

**Bu kitaba sığmayan
daha neler var!**



Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN
DESTEK SİSTEMİ**

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Animasyonlar, 3B Modeller, Simülasyon ve Oyunlar

Paylaşım ve İş birliği

Ortak / Özel Takvim

eba

www.eba.gov.tr



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

ISBN: 978-975-11-6205-2

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TEMEL ELEKTRİK

10 Ders Materyali

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TEMEL ELEKTRİK



Ders Materyali



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TEMEL ELEKTRİK
10
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ali ÖZDOĞAN
Ayhan KARACA
Emre ÖZEL
İbrahim ÖZKAN
Mehmet GÖRKEN
Tufan KOCA



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 8065
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ : 1993

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Müge ŞAHİN ÇOLAK
Program Geliştirme Uzmanı	Esra YAVUZ
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Tülay ENGİN
Rehberlik Uzmanı	Cemal KOÇ
Görsel Tasarım Uzmanı	Saliha TÜRK

ISBN: 978-975-11-6205-2

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerihamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
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

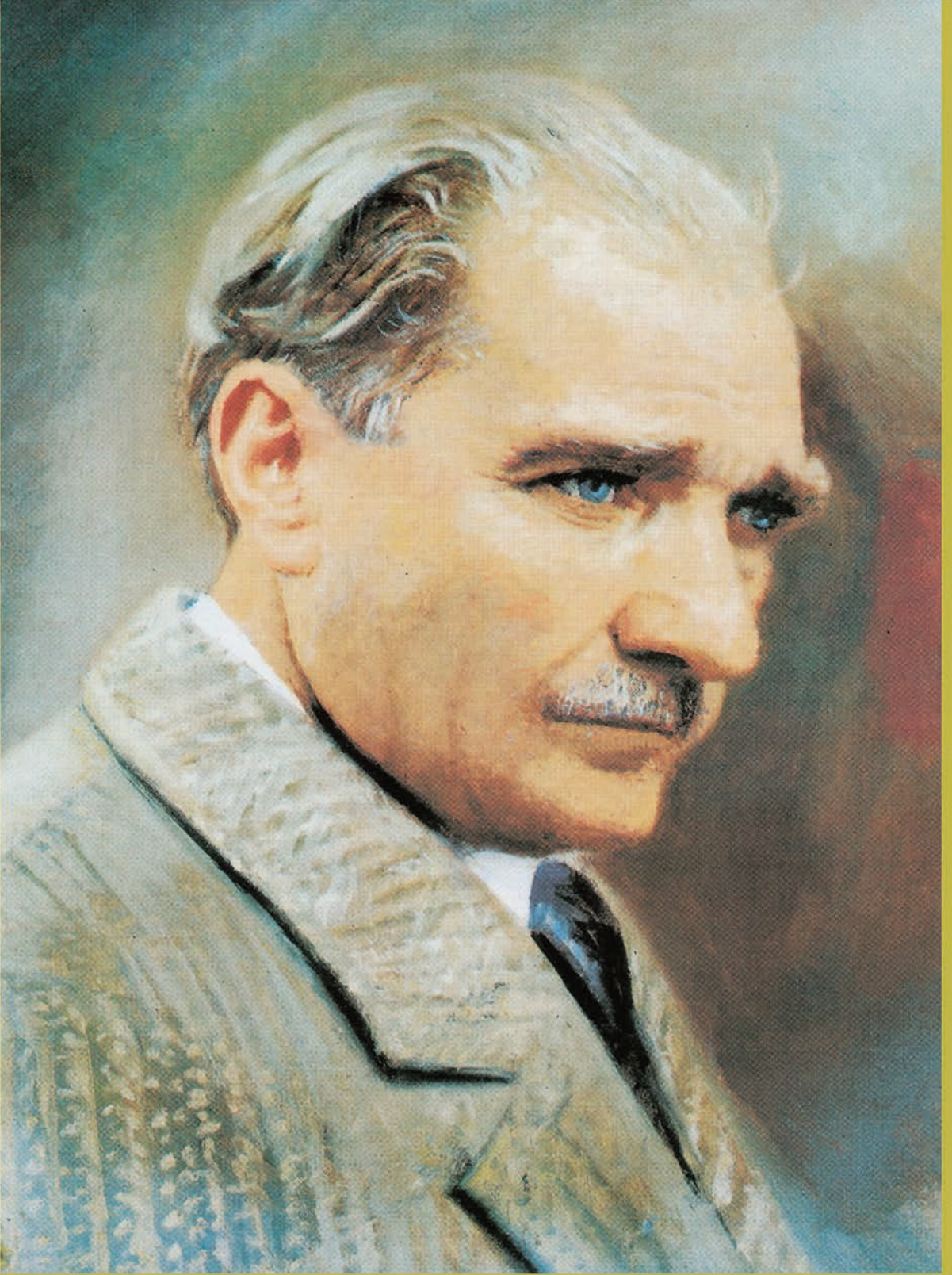
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI12



