ve renkli bantlardır.

Görsel 2.9: Elektrik bandı

2.1.4. İLETKEN EKLERİ

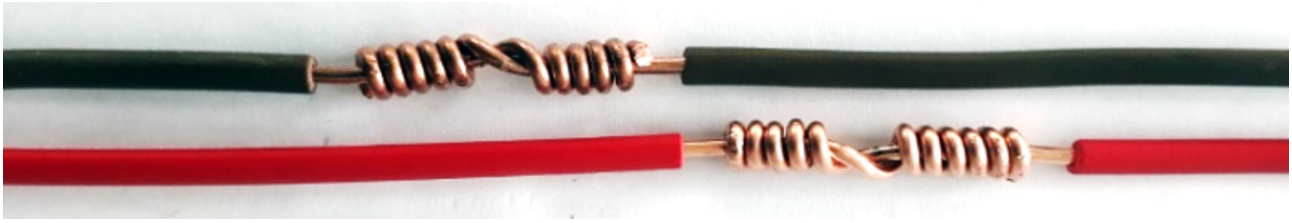
Elektrik tesisatlarında, kesilen iletkenlerin birbirine tutturulmasına veya bir hattan enerji almak gerektiğinde yapılan işleme **ekleme** denir. Ekleme işlemi, iletkenlerin değişik metotlarla birbirinin üzerine sarılması veya bağlantı parçaları kullanılması ile gerçekleştirilir. Ekler, buatlarda yapılır; boru içerisinde kesinlikle ek yapılmaz. İletken eklerinin gevşek olması, akım geçişinde ark oluşmasına ve aşırı ısınma sonucunda yangına sebep olur.

Not: Ekler, buatlarda yapılmalı; boru içerisinde kesinlikle ek yapılmamalıdır.

a) Düz Ek: Düz giden iki iletkeni birbirine bağlamak için yapılan ektir. Genellikle ince kesitli iletkenlerde el, pense veya kargaburnu kullanılarak yapılır.

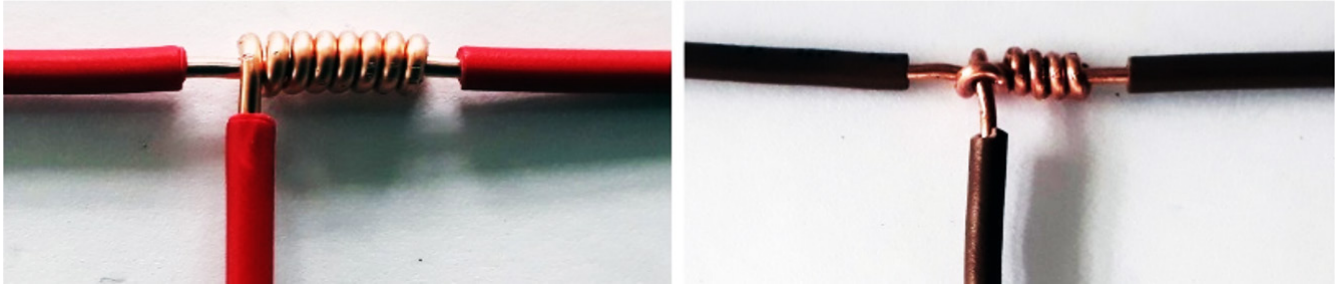
Görsel 2.10: Düz ek işlemi

b) Çift Düz Ek: Düz giden iki çift iletkeni birbirine bağlamak için yapılan ektir. Ek yerlerinin karşılıklı gelmemesine dikkat edilmelidir.



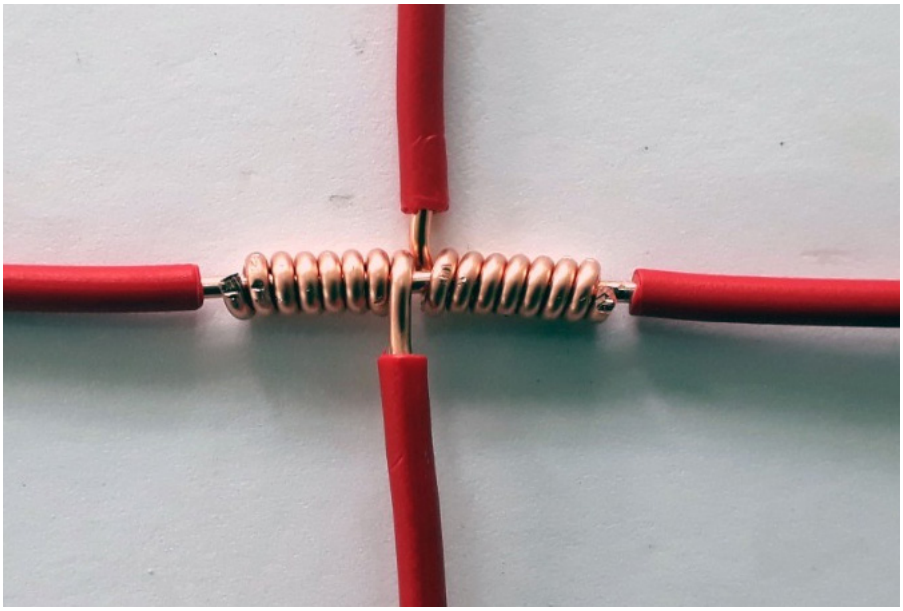
Görsel 2.11: Çift düz ek işlemi

c) Tek: Düz giden bir iletkene bağlantı yapmak için kullanılan ektir. Alçak gerilim havai hatlarında, iç tesisatta ve çekme kuvvetinin az olduğu yerlerde kullanılır. Havai hatlarda klemens ile ekleme yapılırken iç tesisatta buat içerisinde klemensle veya sarılarak yapılır. Eğer çekme kuvveti fazla ise düğümlü Tek yapılır.



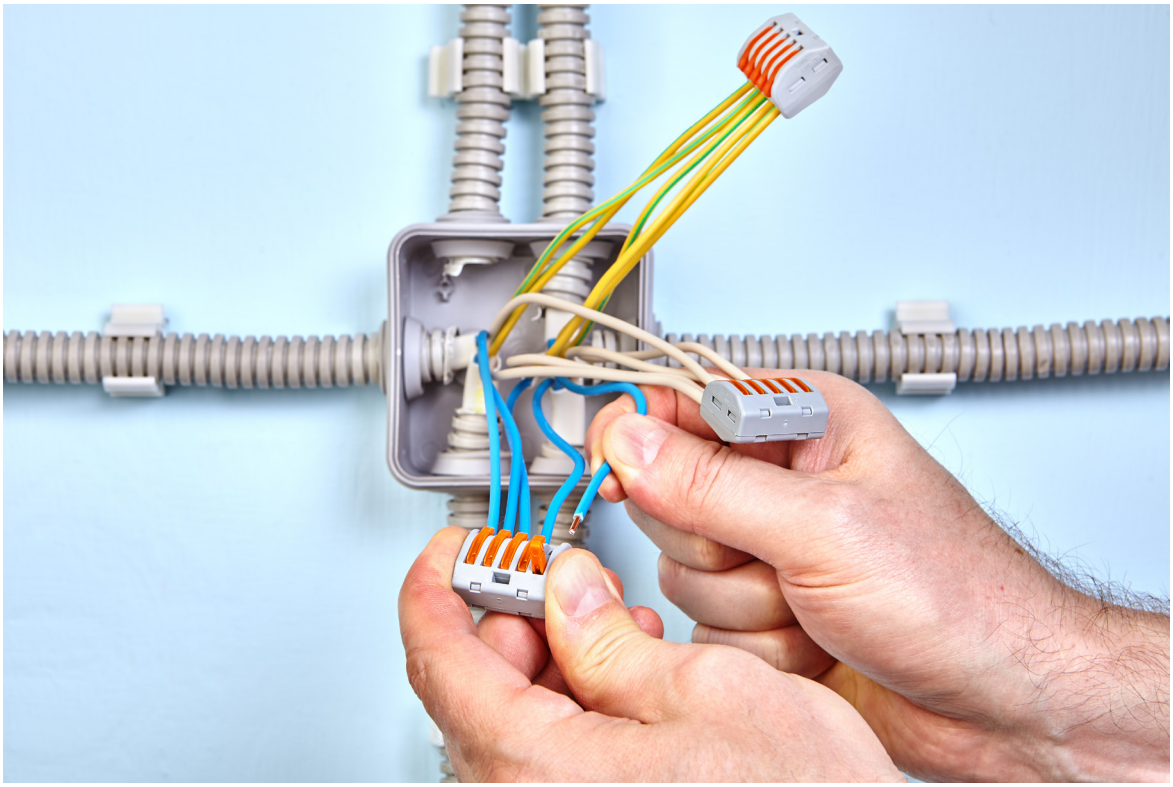
Görsel 2.12: Tek işlemleri

ç) Çift Tek: Düz giden hatlardan iki farklı yöne bağlantı almak için yapılan ektir. Ek alınan iletkenlerin soyulmuş kısımları, ek alınacak iletken üzerinde farklı ya da aynı yönlere sarılabilir. Çift Tek yapıldıktan sonra ek yerinin iletkenliğini ve dayanımını artırmak için ek yeri lehimlenmeli, izole bantla yalıtılmalıdır.



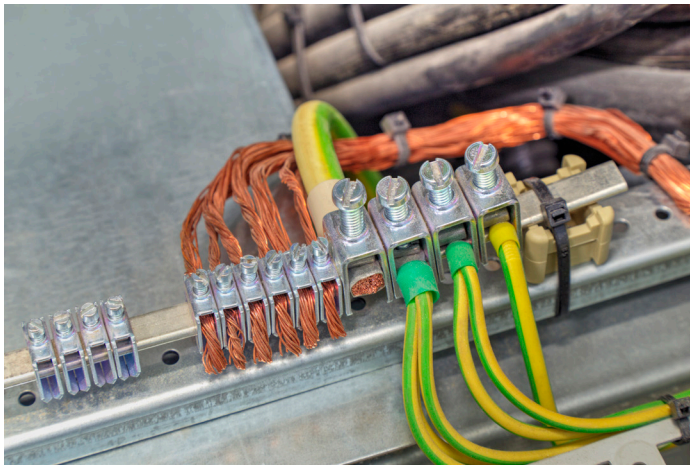
Görsel 2.13: Çift Tek işlemi

d) Özel Ekler: Genellikle dış tesisatta kalın kesitli iletkenler klemens ve boru ile eklenir. Alçak gerilimli iç tesisatlarda, klemens bulunmadığı yerlerde veya iki iletkenin aynı yere bağlanması gerektiğinde özel ekler yapılır.



Görsel 2.14: Klemens ile ekleme

Not: Klemensler, iletkenlerin kalınlığına uygun büyüklükte seçilmelidir. Klemens ile ek yapılırken iletkenlerin ucunun, klemens boyuna göre yeterli miktarda soyulması gerekir. Ayrıca ince dayanımını artırmak için iletkenler birkaç kez katlanmalı ve iletkenlerin klemens vidanın tam altına gelmesi sağlanmalıdır.



Görsel 2.15: İletkenlerin klemens ve terminallere bağlantısı

TEMRİN ADI	İLETKENLER İLE ÇEŞİTLİ İŞLEMLER	Temrin No
		18

AMAÇ: İletkenlerin kesilmesini, soyulmasını ve yalıtılmasını gerçekleştirmek.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
İletken kablo	1,5 mm² tek damarlı kablo	0,5 m
İletken kablo	2 x 1,5 mm² çok telli kablo	1 adet
Pense veya kargaburnu	160 mm	1 adet
Yan keski	160 mm	1 adet
Maket bıçağı/kablo soyma pensi		1 adet
Klemens	No:1	1 adet
İzole bant		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- 1,5 mm² lik tek damarlı iletkeni yarım metre kesiniz.
2- İletkenin her iki ucundan 3-5 mm yalıtkanı soyunuz.
3- Uçları, 90º olacak şekilde iletkeni bükünüz.
4- 1,5 mm² lik tek telli iletkeni yarım metre kesiniz.
5- İletkenin her iki ucundan 3-5 mm yalıtkanı soyunuz.
6- Uygun klemensi alarak klemensin vidalarını gevşetiniz.
7- İletkenlerin soyulan uçlarını klemensin birer ucuna yerleştirerek tornavida ile vidalayınız.
8- 1,5 mm² lik çok telli iletkeni yarım metre kesiniz.
9- Kesilen iletkeni tam ortasından tekrar kesiniz.
10- İletkenin her iki ucundan 5-10 mm yalıtkanı soyunuz.
11- İki iletkeni soyulan kısımlardan çapraz tutarak birbirine ek yapınız.
12- İzole bant ile iletkenin ek yerini yalıtınız. Yalıtma işleminde fazla bant kullanmamaya özen gösteriniz.

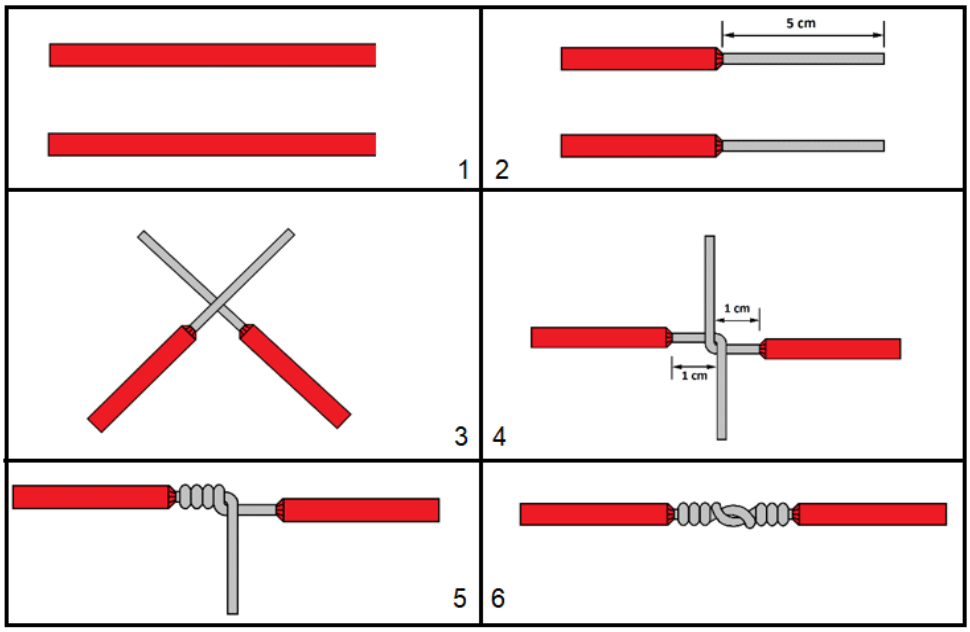
SORU

1- İletkenlerin klemenslere bağlanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir?

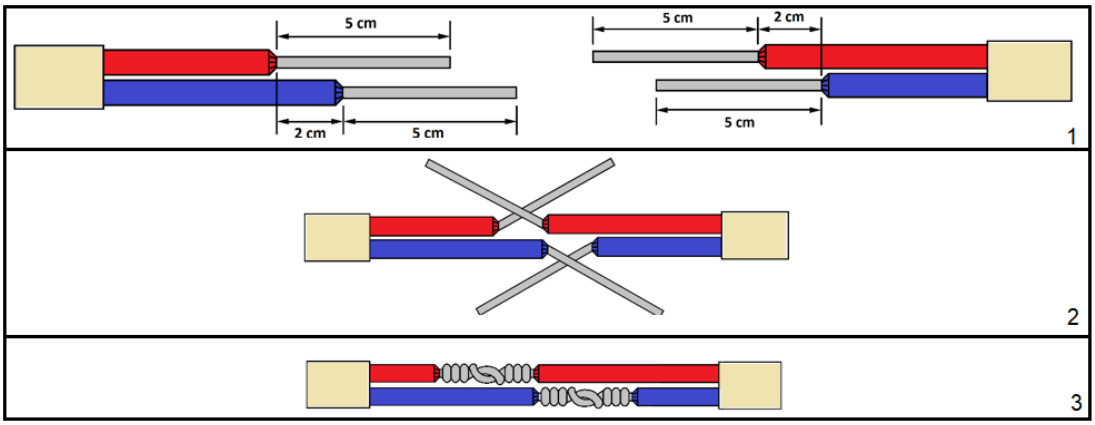
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	İletkenin belirli uzunlukta kesilmesi	20	
Sınıfı:	2	İletkenin belirli açıda bükülmesi	20	
No:	3	İletkenin belirli uzunlukta soyulması	20	
ÖĞRETMEN	4	İletkenin ek yapılması ve ek yerinin yalıtılması	20	
Adı Soyadı:	5	İletkenin klemensle eklenmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	DÜZ EK İŞLEMLERİ	Temrin No
		19

AMAÇ: İletkenlerin düz ek işlemlerini gerçekleştirmek.



Görsel 2.16: Düz ek işlemi



Görsel 2.17: Çift düz ek işlemi

KULLANILANN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
İletken kablo	1,5 mm² veya 2,5 mm² tek damarlı kablo	1m
İletken kablo	2 x 1,5 mm² tek telli kablo	1m
Pense veya kargaburnu	160 mm	1 adet
Yan keski	160 mm	1 adet
Falçata/kablo soyma pensi		1 adet
İzole bant		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- İletken ve kabloyu iki parça halinde yarım metre kesiniz.
2- İletkenlerin uç kısmındaki izolelerini 5 cm kadar soyunuz.
3- Soyulan kısımları, 4 cm'si dışarıda kalacak şekilde çapraz tutarak kesişme noktasından 900lik açı ile bükünüz.
4- İletkenlerden birini diğerinin üzerine aynı yönde ve birbirlerine paralel olacak şekilde sarınız.
İşlemi diğer iletken için de ters yönde yapınız.
5- Uç kısımdaki fazlalıkları kesiniz ve ekleme işlemini tamamlayınız.
6- Ekleri öğretmeninize gösteriniz ve ardından izole bant ile yalıtınız.

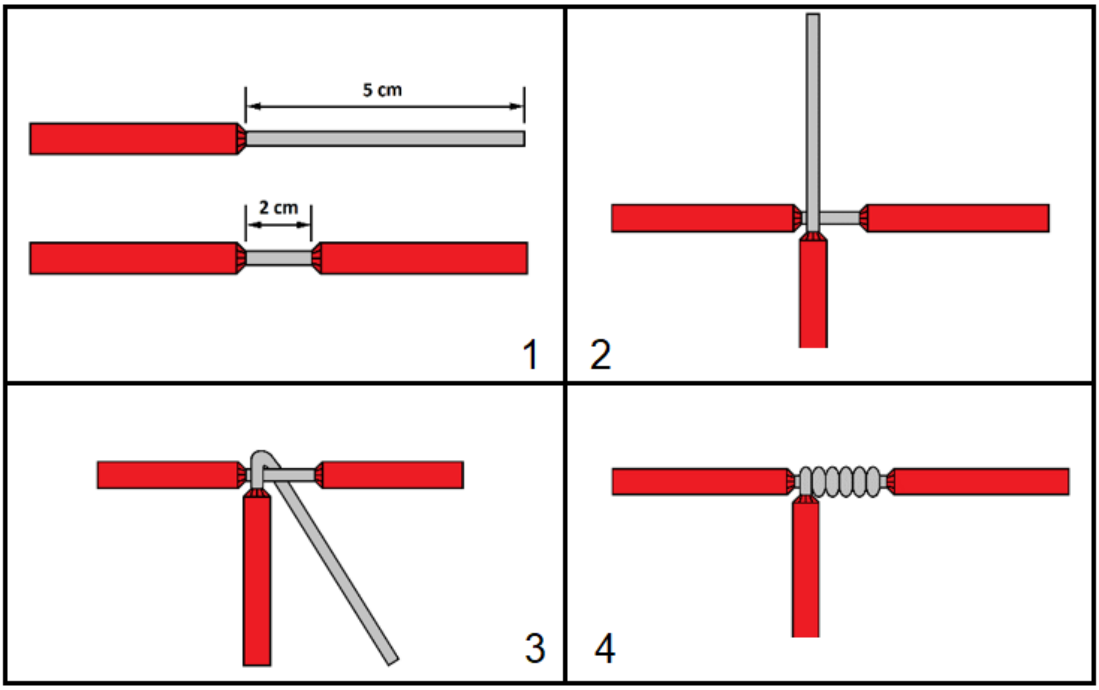
SORULAR

1- Düz ek nerelerde kullanılır?
2- Düz ekin gevşek yapılmasının sakıncaları nelerdir?

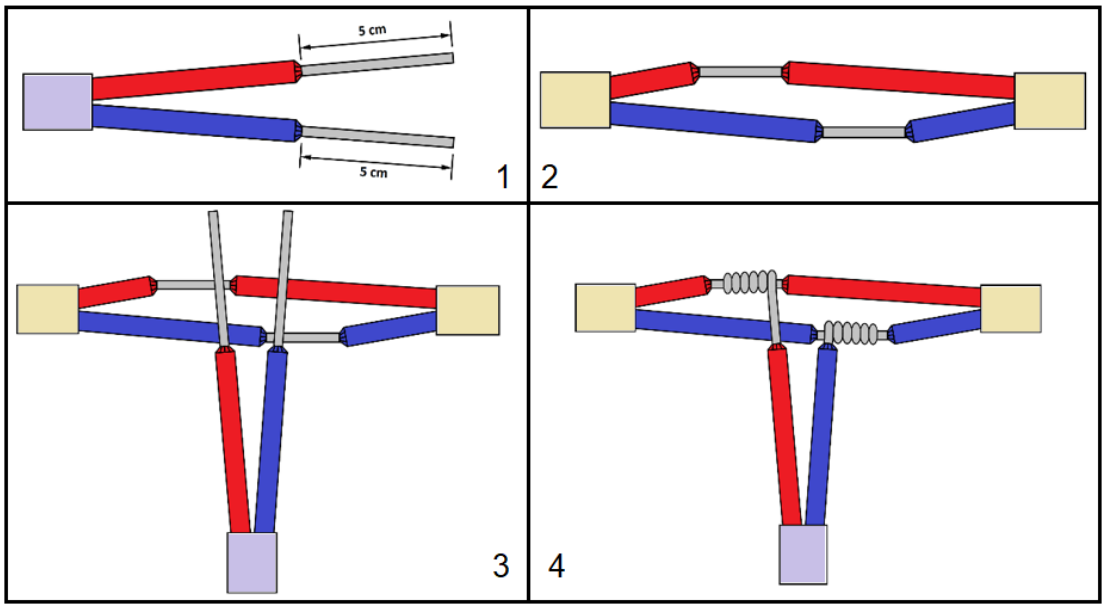
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi	20	
Sınıfı:	2	İletkenlerin uçlarının soyulması	20	
No:	3	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Uç fazlalıklarının kesilmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Ek yerinin izole bant ile yalıtılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TEK İŞLEMLERİ	Temrin No
		20

AMAÇ: İletkenlerde Tek yapma işlemlerini gerçekleştirmek.



Görsel 2.18: İletken ile Tek işlemi



Görsel 2.19: Kablo ile Tek işlemi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
İletken kablo	1,5 mm² tek damarlı kablo	1 metre
İletken kablo	2 x 1,5 mm² tek telli kablo	1 metre
Pense veya kargaburnu	160 mm	1 adet
Yan keski	160 mm	1 adet
Falçata/kablo soyma pensi		1 adet
İzole bant		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- İletken ve kabloyu iki parça halinde yarım metre kesiniz.
2- İki iletkenden birinin ucunu yaklaşık 5 cm soyunuz.
3- Diğer iletkenin ortasından 2 cm yalıtkan kısmı, falçata ile keserek çıkartınız.
4- Ucu açılan iletkeni, diğer iletkenin soyulan kısmının sol başına dayayınız.
5- İki iletkeni birbirine dik olacak şekilde tutunuz.
6- Ucu açılan iletkeni diğerinin üzerine, ek sarımları aynı yönde ve birbirine paralel olacak şekilde, aralarında boşluk bırakmayarak sarınız.
7- Ekin uç kısmında fazlalık kaldıysa fazlalığı kesiniz ve ekleme işlemini tamamlayınız.
8- Ekleri öğretmeninize gösteriniz ve ardından izole bant ile yalıtınız.
9- Kullanmış olduğunuz malzemeleri toparlayarak yerlerine kaldırınız.

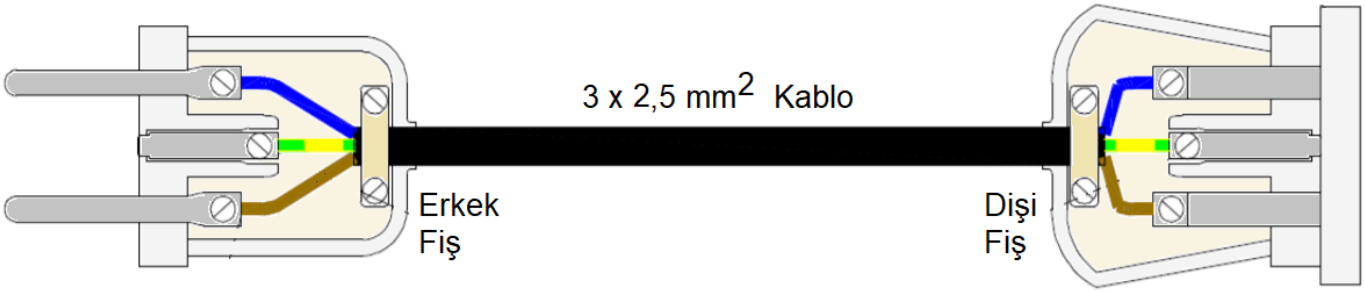
SORULAR

1- Tek nedir?
2- Tek nerelerde kullanılır?

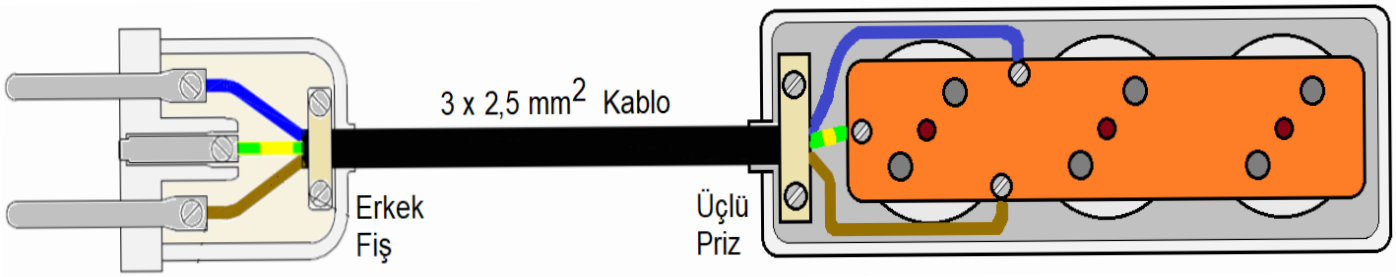
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	İletkenlerin belirli uzunlukta kesilmesi	20	
Sınıfı:	2	İletkenlerin uçlarının soyulması	20	
No:	3	Soyulan iletkenlerin belirli açılarda bükülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Uç fazlalıklarının kesilmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Ek yerinin izole bant ile yalıtılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	UZATMA KABLOSU YAPIMI	Temrin No
		21

AMAÇ: Tekli ve üçlü priz kullanarak uzatma kablosu uygulamaları yapmak.



Görsel 2.20: Priz ve fiş bağlantısı



Görsel 2.21: Üçlü priz ve fiş bağlantısı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Erkek fiş	Tutmalı veya düz özellikli, topraklı	2 adet
Dişi priz	Tutmalı veya düz özellikli, tekli, topraklı	1 adet
Üçlü priz	Topraklı, anahtar özelliği olabilir	1 adet
3 x 1,5 mm² NYM kablo	1,5 mm² kesitli, çok telli kablo	5m
El aletleri	Yan keski, kablo soyma pensi, tornavida	
Multimetre		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Grup priz ve fişin kapaklarını sökünüz.
2- İletkenlerin uç kısmındaki izolelerini 5 cm kadar soyunuz.
3- Kablo uçlarını, kablo soyma pensi ile yaklaşık olarak 5 mm açınız.
4- Açılan kablo uçlarına, fiş bağlantı elemanlarının tipine göre uygun başlıklar (yüksük vb.) takınız.
5- Fiş kapağını iletkene geçiriniz ve jack bağlantılarını yapınız.
6- Kapağı fişe geçirerek vidasını sıkınız. Aynı şekilde grup prize bağlanacak kabloların içerisinde bulunan kablo tutucu kelepçelerin üst kısmının vidalarını açarak çıkartınız. Kablo damarlarını karşılıklı gelecek şekilde fişin ve prizin içerisine yerleştirerek vida bağlantılarını yapınız.
7- Çekmeye karşı kabloyu sıkan fiş ve priz içeresindeki kelepçeleri yeniden sıkınız.
8- Fiş ve prizin üst kapağını yerine oturtunuz ve vidaları sıkınız.
9- Öğretmen kontrolünde uzatma kablolarını sırayla prizlere takarak enerji veriniz. İlk olarak kontrol kalemi ile enerji olup olmadığını kontrol ediniz. Daha sonra multimetrenin AC Volt kademesi ile gerilimi ölçerek kontrolü tamamlayınız.
10- Enerjiyi keserek malzemeleri teslim ediniz.

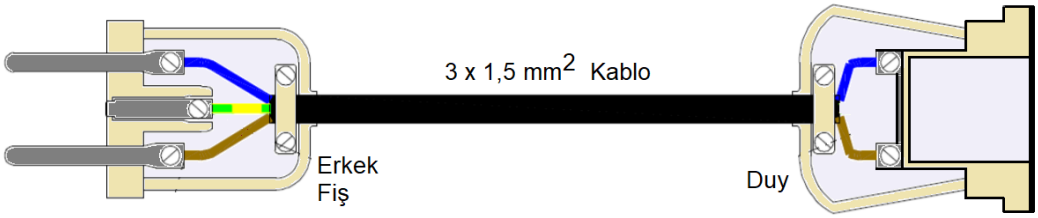
SORULAR

1- Uzatma kablosu nerelerde kullanılır?
2- Kablo bağlantısında faz, nötr ve toprak için hangi renkler kullanılmalıdır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	20	
Sınıfı:	2	Fiş ve priz kapaklarının açılması	20	
No:	3	Fiş ile kablo bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Priz ile kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Uzatma kablosunun multimetre ile kontrolü	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TAŞINABİLİR SEYYAR LAMBA YAPIMI	Temrin No
		22

AMAÇ: Taşınabilir seyyar lamba bağlantısı yapmak.



Görsel 2.22: Seyyar lamba

KULLANILŞAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Erkek fiş	Tutmalı veya düz özellikli, topraklı	1 adet
Duy	Tutmalı	1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı veya LED ampul	1 adet
NYM kablo	1,5 mm² kesitli, çok telli kablo	2m
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Fiş ve duy kapaklarını açınız.
2- Kapakları, bağlantı yapılacak kablonun her iki tarafına geçiriniz.
3- Diğer iletkenin ortasından 2 cm yalıtkan kısmı, falçata ile keserek çıkartınız.
4- Fiş bağlantısını yapınız ve fişin kapağını kapatarak vidalayınız.
5- Duy bağlantısını da aynı şekilde yaparak kapağını kapatınız.
6- Duya lambayı takınız.
7- Öğretmen kontrolünde fişi prize takıp lambaya enerji vererek yandığını gözlemleyiniz.

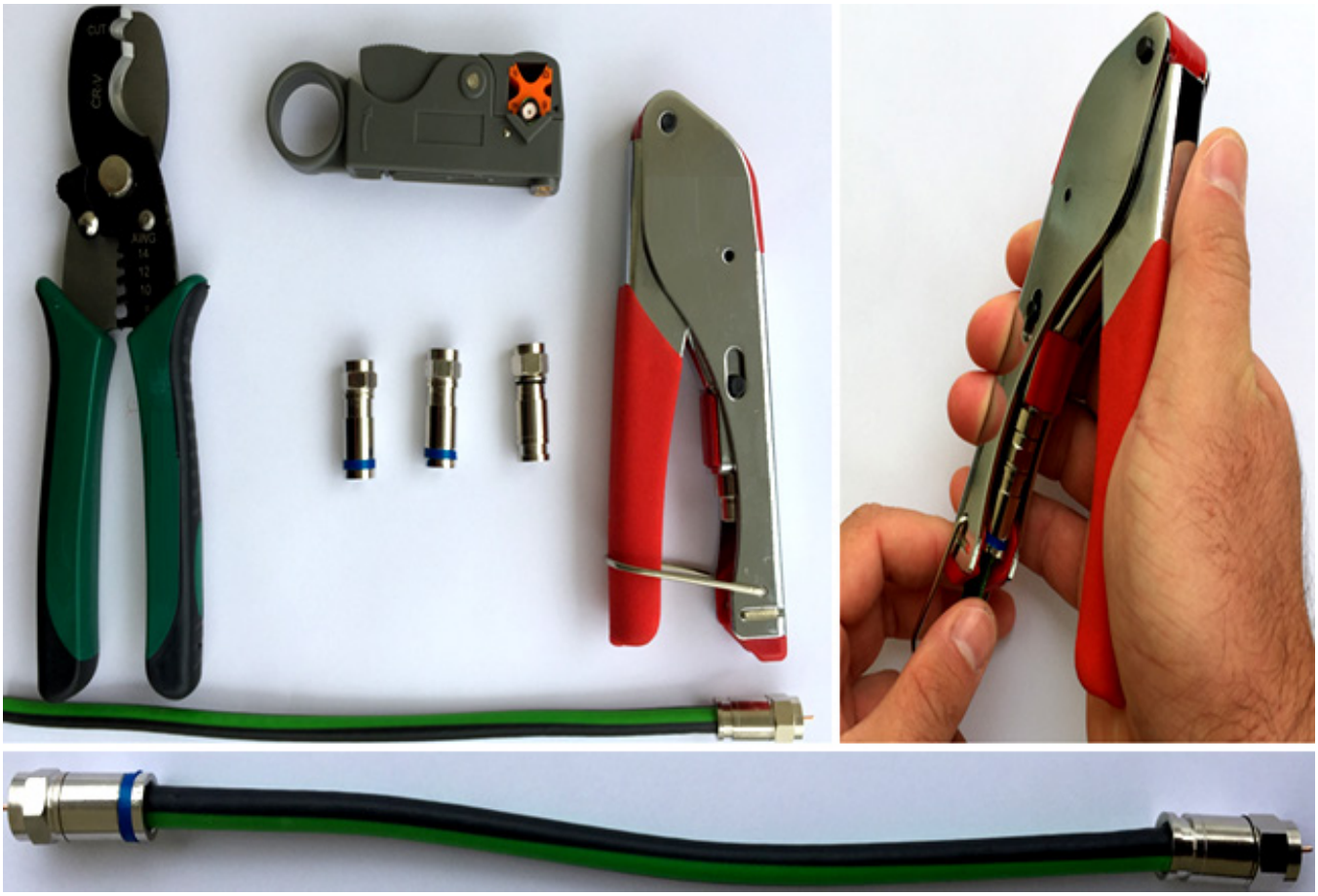
SORULAR

1- Lamba yanmazsa arıza sebepleri nelerdir?
2- Kablo olarak kullanılması gereken iletken kesiti ne olmalıdır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Kabloların soyulması ve uçlarının açılması	20	
Sınıfı:	2	Fiş ve priz kapaklarının açılması	20	
No:	3	Fiş ile kablo bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Duy ile kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Duya lamba takılması ve lamba yanma testinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TAŞINABİLİR SEYYAR LAMBA YAPIMI	Temrin No
		23

AMAÇ: Anten kablosuna F konnektör bağlantısı yapmak.



Görsel 2.23: F konnektör bağlantısı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Koaksiyel kablo	Anten kablosu	2m
Yan keski		
Koaksiyel kablo soyma aparatı		1 adet
F konnektör		2 adet
F konnektör pensesi		1 adet
El aletleri	Yan keski, pense, tornavida, vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Anten kablosunun uçlarını kablo soyucu ile yeterli uzunlukta soyunuz.
2- Kablonun her iki ucundaki yalıtkan kısmı 1,5 cm uzunlukta dikkatlice soyunuz.
3- Konnektörleri açınız ve konnektörün kapaklarını kablo içeresine geçiriniz.
4- F konnektörü beyaz kısmı konnektör yuvarlağına dayanacak şekilde yerleştiriniz.
5- F konnektörü pensesi ile sıkınız.
6- F konnektörün sağlamlığını kontrol ediniz.
7- Malzemeleri teslim ediniz.

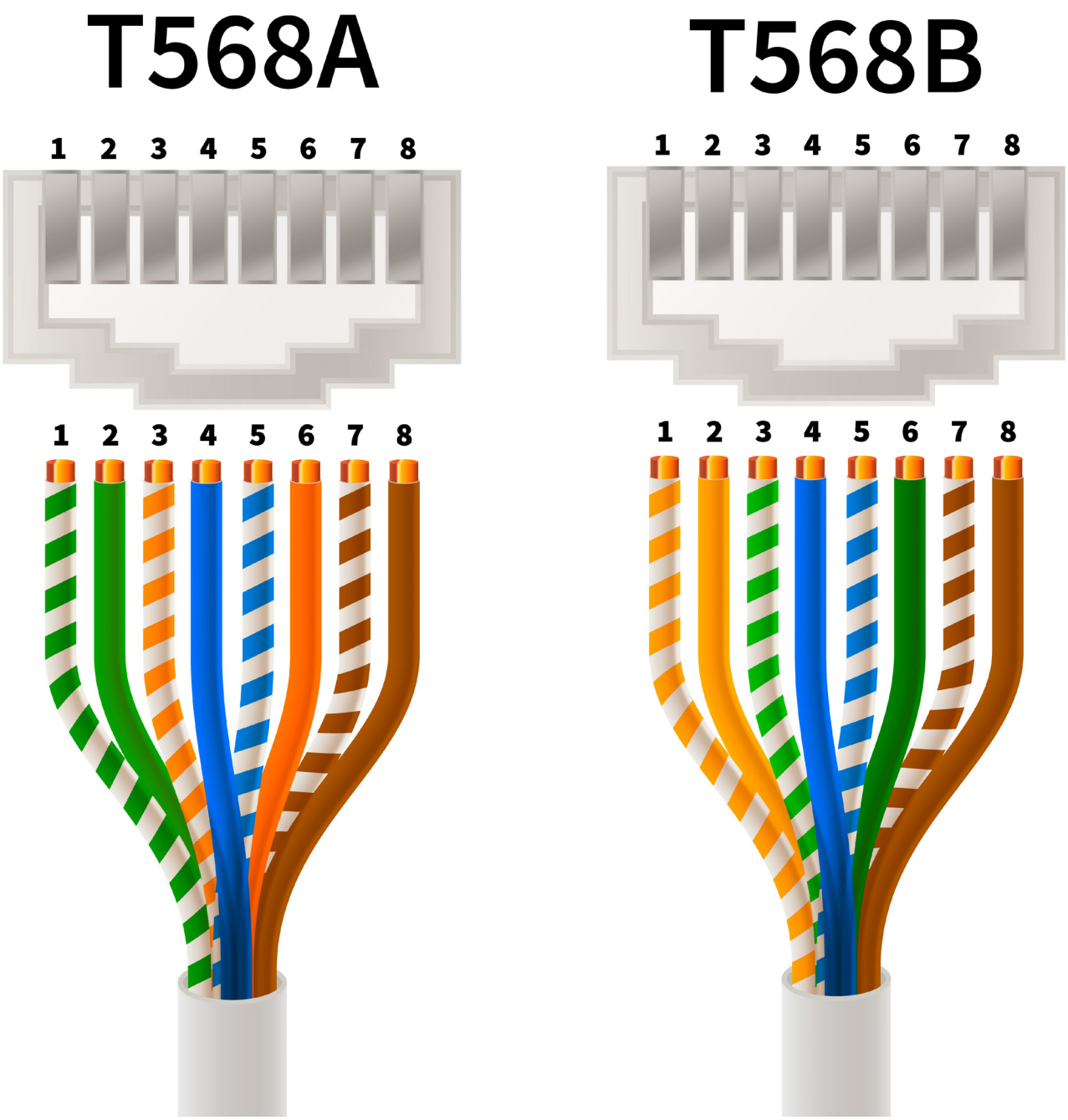
SORU

1- F konnektörün görevi nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Anten kablosunun kesilmesi ve soyulması	20	
Sınıfı:	2	Koaksiyel kablonun canlı ucunun ölçülü kesilmesi	20	
No:	3	Konnektörlerin kablolara yerleştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Konnektörlerin pense ile sıkılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kablonun sağlamlık kontrolünün yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	İNTERNET (AĞ) KABLOSU YAPIMI	Temrin No
		24

AMAÇ: CAT6 kablo ve RJ45 soketi kullanarak ağ kablosu oluşturmak.



Görsel 2.24: CAT6 kablo bağlantı sırası

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
RJ45 jack		2 adet
CAT6 kablo		2-3 m
Kablo sıkma pensi		1 adet
Kablo soyucu		1 adet
Kablo test cihazı	RJ45 girişli	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, falçata	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kablo soyucu ile kablonun her iki ucunu 1,5 cm kadar soyunuz.
2- Kabloları bir araya toplayarak ortadaki plastik ve iplik kısımları yan keski ile kesiniz.
3- Kabloları turuncu-beyaz, turuncu, yeşil-beyaz, mavi, mavi-beyaz, yeşil, kahverengi-beyaz ve kahverengi renk sıralamasına göre diziniz.
4- Kablo grubunun ucunu yan keski ile düzeltiniz.
5- Jackı, kablo sıkma pensinin içine yerleştirerek sıkınız.
6- Duya lambayı takınız.
7- Jackı çekerek kablonun sağlamlığını kontrol ediniz.
8- Kablo test cihazı ile kablonun sinyal ve bağlantı kontrollerini yapınız.
9- Malzemeleri teslim ediniz.

SORULAR

1- RJ-45 jack nerelerde kullanılır?
2- Uç sıralamasını renk koduna göre soldan sağa yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	CAT6 kablo uçlarının soyulması	20	
Sınıfı:	2	İletkenlerin renk sıralamasına göre dizilmesi	20	
No:	3	Uygun renk sırasındaki iletkenlerin jack içine yerleştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Kablo pensi ile jackların sıkılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kablo test cihazı ile kablonun kontrol edilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	RJ-11 TELEFON KABLOSU YAPIMI	Temrin No
		25

AMAÇ: Telefon kablosu (RJ-11) yapmak.

Görsel 2.25: Telefon kablosu yapımı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
RJ-11 jack		3 adet
Telefon kablosu	İkili özellikte	2-5 m
Telefon prizi	Üçlü uçlu	1 adet
Jack sıkma pensi		1 adet
Kablo soyucu		1 adet
Kablo test cihazı	RJ11 girişli	
Multimetre		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kablonun bir ucunu 1 cm kadar soyunuz.
2- RJ-11 jack çentiğini alta alarak kabloyu jaka yerleştiriniz ve sıkma pensi ile sıkınız.
3- İki ucu da RJ-11 jack olacak kablolarda aynı işlemi diğer uca da yapınız.
4- Kablonun diğer ucunu ise 2 cm kadar soyarak uçlarını yarıya kadar açınız.
5- Üçlü fişin kapağını açınız.
6- İletenleri vida yönünde dolayarak vidalayınız ve kapağı kapatınız.
7- Multimetre veya kablo test cihazı ile kablonun test işlemini yaparak malzemeleri teslim ediniz.

SORULAR

1- RJ-11 ve RJ-45 jack arasındaki farklar nelerdir?
2- CAT kablo ile telefon kablosu birbirinin yerine kullanılabilir mi?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Telefon kablosunun soyulması	20	
Sınıfı:	2	RJ-11 jack içine iletkenlerin yerleştirilmesi	20	
No:	3	Kablo sıkma pensi ile jackın sıkılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Telefon prizine telefon kablosunun bağlanması	20	
Adı Soyadı:	5	Kablo test cihazı ile kablo testinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

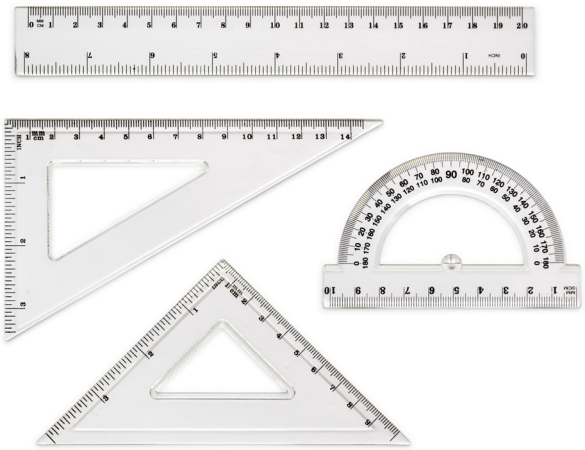
BİLGİ YAPRAĞI

2.2.1. TEKNİK RESİM VE TEKNİK RESMİN ÖNEMİ

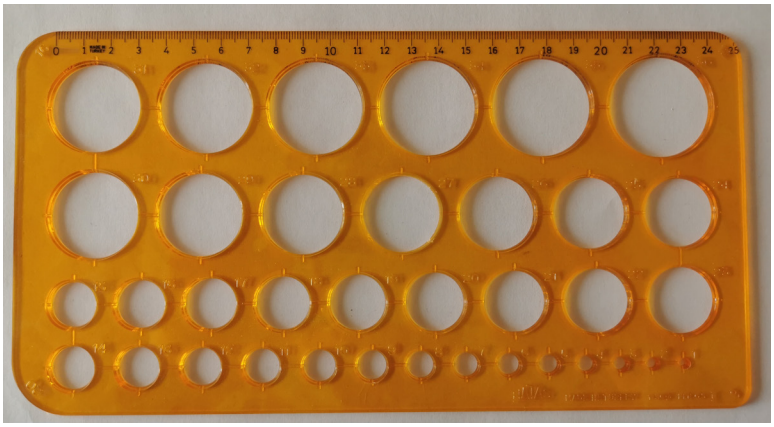
Bir makinenin ya da makineye ait parçanın, teknik elemanlar tarafından, belirli kurallar çerçevesinde yapılan çizimine **teknik resim** denir. Bir teknik resim, parça imalatı için gerekli olan bütün bilgileri eksiksiz olarak içerir. Her türlü üretim işinde şekil, büyüklük ve açıklama bakımından resimlerin çizilmesi gerekir.

2.2.2. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER

Teknik resimde; çizim önlüğü, çizim masası, kurşun kalem, silgi, pergel, çizim tahtası, düz cetvel, çeşitli özellikteki gönyeler, daire şablonları, yazı şablonları, pistoleler, iletkiler, yay şablonları kullanılır.



Görsel 2.26: Teknik resimde kullanılan cetvel ve gönyeler

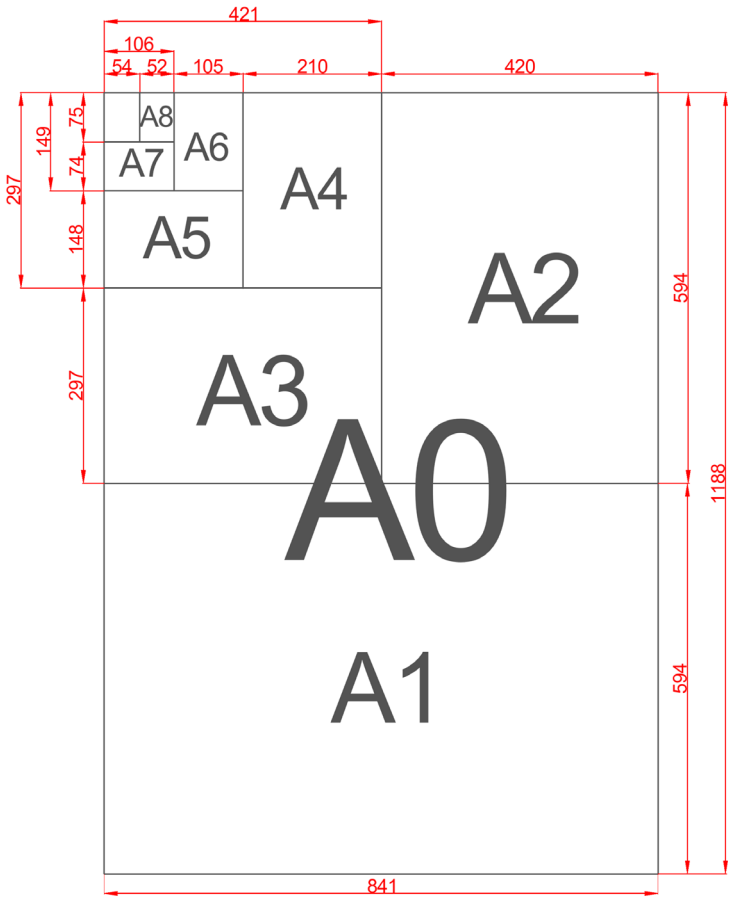


Görsel 2.27: Daire şablonu

Görsel 2.28: Kurşun kalem ve silgi

2.2.3. TEKNİK RESİM KÂĞITLARI VE ANTET ÇİZİMLERİ

Çoğunlukla yazma işlemlerinde kullanılan, üzerine baskı ya da çizim yapılabilen veya ambalaj amacıyla kullanılan ince malzemeye **kâğıt** denir. Teknik resimde; düz beyaz resim (fotokopi) kâğıtları, eskizler, aydınger kâğıtları, ozalit kâğıtları, milimetrik kâğıtlar kullanılır.
Çizim kâğıtlarının alt köşesine çerçeve içine yerleştirilen, konu ve resimler ile ilgili bilgilerin bulunduğu çizelgeye **antet** denir. Bu çizelgelerin büyüklüğü ve şekli her üreticiye göre değişmektedir. Antet, A4 kâğıdında dikey olarak, A3 ve üzeri kâğıtlarda ise yatay olarak tasarlanır.



Görsel 2.29: Standart A kâğıdı ölçüleri

Not: En çok tercih edilen kâğıt çeşidi A4 kâğıdıdır.

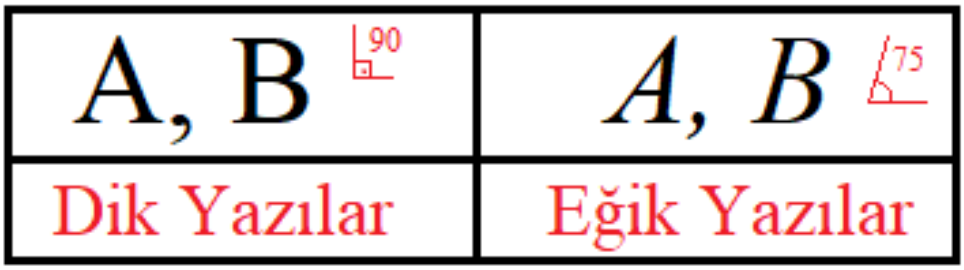
2.2.4. TEKNİK RESİMDE YAZILARIN ÖZELLİKLERİ

- Yazılar kolay okunmalıdır.
- Yazılar süslü olmamalı ve sade gösterilmelidir.
- Yazılar yanlış anlaşılmamalıdır.
- Kullanılan yazılar aynı karakter ve boyutta olmalıdır.
- Harf ve rakamlardaki çizgi kalınlıkları aynı olmalıdır.
- Farklı kalınlıkları olan yazılar arasındaki boşluk, yazı kalınlığının 2 katı olmalıdır.
- İki harf veya rakam arasındaki boşluk, gerektiğinde azaltılabilir.
- Yazı yüksekliği şeklin boyutuna göre belirlenir ve yazı kalınlığı, yazı yüksekliğine göre ayarlanır. A0, A1 ve A2 kâğıdındaki şekiller için yazı yüksekliği 4-5 mm iken; A3 ve A4 kâğıdındaki şekiller için yazı yüksekliği 2,5-3 mm alınabilir.
- Yazı yüksekliği şeklin boyutuna göre belirlenir ve yazı kalınlığı, yazı yüksekliğine göre ayarlanır. A0, A1 ve A2 kâğıdındaki şekiller için yazı yüksekliği 4-5 mm iken; A3 ve A4 kâğıdındaki şekiller için yazı 2,5-3 mm alınabilir.

Yazı tipine göre yazı çeşitleri şunlardır;

Dik (Standart) Yazılar: Bir harf çizgisinin, zeminle 90° açı yapacak şekilde yazıldığı düzgün yazılardır. Dik yazılar, inşaat ve mimari teknik resimde kullanılır.

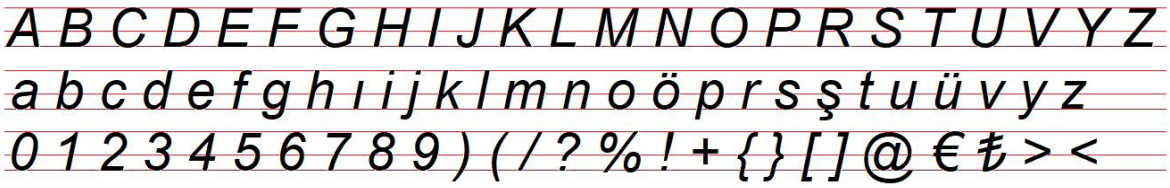
Eğik (Norm) Yazılar: Bir harf çizgisinin zeminle 75° açı yapacak şekilde yazıldığı yazılardır. Teknik resimde tercih edilen yazı türüdür.



Görsel 2.30: Dik ve eğik yazı

Norm yazı yazarken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- Kullanılan yazılar aynı karakterde ve boyutta olmalıdır.
- Harflerdeki ve rakamlardaki çizgi kalınlıkları aynı olmalıdır.
- Eğik yazılar zeminle 75° açılı olmalıdır.
- Yazılar, yazılacak alana düzgün şekilde yerleştirilmelidir.
- Kullanılacak kurşun kalem özelliği B veya 2B özellikli olmalıdır.



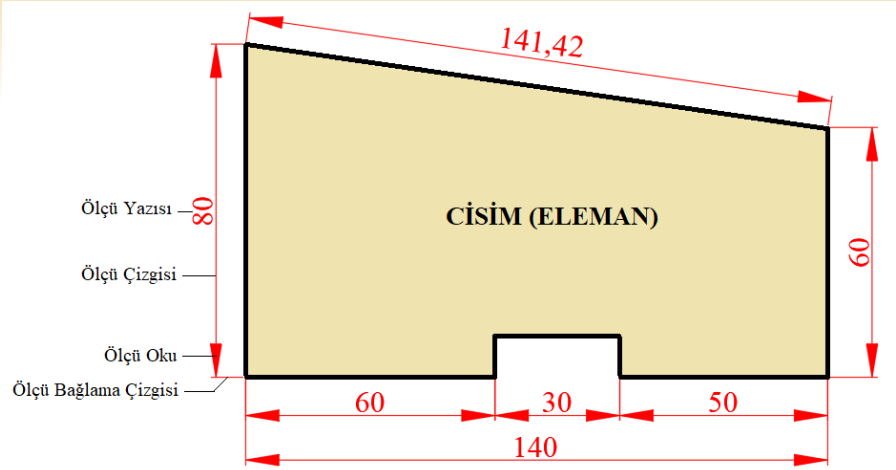
Görsel 2.31: Harflerin ve rakamların norm yazı olarak gösterilmesi

2.2.5. TEKNİK RESİMDE ÖLÇÜLENDİRME VE ÖLÇEKLER

Parçaların işlenmesi için gerekli ölçülerin, belirli kurallar çerçevesinde, parça veya görünüş üzerine yazılması işlemine **ölçülendirme** denir. Ölçülendirme, uygun ölçü elemanları ile yapılır. Bu elemanlar, ölçü yazıları ve çizgileri, ölçü oku ve bağlama çizgileridir.

Ölçülendirme yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır;

- Ölçü yazıları, 1-2 mm şeklinde ölçü çizgisinin üzerinde yazılmalıdır.
- Ölçü çizgileri ile ölçü bağlama çizgileri sürekli ince çizgi şeklinde çizilmelidir.
- Şekildeki bütün oklar, yazılar ve rakamlar aynı boyutta olmalıdır.
- Ölçü çizgileri, görünüş çizgisinden 10-12 mm olarak dışarıdan verilmelidir.
- Ölçü bağlama çizgisi, ölçü okunun 1,5-2 mm dışında olmalıdır.
- Ölçü bağlama çizgileri, ölçülendirilecek parçaya dik veya gerektiğinde eğik, birbirine paralel olarak çizilmelidir.
- Merkezi belli olmayan yay ölçüleri yazılırken yarıçap ölçüsünün önüne R harfi yazılır.
- Ölçü için yer yoksa şeklin dışından verilmelidir.
- Ölçülendirmede genel olarak mm kullanılmalıdır. Ancak başka birim kullanılacaksa rakamdan sonra parantez içine kullanılan birim yazılmalıdır.



Görsel 2.32: Ölçülendirme elemanları

2.2.6. ZAYIF AKIM TESİSATI SEMBOLLERİ

NO	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR	NO	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR
1		Zil Butonu (Küçük Tipli)	9		Buton (Kapı Otomatiği için, Büyük Tipli)
2	4	Zil Buton Grubu (2'li)	10	8	Zil Buton Grubu (4'lü)
3	Z1 Z1	Elektronik Zil	11	TR1 220 V / 12 V	Transformatör 220 V Giriş (Primer) 12 V Çıkış (Sekonder)
4	16 A	W Otomat Sigorta 16 A	12	N L	Faz hattı (L) Nötr hattı (N) Ortak hat
5	K.O. K.O.	Kapı Otomatiği	13	0,5 mm^2	Zayıf Akım Besleme İletkeni 0,5 mm^2 Kesitli 2'li İletken Grubu
6		Kuvvetli Akım Hattı	14		Zayıf Akım Hattı
7	DİYAFON PANELİ 1 2 3 4 10 8 7 6 5 4 3 2 1	Diyafon Paneli 1 2 3 4	15	D1 D2 D3 D4 D5 H K 6 1 Fotosel	Zil Paneli
8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 DİYAFON SANTRALİ 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 L N	Diyafon Santrali SANTRAL	16		Blendajlı (Koaksiyel) Kablo

Görsel 2.33: Zayıf akım tesisatı sembolleri

2.2.7. ZAYIF AKIM TESİSATI DEVRELERİNİN ÇİZİM TEKNİKLERİ

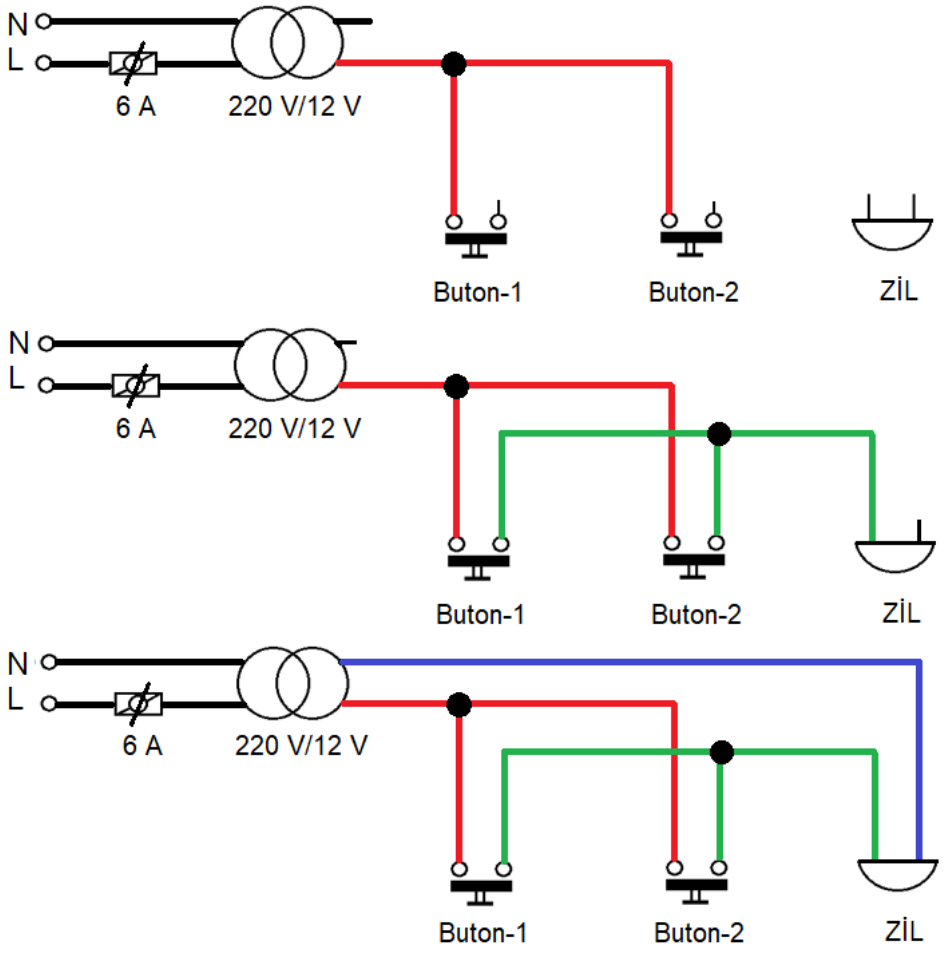
Tesisat devreleri açık ve kapalı şema olmak üzere iki ayrı şema halinde çizilir.

Bu şemaların özellikleri şöyledir;

a) Açık Şema: Her iletkenin ayrı ayrı çizildiği, hangi bağlantının nereye yapıldığının ayrıntılı olarak gösterildiği şemadır.

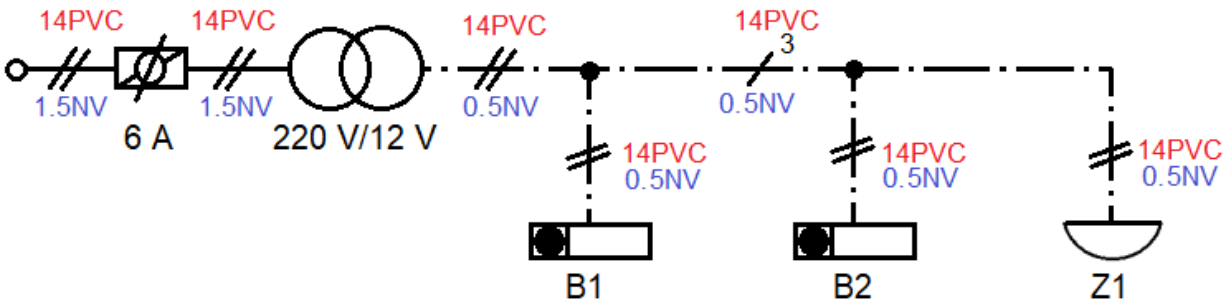
Açık şema çizimlerinde işlem basamakları şöyledir;

- Önce enerji girişi, sigorta ve trafo çizilir.
- Sonra buton ve alıcılar yerlerine yerleştirilir.
- Faz hattı çizilir.
- Butonların boşta kalan uçları ile çalıştıracakları alıcıların bir ucu birleştirilir.
- Son olarak alıcıların boşta kalan uçları birleştirilerek nötr hattı oluşturulur ve trafo nötr çıkışına bağlanır.



Görsel 2.34: İki buton bir zil tesisatının açık şemasının çizimi

b) Kapalı (Tek Hat) Şema: Tesisatın, tek hat üzerinde gösterildiği şemadır. Şemadaki kesik çizgili tek hat çizgileri, tesisatta kullanılan iletkenin alıcılara giderken izleyeceği yolu gösterir.



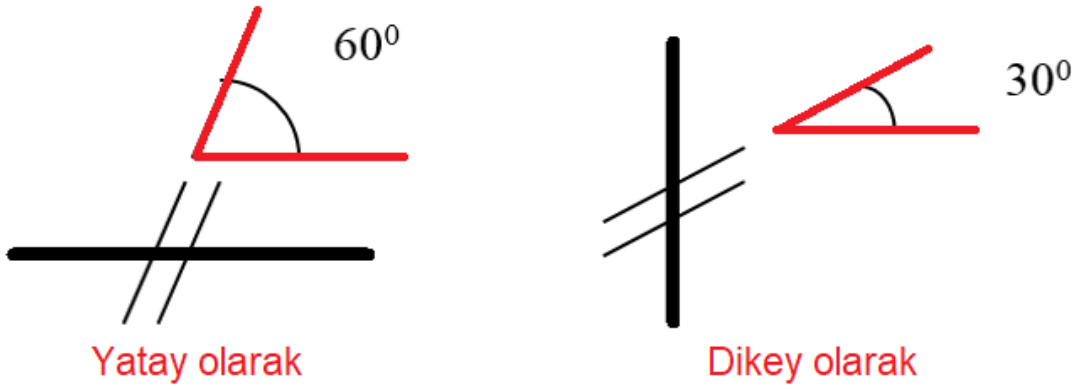
Görsel 2.35: İki buton bir zil tesisatının kapalı şemasının çizimi

Paralel çizgiler, boru içinden geçen iletken adedini gösterir. İletken adedi dört veya daha fazla olduğunda tek çizgi çizilip, üzerine iletken sayısını belirtecek rakam yazılır. Çizgilerin üzerinde yazılan değerler boru çapını, altında yazılan değerler ise iletken kesitini gösterir. Paralel çizgiler; yatayda 60º, dikeyde 30º açılı çizilir.

Açık şema ile kapalı şema çiziminde dikkat edilmesi gerekenler şunlardır;

- Açık şema ile kapalı şema çizimleri yan yana veya altlı üstlü olacak şekilde çizilmelidir. Çizim yapılırken açık şema önceliklidir.
- Açık şemada yerleştirilen semboller düzgün ve birbirlerine hizalı olmalıdır.
- Açık şema ile kapalı şemada yerleştirilen semboller birbirlerine hizalı ve birbirini ortalayacak şekilde olmalıdır. Kapalı şemadaki sembol ve yerleşim düzeni açık şemaya göre düzenlenmelidir.
- Açık ve kapalı şemada çizilen sembol genişlikleri birbirleri ile orantılı olmalıdır.
- Şemadaki yazılar norm yazı şeklinde gösterilmelidir.
- Şemadaki sorti uzunlukları ne kısa ne de uzun şekilde çizilmelidir.
- Kapalı şema üzerinde paralel çizgiler yatay ve dikeyde Görsel 2.10'daki gibi yapılmalıdır.
- Ek yerlerinin genişliği, buton daire genişliğinin en fazla 1,5 katına kadar çizilebilir. Ancak hat kalınlığına uygun şekilde ek yeri genişliği çizilmesi gerekir.
- Kapalı şemada noktalı çizgilerin genişlikleri; uzun çizgi 5-7 mm, aralıklar 1-2 mm, nokta 1 mm olacak şekilde olmalıdır. Bu çizgiler üzerinde ek yerlerinin nokta veya boşluklara denk gelmeyecek şekilde planlanması gerekir.
- Sembollerin kalınlıklarının, hat kalınlıklarından daha ince yapılması gerekir. Örneğin; 0,5 mm uç ile semboller çizilmesi durumunda 0,7-0,9 mm uç ile hatlar gösterilmelidir.
- Sembollerin altına yazılacak yazılar, sembolün 2 mm altından başlayacak ve sembolü ortalayacak şekilde olmalıdır.
- Kapalı şemada çizilen sembol ve hat, açık şemada çizilen sembolün ve hattın tam ortasına denk gelecek şekilde hizalanmalıdır.
- Semboller yerleştirilirken ne çok alana yayılmalı ne de alanda sıkıştırılmalıdır. Onun için çizmeden önce alandaki sembollerin yerleşimlerinin planlanması ve ardından hatların çizilmesi gerekir.

Not: Şemalarda gösterilen noktalar, eklerin alındığı buatları temsil eder, o sebeple buatları belirtmeyi unutmayınız.



Görsel 2.36: Kapalı şema üzerinde paralel çizgilerin gösterilmesi

Semboller	Açıklamalar
60°	Yatay hat (2'li) ve hat açısı (60^0) olmalı
30°	Dikey hat (2'li) ve hat açısı (30^0) olmalı
5	Yatay hat sayısı (5'li iletken kablo)
5	Dikey hat sayısı (5'li iletken kablo)
0.5 NV 14 PVC	**0.5 NV**: İletken kesiti (0,5 mm^2) – NV iletkenin özelliği **14 PVC**: Borunun çapı (14 mm) – PVC borunun yapım cinsi
220 V/12 V	Transformatör (220 V AC giriş – 12 V AC çıkış)

Tablo 2.4: Çizimlerdeki Özellikler

TEMRİN ADI	NORM YAZI UYGULAMASI	Temrin No
		26

AMAÇ: Alfabenin büyük harflerini norm yazı ile yazmak.

Görsel 2.37: Alfabedeki büyük harflerin norm yazı ile yazılması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kurşun kalem	2B	1 adet
Silgi	Yumuşak kalite	1 adet
Temrin kâğıdı		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Alfabenin büyük harflerini verilen örneklere göre norm yazı ile yazınız.
2- Yazı yazarken kâğıdı yıpratmayınız.

SORULAR

1- Norm yazı nedir?
2- Norm yazı nerelerde kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Harflerin uygun aralıklarla yazılması	25	
Sınıfı:	2	Harflerin norm yazı kurallarına uygunluğu	25	
No:	3	Antet kâğıdının temiz tutulması	25	
ÖĞRETMEN	4	Harflerin aynı hizada yazılması	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	İSTİKLAL MARŞI'NIN NORM YAZI İLE YAZILMASI	Temrin No
		27

AMAÇ: İstiklal Marşı'nın ilk iki kıtasını norm yazı ile yazmak.

Görsel 2.38: Norm yazı anteti

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kurşun kalem	1 adet	1 adet
Silgi	Yumuşak kalite	1 adet
Temrin kâğıdı		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- İstiklal Marşı'nın ilk iki kıtasını norm yazı ile yazınız.
2- Yazı yazarken kâğıdı yıpratmayınız.

SORU

1- Norm yazı yazarken dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Harflerin uygun aralıklarla yazılması	25	
Sınıfı:	2	Harflerin norm yazı kurallarına uygunluğu	25	
No:	3	Antet kâğıdının temiz tutulması	25	
ÖĞRETMEN	4	Harflerin aynı hizada yazılması	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ZAYIF AKIM TESİSATI SEMBOLLERİNİN ÇİZİLMESİ	Temrin No
		28

AMAÇ: Zayıf akım tesisatı sembollerini çizmek ve isimlendirmeleri norm yazı ile yazmak.

No	Semboller(Açık-Kapalı)	Açıklamalar	No	Semboller(Açık-Kapalı)	Açıklamalar

Görsel 2.39: Zayıf akım tesisatı sembolleri çizimi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Cetvel	30 cm ve üzeri özellikte	1 adet
Gönye	30-60-90 ve 45-45-90 gönyeleri	2 adet
Kurşun kalem	2B	1 adet
Daire şablonu		1 adet
Silgi	Yumuşak kalite	1 adet
Temrin kâğıdı		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Zayıf akım tesisatı sembollerini ve açıklamalarını antet kâğıdına uygun şekillerde çiziniz.
2- Sembollerin yazılarını norm yazı şeklinde yan alanlara yazınız.
3- Çizim yaparken kâğıdı yıpratmayınız.

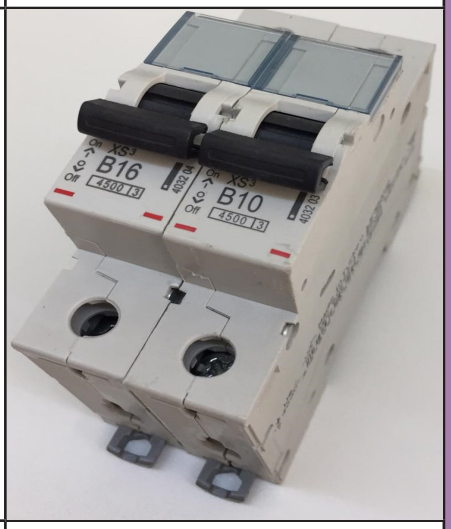
SORULAR

1- Zayıf akım tesisatı nerelerde kullanılır?
2- Zayıf akım tesisatı çizerken dikkat edilecek hususları norm yazı ile yazınız.