ÖĞRENME
BİRİMİ

ELEKTRİK VE İLETKENLER

1.1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE ÖNEMİ.....	18
1.1.1. Elektriğin Uygulama Alanları.....	18
1.1.2. Elektrik Enerjisinin Avantajları.....	19
1.2. ELEKTRİKTE GÜVENLİ ÇALIŞMA KURALLARI.....	19
1.2.1. Güvenlik Önlemleri.....	19
1.2.2. Elektrik Enerjisinin İnsan Üzerindeki Etkileri.....	20
1.2.3. Elektrik Enerjisinin Güvenli Kullanımı.....	21
1.3. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TAŞINMASI (İLETİMİ).....	22
1.3.1. Maddenin Elektriksel Yapısı.....	22
1.3.2. Madde, Element ve Atom Kavramı.....	23
1.3.3. İletken ve Yalıtkan Kavramı.....	23
1.3.4. Elektrik Enerjisinin İletimi.....	25
1.4. AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ.....	25
1.4.1. İletken Direncini Etkileyen Faktörler.....	26
1.4.2. Direnç Değerinin İletkenin Boyu ile Değişimi.....	26
1.4.3. Direnç Değerinin İletkenin Kesiti ile Değişimi.....	27
1.4.4. Direnç Değerinin İletkenin Cinsi ile Değişimi.....	27
1.4.5. İletken Direncinin Sıcaklıkla Değişimi.....	28
1.4.6. Akım Şiddetine Uygun İletken Seçimi.....	28
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME.....	36



ÖĞRENME
BİRİMİ

İLETKENLERİ BİRLEŞTİRME

2.1. İLETKENLER VE KABLO ÇEŞİTLERİ.....	40
2.1.1. İletkenlerin Sınıflandırılması.....	40
2.1.2. Kablo Çeşitleri.....	41
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME.....	43
2.2. İLETKENLERİN KESİLMESİ VE BÜKÜLMESİNDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER.....	45
2.3. İLETKENLERİ BİRLEŞTİRME.....	47
2.3.1. İletken veya Yalıtkanın Soyulması ve Soyma İşinde Kullanılan Aletler.....	47
2.4. KABLO PABUCU TAKMA VE KLEMENSE BİRLEŞTİRME.....	47
2.4.1. Kablo Pabucu.....	47
2.4.2. Klemens ve eşitleri.....	48
2.5. İLETKENLERİ T EK VE DÜZ EK İLE BİRLEŞTİRME.....	51
2.5.1. İletken Ekleri.....	51
2.6. İLETKENLERİ LEHİMLEME.....	53



ÖĞRENME
BİRİMİ

ELEKTRİK MALZEMELERİ

3.1. ELEKTRİK MALZEMELERİ.....	58
3.1.1. Prizler, Fişler ve Duylar.....	58
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME.....	63
3.2. ELEKTRİK MALZEMELERİNİN BAĞLANTISI.....	67
3.3. TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA.....	69
3.3.1. Topraklama.....	69
3.3.2. Topraklama Çeşitleri ve Elemanları.....	69
3.3.3. Topraklayıcı Çeşitleri.....	70
3.3.4. Sıfırlama.....	70