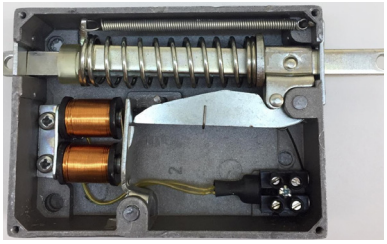
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Tablonun çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	20	
No:	3	Sembollerin doğru çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Yazıların norm yazı şeklinde yazılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kâğıt temizliği ve düzeni	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

2.3.1. ZAYIF AKIM TESİSATI DEVRELERİNDE KULLANILAN MALZEMELER

Zil Trafosu	Elektromanyetik indüksiyon yoluyla gerilimi düşüren veya yükselten elektrik makinelerine **transformatör (trafo)** denir. Giriş ve çıkış sargıları ile saç nüveden meydana gelirler. Giriş sargılarına **primer,** çıkış sargılarına **sekonder** denir. Değişik güçlerde imal edilir. Zil trafoları, düşürücü trafolardır. Yani primer sargılara uygulanan gerilim, sekonder sargılardan daha düşük değerde alınır. 220 V giriş gerilimini; 3-5- 8 V, 4-8-12 V veya 24 V'a düşürürler. Genellikle 5 W, 10 W, 15 W, 20 W ve 50 W güçlerinde üretilir.	
Sigorta	Elektrik hattını ve hatta bağlı cihazları, aşırı akıma karşı koruyan devre elemanlarına **sigorta** denir. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. 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, anahtarlı otomatik sigortalar; büyük akımlı güç devrelerinde, NH sigortalar kullanılır. Sigortalar standart akım değerlerinde üretilir. Sigorta seçiminde buna dikkat edilmelidir.	
Zil Butonu	Tesisat devrelerinde akım geçişini sağlayan ani temaslı anahtarlara **zil butonu** denir. Zil tesisatı devrelerinde, zillerin çalıştırılması amacıyla kullanılır. Tekli ve çoklu çeşitleri vardır. Günümüzde diyafon tesisatları ile birlikte kullanılmaktadır.	

Tablo 2.6: Zayıf Akım Tesisatlarında Kullanılan Malzemeler

Melodili Ziller	Elektronik devre yapısına sahip sesli bildirim cihazlarına **zil** denir. Zayıf akım tesisatının bildirim kısmını oluşturur. Eskiden mekanik ziller kullanılırken günümüzde elektronik yapılı ziller kullanılmaktadır. Bu tip zillerde; kanarya sesi, ding-dong sesi, bim-bam sesi, müzik sesleri, insan sesleri vb. sinyaller üreten modelleri bulunur.	
Kapı Otomatiği	Elektrik hattını ve hatta bağlı cihazları, aşırı akıma karşı koruyan devre elemanlarına **sigorta** denir. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. Buşonlu, cam, fişli, anahtarlı otomatik sigorta, NH (bıçaklı) sigorta, yüksek gerilim sigortaları gibi çeşitleri vardır. Küçük akımlı ve ektronik devrelerde, cam sigortalar; aydınlatma ve priz devrelerinde, anahtarlı otomatik sigortalar; büyük akımlı güç devrelerinde, N sigortalar kullanılır. Sigortalar standart akım değerlerinde üretilir. Sigorta seçiminde buna dikkat edilmelidir.	
Diyafon	Sesli veya görüntülü iletişim sağlayan bina haberleşme sistemlerine **diyafon** denir. Günümüzde binaların temel haberleşme sistemidir. Zil ve kapı otomatiğini de içine alarak tüm haberleşmeyi merkezîleştirmiştir. Merkezî santral, konuşma ünitesi ve şube diyafonlardan oluşur. Haberleşme, merkez santrale bağlı şube diyafonlar aracılığıyla gerçekleşir. Konuşma ünitesi üzerinde bulunan butona basıldığında konuşma, bırakıldığında ise dinleme konumuna geçilir. Çoğu diyafonlarda kamera da bulunur.	

Not: Zayıf akım tesisatlarında 6 A değerinde otomatik sigortalar kullanılır. Sigorta, devre akımını taş yabilecek değerde seçilmelidir. Eğer devreden geçen akım, sigorta akımından yüksekse sigorta, akımı taşıyamaz ve atarak devreyi korur.

2.3.3. ZAYIF AKIM TESİSATI DEVRELERİNDE KULLANILAN MONTAJ ELEMANLARI

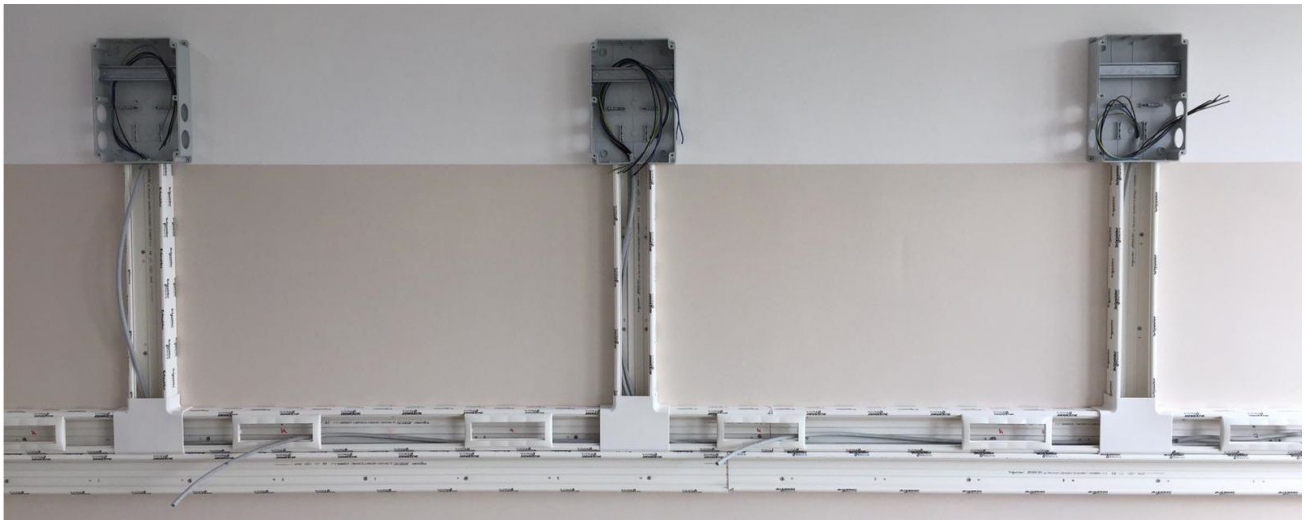
	Tesisat Boruları	İçinden kabloların geçtiği PVC borulardır. Sıva altına döşenir.
	Dirsek ve Muf	Boruların yön değiştirdiği yerlerde kullanılan açılı tesisat borulara **dirsek** denir. Boruların kısa geldiği yerlerde ek olarak kullanılan parçaya **muf** denir.
	Buatlar (Ek Kutular)	İletkenlerin ekinin ve dağıtımının yapıldığı kutularıdır. Sıva altı ve sıva üstü çeşitleri mevcuttur.
	Kasalar	Anahtar ve prizlerin montajı için kullanılan kutulardır. Sıva altı ve sıva üstü olarak üretilir.
	Kablo Kanalı	Kabloların güvenli bir şekilde taşınmasını, sabitlenmesini ve gizlenmesini sağlayan kablo kapatıcılardır.
	Kroşeler	Kabloların duvara veya tavana tutturulmasına yarayan gereçlerdir. Değişik büyüklüklerde üretilir.
	Kablo Bağı	Kabloların düzenli bir şekilde bir arada durmasını sağlayan plastik elemanlardır. Çeşitli boy ve kalınlıklardadır.

Tablo 2.7: Tesisat Montaj Elemanları

2.3.4. ZAYIF AKIM TESİSATI DEVRE BAĞLANTILARI

Zayıf akım tesisatları binalara, belirli bir sıralamaya ve elektrik iç tesisat yönetmeliği kurallarına göre çekilir. **Bu işlemler şöyle açıklanabilir;**

- **Boruların Yerleştirilmesi:** Binalar yapılmadan önce elektrik tesisat projeleri hazırlanır. Bu projelerde boruların kesitlerinden nereye yerleştirileceklerine, anahtar ve prizlerin nerelerde olacağına kadar bütün detaylar belirlenir. Tesisat işleminde ilk olarak duvar ve tavanlara boru açılır ve açılan kanallara borular titizlikle döşenir.
- **Buat ve Kasaların Yerleştirilmesi:** Projeye göre kasa ve buatlar, açılan yuvalarına çimento yardımıyla tutturulur. Sıva öncesinde gerçekleştirilmesi gereken bu işlem yapılırken tümünün eşit mesafede olmasına dikkat edilir. Anahtar ve prizlerin yerden mesafeleri yönetmelikle belirlendiği için bu mesafeye dikkat edilir.

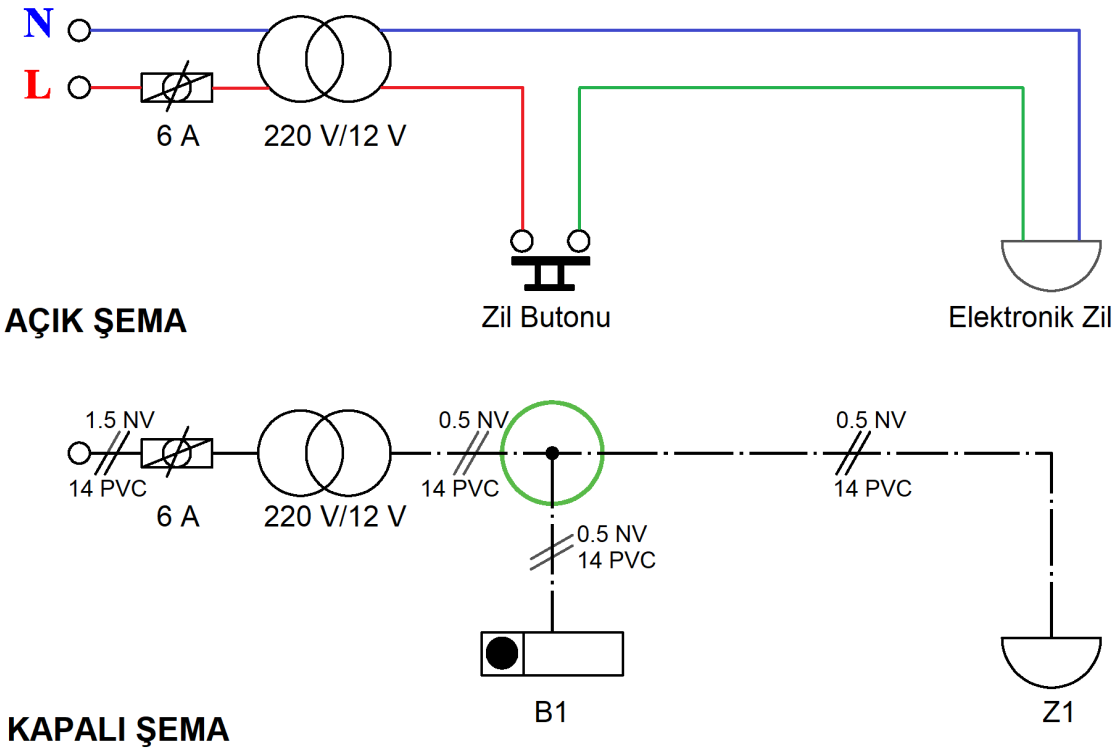


Görsel 2.40: Sıva üstü kablo kanalının çekilmesi ve kablo bağlantılarının yapılması

- **Kabloların Çekilmesi:** Sıva kuruduktan sonra kabloların çekilmesi aşamasına geçilir. Boruların içinden kabloların geçmesi için "kılavuz teller" ve "susta" kullanılır.
- **Eklerin Yapılması:** Buatlara kadar gelen iletkenlerin ekleri buralarda uygun yöntemlerle yapılır ve yalıtılır. Yalıtıma ve yanlış bağlantı yapılmamasına dikkat edilmelidir. Ekler tamamlandıktan sonra buat kapakları kapatılır.
- **Elemanların Montajı:** Son olarak tüm elemanların kendilerine ayrılan yerlerde montajı yapılır. Montaj sırasında elemanların bağlantı uçlarına dikkat edilmeli, montaj vidaları düzgün sıkılmalıdır.

TEMRİN ADI	BUTONLU ZİL TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		29

AMAÇ: Butonlu zil tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.41: Butonlu zil tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GERÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Zil trafosu	220/12 V	1 adet
Zil butonu		1 adet
Elektronik zil	Melodili	1 adet
Otomatik sigorta	6A otomatik sigorta	1 adet
Zil teli	0,50 mm^2 kesitli	5-10 m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Elemanları set/plançete üzerine yerleştirip kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Dış kapı ve kat butonlarına sırayla basarak zilleri çalıştırınız.
4- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.
5- Elemanları söküp teslim ediniz.

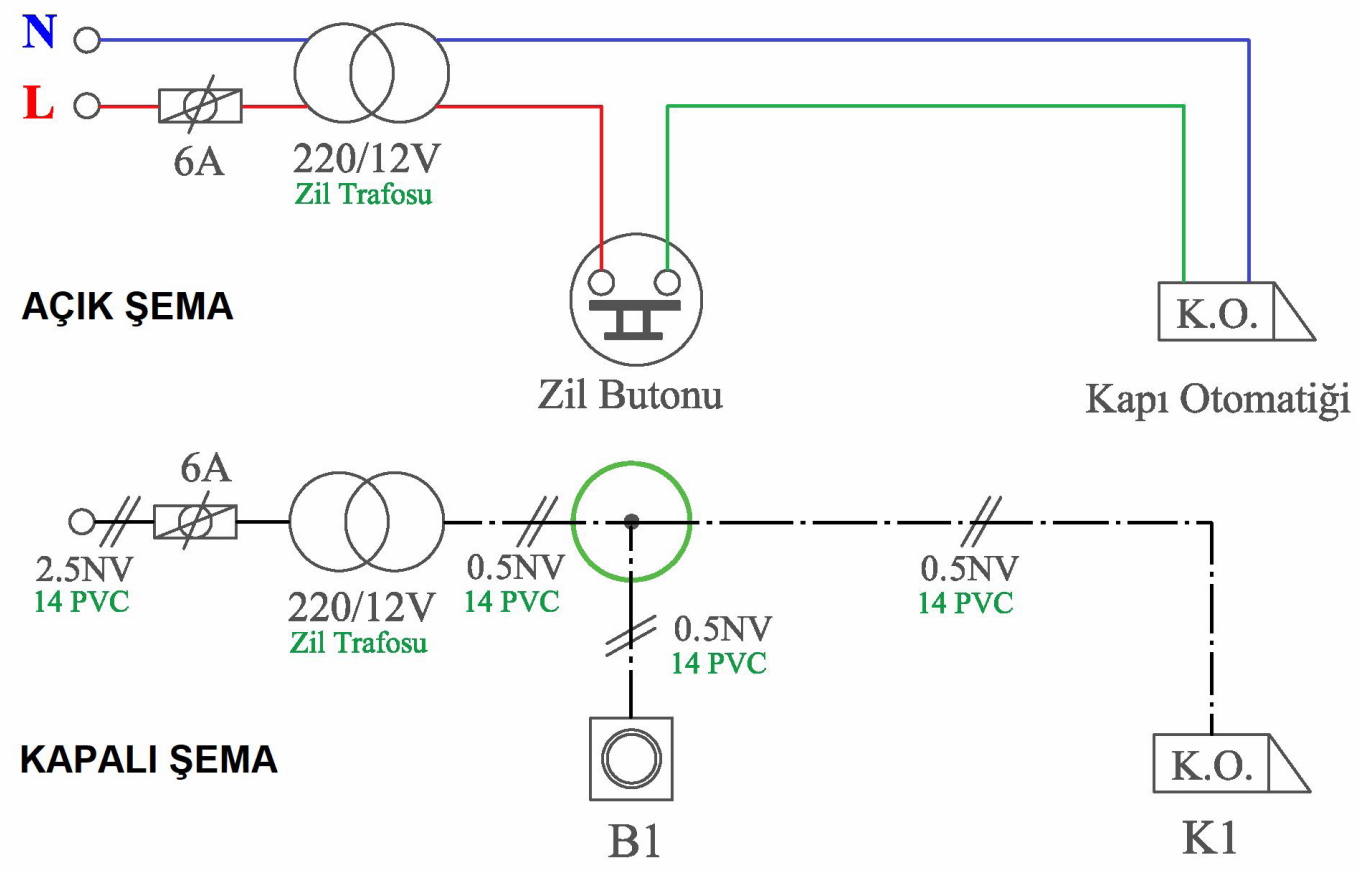
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Zil ile buton yer değişirse devre nasıl çalışır? Açıklayınız.
3- Zil butonu yerine anahtar bağlanırsa devre nasıl çalışır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Zile kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	BUTONLU KAPI OTOMATİĞİ DEVRESİ	Temrin No
		30

AMAÇ: Butonlu kapı otomatiği devresinkurup çalıştırmak.



Görsel 2.42: Butonlu kapı otomatiği devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Zil trafosu	220/12 V	1 adet
Zil butonu		1 adet
Kapı otomatiği	Zincirsiz veya zincirli	1 adet
Otomatik sigorta	6A otomatik sigorta	1 adet
Zil teli	0,50 mm^2 kesitli	5-10 m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Elemanları set/plançete üzerine yerleştirip kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Butona basarak kapı otomatiğini çalıştırınız.
4- Elinizi butondan çekip tekrar basarak çalışmayı gözlemleyiniz.
5- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.
6- Elemanları söküp teslim ediniz.

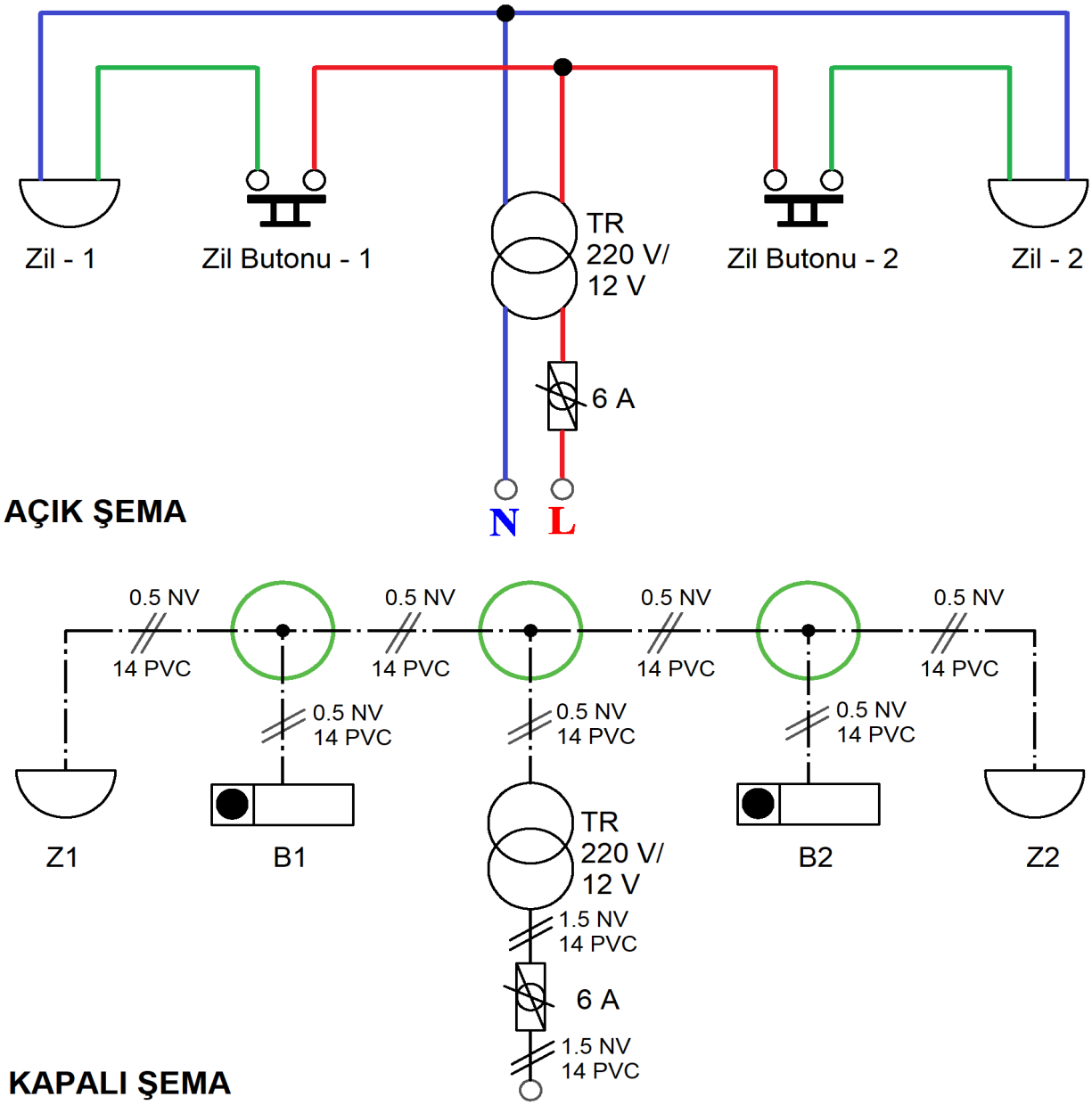
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Kapı otomatiği ile buton yer değişirse devre nasıl çalışır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Kapı otomatiğinin kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	BİR KATLI, İKİ DAİRELİ ZİL TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		31

AMAÇ: Bir katlı, iki daireli zil tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.43: Bir katlı, iki daireli zil tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Zil trafosu	220/12 V	1 adet
Zil butonu		2 adet
Elektronik zil	Melodili	2 adet
Otomatik sigorta	6 A otomatik sigorta	1 adet
Zil teli	0,50 mm² kesitli	10-15 m
Uzatma kablosu	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Elemanları set/plançete üzerine yerleştirip kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Dış kapı ve kat butonlarına sırayla basarak zilleri çalıştırınız.
4- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.
5- Elemanları söküp teslim ediniz.

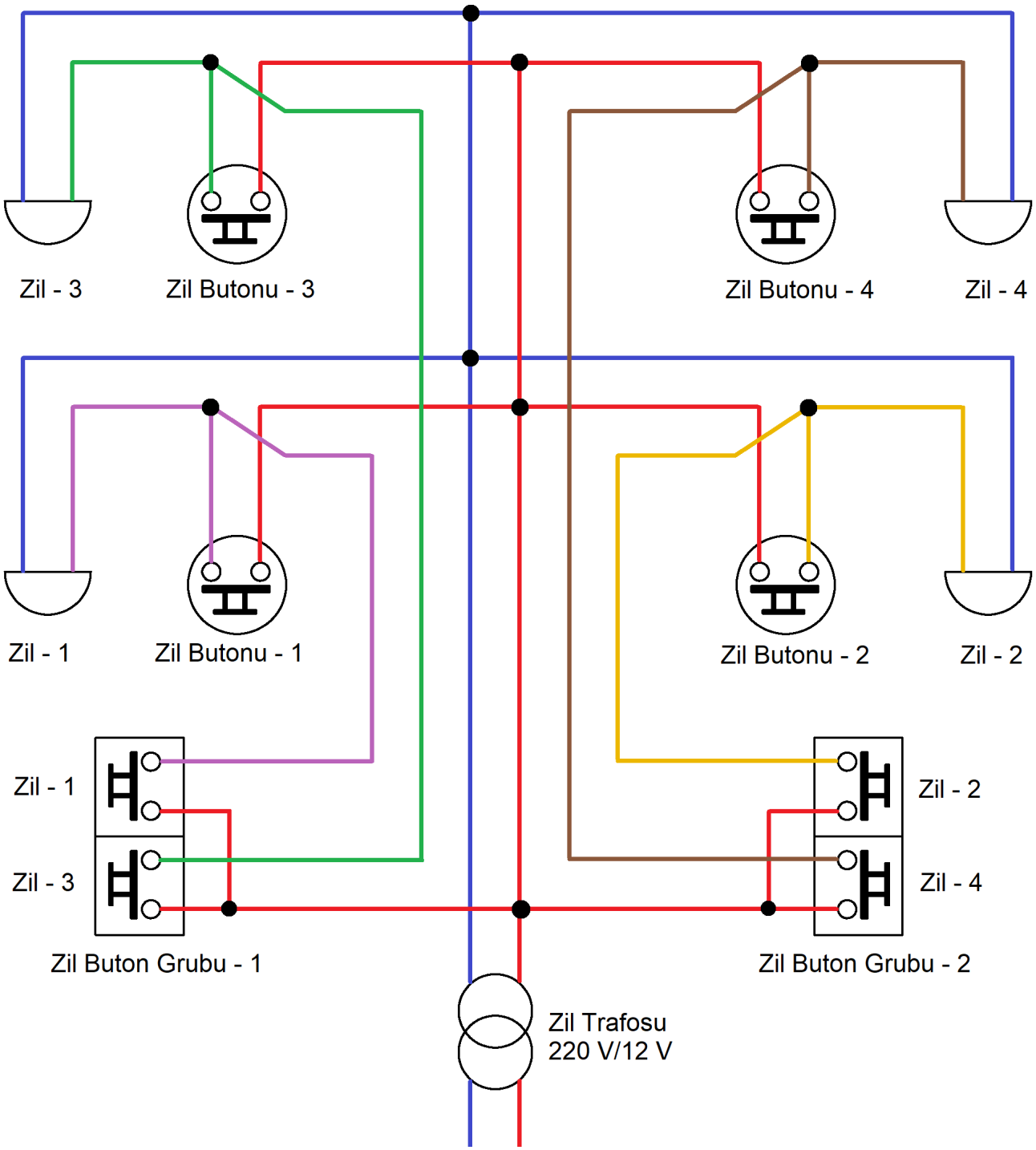
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- İki butona aynı anda basılırsa devre nasıl çalışır?

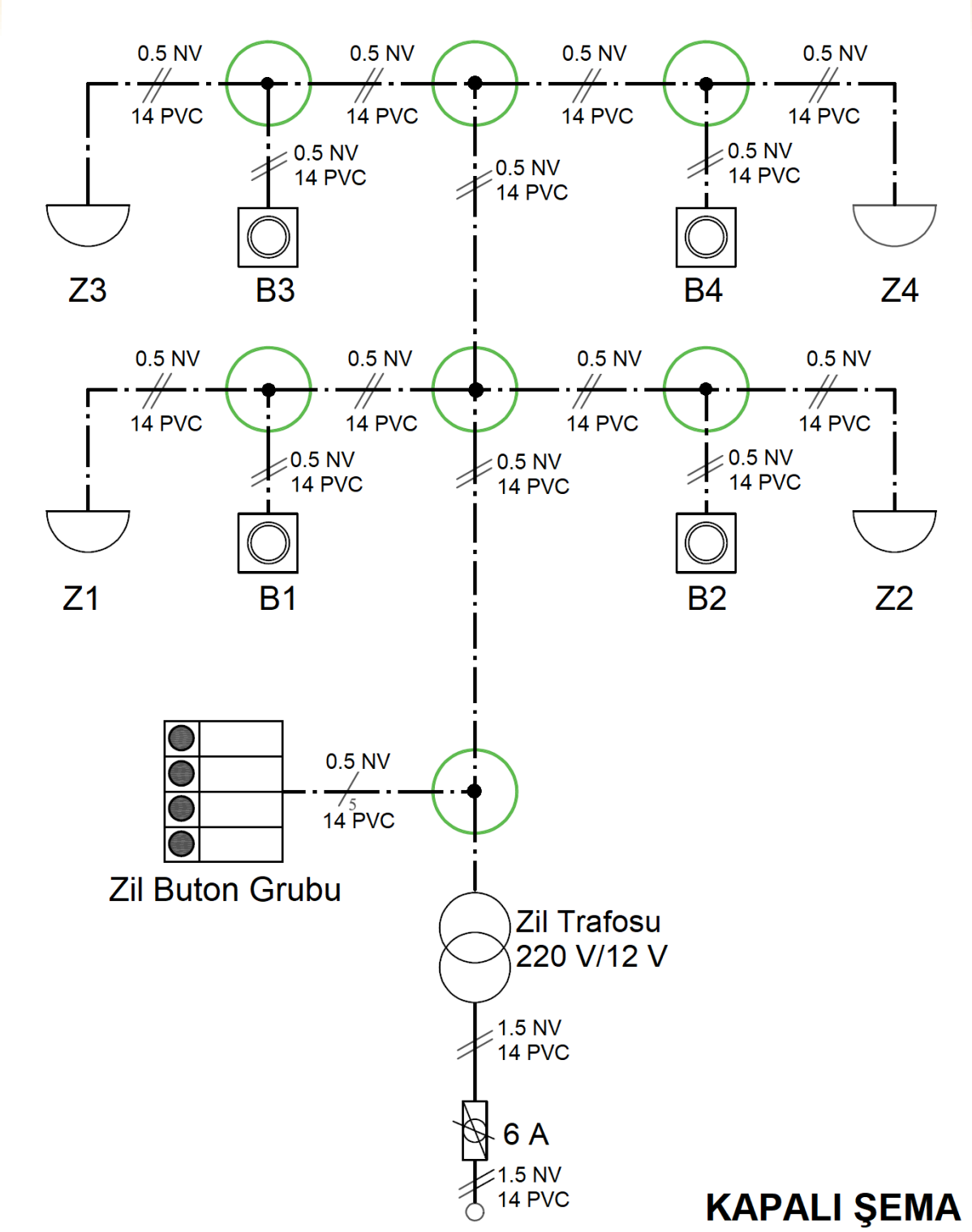
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Zillere kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	Kİ KATLI, DÖRT DAİRELİ ZİL TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		32

AMAÇ: İki katlı, dört daireli zil tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.44: İki katlı, dört daireli zil tesisatı devresinin açık şeması



Görsel 2.45: İki katlı, dört daireli zil tesisatı devresinin kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Zil trafosu	220/12 V	1 adet
Zil butonu		4 adet
Grup zil butonları	4'lü küçük tip zil butonları	1 adet
Elektronik zil	Melodili	4 adet
Otomatik sigorta	6 A otomatik sigorta	1 adet
Zil teli	0,50 mm² kesitli	10-30 m
Uzatma kablosu		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Set/plançete üzerine malzemeleri yerleştiriniz ve kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Sırasıyla kat butonlarına basarak zillerin çaldığını gözlemleyiniz.
4- Sırasıyla bütün kapı butonlarına basarak zillerin çaldığını gözlemleyiniz.
5- Enerjiyi keserek malzemeleri sökünüz ve teslim ediniz.

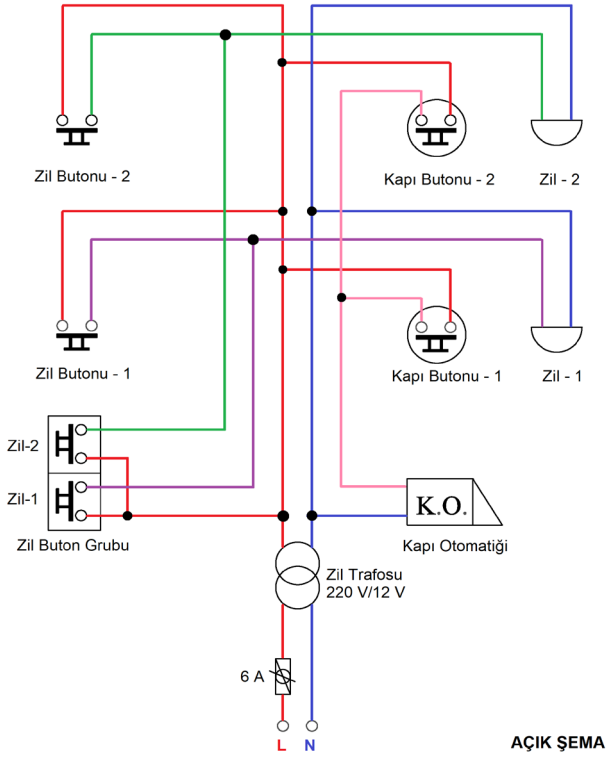
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Zillerden hiçbiri çalışmazsa arıza nerededir?

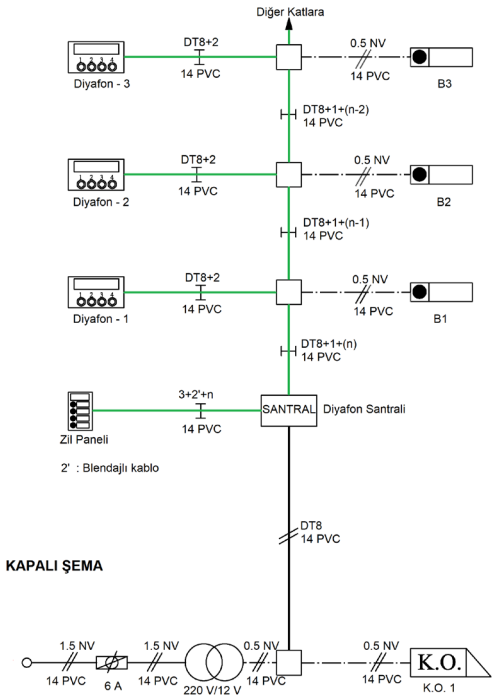
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Zillere kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	İKİ KATLI, İKİ DAİRELİ, KAPI OTOMATİKLİ ZİL TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		33

AMAÇ: İki katlı, iki daireli, kapı otomatikli zil tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.46: İki katlı, iki daireli, kapı otomatikli zil tesisatı devresinin açık şeması



Görsel 2.47: İki katlı, iki daireli, kapı otomatikli zil tesisatı devresinin kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Zil trafosu	220/12 V	1 adet
Zil butonu		2 adet
Buton	Büyük anahtar tip yapılı	2 adet
Grup zil butonları	2'li küçük tip zil butonları	1 adet
Elektronik zil	Melodili	2 adet
Kapı otomatiği	Zincirli veya zincirsiz tip	1 adet
Otomatik sigorta	6 A otomatik sigorta	1 adet
Zil teli	0,50 mm² kesitli	10-30 m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Set/plançete üzerine malzemeleri yerleştirerek kablo bağlantıları yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Sırasıyla kat butonlarına basarak zillerin çaldığını gözlemleyiniz.
4- Sırasıyla bütün kapı butonlarına basarak zillerin çaldığını gözlemleyiniz.
5- Sırasıyla kapı otomatiği butonlarına basarak otomatiğin çalıştığını gözlemleyiniz.
6- Enerjiyi kesip malzemeleri sökünüz ve teslim ediniz.

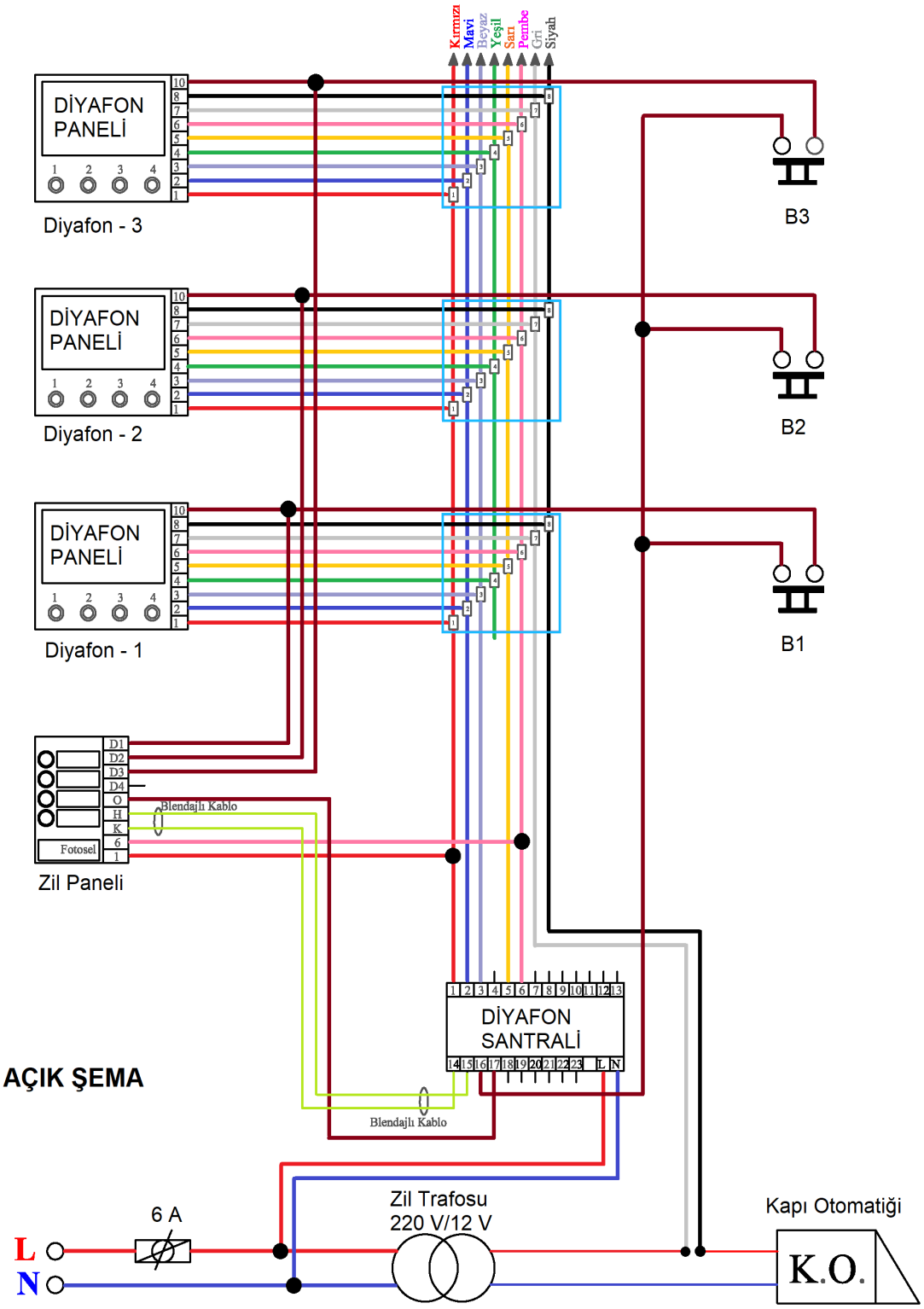
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Zil butonu grubunun görevi nedir?
3- Kapı otomatiği çalışmıyorsa arıza nerededir?

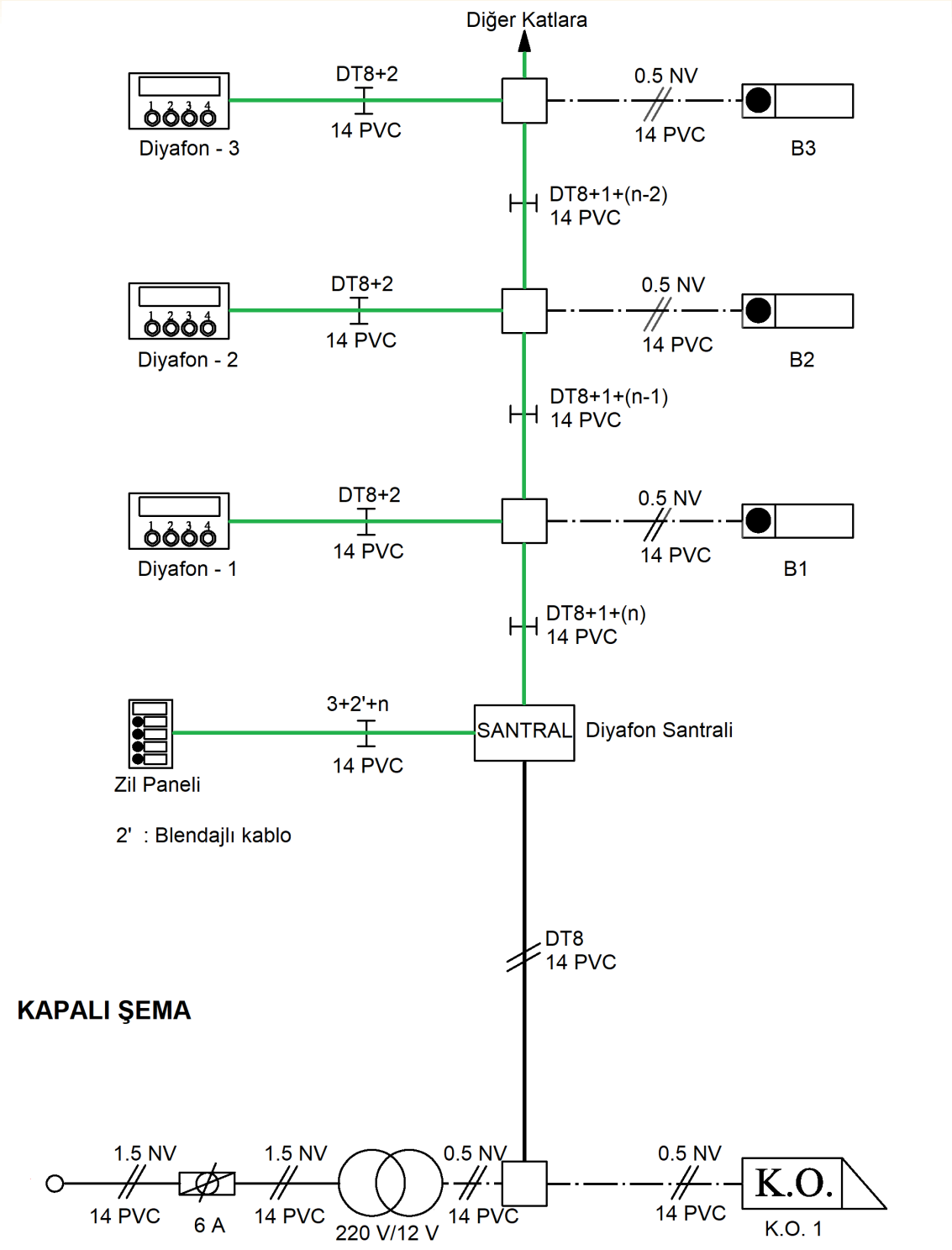
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
No:	3	Zil butonlarına kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Kapı otomatiğine kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ÜÇ KATLI, ÜÇ DAİRELİ DİYAFON TESİSATI	Temrin No
		34

AMAÇ: Üç katlı, üç daireli diyafon tesisatını yapmak ve çalıştırmak.



Görsel 2.48: Üç katlı, üç daireli diyafon tesisatının açık şeması



Görsel 2.49: Üç katlı, üç daireli diyafon tesisatı devresinin kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/eğitim seti		1 adet
Sigorta	6 A otomatik sigorta	1 adet
Kapı paneli	Minimum 4 girişli zil butonlu panel	1 adet
Diyafon santrali		1 adet
Diyafon şubesi	Sesli veya görüntülü	3 adet
Zil transformatörü	220 V/12 V	1 adet
Zil butonu		3 adet
Uzatma kablosu		1 adet
DT8 kablosu		10 m
Kumanda kablosu	1,5 mm^2 kesitli, tek veya çok telli	3-5 m
Zil teli	0,50 mm^2 kesitli	5m
Koaksiyel kablo		3-5 m
Diyafon adaptörü		1 adet
Buat kutuları ve klemensleri		4 adet
AC 220 V gerilim kaynağı		1 adet
Uzatma kablosu		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Malzemeleri set üzerine yerleştiriniz.
2- Elemanları plançete üzerine yerleştiriniz.
3- DT8 kablo uçlarını açınız.
4- Merkez santral ile diyafon şubesi arasındaki bağlantıları DT8 kablosuyla gerçekleştiriniz.
5- Kapı paneli ile diyafon şubesi arasındaki bağlantıları yapınız.
6- Kapı paneli ile merkez santral arasındaki bağlantıyı yapınız.
7- Diyafon şubesi ile zil arasındaki bağlantıları yapınız.
8- Zil ile kapı paneli arasındaki bağlantıları yapınız.
9- Kapı otomatiği ile diyafon şubesi arasındaki bağlantıları yapınız.
10- Besleme bağlantılarını yapınız.
11- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
12- Kapı panelinden tuşa basarak zili çalınız.
13- Panel-şube arasında konuşma yapınız.
14- Diyafon şubesinden kapı otomatiği tuşuna basınız ve kapı otomatiğinin çalıştığını gözlemleyiniz.
15- Kapı tuşuna basınız ve sesli konuşmaya geçiniz.
16- Diğer diyafonlardan aynı işlemleri uygulayınız.
17- Enerjiyi kesiniz. Malzemeleri tutturduğunuz yerden açarak kabloları sökünüz.
18- Malzemeleri sağlam şekilde teslim ediniz.

SORULAR

1- Diyafon nedir?
2- Diyafon nerelerde kullanılır?
3- Diyafon çeşitleri nelerdir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Diyafon santralinin kablo bağlantılarının yapılması	20	
No:	3	Diyafonların kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Devre elemanlarının kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

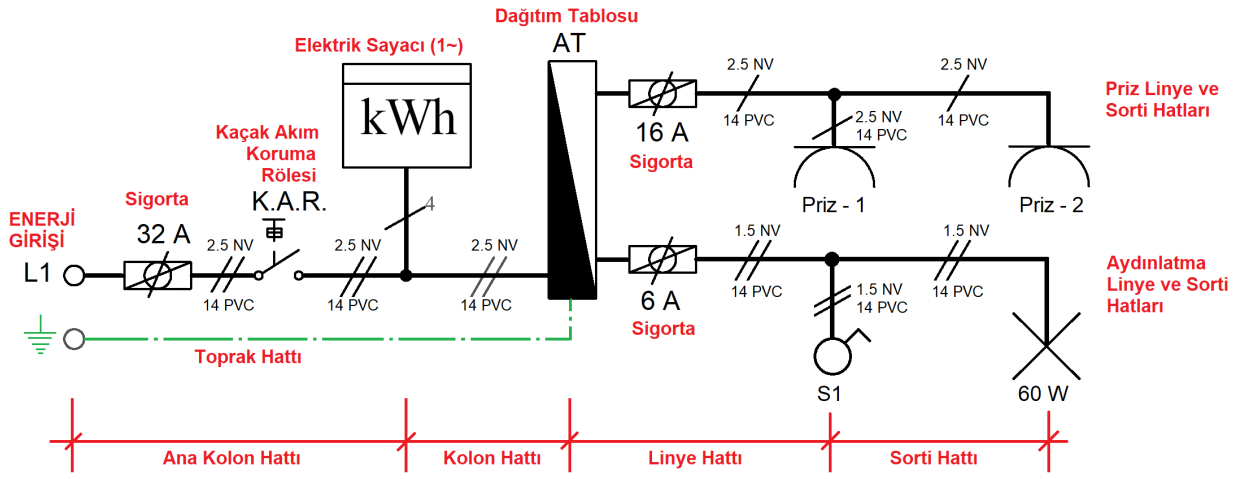
BİLGİ YAPRAĞI

2.4.1. KUVVETLİ AKIM TESİSATI SEMBOLLERİ

No	Semboller (Açık-Kapalı)	Açıklamalar	No	Semboller (Açık-Kapalı)	Açıklamalar
1		Adi (Tekli) Anahtar	13		Buton
2	3	Komütatör (İkili) Anahtar	14	3	Vaviyen Anahtar
3		Dimmer (Ayarlanabilir) Anahtar	15		Energy Saver Anahtar
4	4	Üçlü Anahtar	16		Light (Liht) Anahtar
5	A1 1 A2 2	Darbe Akım (İmpuls) Röle 4	17	$R_{giriş}$ Mp $R_{çıkış}$	Hareket Sensörü (Sensörlü Armatür İçin) 3 1 N 2
6	3	Topraklı Priz	18	3	Kapaklı Topraklı Priz (Etanş Tipi)
7		USB Girişli Priz	19	3	Çocuk Korumalı Topraklı Priz
8		İkili Topraklı Priz 3	20	Balast 40 W Starter	Floresan Lamba (40 W) T 40 W
9	K.A.R.	Kaçak Akım Koruma Röle K.A.R.			
10	16 A	W Otomat Sigorta 16 A	21	kWh 1 2 3 4	Elektrik Sayacı kWh 4
11	L N	Faz Hattı (L) Nötr Hattı (N) Toprak Hattı (O)			
12		Tali Tablosu			

Görsel 2.50: Kuvvetli akım tesisatı sembolleri

2.4.2. KUVVETLİ AKIM TESİSATI DEVRELERİNDE LİNYELER VE SORTİLER



Görsel 2.51: Aydınlatma linyesi ve sortisi

Aydınlatma Linyesi: Dağıtım tablosundan son aydınlatma armatürünün bağlandığı buata kadar olan hatlara **aydınlatma linyesi** denir. Aydınlatma linyelerinde en az 6 A'lik sigorta kullanılır ve linye sigortası olarak adlandırılır. Aydınlatma linye kablosunun kesiti en az 2,5 mm² bakır iletken olmalıdır.

Aydınlatma Sortisi: 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 9 aydınlatma sortisi bağlanabilir. Aydınlatma sortisi kablosunun kesiti en az 1,5 mm² izoleli bakır iletkenden olmalıdır.

Not: **Elektrik iç tesislerinde kullanılan iletkenler için aşağıdaki renk kodları kullanılır;**

- Koruma iletkenleri için; **yeşil- sarı**
- Nötr ve orta iletkenler için; **mavi**
- Faz iletkenler için; **kahverengi-siyah-gri**
- Aydınlatma tesisatında anahtar iletkeni için; **kırmızı**
- Vaviyen anahtarın uçları arasındaki iletkenler için; **pembe**

2.4.3. KUVVETLİ AKIM TESİSATI DEVRESİ ÇİZİM TEKNİKLERİ

Aydınlatma tesisatı çizimlerinde, zayıf akım devrelerinde olduğu gibi devre şemaları açık şema ve kapalı şema olmak üzere iki şekilde çizilir.

Bir anahtarlı lamba tesisatı açık şemasının çizimindeki işlem basamakları şöyledir;

- İlk olarak devre elemanı sembolleri, birbirleriyle hizalı olacak şekilde alana yerleştirilir.
- Faz hattından itibaren hat şeması anahtara doğru çizilir.
- Nötr hattından itibaren hat şeması lambaya doğru çizilir.
- Anahtar ile lambanın boşta kalan uçları birleştirilir.
- Elemanların isimleri yazılır.

Not: Zayıf akım tesisatı kapalı şemasının çiziminde **noktalı ince kesik çizgi** kullanılırken, kuvvetli akım tesisatı kapalı devre şemasında **düz kalın çizgi** kullanılır.

Bir anahtarlı lamba tesisatı kapalı şemasının çiziminde işlem basamakları şöyledir;

- Devre eleman sembolleri, hizalı olarak açık şemaya paralel olacak şekilde yerleştirilir.
- Faz hattından itibaren tüm elemanlara hat çizgileri çizilir.
- Kesişme hatlarına nokta şeklinde ekler çizilir.
- Hattan geçen iletken sayısını gösteren çizgiler hat üzerinde işaretlenir ve gerekli isimlendirmeler yapılır.
- Hattın ek noktasında buatın olduğunu gösteren daireler çizilir.
- Gerekli isim ve bilgiler yazılır.

TEMRİN ADI	KUVVETLİ AKIM TESİSATI SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ	Temrin No
		35

AMAÇ: Kuvvetli akım tesisatı sembollerini çizmek ve açıklamaları norm yazı şeklinde yazmak.

NO	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR	NO	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR

Görsel 2.52: Kuvvetli akım tesisatı sembollerinin çizimi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Cetvel	30 cm ve üzeri özellikte	1 adet
Gönye	30-60-90 ve 45-45-90 gönyeleri	2 adet
Kurşun kalem	2B	1 adet
Daire şablonu		1 adet
Silgi	Yumuşak kalite	1 adet
Temrin kâğıdı		4 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kuvvetli akım tesisat sembollerini ve açıklamalarını antet kâğıdına çiziniz.
2- Açıklamaları norm yazı şeklinde yazınız.
3- Çizim yaparken kâğıdı yıpratmayınız.

SORU

1- Kuvvetli akım tesisat elemanlarının sembolle gösterilme sebebini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Tablonun çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	20	
No:	3	Sembollerin doğru çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Yazıların norm yazı şeklinde yazılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kâğıt temizliği ve düzeni	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

2.5.1. KUVVETLİ AKIM TESİSATINDA KULLANILAN MALZEMELER

2.5.1.1.Sigortalar

Elektrik devrelerinde, akımın belirlenen değerlerin üzerine çıkması durumunda devreyi açarak alıcıları koruyan devre elemanına **sigorta** denir. 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 anahtarlı otomatik sigortalar, büyük akımlı güç devrelerinde NH sigortalar kullanılır. Sigortalar standart akım değerlerinde üretilir (Tablo 5.1).

SİGORTANIN AKIM DEĞERİ	KULLANILDIĞI YERLER
2A	Hassas alıcılarda
6A -10A	Aydınlatma linyelerinde
16A- 25A	Priz tesisatında
25A-32A-40A-50A-63A-80A-100A	Yüksek akım çeken alıcılarda ve devrelerde

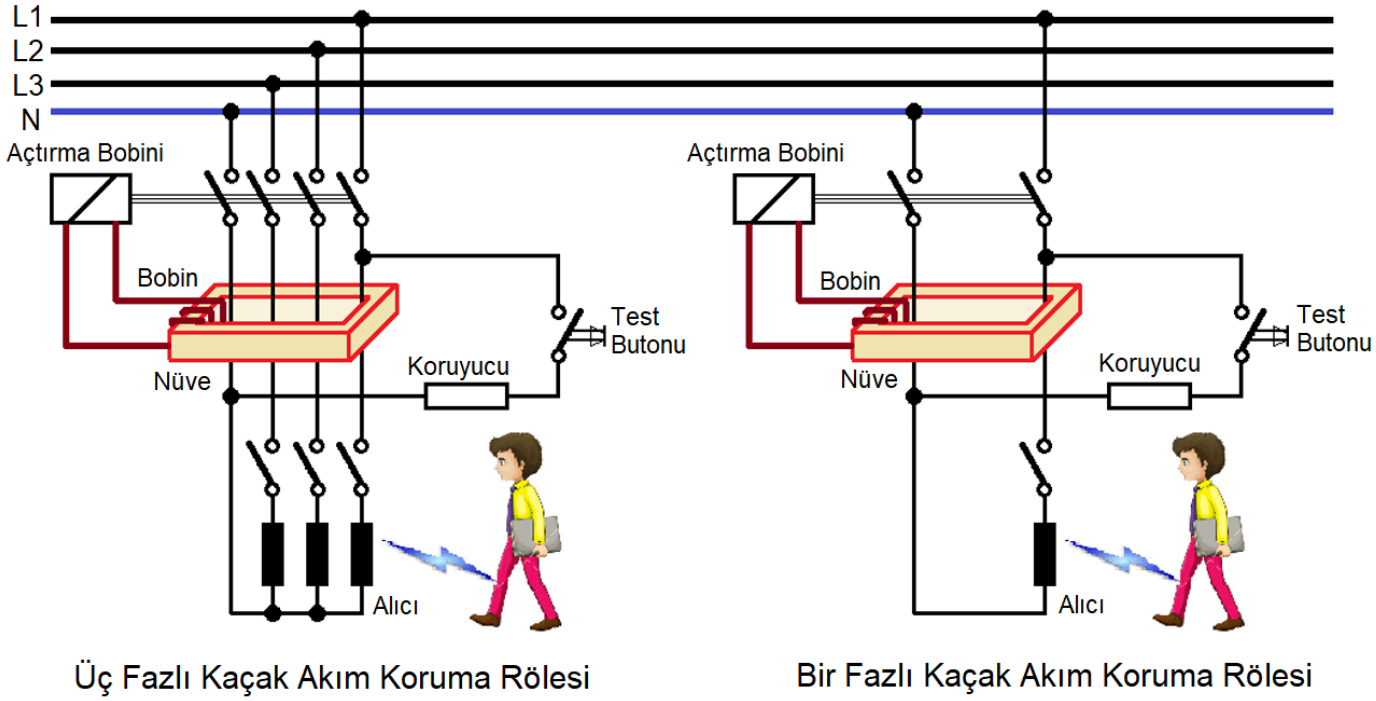
Tablo 2.8: Standart Sigorta Akım Değerleri

Anahtarlı otomatik sigortaların üzerinde nominal akımları belirtilmiştir. Bu akım sigortanın normal çalışma akımıdır. Bu akımın 1,2 katının üzerindeki bir akımın sigorta üzerinden akması durumunda sigorta bir süre sonra devreyi keser. Devreyi kesme süresi sigortanın tipine ve çekilen akımın büyüklüğüne bağlıdır. Anahtarlı otomatik sigortanın tipini belirlemek için A, B, C, D gibi harfler bulunmaktadır. Bu harfler sigortanın tipini, aynı zamanda kesme süresini ve akımını belirler. En hızlı koruma sağlayan anahtarlı otomatik sigorta tipi A sınıfı, en yavaşı D sınıfıdır.

Otomatik sigortalar L (B) ve G (C) tipi olmak üzere iki tipte üretilir;

- **L (B) tipi ani sigortalar:** Aydınlatma ve priz tesislerinde kullanılan ani sigortalardır. Devreden aşırı akım geçmesi durumunda beklemeksizin açarak hattı korur.
- **G (C) tipi gecikmeli sigortalar;** Motor koruma devrelerinde kullanılan ve devreyi gecikmeli açan sigortalardır. Motorlar kalkış anında aşırı akım çektiklerinden bu sigortalar tercih edilir.

2.5.1.2. Kaçak Akım Koruma Rölesi



Görsel 2.53: 1 ve 3 fazlı kaçak akım koruma rölesi bağlantıları

Elektrik tesisatında, yalıtım hatasından kaynaklanan hata akımını algılayarak akımın belirlenen değerlerin üzerine çıkması durumunda, bağlı bulunduğu devreyi kesen koruma cihazına kaçak **akım koruma rölesi** denir. **30 mA hayat, 300 mA tesisat (yangın)** koruma fonksiyonunu gerçekleştirir.

Cihaz, 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 eşittir ve zıttır. Burada tesisatın bir veya üç fazlı olması sonucu değiştirmez.

2.5.1.3. Tesisat Anahtarları

Elektrik tesisatlarında devreyi açıp kapamaya yarayan kontrol elemanlarına **elektrik tesisat anahtarı** denir. Tesisatın yapım şekline göre sıva altı, sıva üstü ve antigron olmak üzere üç sınıftır.

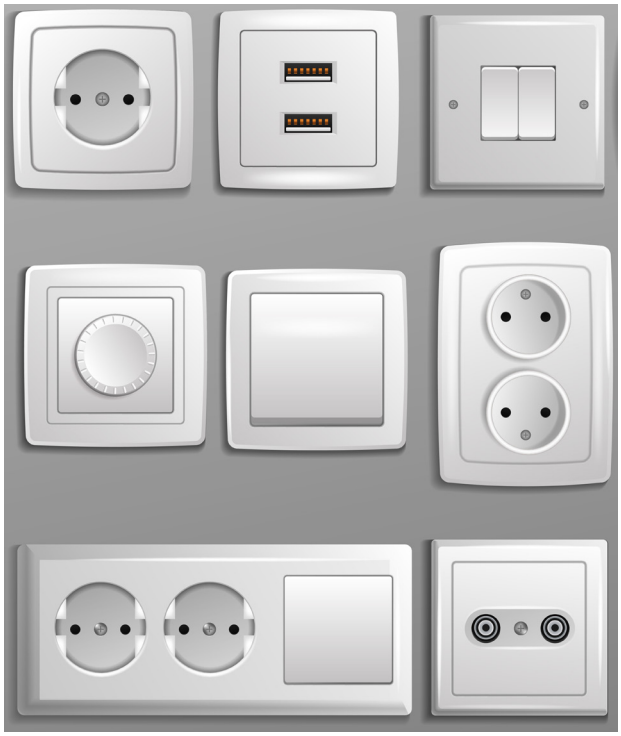
Görsel 2.54: Elektrik anahtarları

Anahtar çeşitleri şunlardır;

- **Adi Anahtar:** Bir lamba veya lamba grubunu bir yerden aynı anda yakıp söndürmeye yarayan anahtardır. Tek kutupludur. Normal ve ışıklı tipleri mevcuttur.
- **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 mevcuttur.
- **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 bağlanır. Örneğin; iki kapılı salonların, mutfakların vb. yerlerin lambalarını iki ayrı yerden yakıp söndürmede kullanılır.
- **Dimmer Anahtar:** Bir ampulün ışık şiddetini ayarlayan, ampulü 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 mevcuttur.
- **Energy Saver Anahtar:** Elektrik enerjisinden tasarruf edebilmek için üretilen elektronik tip anahtarlardır. Anahtar üzerinde şifre kartının girmesi için bir yuva mevcuttur ve bu yuvaya kartın girmesiyle elektrik devresini kapatır. Anahtar üzerine yerleştirilen küçük bir lamba ile açık ya da kapalı durum görülebilir.
- **Light Anahtar:** Bir veya birden fazla lambayı, bir veya birden fazla noktadan yakıp söndürmeye yarayan basmalı buton özellikli anahtardır.
- **Üçlü Komütatör Anahtar:** Yapı itibariyle komütatöre benzeyen, üç kontrollü anahtar tipidir.

2.5.1.4. Elektrikli Prizler

Elektrik enerjisi ile çalışan cihazların ihtiyaç duydukları enerjinin, şebekeden alınarak cihaza güvenli bir şekilde iletilmesini sağlayan devre elemanlarına **priz** denir. Tesisatın yapım şekline göre sıva altı, sıva üstü ve antigron olmak üzere üç sınıftır.



Görsel 2.55: Elektrik prizleri ve anahtarları

Tesisat yapım şekline göre 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 bağlanacağ kontak yuvaları düzeneği, yanmaz özellikli PVC veya porselen malzemenin içinde bulunmaktadır. Topraklı, topraksız ve UPS olarak üç gruba ayrılmaktadır. En çok topraklı priz kullanılır.

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 amaçlı kullanılmasından dolayı plastik kanal prizleri seçilir.

Nemli Yer-Antigron Prizler: Nemli yer tesisatında kullanılan prizler; toza, neme, suya, yanıcı ve patlayıcı gaza karşı koruyucu içerisine alınmıştır. Yapılarının sağlam ve uzun ömürlü olması nedeniyle binalarda, ofislerde ve sanayide sürekli kullanılan bir elektrik malzemesidir.

Yapıları bakımından priz çeşitleri şunlardır;

Normal Prizler: Topraklama ihtiyacı duyulmayan TV, müzik seti gibi 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 kullanılır.

Faz sayısına göre priz çeşitleri şunlardır;

Bir Fazlı Prizler: 1 faz 220 V AC gerilimin uygulandığı prizlerdir.

Üç Fazlı Prizler: 3 faz 380 V AC gerilimin uygulandığı prizlerdir.

Kullanım şekline göre priz çeşitleri şunlardır;

Çocuk Koruma Prizleri: Çocukların metal cisimleri priz içerisine sokarak zarar görmelerini engellemek için priz yuva altlarına monte edilmiş ve sadece cihaz fişinin girişine izin veren, diğer cisimlerin ise yuvaya girmesini engelleyen özel koruma aparatına sahip prizlerdir.

Akım Koruma Prizleri: Elektrikli cihazları yüksek voltaja karşı koruyan prizlerdir.

Data Prizleri: İnternet ve ağ hattına bağlanabilmek için kullanılan prizlerdir.

Telefon Prizleri: Telefon hattına bağlanabilmek için kullanılan prizlerdir.

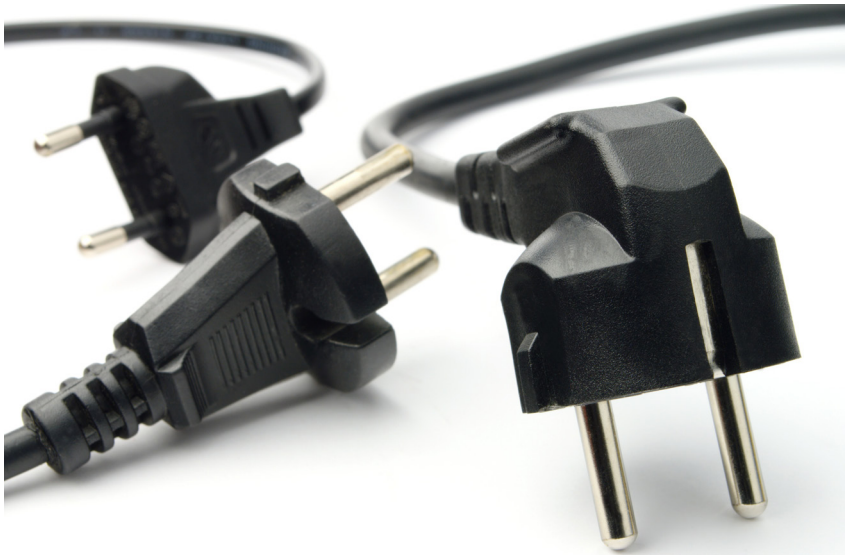
TV Prizleri: Anten prizi olup uydu veya anten hattına bağlanabilmek için kullanılan prizlerdir.

Not:

- Priz tesisatlarında kullanılan *en küçük* standart kablo kesiti 2,5 mm^2 NYA'dır.
- NYA kablonun rengi faz hattında **kahverengi,** nötr hatta **mavi**, topraklama hattında da **sarıyeşil** renkte seçilmelidir
- Bir priz linyesine *en fazla* 7 priz sortisi bağlanabilir.
- Priz güçleri bir fazlı priz için *en az* 300 W'tır.

2.5.1.5.Fişler

Bir elektrikli cihazın veya uzatma kablosu iletkenlerinin bağlandığı, uçları aracılığıyla prizden elektrik enerjisinin alınmasını sağlayan elemana **fiş** denir. Telefon fişi, T fiş, anahtarlı fiş, adaptör fişi gibi çeşitleri bulunmaktadır.



Görsel 2.56: Elektrik fişleri

2.5.1.6. Duylar

Elektrik ampulünün takıldığı ve akımı lambaya ileten elemana **duy** denir. İletken kısımları genellikle pirinçten yapılır ve anahtardan gelen iletken, mutlaka duyun orta (iç) kontak kısmına bağlanır.

Görsel 2.57: Duylar

2.5.1.7.Lambalar

Elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren elektrik elemanına **lamba** denir.

Görsel 2.58: Çeşitli lambalar

En çok kullanılan lamba çeşitleri şunlardır;

Akkor Flamanlı Lamba: Havası alınmış cam ampulün içerisine argon veya azot gazı doldurularak elde edilen lambalardır. Aydınlatma elemanı olarak tungsten flaman kullanılır. En eski lamba çeşidi olup enerjinin bir kısmını ısıya dönüştürdüklerinden verimleri düşüktür. 40 W, 60 W, 80 W ve 100 W gibi standart güç değerlerinde üretilir.

Floresan Lamba: Cam ampulün içerisine argon gazı ve tasarruf buharı doldurularak elde edilen lambalardır. Cam ampul, ince uzun veya yuvarlak şekilli olup iç yüzeyi floresan maddeyle kaplanmıştır. Verimleri, akkor flamanlı lambadan daha yüksektir ancak karmaşık yapısından ve teknolojik gelişmelerden dolayı kullanımı azalmıştır. 20 W ve 40 W gibi standart güç değerlerinde üretilir.

Enerji Tasarruflu Lamba: Floresan lambaların geliştirilmiş ve basitleştirilmiş halidir. Verimleri yüksektir ve enerji harcamaları düşüktür. 9 W, 12 W, 15 W ve 23 W gibi güç değerlerinde üretilir.

LED Lamba: Aydınlatma elemanı olarak LED'lerin kullanıldığı lambalardır. Tasarruflu ampuller gibi verimleri yüksektit ve enerji harcamaları düşüktür. 9 W, 14 W ve 20 W gibi güç değerlerinde üretilir. Çok düşük sıcaklıklarda bile en iyi parlaklık ve renk seviyesine hemen ulaşır. Açılıp kapanma esnasında titreşim etkisi göstermez. LED lambalar son derece verimlidir. Örneğin odamızı aydınlatmak için kullandığımız 75 W'lık bir akkor lambanın yerine, denk parlaklıkta 53 W halojen lamba, 18 W tasarruflu lamba veya 12 W'lık bir LED lamba kullanılabilir. 30.000 saatten fazla ömürleri vardır.

Diğer Lambalar: Halojen, cıva buharlı, sodyum buharlı ve neon lamba gibi özel alanlara yönelik lambalar da vardır. Özellikle cıva buharlı lambaların kullanımı yasaklanmıştır.

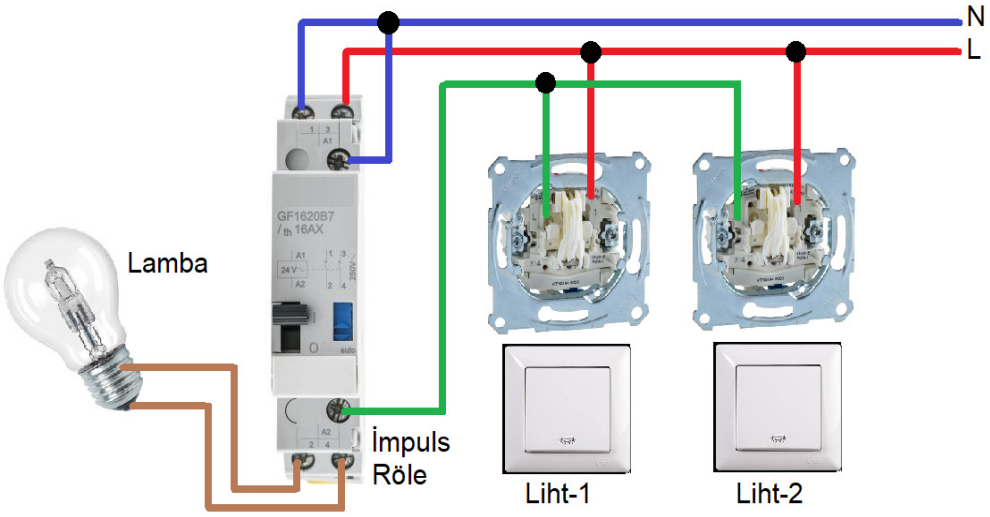
2.5.1.8.Armatüler

Lambaların bir veya birden fazlasını bünyesinde taşıyan, onlara dekoratif bir görünüm veren ve bazen de lambaları olumsuz dış etkilerden koruyan aydınlatma araçlarına **armatür** denir. Lambaların yuvası ve dış koruyucusudur. Çeşitli özelliklerde ve boyutlarda armatürler bulunur.

Görsel 2.59: Armatür

2.5.1.9.İmpuls (Darbe Akım)Rölesi

Bir veya birden çok lamba veya 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 2.60: İmpuls röle ve bağlantıları

2.5.1.10.Aydınlatma Kontrol Sensörleri

Ortamda hareket ve ışık olup olmadığına bağlı olarak aydınlatmayı otomatik olarak açıp kapatan sensörlerdir. Bu sensörlerin temel görevi, ortamdaki hareket ve ışık düzeyine göre ampulleri kontrol ederek gereksiz yere açık kalmalarını önleyip enerji tasarrufu sağlamaktır.

2.5.2. KUVVETLİ AKIM TESİSATINDA TOPRAKLAMA

Elektrik tesislerinde, aktif olmayan bölümlerin topraklayıcı yardımı ile toprağa bağlanmasına **topraklama** denir. Topraklama, meydana gelebilecek bir hata durumunda insan hayatını güvenceye almak ve şebekelerin düzgün çalışmasını sağlamak amacıyla yapılır.

Topraklama elemanları ve topraklama elemanlarının özellikleri şöyledir;
Topraklama İletkeni: Topraklama için kullanılan iletkendir. Bakır, alüminyum ve çelikten yapılır.
Topraklayıcı: Toprağa gömülen ve toprakla geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçadır. Şerit, çubuk ve levha şeklinde, farklı kesit ve boyutlarda imal edilir.
Topraklama tesisinde kullanılan elemanlar; Topraklama iletkeni, topraklayıcılar, topraklama bağlantı elemanları ve zemindir. Topraklama iletkeni, topraklanacak bir aygıtı veya tesisin bir bölümünü topraklayıcıya bağlayan, toprağın dışında ya da yalıtılmış olarak toprağın içinde çekilmiş bir iletkendir. Çeşitli kalınlıkta, yuvarlak, örgülü veya yassı lama şeklinde; bakır veya galvanizli iletkenden yapılmaktadır.