ÖĞRENME
BİRİMİ

ELEKTRİK VE DEVRE KAVRAMI

4.1. ELEKTRİK DEVRESİ	74
4.1.1. Elektriğin Gereği ve Önemi	74
4.1.2. Elektrik Enerjisi	74
4.1.3. Elektrik Enerjisi Kaynakları	74
4.2. ELEKTRİK DEVRESİ ÇEŞİTLERİ	76
4.2.1. Elektrik Devre Şekilleri	76
4.2.2. Yapısına Göre Elektrik Devre Çeşitleri	77
4.3. ALMAÇLA ÜRETECİN BAĞLANTI ŞEKLİNE GÖRE DEVRELER	80
4.3.1. Elektrik Devresi Elemanları	81
4.4. SERİ VE PARALEL DEVRELER	81
4.4.1. Basit Elektrik Devre Tasarımı	81
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME	83



ÖĞRENME
BİRİMİ

GERİLİM, AKIM, DİRENÇ VE ÖLÇME

5.1. GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ	86
5.1.1. Elektromotor Kuvvet (EMK) ve Gerilim	86
5.1.2. Ampermetre veya Pens Ampermetre ile Akım Ölçme	86
5.1.3. Ohmmetre veya Pens Ampermetre ile Direnç Ölçme	87
5.2. DOĞRU AKIM	89
5.2.1. Doğru Akım Kaynakları	89
5.2.2. Kaynakların Seri Bağlantısı	89
5.2.3. Kaynakların Paralel Bağlantısı	91
5.3. ALTERNATİF AKIM	92
5.3.1. Alternatif Akım Kaynakları	92
5.3.2. Transformatör Kullanarak Gerilim Düşürme	94
5.3.2.1. Manyetik Nüve	94
5.4. OHM KANUNU	95
5.4.1. Gerilim, Akım ve Direnç Ölçme	95
5.5. ELEKTRİKSEL ÖLÇMEDE KULLANILAN ALETLER	98
5.5.1. Yapısına Göre Ölçüm Aletleri	99
5.5.2. Ölçtüğü Büyüklüğü Gösterme Şekline Göre Ölçüm Aletleri	100
5.5.3. Kullanım Yerlerine Göre Ölçüm Aletleri	101
5.6. ELEKTRİKSEL ÖLÇME YAPMA	103
5.6.1. Elektriksel Ölçmelerde Voltmetre Kullanımı	103
5.6.2. Elektriksel Ölçmelerde Ohmmetre Kullanma	103
5.6.3. Elektriksel Ölçmelerde Ampermetre Kullanma	105
5.6.4. Elektriksel Ölçmelerde Pens Wattmetre Kullanımı	106
5.6.5. Elektriksel Ölçmelerde Avometre Kullanımı	107
5.6.6. Elektriksel Ölçmelerde Pens Ampermetre Kullanımı	108



ÖĞRENME
BİRİMİ

ELEKTRİK TESİSATI GÜÇ VE ISI ETKİSİ

6.1. ELEKTRİK TESİSATINDA KULLANILAN ARAÇ GEREÇLERİN SEÇİMİ	112
6.1.1. Elektrik Tesisatı Devre Elemanları	112

6.2. BASİT ELEKTRİK TESİSAT DEVRELERİ	114
6.2.1. Aydınlatma Tesisatı Devre Elemanları	114
6.2.2. Aydınlatma Tesisatı Kolon ve Linye Hattı	115
6.3. ELEKTRİK ENERJİSİNİN ISI ETKİSİ	123
6.3.1. Elektrik Enerjisinde Güç Hesabı	123
6.3.2. Elektrik Akımının Isı Etkisi Hesabı	123
6.4. ELEKTRİKSEL GÜÇ BAĞLANTILARI	124
6.4.1. Doğru Akım Devrelerinde Güç Hesabı	124
6.4.2. Tek Fazlı Alternatif Akım Devrelerinde Güç Hesabı	124
6.4.3. Üç Fazlı Alternatif Akım Devrelerinde Güç Hesabı	125



ELEKTRİK MOTORLARI

7.1. TEK FAZLI MOTORLARIN SEÇİMİ	130
7.1.1. Elektrik Enerjisi ile İlgili Güvenlik Kuralları	130
7.1.2. Tek Fazlı Motorlar	131
7.1.3. Tek Fazlı Asenkron Motor Çeşitleri	132
7.1.4. Tek Fazlı Motorlarda Hız Kontrolü	132
7.1.5. Tek Fazlı Motorların Kullanım Alanları	132
7.1.6. Tek Fazlı Motorlarda Yol Vericiler	133
7.2. FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME	135
7.2.1. Elektrik Enerjisi	135
7.2.2. Faz Kavramı	135
7.2.3. Faz Sırasının Önemi	135
7.3. ÜÇ FAZLI MOTOR BAĞLANTILARI	137
7.3.1. Üç Fazlı Motorların Terminal Bağlantısı	137
7.3.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar	138
7.3.3. Üç Fazlı Motorlara Yol Vericiler	139
7.3.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Dönüş Yönü Değiştirme İşlemi	140
7.4. BLDC (İNVERTER) MOTORLAR	142
7.4.1. BLDC Motorlarda Elektrik Bağlantıları	142
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME	145





BASİT OTOMATİK KONTROL DEVRELERİ

8.1. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE	148
8.1.1. Mekanik Butonlu Devreler	148
8.1.2. Otomatik Kontrollü Devreler	148
8.1.3. Mekanik Butonlar ve Şalterler	148
8.1.4. Elektromekanik Sistemler	148
8.2. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE KURULUMU	150
8.2.1. Devre Elemanlarının Seçimi	150
8.3. TERMOSTAT KONTROLLÜ VE BASINÇ PROSESTATLI BASİT DEVRE	153
8.3.1. Termostat Kontrollü Devreler	153
8.3.2. Termostatik Kontrol Elemanı	153
8.3.3. Termostatik Kumanda Devreleri	153
8.4. TERMOSTAT KONTROLLÜ DEVRE	155
8.5. BASINÇ PROSESTATLI DEVRE KURMA	157
8.5.1. Basınç Prosestatlı Devreler	157
8.5.2. Hidrolik/Pnömatik Kumandalı Devreler	157
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME	160

KAYNAKÇA	161
CEVAP ANAHTARI	162

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

1.
ÖĞRENME BİRİMİ
ELEKTRİK VE İLETKENLER



16

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

Sayfa numaralarını gösterir.

Öğrenme birimi konularını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan kavramları gösterir.

ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 1.1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE ÖNEMİ
- 1.2. ELEKTRİKTE GÜVENLİ ÇALIŞMA KURALLARI
- 1.3. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TAŞINMASI (İLETİMİ)
- 1.4. AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

TEMEL KAVRAMLAR

atom, elektrik enerjisi, element, güvenlik, iletken, iletken seçimi

17

Uygulama yapraklarının numarasını gösterir.

Uygulama yapraklarının amacını gösterir.

Karekod okuyucu ile taranarak içerik ile ilgili resim, video, animasyon vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Karekodun altındaki sayıyı aşağıdaki linkin devamına ekleyerek de karekodun yönlendirdiği ilave kaynaklara ulaşabilirsiniz. <http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=25965>

Uygulama yapraklarında kullanılacak araç gereçleri gösterir.

Uygulama yaprağında kullanılacak değerlendirme ölçeği ile ilgili bilgiyi gösterir.