Topraklama iletkenlerinin en küçük kesitleri, Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre şu şekilde olmalıdır;
- **Bakır:** 16 mm^2
- **Alüminyum:** 35 mm^2
- **Çelik:** 50 mm^2

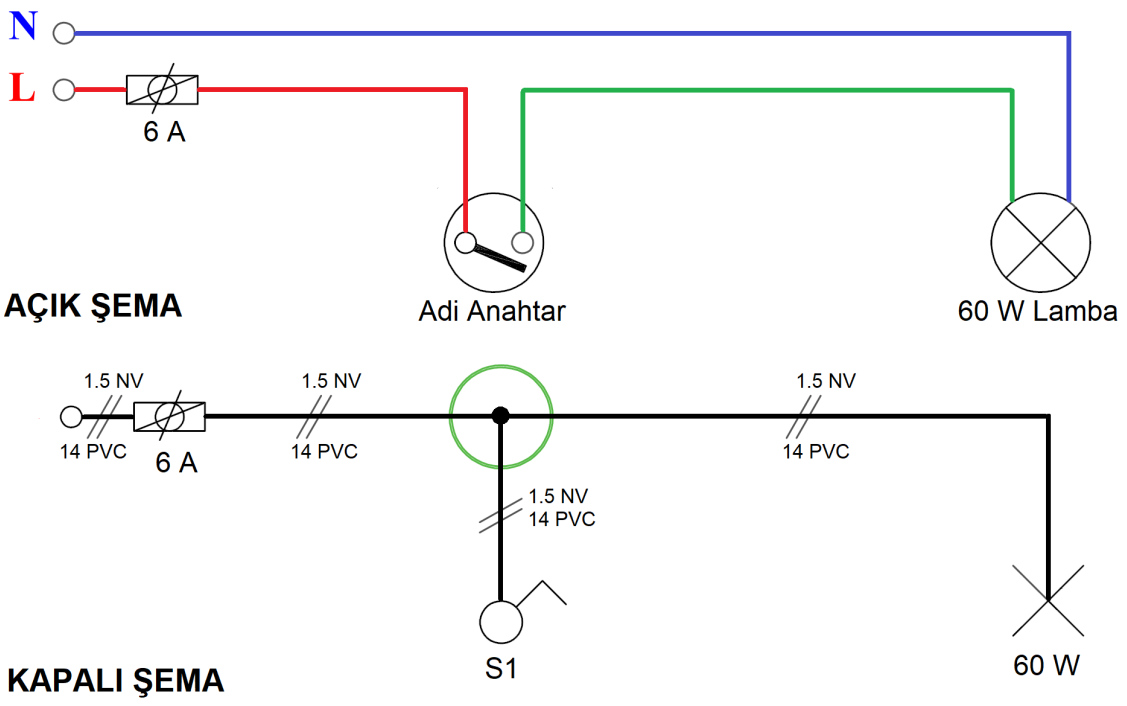
Not: Topraklayıcıdan binaya çekilen topraklama kablosunun rengi **sarı-yeşil** dir.

Görsel 2.61: Topraklama çubuğunun montajı ve toprak hattının eklenmesi

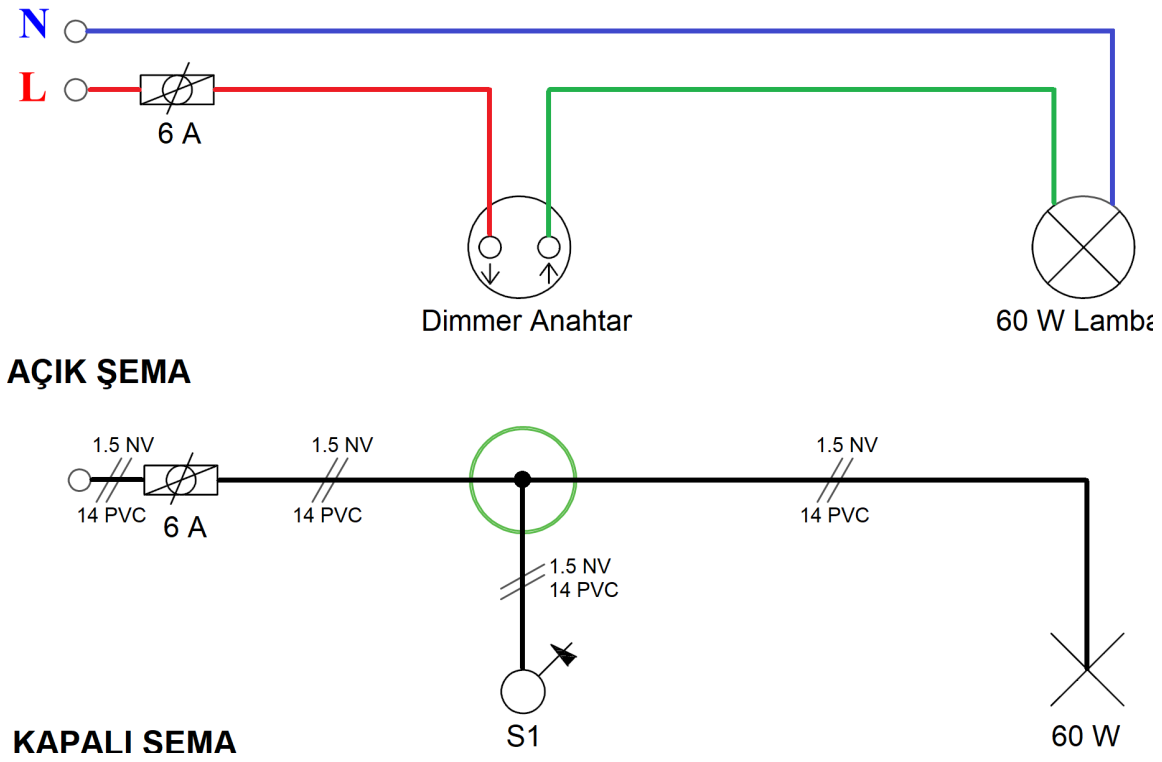
Amaçlarına göre topraklama çeşitleri şunlardır;
- **Koruma Topraklaması:** İnsanları, elektrik akımına karşı korumak için, hattın, makinenin ve elektrikli sistemlerin temasa açık iletken kısımlarının toprağa bağlanmasıyla yapılan topraklamadır.
- **İşletme Topraklaması:** Elektrik tesislerinde, işletme araçlarının aktif kısımlarının topraklanmasına **işletme topraklaması** denir. Bu topraklama güvenlikten çok, cihazın ve tesisin normal çalışması için gereklidir. Daha çok trafo ve jeneratörlerde uygulanır.
- **Fonksiyon Topraklaması:** Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamalardır. Bilgisayar sistemleri, telekomünikasyon tesisleri, radyolink ve baz istasyonları, radar veya telsiz sistemleri, telefon hatları ve paratonerlerde bu topraklama sistemi uygulanmaktadır.
- **Yıldırıma Karşı Topraklama:** Yıldırım düşmesi durumunda, gerilim altında bulunan iletkenlere atlamaları (geri atlamalar) geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için yapılan topraklamadır.

TEMRİN ADI	TEK ANAHTARLI, TEK LAMBALI TESİSAT DEVRELERİ	Temrin No
		36

AMAÇ: Tek anahtarlı, tek lambalı çeşitli tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.62: Adi anahtarlı lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması



Görsel 2.63: Dimmer anahtarlı lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı veya LED ampul	1 adet
Adi anahtar	Sıva altı	1 adet
Dimmer anahtar	Sıva altı özellikli	1 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm^2 kablo	Tek veya çok telli	10 m
2,5 mm^2 kablo	Tek veya çok telli	5m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Set/plançete üzerine Görsel 5.10'u kurunuz ve devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Anahtara basınız ve lambanın yandığını gözlemleyiniz.
4- Anahtarı kapatınız ve lambanın söndüğünü gözlemleyiniz.
5- Fişi çekiniz ve anahtarı çıkarınız.
6- Görsel 5.11'deki gibi dimmer anahtar bağlantılarını yapınız.
7- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
8- Dimmer anahtarı çevirerek lambanın parlaklığını ayarlayınız.
9- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

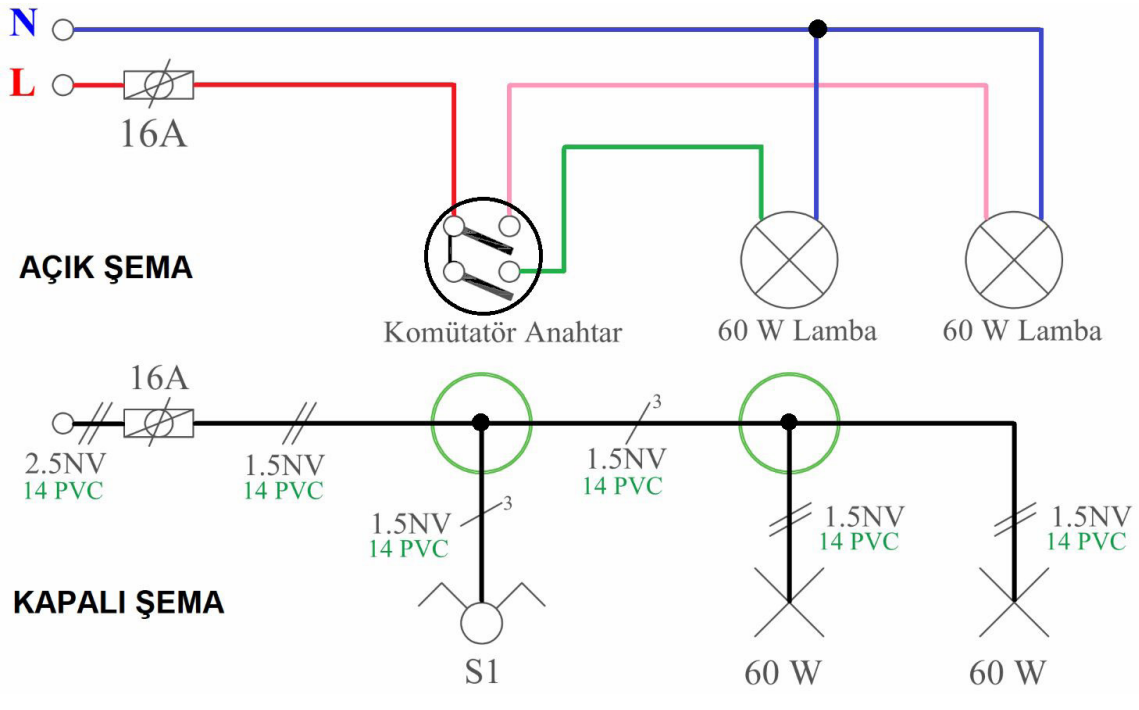
SORULAR

1- Adi ve dimmer anahtar nerelerde kullanılır?
2- Adi anahtarı kapattığınız halde lamba yanmıyorsa arıza nerelerde olabilir?

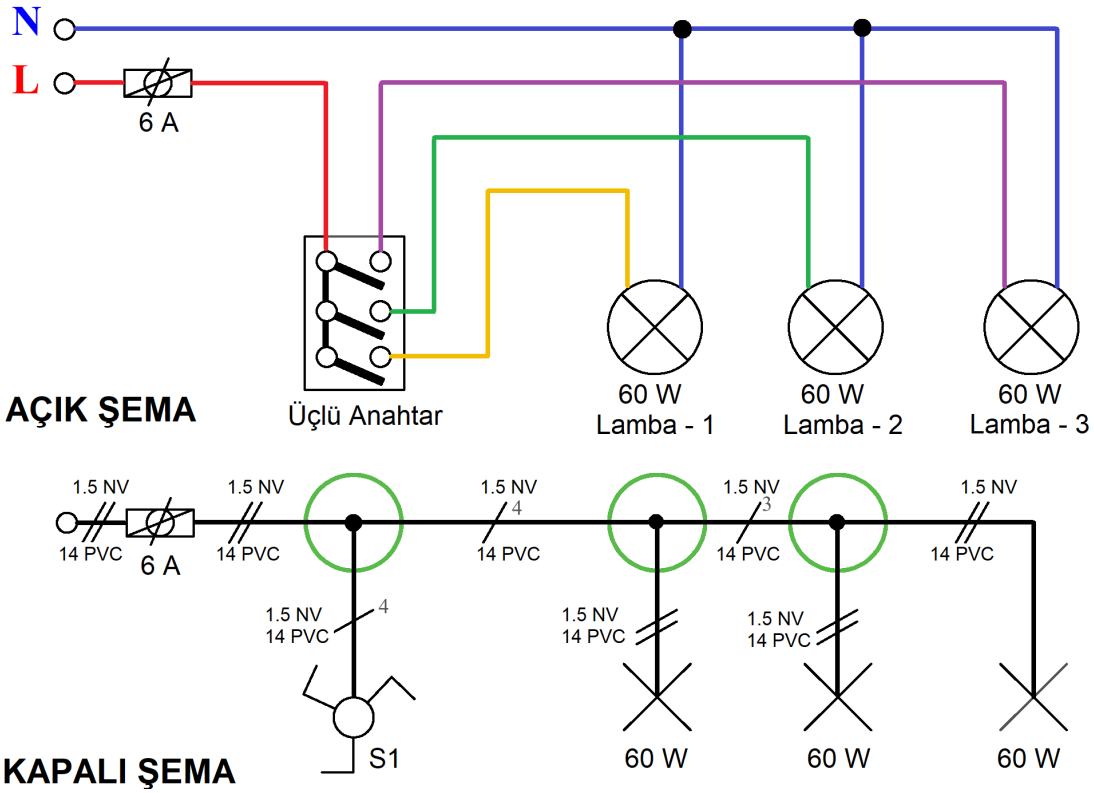
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Anahtar ile kablo bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Duy ile kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrelerin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TEK ANAHTARLI, ÇOK LAMBALI TESİSAT DEVRELERİ	Temrin No
		37

AMAÇ: Tek anahtarlı, çok lambalı çeşitli tesisat devrelerini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.64: Komütatör anahtarlı lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması



Görsel 2.65: Üçlü anahtarlı lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı veya LED ampul	3 adet
Komütatör anahtar	Sıva altı	1 adet
Üçlü anahtar	Sıva altı	1 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm^2 kablo	NYA kablo	10 m
2,5 mm^2 kablo	NYA kablo	5 m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 5.12'deki devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Komütatör anahtar düğmelerini sırayla kapatıp açarak lambaların yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
4- Fişi çekiniz ve anahtarı çıkarınız.
5- Görsel 5.13'teki devrenin bağlantılarını yapınız.
6- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7- Üçlü anahtar düğmelerini sırayla açıp kapatarak lambaların yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
8- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

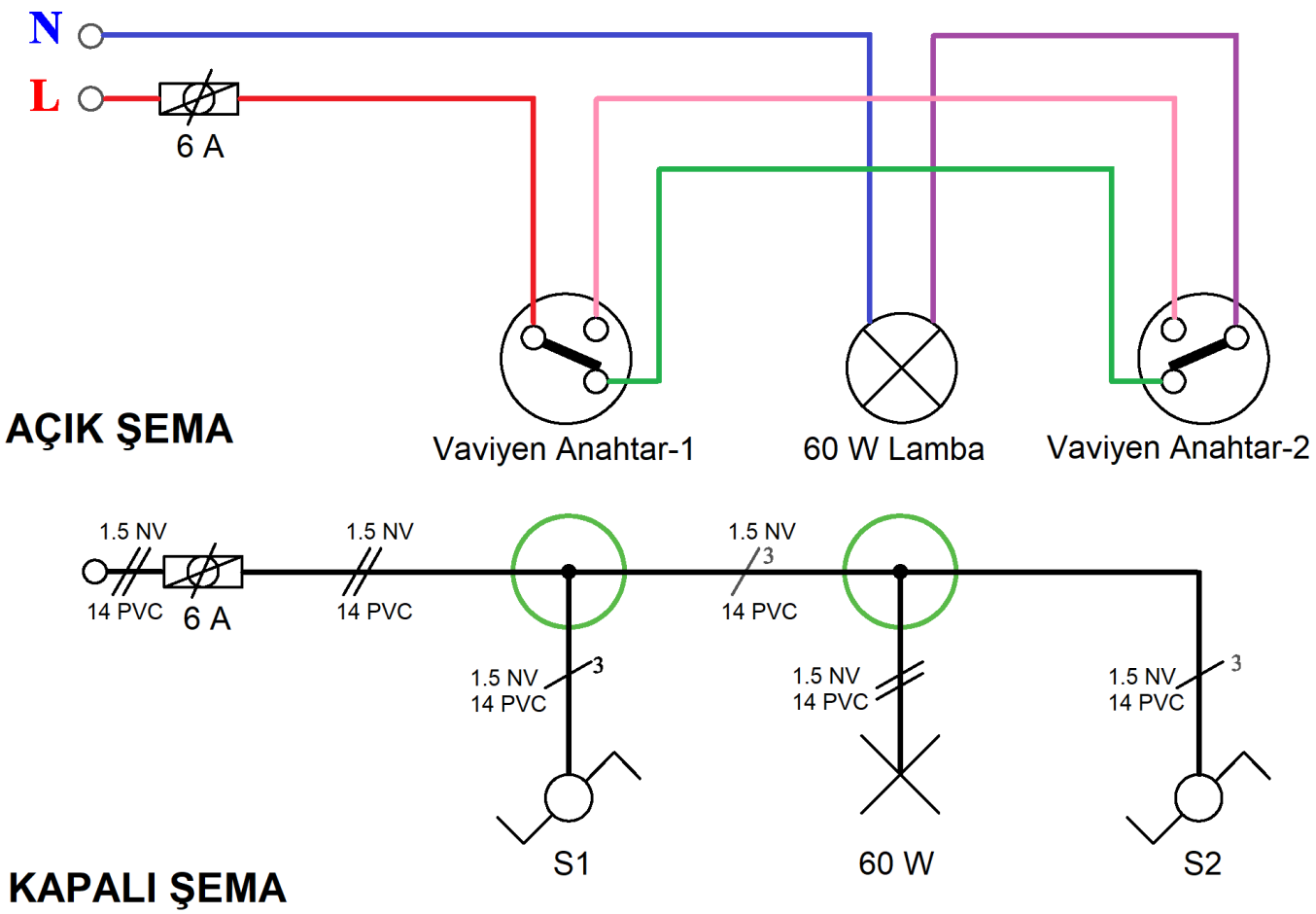
SORU

1- Komütatör anahtarın bir tuşuyla tek lambayı, diğer tuşuyla iki lambayı yakan, tek anahtarlı ve iki lambalı tesisat devresinin açık ve kapalı şemasını çiziniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Anahtar ile kablo bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Duy ile kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ÇOK ANAHTARLI, TEK LAMBALI TESİSAT DEVRESİ	Temrin No
		38

AMAÇ: Çok anahtarlı, tek lambalı tesisat devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.66: Vaviyen anahtarlı lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı veya LED ampul	1 adet
Vaviyen anahtar	Sıva altı	2 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm^2 kablo	NYA kablo	10 m
2,5 mm^2 kablo	NYA kablo	5 m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 5.14'teki devreyi kurunuz ve devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Vaviyen anahtarları sırayla açıp kapatınız. Her iki anahtar aynı konumda iken lambanın yandığını, farklı konumda iken lambanın söndüğünü gözlemleyiniz.
4- Fişi çekiniz ve kablo bağlantılarını sökünüz.

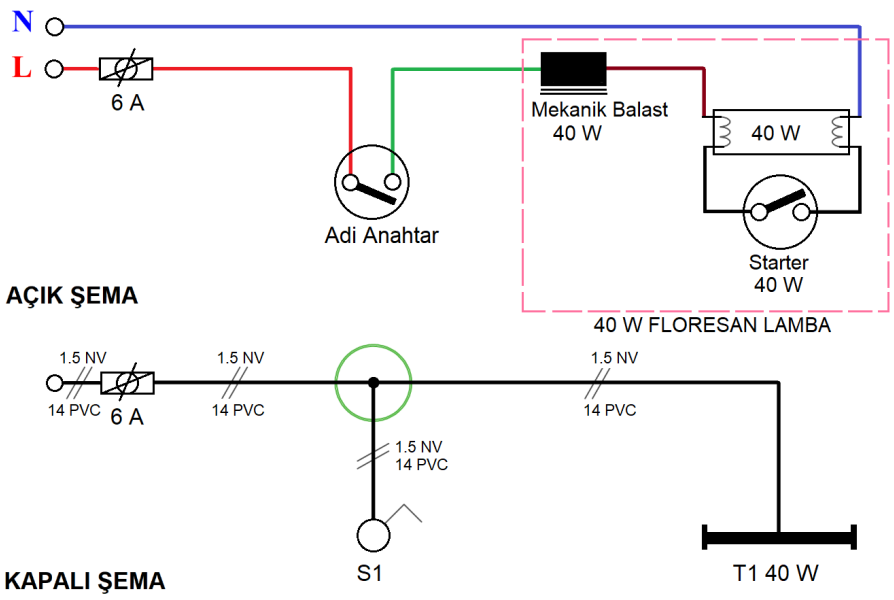
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Vaviyen anahtarın orta ucu nasıl belirlenir?

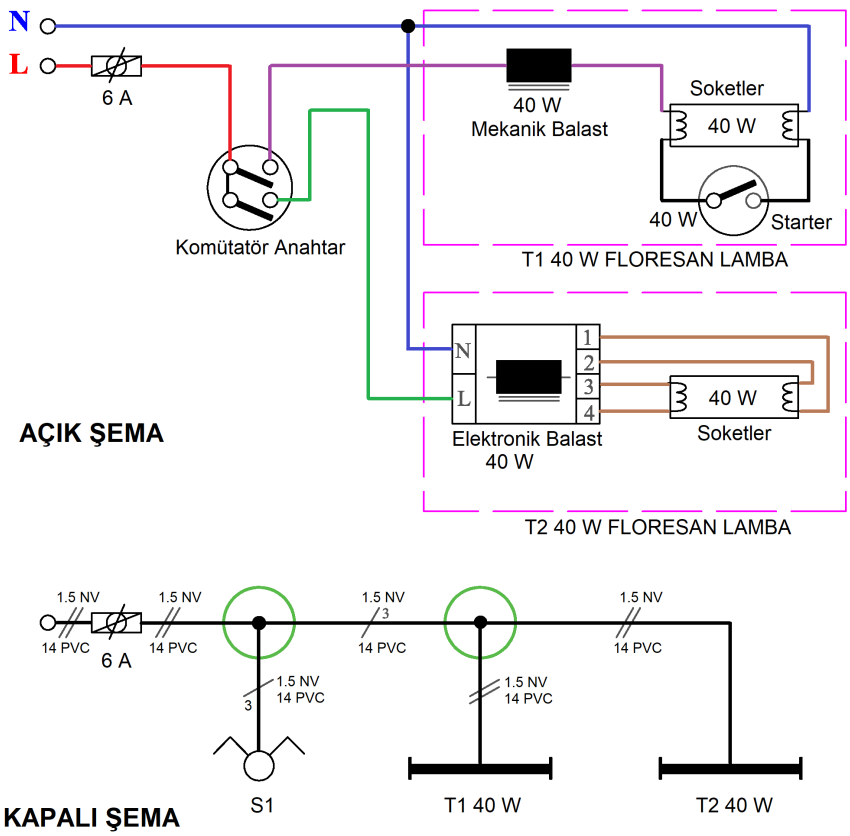
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Set/plançete üzerine elemanların yerleştirilmesi	20	
No:	3	Anahtar ile kablo bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Duy ile kablo bağlantısının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	FLORESAN LAMBA TESİSATI DEVRELERİ	Temrin No
		39

AMAÇ: Floresan lamba tesisatı devrelerini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.67: Adi anahtarlı floresan lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması



Görsel 2.68: Komütatör anahtarlı floresan lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
40 W lamba	Floresan ampul, 40 W gücünde	1 adet
Adi anahtar	Sıva altı	1 adet
Komütatör anahtar	Sıva altı	
Starter	40 W	1 adet
Mekanik balast	40 W	1 adet
Elektronik balast	40 W	1 adet
Lamba soketleri ve armatür	Floresan lamba armatür ve soketleri	2 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm² kablo	NYA kablo	10 m
2,5 mm² kablo	NYA kablo	5m
Elaletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatmakablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 5.15'teki lamba devresini kurarak devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Anahtarı açıp kapatarak lambanın yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
4- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.
5- Görsel 5.16'daki lamba devresini kurunuz ve kablo bağlantılarını yapınız.
6- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7- Komütatör anahtar düğmelerini sırayla kapatıp açarak lambaların yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
8- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

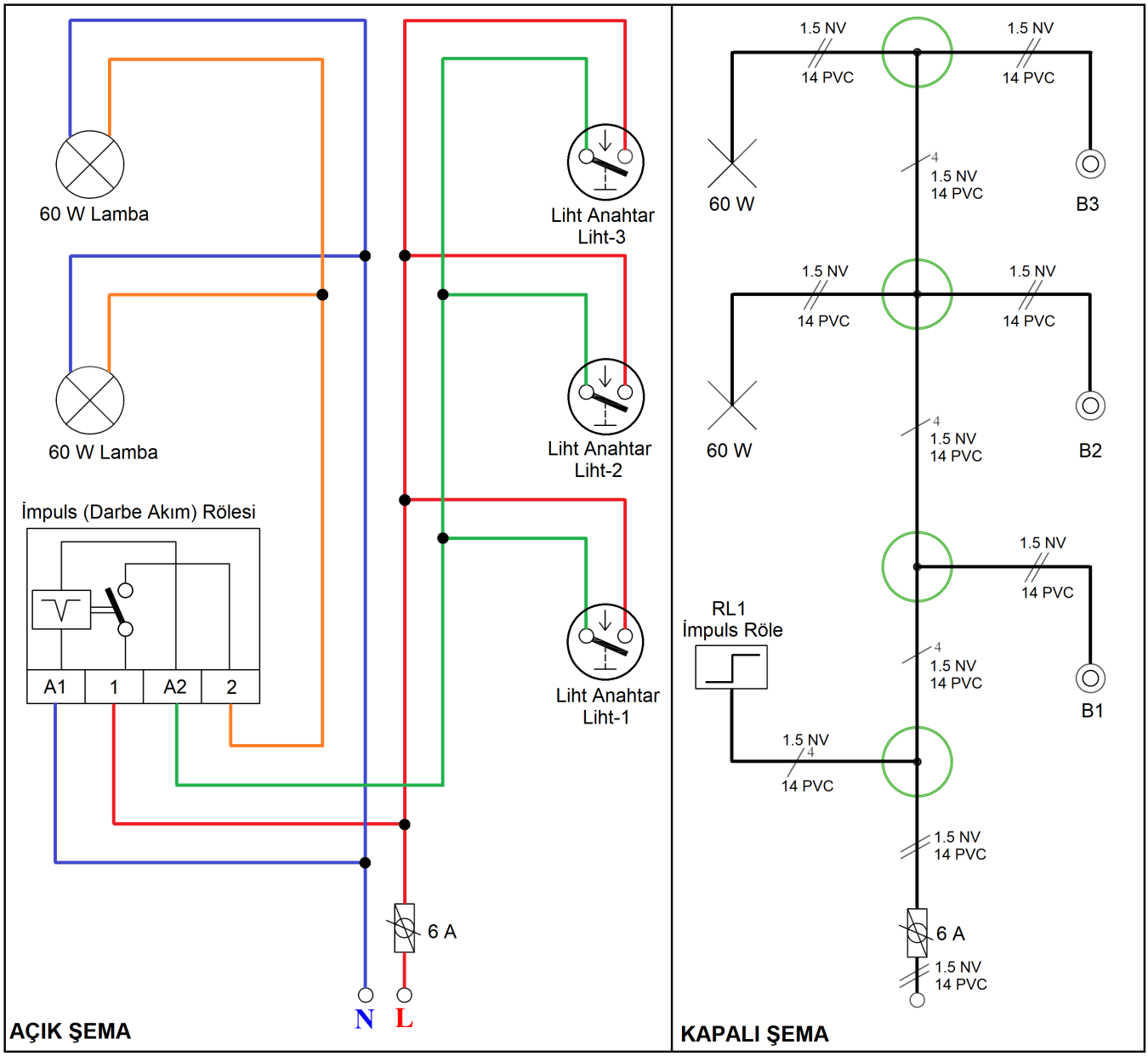
SORULAR

1- Balast ve starterin görevi nedir?
2- Mekanik ile elektronik balast arasında ne gibi farklılıklar vardır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Floresan lambanın iç bağlantılarının yapılması	20	
No:	3	Devrelerin kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Adi anahtarlı lamba devresinin çalıştırılması	20	
Adı Soyadı:	5	Komütatör anahtarlı lamba devresinin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	DARBE AKIM RÖLELİ [IMPULS RELAY (İMPALS RELAY)] LAMBA TESİSATI DEVRESİ	Temrin No 40

AMAÇ: İmpuls (darbe akım) röleli lamba tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.69: İmpuls röleli lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
60 W lamba	Duylu, akkor flamanlı veya LED ampul	2 adet
Liht anahtar	Sıva altı	3 adet
İmpuls rölesi	Darbe akım rölesi	1 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm² kablo	NYA kablo	10-15 m
2,5 mm² kablo	NYA kablo	5m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Devreyi kurunuz ve devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Sırasıyla liht anahtarlara basınız ve lambaların belirli sürelerde yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
3- Birkaç liht anahtara aynı anda basınız ve lambanın durumunu gözlemleyiniz.
4- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

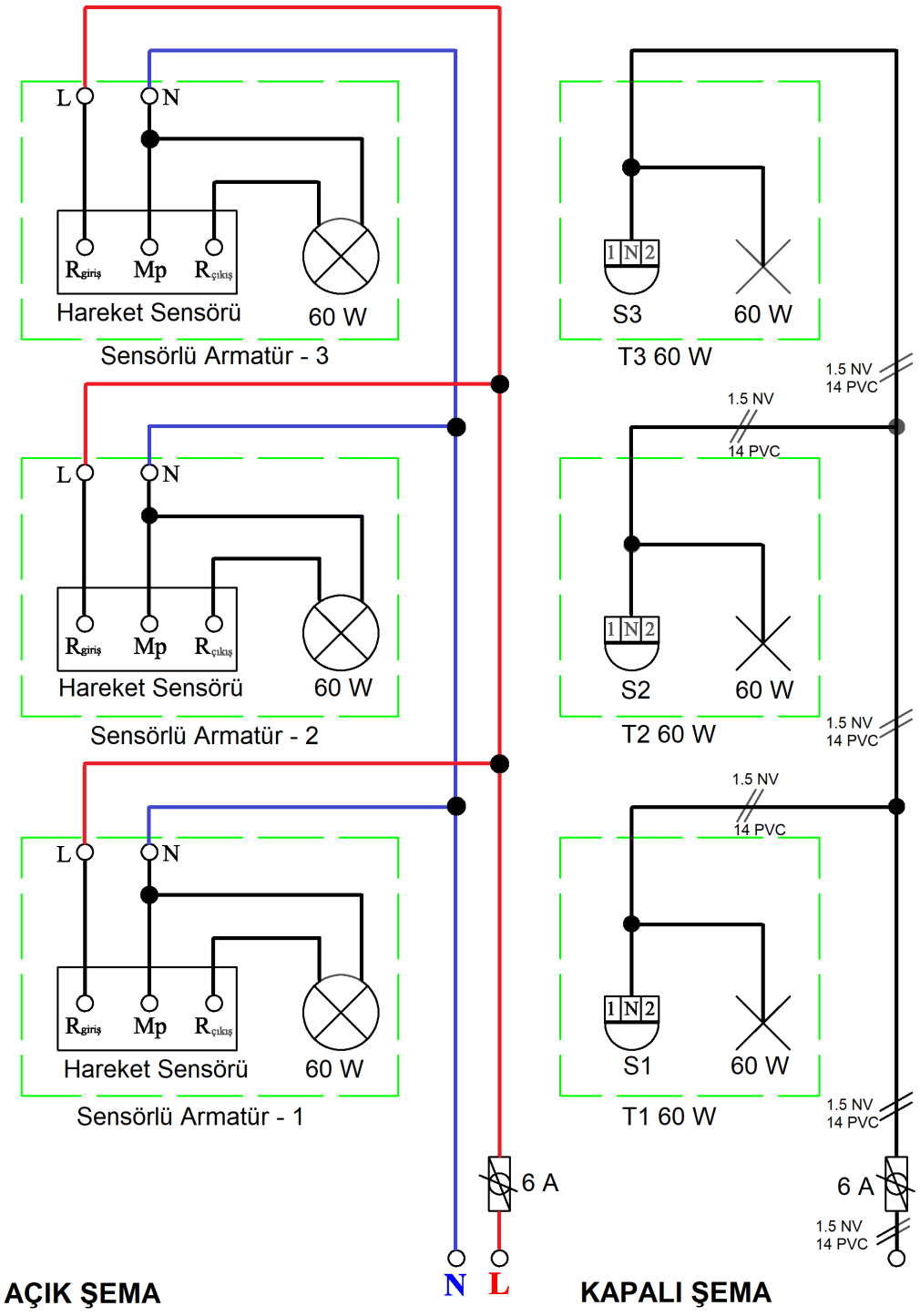
SORULAR

1- Liht anahtarı nedir?
2- Devre nerelerde kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Darbe akım rölenin kablo bağlantılarının yapılması	20	
No:	3	Liht anahtarlarının kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Duyların kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ÜÇ KATLI, SENSÖRLÜ MERDİVEN AYDINLATMA TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		41

AMAÇ: Üç katlı, hareket sensörlü merdiven aydınlatma tesisatı devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.70: Üç katlı, sensörlü lamba tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı veya LED ampul	3 adet
Hareket sensörlü duy	Hareket sensörlü tavan armatürü	3 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	1 adet
1,5 mm² kablo	NYA kablo	10-15 m
2,5 mm² kablo	NYA kablo	5m
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Devreyi kurunuz ve devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- Lambalara sırayla yaklaşıp uzaklaşınız ve lambaların yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.
4- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

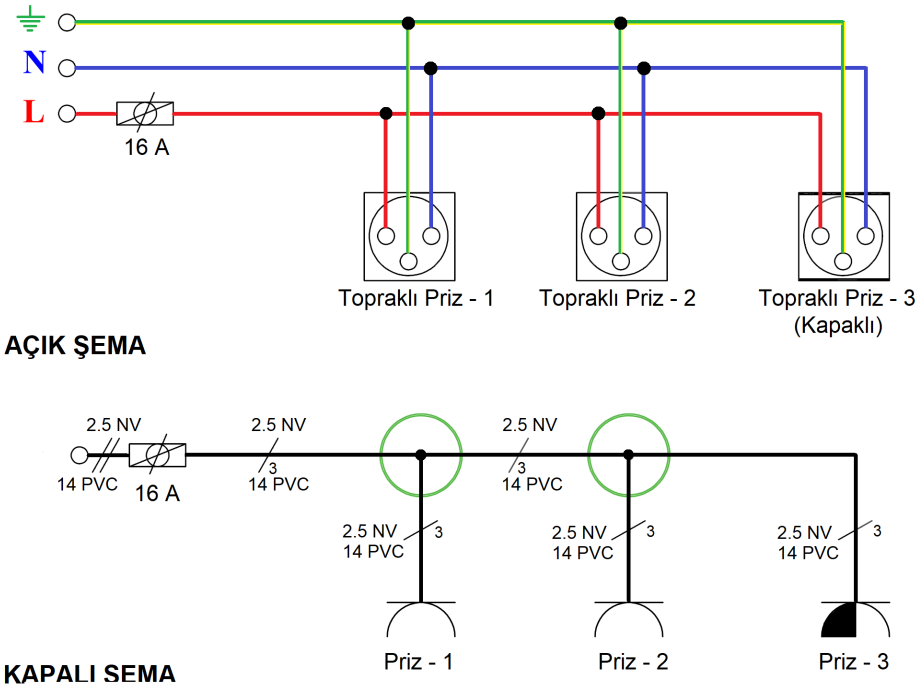
SORULAR

1- Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2- Sensörlü lamba devreleri nerelerde kullanılır?

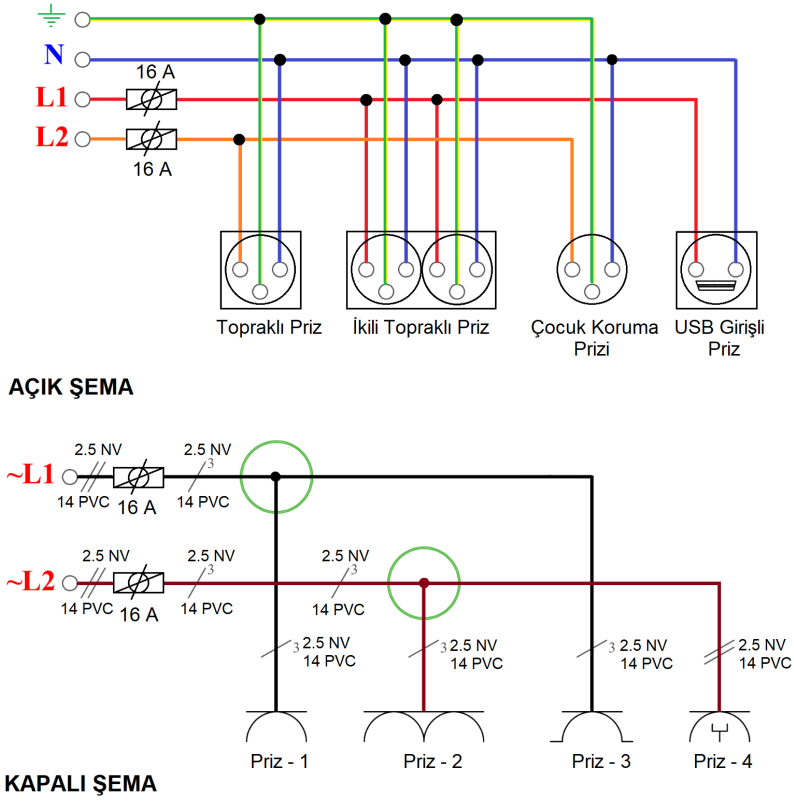
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemalarının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2	Kablo bağlantılarının yapılması	25	
No:	3	Aydınlık ve zaman ayarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	4	Devrenin çalıştırılması	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	PRİZ TESİSATI DEVRELERİ	Temrin No
		42

AMAÇ: Çeşitli priz tesisatı devrelerini kurarak çalışmasını test etmek.



Görsel 2.71: Bir linyeli, üç sortili priz tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması



Görsel 2.72: İki linyeli, dört sortili priz tesisatı devresinin açık ve kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
Topraklı priz (tekli)	Sıva altı (kapaksız)	2 adet
Kapaklı topraklı priz (tekli)	Sıva altı (kapaklı)	1 adet
Topraklı priz (ikili)	Sıva altı (kapaksız)	1 adet
USB prizi	Sıva altı	1 adet
Çocuk koruma prizi	Sıva altı	1 adet
25 A sigorta	Otomatik sigorta, tekli	2 adet
Multimetre		1 adet
2,5 mm² kablo	NYA kablo (kırmızı, siyah, sarı)	5-10 m
Çeşitli elektrik aletleri	USB ve normal girişli	
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 5.19'daki devreyi kurunuz ve devrenin bağlantılarını yapınız.
2- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
3- İlk olarak kontrol kalemi ile prizlerdeki elektriği kontrol ediniz.
4- Multimetreyi uygun gerilim kademesine alarak (AC) gerilimi ölçünüz.
5- Fişi çekiniz ve devreyi sökünüz.
6- Görsel 5.20'deki devreyi kurunuz ve devrenin kablo bağlantılarını yapınız.
Topraklama kablosunun doğru bağlandığından emin olunuz.
7- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
8- İlk olarak kontrol kalemi ile prizlerdeki elektriği kontrol ediniz.
9- Multimetreyi uygun gerilim kademesine alarak (AC) gerilimi ölçünüz.
10- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

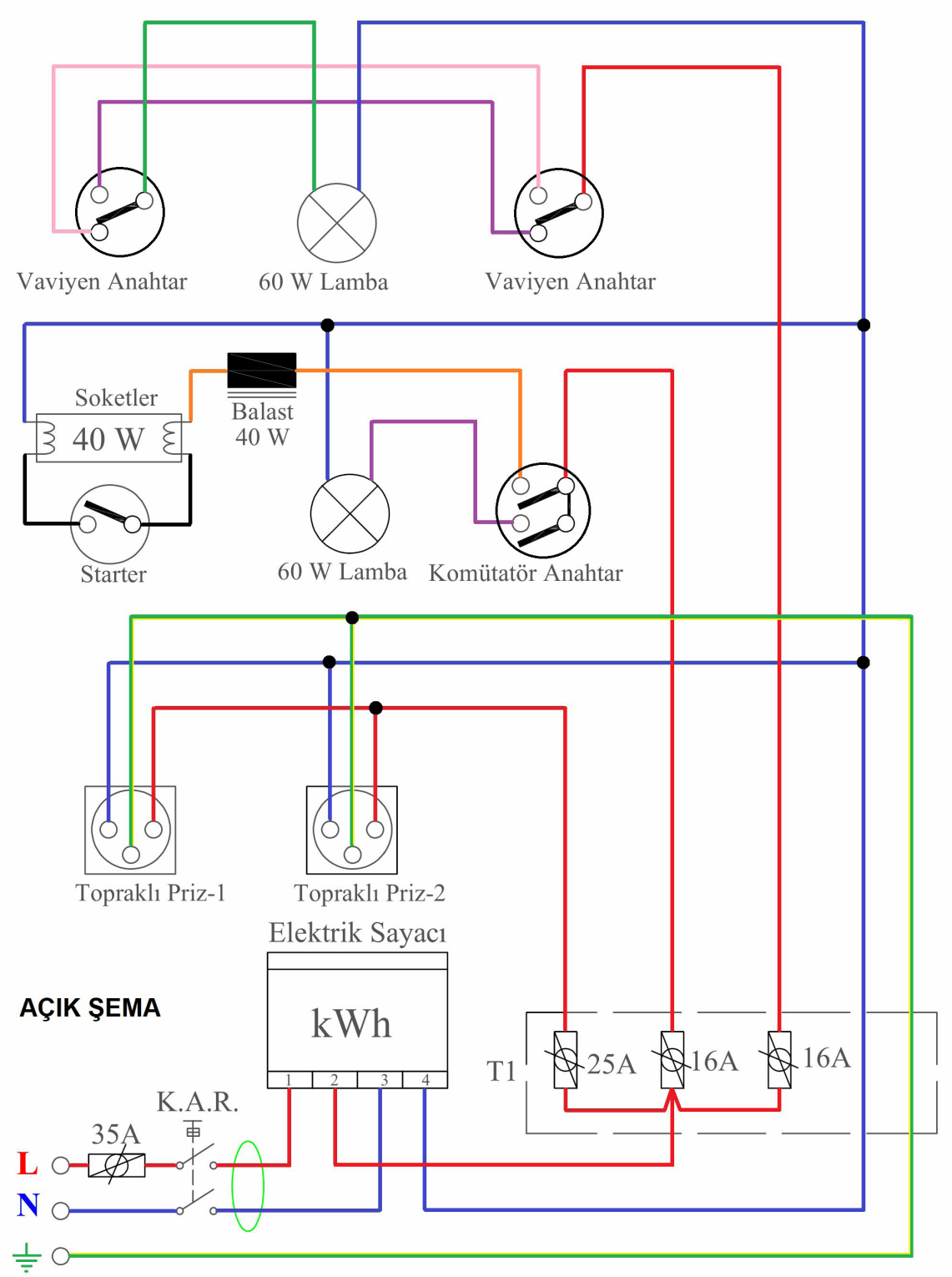
SORULAR

1- Topraklı priz genellikle nerelerde tercih edilir? Niçin?
2- Kapaklı prizlere kapak konulmasının sebebi nedir?

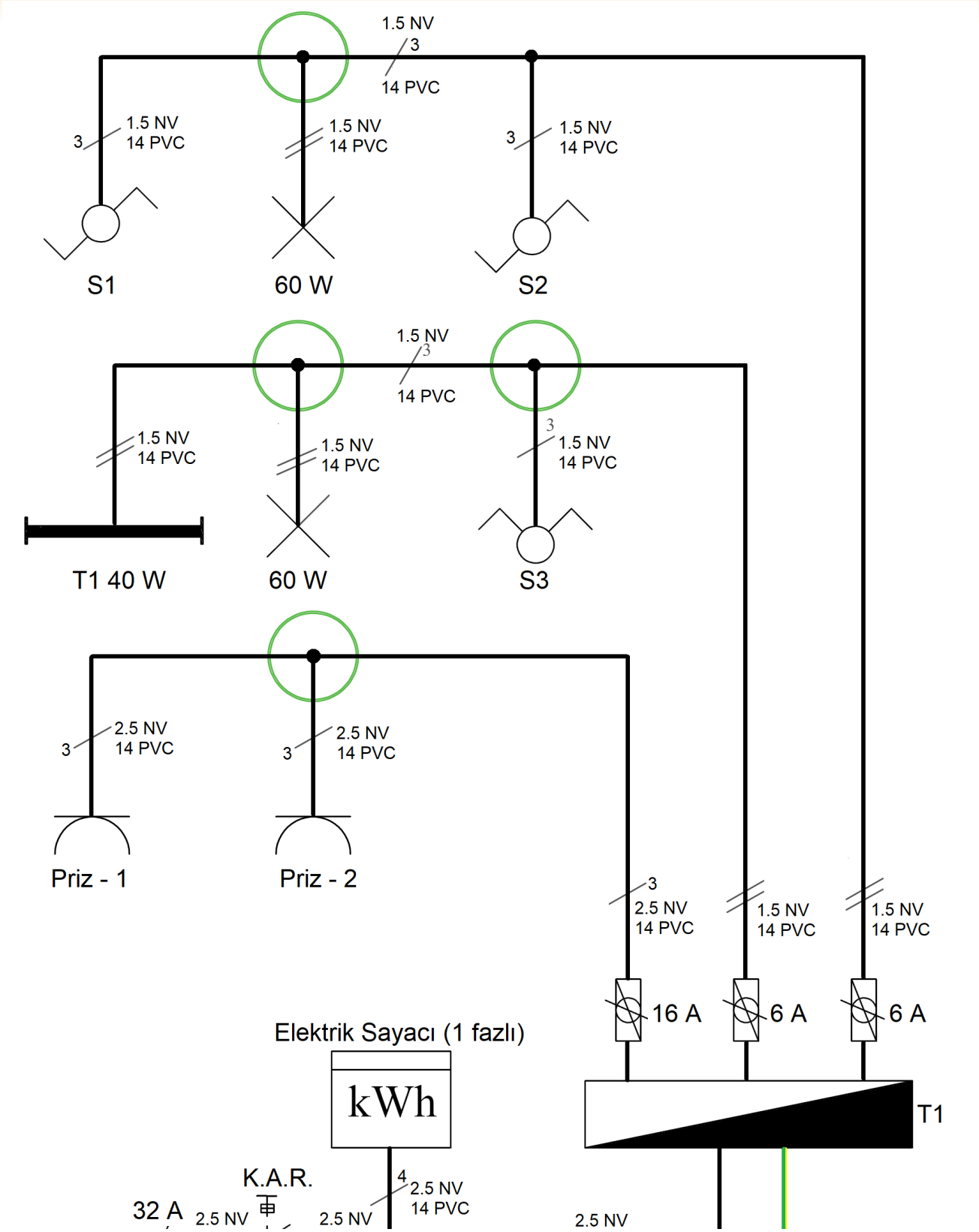
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemalarının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Bir linyeli, üç sortili priz tesisatı devresinin kurulması	20	
No:	3	Bir linyeli, üç sortili priz tesisatı devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Bir linyeli, üç sortili priz tesisatı devresinin çalıştırılması	20	
Adı Soyadı:	5	İki linyeli, dört sortili priz tesisatı devresinin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ELEKTRİK SAYAÇLI KUVVET TESİSATI DEVRELERİ	Temrin No
		43

AMAÇ: Elektrik sayaçlı kuvvet tesisatı devrelerini kurarak çalıştırmak.



Görsel 2.73: Elektrik sayaçlı kuvvet tesisatı devresinin açık şeması



Görsel 2.74: Elektrik sayaçlı kuvvet tesisatı devresinin kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
Elektrik sayacı	1 fazlı	1 adet
Kaçak akım koruma rölesi		1 adet
Enerji panosu		1 adet
35 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	1 adet
25 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	1 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	2adet
Topraklı priz	Sıva altı, 1 fazlı	2 adet
Floresan lamba	40 W floresan armatür	1 adet
60 W lamba	Akkor flamanlı lamba	2 adet
Komütatör anahtar	Sıva altı	1 adet
Vaviyen anahtar	Sıva altı	2 adet
2,5 mm^2 kablo	NYA kablo	20-30 m
Duy fiş		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Tüm malzemeleri set/plançete üzerinde uygun yerlere yerleştiriniz.
2- Elektrik sayacı kablo bağlantılarını yapınız.
3- Elektrik panosundan başlayarak priz hattının linye ve topraklama bağlantılarını yapınız.
4- Elektrik panosundan başlayarak her iki aydınlatma linyesinin bağlantılarını yapınız.
5- Tüm bağlantıları kontrol ediniz ve bağlantıların gerekli yalıtım işlemlerini yapınız.
6- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7- Sigortaları kapatınız.
8- İlk olarak prizleri sırayla lamba takılmış duy fiş ile kontrol ediniz.
9- Komütatör anahtar düğmelerini açıp kapatarak floresan lamba ve akkor flamanlı lambanınçalışmasını kontrol ediniz.
10- Vaviyen anahtar devresinin çalışmasını kontrol ediniz.
11- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

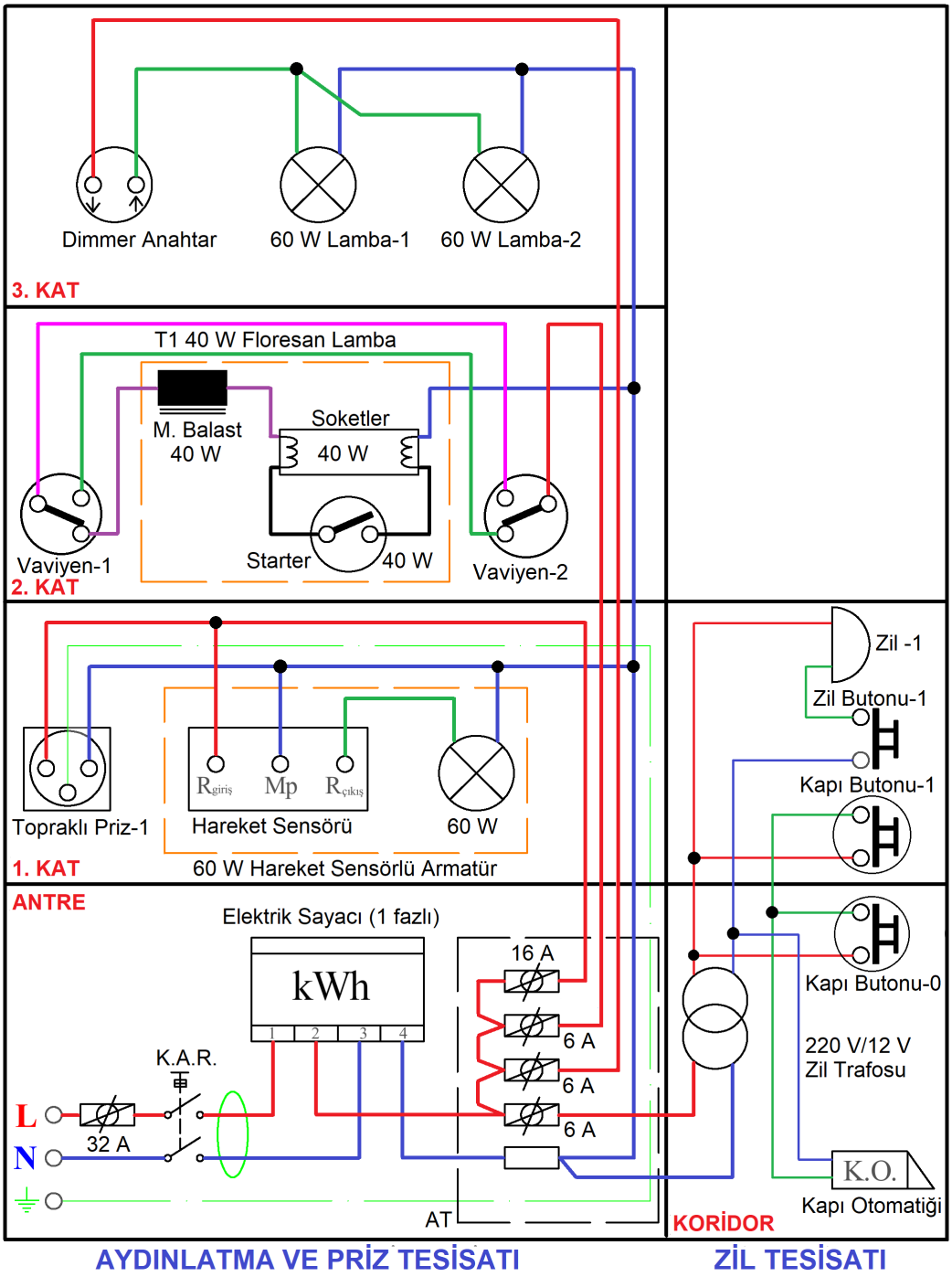
SORULAR

1- Lamba ve priz tesisatında kullanılan kablo kesitlerini yazınız.
2- Linye nedir?
3- Bir kuvvet tesisatındaki linyeye en fazla kaç priz bağlanır?
4- Kaçak akım rölesinin görevi nedir?

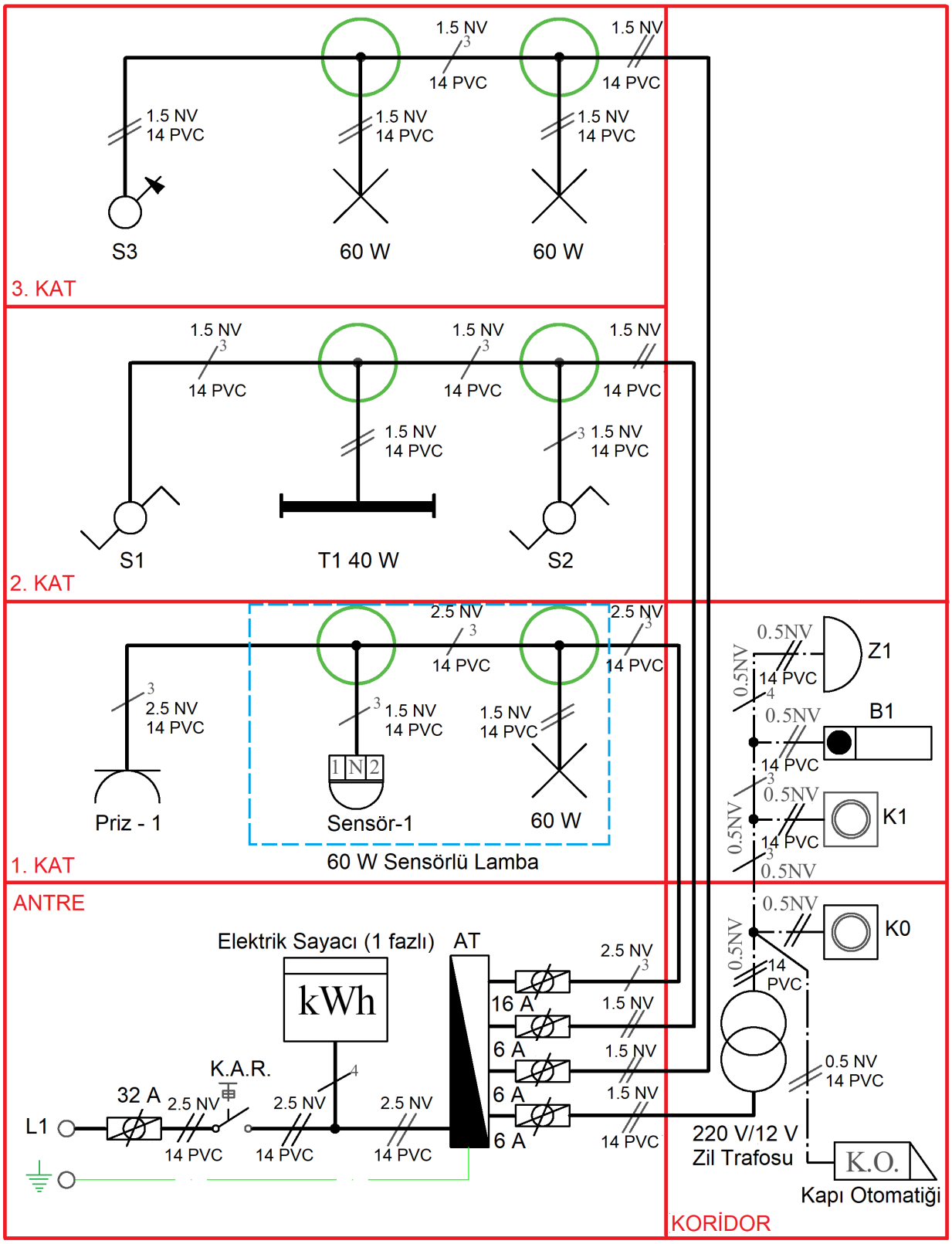
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemalarının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	20	
No:	3	Sayaç kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Elemanlar arası kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	DÖRT LİNYELİ ZAYIF VE KUVVETLİ AKIM TESİSATI DEVRESİ	Temrin No
		44

AMAÇ: Dört linyeli zayıf ve kuvvetli akım elektrik tesisatı devresini kurmak ve çalıştırmak.



Görsel 2.75: Dört linyeli zayıf ve kuvvetli akım tesisatı devresinin açık şeması



Görsel 2.76: Dört linyeli zayıf ve kuvvetli akım tesisatı devresinin kapalı şeması

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Plançete/ eğitim seti		1 adet
Elektrik sayacı	1 fazlı	1 adet
Kaçak akım koruma rölesi		1 adet
Enerji panosu		1 adet
35 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	1 adet
25 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	1 adet
16 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	2 adet
6 A sigorta	Otomatik sigorta, 1 fazlı	1 adet
Topraklı priz	Sıva altı, 1 fazlı	1 adet
Floresan lamba	40 W, floresan armatür	1 adet
60 W lamba	Duylu, akkor flamanlı lamba	3 adet
Sensörlü lamba	Duylu, hareket sensörlü armatür	1 adet
Dimmer anahtar	Sıva altı	1 adet
Vaviyen anahtar	Sıva altı	2 adet
Kapı otomatiği	Zincirli veya zincirsiz tip	1 adet
Zil transformatörü	220/12 V	1 adet
Elektronik zil	Melodili	1 adet
Buton	Sıva altı, anahtar tipli	3 adet
Zil teli	0,5 mm^2	10 m
2,5 mm^2 kablo	NYA kablo	20-30 m
Duy fiş		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, izole bant	
Uzatma kablosu		

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Tüm malzemeleri set/plançete üzerinde uygun yerlere yerleştiriniz.
2- Elektrik sayacı kablo bağlantılarını yapınız.
3- Zil ve kapı otomatiği zayıf akım tesisatı devresini kurup devrenin bağlantılarını yapınız.
4- Priz hattının linye ve topraklama bağlantılarını yapınız.
5- Hareketli sensör devresinin bağlantılarını yapınız.
6- Vaviyen anahtarın devre bağlantılarını yapınız.
7- Dimmer anahtarın devre bağlantılarını yapınız.
8- Tüm bağlantıları kontrol ediniz ve gerekli yalıtım işlemlerini yapınız.
9- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
10- İlk olarak zayıf akım tesisatı devresini kontrol ediniz. Zilin çaldığını ve kapı otomatiğinin çalıştığını gözlemleyiniz.
11- Duy fiş ile prizi kontrol ediniz.
12- Sensörlü lamba devresini kontrol ediniz.
13- Vaviyen anahtar devresini kontrol ediniz.
14- Dimmer anahtar devresini kontrol ediniz.
15- Enerjiyi keserek çalışmayı sonlandırınız.

SORULAR

1- Zayıf akım devresini kuvvetli akım devresinden ayıran en önemli özellik nedir?
2- Priz linyesi niçin aydınlatma ile birleştirilmiştir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin açık ve kapalı şemalarının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	20	
No:	3	Sayaç kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Elemanlar arası kablo bağlantılarının yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

1- 1,5 mm² kesitli iletken; ..... ve ..... tesisat devrelerinde kullanılır.
2- Tek damarlı, tek telli bakır kablolara ..... kablolar denir.
3- Pense gibi işlem yapan ancak pensenin sığmayacağı yerlerde ..... kullanılır.
4- Düz giden iki çift iletkeni birbirine bağlamak için yapılan eke ..... denir.
5- Çizim kâğıtlarının alt köşesine çerçeve içine yerleştirilen ve konu ve resimlerle ilgili bilgilerin bulunduğu çizelgeye ..... denir.

B. Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyun ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

6- (...) Elektrik akımını ileten tel demetine yalıtkan denir.
7- (...) İletkenlerin birleştirilmesinde klemens kullanılır.
8- (...) Eğik yazılar dikeyle 750 açılı olmalıdır.
9- (...) Ölçü çizgileri, görünüş çizgisinden 10-12 mm olarak dışarıdan verilmelidir.
10- (...) Anten ve TV tesisatlarında, ses ve video iletiminde antigron kablolar kullanılır.
11- (...) İnternet ve ağ hattına bağlanabilmek için data prizleri kullanılır.

C. Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin yönündeki parantez içlerine kavramların önündeki harflerden uygun olanları (her harf bir defa kullanılacak) yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
12-	(.....)	Bir lambayı bir yerden yakıp söndürür.	**A**	Dimmer Anahtar
13-	(.....)	Birden çok noktadan birden çok lambayı yakıp söndürür.	**B**	Komütatör Anahtar
14-	(.....)	İki ayrı lambayı tek noktadan yakıp söndürür.	**C**	Adi Anahtar
15-	(.....)	Lambanın ışık ayarını yapar, lambayı yakıp söndürür.	**D**	Vaviyen Anahtar
16-	(.....)	Bir lambayı iki ayrı yerden yakıp söndürür.	**E**	Liht Anahtar
17-	(.....)	Elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren elemandır.	**F**	Armatür
18-	(.....)	Dekoratif görünümlü duylardır.	**G**	Priz
19-	(.....)	Prizlerden elektrik alınmasını sağlayan elemandır.	**H**	Sigorta
20-	(.....)	Enerjinin verildiği devre elemanıdır.	**J**	Lamba
21-	(.....)	Devreyi koruyan elemanlardır.	**K**	Fiş
22-	(.....)	İçinden kabloların geçtiği elemanlardır.	**L**	Kasa
23-	(.....)	İletkenlerin ek yapıldığı elemanlardır.	**M**	Tesisat Borusu
24-	(.....)	Anahtarların montajının yapıldığı elemanlardır.	**N**	Kablo Bağı
25-	(.....)	Kabloların düzenli şekilde durmasını sağlar.	**O**	Kroşe
26-	(.....)	Kabloların tutturulmasına yarayan gereçlerdir.	**P**	Buat

D. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

27- Aşağıdakilerden hangisi iletken <u>değildir?</u>

A) Alüminyum **B)** Bakır **C)** Kauçuk **D)** Altın **E)** Gümüş

28- Aşağıdakilerden hangisi geometrik şekline göre iletkenlerdendir?

A) Altın **B)** Çok Telli **C)** Gümüş **D)** Bara **E)** Alüminyum

29- Aşağıdakilerden hangisi elektrik tesislerinde kullanılan standart iletken kesitlerinden <u>değildir?</u>

A) 240 mm2 **B)** 150 mm2 **C)** 95 mm2 **D)** 25 mm2 **E)** 15 mm2

30- Çok damarlı, çok telli izoleli iletkenlerin bir araya getirilip PVC ile kaplanması yoluyla oluşturulan kablolara ne ad verilir?

A) TTR **B)** NYAF **C)** NYA **D)** NYAFZ **E)** NYM

31- Yüksek hızlarda veri taşımak için kullanılan kablolar aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kordon Kablo **B)** Telefon Kablo **C)** DT8 Kablo **D)** CAT6 Kablo **E)** Zil Teli

32- 210 mm x 297 mm ölçülerine sahip kâğıt türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) A5 **B)** A4 **C)** A3 **D)** A2 **E)** A1

33- Elektrik iç tesislerinde orta iletkenler hangi renk ile gösterilir?

A) Pembe **B)** Kırmızı **C)** Yeşil-Sarı **D)** Siyah **E)** Mavi

3. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL MEKANİK UYGULAMALARI

3-1- MEKANİK ATÖLYESİNDE KULLANILAN KORUYUCU EKİP MANLARI AÇIKLAMAK
3-2- ÖLÇME VE KESME İŞLEMLERİNİ YAPMAK
3-3- DELME VE VİDALAMA İŞLEMLERİNİ YAPMAK
3-4- EĞELEME İŞLEMLERİNİ YAPMAK

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1- Kişisel koruyucu donanımlar hakkında bilgi edininiz.
2- Kesici ve delici el aletleri hakkında bilgi edininiz.
3- Eğeleme işleminin işlem adımlarını araştırınız.

BİLGİ YAPRAĞI

3.1.1. MEKANİK ATÖLYESİNDE KULLANILAN KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

İş sağlığı, çalışanın "sağlıklı" ya da daha doğru bir ifade ile "tam bir iyilik hali" içinde olması demektir. Çalışanın sağlıklı kalabilmesi, kişisel dikkatine ve çalışma ortamının güvenli olmasına ağlıdır. Mekanik atölyelerinde bulunan kesici, ve delici alet ve makinelerin kullanımı sırasında azami dikkat göstermek, ve makine talimatlarına uymak, işin gerektirdiği koruyucu ekipmanları kullanmak gerekir.

Çalışanı, iş risklerine karşı koruyan eldiven, gözlük vb. ekipmanların her birine **kişisel koruyucu donanım (KKD)** denir. Kişisel koruyucu ekipmanlar, çalışılan ortamda kişisel güvenliği ve çevre güvenliğini korumak için kullanılan malzemelerdir. Amacı, herhangi bir iş kazasını önlemek, çalışan sağlığını korumak ve kazanın en az hasarla atlatılmasını sağlamaktır. Genel olarak iş kazalarında meydana gelen yaralanmaların, insan vücudundaki etkileri yüzdelik olarak Tablo 1.1'de verilmiştir.

	Baş Bölgesi	Yüz Bölgesi	Göğüs Bölgesi	Kol Bölgesi	El Bölgesi	Bacak Bölgesi	Ayak Bölgesi
Kaza Oranı (%)	%15	%8	%10	%3	%15	%15	%34

Tablo 3.1: İş Kazalarında Meydana Gelen Yaralanmaların İnsan Vücudundaki Etkileri (%)

3.1.2. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM ÇEŞİTLERİ

Görsel 3.1: Kişisel koruyucu donanımlar

a) Baş Koruyucular: Başı darbelere karşı koruyan baret, kask gibi koruyuculardır. Dış kabuk ve içlikten oluşurlar. Kabuk, darbelerin ilk şiddetini önlerken, içlik dete süspansiyon görevi görür.

b) Göz ve Yüz Koruyucular: Gözleri ve yüzü koruyan gözlük, siperlik gibi koruyuculardır. Yabancı madde ve darbelere karşı koruma sağlarlar.

c) Kulak Koruyucular: Çalışma ortamının gürültülerine karşı kulakları koruyan koruyuculardır. Bir çalışma günü için gürültü dozu, 85 dB'i aşmamalıdır.

ç) Solunum Sistemi Koruyucular: Çalışma ortamındaki tehlikeli tozlardan, gazlardan ve dumanlardan korunmak için kullanılan koruyuculardır. Maskeler, solunum cihazları, dalgıç elbisesi vb. koruyucular bu sınıftandır.

d) Gövde ve Karın Koruyucular: Gövde ve karın bölgesine gelebilecek tehlikeleri önleyen koruyuculardır. Ceket, pantolon, emniyet kemeri, iş elbisesi (önlüğü), yelek, yağmurluk, tulum, kimyasal koruyucu elbiseler, kaynakçı önlükleri, ısı ve alevden koruyan elbiseler bu sınıftandır.

e) El ve Kol Koruyucular: El ve kolu, doğacakişin oluşturduğu tehlikelere karşı koruyan eldivenlerdir.

f) Ayak ve Bacak Koruyucular: Ayakları, darbe ve ezilmelere karşı koruyan ayakkabı, çizme gibi koruyuculardır.

3.1.3. MEKANİK ATÖLYESİNDE İŞ KAZALARINA KARŞI KORUNMA YÖNTEMLERİ

- Çalışma boyunca mutlaka işe ve sürekli olarak uygun KKD'ler kullanılmalıdır.
- Her iş için o işe uygun alet kullanılmalıdır.
- Çalışma sistemisı bilinmeyen tezgâhta iş yapılmamalıdır.
- Araç ve gereçler tezgâh üzerine, tezgâhtan yere düşmeyecek biçimde konulmalıdır.
- El aletleri ile çalışılırken işe odaklanılmalıdır.
- Alet kullanılmadan önce sağlamlığı kontrol edilmelidir.
- Sivri uçlu aletler cepte taşınmamalıdır.

BİLGİ YAPRAĞI

3.2.1. ÖLÇME, KESME VE KONTROL

- **Ölçme:** Bilinmeyen bir değerin, kendi cinsinden, bilinen ve birim olarak kabul edilen bir değerlerle karşılaştırılmasına **ölçme** denir. Kumpas ile uzunluk, mikrometre ile çap ölçümü gibi.
- **Kontrol:** Bir işin istenilen ölçü sınırlarında ve istenilen özelliklerde yapılıp yapılmadığının tespitine **kontrol** denir. Bir parça yüzeyinin düzgünlüğünün gönye ile tespiti gibi.
- **Kesme:** Bir iş parçasının, kesici takımlarla ikiye ayrılması işlemine **kesme** denir.

İş parçalarının işlenmeye hazırlanması ve istenen şekle getirilmesi için kesme aletleri ile belli ölçülerde kesilmesi gerekir. Kesme işleminden önce amaca uygun ölçülendirme yapılır. Ölçülendirme, en az kesme işlemi kadar önemlidir. Çünkü parça kesildikten sonra geri dönüşü yoktur. Basit kesme işlemleri için el testeresi ve mengene yeterlidir. Malzeme mengeneye bağlanarak kesme işlemi gerçekleştirilir.

3.2.2. MENGENELER VE ÖZELLİKLERİ

İş parçalarını sabitlemek amacıyla kullanılan ve biri sabit, diğeri hareketli iki çeneden oluşan bağlantı aletlerine **mengene** denir. Mekanik uygulamalarda en çok kullanılan aletlerdendir. Tesviyeci, tezgâh ve ayaklı mengene gibi çeşitleri vardır. Kesme ve eğeleme işlemleri, iş parçasını mengeneye bağlayarak gerçekleştirilir.

Görsel 3.2: Mengene

Mengene kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

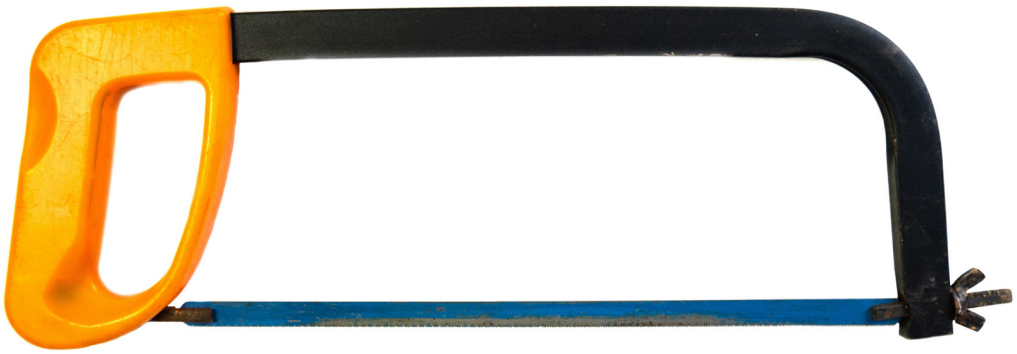
- Verimli bir işlem için mengene yüksekliği, dirsek yüksekliğinin 5-8 cm altında olmalıdır.
- Parçalar mümkün olduğunca kısa bağlanmalı ve çeneler arasında ortalanmalıdır.
- Parçayı tek taraftan sıkmak gerekiyorsa diğer tarafa aynı kalınlıkta takoz konulmalıdır.
- Mengene yalnızca kol kuvveti ile sıkılmalıdır.
- Parça doğrultma işlemi, çeneler üzerinde değil, mengene örsü üzerinde yapılmalıdır.
- Çalışmadan sonra mengene üzerindeki artık ve talaşlar temizlenmeli, mengenenin bakımlarıyapılmalıdır.

3.2.3. EL TESTERESİ İLE KESME İŞLEMİ

El testeresi, basit kesme işlemleri için kullanılan testeredir. Testere kolu, testere laması ve dişleri bağlantı somunları ve saptan oluşur. El testereleri ile doğru bir kesme yapabilmek için testere lamasının keskin olması, testere çaprazının bozulmamış olması ve testerenin kurallara uygun sürülmesi gerekir.

El testeresi ile kesme işlemi yaparken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- Ses ve titreşimi önlemek için parça, mümkün olduğu kadar kısa bağlanmalıdır.
- Testere laması takılırken kesme işleminin gerçekleşmesi için kesici dişler ileri bakmalıdır.
- Lama, testere koluna aşırı gergin bağlanmamalıdır.
- Tüm dişlerin kesme yapması için testere, boydan boya sürülmelidir.
- Kesme işlemi biterken hız ve kesme kuvveti ve hız azaltılmalıdır.
- Kalınlığı az olan parçalar, geniş yüzeylerden kesilmelidir.



Görsel 3.3: El testeresi

BİLGİ YAPRAĞI

3.3.1. DELME

Parçalardan talaş kaldırarak delikler elde etme işlemine **delme** denir. Delme, parçaların boşaltılarak kolay işlenmesinde ve, birbirine kolay bağlanmasında önemli bir yer tutar. Delik delme işlemi, matkap ve matkap uçları ile yapılır

3.3.2. MATKAPLAR

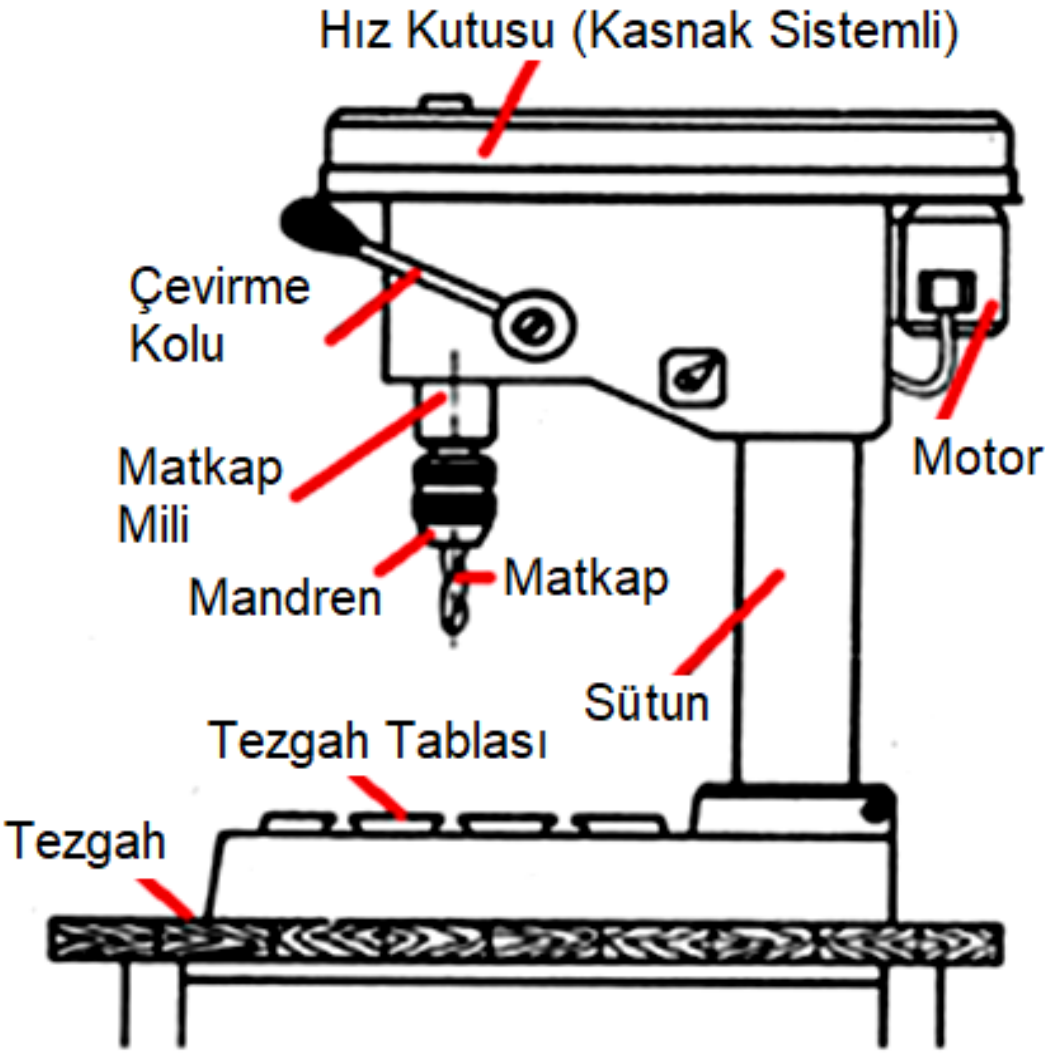
Elektrikli delik delme makinelerine **matkap** denir. İçlerindeki motor yardımıyla oluşturulan dönme hareketi, dişli kutusu ile mandrene, oradan da uca ulaştırılır. Elde taşınabilen ve tezgâhta kullanılan modelleri vardır.

Matkap çeşitleri şunlardır;

a) El Matkapları (Breyizler): Elle taşınabilen matkaplardır. Hafif ve pratik olup duvar, metal ve ahşap malzemelerin delinmesinde kullanılır. Şarjlı modelleri de bulunmaktadır.

Görsel 3.4: El matkabı

b) Masa Matkapları: Bir tezgâha sabitlenerek çalıştırılan matkaplardır. Genellikle küçük çaplı deliklerin seri olarak delinmesinde kullanılırlar. Kayış kasnak sistemli ve hız kutulu çeşitleri vardır.



Görsel 3.5: Masa matkabı

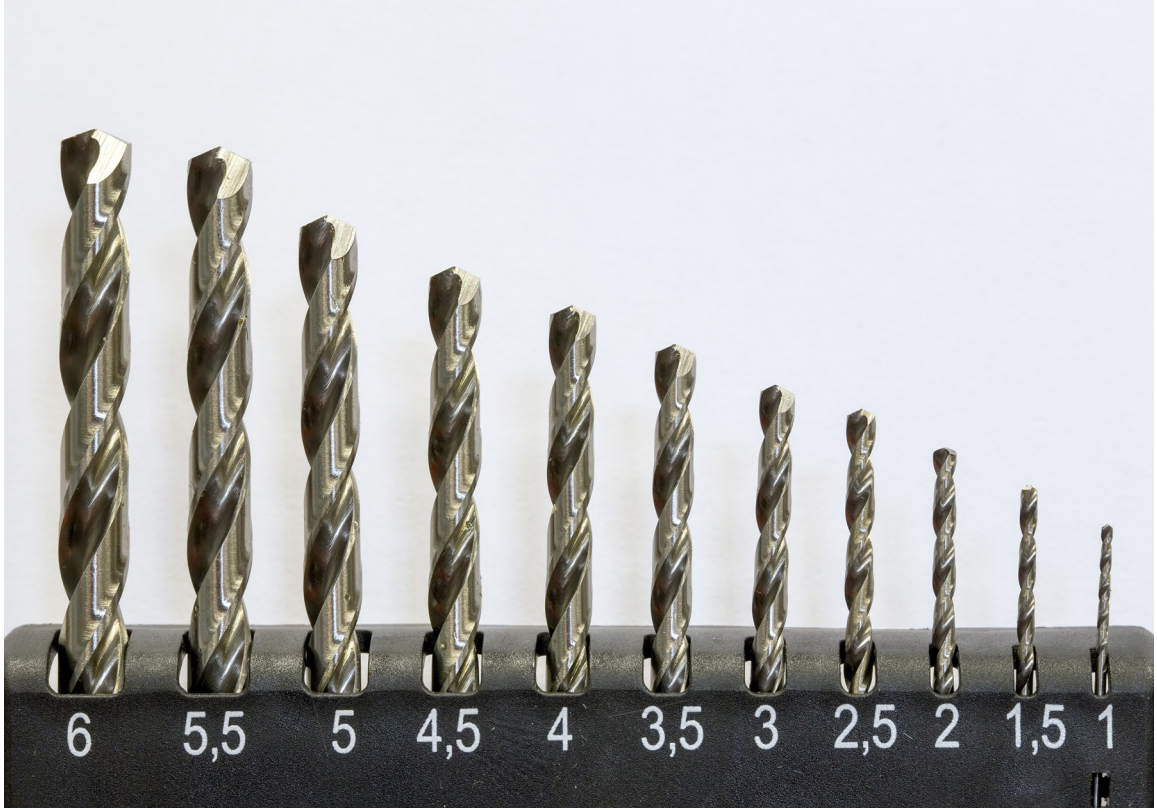
c) Sütunlu Matkap Tezgâhları: Hareket iletim mekanizması ve iş tablası bir sütun üzerine yerleştirilen matkaplardır. Tip olarak masa tipi matkap tezgâhlarına benzerler, farkı tezgâhın kendisine mahsus bir alt tablasının bulunmasıdır. Büyük ebatlı parçalara daha büyük çapta deliklerin delinmesinde kullanılırlar. Farklı yüksekliklerde, küçük ve orta büyüklükteki iş parçalarının delme işlemleri için uygundur. İş parçaları mengene ya da pabuçlar yardımı ile doğrudan tablaya bağlanabilir. Çok milli veya işlem sıralı olarak gruplandırılırlar. Kayış kasnak sistemi ile ya da yarı kayış kasnak sistemi ile çalışırlar.

Matkap tezgâhlarında çalışırken alınması gereken tedbirler şunlardır;

- İş elbisesinin kolları lastikli, matkaba dolanmayacak şekilde olmalıdır.
- İş parçası çok iyi sabitlenmeli, parça sabitlenmeden matkap çalıştırılmamalıdır.
- Matkap ucu kontrol edilmeli, körelmiş uçla kesinlikle delme yapılmamalıdır.
- Delme sırasında koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Tezgâh çalışırken hiçbir şekilde hareketli kısımlara hiçbir şekilde dokunulmamalıdır.
- Matkapta temizleme malzemesi olarak sadece fırçalar kullanılmalı, üstüpü vb. kullanılmamalıdır.

3.3.3. MATKAP UÇLARI

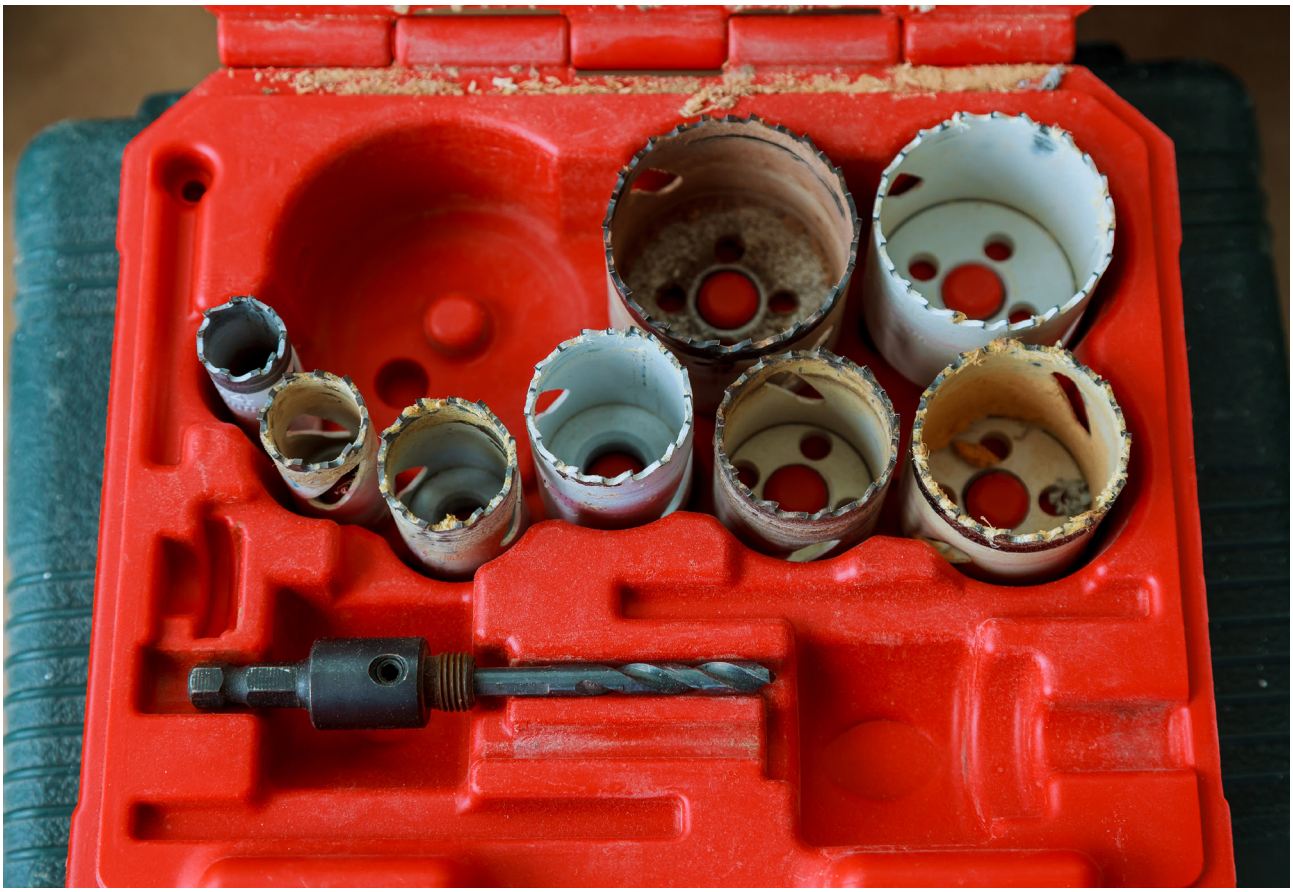
Matkap ucuna bağlanarak delme işlemini gerçekleştiren kesici takımlardır. Karbonlu sert çelikten, farklı çaplarda yapılırlar. T ve talaşların malzemeden uzaklaştırılması için helisel kanallara sahiptirler. Silindirik ve konik saplı çeşitleri vardır. Silindirik saplı olanlar mandren ile, konik saplı olanlar ise mors koniği ile breyiz veya matkap tezgâhına bağlanır. Normal matkap uçlarının yanı sıra özel işlemler için kullanılan matkap uçları da vardır.



Görsel 3.6: Çeşitli metal matkap uçları

3.3.4. PANÇLAR(PUNCH)

Pançlar, sacç ve ahşap malzemelerin dairesel olarak kesilmesinde kullanılan özel delme ve kesme takımlarıdır. Sertleştirilmiş çelikten çeşitli çaplarda üretilirler. Ortalarından geçen matkap ucu ile matkaba bağlanırlar. Çeşitli boyutlarda dairesel kesme amacıyla kullanılırlar. Dairesel kesmede ilk olarak merkez deliği delinir, daha sonra dairesel kesme işlemi yapılır.



Görsel 3.7: Panç seti

3.3.5. VİDALAR

Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlayan elemanlara **vida** denir. Düzgün biçimli ve ölçülüdeki dişler ileve başlıktan oluşurlar. Çok çeşitli şekil ve boyda vida bulunmaktadır. Kullanım alanlarına göre saç vidası, ağaç vidası ve cıvata gibi çeşitleri vardır. Vidalama işlemlerinde, vida başlığına göre tornavida veya anahtar kullanılır.

Görsel 3.8: Çeşitli vidalar

Vidalama işlemlerinde dikkat edilecek hususlar şunlardır;

1- Vida deliği açılırken vida çapına uygun matkap ucu seçilmelidir.
2- Vidalar baş şekline uygun; düz, yıldız tornavidalar veya uygun anahtar ile sıkılmalı ve sökülmelidir.
3- Sıkma ve sökme işlemi uygun tork ile yapılmalı, vida başına zarar verilmemelidir.
4- Amaca uygun vida kullanılmalıdır.

BİLGİ YAPRAĞI

3.4.1. EĞE VE EĞELEME

Üzerinde bulunan dişler yardımıyla iş parçalarını, talaş kaldırarak istenilen biçim ve ölçüye getirmeye yarayan el aletlerine eğe, yapılan işleme **eğeleme** denir.

3.4.2. EĞE ÇEŞİTLER

Eğeler, silisyum manganezli çelikten imal edilir. Gövde ve kuyruk olmak üzere iki kısımdan oluşurlar. Gövde üzerinde her iki yüzeyde kesici, talaş kaldırıcı dişler bulunur.

a)	Biçimlerine Göre Eğeler	Lama, kare, üçgen, yuvarlak, balıksırtı, trapez vb.
b)	Boylarına Göre Eğeler	4”, 6”, 8”, 10”, 12”
c)	Dış Büyüklüğe Göre Eğeler	ince, normal ve kalın.
d)	Kullanıma Göre Eğeler	Saatçi, tesviyeci, özel.
e)	Dişlilerin Şekline Göre Eğeler	Tek sıralı, çift sıralı, kavisli dişli, törpü dişli.

Tablo 3.2: Eğe Çeşitleri

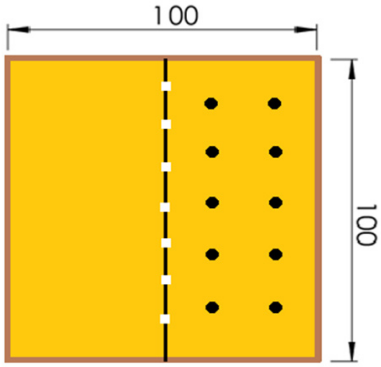
Görsel 3.9: Çeşitli eğeler

3.4.3. EĞELEME İŞLEMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

- Eğeler kullanım yerlerine göre seçilmelidir.
- Eğeler kesinlikle amacı dışında kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Kendi sertliğinden daha sert yapıda işlerin eğelenmesinde kullanılmamalıdır.
- Eğeler mutlaka sapları ile kullanılmalıdır.
- Saplar, eğelemeden önce kontrol edilmeli; kırık, çatlak saplı eğeler kullanılmamalıdır.

TEMRİN ADI	PLAKA ÜZERİNDE KESME, DELME VE EĞELEME İŞLEMLERİ	Temrin No
		45

AMAÇ: Plaka üzerinde kesme, delme ve eğeleme işlemleri yapmak.



Görsel 3.10: Plaka ve gerekli işaretlemeler

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene		1 adet
El testeresi		1 adet
Matkap ve matkap ucu		1'er adet
Eğeler	Düz özellikli	2 adet
Plaka (bakır paket)	100 mm x 100 mm	1 adet
Asetat kalemi		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Kesilecek plakanın kesim yerlerini asetat kalemiyle işaretleyiniz.
2- Plakayı (bakır plaket) mengeneye bağlayınız.
3- El testeresi ile plakayı kesiniz.
4- Delinecek yerleri plaka üzerinde işaretleyiniz.
5- Uygun matkap ucuyla delikleri deliniz.
6- Kesme ve delme yüzeylerini eğe ile düzeltiniz.

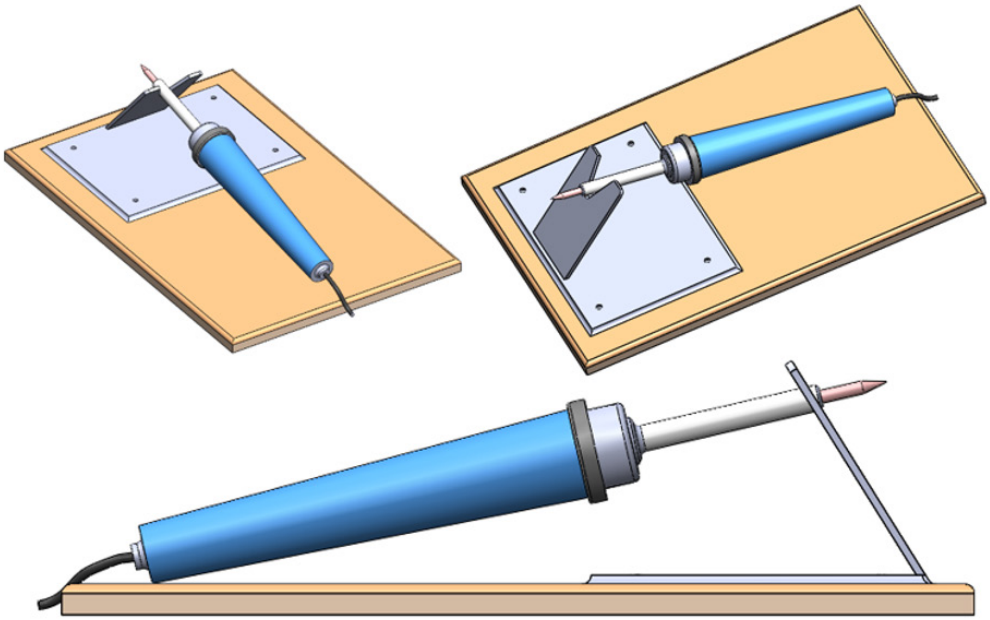
SORU

1- Kesme ve delmede ölçmenin önemini örnekle açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Plakanın/plaketin asetat kalemi işaretlenmesi	20	
Sınıfı:	2	Plakanın/plaketin el testeresi ile kesilmesi	20	
No:	3	Plaka/plaketin üzerinde delinecek yerlerinin işaretlenmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	İşaretlenen yerlerin uygun şekilde delinmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Yüzeylerin eğe ile düzeltilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	HAVYA ALTLIĞI YAPIMI	Temrin No
		46

AMAÇ: Belirlenen malzemeler ile havya altlığı yapmak.



Görsel 3.11: Havya altlığı tasarımı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene		1 adet
Matkap		1 adet
Matkap uçları		2 adet
El testeresi		1 adet
Cetvel ve metre		2 adet
Eğeler	Düz ve yuvarlak özellikli.	1 adet
Asetat kalemi		1 adet
Metal parça		1 adet
Ağaç takozu	Belli ölçülerde, kalınlığı 1-2 cm arası.	1 adet
El aletleri	Kargaburun, pense, tornavida vb.	1 adet
Ağaç vidaları	Yeterli uzunlukta ve ölçülerde.	4 adet
Kalem havya	Belli ölçülerde, kalınlığı 2-5 mm arası.	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 5.2'de verilen havya altlığını inceleyiniz.
2- Havya ölçülerine göre metal altlık ve ahşap destek ölçülerini belirleyiniz.
3- Metal altlığın kesilecek kısımlarını işaretleyiniz.
4- İşaretlenen alanı kesiniz ve eğe ile kesim pürüzlerini düzeltiniz.
5- Kesilen alanı uygun açıda bükünüz.
6- Altlığın delik yerlerini belirleyiniz.
7- Delikleri deliniz.
8- Metal altlığı ahşap desteğe vidalayınız.
9- Kalem havyayı altlığa yerleştirerek düzgünlüğünü kontrol ediniz.

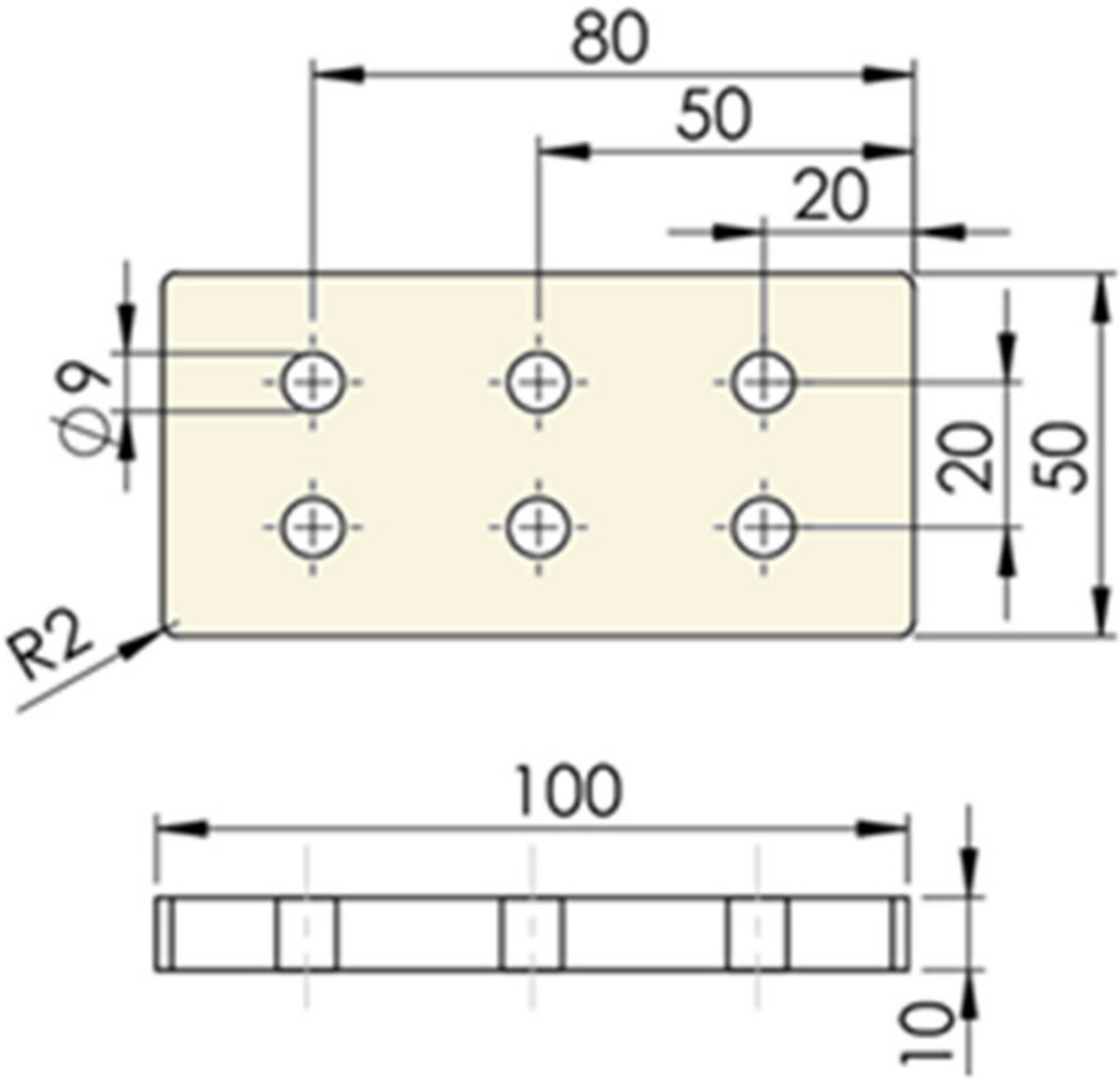
SORU

1- Havya altlığı neden kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Malzeme ölçülerinin belirlenmes	20	
Sınıfı:	2	Metal parçanın işaretlenerek testere ile kesilmesi	20	
No:	3	Kesilen kısımların eğe ile düzeltilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Kesilen metal parçanın bükülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Metalin delinmesi ve ahşap üzerine vidalanması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	İŞ PARÇASI ÜZERİNDE KESME, DELME VE EĞELEME İŞLEMLERİ	Temrin No
		47

AMAÇ: Belirlenen parça (ahşap veya metal) üzerinde kesme, delme ve eğeleme işlemleri yapmak.



Görsel 3.12: İş parçası tasarım ölçüleri

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene		1 adet
Matkap		1 adet
Matkap uçları	Ø 9 mm (kullanılacak malzemeye göre)	2 adet
El testeresi		1 adet
Cetvel		1 adet
Eğeler	Düz ve yuvarlak özellikli.	1 adet
Asetat kalemi		1 adet
İş parçası	Ahşap veya metal eleman.	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- İş parçasını 100 x 50 x 10 mm ölçülerinde asetat kalemi ile işaretleyiniz.
2- İş parçasının işaretlenen alanını el testeresi ile kesiniz
3- Kesilen kenarları eğe ile düzeltiniz.
4- Görsel 5.3'tdeki ölçülere göre asetat kalemi ile delinecek alanları işaretleyiniz.
5- İşaretlenen ölçülere göre delikleri deliniz.
6- Eğelerle son düzeltmeleri yaparak parçayı teslim ediniz.

SORU

1- Ahşap, metal gibi parçalarda neden farklı özellikte matkap uçları kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	İş parçasının asetat kalemiyle işaretlenmesi	20	
Sınıfı:	2	El testeresi ile işaretlenen alanın kesilmesi	20	
No:	3	Kesilen kenarların eğe ile düzeltilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Parça üzerinde ölçülere göre işaretlemelerin yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	İşaretlenen alanların delinmesi ve eğe ile düzeltilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadelerle doldurunuz.

1- Çalışanı, iş risklerine karşı koruyan eldiven, gözlük vb. gibi ekipmanların her birine ..... denir.
2- Bir iş parçasının, kesici takımlarla ikiye ayrılması işlemine ..... denir.
3- El testeresi; testere kolu, testere laması ve dişleri, bağlantı somunları ve ..... oluşur.
4- El testeresi ile kesme yaparken parça, mümkün olduğu kadar ..... bağlanmalıdır.
5- Matkap ile delme sırasında koruyucu ..... kullanılmalıdır.
6- Matkap uçları, karbonlu sert çelikten, farklı çaplarda yapılır ve talaşların malzemeden uzaklaştırılması için ..... kanallara sahiptir.

B. Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

7- (...) Eğeler, çekiç gibi kullanılabilir.
8- (...) El aleti kullanılmadan önce aletin sağlamlığı kontrol edilmelidir.
9- (...) El testeresi ile kesme yaparken kalınlığı az olan parçalar, dar yüzeyinden kesilmelidir.
10- (...) Matkapta temizleme elemanı olarak sadece fırçalar kullanılmalıdır.
11- (...) Matkap çalışırken matkabın ucu değiştirilebilir.
12- (...) Silindirik saplı matkap uçları mandren ile breyiz veya matkaba bağlanır.
13- (...) Vida deliği açılırken genellikle 10 mm matkap ucu kullanılır.
14- (...) Tezgâhlarda çalışırken araç ve gereçler tezgâh üzerine, tezgâhtan yere düşecek biçimde konulmalıdır.

C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

15- Aşağıdakilerden hangisi iş sağlığını doğru tarif etmiştir?
A) Hastalıkları önlemektir.
B) Makineleri doğru kullanmaktır.
C) Makine ile çalışırken uygun KKD kullanmaktır.
D) Çalışma ortamını güvenli hale getirerek çalışanın tam bir iyilik hali içinde olmasını sağlamaktır.
E) Hiçbiri

16- İş kazalarındaki yaralanmalar, aşağıdakilerden hangisinde diğerlerine oranla en fazladır?
A) Yüz bölgesi **B)** Ayak bölgesi **C)** Göğüs bölgesi **D)** El bölgesi **E)** Baş bölgesi

17- Aşağıdakilerden hangisi baş koruyucu KKD'dir?
A) Baret **B)** Eldiven **C)** Gözlük **D)** Yelek **E)** Kulaklık

18- 8 saatlik bir çalışmada kişisel gürültü dozu en fazla kaç dB (A) olmalıdır?
A) 85 dB (A) **B)** 80 dB (A) **C)** 75 dB (A) **D)** 60 dB (A) **E)** 45 dB (A)

19- Aşağıdakilerden hangisi mekanik atölyesinde iş kazalarından korunmak için alınacak tedbirler bakımından yanlıştır?
A) Çalışma esnasında sivri uçlu aletler cepte taşınmamalıdır.
B) El aletleri ile çalışılırken başka bir iş ile uğraşılmamalıdır.
C) Çalışma esnasında uygun KKD kullanılmamalıdır.
D) Çalışma sistemi bilinmeyen tezgâhta iş yapılmamalıdır.
E) Çalışılırken sürekli iş önlüğü giyilmelidir.

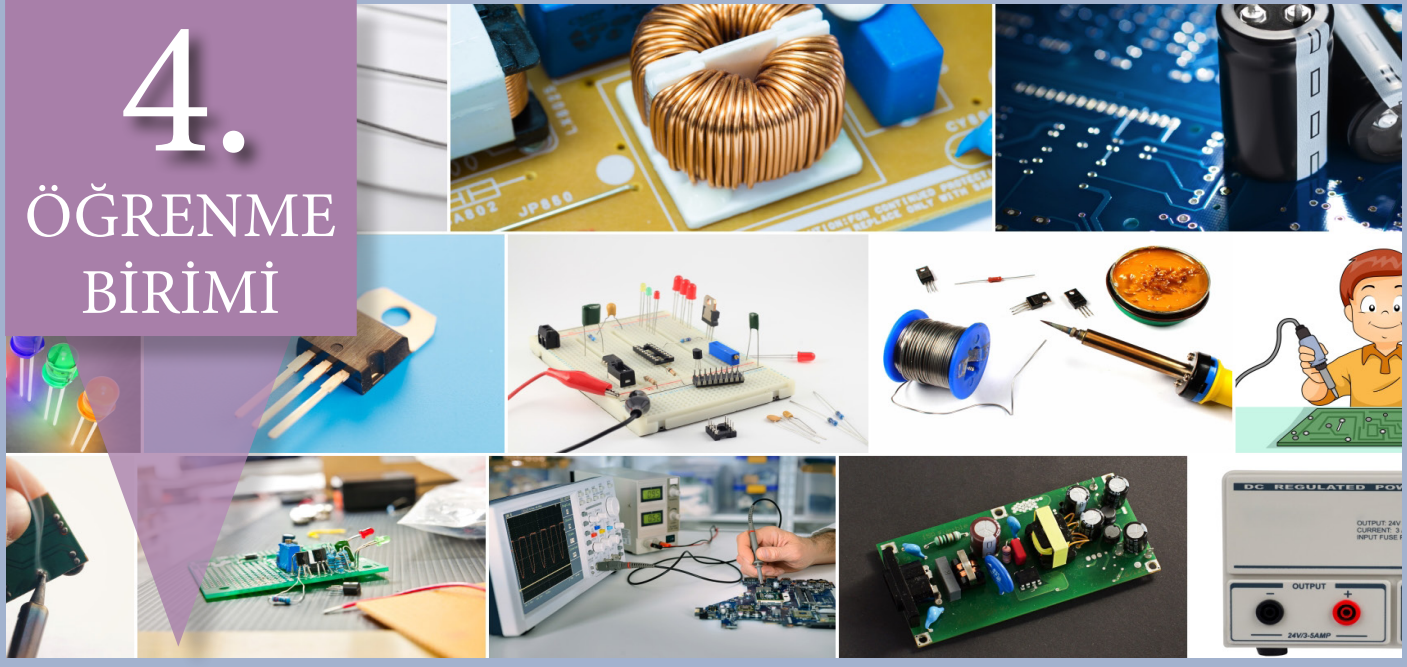
20- Aşağıdakilerden hangisi bilinmeyen bir değerin, kendi cinsinden, bilinen ve birim olarak kabul edilen bir değerle karşılaştırılmasına verilen isimdir?

A) İşlem **B)** Ölçü **C)** Karar **D)** Kontrol **E)** Ölçme

21- Aşağıdakilerden hangisi düzgün biçim ve ölçü dişler ile başlıktan oluşan elemandır?
A) Testere **B)** Matkap **C)** Mengene **D)** Vida **E)** Hiçbiri

22- Aşağıdakilerden hangisi eğe çeşidi değildir?
A) Lama **B)** Dikdörtgen **C)** Kare **D)** Üçgen **E)** Yuvarlak

4. ÖĞRENME BİRİMİ



ELEKTRONİK DEVRE UYGULAMALARI

4-1- DİRENÇLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARINI YAPMAK.
4-2- KONDANSATÖRLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARINI YAPMAK.
4-3- BOBİNLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARINI YAPMAK.
4-4- DİYOTLARIN ÖLÇÜMÜNÜ VE BAĞLANTILARINI YAPMAK.
4-5- TRANSİSTÖRLERİN ÖLÇÜMÜNÜ VE DEVRELERİNİ YAPMAK.
4-6- ELEKTRONİK DEVRELERDE AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜMÜ YAPMAK.
4-7- LEHİMLEME UYGULAMALARI YAPMAK.
4-8- ELEKTRONİK DEVRE ÇİZİMİ YAPMAK.
4-9- BASKI DEVRE PATERNİ ÇIKARMAYI YAPMAK.
4-10- BASKI DEVRE PLAKETİ ÇIKARMAYI YAPMAK.
4-11- OSİLOSKOP İLE ÖLÇÜM YAPMAK.
4-12- DOĞRULTMA VE FİLTRE DEVRELERİNİ YAPMAK.
4-13- REGÜLE DEVRELERİNİ YAPMAK.
4-14- GERİLİM ÇOKLAYICILARI YAPMAK.
4-15- GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİNİ VE MONTAJINI YAPMAK.
4-16- GÜÇ KAYNAĞI TESTLERİNİ YAPMAK.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1- Elektronik devre elemanları ile ilgili bilgi edininiz.
2- Baskı devre ve lehimleme ile ilgili bilgi edininiz.

BİLGİ YAPRAĞI

4.1.1. DİRENÇ

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir. Bir iletkenin iki ucunun arasına 1 V'luk gerilim uygulandığında, bu iletkenden 1 A'lik akım geçerse iletkenin direnci **1 ohm** olur. Direnç "R" ile gösterilir. Birimi "Ω (Ohm)" dur (Görsel 4.1).

Görsel 4.1: Dirençler

4.1.2. DİRENÇ BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Tablo 4.1'de direnç birimleri ve dönüşüm değerleri görülmektedir.

Direnç Birimleri	Kısaltması	Kat Çarpanları
Mega Ohm	MΩ	10^6 Ω = 1000000 Ω
Kilo Ohm	kΩ	10^3 Ω =1000 Ω
Ohm	Ω	1Ω
Mili Ohm	mΩ	10^{-3} Ω = 0,001 Ω

Tablo 4.1: Direnç Birimleri

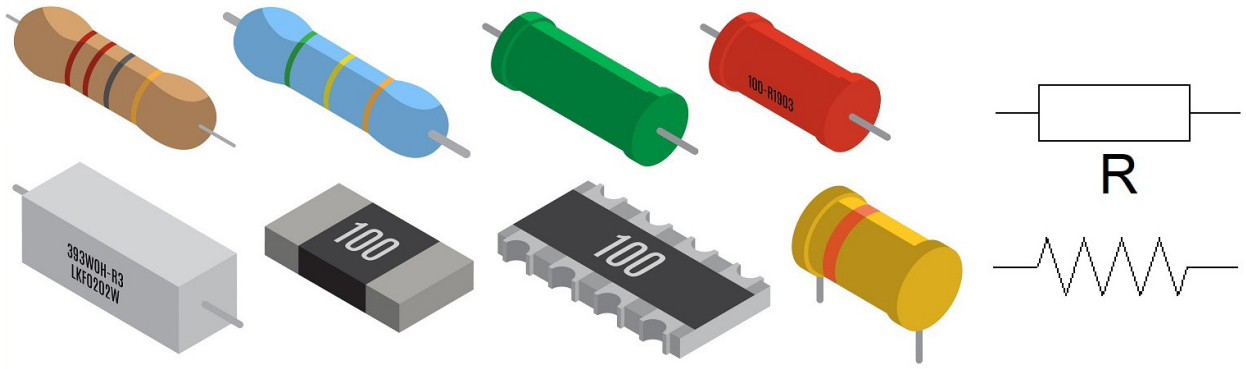
Örnek: Aşağıda verilen direnç dönüşümlerini yapınız.
Çözüm:

7500 Ω	= ..... KΩ	⟶ 7500 Ω	=7500x10-^{3} KΩ	=7,5 KΩ
2,7 K Ω	= ..... Ω	⟶ 2,7 KΩ	=2,7x10^{3} Ω	=0,75 kΩ
18 K Ω	= ..... Ω	⟶ 18 KΩ	=18x10^{3} Ω	=18.000 Ω
2,2 MΩ	= ..... KΩ	⟶ 2,2MΩ	= 2,2x10^{3} KΩ	= 2.200 KΩ

4.1.3. DİRENÇ ÇEŞİTLERİ

4.1.3.1. Sabit Dirençler

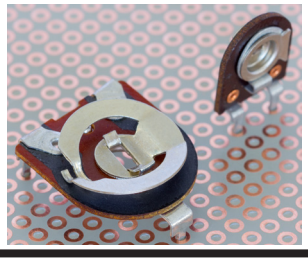
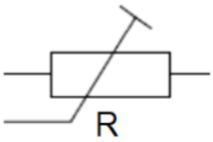
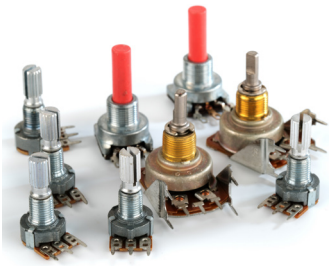
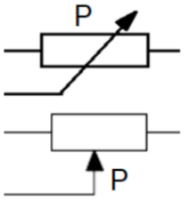
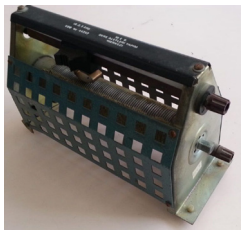
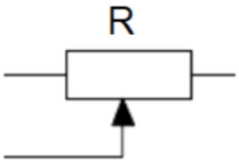
Direnç değeri değişmeyen dirence **sabit direnç** denir. Sabit dirençlerin hassasiyetleri yüksektir (Görsel 4.2). Bu dirençlerin; karbon direnç, film direnç, SMD direnç, telli direnç ve entegre direnç şeklinde çeşitleri mevcuttur.



Görsel 4.2: Sabit dirençler ve sembolü

4.1.3.2. Ayarlı Dirençler

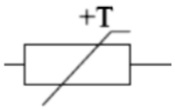
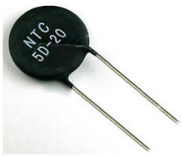
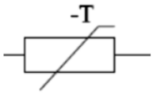
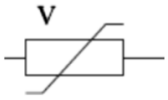
Direnç değeri ayarlanabilen dirence **ayarlı direnç** denir. Tablo 4.2'de ayarlı direnç çeşitleri gösterilmiştir.

Görselleri	Türleri ve Sembolleri	Açıklama
	**Trimpot** 	Devre direncinin bir veya birkaç defa ayarlandıktan sonra sabit bırakıldığı yerlerde kullanılan dirençlerdir. İnce uçlu tornavida ile ayarı yapılır. Düşük güce sahiptir ve elektronik devrelerde sıklıkla kullanılır.
	**Potansiyometre (POT)** 	Devre direncinin sık değiştirildiği yerlerde kullanılan dirençlerdir. Değeri ayar çubuğu sayesinde el ile ayarlanır. Trimpotlar gibi düşük güce sahiptir.
	**Reosta** 	Büyük güçlü, ayarlı dirençlerdir. Direnç ayarı, direnç üzerinde hareket edebilen ayar kolu kullanılarak el ile yapılır. Boyutları oldukça büyüktür ve büyük güçlü devrelerde kullanılır.

Tablo 4.2: Ayarlı Direnç Çeşitleri

4.1.3.3. ORTAM ETKİLİ DİRENÇLER

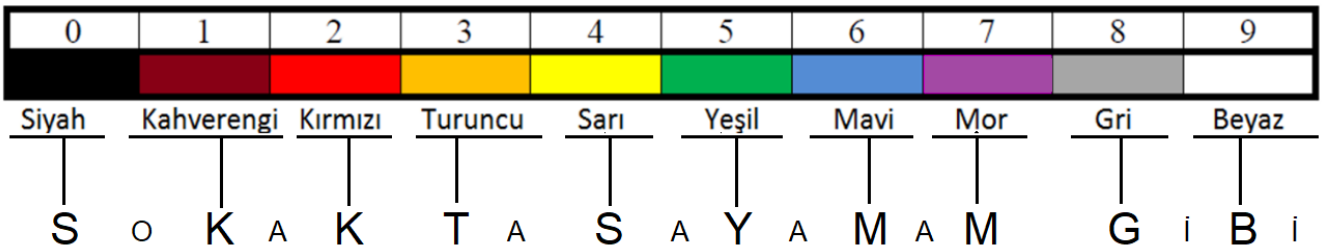
Bulunduğu ortamdaki ısı, ışık gibi etkenlerle değeri değişen dirence ortam etkili direnç denir. Tablo 4.3'te ortam etkili direnç çeşitleri gösterilmiştir

Görselleri	Türleri ve Sembolleri	Açıklama
	Işık Etkili (LDR, Foto Direnç) Dirençler	Aydınlıkta düşük, karanlıkta yüksek direnç gösteren devre elemanıdır. Direnci, üzerine düşen ışık ile ters orantılıdır.
PTC	**Pozitif Katsayılı (PTC) Dirençler** 	Isı etkili dirençlerdir. Ortam veya temas sıcaklığı arttıkça direnç değeri artan ve azaldıkça direnç değeri azalan dirençlerdir. Dirençleri, ısı ile doğru orantılıdır.
 NTC	**Negatif Katsayısı (NTC) Dirençler** 	Isı etkili dirençlerdir. Ortam veya temas sıcaklığı arttıkça direnç değeri azalan ve azaldıkça direnç değeri artan dirençlerdir. Dirençleri, ısı ile ters orantılıdır.
	Gerilim Etkili (VDR) Dirençler (Varistörler) 	Uçlarına uygulanan gerilim miktarı ile ters orantılı olarak direnç değeri değişen elemanlardır. Genellikle aşırı gerilimden korunmak amacıyla kullanılır.

Tablo 4.3: Ortam Etkili Direnç Çeşitleri

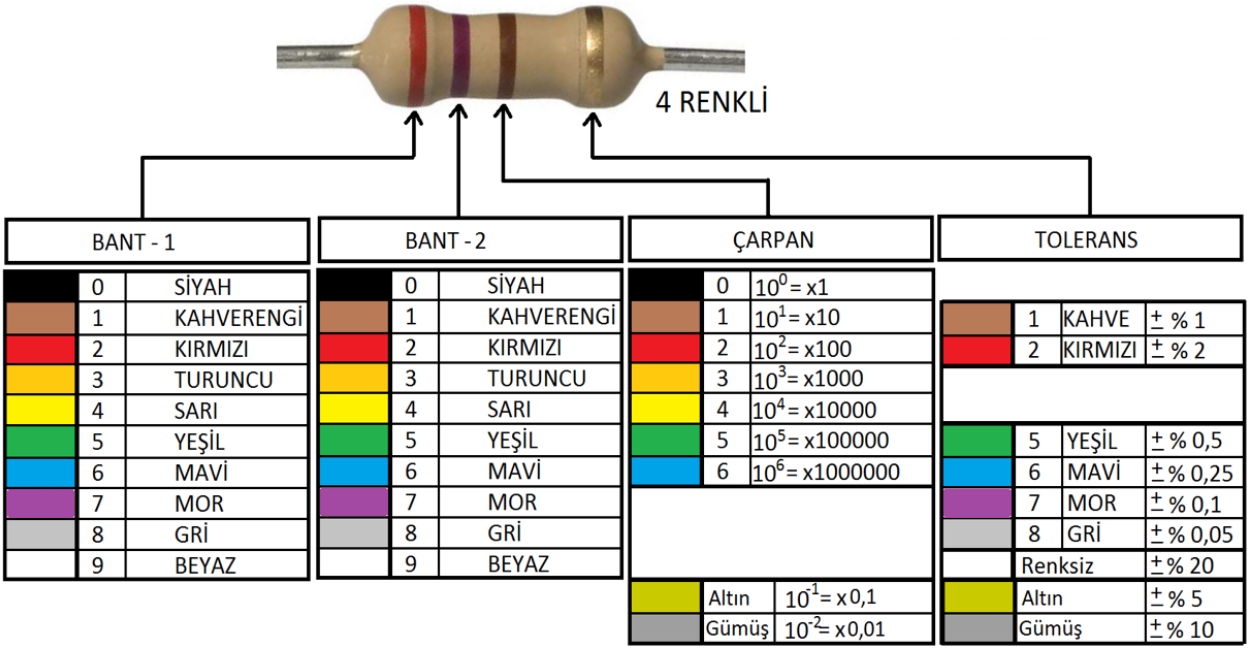
4.1.4. DİRENÇ RENK KODLARI

Sabit dirençler üzerinde direnç değerini belirlemeyi amaçlayan renk bantları bulunur (Görsel 4.3). Her rengin bir rakam karşılığı vardır. Rakam karşılığına ve rengin bant üzerindeki sırasına göre direncin değeri tespit edilebilir.



Görsel 4.3: Dirençlerde renkler ve karşılıkları

Renk bant sayısına göre dirençler, 4 ve 5 renkli olmak üzere ikiye ayrılır. 4. ve 5. renkler, toleransı ifade eder. Direnç değeri, tolerans kadar, toleranstan eksik veya fazla olabilir. Direnç üzerindeki renkler okunarak direncin değeri ve toleransı tespit edilir (Görsel 4.4 ve Görsel 4.5).



Görsel 4.4: Dört renkli dirençlerin renk ve tolerans değerleri

BANT - 1		
	0	SİYAH
	1	KAHVERENGİ
	2	KIRMIZI
	3	TURUNCU
	4	SARI
	5	YEŞİL
	6	MAVİ
	7	MOR
	8	GRİ
	9	BEYAZ

BANT - 2		
	0	SİYAH
	1	KAHVERENGİ
	2	KIRMIZI
	3	TURUNCU
	4	SARI
	5	YEŞİL
	6	MAVİ
	7	MOR
	8	GRİ
	9	BEYAZ

BANT - 3		
	0	SİYAH
	1	KAHVERENGİ
	2	KIRMIZI
	3	TURUNCU
	4	SARI
	5	YEŞİL
	6	MAVİ
	7	MOR
	8	GRİ
	9	BEYAZ

ÇARPAN		
	0	10^0 = x1
	1	10^1 = x10
	2	10^2 = x100
	3	10^3 = x1000
	4	10^4 = x10000
	5	10^5 = x100000
	6	10^6 = x1000000
	Altın	10^{-1} = x0,1
	Gümüş	10^{-2} = x0,01

TOLERANS		
	1	KAHVE ± % 1
	2	KIRMIZI ± % 2
	5	YEŞİL ± % 0,5
	6	MAVİ ± % 0,25
	7	MOR ± % 0,1
	8	GRİ ± % 0,05
	Renksiz	± % 20
	Altın	± % 5
	Gümüş	± % 10

Görsel 4.5: Beş renkli dirençlerin renk ve tolerans değerleri

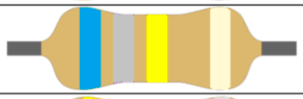
Örnek: 27 KΩ, %5 toleransa sahip 4 renkli bir direncin renk kodlarını belirtiniz.
Çözüm: Her bir rakamın değeri ve rakama karşılık gelen renkler şu şekildedir.

- **1. renk** : (2) Kırmızı
- **2. renk** : (7) Mor
- **3. renk** : x 1000 = 10^3(3) Turuncu
- **4. renk** : (% 5) Altın

Örnek: 22 KΩ, %5 toleransa sahip 5 renkli bir direncin renk kodlarını belirtiniz.

Çözüm: Her bir rakamın değeri ve rakama karşılık gelen renkler şu şekildedir.

- **1. renk** : (2) Kırmızı
- **2. renk** : (2) Kırmızı
- **3. renk** : (0) Siyah
- **4. renk** : x100 = 10^2 (2) Kırmızı
- **5. renk** : (%5) Altın

Dirençler	Direnç Renkleri	Direnç Değeri ve Toleransı
	Kırmızı – Kırmızı – Kahverengi – Altın 2 2 x10 %5	220 Ω ± %5
	Kahverengi – Siyah – Kırmızı – Altın 1 0 x100 %5	1 KΩ ± %5
	Sarı – Mor – Turuncu – Gümüş 4 7 x1000 %10	47 KΩ ± %10
	Mavi – Gri – Sarı – Altın 6 8 $x10^4$ %5	680 KΩ ± %5
	Sarı – Mor – Yeşil – Altın 4 7 $x10^5$ %10	4,7 MΩ ± %10

Tablo 4.4: Dört Renkli Dirençler ve Toleranslarına Göre Direnç Değerleri

SORU

1- Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da renkleri verilen dirençlerin değerlerini bulunuz.

Örnek: Aşağıda renkleri verilen dört renkli dirençlerin değerlerini bulunuz.

1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk	Direnç Değeri
Kahverengi	Siyah	Sarı	Altın	.....
Yeşil	Mor	Kırmızı	Altın	.....
Kırmızı	Kırmızı	Kahverengi	Gümüş	.....
Beyaz	Siyah	Turuncu	Altın	.....

Tablo 4.5: Dört Renkli Dirençlerin Değerleri

1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk	5. Renk	Direnç Değeri
Kahve	Siyah	Siyah	Turuncu	Altın	.....
Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kahverengi	Kırmızı	.....
Sarı	Mor	Siyah	Mavi	Gümüş	.....
Gri	Beyaz	Yeşil	Kırmızı	Kahverengi	.....

Tablo 4.6: Beş Renkli Dirençlerin Değerleri

SORU

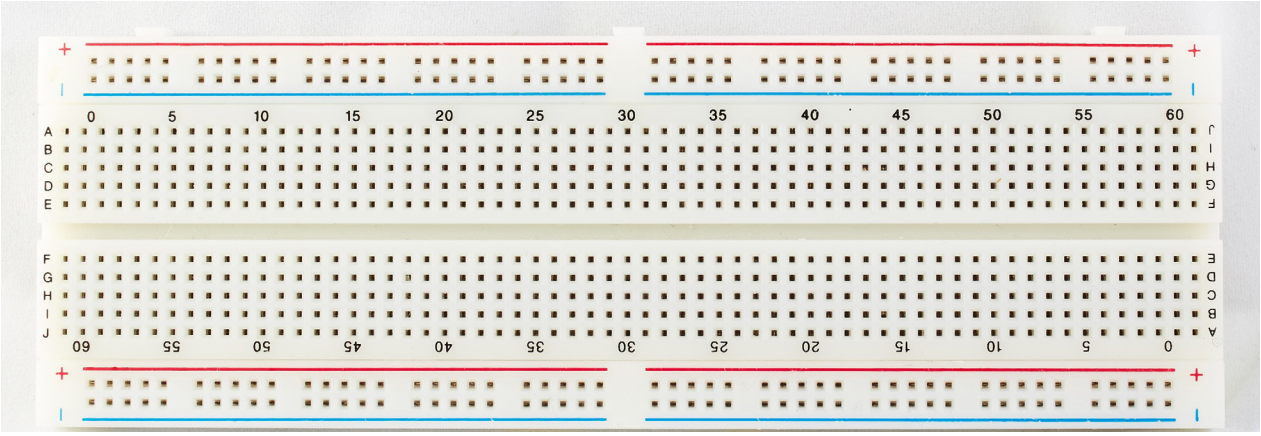
1- Tablo 4.7'de verilen direnç değerlerinin renk kodu karşılıklarını bulunuz.

Direnç Değeri	Tolerans	1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk
820 Ω	%10	.....	.....	.....	.....
1,8 KΩ	%10	.....	.....	.....	.....
560 KΩ	%5	.....	.....	.....	.....
2.2 MΩ	%5	.....	.....	.....	.....

Tablo 4.7: Değeri Verilen Dirençlerin Renklerinin Belirlenmesi

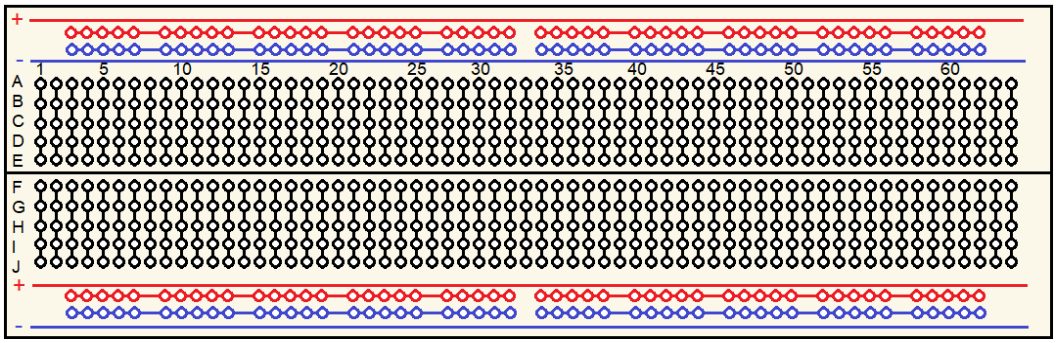
4.1.5. BREADBOARD (BREDBORD) VE YAPISI

Lehim yapılmaksızın üzerinde elektronik devrelerin kurulabildiği elemanlara **breadboard** denir. Üzerinde iletkenlerin girebileceği şekilde delikler açılmış plastik bir gövdeye sahiptir. Enerji hattı ile elemanların yerleştirildiği bölge ayrılmıştır (Görsel 4.6)



Görsel 4.6: Breadboard

Görsel 4.7'de görüldüğü gibi plastik gövdede bulunan delikler, enerji hattında **(mavi ve kırmızı işaretli)** satır olarak eleman bağlantı bölgesinde sütun olarak içten bağlıdır. Elektronik devre kurarken iletken bağlantıları bu yapı göz önünde bulundurularak yapılır.



Görsel 4.7: Breadboard

Elektronik devre elemanları, breadboard üzerine yerleştirilerek iletkenler ile elektronik devre elemanlarının bağlantıları sağlanır ve bu sayede devre kurulur. Enerji hattından verilen enerji ile de devre çalıştırılır.

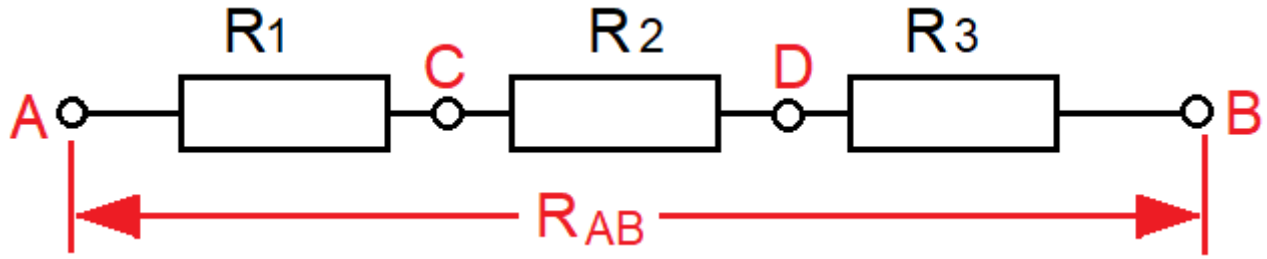
Breadboard kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- İletken olarak breadboard deliklerine uygun iletkenler kullanılmalıdır.
- Breadboarda takılacak iletken uçları uygun uzunlukta olmalıdır.
- Breadboard içine takılacak elemanların bacakları alana dik şekilde ve uygun mesafede takılmalıdır.
- Entegre ve displayler (displeyler), orta alanın yarısına denk gelecek şekilde ve bacaklarında bükülme olup olmadığı kontrol edilerek takılmalı ve ince ağızlı tornavida veya cımbız ile çıkarılmalıdır.
- Entegre elemanları alana bağladıktan sonra entegre elemanlarının ilk olarak beslenme bağlantıları yapılmalıdır.
- Ayak uzunlukları farklı olan devre elemanlarının ayakları takılmadan önce eşitlenmelidir.
- Bir breadboard üzerine sığmayan devreler, uygun bağlantılar sağlanarak ikinci breadboard üzerinden devam ettirilmelidir.
- Devreye enerji, enerji hattından verilmelidir.

4.1.6. DİRENÇ BAĞLANTILARI

4.1.6.1. Dirençlerin Seri Bağlantısı

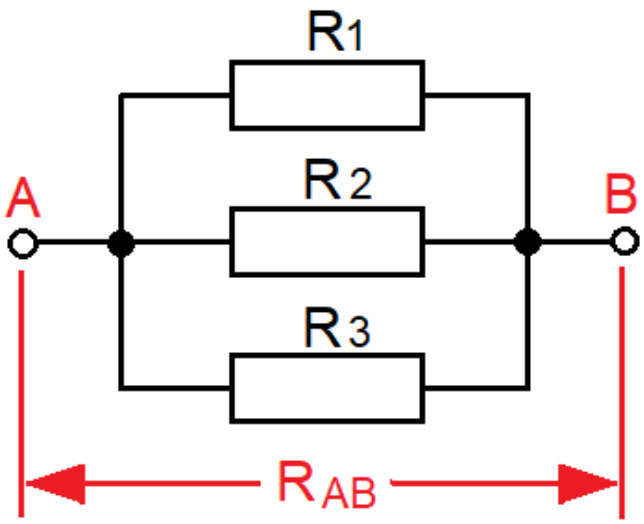
Dirençlerin ardışık bağlandığı devre türüdür. Eş değer direnç, tüm dirençlerin toplanması ile bulunur (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: Seri direnç bağlantısı

4.1.6.2. Dirençlerin Paralel Bağlantısı

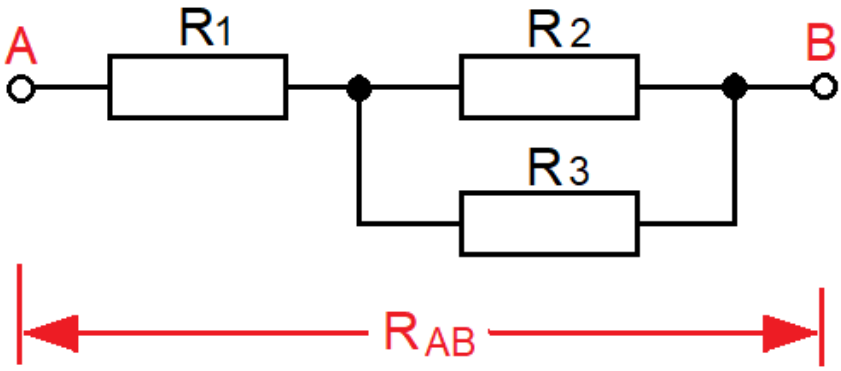
Dirençlerin Görsel 4.9'daki gibi bağlanmasına **paralel bağlantı** denir. Eş değer direnç, aşağıda yazılan formül ile hesaplanır.



Görsel 4.9: Paralel direnç bağlantısı

4.1.6.3. Dirençlerin Karışık Bağlantısı

Aynı devre içindeki dirençlerin seri ve paralel bağlanmasına **karışık bağlantı** denir. Önce paralel bağlı olan dirençlerin eş değeri hesaplanır daha sonra seri dirençlerin toplamı alınarak işlem sonuçlandırılır (Görsel 4.10).



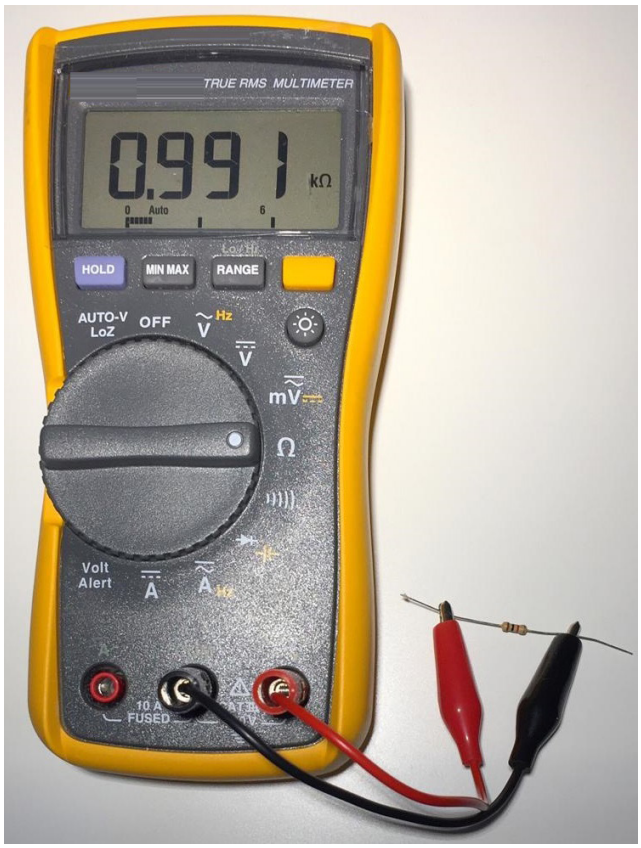
Görsel 4.10: Karışık direnç bağlantısı

4.1.7. DİRENÇ ÖLÇME İŞLEMİ

Direnç ölçme işlemlerinde AVOmetre kullanılmakla birlikte ohmmetre veya LCR metre de kullanılabilir. Ölçü aletlerinin kademeleri sırasıyla; Ω, KΩ, MΩ şeklindedir. Kademe değeri, ölçme sınırını ifade eder. Örneğin; 20K kademesi, 20 KΩ direnç değerine kadar ölçme işlemlerini yapar. Ölçme işlemi yapılan direnç üzerinde hiçbir gerilim olmamalıdır (Görsel 4.11).

Direnç ölçme işlemi yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır (Görsel 4.11);

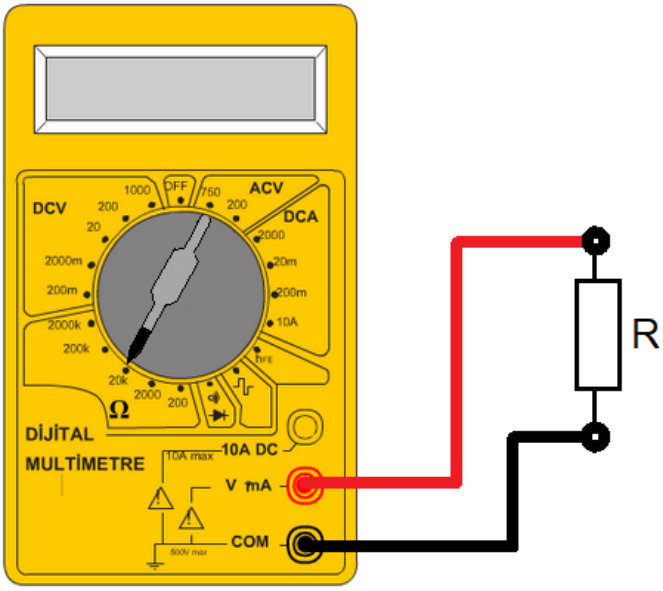
- Kırmızı prob Ω "V mA" girişine, siyah prob ise "COM" girişine takılır.
- Kademe anahtarı uygun direnç kademesine alınır.
- Problar, ölçülecek direnç uçlarına dokundurulur.
- Göstergeden ölçülen değer okunur.
- Ölçme sırasında seçilen kademe, ölçülen değerden küçük ise ekranın solunda "1" veya "OL"ifadesi görülür. Bu durumda kademe büyütülmelidir.
- Seçilen kademe, ölçülen değerden büyük ise ekranın sağında "0" ifadesi görülür. Bu durumda kademe küçültülmelidir.



Görsel 4.11: Multimetre ile direnç ölçme işlemi

TEMRİN ADI	DİRENÇ RENK KODU UYGULAMALARI	Temrin No
		48

AMAÇ: Direnç renk kodu uygulamaları yapmak



Görsel 4.12: Multimetre ile direnç ölçümleri

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç		10 adet
Multimetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Direnci alınız ve Tablo 4.8'deki alana renklerini yazınız. Renklere bakarak direnç değerini "Hesaplanan Değer" sütununa yazınız. Multimetreyi Ω (ohm) kademesine alarak direnç değerini ölçünüz ve "Ölçülen Değer" sütununa yazınız (Görsel 4.12).

2- 1. işlem basamağında yazılı adımlara göre diğer dirençlerin değerlerini hesaplayınız, multimetre ile ölçünüz ve Tablo 4.8'e yazınız.

3- Hesaplanan ile ölçülen sonuçları karşılaştırınız.

HESAPLAMALAR					
1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk	Hesaplanan Değer	Ölçülen Değer

Tablo 4.8: Dirençlerin Renklerinin ve Değerlerinin Belirlenmesi

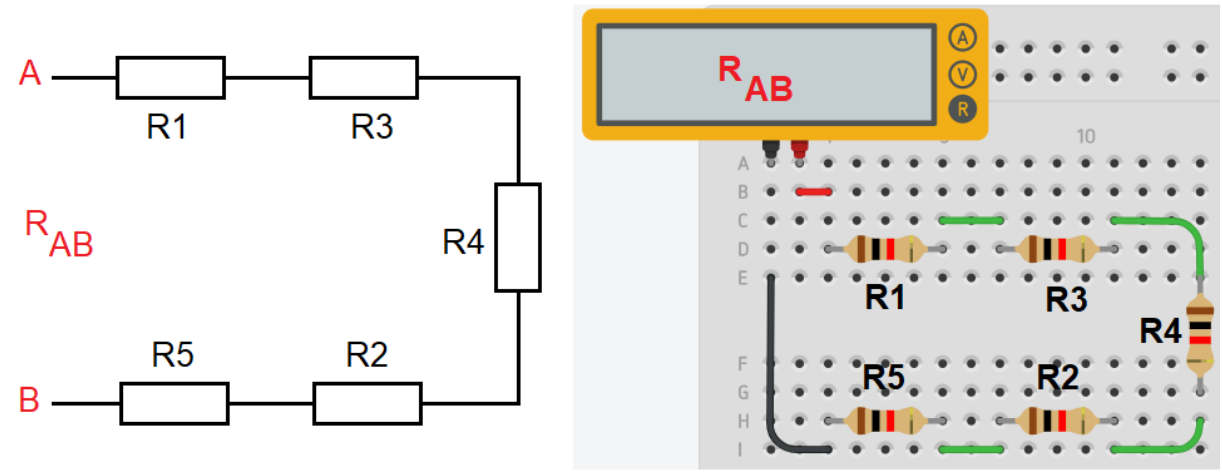
SORULAR

1- Direnç nedir? Direncin sembolünü çiziniz ve birimini yazınız.
2- Direnç çeşitleri nelerdir?

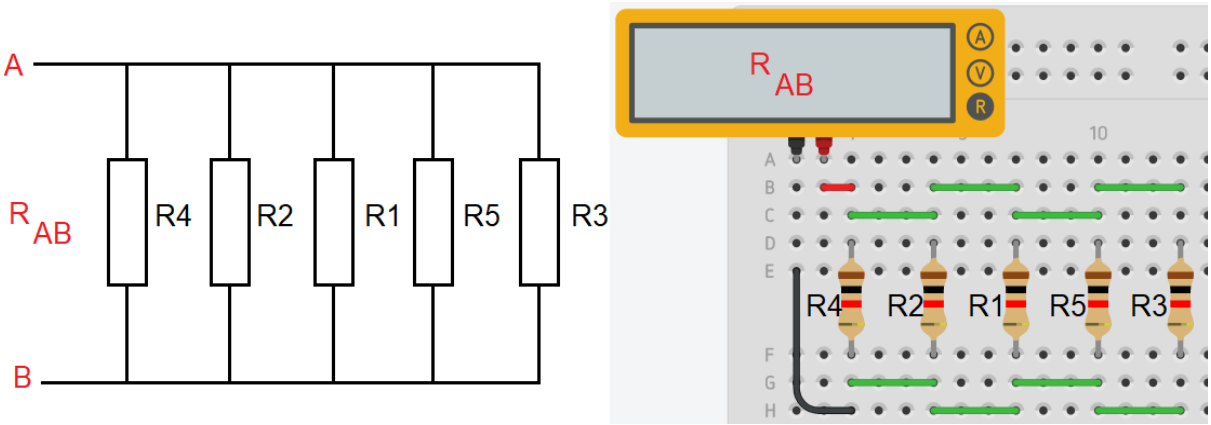
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Dirençlerin renklerinin belirlenmesi	20	
Sınıfı:	2	Dirençlerin değerlerinin belirlenmesi	20	
No:	3	Dirençlerin birimlerinin belirlenmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Dirençlerin multimetre ile ölçümlerinin yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Ölçülen değerlerin tabloya yazılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	DİRENÇ BAĞLANTILARI VE EŞDEĞER DİRENÇ ÖLÇÜM UYGULAMALARI	Temrin No
		49

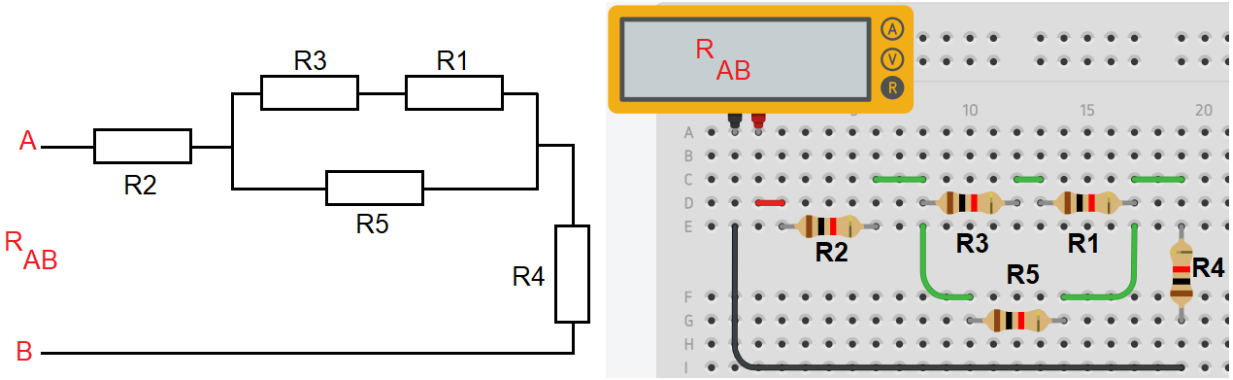
AMAÇ: Dirençleri seri, paralel ve karışık şekillerde bağlayarak eşdeğer direnç değerlerini ölçmek.