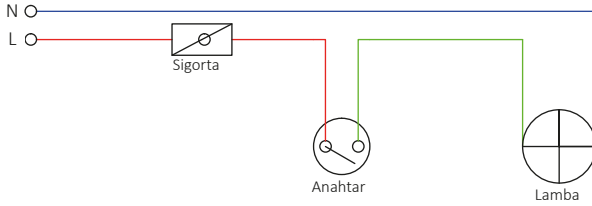
1.
Uygulama

ADI ANAHTARLA TEK LAMBALI TESİSAT KURMA

Amaç: Adi anahtarla tek lambalı tesisat kurarak çalıştırmak. (Görsel 3.8).



25963



Görsel 3.8: Adi anahtar devresi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Tekli anahtar	Sıva üstü	1 adet	1,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Duy	Sıva üstü	1 adet	2,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Lamba	Alınan duya uygun	1 adet	El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalem, vida	
Sigorta	Otomatik sigorta	1 adet			

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Set veya plançete üzerine Görsel 3.8'i kurunuz ve kablo bağlantılarını yapınız.
3. Enerjiyi devreye öğretmen kontrolünde veriniz.
4. Anahtara basınız ve lambanın yandığını gözlemleyiniz.
5. Anahtarı kapatınız ve lambanın söndüğünü gözlemleyiniz.
6. Fişi çekiniz ve anahtarı çıkartınız.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

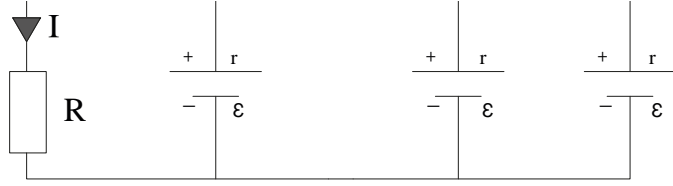
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde ekipmanları hazırlar.	25	
2	Projeye uygun şekilde devreyi kurar.	25	
3	Kurulan devreyi çalıştırır.	20	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

Öğrenme biriminde yer alan başlıkları gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan görsel numaralarını gösterir.

5.2.3. Kaynakların Paralel Bağlantısı

Paralel bağlanacak doğru akım kaynaklarının EMK'leri eşit olmak zorundadır. Çünkü diğerlerinden daha az EMK'ye sahip olursa kaynak içinden fazla akım geçer ve kaynak bozulur. Paralel bağlama-daki amaç, daha fazla akım elde etmektir. Böylece yükler daha uzun zaman çalıştırılabilir (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Kaynakların paralel bağlantısı

Paralel bağlı kaynakların toplam gerilimi herhangi bir koldaki gerilime eşittir.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 \text{ (V)}$$

n tane aynı direnç özelliğine sahip kaynakların eşdeğer direnci:

$$r_{eş} = r/n \text{ (}\Omega\text{)}$$

R direnci üzerinden geçen toplam akım değeri:

$$I = \sum \varepsilon / \sum R = \varepsilon / (Rt + r_{eş}) \text{ (A)}$$

ÖRNEK:

Birbirine paralel bağlı 1,5 voltluk üç pilin her birinin iç direnci 0,3 Ω 'dur. Buna göre üreteç devresinin toplam gerilimini ve pillerin iç dirençleri toplamını bulunuz.

ÇÖZÜM:

Toplam gerilim: $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 1,5 \text{ V}$

Eşdeğer direnç: $r_{eş} = r/(n) = 0,3/3 = 0,1 \text{ (}\Omega\text{)}$

Öğrenme biriminde yer alan örnek soru ve çözümleri gösterir.