Görsel 4.13: Seri direnç bağlantısı



Görsel 4.14: Paralel direnç bağlantısı



Görsel 4.15: Karışık direnç bağlantısı

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	Farklı değerlere sahip dirençler (Ω ve KΩ cinsinden)	5 adet
Multimetre		1 adet
Zil teli	0,5 mm² kesitli	1m
El aletleri	Kargaburnu, pense, cımbız vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Aldığınız beş farklı direnci Tablo 4.9'daki alanlara yerleştiriniz ve direncin değerini multimetre ile ölçünüz. Bu direnç ve isimlendirmelerin üç devrede aynı şekilde kullanılacağın unutmayınız.
2- Görsel 4.13'te verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3- Multimetreyi ohm kademesine alınız.
4- A ve B noktalarından eş değer direnci ölçünüz.
5- Ölçtüğünüz değeri birimi ile birlikte Tablo 4.10'daki ilgili alana yazınız.
6- Görsel 4.14'te verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
7- Multimetreyi ohm kademesine alınız.
8- A ve B noktalarından eş değer direnci ölçünüz.
9- Ölçtüğünüz değeri birimi ile birlikte Tablo 4.10'daki ilgili alana yazınız.
10- Görsel 4.15'te verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
11- Multimetreyi ohm kademesine alınız.
12- A ve B noktalarından eş değer direnci ölçünüz.
13- Ölçtüğünüz değeri birimi ile birlikte Tablo 4.10'daki ilgili alana yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Direnç İsimleri	**Direnç Değerleri**
R1	
R2	
R3	
R4	
R5	

Tablo 4.9: Ölçülen Direnç Değerleri

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Devreler	**Multimetre ile Ölçülen Eşdeğer Direnç Değerleri (R_{AB})**
Görsel 4.13	
Görsel 4.14	
Görsel 4.15	

Tablo 4.10. Ölçülen Eşdeğer Direnç Değerleri

SORULAR

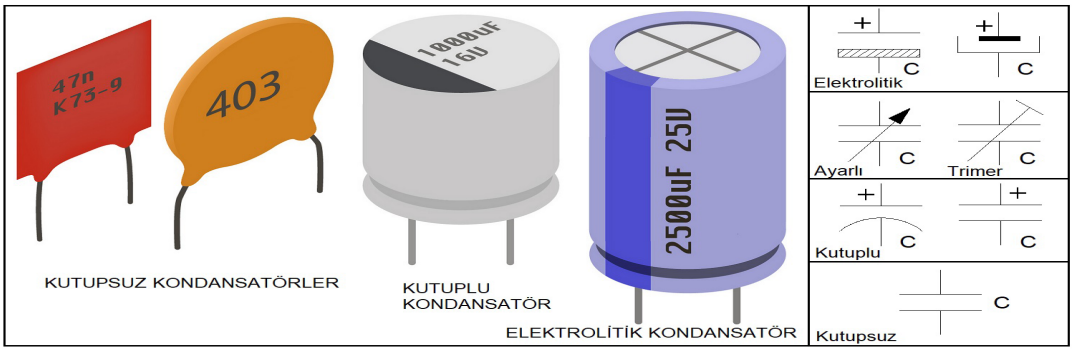
1- Her bir uygulama aşamasında dirençlerin devreye nasıl bağlandığını yazınız.
2- Multimetre ile direnç ölçerken ekranda görülen "0", "1" ifadeleri neyi belirtir?
3- Bir direnç ölçme işleminde, komütatör 20 K kademesinde iken ekranda 0,22 değeri okunuyorsa direnç değeri kaç Ω'dur? Komütatör kademe seçimi doğru mudur? Seçim yanlışsa hangi kademe kullanılmalıdır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Direnç değerlerinin belirlenmesi	20	
Sınıfı:	2	Eşdeğer direnç devrelerinin kurulması	20	
No:	3	Eşdeğer dirençlerin doğru ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Ölçü aletinin doğru şekilde kullanılması	20	
Adı Soyadı:	5	Direnç değer tablosunun birimleri ile oluşturulması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.2.1. KONDANSATÖR

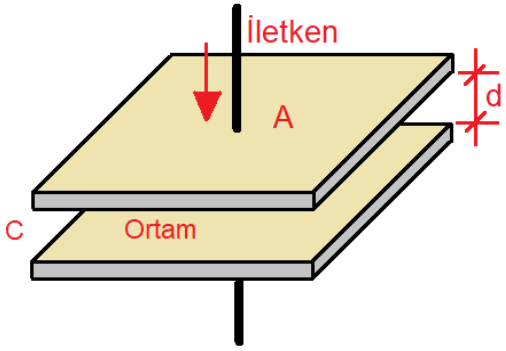
İki iletken levha arasına bir yalıtkan malzeme konularak yapılan elektronik devre elemanına **kondansatör** denir. Kondansatörler, elektrik enerjisini depo etmek için kullanılır ve her kondansatörün depo ettiği enerji miktarı farklılık gösterir. Kondansatörlerin depo edebilecekleri enerji miktarını kapasiteleri belirler. Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine **kapasite** denir. Kapasite "C" ile gösterilir ve birimi farad (F)'dır. Kondansatör, devrelerde filtreleme elemanı olarak da kullanılır (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Kondansatörler ve sembolleri

4.2.2. KAPASİTEYİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER

Kondansatör kapasitesini, kondansatörün yapısını oluşturan elemanlar ve ortam belirler. 4.17' de görüldüğü gibi; kondansatörlerde kapasiteyi (C); plakaların yüzey alanı (A), plakalar arası mesafe (d) ve aradaki yalıtkan malzemenin (ortamın) dielektirik katsayısı (ɛr) belirler.



Görsel 4.17: Kondansatör kapasitesi

4.2.3. KAPASİTE BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Kondansatörün kapasitesinin birimi Farad değeri büyük olduğu için ast katları kullanılır. Tablo 4.11'de kapasite birimleri verilmiştir.

Kapasite Birimleri	Kısaltması	Kat Çarpanları
Farad	F	1F
Milli Farad	mF	10^{-3} F
Mikro Farad	µF	10^{-6} F
Nano Farad	nF	10^{-9} F
Piko Farad	pF	10^{-12} F

Tablo 4.11: Kapasite Birimleri

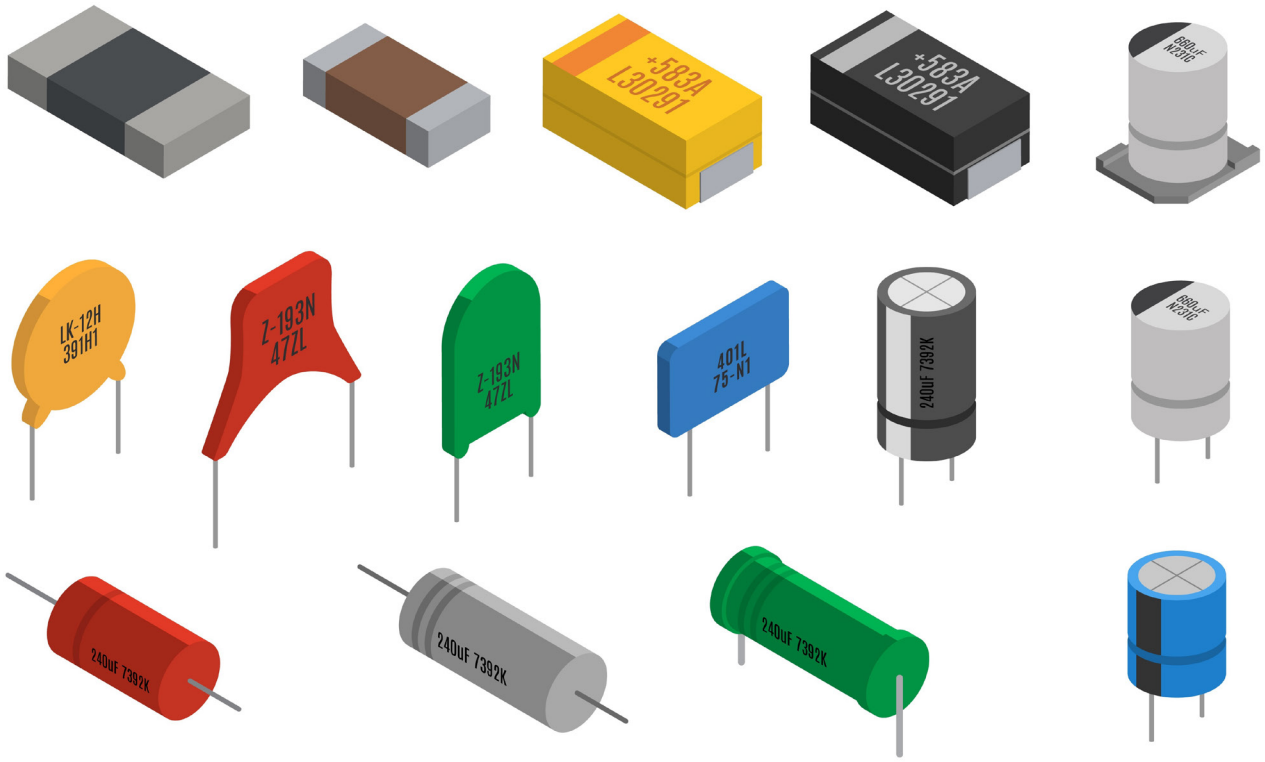
Örnek: Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

Çözüm:

0,1 µF= ..... nF	→	0,1 µF	=0,1 x 10^{3} nF	=100 nF
33 pF = ... nF	→	33 pF	=33 x 10^{-3} nF	=0,033 nF
470 µF = ... mF	→	470 µF	=470 x 10^{-3} mF	=0,47 mF
10 mF = ... µF	→	10 mF	=10 x 10^{3} µF	=10.000 µF
100 pF = ... nF	→	100 pF	=100 x 10^{-3} nF	=0,1 nF

4.2.4. KONDANSATÖR ÇEŞİTLERİ

Kullanılan yalıtkan malzemenin cinsine, sabit veya ayarlanabilmesine ve kutup durumuna göre pek çok kondansatör çeşidi vardır. Kondansatörlerin çeşitlerine göre kılıfları da farklılık gösterir.
Uygulamada en çok karşılaşılanlar, kutuplu ve kutupsuz kondansatörlerdir
(Görsel 4.18)



Görsel 4.18: Çeşitli kondansatörler

a) Yalıtkan cinsine göre kondansatör çeşitleri;

- Hava aralıklı kondansatör
- Plastik film kondansatör
- Mikalı kondansatör
- Seramik kondansatör
- Elektrolitik kondansatör
- SMD kondansatör

b) Kapasite değerlerinin ayarlanabilmesine göre kondansatör çeşitleri;

- Sabit kondansatörler
- Ayarlanabilir kondansatörler (varyabl, trimer, varaktör)

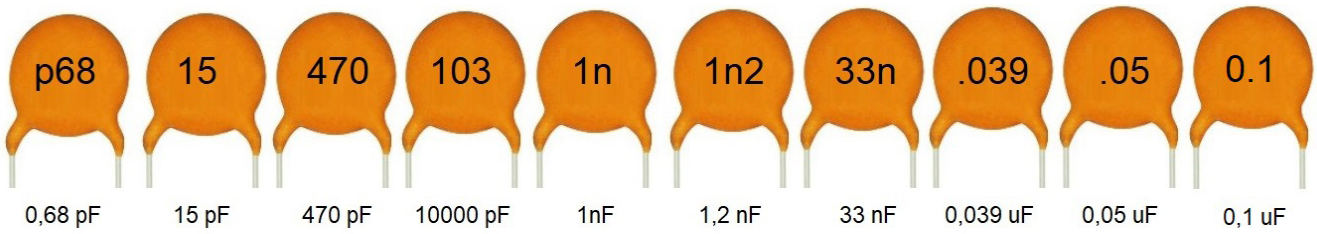
c) Kutup durumuna göre kondansatör çeşitleri;

- **Kutuplu kondansatörler:** + ve – kutba sahip olan kondansatörlerdir. Devreye bağlanırken bu hususa dikkat edilmelidir.
- **Kutupsuz kondansatörler:** + ve – kutbu olmayan kondansatörlerdir. Devreye bağlantıda yön önemli değildir.

Not: Kutuplu kondansatörler devreye ters bağlanmamalıdır, aksi halde patlar. Kondansatörler,üzerinde yazılı voltaj değerlerinin üstünde çalıştırılmamalıdırlar.

4.2.5. RAKAM KODLU KONDANSATÖR DEĞERLERİNİN OKUNMASI

Kondansatörlerin kapasite değerleri ve çalışma gerilimleri üzerinde yazar. Küçük gövdeli kondansatörlerde ise rakam kullanılarak değerleri kodlanır (Görsel 4.19).



Görsel 4.19: Çeşitli kondansatörler ve değerleri

Kodlar ve anlamları Tablo 4.12'de verilmiştir.

Anlamı	Kodlama	Değer
n harfi nF birimini ifade eder ve harfler başta veya ortada olmaları halinde nokta (.) yerine kullanılır.		5n6 = 5,6 nF
p harfi pF birimini ifade eder ve harfler başta veya ortada olmaları halinde nokta (.) yerine kullanılır.		p68 = 0,68 pF
Üç rakamlı bir kondansatörde, ilk iki rakam sayı olarak alınır ve son rakam kadar sıfır ilave edilir. Aksi belirtilmedikçe sonuç pF'tır.		103 = 10000 pF
Rakamların içinde nokta (.) varsa kapasite değeri doğrudan µF olarak belirlenir.		0.1 = 0,1 µF

Tablo 4.12: Kondansatörlerin Rakamlarla Kodlanması ve Değerleri

4.2.6. KAPASİTE ÖLÇME İŞLEMİ

Kapasite değeri LCRmetre veya kapasite ölçme özelliğine sahip multimetreler ile yapılır.

Kapasite ölçme işlemleri şu şekilde gerçekleştirilir (Görsel 4.20);

- Problar ölçü aletinin kapasite ölçme girişlerine takılır.
- Kademe anahtarı uygun kapasite kademesine alınır.
- Problar, ölçülecek kondansatör uçlarına dokundurulur.
- Göstergeden ölçülen değer okunur.

Görsel 4.20: LCRmetre ile kapasite ölçümü

TEMRİN ADI	KAPASİTE ÖLÇME UYGULAMALARI	Temrin No
		50

AMAÇ: Farklı değerde kondansatörler ile kapasite ölçümleri yapmak.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Kutuplu (elektrolitik) ve kutupsuz	10 adet
LCRmetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Verilen kondansatörleri inceleyiniz.
2- LCRmetre'yi kapasite ölçme kademesine alınız.
3- Kutuplu kondansatörleri ölçünüz.
4- Ölçülen değerleri birimleriyle birlikte Tablo 4.13'teki ilgili alana yazınız.
5- Kutupsuz kondansatörleri ölçünüz.
6- Ölçülen değerleri birimleriyle birlikte Tablo 4.14'teki ilgili alana yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Kutuplu Kondansatörler	**Ölçülen Kapasite Değeri**
Kondansatör 1	
Kondansatör 2	
Kondansatör 3	
Kondansatör 4	
Kondansatör 5	

Tablo 4.13: Kutuplu Kondansatör Değerlerinin Ölçümü

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Kutupsuz Kondansatörler	**Ölçülen Kapasite Değeri**
Kondansatör 1	
Kondansatör 2	
Kondansatör 3	
Kondansatör 4	
Kondansatör 5	

Tablo 4.14: Kutupsuz Kondansatör Değerlerinin Ölçülmesi

SORULAR

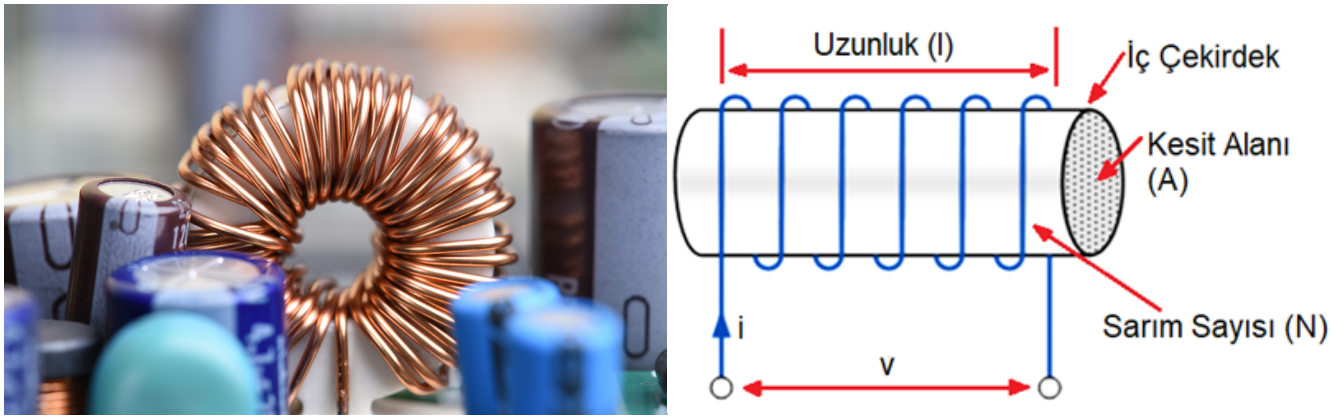
1- Kondansatör nedir? Birimlerini yazınız.
2- Kutuplu ve kutupsuz kondansatör sembolünü çiziniz.
3- Kondansatör çeşitleri nelerdir? Açıklayınız.
4- LCRmetre ile kapasite değeri nasıl ölçülür?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Kutuplu kondansatörlerin ölçülmesi	30	
Sınıfı:	2	Kutupsuz kondansatörlerin ölçülmesi	30	
No:	3	Ölçü aletinin doğru kullanımı	20	
ÖĞRETMEN	4	Ölçülen değerin hatasız okunması	20	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.3.1. BOBİN VE ENDÜKTANS

İzoleli iletken tellerin sarmal bir şekilde, yan yana ve üst üste nüve üzerine sarılmasıyla elde edilen devre elemanına **bobin** denir (Görsel 4.21). Bobin tellerinin her bir sarımına **sipir** denir.



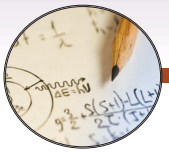
Görsel 4.21: Bobin ve Yapısı

Bobine AC gerilim uygulandığında bobin, akım değişimine karşı bir zorluk gösterir. Bobinin AC akımın değişimine karşı gösterdiği zorluğa **endüktans** denir. Endüktansın birimi **Henry (H)**'dir. Devrelerde "L" ile gösterilir. Endüktansı; nüvenin cinsi, kesiti, bobin telinin kesiti ve sipir sayısı belirler.

4.3.2. ENDÜKTANS BİRİMLERİ VE DÖNÜŞÜMLERİ

Endüktans Birimleri	Kısaltması	Kat Çarpanları
Henry	H	1H
Mili Henry	mH	10^{-3} H
Mikro Henry	µH	10^{-6} H

Tablo 4.15: Endüktans Birimleri



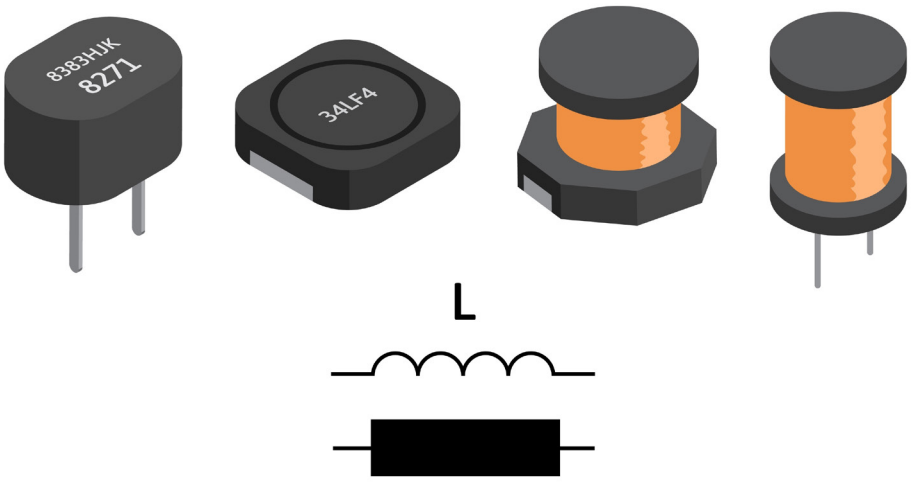
Örnek: **Aşağıda verilen endüktans birim dönüşümlerini yapınız.**

Çözüm: **45 mH = ...H** → 45 mH = 45 x 10^{-3} = 0045 H

0,7 mH = ...µH → 0,7 mH = 0,7 x 10^{3} µH = 700 nF

80,2 µH =.....mH → 80,2 µH = 80,2 x 10^{-3} mH = 0,0802 mH

4.3.3. BOBİN ÇEŞİTLERİ



Görsel 4.22: Bobin çeşitleri ve sembolleri

Bobinlerin hava nüveli bobinler, ferit nüveli bobinler, demir nüveli bobinler, SMD bobinler ve ayarlı bobinler olmak üzere çeşitleri mevcuttur (Görsel 4.22).

4.3.4. ENDÜKTANS ÖLÇME İŞLEMİ

Endüktans değeri ölçme işlemi, LCRmetre veya endüktans ölçme özelliğine sahip multimetreler ile yapılır.

Endüktans ölçme işlemi şu şekilde gerçekleştirilir (Görsel 4.23);

- Problar, endüktans ölçme girişlerine takılır.
- Kademe anahtarı uygun endüktans kademesine alınır.
- Problar, ölçülecek bobin uçlarına dokundurulur.
- Göstergeden ölçülen değer okunur.

Görsel 4.23: LCRmetre ile endüktans ölçümü

TEMRİN ADI	ENDÜKTANS ÖLÇME UYGULAMALARI	Temrin No
		51

AMAÇ: Farklı değerde bobinler ile endüktans ölçümleri yapmak.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Bobin	Çeşitli değerlerde	5 adet
LCRmetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- LCRmetreyi uygun kademeye alınız.
2- Verilen bobinlerin endüktanslarını LCRmetre ile ölçünüz.
3- Ölçtüğünüz değerleri birimleri ile birlikte Tablo 4.16'daki ilgili alana yazınız.

Bobinler	Ölçülen Endüktans Değerleri
Bobin 1	
Bobin 2	
Bobin 3	
Bobin 4	
Bobin 5	

Tablo 4.16: Bobin Değerlerinin Ölçülmesi

SORULAR

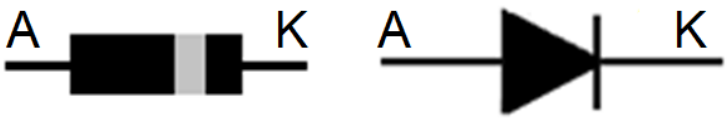
1- Bobin nedir?
2- Bobin sembolünü çiziniz.
3- Endüktans nedir?
4- Endüktans birimini yazınız.
5- Bobin çeşitleri nelerdir?
6- Multimetre ile endüktans değeri nasıl ölçülür?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Bobin değerlerinin ölçülmesi	40	
Sınıfı:	2	Bobin birimlerinin bulunması	15	
No:	3	Ölçü aletinin kullanılması	15	
ÖĞRETMEN	4	Ölçülen değerlerin tabloya yazılması	15	
Adı Soyadı:	5	Soruların cevaplandırılması	15	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.4.1. DİYOTLAR VE POLARMA

Elektrik akımının tek yönlü geçişine izin veren yarıiletken devre elemanına **diyot** denir. Diyodun anot (A) ve **katot** (K) olmak üzere iki ucu vardır. Devrede D ile gösterilir. Diyot doğrultma devrelerinde yaygın olarak kullanılır. Görsel 4.24'te diyodun yapısı ve sembolü görülmektedir.



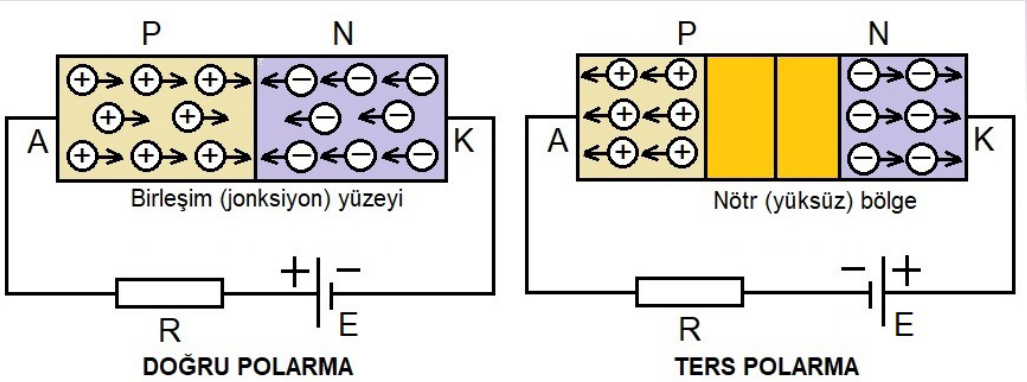
Görsel 4.24: Diyodun yapısı ve sembolü

Diyotların yapısında yarıiletken olarak germanyum veya silisyum kullanılır. Diyotlarda kullanılan yarı iletkenlerin özellikleri Tablo 4.17'de verilmiştir.

Yarıiletken	İletime Geçme Gerilimi	Kullanım Alanı
Germanyum	0,2 V – 0,3 V	Anahtarlama ve dedektör devreleri
Silisyum	0,6 V – 0,7 V	Doğrultma devreleri

Tablo 4.17: Diyotlarda Kullanılan Yarıiletkenlerin Özellikleri

Diyotlara gerilim uygulanma işlemine **polarma** denir. Doğru ve ters polarma olmak üzere iki çeşit polarma vardır. Diyodun anoduna güç kaynağının artı ucu; katoduna ise güç kaynağının eksi ucu bağlanmasıyla gerçekleştirilen polarmaya **doğru polarma** denir. Bu polarmada diyottan akım geçişi olur. Anoda güç kaynağının eksi ucu, katoda güç kaynağının artı ucu bağlanmasıyla gerçekleştirilen polarmaya **ters polarma** denir. Bu polarmada diyottan akım geçişi olmaz (Görsel 4.25).



Görsel 4.25: Doğru ve ters polarma

Not: Diyotlar doğru polarmada katalog değerinde belirtilen akımdan daha fazla akım geçişine maruz kalırsa delinir. Diyot, ters polarmada kırılma geriliminden yukarı gerilim uygulandığı anda bozulur.

4.4.2. DİYOT ÇEŞİTLERİ

a) Kristal (Doğrultma) Diyot: PN yüzey birleşmeli olarak yapılan diyotlara **kristal (doğrultma) diyot** denir. İletime geçebilmesi için doğru yönde polarmalandırılması gerekir. Doğrultma devrelerinde kullanılan diyotlardır. Diyotların ebatları güçlerine göre değişir. Diyodun yüksek akımlı olanlarına **güç diyotları** denir. Bu diyotlar 175 0C sıcaklığa kadar dayanabilir. Isınmayı önlemek için soğutucu plaka üzerine monte edilir.

b) Zener Diyot: Diyoda uygulanan gerilimin belirli bir değere ulaşması hâlinde ters yönde akım geçirmesi prensibine göre çalışan diyotlara **zener diyot** denir. Devreye ters bağlanır ve terpolarma altında çalışır. Bu doğrultuda belirli bir gerilim değerini aşana kadar akım geçirmez. Bu gerilime **zener (kırılma) gerilimi** denir. Üzerinde yazılı olan değer zener kırılma gerilimini ifade eder. Kırılma gerilimine göre zener diyotların 3.3 V, 4.3 V, 5.1 V, 6.2 V, 7.5 V, 9.1 V, 12.1 V gibi gerilim değerlerinde üretilir. Asıl kullanım amaçları, uçlarına uygulanan gerilimi sabit tutmaktır. Devrelerde gerilim sabitleme ve koruma elemanı olarak kullanılır. Zener diyotların korunması da önlerine bağlanan bir seri direnç ile sağlanır.

c) Led Diyot: Doğru polarma altında ışık yayan yarıiletken diyoda **LED diyot** denir. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürür ve farklı renklerde ışık yayar. Işığın rengi, üretim aşamasında kullanılan katkı maddesine göre belirlenir. İki veya üç renkli ışık verebilen LED diyotlar da vardır. Çeşitli boyutlarda üretilir (Görsel 4.26).

Görsel 4.26: LED diyotlar

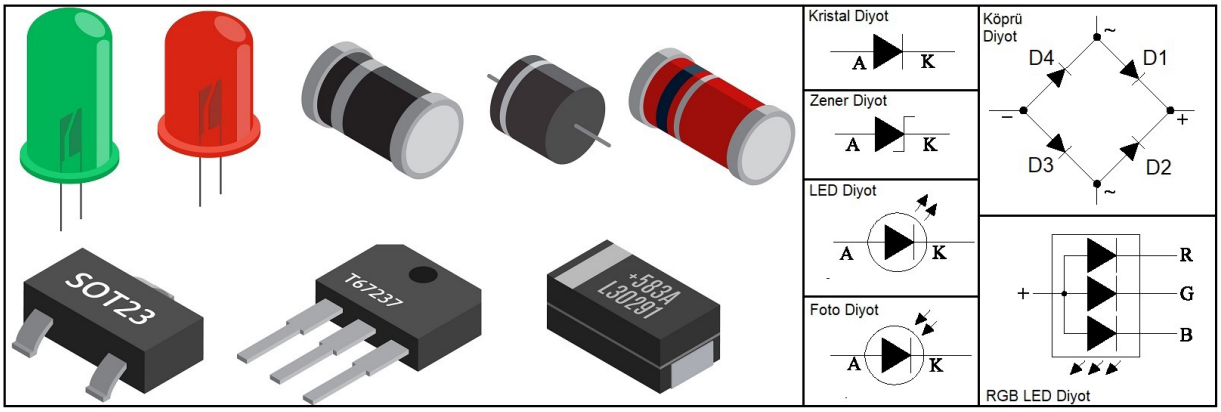
Normal diyot için 0,7 V olan iletime geçme gerilimi, LED diyodun verdiği renge göre değişiklik göstermektedir. Rengine göre LED diyodun çalışma gerilimi ve akım değerleri Tablo 4.18'de verilmiştir. Bu değerlerin üzerinde gerilim verilecekse seri olarak bir ön direnç bağlanmalıdır. LED diyotlar, ön dirençsiz olarak çalışma gerilimlerinin üzerinde bir gerilim uygulandığında bozulurlar. Devrelerde genellikle gösterge olarak kullanılmakla birlikte genel kullanım alanları çok geniştir.

LED Renkleri	Çalışma Gerilimi (V)	Çalışma Akımı (mA)
Kırmızı	1,5 V	15 mA
Sarı	1,8 V	15 mA
Yeşil	2,2 V	15 mA
Mavi	3V	30 mA
Beyaz	3V	30 mA

Tablo 4.18: Rengine Göre LED Çalışma Gerilimi ve Akım Değerleri

Üç ana rengin (Kırmızı "**R**ed", Yeşil "**G**reen" ve Mavi "**B**lue") tek kılıf içinde birleştirilmesiyle oluşan **LED'e RGB LED** denir. Ortak anotlu veya ortak katotlu olarak üretilirler.

e) Özel Amaçlı Diyotlar: Foto diyot, schottky diyot, tünel diyot, varikap diyot ve köprü diyot gibi özel amaçlı diyotlar da vardır (Görsel 4.27).



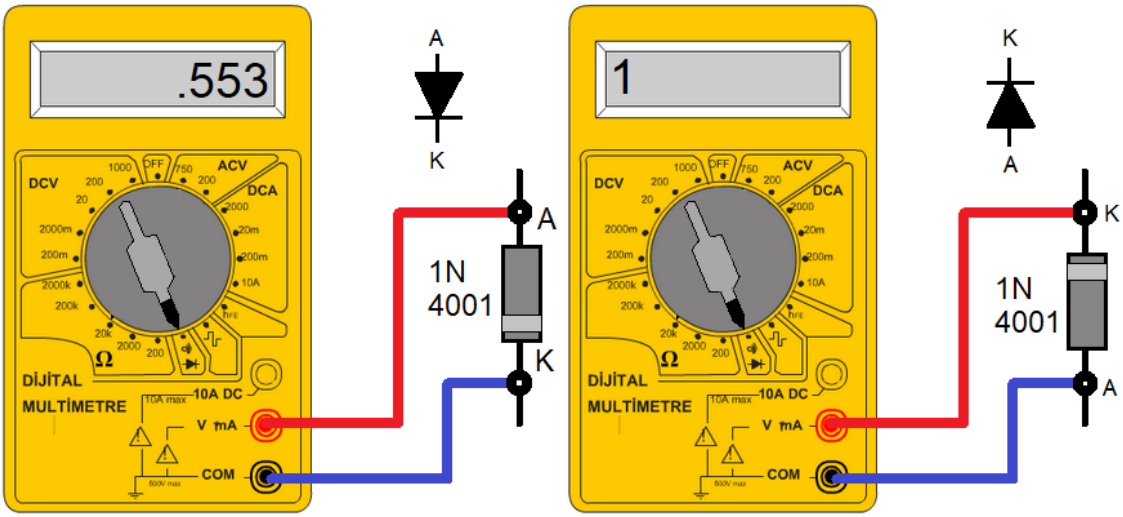
Görsel 4.27: Çeşitli diyotlar ve sembolleri

4.4.3. DİYOTLARIN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE UÇ TESPİTİ

Kontrol işlemi, AVOmetrenin diyot kademesinde yapılır. Kristal diyotlarda ölçü aletinin probları, her iki yönde diyot uçlarına değdirilir. Ölçü aleti tek yönde değer gösteriyorsa diyot sağlamdır. Değer gösterdiği konumda (+) proba bağlı uç anot, (-) proba bağlı uç katottur.

TEMRİN ADI	DİYOTLARIN SAĞLAMLIK KONTROLLERİ VE UÇ TESPİTLERİ	Temrin No
		52

AMAÇ: Diyotların sağlamlık kontrollerini yapmak ve uçlarını belirlemek.



Görsel 4.28: Diyodun sağlamlık kontrolü ve uç tespiti

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kristal diyot	1N 4001 ve 1N 4007	2 adet
Zener diyot		1 adet
LED diyot	Kırmızı, yeşil, mavi renklerde	3 adet
Multimetre		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Multimetreyi diyot kademesine alınız ve diyodun uçlarını her iki yönde ölçünüz (Görsel 4.28).
2- Diyodun uçlarını tespit ediniz ve sağlamlık durumunu Tablo 4.19'a yazınız.
3- Aynı işlemi diğer diyotlar için de gerçekleştiriniz ve ölçüm sonuçlarını Tablo 4.19'a yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
Diyotlar	**Sağlam/Arızalı**	**Uçları**
1N4001		
1N4007		
Zener		
Kırmızı LED		
Yeşil LED		
Mavi LED		

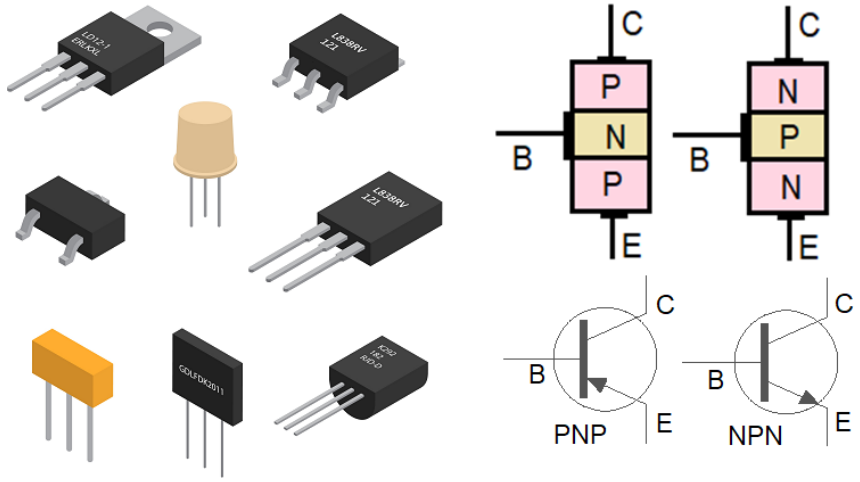
Tablo 4.19: Diyotların Sağlamlık Kontrolü ve Uç Tespiti

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ölçü aletinin kademe ayarının yapılması	20	
Sınıfı:	2	Diyotların sağlamlık kontrolünün yapılması	20	
No:	3	Kristal diyodun uçlarının tespit edilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Zener diyodun uçlarının tespit edilmesi	20	
Adı Soyadı:	5	LED diyodun uçlarının tespit edilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

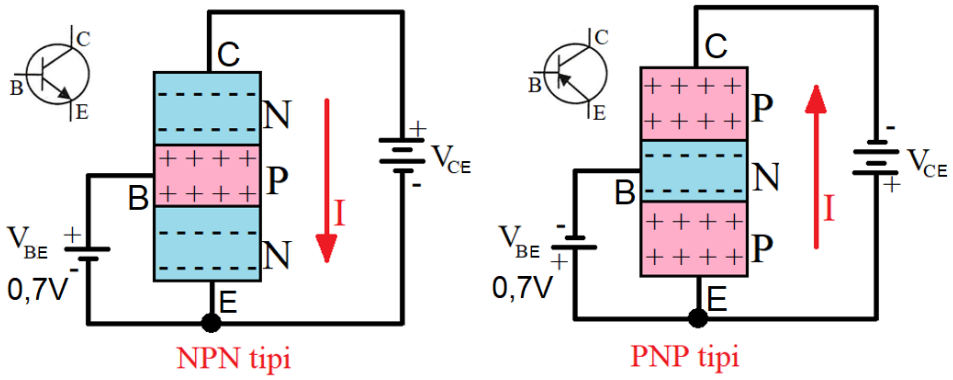
4.5.1. TRANSİSTÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

Yan yana birleştirilmiş iki diyottan oluşan üç ayaklı yarıiletken devre elemanına **transistör** denir. Yüzey birleşmeli ve alan etkili olmak üzere iki çeşit transistör vardır. Yüzey birleşmeli transistörlere **BJT (Bipolar Jonksiyon Transistör) transistör** denir. BJT transistörler, yarıiletken devre elemanlarının dizilimine göre NPN ve PNP olmak üzere iki tiptir. Uç isimleri **Emiter (E), Beyz (B) ve Kollektör (C)**'dür. Transistörler devrelerde anahtarlama elemanı ve yükselteç olarak kullanılır. Televizyon, cep telefonu ve bilgisayarlar başta olmak üzere elektroniğin her alanında kullanılır (Görsel 4.29).



Görsel 4.29: Transistör ve tipleri

Transistörlerin çalışması için doğru polarmalandırılması gerekir. NPN tipi transistörlerin beyz ve kollektörüne (+), emiterine (-) uygulandığında doğru polarmalandırılmış olur. PNP tipi transistörlerin ise beyz ve kollektörüne (-), emiterine (+) uygulanması ile doğru polarma gerçekleşir. transistörün iletime geçmesi için doğru polarma ile birlikte VBE (beyzemiter) geriliminin 0,7 V seviyesinde olması gerekir (Görsel 4.30).

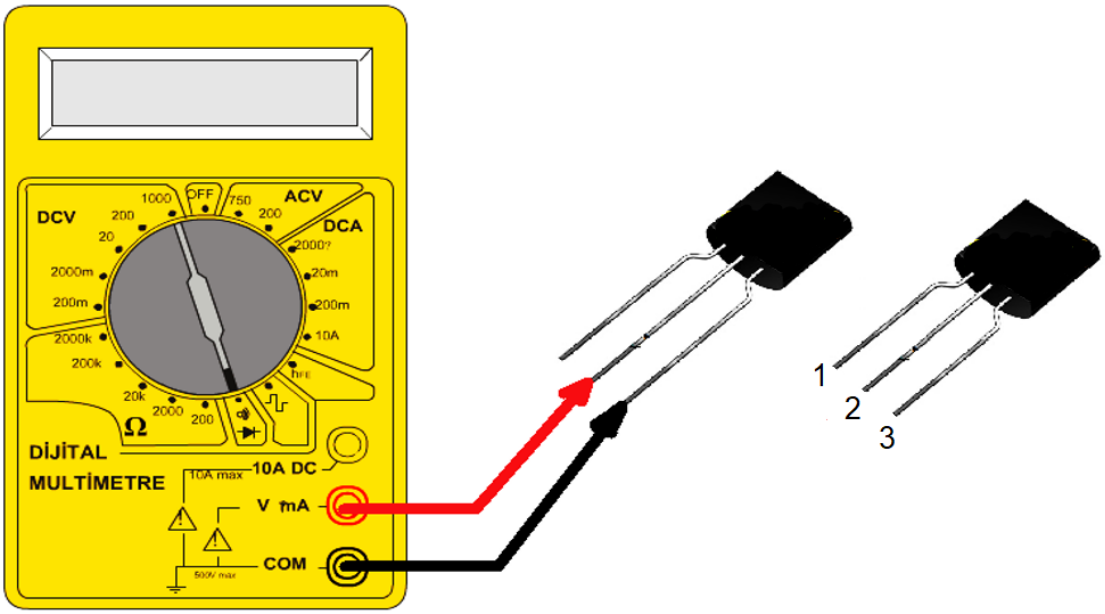


Görsel 4.30: BJT transistörlerinin doğru polarmalandırılması

4.5.2. TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE UÇ TESPİTİ

Kontrol işlemleri AVOmetre ile gerçekleştirilir. Ölçme için ölçü aletinin **siyah** ucu **COM** yuvasına, kırmızı ucu **V,Ω ,mA** yuvasına takılır ve kademe anahtarı da **diyot** kademesine alınır (Görsel 4.31).

- Ölçü aleti probları, transistör ayaklarına sırasıyla altı farklı şekilde değiştirilerek değdirilir ve Tablo 4.20'deki gibi ölçme işlemi yapılır.
- Yapılan ölçümlerin iki tanesinde ölçü aletinin ekranındaki değer okunur.
- Değer okunan ölçümlerde ortak olan uç transistörün **beyz**dir (2).
- Okunan değerlerden büyük olan (3) uç transistörün **emiter**ini, diğer uç (1) transistörün **kollektörünü** gösterir.
- Beyze bağlı olan prob kırmızı (+) ise transistör **NPN**, siyah (-) ise **PNP** tipidir.
- Yapılan ölçme sonucunda Tablo 4.20'den farklı ölçüm yapılmışsa transistör **bozuk** demektir.



Görsel 4.31: Multimetre ile transistör uçlarının ölçülmesi

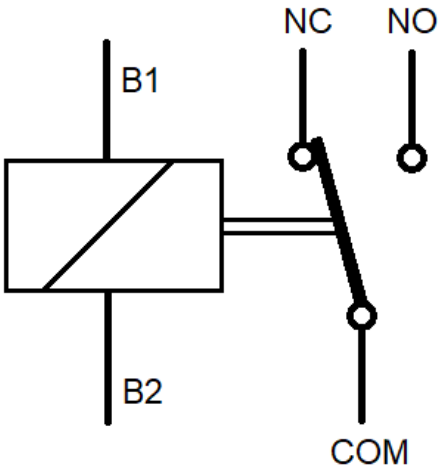
Kırmızı Prob (+)	Siyah Prob (-)	Ölçülen Değer
1	2	∞ (Sonsuz)
2	1	**503**
1	3	∞ (Sonsuz)
3	1	∞ (Sonsuz)
2	3	**552**
3	2	∞ (Sonsuz)

Tablo 4.20: Transistör Uçlarının Belirlenmesi

2 no.lu uç **beyz (B)**, 1 no.lu uç **kollektör (C)** ve 3 no.lu uç **emiter (E)** olmaktadır (Tablo 4.20). Transistör **NPN** tipi olmaktadır ve transistör sağlamdır.

4.5.3. TRANSİSTÖRLÜ DEVRELERDE RÖLE KULLANIMI

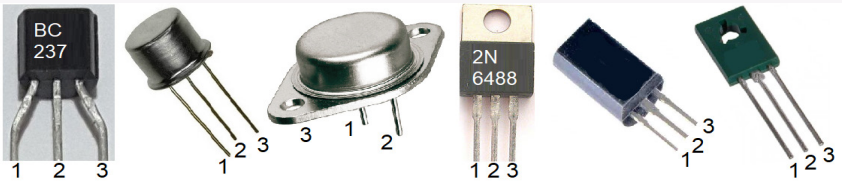
Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara **röle** denir. Temel olarak bobin ve buna bağlı çalışan kontaklardan oluşur. Devrelerde röle kullanımının amacı, düşük akımla büyük güçlü alıcıları kontrol etmektir. Röleler, bir ya da birden fazla kontağa sahip olabilir. Rölenin bobin gerilimi 5-48 V aralığındadır. Bobini AC veya DC gerilimle çalışan tipleri mevcuttur. Transistörlü devrelerde bob
ni DC gerilimle çalışan çeşidi kullanılır (Görsel 4.32).



Görsel 4.32: Rölenin sembolü

TEMRİN ADI	TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE UÇ TESPİTİ	Temrin No
		53

AMAÇ: Çeşitli transistörlerin sağlamlık kontrolünü ve uç tespitini yapmak.



Görsel 4.33: Çeşitli transistörler ve ayak uçları

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Transistörler	Çeşitli tiplerde	5 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Multimetreyi diyot kademesine alınız.
2- Görsel 4.33'te verilen transistörlerin uçlarını ve tiplerini tespit ederek Tablo 4.21'e yazınız.
3- Ölçüm sırasında tespit ettiğiniz transistör sağlamlık durumlarını Tablo 4.21'e yazınız.

Transistör Adı	1. Ucu	2. Ucu	3. Ucu	Tipi	Sağlam/Arızalı

Tablo 4.21: Transistörlerin Sağlamlık Kontrolleri, Uçlarının ve Tiplerinin Tespitleri

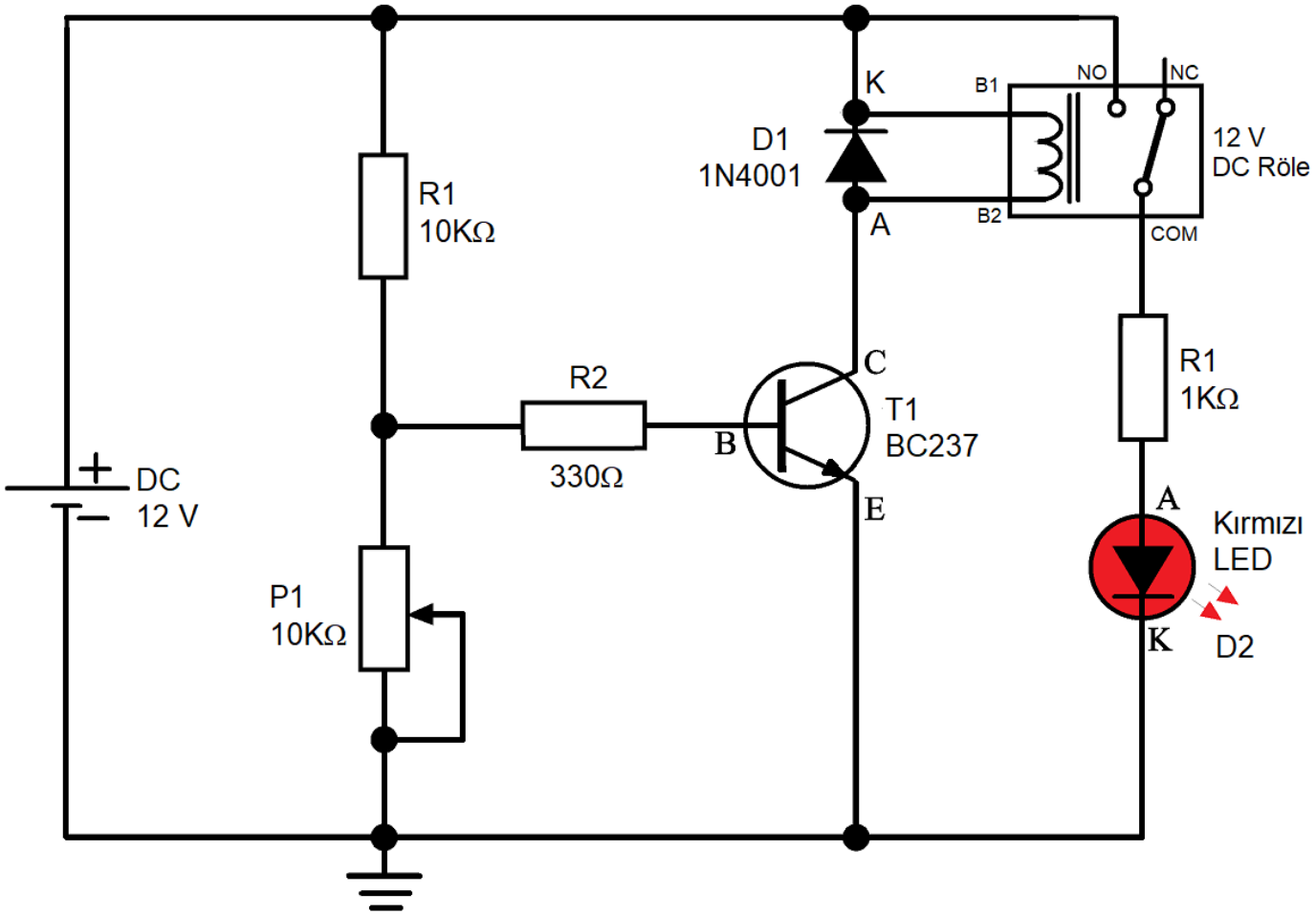
SORULAR

1- Transistör nedir?
2- Transistörün kullanım amaçları nelerdir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Transistörlerin uçlarının belirlenmesi	30	
Sınıfı:	2	Transistörlerin tiplerinin belirlenmesi	25	
No:	3	Transistörlerin sağlamlık kontrollerinin yapılması	25	
ÖĞRETMEN	4	Multimetrenin kullanılması	20	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TRANSİSTÖRLÜ RÖLE KONTROL DEVRESİ	Temrin No
		54

AMAÇ: Transistör ile röleyi kontrol etmek ve çalıştırmak.



Görsel 4.34: Transistörlü röle kontrol devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	330 Ω , 1 KΩ , 10 KΩ	3 adet
Potansiyometre	10 KΩ	1 adet
Röle	12 V DC	1 adet
Transistör	BC237 NPN	1 adet
LED diyot	Kırmızı LED	1 adet
Diyot	1N 4001	1 adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1m
El aletleri	Kargaburnu, yan keski	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.34'te verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz ve devreye enerji vererek çalıştırınız.
2- P1 potansiyometresini minimuma getiriniz. Bu anda transistörün kesimde, rölenin pasif olduğunu ve LED'in yanmadığını gözlemleyiniz.
3- P1 potansiyometreyi yavaşça artırınız. Bir noktada röle çekecek ve LED yanacaktır.
4- Potansiyometreyi tekrar minimuma doğru çevirerek rölenin bıraktığını ve LED'in söndüğünügözlemleyiniz.

SORULAR

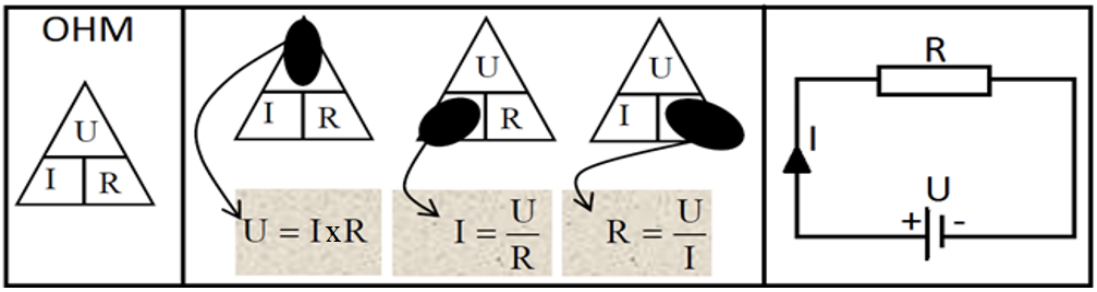
1- Röle nedir? Sembolünü çiziniz.
2- Röle devrelerde hangi amaçla kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin kurulması	30	
Sınıfı:	2	Devrenin çalıştırılması	30	
No:	3	Potansiyometre ile devrenin kontrol edilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Sonuçların değerlendirilmesi	20	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.6.1. OHM KANUNU

Elektronik devrelerde temel büyüklükler; akım, gerilim ve dirençtir. Devrelerde direncin akım ve gerilimle bir ilişkisi vardır. Bu ilişki **Ohm Kanunu** ile açıklanır. Görsel 4.35'te görüldüğü gibi Ohm Kanunu'na göre direnç; gerilimle doğru, akımla ters orantılıdır.



Görsel 4.35: Ohm kanunu üçgeni ve devre bağlantısı

Özellikler	Gerilim	Akım	Direnç
Sembolü	U	I	R
Birimi	Volt	Amper	OHM
Birim Sembolü	V	A	Ω

Tablo 4.22: Akım, Gerilim, Direnç Sembolleri ve Birimleri

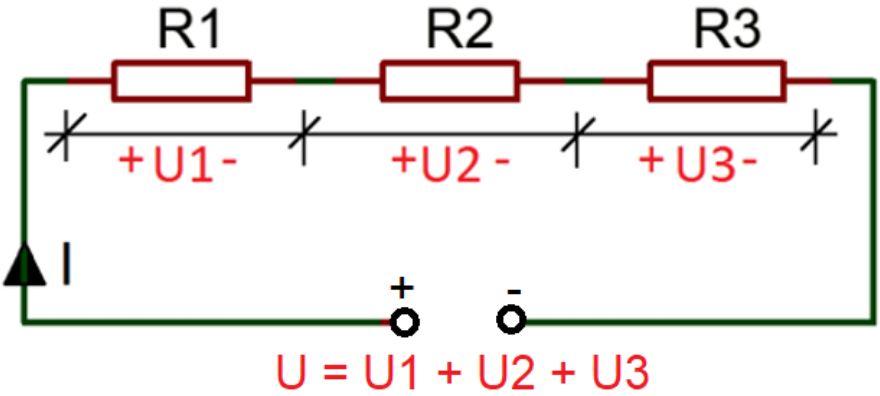
Örnek: 30 V gerilim kaynağına bağlı bir dirençten 2 A akım geçiyor. Buna göredirencin değeri nedir?

Çözüm: U = 30 V, I = 2 A ise;

$$R = \frac{U}{1} = \frac{30}{2} = 15\ \Omega$$

4.6.2. KIRCHHOFF'UN (KİRŞOF'UN) GERİLİMLER KANUNU (SERİ DEVRE)

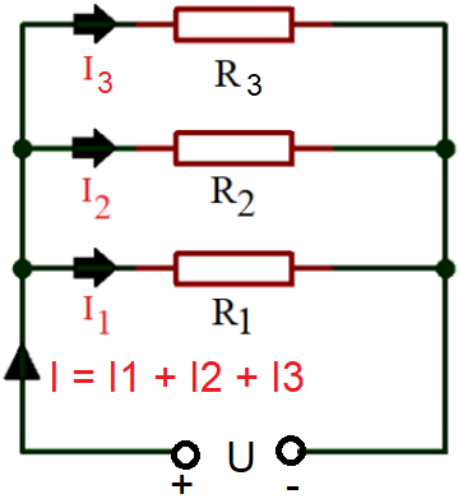
Seri devrelerde, dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamı kaynak gerilimine eşittir. Buna **Kirchhoff'un Gerilimler Kanunu** denir. Görsel 4.36'da görüldüğü gibi seri bağlı R1, R2 ve R3 irençlerinin üzerinde U1, U2 ve U3 gerilimleri düşmektedir. Bu gerilimlerin toplamı devre gerilimini verir. Seri devrede tüm yüklerden (dirençlerden) aynı akım geçer.



Görsel 4.36: Seri devre bağlantısı

4.6.3. KIRCHHOFF'UN AKIMLAR KANUNU (PARALEL DEVRE)

Paralel devrelerde dirençlerden geçen akımların toplamı devre akımına eşittir. Buna **Kirchhoff'un Akımlar Kanunu** denir. Görsel 4.37'de görüldüğü gibi paralel bağlı R1, R2 ve R3 dirençleri üzerinden I1, I2 ve I3 akımları geçmektedir. Bu akımların toplamı devre akımını verir. Tüm elemanlar üzerinde düşen gerilimler birbirine eşittir.



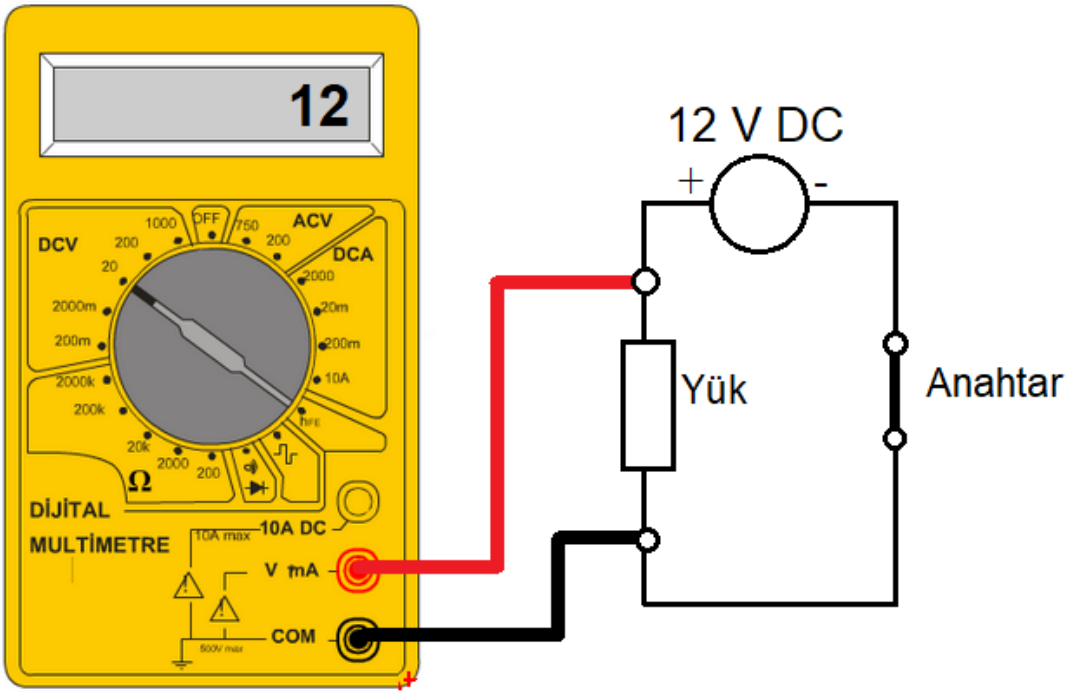
Görsel 4.37: Paralel devre bağlantısı

4.6.4. ELEKTRONİK DEVRELERDE MULTİMETRE İLE GERİLİM VE AKIM ÖLÇME

Elektronik devrelerde gerilim ve akım ölçme işleminde genellikle multimetreler kullanılır. Ölçme işlemine başlamadan önce uygun kademe seçimi yapılmalı ve problar uygun girişlere takılmalıdır.

4.6.4.1. Multimetre ile Gerilim Ölçme İşlemi

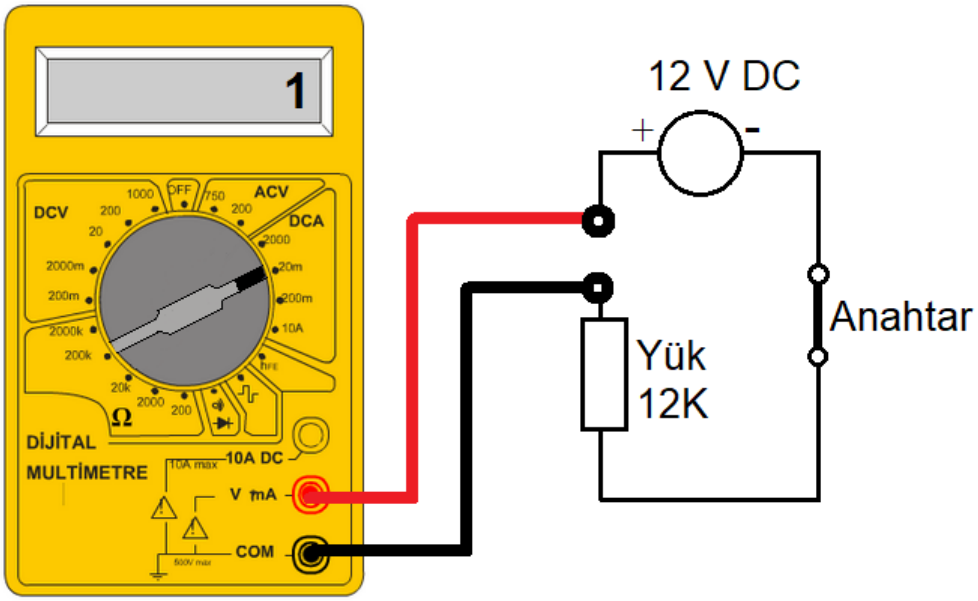
- Kırmızı prob (V mA) girişine siyah prob ise (COM) girişine takılır.
- Kademe anahtarı ile AC/DC ve uygun gerilim değer sınırı seçilir.
- Voltmetre, devreye paralel bağlanır (Görsel 4.38).
- Değeri bilinmeyen gerilim ölçülürken ölçmeye ölçü aletinin en yüksek kademesinden başlanır.
- Ölçülen değer sağlıklı okunamıyorsa ölçü aleti probları ölçme noktasından uzaklaştırılıp kademe küçültülür ve ölçme işlemine devam edilir.
- Problar, gerilim ölçülecek noktalara dokundurulur.
- Ölçü aletinden gerilim değeri okunur.



Görsel 4.38: Multimetre ile DC gerilim ölçülmesi

4.6.4.2. Multimetre ile Akım Ölçme İşlemi

- mA seviyesinde akım ölçülecekse kırmızı prob (V mA) girişine siyah prob ise (COM) girişine takılır.
- Yüksek akım ölçme işlemlerinde kırmızı prob (10 A) girişine bağlanır.
- Kademe anahtarıyla AC/DC akım seçimi yapılır.
- Değeri bilinmeyen akım ölçülürken ölçmeye ölçü aletinin en büyük kademesinden başlanır. Ölçülen değer sağlıklı okunamıyorsa ölçü aleti probları ölçme noktasından uzaklaştırılıp kademe küçültülür ve ölçme işlemine devam edilir.
- Problar, Görsel 4.39'da görüldüğü gibi akım ölçülecek noktalara dokundurulur. Bu durumda ölçü aleti devreye seri bağlanmış olur.
- Ölçü aletinden akım değeri okunur.

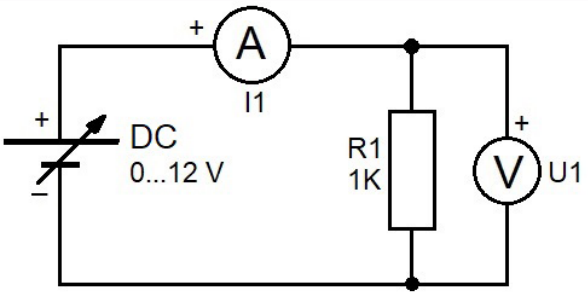


Görsel 4.39: Multimetre ile DC akım ölçülmesi

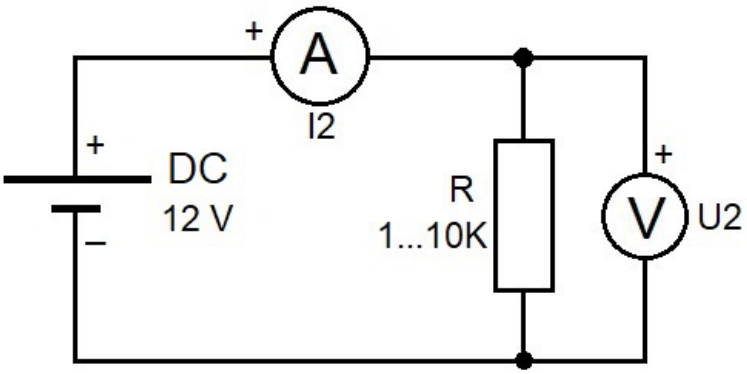
Not: Akım ve gerilim ölçümlerinde ekranda "-" işaret görülüyorsa bunun nedeni, ölçü aletinin problarının ters bağlanmasıdır. Probların yerinin değiştirilmesi ile bu durum düzelecektir.

TEMRİN ADI	OHM KANUNU UYGULAMALARI	Temrin No
		55

AMAÇ: Dirençli devrelerde akım ve gerilim ölçme işlemlerini yapmak.



Görsel 4.40: Ayarlı gerilim kaynaklı dirençli devre



Görsel 4.41: Sabit gerilim kaynaklı dirençli devre

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	1 KΩ , 2.2 KΩ , 3.3 KΩ, 4.7 KΩ,10 KΩ	5 adet
Multimetre		2 adet
DC güç kaynağı	0-12 V ayarlı	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1 m
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.40'daki devreyi breadboard üzerinde kurunuz.
2- DC gerilim değerlerini Tablo 4.23'te görüldüğü gibi ayarlayınız. Her bir gerilim değerinde,ampermetreden ve voltmetreden ölçtüğünüz değerleri Tablo 4.23'e yazınız.
3- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.
4- Görsel 4.41'deki devreyi breadboard üzerinde kurunuz ve devreyi çalıştırınız.
5- Devrenizdeki ampermetreden ve voltmetreden ölçtüğünüz değerleri Tablo 4.24'e yazınız.
6- Devrenin enerjisini kesiniz.
7- Tablo 4.24'te verilen her bir direnç için yapılan işlemi tekrarlayınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
DC Gerilim Değerleri	**Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (I_1)**	**Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri (U_1)**
0V		
2V		
4V		
6V		
8V		
10 V		
12 V		

Tablo 4.23: Değişken Gerilimli Ölçüm Tablosu

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME			
DC Gerilim Değeri	**Direnç Değerleri (R)**	**Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri (I_2)**	**Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri (U_2)**
12 V	1 KΩ		
12 V	2.2 KΩ		
12 V	3.3 KΩ		
12 V	4.7 KΩ		
12 V	10 KΩ		

Tablo 4.24: Sabit Gerilimli Ölçüm Tablosu

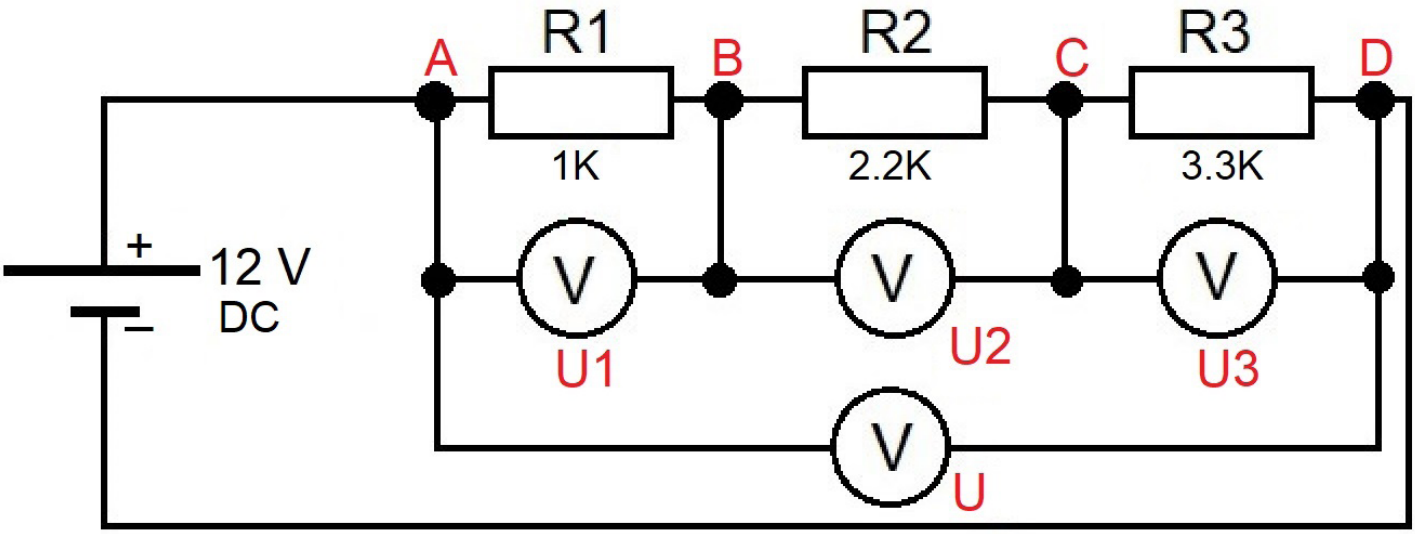
SORULAR

1- Direnç değeri sabit kalıp gerilim değeri arttığında akım değişimi nasıl olur?
2- Gerilim değeri sabit kalıp direnç değeri arttığında akım değişimi nasıl olur?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Ayarlı gerilim kaynaklı devrenin kurulması	20	
Sınıfı:	2	Sabit gerilim kaynaklı devrenin kurulması	20	
No:	3	Devrelerin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4	Ampermetre ile ölçme yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Voltmetre ile ölçme yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	KIRCHHOFF'UN GERİLİMLER KANUNU UYGULAMASI	Temrin No
		56

AMAÇ: Kirchhoff'un Gerilimler Kanunu uygulamasını seri devre üzerinde yapmak.



Görsel 4.42: Seri devrede gerilim değerlerinin ölçülmesi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	1 KΩ , 2.2 KΩ , 3.3 KΩ	3 adet
Multimetre		1 adet
DC güç kaynağı	12 V DC	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1 m
El aletleri	Pense, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.42'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2- Devreye enerji vererek çalıştırınız.
3- A-B arasındaki gerilimi (U_1) ölçünüz ve Tablo 4.25'e yazınız.
4- B-C arasındaki gerilimi (U_2) ölçünüz ve Tablo 4.25'e yazınız.
5- C-D arasındaki gerilimi (U_3) ölçünüz ve Tablo 4.25'e yazınız.
6- A-D arasındaki gerilimi (U) ölçünüz ve Tablo 4.25'e yazınız.
7- $U_1+U_2+U_3$ gerilimlerinin toplamının U gerilimine eşit olduğunu gözleyiniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
U Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri	**U_1 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değer**	**U_3 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri**
.....Volt	**.....Volt**	**.....Volt**

Tablo 4.25: Ölçüm Sonuçları

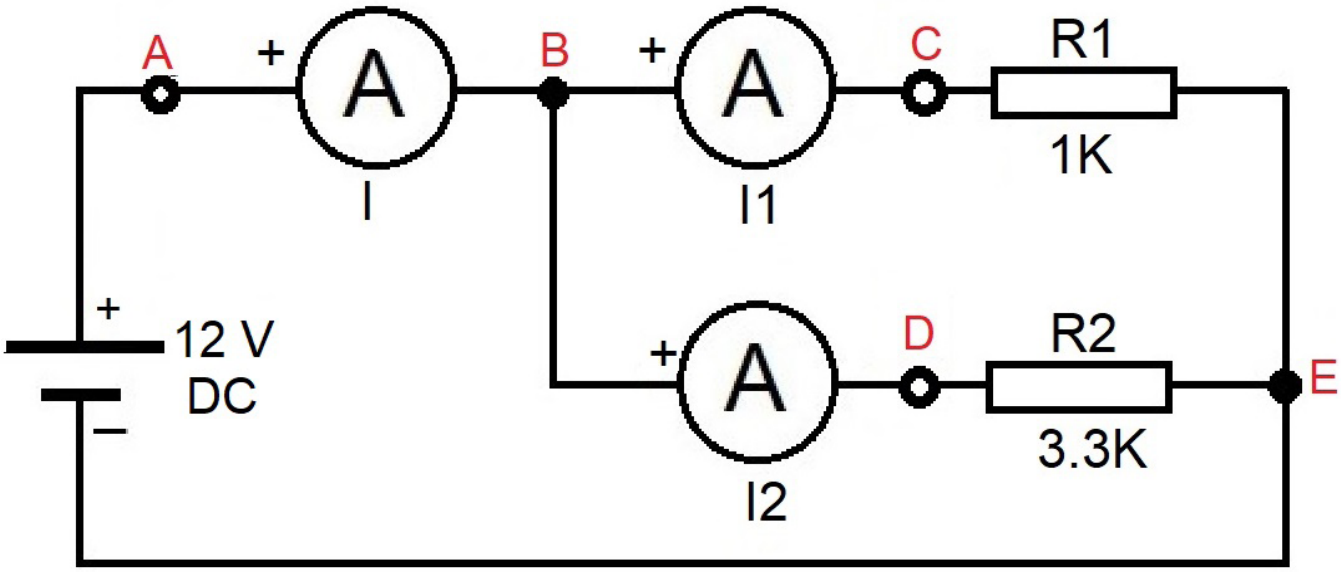
SORU

1- Kirchhoff'un Gerilimler Kanunu'nu açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	A-B arasındaki gerilimin ölçülmesi (U1)	20	
No:	3	B-C arasındaki gerilimin ölçülmesi (U2)	20	
ÖĞRETMEN	4	C-D arasındaki gerilimin ölçülmesi (U3)	20	
Adı Soyadı:	5	A-D arasındaki gerilimin ölçülmesi (U)	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	KIRCHHOFF'UN AKIMLAR KANUNU UYGULAMASI	Temrin No
		57

AMAÇ: Kirchhoff'un Akımlar Kanunu uygulamasını paralel devre üzerinde yapmak.



Görsel 4.43: Paralel devrede akım değerlerinin ölçülmesi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	1 KΩ ve 3.3 KΩ	2 adet
Multimetre		1 adet
DC güç kaynağı	0-30 V ayarlı	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1 m
El aletleri	Kargaburnu, yan keski	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.43'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2- Devreye enerji veriniz.
3- Ampermetreyi A-B arasına bağlayarak oradan geçen akım (I) değerini okuyunuz.
4- Ampermetreyi B-C arasına bağlayarak oradan geçen akım (I_1) değerini okuyunuz.
5- Ampermetreyi B-D arasına bağlayarak oradan geçen akım (I_2) değerini okuyunuz.
6- Ölçtüğünüz değerleri Tablo 4.26'ya yazınız.
7- I_1+I_2 akımının I akımına eşit olduğunu gözleyiniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
I Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri	**I1 Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri**	**I2 Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri**
..... Amper	..... Amper	..... Amper

Tablo 4.26: Ölçüm Sonuçları

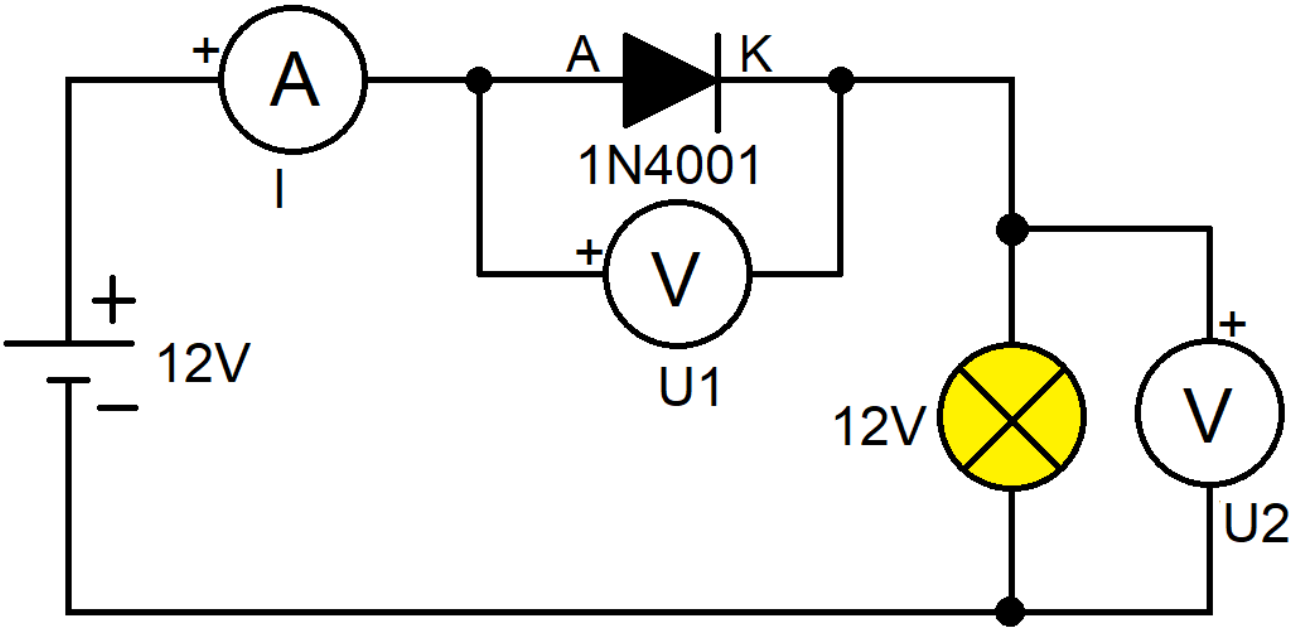
SORULAR

1- Devredeki dirençler aynı olsaydı akım nasıl değişirdi?
2- Paralel bağlı dirençlerden oluşan bir devrede hangi dirençten yüksek akım geçer?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	Ölçü aletinin kademe ayarının ve prob bağlantısının yapılması	20	
No:	3	A-B arasından geçen akımın ölçülmesi (I)	20	
ÖĞRETMEN	4	B-C arasından geçen akımın ölçülmesi (I_1)	20	
Adı Soyadı:	5	B-D arasından geçen akımın ölçülmesi (I_2)	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	DİYOT DEVRE UYGULAMASI	Temrin No
		58

AMAÇ: Diyotlu devrede akım ve gerilim ölçümleri yapmak.



Görsel 4.44: Diyotlu devrede akımın ve gerilimlerin ölçülmesi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Kristal diyot	1N 4001	1 adet
DC lamba	12 V	1 adet
Multimetre		2 adet
DC güç kaynağı	12 V	
Zil teli	0,5 mm²	1 m
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.44'deki kristal diyot devresini kurunuz ve devreyi çalıştırınız.
2- Ampermetre ve voltmetrelerden okunan değerleri Tablo 4.27'ye yazınız.
3- Enerjiyi kesiniz ve diyodun uçlarını ters bağlayınız.
4- Ampermetre ve voltmetrelerden okunan değerleri Tablo 4.27'ye yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME			
Diyot Polarması	**I Ampermetreden Ölçülen Akım Değeri**	**U1 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri**	**U2 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değeri**
Doğru Polarma	..... Amper	..... Volt	..... Volt
Ters Polarma	..... Amper	..... Volt	..... Volt

Tablo 4.27: Ölçüm Sonuçları

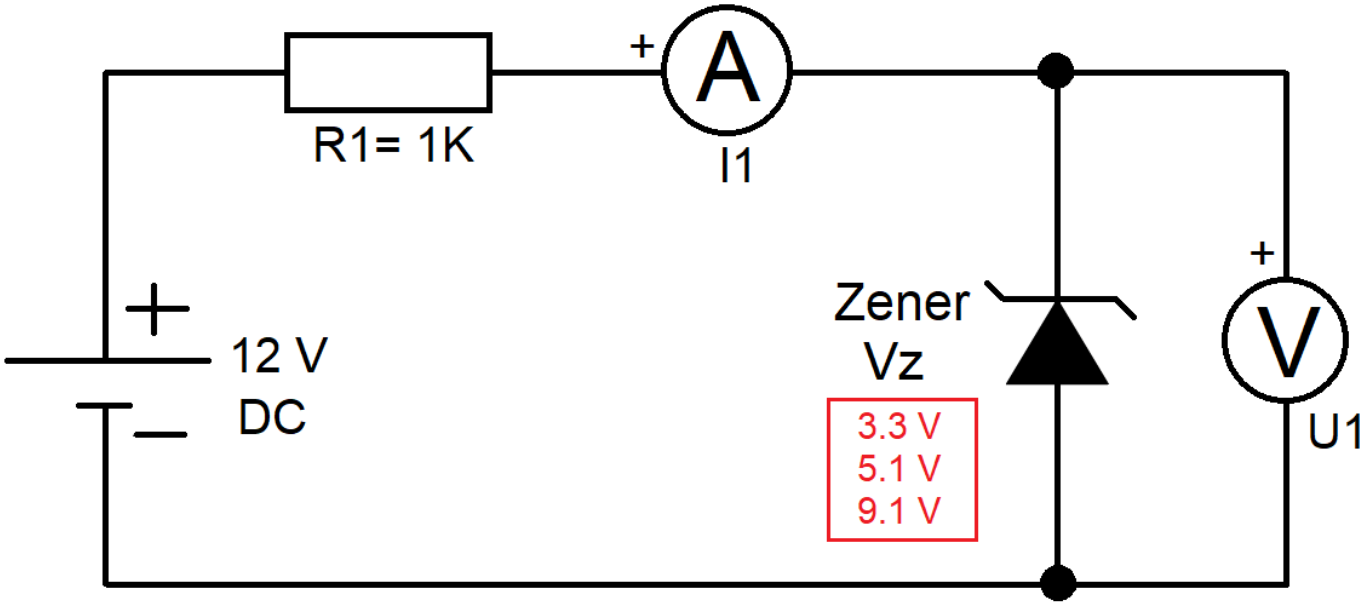
SORU

1- Kristal diyodun bu devrede kullanım amacı nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	Devrenin enerji verilerek çalıştırılması	20	
No:	3	Ölçü aletlerinin doğru şekilde devreye bağlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Ampermetre ile akım ölçümünün yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Voltmetre ile gerilim ölçümlerinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	ZENER DİYOT DEVRESİ UYGULAMASI	Temrin No
		59

AMAÇ: Zener diyotlu devrede akım ve gerilim ölçme uygulamaları yapmak.



Görsel 4.45: Zener diyotlu devrede akım ve gerilim ölçülmesi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Zener diyot	3.3 V, 5.1 V, 9.1 V	3 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
Multimetre		2 adet
DC güç kaynağı	12 V	
Zil teli	0,5 mm²	1 m
El aletleri	Kargaburnu, yan keski	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.45'teki zener diyot devresini breadboard üzerine kurunuz ve devreyi çalıştırınız.
2- Üç farklı özellikli zener diyodu devreye bağlayarak akım ve gerilim değerlerini ölçünüz.
3- Ölçülen akım ve gerilim değerleri Tablo 4.28'e yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME			
Ölçülen Değerler	**Zener Diyot (3.3 V)**	**Zener Diyot (5.1 V)**	**Zener Diyot (9.1 V)**
I1 Ampermetreden Ölçülen Değerler	..... Amper	..... Amper	..... Amper
U1 Voltmetreden Ölçülen Değerler	..... Volt	..... Volt	..... Volt

Tablo 4.28: Ölçüm Sonuçları

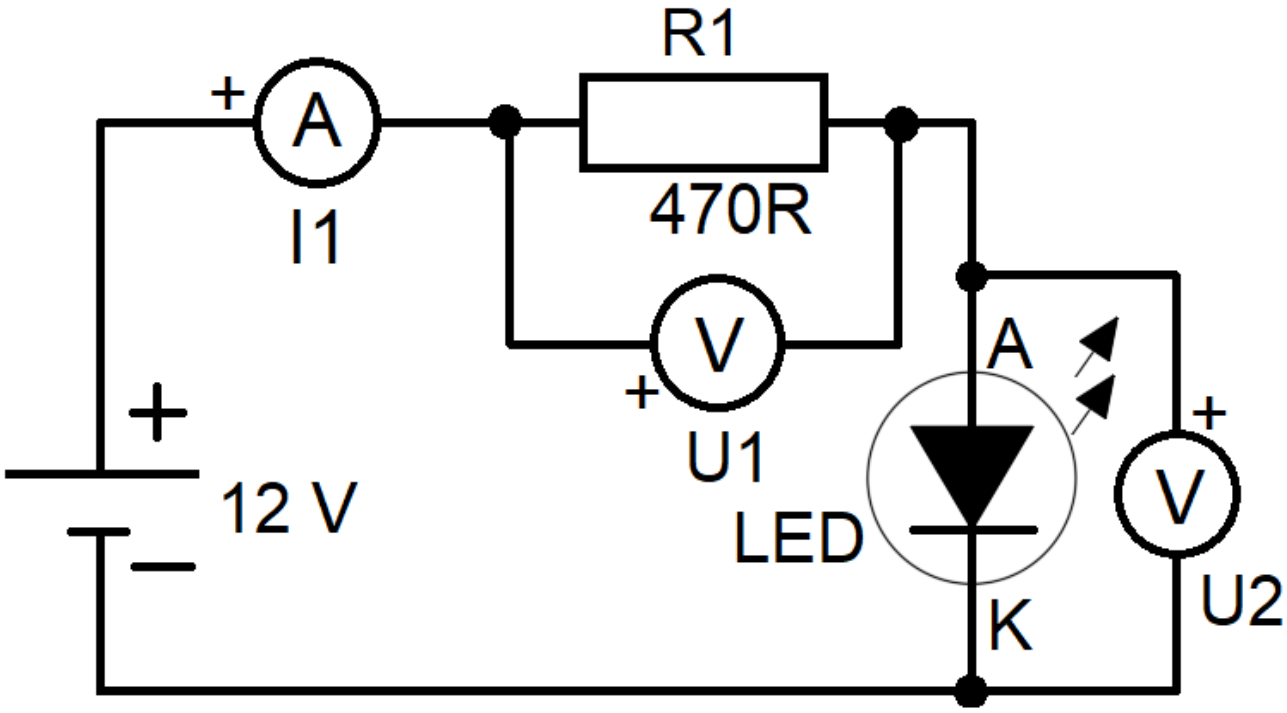
SORULAR

1- Zener diyot nedir? Nerede kullanılır?
2- Zener diyot ile kristal diyot arasında ne fark vardır?

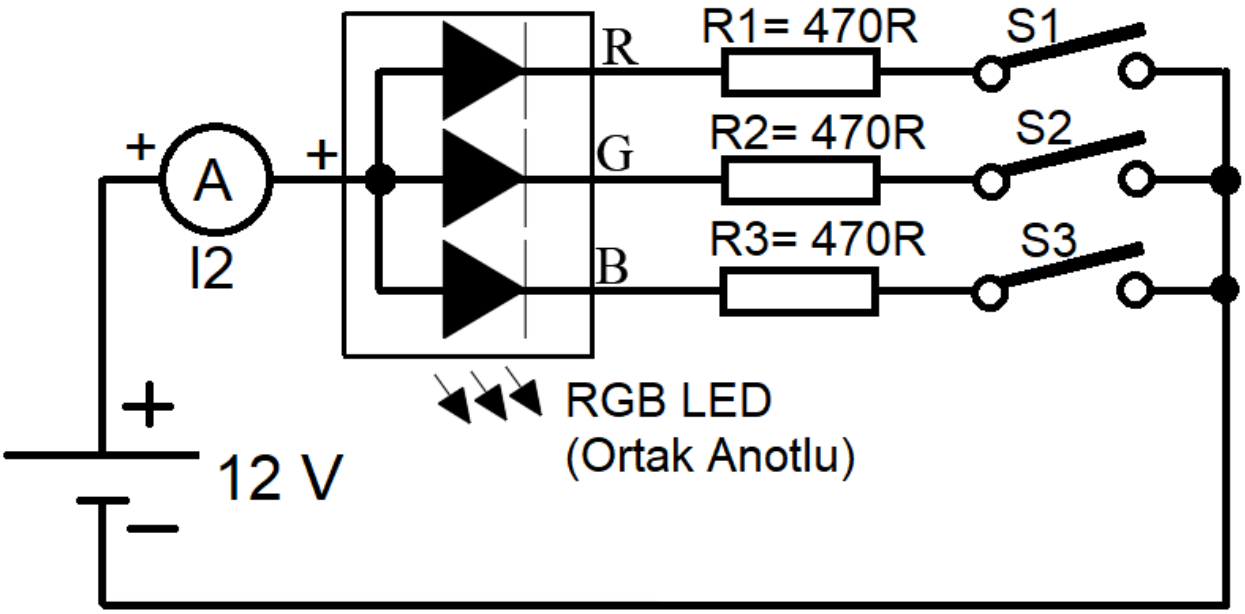
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerine kurulması	20	
Sınıfı:	2	Devrenin çalıştırılması	20	
No:	3	Ölçü aletlerinin doğru şekilde devreye bağlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Ampermetre ile akım ölçümünün yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Voltmetre ile gerilim ölçümlerinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	LED DİYOT DEVRE UYGULAMALARI	Temrin No
		60

AMAÇ: LED diyotları çalıştırmak ve LED diyotların çalışmasını gözlemlemek.



Görsel 4.46: LED diyot devresi



Görsel 4.47: Üç renkli (RGB) LED diyot devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Direnç	470 Ω	3 adet
LED diyotlar	Kırmızı, sarı ve yeşil LED	3 adet
Anahtar		3 adet
RGB LED diyot	Üç renkli LED (ortak anotlu)	1 adet
Multimetre		2 adet
Zil Teli	0,5 mm²	1m
DC güç kaynağı	12 V	1 adet
El aletleri	Kargaburnu, yan keski	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.46'daki devreyi kırmızı LED ile breadboard üzerine kurunuz ve çalıştırınız.
2- LED diyot üzerindeki gerilimi, devreden geçen akımı ölçünüz.
3- Ölçülen değerleri Tablo 4.29'a yazınız.
4- Enerjiyi kesiniz.
5- Kırmızı LED yerine sırasıyla sarı ve yeşil LED'leri bağlayarak LED diyotlar üzerindeki gerilimi ve devreden geçen akımı ölçüp değerleri Tablo 4.29'a yazınız
6- Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökünüz.
7- Görsel 4.47'deki devreyi breadboard üzerinde kurunuz.
8- Tablo 4.30'da verilen anahtar durumlarına göre devreyi çalıştırınız.
9- LED renk durumunu ve bu anda devreden geçen akımı ölçerek ölçülen akım değerlerini Tablo 4.30'a yazınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

LED Renkleri	I1 Ampermetreden Ölçülen Akım Değerler	U1 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değerleri	U2 Voltmetreden Ölçülen Gerilim Değerleri
Kırmızı LED	..... Amper	..... Volt	..... Volt
Sarı LED	..... Amper	..... Volt	..... Volt
Yeşil LED	..... Amper	..... Volt	..... Volt

Tablo 4.29: LED Ölçüm Sonuçları

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME				
S1 Anahtar Durumu	**S2 Anahtar Durum**	**S3 Anahtar Durumu**	**RGB LED Işık Rengi**	**I2 Ampermetreden Ölçülen Akım Değerler**
Açık	**Açık**	**Açık**	.....	..... Amper
Açık	**Açık**	**Kapalı**	.....	..... Amper
Açık	**Kapalı**	**Açık**	.....	..... Amper
Açık	**Kapalı**	**Kapalı**	.....	..... Amper
Kapalı	**Açık**	**Açık**	.....	..... Amper
Kapalı	**Açık**	**Kapalı**	.....	..... Amper
Kapalı	**Kapalı**	**Açık**	.....	..... Amper
Kapalı	**Kapalı**	**Kapalı**	.....	..... Amper

Tablo 4.30: RGB LED Ölçüm Sonuçları

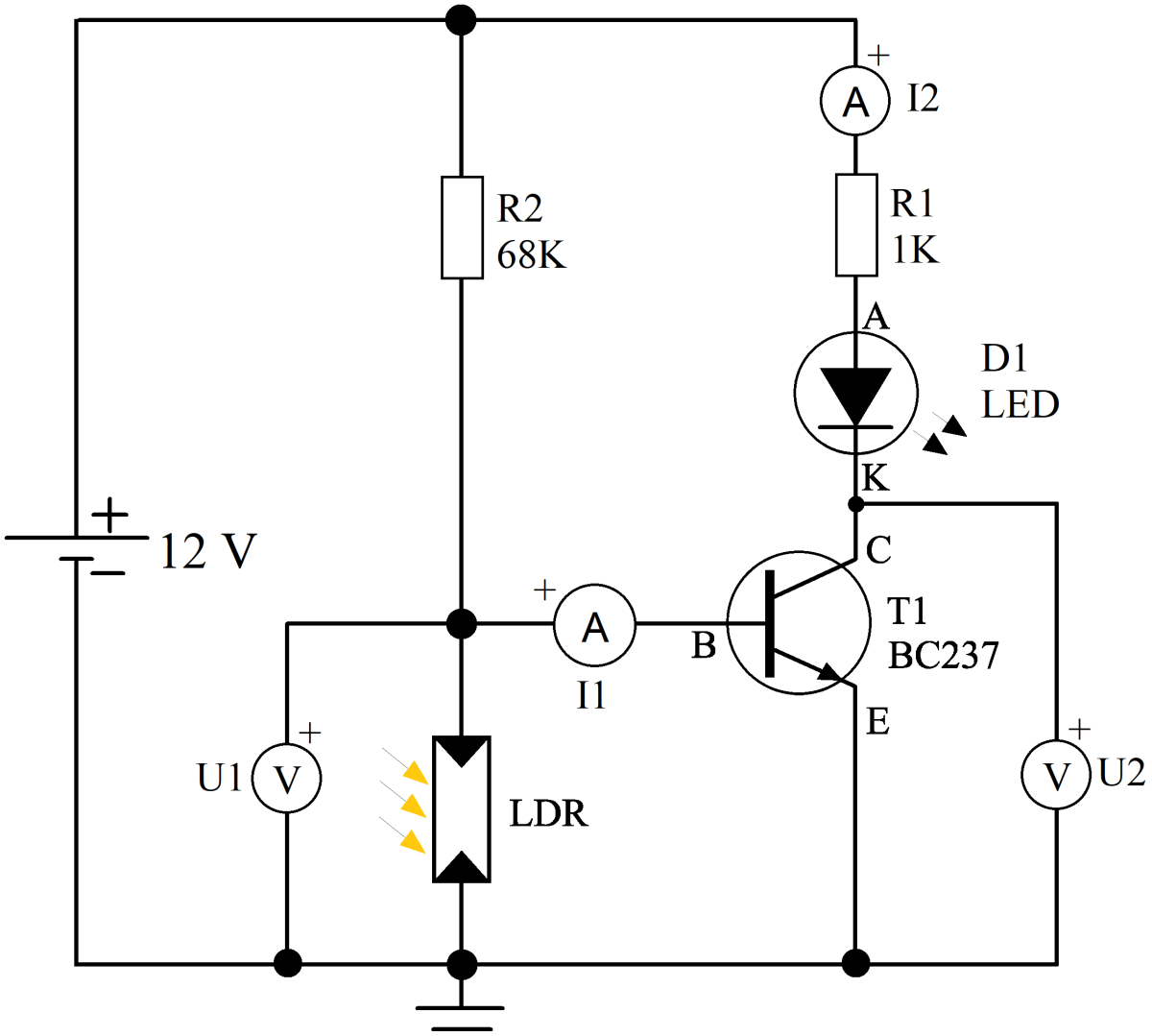
SORULAR

1- LED'lerin renklerine göre çalışma gerilimlerini belirtiniz.
2- RGB LED'ler nerelerde kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	Devreye enerji verilerek çalıştırılması	20	
No:	3	Ölçü aletlerinin doğru şekilde devreye bağlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Ampermetre ile akım ölçümlerinin yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Voltmetre ile gerilim ölçümlerinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	LDR'Lİ IŞIK DEVRESİNDE AKIM VE GERİLİM ÖLÇME UYGULAMASI	Temrin No
		61

AMAÇ: Transistör ve LDR ile kurulan ışık devrelerini çalıştırmak, akım ve gerilim ölçümlerini yapmak.



Görsel 4.48: Transistör ve LDR'li ışık devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Transistör	BC 237	1 adet
Direnç	1 KΩ ve 68 KΩ	3 adet
LED diyot		1 adet
LDR		1 adet
Zil teli	0,5 mm^2	1m
DC güç kaynağı	12 V	1 adet
Işık kaynağı	Lamba, el feneri vb.	1 adet
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.48'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2- Devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız.
3- LDR'ye ışık kaynağını yaklaştırınız.
4- Devredeki U_1 ve U_2 gerilimlerini ölçünüz ve değerleri Tablo 4.31'e yazınız.
5- Devredeki I_1 ve I_2 akımlarını ölçünüz ve değerleri Tablo 4.32'ye yazınız.
6- LDR'den ışık kaynağını uzaklaştırınız.
7- Devredeki U_1 ve U_2 gerilimlerini ölçünüz ve değerleri Tablo 4.31'e yazınız.
8- Devredeki I_1 ve I_2 akımlarını ölçünüz ve değerleri Tablo 4.32'ye yazınız.
9- Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME			
Işık Kaynağı Durumu	**LED'in Işık Durumu**	**U1 Voltmetreden Ölçülen Gerilim (V_{BE})**	**U1 Voltmetreden Ölçülen Gerilim (V_{CE})**
Işık kaynağı LDR'ye yakın	(...) Yanar (...) Söner	..... Volt	..... Volt
Işık kaynağı LDR'den uzak	(...) Yanar (...) Söner	..... Volt	..... Volt

Tablo 4.31: Devrede Gerilimlerin Ölçülmesi

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME			
Işık Kaynağı Durumu	**LED'in Işık Durumu**	**I1 Ampermetreden Ölçülen Değer (I_B)**	**I2 Ampermetreden Ölçülen Değer (I_C)**
Işık kaynağı LDR'ye yakın	(...) Yanar (...) Söner	..... Amper	..... Amper
Işık kaynağı LDR'den uzak	(...) Yanar (...) Söner	..... Amper	..... Amper

Tablo 4.32: Devrede Akımların Ölçülmesi

SORULAR

1- LDR nedir? Nerelerde kullanılır?
2- Transistör kaç V gerilimde iletime geçti?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	Devreye enerji verilerek çalıştırılması	20	
No:	3	Ölçü aletlerinin doğru şekilde devreye bağlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Ampermetre ile akım ölçümlerinin yapılması	20	
Adı Soyadı:	5	Voltmetre ile gerilim ölçümlerinin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

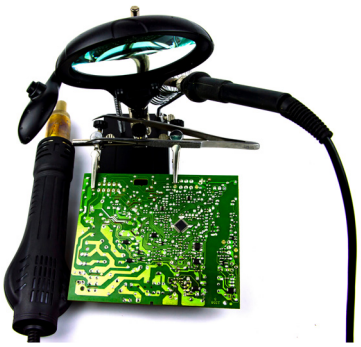
4.7.1. LEHİM VE LEHİMLEME

Kalay ve kurşunun belli oranlarda karıştırılmasıyla oluşan, yüksek sıcaklıkta eriyen alaşımlara **lehim** denir. Elektronik devre elemanlarının lehim ile birleştirilmesi işlemine **lehimleme** denir. Lehimleme yaparken Tablo 4.33'teki malzemeler ve araçgereçler kullanılır.

4.7.2. LEHİMLEME MALZEMELERİ VE ARAÇ - GEREÇLERİ

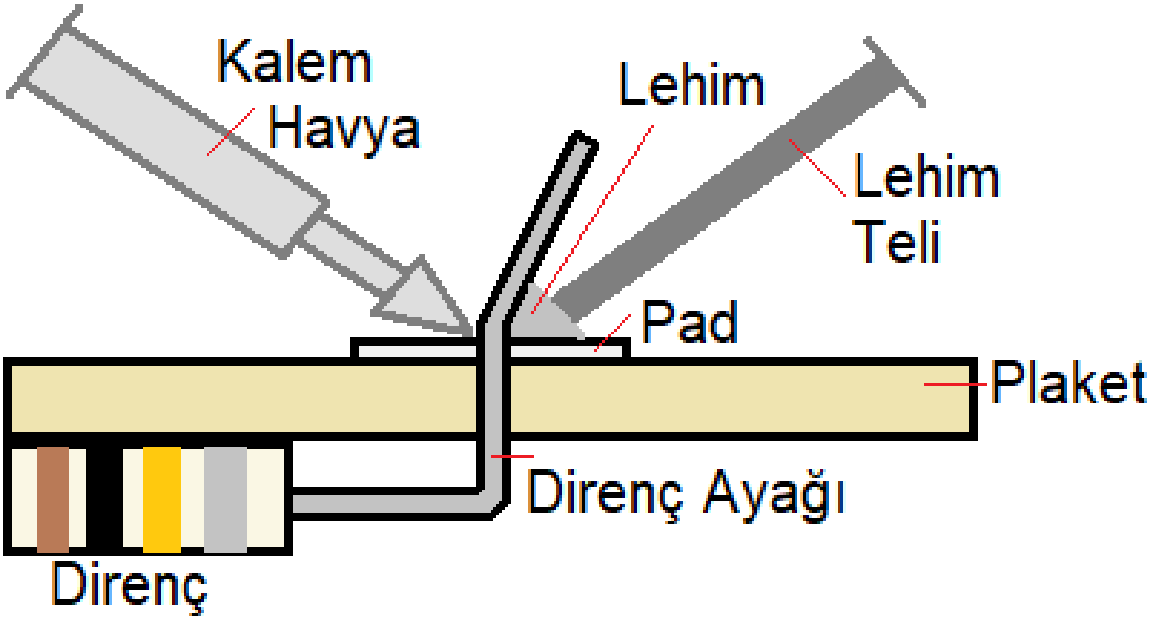
	Lehim Teli	%60 kalay ve %40 kurşundan oluşan farklı kalınlıktaki tellerdir. Lehim telleri kalınlıklarına göre; 0,75 mm², 1 mm², 1,20 mm² ve 1,60 mm² çaplarında üretilir.
	Lehim Pastası	Lehim yapılırken metal yüzeyin temizlenmesi ve ısınmadan dolayı oluşabilecek oksitlenmeleri önlemek için kullanılır. Pası ve oksit tabakayı yok eder. Lehilemeyi kolaylaştırır ve lehimin alana kolay dağılmasını sağlar.
	Havya	Lehimlenecek bölgenin ısıtılmasını, lehimin eritilmesini ve lehimleme işlemini sağlayan elemandır.

Tablo 4.33: Lehimleme Malzemeleri ve Araç - Gereçleri

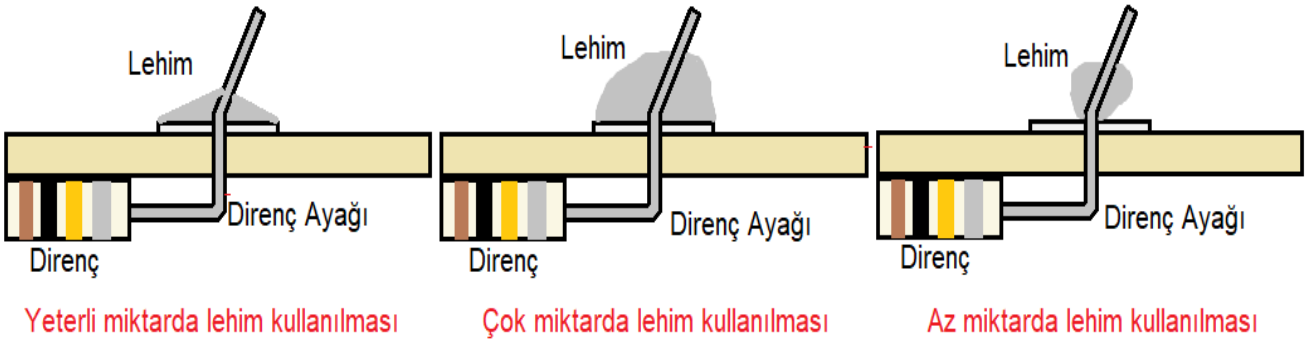
	Sıcak Hava İstasyonu ve Üfleyici	SMD (yüzey montaj elemanı) elemanların lehimlenmesinde ve lehimin sökülmesinde kullanılır. Sıcak hava istasyonu ve üfleyici ile havanın akış şiddeti ve hava sıcaklığı ayarlanabilir.
	Lehim Pompası	Lehimleri sökmek veya eski lehimleri temizlenmek amacıyla kullanılır. Isıtılarak sıvı kıvama getirilen eski lehimler lehim pompası yardımı ile emilir.
	**Yardımcı Elemanlar**	Lehim sökme teli, havya ucu temizleme teli, büyüteç ve board tutucu gibi malzeme ve ekipmanlar lehimleme iş emlerinde kolaylık sağlar.

4.7.3. LEHİMLEME YAPARKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- Çevrede gereksiz araç gereç bulunmamalı, uygun bir çalışma alanı oluşturulmalıdır.
- Lehimleme yaparken açığa çıkan duman teneffüs edilmemelidir.
- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.
- Havya uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır (Görsel 4.49).
- Yeterli miktarda ve kaliteli lehim kullanılmalıdır (Görsel 4.50).
- Lehimlenecek eleman veya iletken uçları ön lehimleme yapılmalı, önceden az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Lehim eridikten sonra donması için beklenmeli, bu sürede elemanlar sabit tutulmalıdır.
- Lehimleme tamamlandığında, lehimin parlak bir görünüşü ve kubbemsi bir şekli olmalıdır. Çok yaygın ya da sivri olmamalı, üzerinde ya da çevresinde artık bulunmamalıdır.
- Lehimleme işlemi bittikten sonra aynı nokta tekrar ısıtılıp lehim eritilmemelidir.



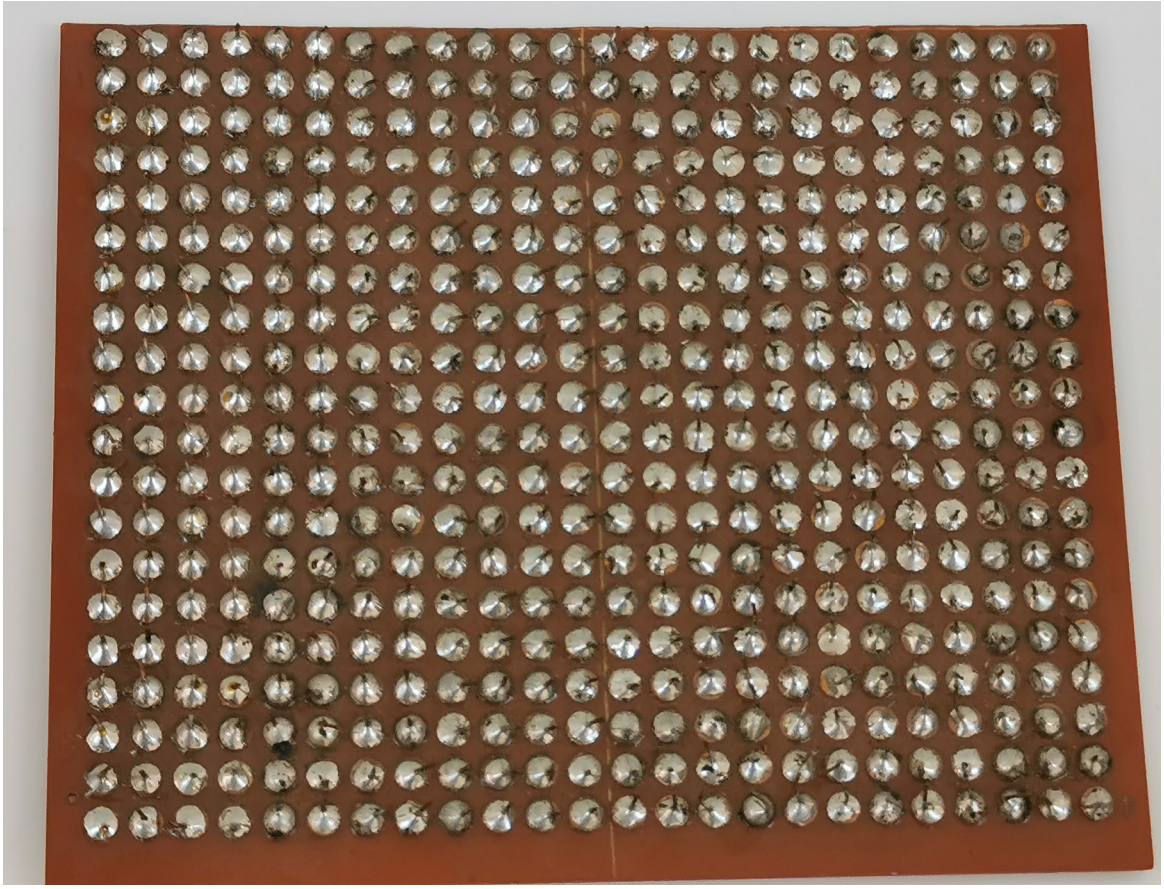
Görsel 4.49: Doğru havya kullanımı



Görsel 4.50: Doğru ve yanlış miktarda lehim kullanımları

TEMRİN ADI	DELİKLİ PLAKET ÜZERİNDE LEHİMLEME UYGULAMALARI	Temrin No
		62

AMAÇ: Delikli plaket üzerinde lehimleme uygulamaları yapmak.



Görsel 4.51: Delikli plaket üzerinde lehimleme

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Kalem havya	40 W gücünde	1 adet
Lehim teli		1 adet
Havya altlığı		1 adet
İletken tel	0,75 mm²	1m
Direnç		5 adet
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	
Lehim pompası		1 adet
Delikli plaket	5 x 5 cm	3 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Havyayı prize takarak ısınmasını bekleyiniz.
2- Delikli plaket üzerindeki her bir pad lehimle kaplanacak şekilde lehimleme yapınız.
3- 5 cm uzunluğunda teller keserek telleri diğer delikli plaket üzerindeki padlere lehimleyiniz.
4- Son plaket üzerine dirençleri yerleştirerek dirençlerin uçlarını lehimleyiniz (Görsel 4.51).
5- Bozuk yapılan lehimleri lehim pompası ile çıkartıp tekrar lehimleyiniz.

SORU

1- İyi bir lehimlemenin özelliklerini yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Tellerin uygun uzunlukta kesilmesi	25	
Sınıfı:	2	Tellerin yalıtkanlarının soyulması	25	
No:	3	İletken uçlarının lehimlenmesi	25	
ÖĞRETMEN	4	Lehimlenen uçlarının kontrollerinin yapılması	25	
Adı Soyadı:				
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.8.1. ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ SEMBOLLERİNİN ÇİZİLMESİ

SEMBOLLER	AÇIKLAMALAR	SEMBOLLER	AÇIKLAMALAR
S	Anahtar	B	Buton
A1 2 3 RL A2 1	DC Röle (12-24 V)	f	Sigorta
DC	Pil veya DC Güç Kaynağı	DC	Batarya veya DC Güç Kaynağı
U	DC Gerilim Kaynağı	U	AC Gerilim Kaynağı
U	Giriş Gerilimi		Şase (GND)
R R	Direnç (Sabit)	P P	Ayarlı Direnç (Potansiyometre)
R	Reosta (Ayarlı Güçlü Direnç)	R	Trimer Direnç (Trimpot)
V	VDR Direnç (Varistör)	LDR	Foto Direnç (LDR)
+T	PTC Termistör	-T	NTC Termistör
	Lamba		Jumper (Atlama)
A K D	Kristal Diyot	A K ZD	Zener Diyot
LED A K	LED Diyot	D A K	Foto Diyot
D4 D1 D3 D2	Köprü Diyot	D R G B	RGB LED Diyot (Ortak Anotlu)
C B T1 E	BJT Transistör (NPN Tipi)	C B T1 E	BJT Transistör (PNP Tipi)
L L	Bobin	TR TR	Transformatör (Trafo) (İki Uçlu)
TR	Transformatör (Trafo) (Üç Uçlu)	C	Ayarlı Kondansatör
C	Kutupsuz Kondansatör	C C	Elektrolitik Kondansatör
C C	Kutuplu Kondansatör	C	Trimer Kondansatör

Görsel 4.52: Elektronik devre elemanlarının sembolleri

4.8.2. ELEKTRONİK DEVRE ŞEMASI ÇİZİM KURALLARI

- Aynı özellikteki elemanların sembolleri eşit ölçülerde çizilmelidir (Görsel 4.52).
- Devre sembolleri birbirleri ile hizalı olacak şekilde alana yerleştirilmelidir.
- Semboller arasındaki mesafeler eşit olmalıdır.
- Sembollerin yönü, hatların geliş yönüne uygun şekilde çizim alanına yerleştirilmelidir.
- Semboller, uygun harflerle ve ardışık isimlendirilmelidir. Örneğin; devrede birden fazla direnç varsa R1, R2, R3 şeklinde isimlendirme yapılmalıdır. Birden fazla elemana aynı isim verilmemelidir.
- Eleman değerleri sembolün yanında belirtilmelidir.
- Devre şemasında çizilen hatlar 900 olacak şekilde yatay ve dikey olmalıdır. Özellikle eğik ve açılı çizimlerden kaçınılmalıdır.
- Yan yana çizilen hatlar arasındaki mesafeler birbirine eşit olmalıdır.
- Hatlar mümkün olduğunca kesiştirilmemelidir.
- Hat ve eleman birleşim yerleri (ek yerleri) nokta şeklinde belirtilmelidir.
- Hatlar (besleme ve özel hatlar dışında) aynı kalınlıkta çizilmelidir.
- Sembol çizgilerinin kalınlığı, hatların çizgi kalınlığına yakın veya hatların çizgi kalınlıklarından daha fazla olmalıdır.

Not:

1- Devrede aynı tip elemanlar kullanılsa bile isimlendirmeler aynı olamaz. Örneğin, iki adet BC237 transistör kullanıldığında; transistörlerden birisi T1, diğeri T2 olarak isimlendirilir. Ayrıca isimlendirme 1'den başlamalı, elemanlara sırayla numara verilmeli ve numaralandırmada atlama yapılmamalıdır.

2- Bazı sembollerin şekillerinde uluslararası norm farklılığından kaynaklanan değişiklikler görülebilir. Örneğin, transistör daireli veya dairesiz çizilebilir; bir diyot, içi boş veya dolu gösterilebilir.

TEMRİN ADI	ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ SEMBOLLERİNİN ÇİZİLMESİ	Temrin No
		63

AMAÇ: Elektronik sembollerini çizmek ve isimlendirmeleri norm yazı ile yazmak.

SEMBOLLER	AÇIKLAMALAR	SEMBOLLER	AÇIKLAMALAR

Görsel 4.53: Elektronik devre elemanlarının sembollerinin çizilmesi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Cetvel	30 cm ve üzeri özellikte	1 adet
Gönye	30-60-90 ve 45-45-90 derece gönyeler	2 adet
Kurşun kalem	2B	1 adet
Daire şablonu		1 adet
Silgi	Yumuşak kalite	1 adet
A4 kâğıdı	Antetli	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.52'deki tabloda bulunan, elektronik devre elemanlarının sembollerini A4 antetli kağıdına kurallara uygun şekilde çiziniz (Görsel 4.53)**.**
2- Sembollerin açıklamalarını norm yazıyla ilgili alanlara yazınız.
3- Çizimi tamamlayınız ve öğretmeninize teslim ediniz.

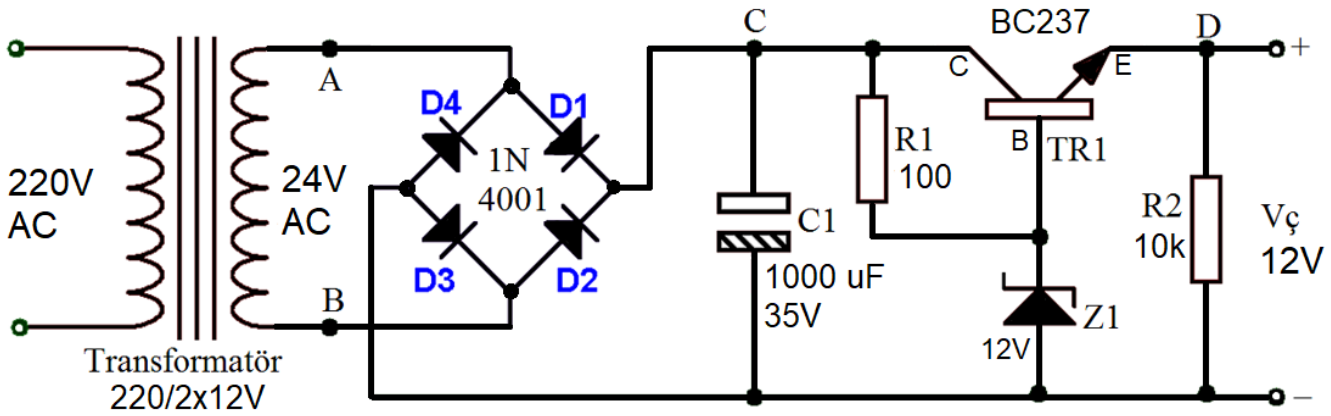
SORULAR

1- Elektronik devre elemanlarının sembollerini çizerken dikkat edilecek hususları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Tablonun çizilmesi	20	
Sınıfı:	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	20	
No:	3	Sembollerin doğru çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Yazıların norm yazı şeklinde yazılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kâğıt temizliğinin ve düzenin kontrol edilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	SERİ REGÜLE DEVRESİ ÇİZİMİ	Temrin No
		64

AMAÇ: Seri regüle devresini teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek.



Görsel 4.54: Seri regüle devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
A4 kâğıdı	Antetli	1 adet
Gönye	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Cetvel		1 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Çizim kâğıdını hazırlayınız.
2- Çizim kurallarına uygun olarak sembolleri çiziniz (Görsel 4.54).
3- Soldan başlayarak devre hatlarını çiziniz.
4- Devre hatlarının ek yerlerini belirtiniz.
5- Elemanları isimlendiriniz.
6- Çizimi kontrol ederek teslim ediniz.

SORU

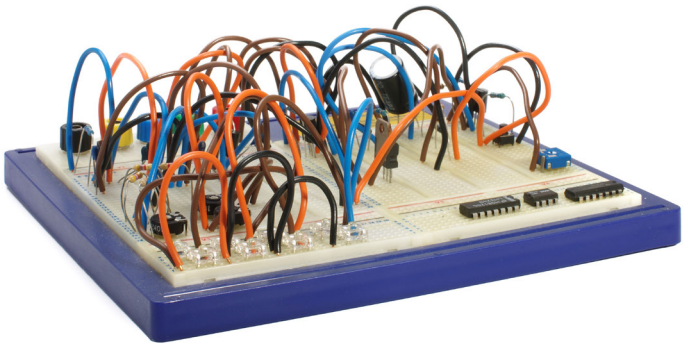
1- Devre hattı çizim kurallarını yazınız.

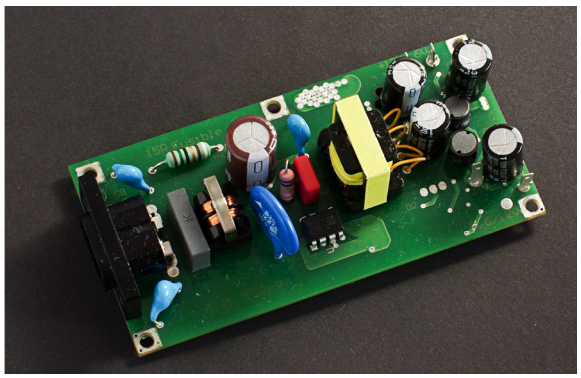
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Sembollerin çizilmesi ve alana yerleştirilmesi	20	
Sınıfı:	2	Hatların kurallara uygun çizilmesi	20	
No:	3	Sembol ve hatların çizgi kalınlıklarının eşit olması	20	
ÖĞRETMEN	4	Yazıların yazılması	20	
Adı Soyadı:	5	Kâğıdın yıpratılmaması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.9.1. BASKI DEVRE VE PATERN

Elektronik devre elemanlarının düzgün formda birleştirilmesi için oluşturulan yapıya **baskı devre** denir. Baskı devreler sayesinde devrelerin boyutları küçülür ve ağırlıkları azalır. Seri üretim ve düşük maliyet sağlar. Görsel 4.55'te breadboard üzerinde kurulan ve baskı devre üzerinde montajı yapılan devreler görülmektedir.





Görsel 4.55: Breadboard ve bakırlı plaket üzerinde devre kurulumu

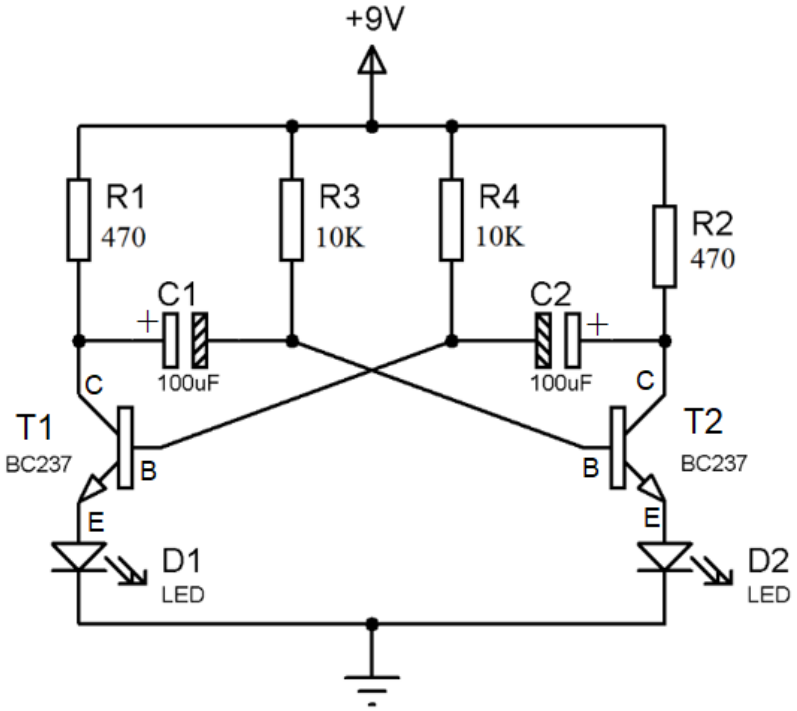
Baskı devreler pek çok aşamadan geçerek hazırlanır. İlk aşama patern çıkarmadır. Devre şemasının bakırlı plaket üzerine aktarılacak hale getirilmesine **patern** denir. Patern çıkarmak için devre elemanlarının ölçüleri alınarak baskı devre üzerindeki konum ayarları yapılır. Bu ayarlamanın devrenin elektriksel bağlantısını bozmamasına dikkat edilmelidir.

4.9.2. PATERN ÇIKARMA AŞAMALARI

- Devre şemasına göre milimetrik kâğıt üzerinde devre elemanlarının yerleşim planı yapılır.
- Eleman ayaklarının geçeceği delik yerleri (pad) işaretlenir.
- Delikler arası bağlantı yolları tasarlanır (Tablo 4.34).
- Bağlantı yolları kalınlaştırılarak bağlantı yollarının son hali verilir.
- Bu aşamadan sonra milimetrik kâğıt ters çevrilerek alttan görünüş resmi çizilir.

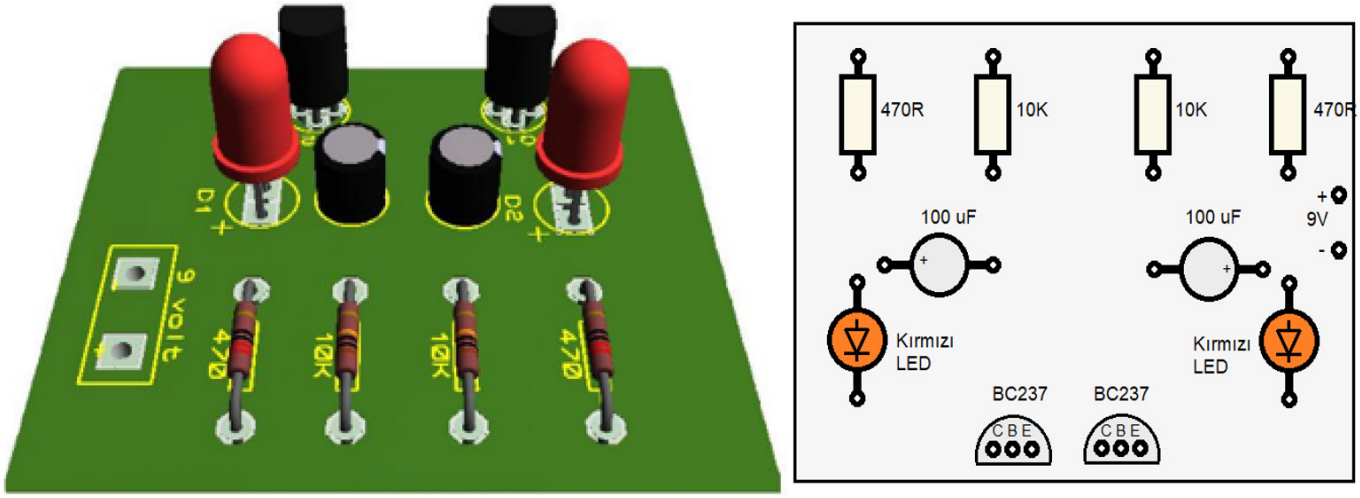
Patern oluşturma aşamaları şunlardır;

• Devre şekli çizilir ve elemanlar isimlendirilir (Görsel 4.56).



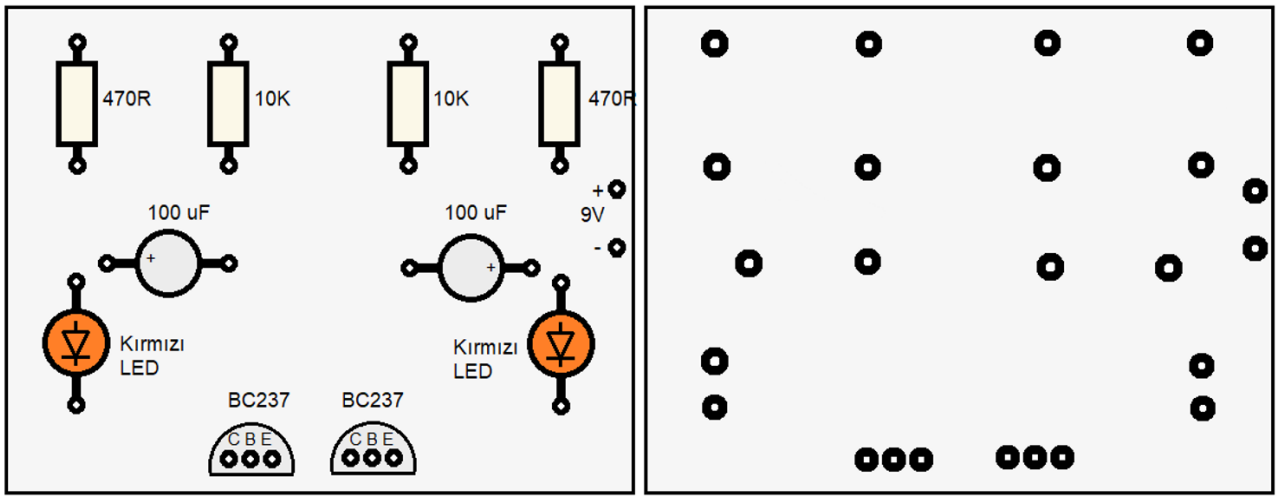
Görsel 4.56: Devre şemasının gösterilmesi

• Plaket üzerinde elemanların yerleşimleri planlanır (Görsel 4.57).



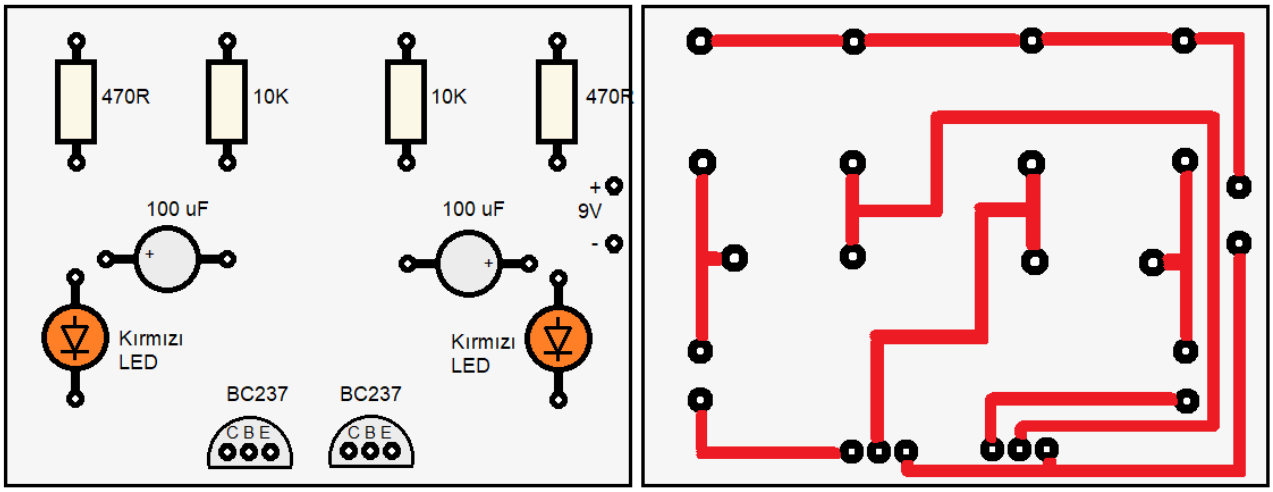
Görsel 4.57: Plaket üzerinde elemanların yerleşimi

• Plaket üzerinde elemanların yerleşimlerinin nokta konumları oluşturulur (Görsel 4.58).



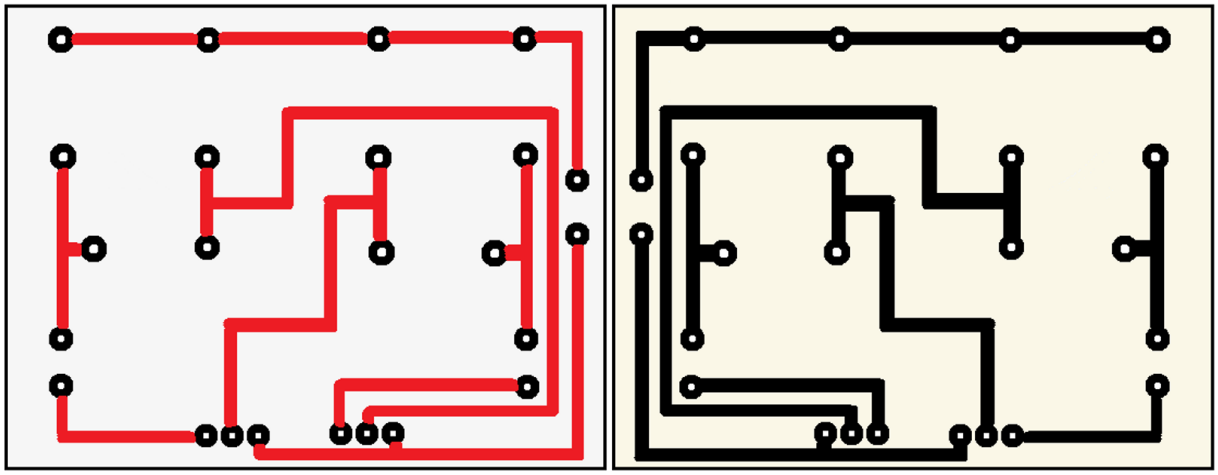
Görsel 4.58: Plaket üzerinde elemanların noktasal yerleşimleri

• Plaket üzerinde elemanların yerleşimlerinin üstten bakacak şekilde devre bağlantıları padler üzerinden çizilir (Görsel 4.59).



Görsel 4.59: Plaket üzerindeki elemanların üstten yerleşimleri ve bağlantı yollarının çizimi

- Plaket üzerinde üstten bakarak çizilen hatlar yatay çevrilerek tekrardan bakır plaket üzerine kalın şekilde çizilir (Görsel 4.60).



Görsel 4.60: Plaket üzerinde bağlantı yollarının çizilmesi (üstten ve alttan görünümleri)

Elemanlar	Mesafeler	Elemanlar	Mesafeler
Eleman- Kenar Arası	5 mm	**Direnç (1/8 W) Ayak-Pad Arası**	10 mm
Transistör- Pad Arası	5 mm	**Direnç (1/4 W) Ayak-Pad Arası**	15 mm
Diyot- Pad Arası	10 mm	**Direnç (1/2 W) Ayak-Pad Arası**	15 mm
Potansiyometre- Pad Arası	5 mm	**Direnç (1 W vb.) Ayak-Pad Arası**	5 mm

Tablo 4.34: Padler ve Elemanlar Arası Mesafeler

Not: Padlerin dış çapı 2 mm ve üstünde, iç delik çapı 1 mm ve civarında olmalıdır. Bağlantı yollarının kalınlığı 0,2 mm ve üzerinde, bağlantı yolları arasındaki mesafe de 1 mm üzerinde olmalıdır.

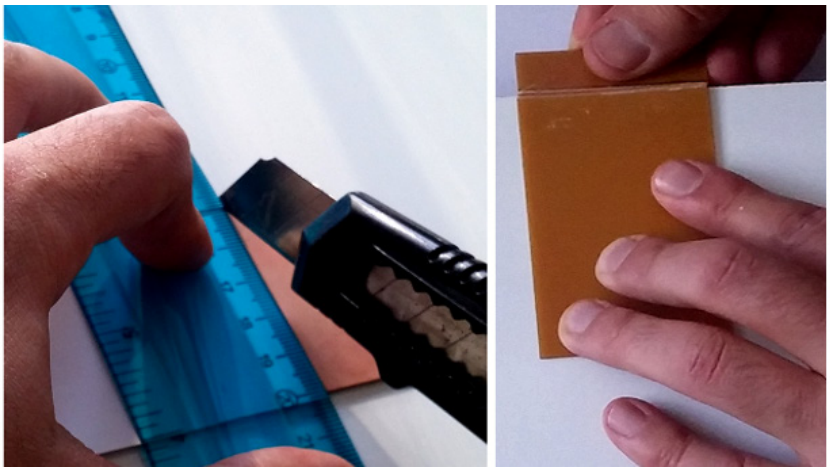
4.9.3. PATERN ÇIKARIRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- Yerleşim planı yapılırken eleman ayaklarının birbirleri ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.
- Elemanların plakete yerleşimleri düzgün ve belirli hizada olacak şekilde yapılmalıdır.
- Bir eleman alana nasıl yerleştirildiyse aynı türdeki diğer elemanlar da o elemana paralel yerleştirilmelidir.
- Bakır plaketin bir yere montajlanacağı dikkate alınarak plaketin üzerinde vida alanları bırakılmalıdır.
- Elemanlar üzerinde soğutucu vb. kullanılacaksa tasarım buna göre yapılmalıdır.
- İşaretleme yapılırken deliklerin aynı hizada olmasına özen gösterilmelidir.
- Yollar tasarlanırken yolların birbirleriyle kesişmemesine özen gösterilmeli, mecburi durumlarda minimum düzeyde atlamalar kullanılmalıdır.
- Direnç, diyot gibi elemanların ayakları yatay olarak; transistör, kondansatör, regülatör entegresi gibi elemanların ayakları dikey olarak monte edilmelidir.
- Transistör, regülatör entegresi gibi çok ayaklı elemanların ayakları düz olacak şekilde bakır plaket üzerine yerleştirilmelidir.
- Soğutucu kullanılması gereken transistör, regülatör entegresi gibi elemanlar için yeteri kadar yer ayrılmalıdır.
- Trimpot, potansiyometre, trimer kondansatör gibi ayarlanan elemanlar için plaketin kenarına bir yer tespit edilmeli ve ona göre yerleştirilmelidir.
- Transformatör, bakırlı plaket üzerine monte edilmemelidir.
- Yüksek akım çeken ve ısınan elemanlar plaketin kenarında tasarlanmalıdır.
- Yüksek akım çeken ve ısınan elemanların kullanacağı yolların daha kalın yapılmasına dikkat edilmelidir. Diğer elemanlar ortaya çıkacak ısıdan etkilenmemesi için mesafeli yerleştirilmelidir.
- Bakır yolların köşeleri dik açılı çizilmemelidir.

BİLGİ YAPRAĞI

4.10.1. BASKI DEVRE PATERNİNİN PLAKETE AKTARILMASI

Baskı devreler, bakırlı plaket üzerinde oluşturulur. Devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve elemanlar arası bağlantıyı sağlayan bakırla kaplı plakalara **baskı devre plaketi** denir. Yalıtkan bir plaka üzerine ince bir bakır tabakası kaplanmasıyla meydana getirilir. Baskı devre tasarlandıktan sonra uygun yöntemlerle plaket üzerine aktarılır ve hatların dışında kalan kısımlar eritilerek bakır yollar meydana getirilir. Devre elemanları bu yollar aracılığıyla hem fiziksel hem de elektriksel olarak birbirine bağlanır.
Bakırlı plaketler, farklı ebatlarda üretilir. Bu sebeple bakırlı plaketlerin uygulaması yapılacak devrenin büyüklüğüne göre ölçülendirilip kesilmesi gerekir. Kesme işlemi, maket bıçağı veya testere ile yapılır (Görsel 4.61).



Görsel 4.61: Bakırlı plaketin ölçülendirilmesi ve kesilmesi

Paterni çıkartılan baskı devrenin plaket üzerine aktarılması ve banyo işleminden geçirilmesi gerekir. Banyo işlemi, bakırı eriten çözeltilerle yapılır. İşlem sırasında devre hatlarının erimemesi için; baskı devre kalemi, ütüleme, foto rezist (pozitif 20), serigrafi ve CNC kazıma yöntemleri kullanılır.

Okullarda yaygın olarak aşağıda yazılı iki yöntem kullanılmaktadır;

a) Baskı Devre Kalemi Yöntemi: Patern, karbon kâğıdı ile bakırlı plaket üzerine aktarılır ve baskı devre kalemi ile hatlar üzerinden geçilir. Baskı devre kalemlerinin mürekkepleri aside dayanıklıdır. Dolayısıyla mürekkepler eritme işleminden etkilenmez.

b) Ütüleme Yöntemi: Bu yöntemde özel transfer kâğıdı ve ütü kullanılır. Hazırlanan baskı devre çizimi, lazer yazıcıdan transfer kâğıdı üzerine çıkarılır. Bakırlı yüzeyin üzerine patern yerleştirilir ve kızgın ütü ile kâğıdın üzerine bastırılarak çizimin bakır yüzeye geçmesi sağlanır. Bu işlem sırasıda transfer kâğıdı bakır yüzey üzerinde kaydırılmamalı ve tüm çizim aktarılana kadar ütü ile ısıtma işlemine devam edilmelidir.

Patern, plakete aktarıldıktan sonra bakır yollar dışında kalan fazlalıklardan kurtulmak için asit banyosu hazırlanır. Asit banyosu hazırlanırken önce **3 ölçek** tuzu kaba dökülür ve ardından **1 ölçek** perhidrol azar azar kaba ilave edilir. Seyrelti oranına göre kullanılacak perhidrol oranında değişiklik yapılabilir. Baskı devre plaketi eriyik içine bakırlı yüzey üstte kalacak şekildeyerleştirilir. Eritme işleminin hızlandırılması ve bakırlı yüzey üzerinde oluşan hava kabarcı klarının giderilmesi için plastik kap, bir kenarından tutulup aşağı yukarı hareket ettirilerek istenmeyen bakır yüzeylerin tamamen erimesi beklenir. Eritme işlemi tamamlandıktan sonra baskı devre plaketi alınıp temizlenir ve kurutulur.

4.10.2. ELEMANLARIN BASKI DEVRE PLAKETİ ÜZERİNE MONTAJI

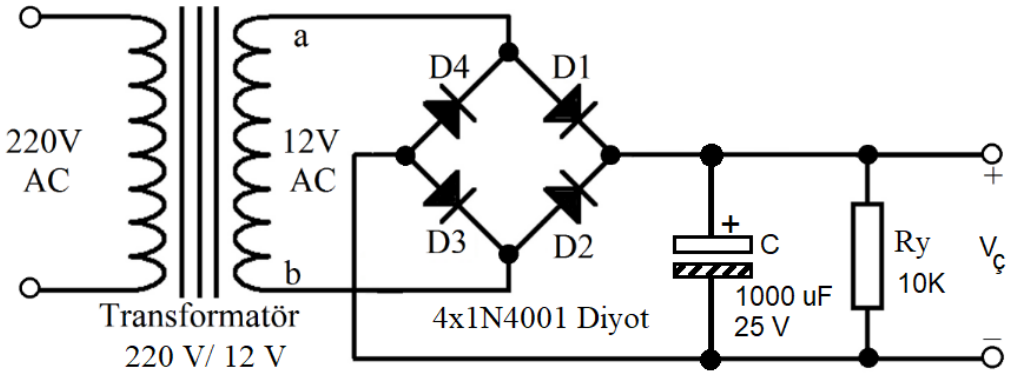
Baskı devre çıkarıldıktan sonra montaj aşamasına geçilir. Montaj aşamasında yapılacak ilk işlem, elemanların plaket üzerine yerleştirilebilmesi için gerekli olan deliklerin delinmesi işlemidir. Önceden belirlenen pad noktaları uygun matkap ucuyla delinir.

Montaja başlamadan önce AVOmetre ile bakır yollar, kısa devre ve açık devre ihtimallerine karşılık kontrol edilir. Kısa devre noktaları varsa, maket bıçağı ile kısa devreler giderilir. Devre elemanları, yerleşim planına uygun olarak ve elemanlarının uçlarına dikkat edilerek bakırlı plakete yerleştirilir.

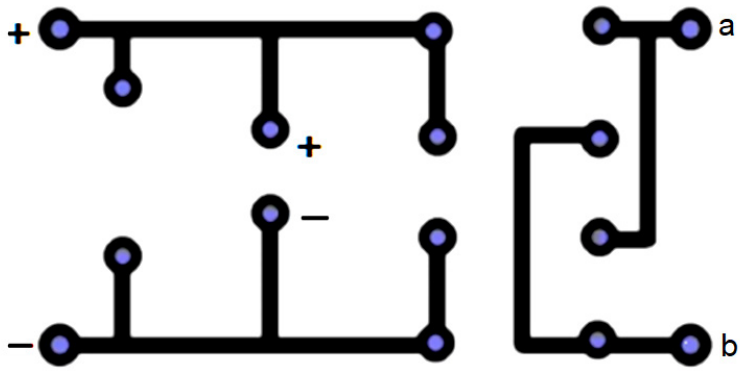
Son kontroller yapılarak bakırlı plakete lehimlenir. Lehimleme esnasında elemanların fazla ısıtılmamasına dikkat edilmelidir. Son olarak transformatör gibi kart dışında kalan elemanların kart ile bağlantısı sağlanır. Montaj tamamlandıktan sonra devreye enerji verilerek kart test edilir. Test sonuçları normalse kart tamamlanmış demektir.

TEMRİN ADI	BASKI DEVRE MONTAJLI KÖPRÜ TİPİ TAM DALGA DOĞRULTMAÇ UYGULAMASI	Temrin No 65

AMAÇ: Köprü tipi tam dalga doğrultmacın baskı devresini çıkarmak ve enerji vererek çalıştırmak.



Görsel 4.62: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç



Görsel 4.63: Baskı devre plaketinin alttan görünüşü

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır plaket	5 x 10 cm	1 adet
Baskı devre kalemi		1 adet
Milimetrik kâğıt		1 adet
Karbon kâğıt		1 adet
Direnç	10 KΩ	1 adet
Kondansatör	1000 µF 25 V kutuplu	1 adet
Matkap ve matkap ucu	Delikler için uygun uçlar	1 adet
Perhidrol ve tuz ruhu		1 adet
Kalem havya ve lehim teli		2 adet
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Eleman ölçülerini alarak milimetrik kâğıt üzerine üstten görünüş şeklini Görsel 4.62'deki gibi çiziniz.
2- Üstten çizdiğiniz şekli ters çevirerek milimetrik kâğıda çiziniz (Görsel 4.63).
3- Paterni, karbon kâğıdıyla bakırlı plaket üzerine aktarınız.
4- Baskı devre kalemi ile hatlar üzerinden geçiniz ve hatları kalınlaştırınız.
5- Plastik bir kap içeresine 1 ölçek perhidrol ve 3 ölçek tuz ruhu koyunuz.
6- Çizilen baskı devreyi asit içeresine atınız ve 5-10 dakika boyunca sallayarak eritiniz.
7- Fazlalık bakırların erime işlemi tamamlanınca plaketi kaptan alıp temizleyiniz.
8- Plaket üzerinde delikleri deliniz.
9- Multimetre ile bakır hatların açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
10- Her bir elemanı plaket üzerine yerleştiriniz ve elemanların ayak uçlarını hafifçe bükünüz.
11- Elemanları plakete lehimleyiniz.
12- Lehimleme işlemi bittiğinde, elemanların fazla uçlarını yan keski ile kesiniz.
13- Plaketi gözle kontrol edip multimetre ile açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.

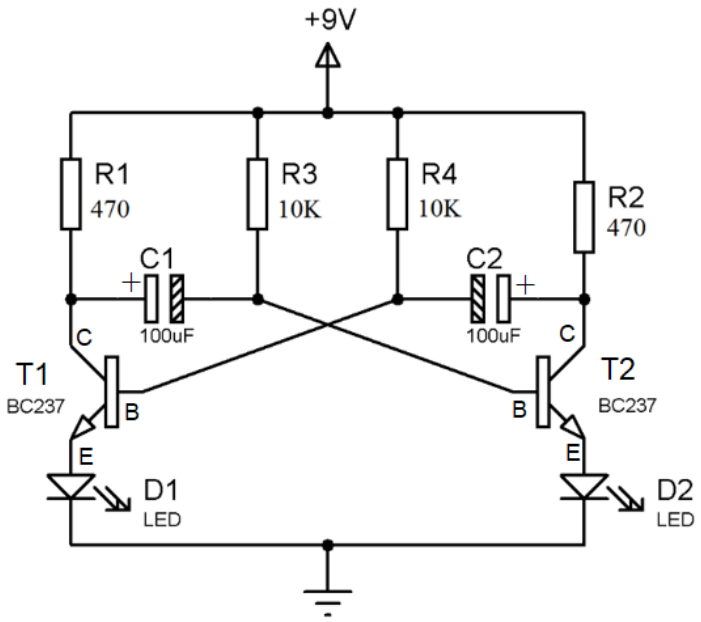
SORULAR

1- Baskı devre ve paterni nedir?
2- Paterni plakete aktarmak için kullanılan yöntemin işlem adımlarını yazınız.

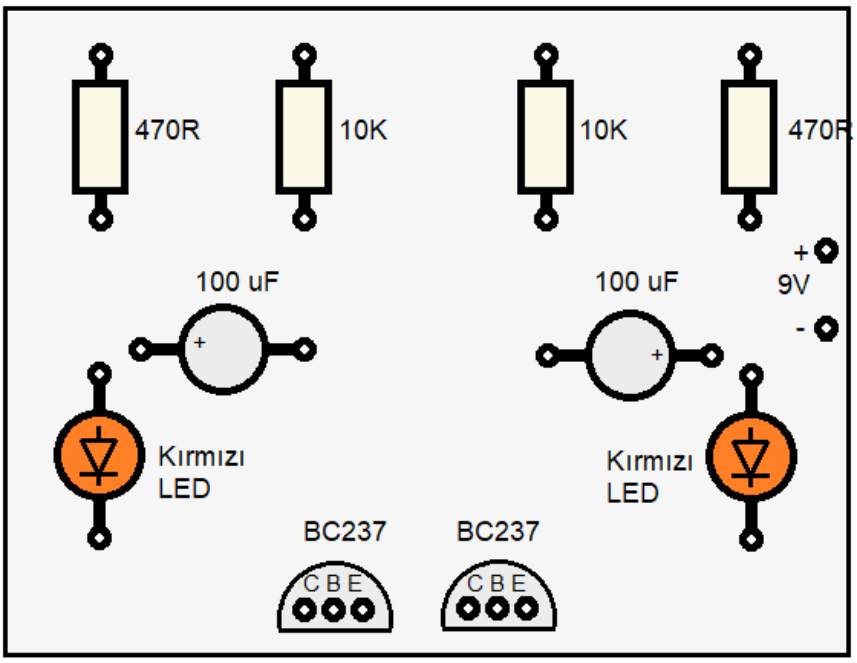
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Paternin çıkarılması	20	
Sınıfı:	2	Paternin plakete aktarılması	20	
No:	3	Baskı devrenin hazırlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Elemanların lehimlenmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalışması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	BASKI DEVRE MONTAJLI FLİP FLOP UYGULAMASI	Temrin No
		66

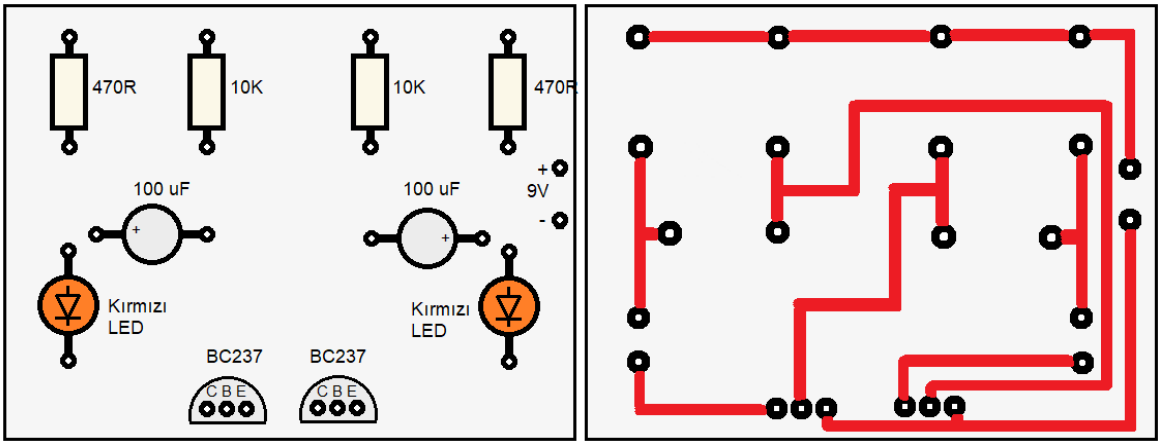
AMAÇ: Flip flop devresinin baskı devresini çıkarmak ve enerji vererek çalıştırmak.



Görsel 4.64: Flip flop devresi



Görsel 4.65: Plaket üzerinde elemanların yerleşimi



Görsel 4.66: Plaket üzerinde bağlantı yollarının çizilmesi (üstten ve alttan görünümleri)

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır plaket	5 x 5 cm	1 adet
Baskı devre kalemi		1 adet
Kâğıt		1 adet
Karbon kâğıt		1 adet
470 Ω direnç		2 adet
10 KΩ direnç		2 adet
Transistör	BC 237	2 adet
Kondansatör	100 µF / 16 V	2 adet
LED diyot		2 adet
DC güç kaynağı	9V	1 adet
Matkap ve matkap ucu		1 adet
Perhidrol ve tuz ruhu		2 adet
Kalem havya ve lehim teli		1 adet
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.59'daki devreyi inceleyiniz.
2- Eleman ölçülerini alarak (Görsel 4.64) kâğıt üzerine Görsel 4.65'te verilen üstten görünüş şeklini çiziniz.
3- Üstten çizdiğiniz şeklin tersini kâğıda çiziniz (Görsel 4.66).
4- Paterni, karbon kâğıdı yardımı ile bakırlı plaket üzerine aktarınız.
5- Baskı devre kalemi ile hatlar üzerinden geçiniz ve hatları kalınlaştırınız.
6- Plastik bir kap içeresine 1 ölçek perhidrol ve 3 ölçek tuz ruhu koyunuz.
7- Çizilen baskı devreyi asit içeresine atınız ve 5-10 dakika boyunca sallayarak eritiniz.
8- Fazlalık bakırların erime işlemi tamamlanınca plaketi kaptan alıp temizleyiniz.
9- Plaket üzerinde delikleri deliniz.
10- Multimetre ile bakır hatlar arasındaki açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
11- Her bir elemanı plaket üzerine yerleştiriniz ve elemanların ayak uçlarını hafifçe bükünüz.
12- Elemanları plakete lehimleyiniz.
13- Lehimleme işlemi bittiğinde elemanların fazla uçlarını yan keski ile kesiniz.
14- Plaketi gözle kontrol edip multimetre ile açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
15- Devreyi çalıştırınız.
16- LED'lerin sırayla yandığını gözlemleyiniz.

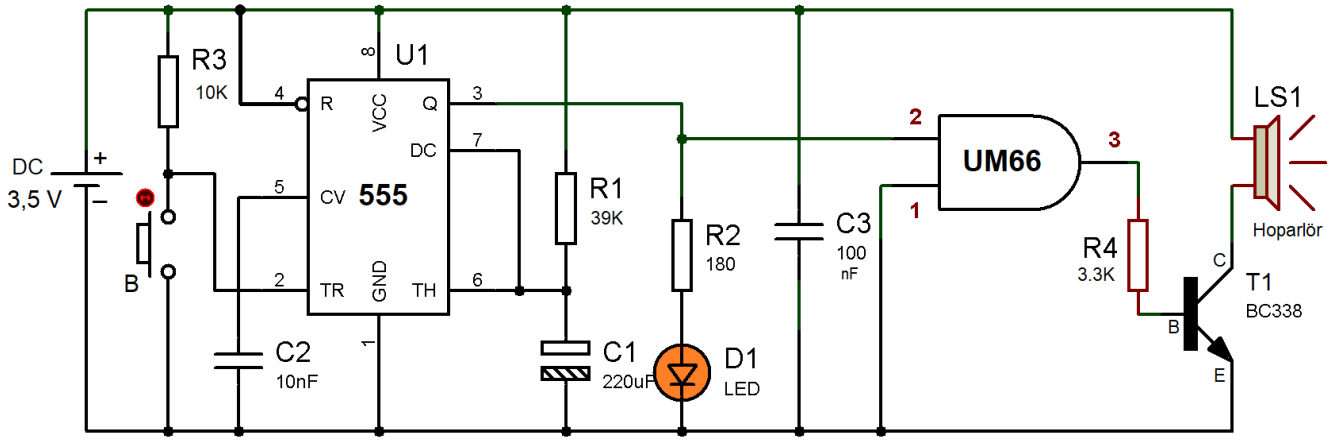
SORU

1- Patern çıkarmanın amacı nedir?

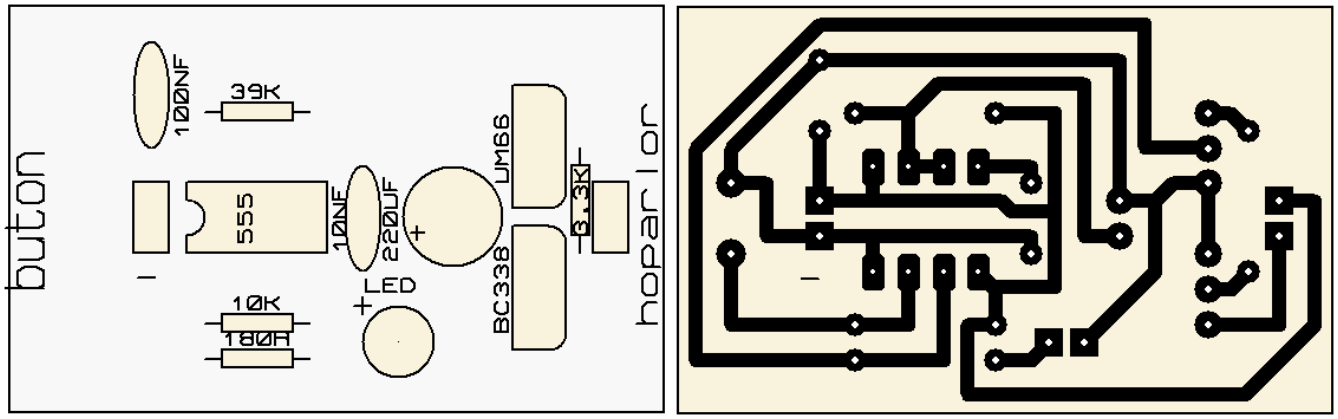
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Paternin çıkarılması	20	
Sınıfı:	2	Paternin plakete aktarılması	20	
No:	3	Baskı devrenin hazırlanması	20	
ÖĞRETMEN	4	Elemanların lehimlenmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalışması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	BASKI DEVRE MONTAJLI MELODİ DEVRESİ	Temrin No
		67

AMAÇ: Melodi devresini baskı devre plaket üzerine monte etmek ve çalıştırmak.



Görsel 4.67: Melodi devresi



Görsel 4.68: Baskı devre plaket üzerine hatların çizimi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır plaket	10 x 10 cm ölçülerinde	1 adet
Baskı devre kalemi	S (ince) veya M (kalın) uçlu	1 adet
Kâğıt		1 adet
555 entegresi		1 adet
Entegre soketi	8 bacaklı	1 adet
UM66 melodi entegresi	1.uç: GND, 2.uç: Vcc, 3.uç: Çıkış	1 adet
BC338 transistör	1.uç: C, 2.uç: B, 3.uç: E (BC548 kullanılabilir)	1 adet
Hoparlör		1 adet
180 Ω direnç		1 adet
10 KΩ direnç		1 adet
3,3 KΩ direnç		1 adet
39 KΩ direnç		1 adet
10 nF kondansatör		1 adet
100 nF kondansatör		1 adet
220 µF kondansatör	16 V kutuplu	1 adet
Kırmızı LED		1 adet
Buton	İki uçlu, küçük tip	1 adet
DC güç kaynağı	5 V ayarlı	1 adet
İletken kablo	0,5 mm^2	2-3 m
Matkap ve matkap ucu	Delikler için uygun uçlar	1 adet
Perhidrol ve tuz ruhu		2 adet
Kalem havya ve lehim teli		2 adet
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, pense, tornavida, kontrol kalemi	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.67'deki devreyi inceleyiniz.
2- Plaketi anahtar kapağının ölçülerini alarak falçata ile işaretleyip kesiniz.
3- Milimetrik kâğıt üzerine malzemeleri belirli bir düzende yerleştiriniz ve bu malzemelerin uçlarının görüleceği padleri ölçülerini alarak işaretleyiniz (üstten).
4- Padler arası hatları cetvel yardımıyla kalın şekilde çiziniz.
5- Üstten çizdiğiniz şekli dikey yönde döndürecek şekilde milimetrik kâğıda çiziniz.
6- Kestiğiniz plaket üzerine alttan tasarladığınız şekli baskı devre kalemi ile çiziniz. İletken yolları kalın çizmeye ve iletken yolların birbirine yakın olmamasına özen gösteriniz (Görsel 4.68).
7- Plastik kap içeresine 1 ölçek perhidrol ve 3 ölçek tuz ruhu dökünüz.
8- Çizilen baskı devreyi asit içeresine atınız ve 5-10 dakika boyunca erimesini gözlemleyiniz.
9- Tahta parçası ile plaketi asitten çıkarınız ve musluk altında bol su ile yıkayınız.
10- Sünger ve deterjanı kullanarak üzerini bol su ile iyice temizleyiniz.
11- Matkap ile padleri uygun şekilde deliniz. Ayrıca plaketin anahtar kapağı ile vidalanması için köşe noktalara veya belli alanlara delikler deliniz.
12- Multimetre ile bakır hatlar arasındaki açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
13- Kalem havyayı elektrik prize takınız ve ısınmasını bekleyiniz.
14- Her bir elemanı plaket üzerine yerleştiriniz ve ayak uçlarını hafifçe bükünüz.
15- Padler üzerinde lehim teli ile lehimlemeleri yapınız.
16- Lehim işlemi bittiğinde sarkan elemanların uzun uçlarını yan keski ile kesiniz.
17- Plaketi gözle kontrol edip multimetre ile açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
18- Devreye enerjiyi öğretmen kontrolünde veriniz.
19- Butona basınız ve melodi sesini dinleyiniz.
20- Enerjiyi kesiniz.

SORU

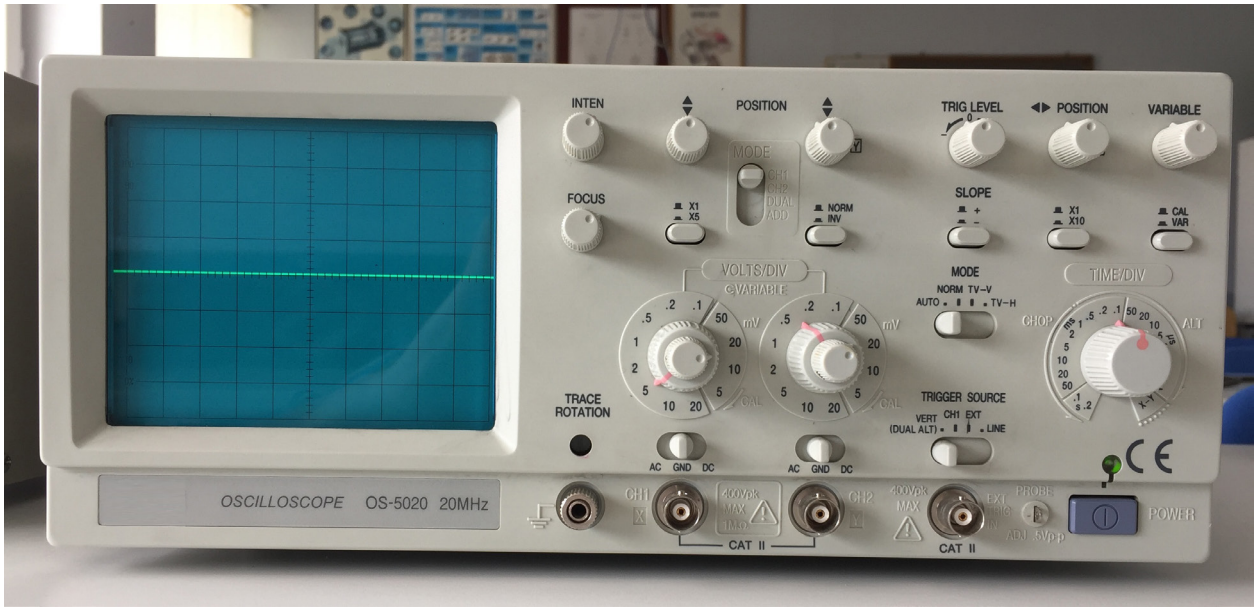
1- Görsel 4.67'de verilen devrenin çalışmasını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Bakırlı plaketin uygun ölçülerde kesilmesi	20	
Sınıfı:	2	Devrenin plaket üzerinde çizilmesi	20	
No:	3	Asit çözeltisi içeresinde plaketin çözdürülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Pedlere elemanların yerleştirilerek lehimlenmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.11.1. OSİLOSKOP

Elektriksel büyüklüklerdeki değişimleri zamana bağlı olarak dalga şekilleriyle göstermeye yarayan ölçü aletine **osiloskop** denir. Akım ve gerilim, AC ve DC devrelerde farklı dalga şekillerine sahiptir. Aynı şekilde elektronik devrelerin özelliklerine göre belirli bölgelerinde kare dalga ve üçgen dalga gibi farklı dalga şekilleri oluşur. Osiloskop, oluşan bu dalga şekillerinin istenilen formda olup olmadığını kontrol etmek ve gerilim ile frekansını ölçmek amacıyla kullanılır. Osiloskobun dijital ve analog çeşitleri vardır (Görsel 4.69).



Görsel 4.69: Dijital osiloskop

4.11.2. OSİLOSKOP BAĞLANTISI VE FONKSİYONLARI

Osiloskoplar, devreye voltmetre gibi paralel bağlanır. Prob bağlantısı için Görsel 4.64'te görüldüğü gibi BNC vidalı konnektörler kullanılır. Ölçme ekranı, dalga şeklini gösterebilecek şekilde olup multimetreden daha büyüktür. Ekranda oluşan görüntünün dikey (y) ekseni, ölçülen sinyalin genliğini (şiddetini) yatay eksen ise zamanı gösterir. Osiloskop üzerinde farklı işlevlere sahip birçok düğme bulunur.

En çok kullanılan düğmeler ve bunların açıklamaları aşağıda verilmiştir;

- **Power (ON-OFF) düğmesi:** Osiloskobu açar ve kapatır.
- **Intens düğmesi:** Ekrandaki sinyalin parlaklığını ayarlar.
- **Focus düğmesi:** Ekrandaki sinyalin netliğini ayarlar.
- **Vertical Position (Y-POS):** Tarama çizgisinin dikey doğrultudaki pozisyonunu değiştirir.
- **Horizontal Position (X-POS):** Tarama çizgisinin yatay doğrultudaki pozisyonunu değiştirir.
- **VOLTS/DIV düğmesi:** Ekrandaki sinyalin dikey çözünürlüğünü belirler. Her bir dikey karenin kaç mV veya V değerini temsil edeceğini ayarlar. Genellikle 1 mV ila 5 V arasında çeşitli adımlarla bu çözünürlük değiştirilebilir.
- **TIME/DIV düğmesi:** Ekrandaki sinyalin yatay çözünürlüğünü belirler. Her bir yatay karenin kaç saniyeyi (sn), milisaniyeyi (ms) ya da mikrosaniyeyi (µs) temsil edeceğini ayarlar.
- **Trigger:** Osiloskobun sinyali hangi seviyeye ulaştığında ölçmeye başlayacağını ayarlar. Ekrandaki görüntü sürekli olarak sağa sola doğru sıçramalar yaptığında etkili olmaktadır.
- **AC/DC Coupling:** Osiloskobun göstereceği sinyalin referansının DC ya da AC gerilim farkı şeklinde ayarlanmasını sağlar.
- **Dual düğmesi:** Kanal 1 ve Kanal 2'nin aynı anda ekranda görüntülenmesini sağlar.
- **Auto:** Ölçülen sinyalin dikey ve yatay çözünürlüğünü ekrana en uygun biçimde ayarlar.
- **Stop:** Sinyalin o anki halinin görüntüsünü alıp daha detaylı şekilde incelenmesini sağlar.

4.11.3. OSİLOSKOP İLE SİNYAL ÖLÇME

Ölçülen sinyalin şeklini gösteren ve değerini ölçen ölçü aletine **osiloskop** denir. Osiloskop, AC gerilimin tepeden tepeye (U_{tt}) ve maksimum (U_{max}) değerlerini ölçer. Maksimum değer, tepeden tepeye gerilim değerinin yarısıdır. Voltmetre ise, AC gerilimin etkin (efektif) değerini ölçer. Bu nedenle, voltmetre ile 12 V ölçülen AC gerilimin değeri osilaskop ile tepeden tepeye U_{tt}= 34 V ölçülür. Maksimum değer ise, tepeden tepeye gerilim değerinin yarısı $U_{max}= U_{tt} /2 = 34/ 2= 17$ V olarak ölçülür.

Osiloskop ile AC ve DC gerilim değerleri, frekans, değişen elektriksel büyüklüklerin dalga şekilleri, devreden geçen akım, faz farkı, kondansatörün şarj ve deşarj eğrileri ve transistör gibi yarı iletken elemanların karakteristikleri ölçülebilir.

4.11.3.1. Osiloskop ile AC Gerilim Ölçme

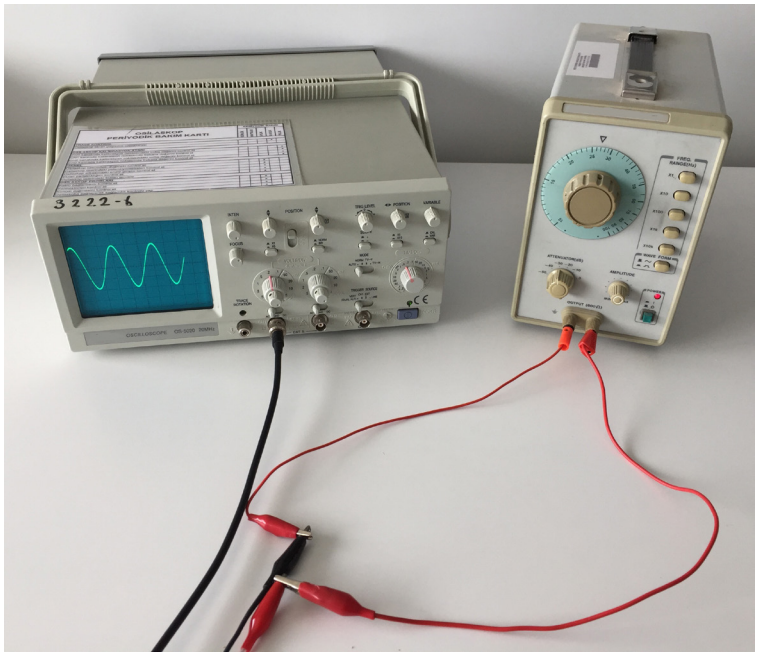
- Ölçme işlemlerinde osiloskop power düğmesi ile açıldıktan sonra parlaklık, netlik, yatay ve dikey hizalama ayarları yapılarak ölçüm işlemine geçilir.
- Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için AC seçimi yapılır.
- Osiloskop probları, sinyal ölçülecek noktalara bağlanır (Görsel 4.70).
- Ölçülecek sinyal; ekranda dikey olarak ne kadar büyük görüntülenirse, okunan gerilim değeri gerçek değere o kadar yakın olur. Bu işlem için VOLTS/DIV düğmesi ile uygun kademe ayarı yapılır.
- Gerilimin osiloskopta oluşan sinyal yüksekliği tespit edilir.

- Bu andaki VOLTS/DIV düğmesinin gösterdiği değer V/cm veya mV/cm cinsinden okunur.
- Ekrandaki sinyalin alt tepe noktası ile üst tepe noktası arasındaki kare sayısı sayılır. Bulunan dikey kare sayısı ile VOLTS/DIV düğmesinin konumunun değeri çarpılır. Bulunan değer; ölçülen AC sinyalin tepeden tepeye gerilim değeridir (U_{tt} veya U_{pp}).
- Tepeden tepeye değer ikiye bölünerek maksimum gerilim değeri (U_{max}) hesaplanır.
- Maksimum değer 0,707 değeri ile çarpılarak gerilimin etkin değeri (U) bulunur.

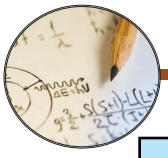
U_{tt} = (Dikey kare sayısı) x (VOLTS/DIV kademesi) (Volt)

U_{max} = U_{tt} / 2 (Volt)

U= 0,707 x U_{max} (Volt)



Görsel 4.70: Osiloskop ile AC gerilim ölçümü



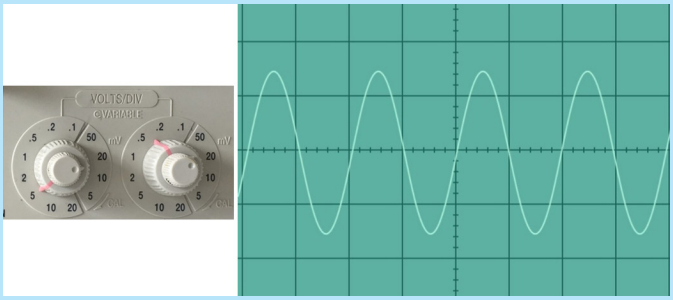
Örnek: Bir AC sinyalin ölçümünde sinyalin genliği yatayda toplam 8 kare dikeyde ise toplam 6 karedir. VOLTS/DIV düğmesi 2 V kademesinde olduğuna göre gerilimin tepeden tepeye, maksimum ve etkin değerini hesaplayınız.

Çözüm: U_{tt} = (Dikey kare sayısı) x (VOLTS/DIV kademesi) = 6 x 2 = 12 V

U_{max} = 12 / 2 = 6 V

U= U_{max} x 0,707 = 6 x 0,707 = 4,2 V

Örnek: Görsel 4.71'de verilen osiloskop sinyalinin AC gerilim değerini belirleyiniz. VOLTS/DIV kademesi 5 V değerindedir.



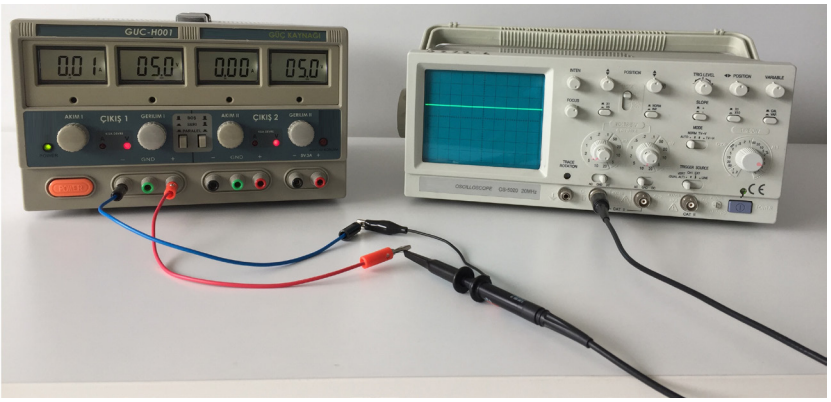
Görsel 4.71: Osiloskop ile ölçülen AC sinyal

Çözüm: U_{tt} = (Dikey kare sayısı) x (VOLTS/DIV kademesi) = 2,8x 5 = 14 V
U_{max} = 14 / 2 = 7 V
U= U_{max} x 0,707 = 7 x 0,707 = 4,94 V

4.11.3.2. Osiloskop ile DC Gerilim Ölçme

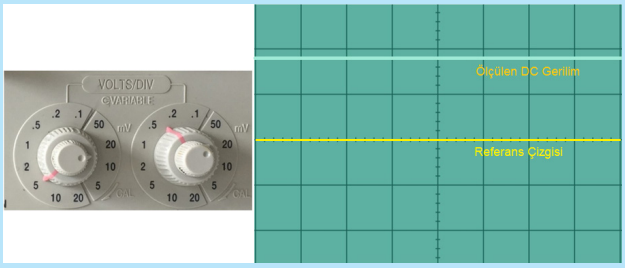
- Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için DC seçimi yapılır.
- Osiloskop probları, sinyal ölçülecek noktalara bağlanır (Görsel 4.72).
- Ölçülecek sinyal; ekranda dikey olarak ne kadar büyük görüntülenirse, okunan gerilim değeri gerçek değere o kadar yakın olur. Bu işlem için VOLTS/DIV düğmesi ile uygun kademe ayarı yapılır.
- Gerilimin osiloskopta oluşan sinyal yüksekliği tespit edilir.
- Bu andaki VOLTS/DIV düğmesinin gösterdiği değer V/cm veya mV/cm cinsinden okunur.
- Dikey kare sayısı ile VOLTS/DIV kademe değeri çarpılarak DC gerilimin değeri bulunur.

U = (Dikey kare sayısı) x (VOLTS/DIV kademesi) (Volt)



Görsel 4.72: Osiloskop ile DC gerilim ölçümü

Örnek: Görsel 4.73'te verilen osiloskop sinyalinin DC gerilimin değerini belirleyiniz. VOLTS/DIV kademesi 5 V değerindedir. Referans olarak, en ortadaki yatay çizgi olarak



Görsel 4.73: DC sinyal ölçümü ve kademe konumu

Çözüm: U= (Dikey kare sayısı) x (VOLTS/DIV kademesi) = 1,8 x 5 = 9 V

4.11.3.3. Osiloskop ile Frekans Ölçme

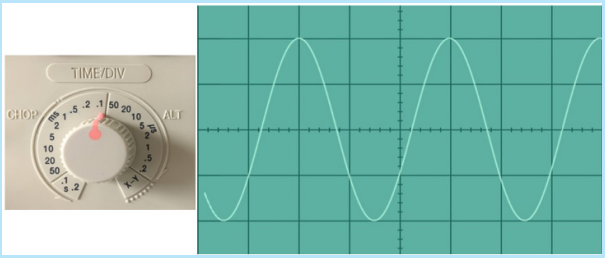
Her osiloskobun bir frekans ölçme sınırı vardır. Yüksek frekanslar ölçülürken bu sınıra dikkat edilir.

- Osiloskop probları, sinyal ölçülecek noktalara bağlanır.
- Ekrandaki sinyalin genliği VOLTS/DIV düğmesi ile ayarlanır.
- Ölçülecek sinyalin bir periyotu; pozitif alternansının başlangıç noktasından negatif alternansın bitim noktasına kadar geçen sürede meydana gelir. Sinyali bir periyotu ekranda yatay olarak nekadar büyük görüntülenirse, okunan frekans değeri de gerçek değere o kadar yakın olur. Bu işlem için TIME/DIV düğmesi ile uygun kademe ayarı yapılır.
- Bir periyotun sığdığı yataydaki kare sayısı sayılır. TIME/DIV düğmesinin konumu ms veya sn cinsinden okunur.
- Bir periyotun sığdığı yataydaki kare sayısı ile TIME/DIV düğmesinin bulunduğu kademenin değeri çarpılır.
- f=1/T formülü ile sinyalin frekansı hesaplanır.

T = (Bir periyodun kare sayısı) x (TIME/DIV kademesi) (sn)

f= 1/T (Hz)

Örnek: Görsel 4.74'te verilen osiloskop sinyalinin frekansını belirleyiniz. TIME/DIV anahtarı 0,1 ms/cm konumundadır.



Görsel 4.74: AC sinyalin frekansının ölçülmesi ve TIME/DIV düğmesinin konumu

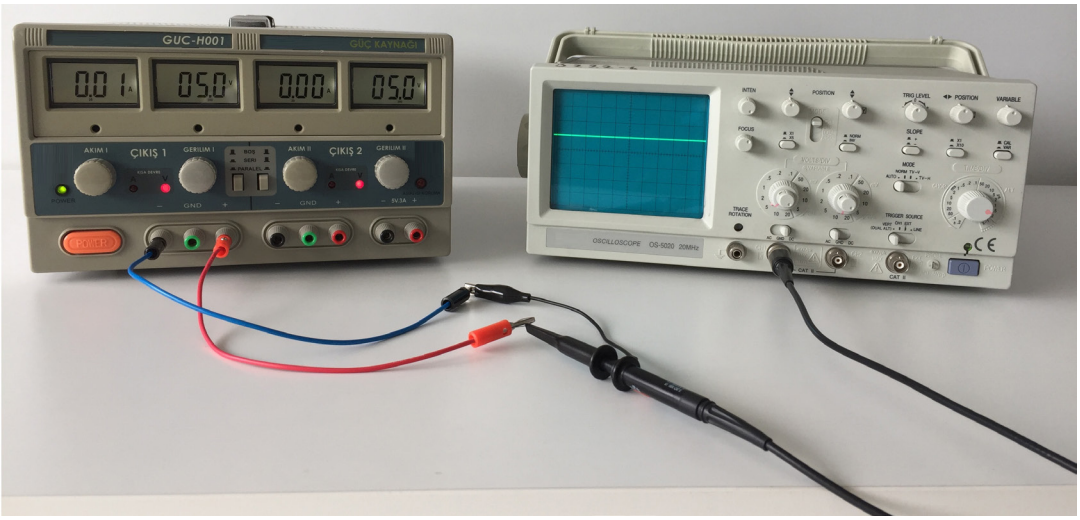
Çözüm:

T= (Bir periyodun kare sayısı) x (TIME/DIV kademesi) = 3 x 0,1 = 0,3 ms = 0,3 x 10-3 sn 10-3 sn

f = 1 / T = 1 / (0,3.10-3) = 1 / 0,0003 = 3300 Hz = 3,3 KHz

TEMRİN ADI	OSİLOSKOP İLE ÇEŞİTLİ SİNYALLERİN ÖLÇÜMLERİ	Temrin No
		68

AMAÇ: Osiloskop ile DC gerilim, AC gerilim ve frekans ölçümlerini yapmak.



Görsel 4.75: Osiloskop ile sinyal ölçümü

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 adet
DC güç kaynağı	Ayarlı	1 adet
AC güç kaynağı	220 V, 50 Hz	1 adet
Sinyal jeneratörü	Ses frekansı	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI:

a) DC Gerilim Ölçme İşlemi;

1- Osiloskobun fişini AC enerji kaynağına bağlayınız (Görsel 4.75).
2- Ekranın parlaklığını ve netliğini üzerindeki tuşlar ile ayarlayınız.
3- AC/DC düğmesini DC konumuna alınız.
4- Y-POS düğmesi ile referans noktasını ayarlayınız.
5- Probları DC gerilim kaynağının uçlarına bağlayınız.
6- DC gerilim kaynağını açarak osiloskop ekranındaki sinyal şeklini gözlemleyiniz.
7- Sinyali ekranda yeterli büyüklükte görünceye kadar VOLTS/DIV düğmesi ile ayarlayınız.
8- Ekrandaki sinyal şeklini Görsel 4.76'daki grafiğe çiziniz.
9- Ölçülen sinyalin DC gerilim değerini hesaplayarak sonucu Tablo 4.35'e yazınız.
10- DC gerilim kaynağını kapatınız.

b) AC Gerilim Ölçme İşlemi:

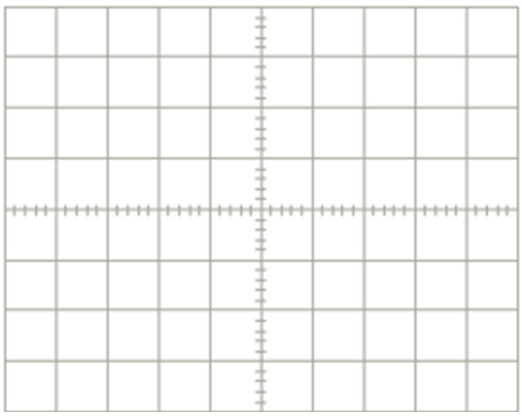
1- Osiloskobun AC/DC düğmesini AC konumuna alınız.
2- Probları AC gerilim kaynağının uçlarına bağlayınız.
3- AC gerilim kaynağını açınız ve osiloskop ekranındaki sinyal şeklini gözlemleyiniz.
4- Sinyali ekranda yeterli büyüklükte görünceye kadar VOLTS/DIV düğmesi ile ayarlayınız.
5- X-POS ve Y-POS düğmeleri ile sinyalin ortalanmasını sağlayınız.
6- Ekrandaki sinyal şeklini Görsel 4.77'deki grafiğe çiziniz.
7- Ölçülen sinyalin AC gerilim değerini hesaplayarak sonucu Tablo 4.35'e yazınız.
8- AC gerilim kaynağını kapatınız.

c) Frekans Ölçme İşlemi:

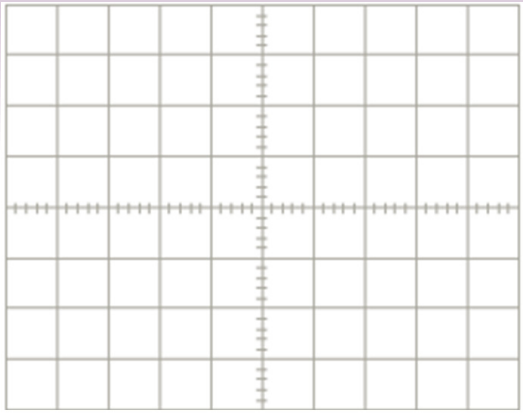
1- Osiloskobun AC/DC düğmesini AC konumuna alınız.
2- Probları sinyal jeneratörünün uçlarına bağlayınız.
3- X-POS ve Y-POS düğmeleri ile sinyalin ortalanmasını sağlayınız.
4- Sinyal jeneratöründen öğretmeniniz tarafından uygulanan sinyalin frekansını ölçünüz.
5- TIME/DIV düğmesini ekranda sinyali rahat okuyabileceğiniz konuma getiriniz.
6- Ekrandaki sinyal şeklini Görsel 4.78'deki grafiğe çiziniz.
7- Ölçülen sinyalin frekansını hesaplayarak değeri Tablo 4.35'e yazınız.
8- Sinyal jeneratörünü kapatınız.

DC Gerilim	AC Gerilim	Frekans

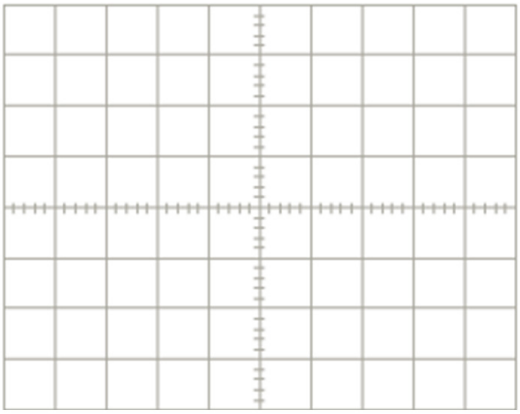
Tablo 4.35: Osiloskop ile Yapılan Ölçümler



Görsel 4.76: DC gerilim ölçümündeki sinyalinin çizilmesi



Görsel 4.77: AC gerilim ölçümündeki sinyalinin çizilmesi



Görsel 4.78: Frekans ölçümündeki sinyalin çizilmesi

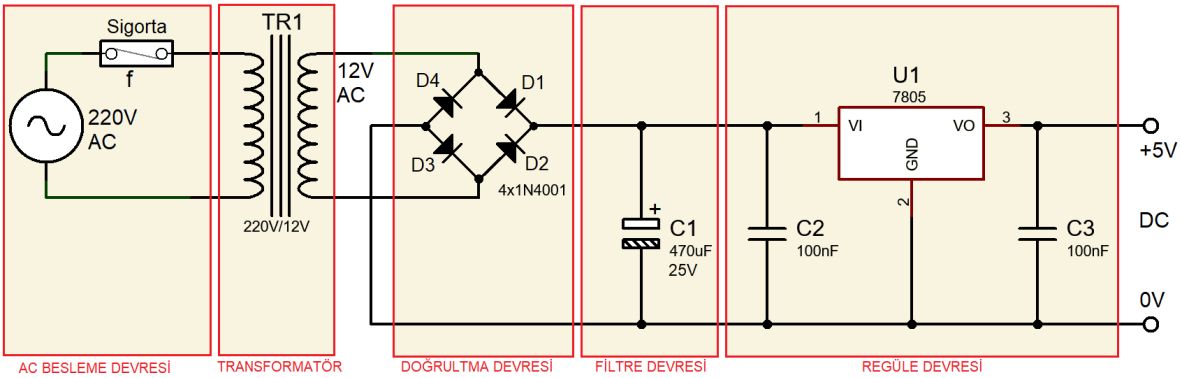
SORULAR

1- Osiloskop nedir? Ne amaçla kullanılır?
2- VOLTS/DIV düğmesinin görevi nedir?
3- TIME/DIV düğmesinin görevi nedir?

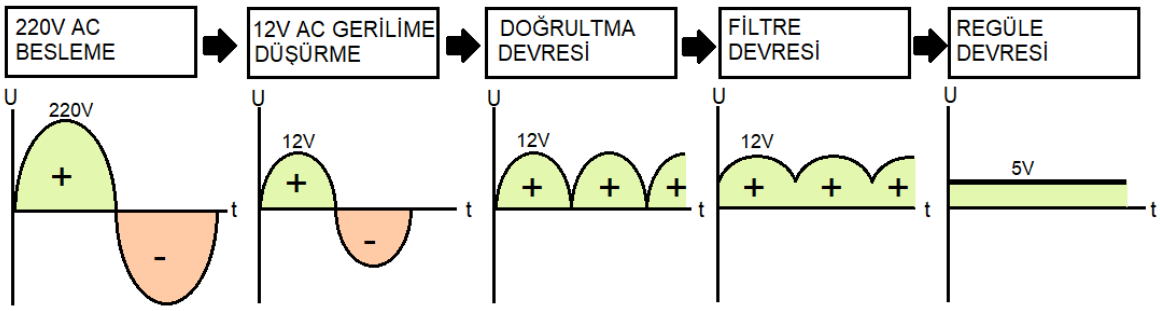
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Osiloskop ekran ayarlarının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	2	Osiloskop devre bağlantılarının doğru yapılması	20	
No:	3	Osiloskop ile DC gerilim sinyal değerinin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Osiloskop ile AC gerilim sinyal değerinin ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Osiloskop ile verilen sinyalin frekans değerinin ölçülmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.12.1. AC GERİLİMİN DC GERİLİME DÖNÜŞTÜRÜLMESİ



Görsel 4.79: AC gerilimin DC gerilime dönüşüm aşamaları



Görsel 4.80: AC gerilimin DC gerilime dönüşümü

Şehir şebeke gerilimi 220 V AC şeklindedir. Elektronik cihazlar DC gerilim ile çalışır. Bu nedenle AC gerilimin DC gerilime dönüştürülmesi gerekir (Görsel 4.79).

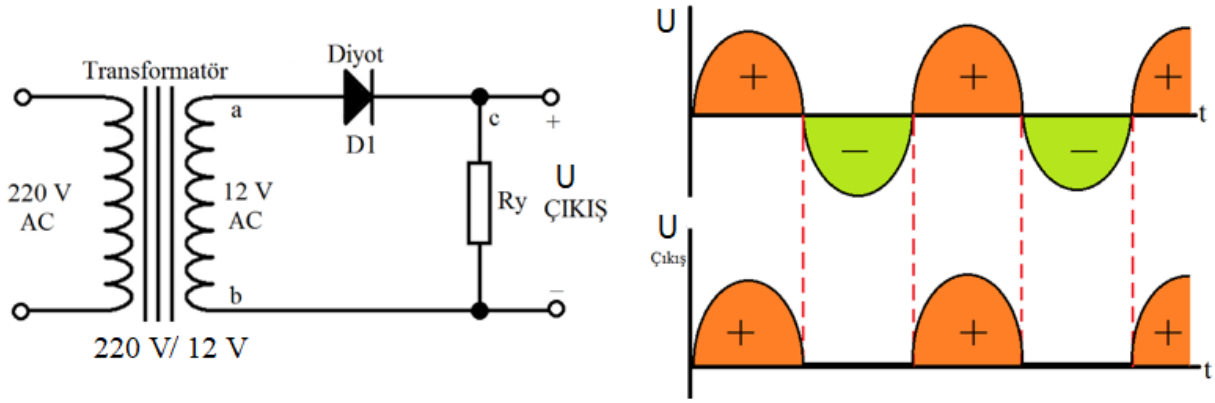
AC gerilimin DC gerilime dönüştürme aşamaları şu şekildedir (Görsel 4.80);

a) AC Besleme: 220 V AC gerilimin uygulandığı kısımdır.
b) Transformatör: 220 V AC gerilimi 12 V AC gerilime düşürür.
c) Doğrultma Devresi: 12 V AC gerilimi DC gerilime dönüştürür.
d) Filtre Devresi: DC gerilimde oluşan dalgalanmaları azaltır.
e) Regüle Devresi: Dalgalı DC gerilimi biraz daha düzelterek istenilen DC gerilim değerinde sabit tutar.

4.12.2. DOĞRULTMAÇLAR

AC akımı DC akıma dönüştüren devrelere **doğrultmaç** denir. Bu devreler yardımıyla DC gerilim ile çalışan cihazlara güç sağlanır. AC gerilimin değeri transformatör yardımı ile düşürülerek diyoda uygulanır. Değeri düşürülen AC gerilim, doğrultmaç diyotların tek yönde akım geçirme özelliğinden yararlanılarak doğrultulur. Yarım ve tam dalga doğrultmaç çeşitleri vardır.

4.12.2.1. Yarım Dalga Doğrultmaç

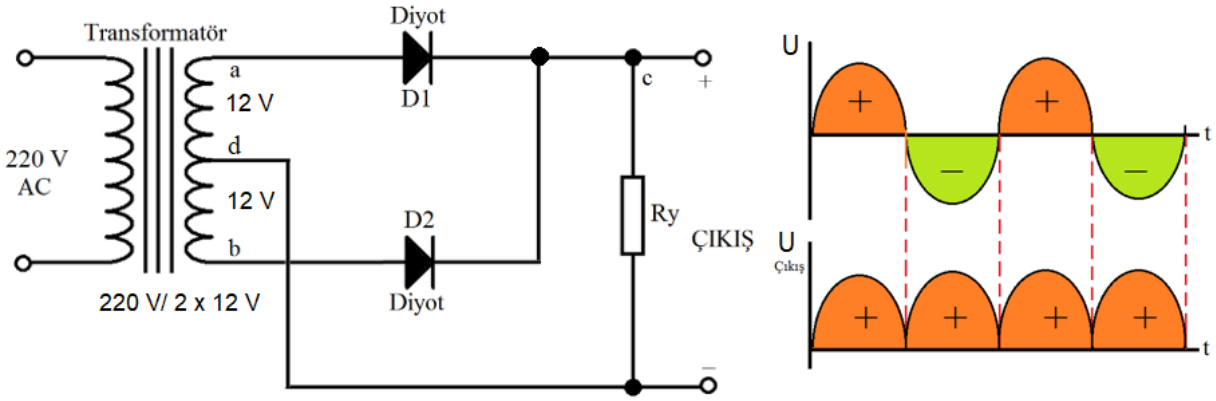


Görsel 4.81: Yarım dalga doğrultmaç devresi ve giriş-çıkış dalga şekilleri

Tek doğrultma diyodunun kullanıldığı doğrultmaçlardır. Görsel 4.81'de görüldüğü gibi transformatörün üst ucundaki (a noktası) sinyalin polaritesi pozitif olduğunda diyottan ve alıcı üzerinden akım geçer. Transformatörün üst ucundaki sinyalin polaritesi negatif olduğunda ise diyot akım geçirmez (kesimde kalır). Sonuçta alıcıdan tek yönlü akım geçişi olur. Yarım dalga doğrultma devresinde çıkış sinyali tam düzgün olmaz ve transformatör çıkış geriliminin yaklaşık yarısı kadar doğru gerilim alınır. Bu nedenle küçük akımlı olan (50-250 mA) ve fazla hassas olmayan alıcıların besle mesinde kullanılır.

4.12.2.2. İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultmaç

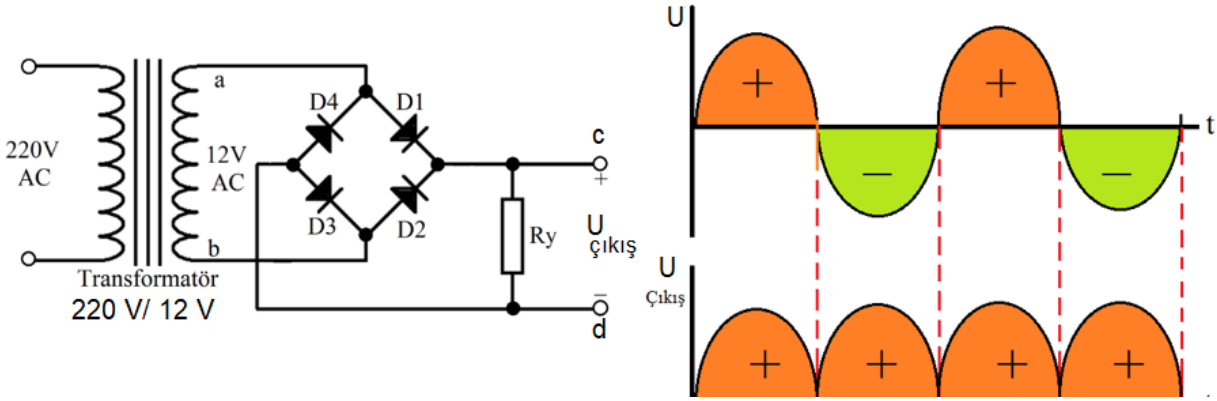
İki doğrultma diyodunun kullanıldığı doğrultmaç devreleridir. Bu devrelerde, sekonderi orta uçlu transformatör kullanılır. Tam dalga doğrultucuda AC gerilimin pozitif alternanslarında diyotlardan biri negatif alternanslarında ise diğer diyot iletken olur. Görsel 4.82'de verilen devrede görüldüğü gibi transformatörün üst ucunda (a noktası) pozitif polariteli sinyal oluştuğunda D_1 diyodu ve alıcı (R_Y) üzerinden akım geçişi olur. Transformatörün alt ucunda (b noktası) pozitif polariteli sinyal oluştuğunda ise D_2 diyodu ve alıcı (R_Y) üzerinden akım geçişi olur. Görüldüğü üzere diyotlar sayesinde alıcı üzerinden hep aynı yönlü akım geçmektedir.



Görsel 4.82: İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresi ve giriş-çıkış dalga şekilleri

4.12.2.3. Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultmaç

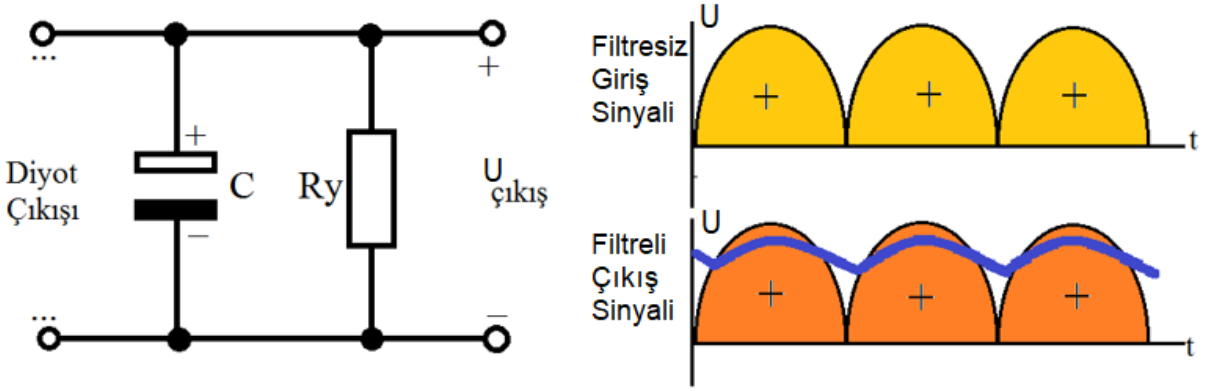
Dört adet köprü bağlı doğrultma diyodunun kullanıldığı doğrultmaçlardır. Görsel 4.83'te görüldüğü gibi transformatörün sekonder üst ucunun (a noktası) polaritesi pozitif olduğunda D_1 ve D_3 diyotları iletime geçer. Akım, R_Y üzerinden dolaşır. Transformatörün sekonder alt ucunun (b noktası) polaritesi pozitif olduğunda ise D_2 ve D_4 diyotları iletime geçer ve yine Ry üzerinden akım dolaşır. Böylece çıkışta her durumda kesintisiz pozitif alternans elde edilir.



Görsel 4.83: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç ve giriş-çıkış dalga şekilleri

4.12.3. FİLTRE DEVRELERİ

Doğrultma devreleri ile elde edilen DC akım, yeterince düzeltilemeyen dalgalı bir akımdır. Bu da alıcıların düzgün çalışmasını engeller. Çıkışı tam DC akım hâline getirebilmek için kondansatör ya da bobinler kullanılarak filtre devreleri yapılır.

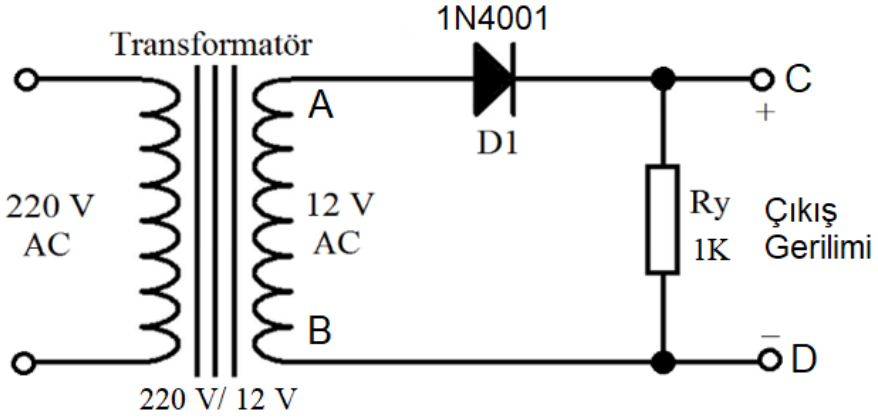


Görsel 4.84: Kondansatörlü filtre devresi ve filtresiz – filtreli sinyal şekilleri

Doğrultma devresinde, diyotların çıkışına paralel bağlanan kondansatör ile oluşturulan filtre devresi bulunur. Görsel 4.84'te diyotların çıkışına bağlanan kondansatör ile oluşturulan filtre devresi görülmektedir. Kondansatör çıkış sinyalinin tepe değerlerini düzgün hale getirir. Filtre kondansatörü,sürekli şarj ve deşarj olarak çıkış sinyalini düzgünleştirir. Diyot çıkışındaki pozitif alternans, maksimum değere doğru yükselirken kondansatör şarj olur. Sıfır değerine doğru inerken ise alıcı üzerinden deşarj olur. Dolayısıyla alıcıdan geçen akımın biçimi daha düzgün olur.

TEMRİN ADI	YARIM DALGA DOĞRULTMAÇ UYGULAMASI	Temrin No
		69

AMAÇ: Yarım dalga doğrultmaç devresini kurmak ve çıkış sinyalini ölçmek.



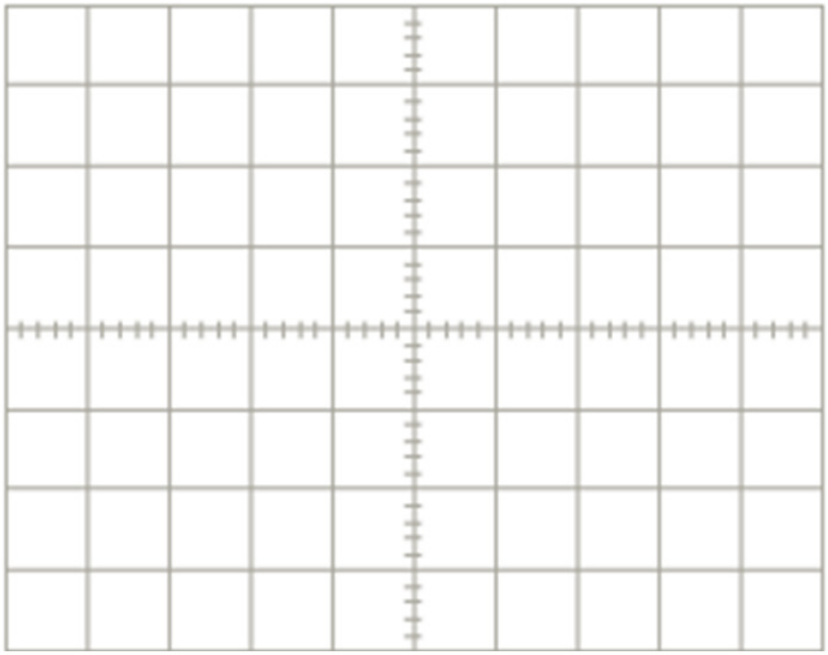
Görsel 4.85: İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Transistör	220 V / 12 V	1 adet
1N4001 diyot		1 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
Osiloskop		1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1m
AC güç kaynağı	220 V	1 adet

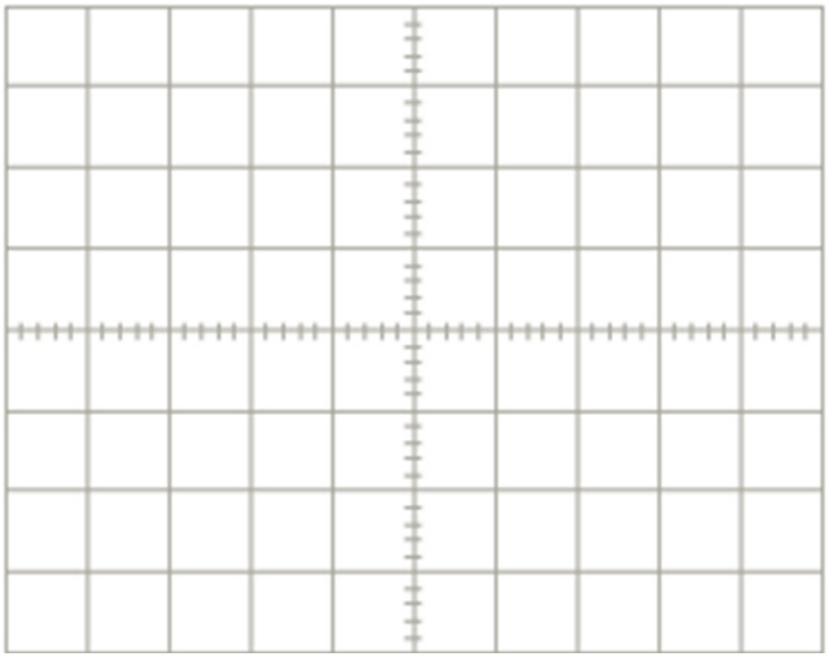
İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.85'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz ve devreyi çalıştırınız.
2- Multimetreyi AC gerilim kademesine alarak A-B uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.36'yayazınız.
3- Osiloskobun problarını A-B noktalarına bağlayınız.
4- Osiloskop ile A-B noktalarında ölçtüğünüz AC sinyalin dalga şeklini Görsel 4.86'daki grafik üzerine çiziniz.
5- Multimetreyi DC gerilim kademesine alarak C-D uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.36'yayazınız.
6- Osiloskobun problarını C-D noktalarına bağlayınız.
7- Osiloskop ile C-D noktalarında ölçtüğünüz DC çıkış sinyalinin dalga şeklini Görsel 4.87'deki grafik üzerine çiziniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME



Görsel 4.86: AC giriş sinyali



Görsel 4.87: DC çıkış sinyali

AC Gerilim (A-B Uçları)	DC Gerilim (C-D Uçları)
..... V	 V

Tablo 4.36: Multimetre ile Ölçülen AC ve DC Gerilimler

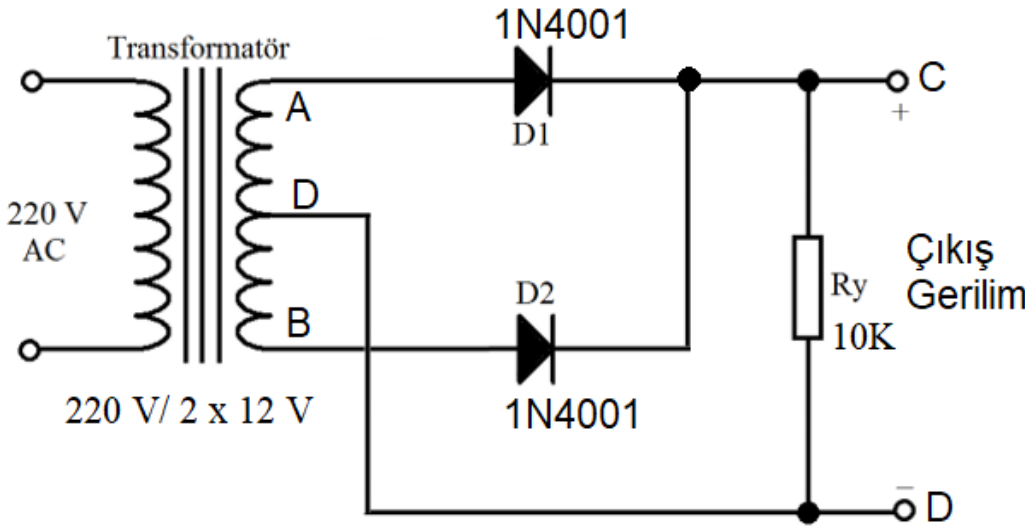
SORULAR

1- Devrelerde doğrultmaya niçin ihtiyaç duyulur?
2- Devrenin nasıl çalıştığını açıklayınız.

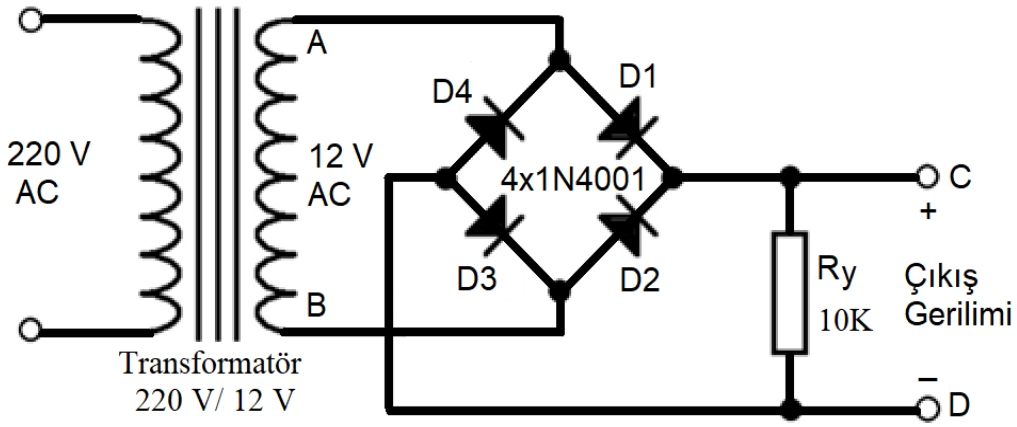
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerine kurulması	20	
Sınıfı:	2	Osiloskop ile AC gerilimin ölçülmesi	20	
No:	3	Osiloskop ile DC gerilimin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Multimetre ile AC ve DC gerilimlerinin ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Sonuçların değerlendirilmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	TAM DALGA DOĞRULTMAÇ UYGULAMALARI	Temrin No
		70

AMAÇ: Tam dalga doğrultmaç devrelerini kurmak ve devrelerin çıkış sinyallerini ölçmek.



Görsel 4.88: İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresi



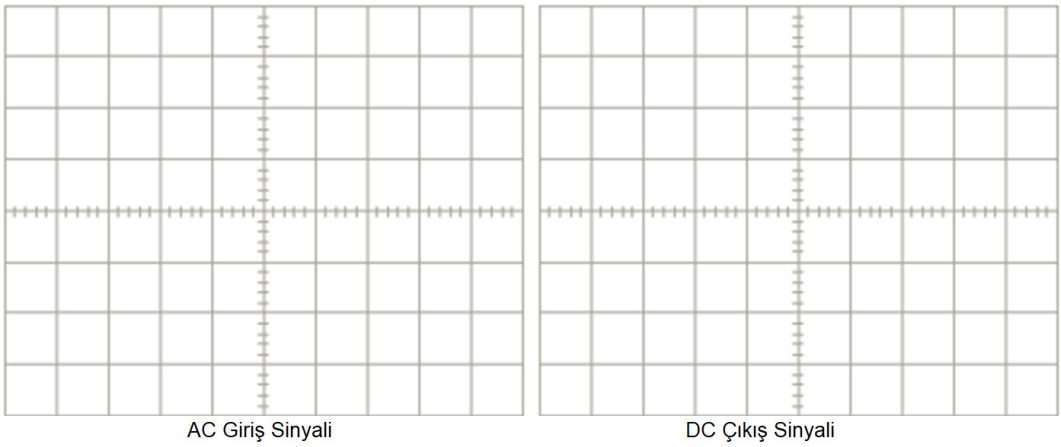
Görsel 4.89: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Transformatör	220 V/ 12 V, 4 W transformatör	1 adet
Transformatör	220 V/ 2x12 V, 10 W transformatör	1 adet
1N4001 diyot		4 adet
Direnç	10 KΩ	1 adet
Osiloskop		1 adet
Multimetre		1 adet
Zil teli	0,5 mm^2	3-5 m
AC güç kaynağı	220 V	1 adet
El aletleri	Yan keski, pense, kargaburun	

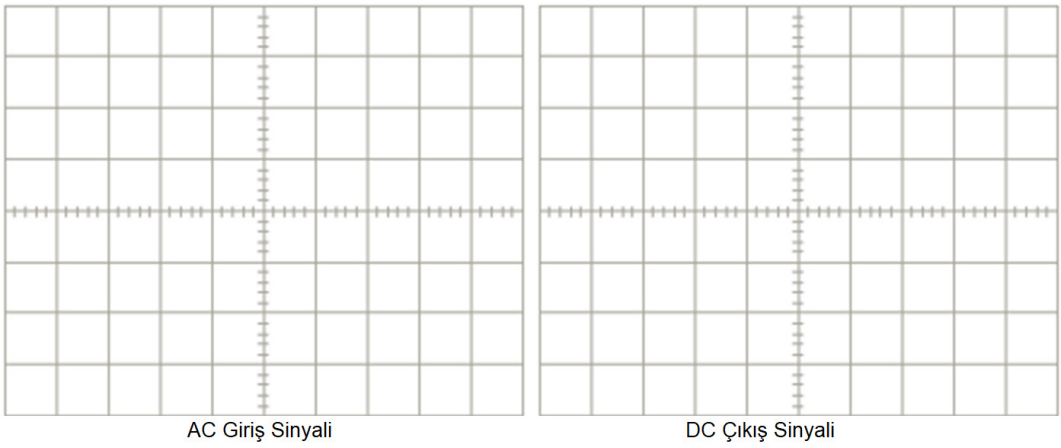
İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.88'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz ve devreye enerji veriniz.
2- Multimetreyi AC gerilim kademesine alarak A-B uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.37'ye yazınız.
3- Osiloskobun problarını A-B noktalarına bağlayınız.
4- Osiloskop ile A-B noktalarında ölçtüğünüz AC sinyalin dalga şeklini Görsel 4.90'daki grafik üzerin çiziniz.
5- Multimetreyi DC gerilim kademesine alarak C-D uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.37'ye yazınız.
6- Osiloskobun problarını C-D noktalarına bağlayınız.
7- Osiloskop ile C-D noktalarında ölçtüğünüz DC çıkış sinyalinin dalga şeklini Görsel 4.90'daki grafik üzerine çiziniz.
8- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.
9- Görsel 4.89'daki devreyi breadboard üzerine kurunuz ve devreye enerji veriniz.
10- Multimetreyi AC gerilim kademesine alarak A-B uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.38'e yazınız.
11- Osiloskobun problarını A-B noktalarına bağlayınız.
12- Osiloskop ile A-B noktalarında ölçtüğünüz AC sinyalin dalga şeklini Görsel 4.91'deki grafik üzerine çiziniz.
13- Multimetreyi DC gerilim kademesine alarak C-D uçlarındaki gerilimi ölçüp değeri Tablo 4.38'e yazınız.
14- Osiloskobun problarını C-D noktalarına bağlayınız.
15- Osiloskop ile C-D noktalarında ölçtüğünüz DC çıkış sinyalinin dalga şeklini Görsel 4.91'deki grafik üzerine çiziniz.
16- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME



Görsel 4.90: İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresinin giriş ve çıkış sinyallerinin çizilmesi



Görsel 4.91: Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin giriş ve çıkış sinyallerinin çizilmesi

AC Gerilim (A-B Uçları)	DC Gerilim (C-D Uçları)
..... V	 V

Tablo 4.37: Multimetre ile Ölçülen AC ve DC Gerilimler (İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultmaç)

AC Gerilim (A-B Uçları)	DC Gerilim (C-D Uçları)
..... V	 V

Tablo 4.38: Multimetre ile Ölçülen AC ve DC Gerilimler (Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultmaç)

SORULAR

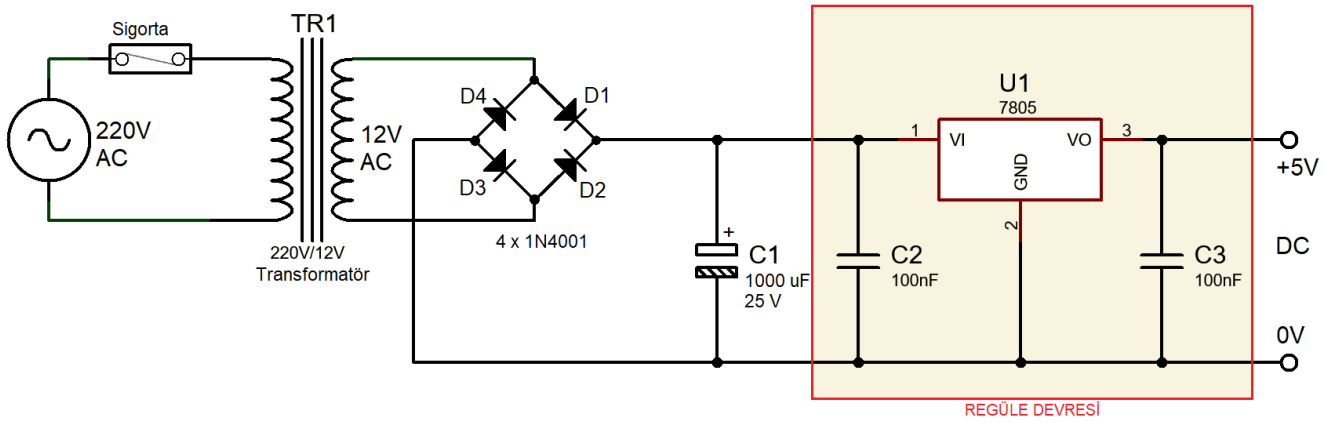
1- Köprü diyot nedir, neden kullanılır?
2- İki diyotlu tam dalga doğrultmaç devresinin nasıl çalıştığını açıklayınız.
3- Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin nasıl çalıştığını açıklayınız.
4- Tam dalga doğrultmaç devresinin yarım dalga doğrultmaç devresinden farkı nedir?
5- Doğrultmaç devresi çıkışına filtre neden bağlanır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerine kurulması	20	
Sınıfı:	2	Multimetre ile giriş ve çıkış gerilimlerinin ölçülmesi	20	
No:	3	Osiloskop ile giriş ve çıkış sinyallerinin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Osiloskopta görülen giriş ve çıkış sinyallerin çizilmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Tabloya değerlerin yazılması ve karşılaştırılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.13.1. REGÜLE DEVRELERİ

Çıkıştan alınan gerilimi ve akımı sabit tutan devrelere **regüle devresi** denir. Doğrultmaçlar ile doğrultulan DC gerilimin sabitlenmesi için regüle devrelerine ihtiyaç duyulur. Filtre devresinden sonra uygun elemanlarla regüle devresi oluşturularak devrenin girişinde veya çıkışında meydana gelen değişimlerin çıkış gerilimini etkilememesi sağlanır. Regüle işlemi için zener diyot, transistör veya entegre gerilim regülatörleri kullanılır (Görsel 4.92).

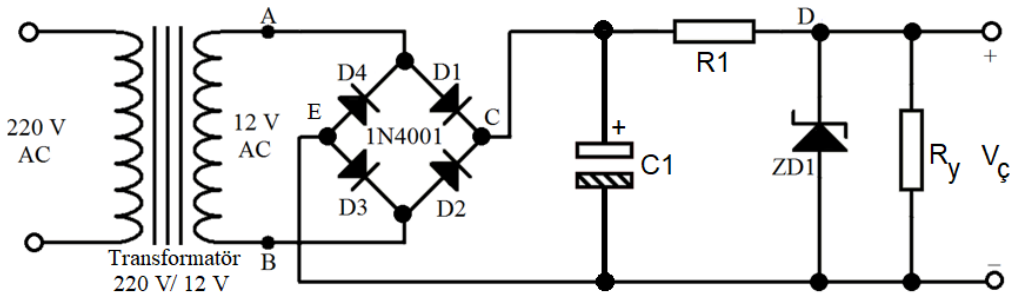


Görsel 4.92: Regüle devresi

4.13.2. REGÜLE DEVRESİ ÇEŞİTLERİ

4.13.2.1. Zener Diyotlu Regüle Devresi

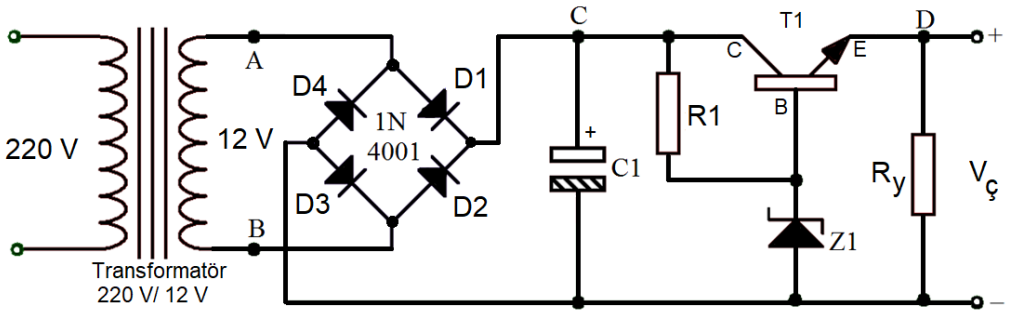
Çıkış geriliminin doğrudan zener diyot üzerinden alındığı regüle devrelerine **zener diyotlu regüle devresi** denir. Zener diyot, yük direncine (R_y) ters yönde ve paralel olarak, seri bir direnç (R_1) ile birlikte bağlanır. Yüke gelen gerilim, belirli bir değeri geçince zener diyot (ZD1) iletime geçerek devreden geçen akımı artırır. Bu akım, devreye bağlanan seri dirençteki gerilim düşümünü artırdığından yüke gelen gerilim sabit kalır (Görsel 4.93).



Görsel 4.93: Zener diyotlu regüle devresi

4.13.2.2. Seri Regüle Devresi

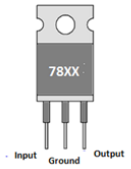
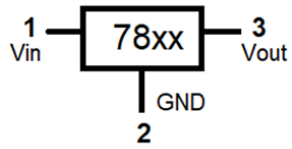
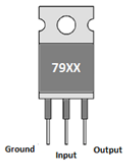
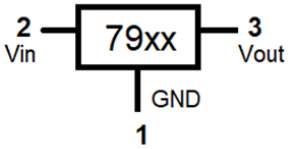
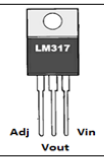
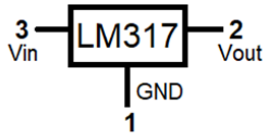
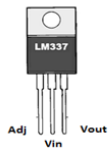
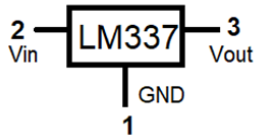
Zener diyotlu regüle devresinde, yüke (R_y) seri olarak bağlanan bir transistörle seri regüle devresi elde edilir. Transistör, akım kazancı için devreye bağlanır. Zener diyotlu regüle devresinde çekilen akım sınırlıdır. Transistör ile akım kazancı sağlanır ve yük gerilimi sabit tutulur. Zener diyot (Z1) hem trasistörün beyz polarmasını sağlar hem de çıkış gerilimini sabit tutar (Görsel 4.94).



Görsel 4.94: Seri regüle devresi

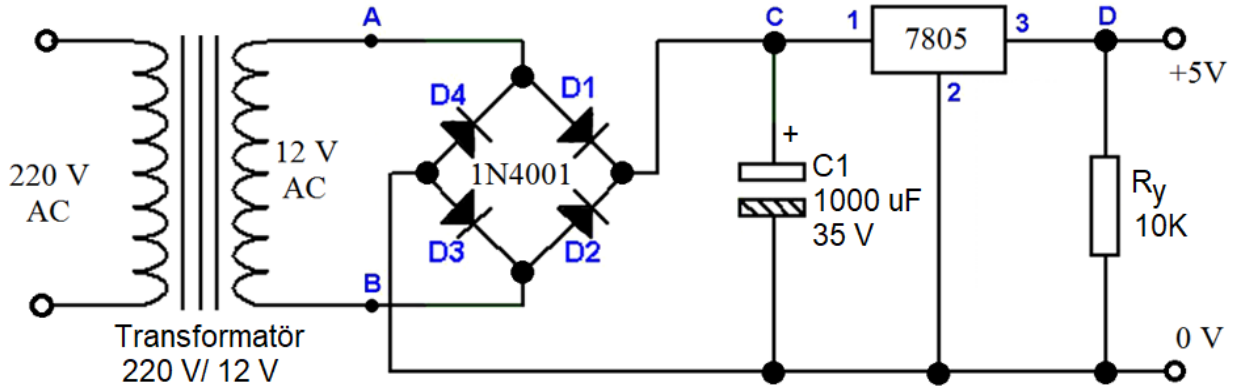
4.13.2.3. Entegreli Regüle Devreleri

Regüleli DC çıkış veren entegrelere **regüle entegresi** denir. Entegre, çok sayıda elektronik devre elemanının bir amaca yönelik olarak tek bir kılıfta toplanmasıyla oluşturulan bütünleşik yapıdır. Bu entegrelerle oluşturulan regüle devrelerine de **entegreli regüle devresi** denir. Regüle entegreleri; pozitif veya negatif işaretlidir, sabit ya da ayarlı çıkış gerilimi verebilir (Tablo 4.39).

Entegreler ve Sembolleri			Çıkış Gerilimi	Çıkış Akımı	Sabit/ Ayarlı
		**7805**	+5 V	1 A	Sabit
		7809	+9 V	1 A	Sabit
		7812	+12 V	1 A	Sabit
		7815	+15 V	1 A	Sabit
		**7905**	-5 V	1 A	Sabit
		7909	-9 V	1 A	Sabit
		7812	-12 V	1 A	Sabit
		7915	-15 V	1 A	Sabit
		**LM317**	+1,2 V ~ +37 V	1,5 A	Ayarlı
		**LM337**	-1,2 V ~ -37 V	1,5 A	Ayarlı

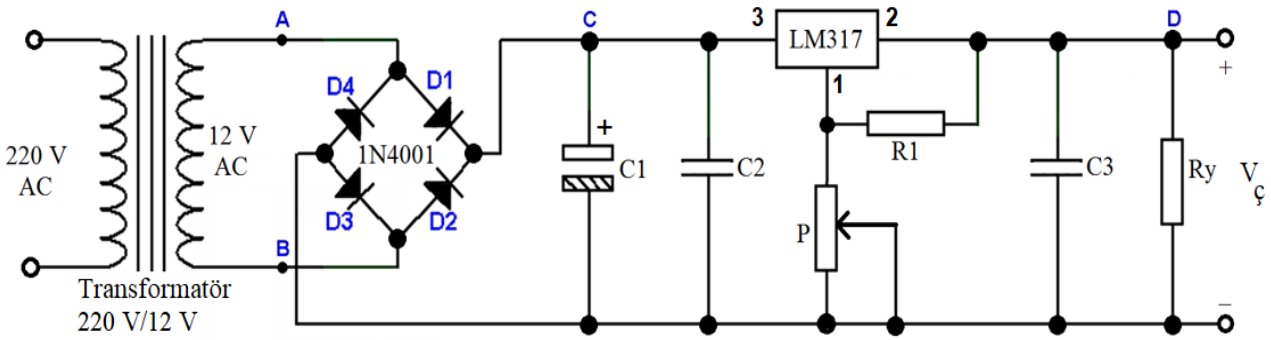
Tablo 4.39: Regüle Entegrelerinin Özellikleri

Görsel 4.95'de 7805 entegresi ile yapılan +5 V'luk sabit çıkışlı regüle devresi görülmektedir. Bu entegrenin girişine regülesiz 12 V pozitif gerilim uygulandığında çıkışından regüleli +5 V'luk bir gerilim elde edilir. Entegrenin çıkış akımı 1 A olduğu için çıkıştan en fazla 1 A akım çekilebilir.



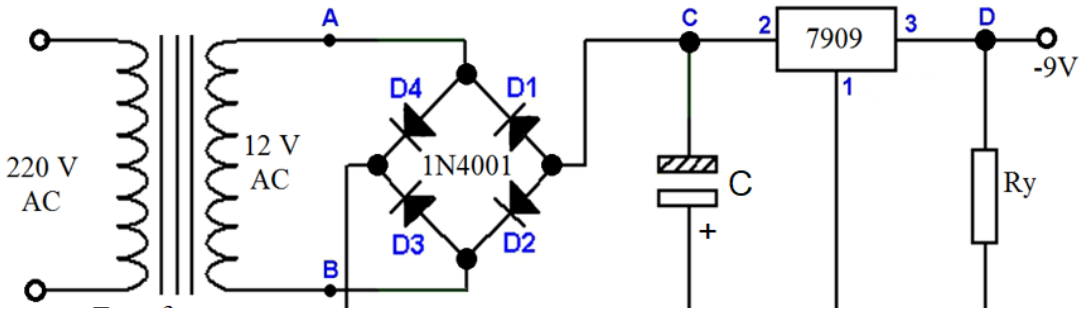
Görsel 4.95: Sabit pozitif gerilimli regüle devresi

Görsel 4.96'da LM317 entegresi ile yapılan ayarlı çıkış verebilen regüle devresi görülmektedir. Bu entegrenin girişine gelen regülesiz gerilim, çıkışından regüleli olarak alınır. Çıkış gerilimi, P potansiyometresi ile ayarlanır. Entegrenin çıkış akımı 1,5 A olduğu için çıkıştan en fazla 1,5 A akım çekilebilir.



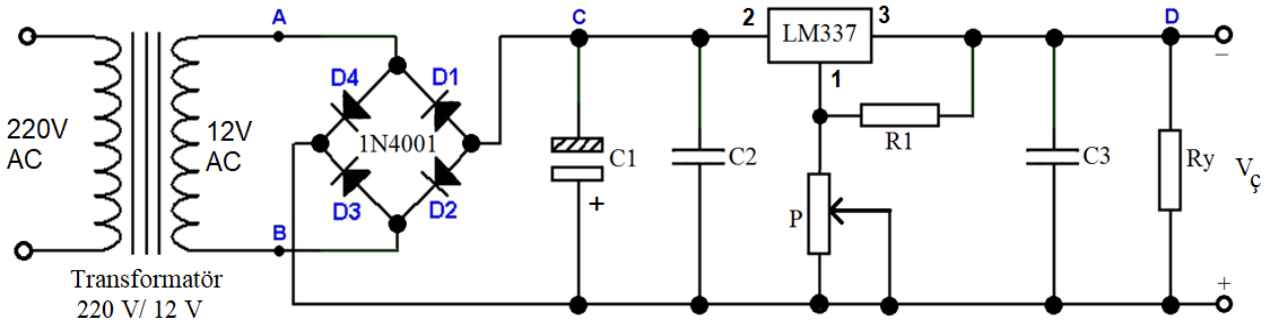
Görsel 4.96: Ayarlı pozitif gerilimli regüle devresi

Görsel 4.97'de 7909 entegresi ile yapılan -9 V'luk sabit çıkışlı regüle devresi görülmektedir. Bu entegrenin girişine regülesiz 12 V pozitif gerilim uygulandığında çıkışından regüleli -9 V'luk bir gerilim elde edilir. Entegrenin çıkış akımı 1 A olduğu için çıkıştan en fazla 1 A akım çekilebilir.



Görsel 4.97: Sabit negatif gerilimli regüle devresi

Görsel 4.98'de LM337 entegresi ile yapılan ayarlı çıkış verebilen regüle devresi görülmektedir. Bu entegrenin girişine gelen regülesiz gerilim, çıkışından regüleli olarak alınır. Çıkış gerilimi, P potansiyometresi ile ayarlanır. Entegrenin çıkış akımı 1,5 A olduğu için çıkıştan en fazla 1,5 A akım çekilebilir.

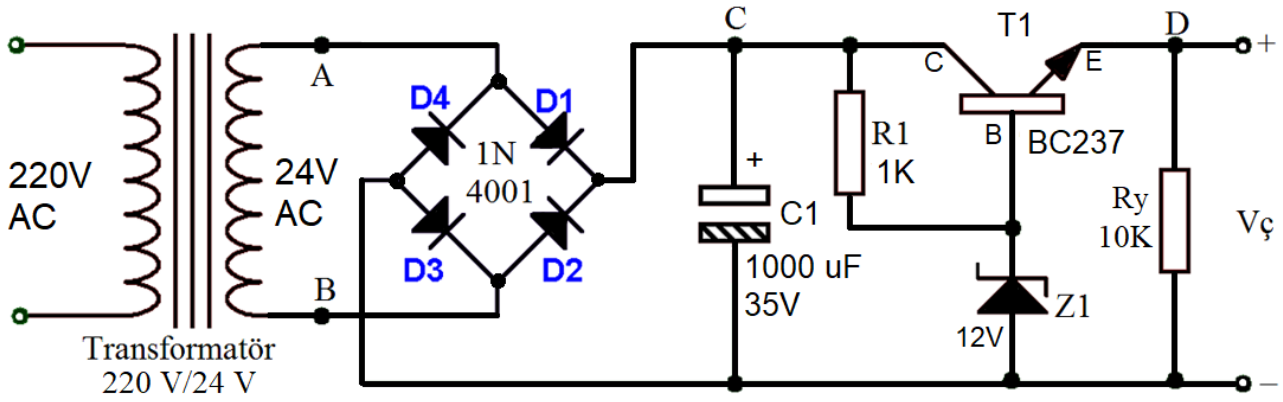


Görsel 4.98: Ayarlı negatif gerilimli regüle devresi

Not: Regülatör entegreleri; soğutucuya bağlanmadan devrede kullanılırsa, bir süre sonra fazla ısınmadan dolayı yanabilir. Çalışırken fazla ısınmadan dolayı bir süre sonra regülatör entegreleri yanabilir.

TEMRİN ADI	SERİ REGÜLE DEVRESİ	Temrin No
		71

AMAÇ: Seri regüle devresini kurmak ve devreyi çalıştırarak çıkış değerini ölçmek.



Görsel 4.99: Seri regüle devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Transistör	220 V / 24 V	1 adet
Diyot	1N4001	4 adet
Zener diyot	12 V	1 adet
Transistör	BC237 NPN	1 adet
1000 µF kondansatör	35 V kutuplu	1 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
Direnç	10 KΩ	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1 m
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, pense, tornavida	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.99'daki devreyi breadboard üzerine kurunuz ve devreye enerji vererek çalıştırınız.
2- Multimetreyi DC gerilim kademesine alınız ve Tablo 4.40'da belirtilen noktalar arası gerilimleri ölçünüz. Ölçülen değerleri Tablo 4.40'a yazınız.
3- Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME				
Kondansatör Gerilimi U_C (V)	**Zener Diyot Gerilimi Uz (V)**	**Transistör B-E Gerilimi U_{BE} (V)**	**Transistör C-E Gerilimi U_{CE} (V)**	**Çıkış Gerilimi U_D (V)**
	.			

Tablo 4.40: Multimetre ile Yapılan DC Gerilim Ölçümleri

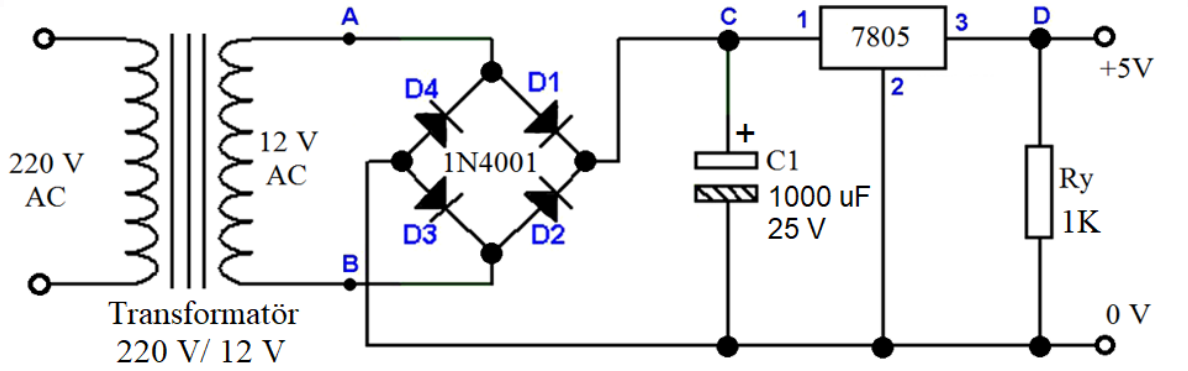
SORULAR

1- Devrenin nasıl çalıştığını açıklayınız.
2- Devredeki transistörün ve zener diyodun görevini yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Devrenin breadboard üzerine kurulması	20	
Sınıfı:	2	Multimetre ile U_D çıkış gerilimin ölçülmesi	20	
No:	3	Multimetre ile Uz zener diyot geriliminin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Multimetre ile U_C kondansatör geriliminin ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Multimetre ile U_{BE} ve U_{CE} gerilimlerin ölçülmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

TEMRİN ADI	SABİT GERİLİMLİ ENTEGRELİ REGÜLE DEVRESİ	Temrin No
		72

AMAÇ: Sabit pozitif gerilimli regüle devresini kurmak ve devreleri çalıştırmak.



Görsel 4.100: Sabit, pozitif gerilimli regüle devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
Transistör	220 V/12 V	1 adet
Diyot	1N4001 veya 1N4007	4 adet
7805 entegresi		1 adet
1000 µF kondansatör	35 V kutuplu	1 adet
Direnç	10 KΩ	1 adet
Zil teli	0,5 mm²	1 m
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, pense, kargaburun	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.100'de verilen devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2- Devreye enerjiyi öğretmen kontrolünde veriniz.
3- Multimetreyi DC gerilim kademesine alınız ve Tablo 4.41'de belirtilen noktalardaki gerilim ölçümlerini yaparak sonuçları ilgili alanlara yazınız.
4- Enerjiyi kesiniz ve devreyi sökünüz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
Transformatör Çıkış Gerilimi U_{AB} (V)	**Kondansatör Gerilimi U_C (V)**	**Çıkış Gerilimi U_D (V)**
	.	

Tablo 4.41: Sabit Pozitif Regüleli Devrede Gerilim Değerleri

SORULAR

1- Regüle entegrelerinin kullanım amacı nedir?
2- 7805 ve 7809 entegreleri arasındaki farkları yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Regüle devrelerin breadboard üzerinde kurulması	20	
Sınıfı:	2	Devreye enerji verilerek çalıştırılması	20	
No:	3	Multimetre ile transformatör çıkış geriliminin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Multimetre ile kondansatör geriliminin ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Multimetre ile çıkış geriliminin ölçülmesi	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

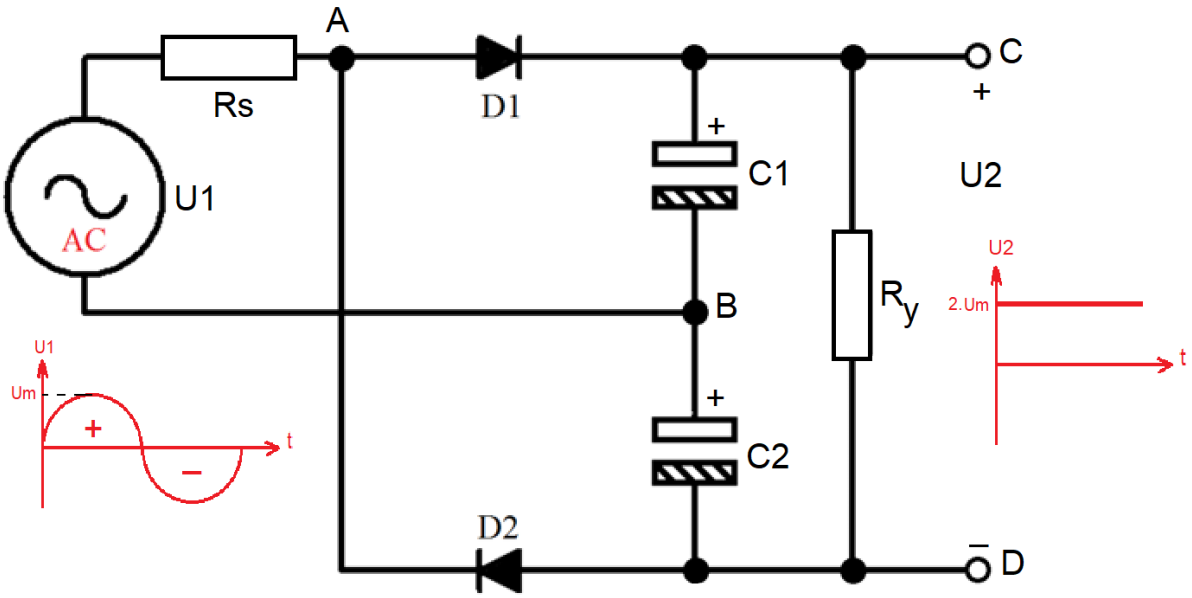
BİLGİ YAPRAĞI

4.14.1. GERİLİM ÇOKLAYICILAR

Girişten uygulanan AC gerilimi, kondansatörler yardımıyla çoklayarak (katlayarak) çıkıştan DC gerilim olarak veren devrelere **gerilim çoklayıcı devreler** denir. Bu devreler, özellikle büyük gerilimn ve çok küçük akımların kullanıldığı devrelerdir.

4.14.2. GERİLİM İKİLEYİCİ DEVRESİ

İki diyot ve iki kondansatörden oluşan devrelerdir. C1 ve C2 kondansatörler, birbirine seri ve yük direncine paralel bağlı olduğundan şarj gerilimlerinin toplamı, U1 AC gerilimin maksimum değerini (Um) iki katına yükseltir (Görsel 4.101).



Görsel 4.101: Gerilim ikileyici devresi

Görsel 4.109'da görülen devrede; AC gerilimin pozitif alternansında kaynağın üst ucunun pozitif, alt ucunun negatif olduğu kabul edilirse D1 diyodu iletime geçer ve C1 kondansatörü AC gerilimin maksimum değerine şarj olur. D2 diyodu ise ters polarma olduğu için yalıtım durumundadır. AC gerilimin negatif alternansında ise kaynağın üst ucu negatif alt ucu ise pozitif olacaktır. Bu durumda D2 diyodu iletime geçerken D1 diyodu kesime gider. Böylece C2 kondansatörü negatif alternansın maksimum değerine şarj olur. C1 ve C2 kondansatörleri seri bağlı olduğu için çıkış gerilimi, kondansatörlerin uçlarındaki gerilimlerin toplamına eşittir. Bu yüzden çıkış gerilimi, girişteki AC gerilimin maksimum değerinin iki katına eşit olur.

Formüle göre;

U_m : Uygulanan U1 AC gerilimin maksimum değeri (V)

U_1 : Uygulanan U1 AC gerilimin etkin (efektif) değeri (V)

U_2 : Katlanan AC gerilimin etkin (efektif) değeri (V)

$$U_m = U_1 x \sqrt{2} = U_1 x 1{,}41$$

$$U_2 = 2 x U_m$$

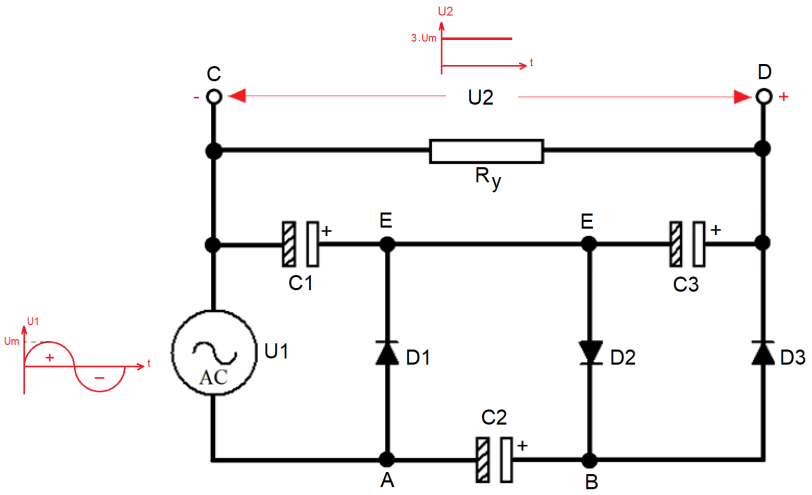
Örnek: 12 V AC gerilim uygulanan gerilim ikileyicinin çıkış gerilimi kaç Volt'tur?

Çözüm: $U_1 = 12$ V ise, $U_m = U_1 x \sqrt{2} = 12x1,41 = 16,92$ V

$U_2 = 2xU_m = 2x\ 16,92 = 33,84$ V

14.3. GERİLİM ÜÇLEYİCİ DEVRESİ

Üç diyot ve üç kondansatörden oluşur. Görsel 4.102'deki devrede, D1 ve D2 diyotlarıyla C1 ve C2 kondansatörleri gerilim ikileyici olarak çalışır. D3 diyodu ise negatif alternanslarda doğru polarmalanır ve 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 atına eşit olduğundan devrenin çıkış gerilimi; AC giriş geriliminin maksimum değerinin üç katına eşit olur.



Görsel 4.102: Gerilim üçleyici devresi

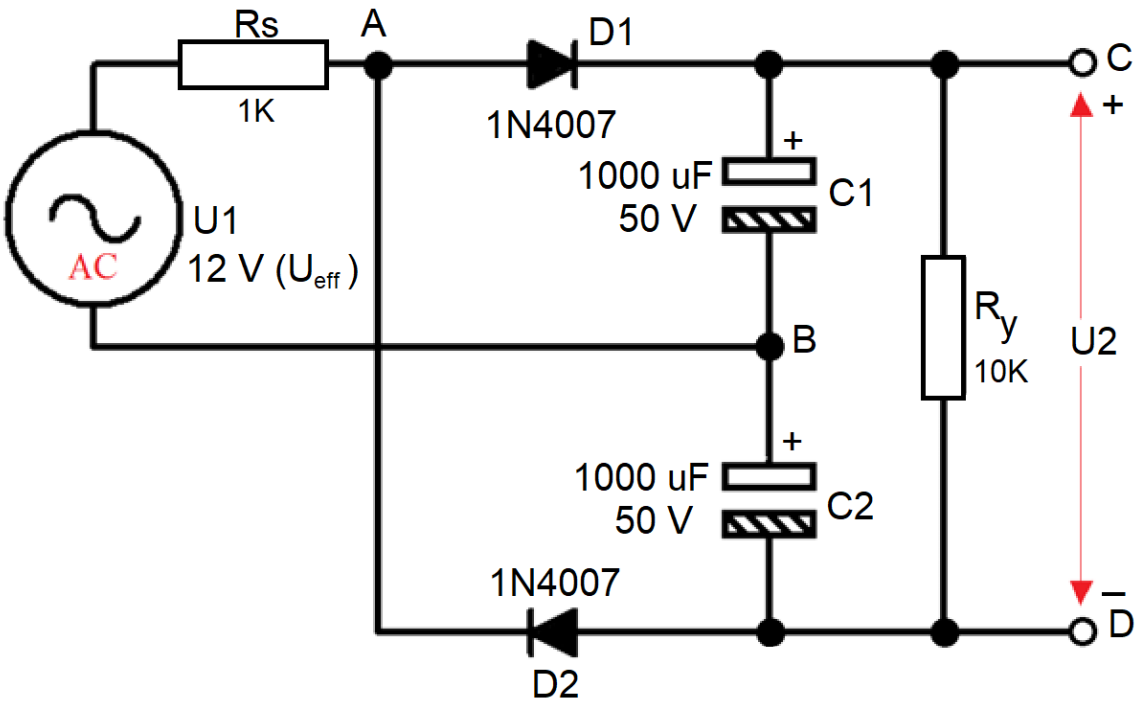
$$U_m = U_1 x \sqrt{2} = U_1 x 1,41$$
$$U_2 = 3xU_m$$

Örnek: Gerilim üçleyici devresi çıkışından 24 V DC gerilim ölçmek için girişten kaç volt AC gerilim uygulanmalıdır?

Çözüm: $U_2 = 24$ V ise, $U_m = \frac{U_2}{3} = \frac{24}{3} = 8$ V $\quad U_1 = \frac{U_m}{1,41} = \frac{8}{1,41} = 5,67$ V

TEMRİN ADI	GERİLİM İKİLEYİCİ DEVRESİ	Temrin No
		73

AMAÇ: Gerilim ikileyici devresini breadboard üzerine kurmak ve gerilim ölçümlerini yapmak.



Görsel 4.103: Gerilim ikileyici devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
AC güç kaynağı	12 V AC	1 adet
Diyot	1N4007	2 adet
1 KΩ direnç		1 adet
10 KΩ direnç		1 adet
1000 µF kondansatör	50 V kutuplu	2 adet
İletken tel	0,50 mm²	1 m
Multimetre		2 adet
El aletleri	Kargaburnu, yan keski	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Görsel 4.102'de verilen gerilim ikileyici devresini breadboard üzerine kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız.
2- Multimetreyi AC gerilim kademesine alarak AC gerilim kaynağı uçlarındaki gerilimi (U1) ölçünüz ve değeri Tablo 4.42'ye yazınız.
3- Multimetreyi AC gerilim kademesine alarak A-B, A-C ve A-D noktalarındaki gerilimleri ölçünüz ve değeri Tablo 4.42'ye yazınız.
4- Multimetreyi DC gerilim kademesine alarak B-C, B-D ve C-D noktalarındaki gerilimleri ölçünüz ve değeri Tablo 4.42'ye yazınız.
5- Enerjiyi kesiniz ve devrenizi sökünüz.
6- U1 ile U2 gerilimi arasındaki ilişkiyi inceleyiniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ölçüm Noktaları	Multimetre ile Ölçülen Gerilim Değeri (V)
Giriş gerilimi (U_1)	
A-B noktaları arasındaki gerilim (U_{AB})	
A-C noktaları arasındaki gerilim (U_{AC})	
A-D noktaları arasındaki gerilim (U_{AD})	
B-C noktaları arasındaki gerilim (U_{BC})	
B-D noktaları arasındaki gerilim (U_{BD})	
Çıkış gerilimi (U_2)	

Tablo 4.42: Gerilim Ölçüm Sonuçları

SORULAR

1- Gerilim çoklayıcı devresi nedir?
2- Gerilim çoklayıcı devrelerde gerilimin çoğaltılması için hangi elemanlar kullanılır?
3- Görsel 4.103'deki devrenin çalışmasını açıklayınız.

BİLGİ YAPRAĞI

4.15.1. GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİ ÖZELLİKLERİ

Güç kaynakları, elektronik devrelerin DC gerilim ihtiyaçlarını karşılayan cihazlardır. Örneğin, cep telefonu şarj cihazları bir güç kaynağıdır. Aynı şekilde her bilgisayarın kendine ait bir güç kaynağı vardır. Bir güç kaynağının yapısında; AC gerilim düşürücü (transformatör), doğrultma, filtreleme ve regüle görevlerini yerine getiren devreler bulunur.

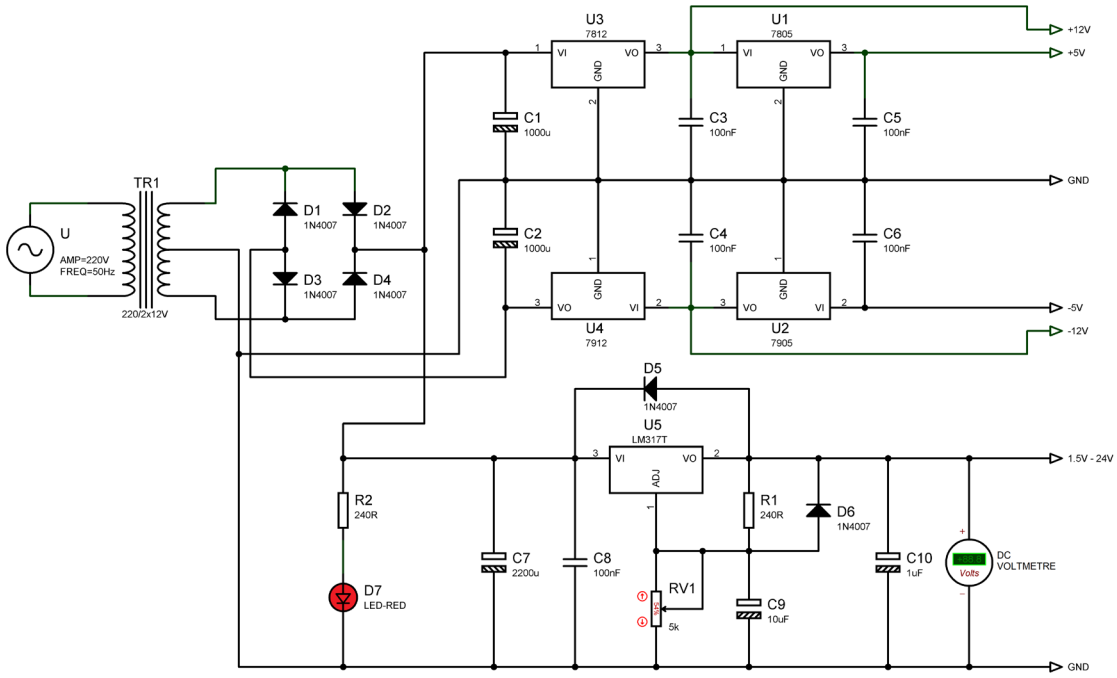
Şebekeden gelen AC gerilim, transformatörde istenen değere düşürüldükten sonra köprü diyot ile DC gerilime dönüştürülür. Elde edilen DC gerilim, filtre devresinde tam DC hale getirilir. So kısımda ise regüle edilerek çıkışa verilir.

4.15.2. GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİ YAPIM AŞAMALARI

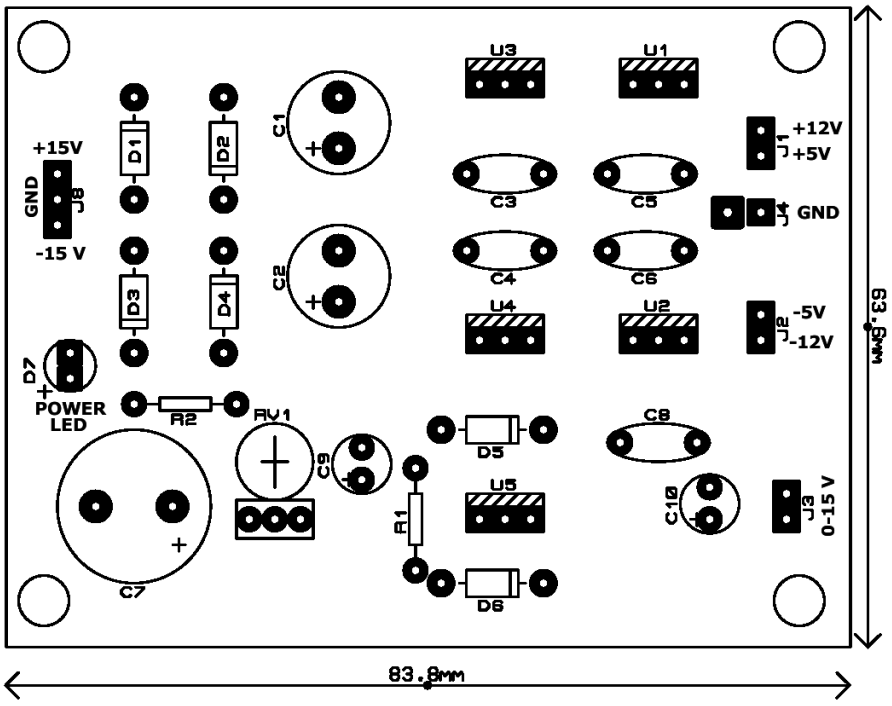
- Yapılacak devrenin çıkış akım ve gerilim değerleri tespit edilir.
- Bu değerlere uygun devre elemanları belirlenir.
- Devre şeması çizilir.
- Baskı devre şeması çıkartılır.
- Baskı devre plaketi hazırlanır.
- Baskı devre üzerinde devre elemanı ayaklarının geçeceği delikler delinir.
- Devre elemanları plaket üzerine yerleştirilir ve ayaklar lehimlenir.
- Güç kaynağı kutusu hazırlanır.
- Transformatör ve plaket kutuya yerleştirilir.
- Tüm elemanların kutuya montaj ve bağlantıları yapılır.
- Güç kaynağı kutusu kapatılarak etiketlenir.
- Güç kaynağı test edilir.

TEMRİN ADI	GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİ YAPIMI	Temrin No
		74

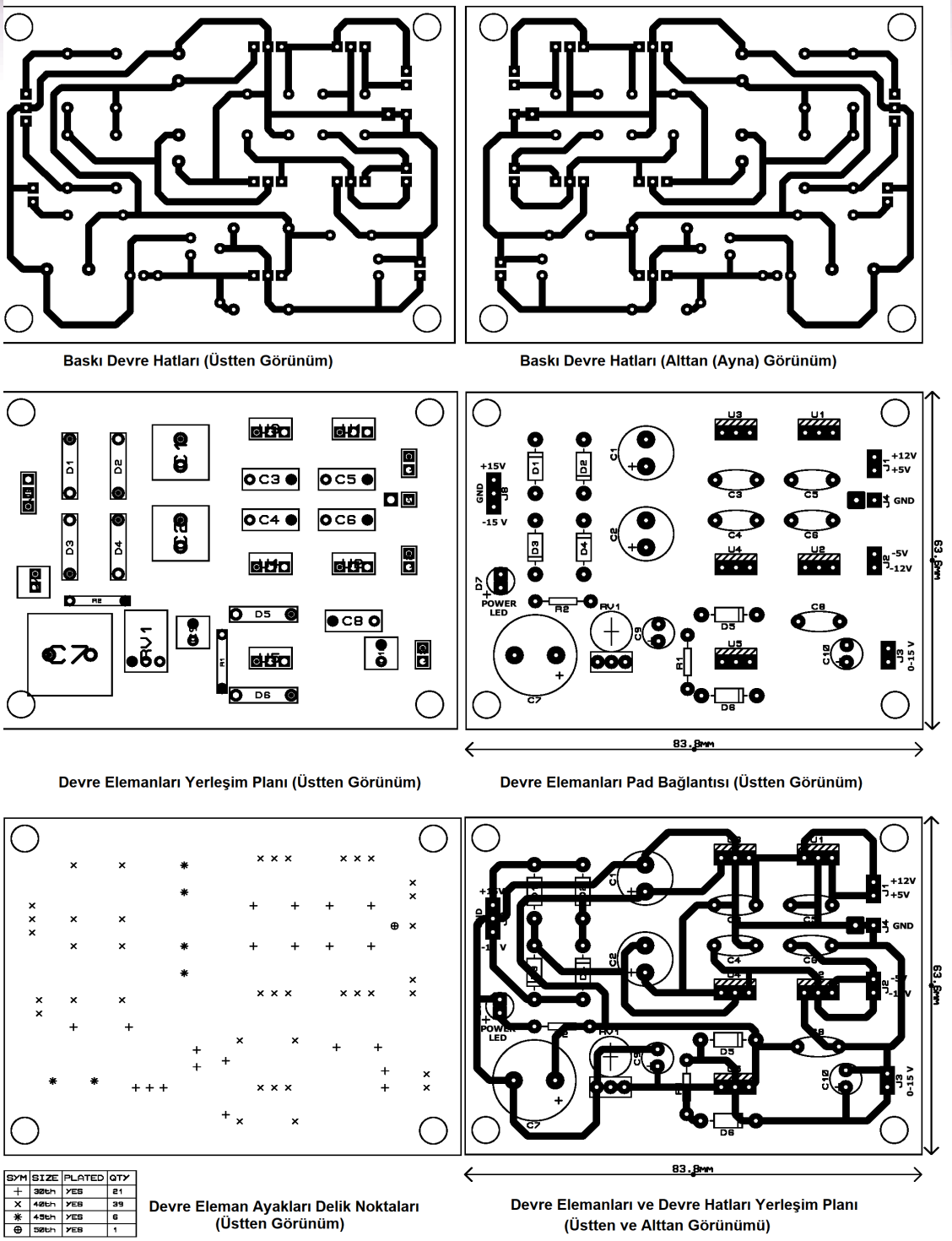
AMAÇ: Sabit ve ayarlı, simetrik özellikli güç kaynağı devresini yapmak.



Görsel 4.104: Güç kaynağı devresi



Görsel 4.105: Güç kaynağında kullanılan devre elemanlarının baskı devreye yerleşim planı



Görsel 4.106: Güç kaynağı baskı devresinin gerçek ölçülerde üstten ve alttan görünüşleri

Not: Görsel 4.106'da verilen devre şemasının ölçüleri gerçek boyutludur. Bu nedenle çıktı alarak baskı devreye geçebilirsiniz.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Bakırlı plaket	8 x 10 cm	1 adet
Baskı devre kalemi	S (ince) veya M (orta) uçlu	1 adet
Karbon kâğıdı		1 adet
Perhidrol ve tuz ruhu		2 adet
Kalem havya ve lehim teli		2 adet
İletken kablo	0,5 mm^2	1m
Diyot	1N 4007	6 adet
Kutuplu kondansatör	1 µF, 10 µF, 1000 µF, 2200 µF	1'er adet
Kutupsuz kondansatör	100 nF	5 adet
LED diyot		1 adet
Direnç	240Ω	2 adet
Potansiyometre	5 KΩ	1 adet
Sabit regüle entegresi	7805, 7905, 7812, 7912	1'er adet
Ayarlı regüle entegresi	LM317	1 adet
Voltmetre göstergesi		1 adet
Transformatör	220 V / 2 x 12 V, orta uçlu	1 adet
Pleksiglas levha	3 mm, 20 x 30 cm	1 adet
Maket bıçağı		1 adet
Matkap ve matkap ucu	Delikler için uygun uçlar	1 adet
Multimetre		1 adet
El aletleri	Yan keski, kargaburnu	

İŞLEM BASAMAKLARI:

a) Baskı Devre Paterninin Çıkartılması ve Plakete Aktarılması;

1- Görsel 4.104'teki güç kaynağı devre şemasını inceleyiniz.
2- Bakırlı plaketi paterne 83,8 x 63,6 mm ölçülerinde kesiniz (Görsel 4.105).
3- Karbon kâğıdı yardımı ile paterni, Görsel 4.106'daki gibi plakete aktarınız.
4- Baskı devre kalemi ile plaket üzerindeki hatların üzerinden geçiniz ve delik yerlerini işaretleyiniz.

b) Asit Banyosu ile Eritme İşleminin Yapılması;

1- Plastik kap içeresine 1 ölçek perhidrol ve 3 ölçek tuz ruhu koyunuz.
2- Plaketi karışım içeresine atınız ve sallayarak çizilmeyen bakır kısımların erimesini bekleyiniz.
3- Fazlalıklar eriyince plaketi asitten çıkarınız ve musluk altında bol su ile yıkayınız.
4- Bakır hatlar üzerinde kalan mürekkebi iyice temizleyiniz.

c) Baskı Devre Plaket Üzerinde Elemanların Yerleştirilmesi ve Lehimlenmesi;

1- Matkap ile delik yerlerini deliniz.
2- Multimetre ile bakır hatların açık devre ve kısa devre kontrollerini yapınız.
3- Kalem havyayı prize takınız ve kalem havyanın ısınmasını bekleyiniz.
4- Her bir elemanı bakırlı plaket üzerine yerleştiriniz ve elemanların ayak uçlarını hafifçe bükünüz.
5- Elemanları havya ile bakırlı plakete lehimleyiniz.
6- Lehimleme işlemi bittiğinde elemanların fazla gelen uçlarını yan keski ile kesiniz.
7- Güç kaynağının diğer malzemelerinin baskı devreye kablo bağlantılarını yapınız.

SORULAR

1- Güç kaynağının kullanım amacı nedir?
2- Güç kaynağı hangi kısımlardan oluşur?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı Soyadı:	1	Paternin plakete aktarılması	20	
Sınıfı:	2	Baskı devrenin çıkarılması	20	
No:	3	Elemanların baskı devre üzerine lehimlenmesi	20	
ÖĞRETMEN	4	Güç kaynağının montaj edilmesi	20	
Adı Soyadı:	5	Multimetre ile gerekli kontrollerin yapılması	20	
İmza:		TOPLAM NOT:	100	

BİLGİ YAPRAĞI

4.16.1. GÜÇ KAYNAĞI ÇIKIŞ GERİLİMLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Güç kaynağı yapımının tüm aşamaları tamamlandıktan sonra güç kaynağına enerji verilerek test edilir. Test işlemi multimetre kullanılarak gerçekleştirilir.

- İlk olarak güç kaynağına herhangi bir yük bağlanmadan multimetre ile çıkış gerilimleri ölçülür.
- Gerilimlerde normal olmayan sonuçlar çıkması hâlinde Tablo 4.43'te görüldüğü gibi gerekli kontroller yapılır.

Ölçüm Yapılacak Noktalar	Ölçülmesi Gereken Gerilim Değer	Ölçülmesi Gereken Gerilim Değeri Okunamıyorsa
Transformatör giriş gerilimi	AC 220 V	220 V gerilim yoksa sigorta, anahtar ve güç kablosu kontrol edilmelidir.
Transformatör çıkış gerilimleri	Orta sargı ile üst ve alt sargı uçları ara sında AC 12 V Üst ve alt sargı uçları arasında AC 24 V	AC giriş gerilimi transformatöre ulaşmıyor olabilir. Kristal diyotların ters takılmış olabilir.Trafo çıkışında gerilim yoksa devrede kısa devre olabilir.Transformatrün sekonder sargıları kopmuş veya yanmış olabilir.
Köprü diyot çıkışları	DC 12 V	Köprü diyot arızalı olabilir.Köprü diyotlardan bir veya birkaçı ters bağlanmış olabilir.
Filtre kondansatörü çıkışı	DC tam dalga	Kondansatörlerden biri veya birkaçı arızalı olabilir. Kondansatörler uygun değerde veya uygun özellikte seçilmemiş olabilir. Kondansatörler ters bağlanmış olabilir.
Sabit çıkış gerilim uçları	Sabit +5 V ve – 5 V Sabit +12 V ve – 12 V	Regülatör entegrelerinin ayakları kısa devre olabilir.Regülatör entegrelerinin ayakları ters bağlanmış olabilir. Regülatör entegreleri arızalı olabilir.
Ayarlı çıkış gerilim uçları	1,25 V – 30 V arası DC gerilim	LM317 entegresi ayakları kısa devre olabilir. LM317 entegresi ayakları ters bağlanmış olabilir. LM317 entegresi arızalı olabilir. Potansiyometrenin uçları kısa devre veya açık devre olabilir.

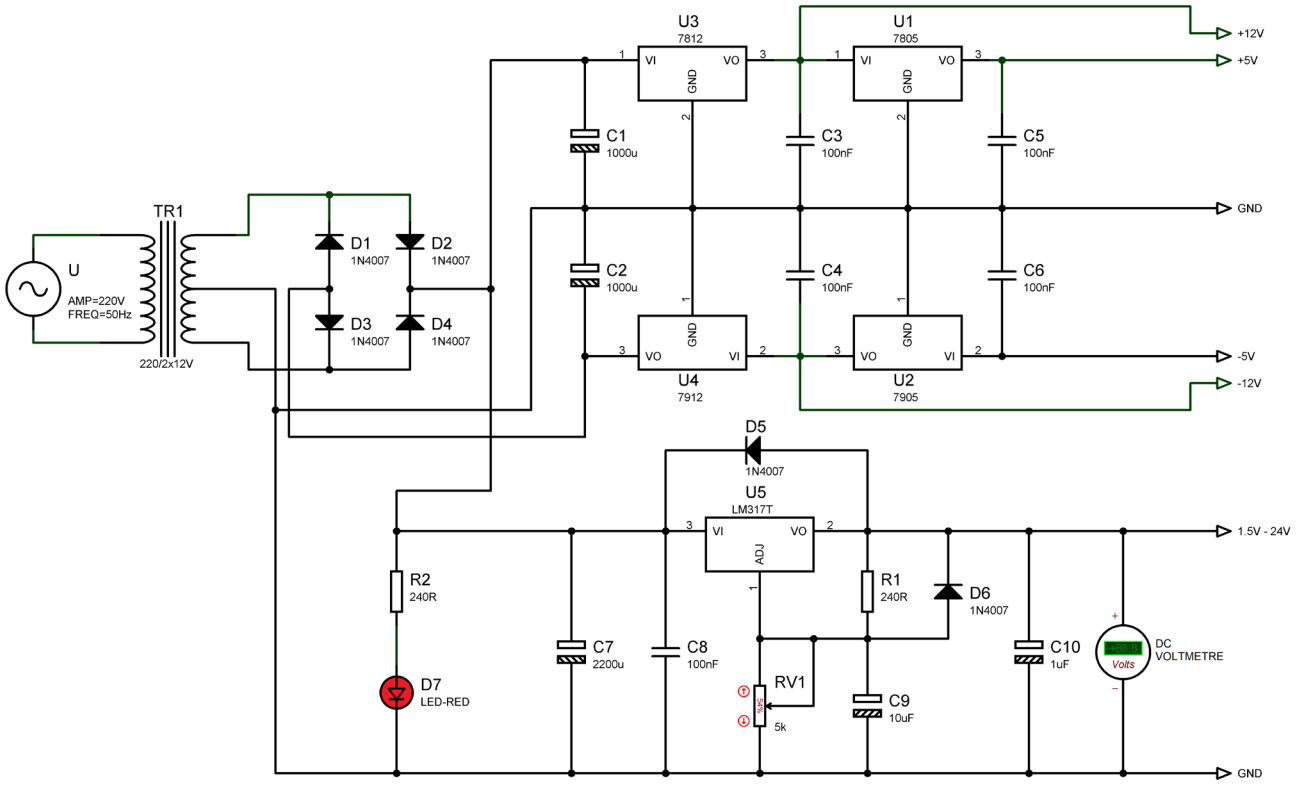
Tablo 4.43: Güç Kaynağı Giriş ve Çıkış Gerilimleri Kontrol Tablosu

4.16.2. GÜÇ KAYNAĞININ YÜKLÜ ÇALIŞMA TESTLERİNİN YAPILMASI

Güç kaynağı çıkışlarına, çalışma değerlerine uygun yükler bağlanarak yüklü çalışma testleri yapılır. Çıkış gerilimi ve çekilen akımlar ölçülür. Güç kaynağının aşırı ısınıp ısınmadığı kontrol edilir. Güç kaynağı belirli bir zamanın sonunda istenen değerleri veriyor ve ısısı normal seviyelerde kalıyorsa güç kaynağının kararlı çalıştığı kabul edilir.

TEMRİN ADI	GÜÇ KAYNAĞI TESTLERİ	Temrin No
		75

AMAÇ: Verilen güç kaynağının yüklü ve yüksüz ölçümlerini yapmak.



Görsel 4.107: Güç kaynağı devresi

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER		
Adı	Özelliği	Miktarı
Güç kaynağı		1 adet
Multimetre		2 adet
Yük direnci	100 Ω, 5 W	

İŞLEM BASAMAKLARI:

1- Güç kaynağı girişine enerjiyi öğretmen kontrolünde veriniz (Görsel 4.107).
2- Çıkışlara yük bağlamadan Tablo 4.44'teki sıraya göre multimetre ile gerilimleri ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 4.44'teki ilgili alanlara yazınız.
3- Çıkışlara yük bağlayarak Tablo 4.45'teki sıraya göre multimetre ile gerilim ve akımları ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 4.45'teki ilgili alanlara yazınız.
4- Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	
Ölçüm Noktaları	**Ölçülen Çıkış Gerilim Değeri (V)**
Transformatör Girişi	
Transformatör Çıkışı	
Köprü Diyot Çıkışı	
Filtre Kondansatör Çıkışı	
+5 V Sabit Gerilim Çıkışı	
+12 V Sabit Gerilim Çıkışı	
-5 V Sabit Gerilim Çıkışı	
-12 V Sabit Gerilim Çıkışı	
Ayarlı Gerilim Çıkışı	

Tablo 4.44: Güç Kaynağı Boştayken Ölçülen Gerilim Değerleri

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME		
Ölçüm Noktaları	**Ölçülen Gerilim Değeri (V)**	**Ölçülen Akım Değeri (A)**
+5 V Sabit Gerilim Çıkışı		
+12 V Sabit Gerilim Çıkışı		
-5 V Sabit Gerilim Çıkışı		
-12 V Sabit Gerilim Çıkışı		
Ayarlı Gerilim Çıkışı		

Tablo 4.45: Güç Kaynağına Yük Bağlıyken Ölçülen Akım ve Gerilim Değerleri

SORULAR

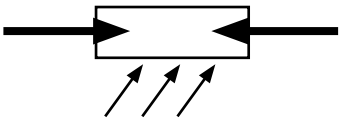
1- Sabit gerilim çıkışlardan istenilen gerilim alınamıyorsa arıza hangi elemanlarda olabilir?
2- Ayarlı gerilim çıkışından istenilen gerilim alınamıyorsa arıza hangi elemanlarda olabilir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		
Adı Soyadı:	Trafo çıkış geriliminin ölçülmesi	20	
Sınıfı:	Köprü diyot çıkışındaki gerilimin ölçülmesi	20	
No:	Filtre kondansatörü uçlarındaki gerilimin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	Sabit gerilim çıkışlarındaki gerilimlerin ölçülmesi	20	
Adı Soyadı:	Ayarlı gerilim çıkışındaki gerilimin ölçülmesi	20	
İmza:	TOPLAM NOT:	100	

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

1- Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa ..... denir.
2- Lehim yapılmaksızın üzerinde elektronik devrelerin kurulabildiği elemanlara ..... denir.
3- Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine ..... denir.
4- Bobinin AC akımın değişimine karşı gösterdiği zorluğa ..... denir.
5- Diyodun anoduna artı (+), katoduna eksi (-) bağlanarak yapılan polarmaya ..... denir.
6- Girişten uygulanan AC gerilimi çıkışta DC gerilim olarak kondansatörler yardımıyla katlayan devrelere ..... denir.
7- Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara ..... denir.
8- Elektronik devrelerinde akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi açıklayan kanuna ..... denir.
9- Belirli sıcaklıklarda eriyerek elemanları sabitleyen tellere ..... denir.
10- Şekilde verilen elemana ..... adı verilir.

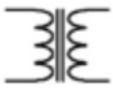


B. Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

11- (...) DC gerilimi kondansatörler yardımıyla katlayan devrelere gerilim bölücü devreler denir.
12- (...) LM337 entegresi, sabit çıkış gerilimi veren negatif gerilimli entegredir.
13- (...) Regüle devrelerinde DC gerilim değeri sabit tutulmaktadır.
14- (...) Köprü tipi diyotta dört diyot bulunur.
15- (...) Osiloskop ekranındaki sinyal parlaklığı **FOCUS** düğmesi ile ayarlanır.
16- (...) Baskı devre bakırlı plaket üzerine çıkarılır.
17- (...) Baskı devre tasarımında padler, bakır yollarını ifade eder.
18- (...) Baskı devrenin çıkartılmasında tuz ruhu ve perhidrol karışımı kullanılır.
19- (...) İdeal bir lehim telinde %40 kurşun ve %60 kalay karışımı vardır.
20- (...) Işık yayan diyotlara zener diyot denir.

ÖLÇME YAPRAĞI | ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRME

İFADELER

21-	(...)	Aydınlıkta düşük direnç, karanlıkta yüksek direnç gösteren devre elemanıdır.
22-	(...)	Kapasitenin birimidir.
23-	(...)	Endüktansın birimidir.
24-	(...)	Bir kondansatör çeşididir.
25-	(...)	Tek yönde akım geçiren devre elemanıdır.
26-	(...)	Transistör tipidir.
27-	(...)	Transistör uçlarıdır.
28-	(...)	Kirşof'un Gerilimler Kanunu'nu ifade eder.
29-	(...)	Lehimi eriterek lehimlemenin yapılmasını sağlar.
30-	(...)	 Sembolü ile gösterilen devre elemanıdır.
31-	(...)	Devre şemasının bakırlı plaket üzerine aktarılacak hale getirilmesine denir.
32-	(...)	Baskı devre çıkarma yöntemidir.
33-	(...)	Elektriksel büyüklüklerdeki değişimleri zamana bağlı olarak dalga şekilleriyle gösteren ölçü aletidir.
34-	(...)	Alternatif akımı doğru akıma dönüştüren devrelere verilen isimdir.
35-	(...)	Elektronik devrelerin ihtiyacı olan enerjiyi karşılayan cihazardır.

KAVRAMLAR

A	Henry
B	Emiter – Beyz – Kollektör
C	Havya
D	LDR
E	Ütüleme
F	Doğrultmaç
G	Farad
H	Patern
J	Osiloskop
K	Kutuplu
L	Güç kaynağı
M	Ohm
N	NPN
O	Regüle
P	$U = U_1 + U_2 + U_3$
R	Transformatör
S	Diyot

D. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

36- Sıcaklık arttıkça direnci artan direnç tipi aşağıdakilerden hangisidir?
A) LDR **B)** NTC **C)** PTC **D)** VDR **E)** POT

37- Direnç renk kodlarında "4" rakamına karşılık gelen renk hangisidir?
A) Turuncu **B)** Sarı **C)** Kırmızı **D)** Yeşil **E)** Mavi

38-"Kahverengi-Siyah-Turuncu-Altın" renklerinin direnç değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Ω, **B)** 100 Ω, **C)** 1 KΩ, **D)** 10 KΩ, **E)** 100 KΩ,

39- "16 Ω,, 8 Ω,, 16 Ω," dirençler paralel bağlanırsa eşdeğer direnç değeri ne olur?
A) 40 Ω, **B)** 32 Ω, **C)** 16 Ω, **D)** 4 Ω, **E)** 2 Ω,

40- Aşağıdakilerden hangisi verilen kondansatörün kapasite değeridir?

A) 15 mF **B)** 15 µF **C)** 15 nF **D)** 15 pF **E)** 15 F

41- Belirli değerde gerilimi sabit tutan diyotlara ne denir?
A) Zener diyot **B)** Kristal diyot **C)** LED diyot **D)** Foto diyot **E)** Köprü diyot

42- Aşağıdakilerden hangisi lehimlemede olması gereken özelliklerden birisi <u>değildir</u>?
A) Uygun sıcaklıkta havya ucunun kullanılması
B) Az lehim kullanılması
C) Lehim yapılacak alanın temizlenmesi
D) Lehim yapılacak elemanın sabit tutulması
E) Lehimleme işleminin alana eşit şekilde yayılarak yapılması

43- Aşağıda verilenlerden hangisi sembolün açıklamasıdır?

L

A) Direnç **B)** Kondansatör **C)** Bobin **D)** Transformatör

44- Aşağıdakilerden hangisi Ohm Kanunu'nu ifade eder?

A) R=U / I **B)** I=I1+I2+I3 **C)** U=U1+U2+U3 **D)** f=1/t **E)** Hiçbiri

45- Aşağıdaki devrelerden hangisi güç kaynağı devresinde gerilimdeki dalgalanmaları önler?

A) Transformatör
B) Doğrultma devresi
C) Filtre devresi
D) Regüle devresi
E) Kırpma devresi

Not: Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz soruları ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konu veya faaliyete geri dönerek tekrarlayınız.

CEVAP ANAHTARLARI

BÖLÜM – A: ÖLÇME UYGULAMALARI

Boşluk Doldurmalı Sorular	1. **Islak,** 2. **Çap,** 3. **Multimetre,** 4. **Frekans,** 5.**Ölçme Alanını**
Doğru/Yanlış Sorular Doğru/Yanlış Sorular	6. **Y,** 7. **D,** 8. **Y,** 9. **D,** 10. **D**
Eşleştirmeli Sorular	11. **C,** 12. **E,** 13. **A,** 14. **F,** 15. **B,** 16. **D,** 17. **J,** 18. **K,** 19. **H,** 20. **I,** 21. **G**
Çoktan Seçmeli Sorular	22. **D,** 23. **B,** 24. **E,** 25. **E,** 26. **A**

BÖLÜM – B: ELEKTRİK DEVRE UYGULAMALARI

Boşluk Doldurmalı Sorular	1. **Aydınlatma,** 2. **NYA,** 3. **Kargaburnu,** 4. **Çift Düz Ek,** 5. **Antet**
Doğru/Yanlış Sorular	6. **Y,** 7. **D,** 8. **D,** 9. **Y,** 10. **Y,** 11. **D**
Eşleştirmeli Sorular	12. **C,** 13. **E,** 14. **B,** 15. **A,** 16. **D,** 17. **J,** 18. **F,** 19. **K,** 20. **R,** 21. **H,** 22. **M,** 23. **P,** 24. **L,** 25. **N,** 26. **O**
Çoktan Seçmeli Sorular	27. **C,** 28. **D,** 29. **E,** 30. **C,** 31. **D,** 32. **B,** 33. **C**

BÖLÜM – C: TEMEL MEKANİK UYGULAMALARI

Boşluk Doldurmalı Sorular	1. **KKD,** 2. **Kesme,** 3. **Saptan,** 4. **Kısa,** 5. **Gözlük** 6. **Helisel**
Doğru/Yanlış Sorular	7. **Y,** 8. **D,** 9. **Y,** 10. **D,** 11. **Y,** 12. **D,** 13. **Y,** 14. **Y**
Çoktan Seçmeli Sorular	15. **D,** 16. **B,** 17. **A,** 18. **A,** 19. **C,** 20. **E,** 21. **B**

BÖLÜM – D: ELEKTRONİK DEVRE UYGULAMALARI

Boşluk Doldurmalı Sorular	1. **Direnç,** 2. **Breadboard,** 3. **Kapasite,** 4. **Endüktans,** 5. **Doğru,** 6. **Transistör,** 7. **Röle,** 8. **Ohm Kanunu,** 9. **Lehim Teli,** 10. **Foto Direnç**
Doğru/Yanlış Sorular	11. **Y,** 12. **Y,** 13. **D,** 14. **D,** 15. **Y,** 16. **D,** 17. **Y,** 18. **D,** 19. **D,** 20. **Y**
Eşleştirmeli Sorular	21. **D,** 22. **G,** 23. **A,** 24. **K,** 25. **S,** 26. **N,** 27. **B,** 28. **P,** 29. **C,** 30. **R,** 31. **H,** 32. **E,** 33. **J,** 34. **F,** 35. **L**
Çoktan Seçmeli Sorular	36. **C,** 37. **B,** 38. **D ,** 39.**D,** 40.**D,** 41. **A,** 42. **B,** 43. **C,** 44. **A,** 45. **C**

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel 1.1	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	726180334
Görsel 1.2	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.3	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1665922363
Görsel 1.4	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.5	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.6	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.7	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.8	123RF'den alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	27080691
Görsel 1.9	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.10	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.11	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.12	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.13	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1110489704
Görsel 1.14	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.15	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.16	123RF'den alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	1230460450
Görsel 1.17	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.18	123RF'den alınmıştır.	80600303
Görsel 1.19	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.20	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.21	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.22	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.23	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.24	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.25	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.26	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.27	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.28	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.29	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.30	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.31	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.32	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.33	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1630782694
Görsel 1.34	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.35	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.36	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.37	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.38	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.39	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.40	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.41	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.42	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.43	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	428048521

Görsel 1.44	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.45	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.46	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.47	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.48	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.49	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.50	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.51	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.52	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.53	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.54	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.55	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 1.56	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 1.57	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.1	SHUTTERSTOCK'dan alınmışitır.	153494630
Görsel 2.2	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.3 (Görsel 1)	123RF'den alınmıştır.	16702622
Tablo 2.3 (Görsel 2)	123RF'den alınmıştır.	22186299
Tablo 2.3 (Görsel 3)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	167952299
Tablo 2.3 (Görsel 4)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	153479690
Tablo 2.3 (Görsel 5)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	97880546
Tablo 2.3 (Görsel 6)	123RF'den alınmıştır.	15548266
Tablo 2.3 (Görsel 7)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	609229790
Tablo 2.3 (Görsel 8)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	406534339
Tablo 2.3 (Görsel 9)	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Tablo 2.3 (Görsel 10)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	789057052
Görsel 2.3	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	85921606
Görsel 2.4	123RF'den alınmıştır.	17745469
Görsel 2.5	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1133191643
Görsel 2.6	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	95697379
Görsel 2.7	123RF'den alınmıştır.	79971060
Görsel 2.8	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	176809694
Görsel 2.9	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.10	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.11	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.12	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.13	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.14	SHUTTERSTOCK'dan alınmışitır.	1328952509
Görsel 2.15	123RF'den alınmıştır.	50532835
Görsel 2.16	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.17	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.18	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.19	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.20	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.21	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	

Görsel 2.22	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.23	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.24	SHUTTERSTOCK'danalınmıştır.	1362035846
Görsel 2.25	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	515189509
Görsel 2.26	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	233153764
Görsel 2.27	123RF'den alınmıştır.	51719527
Görsel 2.28	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.29	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.30	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.31	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.32	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.33	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.34	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.35	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.36	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Tablo 2.4 Görselleri	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.37	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.38	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.39	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.40	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.41	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Tablo 2.5 (Görsel 1)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.5 (Görsel 2)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.5 (Görsel 3)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	181154468
Tablo 2.5 (Görsel 4)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	172792181
Tablo 2.5 (Görsel 5)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.5 (Görsel 6)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 1)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	124215334
Tablo 2.6 (Görsel 2)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 3)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 4)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 5)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 6)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 2.6 (Görsel 7)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	360390566
Görsel 2.42	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.43	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.44	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.45	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.46	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.47	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.48	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.49	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.50	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.51	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.52	Komisyon tarafından çizilmiştir.	

Görsel 2.53	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.54	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.55	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.56	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.57	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.58	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	188569751
Görsel 2.59	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1049885816
Görsel 2.60	123RF'den alınmıştır.	10777002
Görsel 2.61	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	
Görsel 2.62	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	182883491
Görsel 2.63	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	448737397
Görsel 2.64	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.65	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.66	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.67	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.68	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.69	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 2.70	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.71	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.72	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.73	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.74	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.75	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.76	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.77	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.78	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.79	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 2.80	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 3.1	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	1222098526
Görsel 3.2	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	203407360
Görsel 3.3	123RF''den alınmıştır.	145836144
Görsel 3.4	123RF''den alınmıştır.	133273309
Görsel 3.5	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1743142277
Görsel 3.6	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 3.7	123RF''den alınmıştır.	
Görsel 3.8	123RF''den alınmıştır.	58532452
Görsel 3.9	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	752422180
Görsel 3.10	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	61301509
Görsel 3.11	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	88752487
Görsel 3.12	123RF''den alınmıştır.	47557335
Görsel 3.13	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 3.14	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 3.15	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.1	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	689537224
Görsel 4.2	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	754168984

Tablo 4.2 (Görsel 1)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	127821770
Tablo 4.2 (Görsel 2)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	372563677
Tablo 4.2 (Görsel 3)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.3 (Görsel 1)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1203231997
Tablo 4.3 (Görsel 2)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.3 (Görsel 3)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.3 (Görsel 4)	123RF''den alınmıştır.	79927632
Görsel 4.3	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.4	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.5	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.6	SHUTTERSTOCK'dan alınmkıştır.	273509480
Görsel 4.7	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.8	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.9	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.10	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.11	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.12	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.13	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.14	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.15	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.16	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	538221763
Görsel 4.17	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.18	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	786527524
Görsel 4.19	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.12 (Görsel 1)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.12 (Görsel 2)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.12 (Görsel 3)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.12 (Görsel 4)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.20	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.21	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	787389988
Görsel 4.22	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	762894877
Görsel 4.23	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.24	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.25	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.26	SHUTTERSTOCK'dan	131553944
Görsel 4.27	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	758046721
Görsel 4.28	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	762894880
Görsel 4.29	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	
Görsel 4.30	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.31	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.32	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.33	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.34	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.35	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.36	Komisyon tarafından çizilmiştir.	

Görsel 4.37	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.38	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.39	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.40	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.41	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.42	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.43	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.44	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.45	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.46	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.47	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.48	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Tablo 4.33 (Görsel 1)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1069310498
Tablo 4.33 (Görsel 2)	123RF''den alınmıştır.	51037024
Tablo 4.33 (Görsel 3)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	93706945
Tablo 4.33 (Görsel 4)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	709286446
Tablo 4.33 (Görsel 5)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1137250631
Tablo 4.33 (Görsel 6)	SHUTTERSTOCK'dan alınmıştır.	1341213605
Görsel 4.49	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.50	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.51	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.52	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.53	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.54	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.55	SHUTTERSTOCK'dan alınmış ve komisyon tarafından düzenlenmiştir.	160574363
Görsel 4.56	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.57	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.58	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.59	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.60	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.61	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.62	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.63	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.64	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.65	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.66	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.67	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.68	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.69	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.70	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.71	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.72	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.73	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.74	Komisyon tarafından çizilmiştir.	

Görsel 4.75	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.76	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.77	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.78	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.79	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.80	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.81	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.82	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.83	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.84	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.85	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.86	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.87	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.88	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.89	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Tablo 4.39 (Görsel 1)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.39 (Görsel 2)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.39 (Görsel 3)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Tablo 4.39 (Görsel 4)	Komisyon tarafından hazırlanmıştır.	
Görsel 4.90	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.91	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.92	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.93	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.94	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.95	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.96	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.97	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.98	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.99	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.100	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.101	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.102	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.103	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.104	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.105	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.106	Komisyon tarafından çizilmiştir.	
Görsel 4.107	Komisyon tarafından çizilmiştir.	

TEMEL AĞ KAYNAKÇASI

√ **https://www.123rf.com**
√ **https://www.shutterstock.com**
√ **https://www.temrinler.com, "Alınma Tarihi: 10.06.2020, 10.30".**