Öğrenme biriminde kazandırılması amaçlanan bilgi ve becerileri değerlendirmeye yönelik çalışmaları gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik işlerinde alınması gereken iş güvenliği önlemlerinden değildir?
A) Elektrikle çalışırken asla su ile temas edilmemelidir.
B) Elektrikle çalışırken daima yalıtkan veya yalıtımlı aletler kullanılmalıdır.
C) Kullanılan el aletlerinin yalıtkan malzemeyle kaplanması uygun değildir.
D) Çalışan elektrikli aletler asla tamir edilmeye çalışılmamalıdır.
E) Çalışmaya başlamadan önce ana sigortaya kapatılmalıdır.
2. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motor çeşitlerinden değildir?
A) Universal (seri) motorlar
B) Yardımcı (gölge) kutuplu motorlar
C) Replisyon motorlar
D) Reluktans motorlar
E) Vidalı motorlar
3. Aşağıdakilerden hangisi kumanda elemanının veya devresinin çalışıp çalışmadığını ışıqla gösteren devre elemanıdır?
A) Sinyal lambası
B) Kumanda butonları
C) Paket şarteller
D) Kumanda devreleri
E) Elektrik panosu
4. Aşağıdakilerden hangisi bir devrenin çalıştırılmasını başlatmak veya durdurmak amacıyla kullanılan devre elemanıdır?
A) Kumanda devreleri
B) Elektrik panosu
C) Kumanda butonları
D) Paket şarteller
E) Sinyal lambası
5. Aşağıdakilerden hangisi bobine elektrik verildiğinde kontaktları kontrol edebilen elektromanyetik anahtardır?
A) Kapasitör B) Kontaktör C) Röle
D) Termik E) Termostat
6. Stator sargılarının giriş uçları olan U,V,W'ye sarıların çıkış uçları olan Z, X, Y kısa devre edilirse oluşan bağlantının adı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yıldız bağlantı
B) Seri bağlantı
C) Üçgen bağlantı
D) Paralel bağlantı
E) Kısa devre
7. I. Üzerinde gerilim olan, bağlanmış sistemi besleyen ve canlı uç olarak adlandırılan elektrik enerjisidir.
II. Gerilim altında olmayan, iletkenlerde toprak yığını içerisinde yerleştirilmiş iletken bir cisimdir.
III. Elektrikçin dönüş yapmasını sağlayan yüksüz uçtur.
Yukarıdaki öncüllerin tanımları aşağıdakilerden hangisinde sırasıyla verilmiştir.
A) Topraklama-Faz-Nötr
B) Nötr-Faz-Topraklama
C) Faz-Nötr-Topraklama
D) Faz-Topraklama-Nötr
E) Nötr-Topraklama-Faz
8.
Yukarıdaki şekilde belirtilen bağlantı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Paralel bağlantı
B) Seri bağlantı
C) Üçgen bağlantı
D) Yıldız bağlantı
E) Kısa devre

145

Ders materyalinin içeriğine ait kaynakçayı gösterir.

KAYNAKÇA

- AKAR, F., YAĞIMLI, M. (2008). Alternatif Akım Devreleri ve Problem Çözümleri. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ.
- ANASIZ, K. (1992). Elektrik Ölçü Aletleri ve Elektriksel Ölçmeler. Ankara: MEB.
- BAYRAK, M. (2002). Temel Elektrik ve Manyetizma. İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım.
- ÖZDOĞAN, M. (2003). Elektrik Bölümü Atölye II. Kahramanmaraş: Maki Yayınevi.
- SOYDAL, O. (2000). Ölçme Tekniği ve Laboratuvarı. Ankara: MEB.
- ŞAÇKAN, A. H. (2000). Doğru ve Alternatif Akım Devreleri. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020). Ankara.
- Türk Dil Kurumu Yazım Kılavuzu (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Türkiye Sözlük (2019). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Not: Kaynakça APA 6.0 referanslama sistemi kullanılarak oluşturulmuştur.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- <http://hobgm.meb.gov.tr/MTAQ/3ElektrikBilgisi/unit04.pdf> E.T: 20/10/2020, E.S: 16.45
- <https://hobgm.meb.gov.tr/MTAQ/2ElektrikTesisatBilgisi/unit03.pdf> E.T: 09/11/2020, E.S: 12.45
- <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=103928&MevzuatTur=78&MevzuatTerim=5> E.T: 15/11/2020, E.S: 11.45
- <https://www.tesisat.org/elektriksel-olcmde-kullanilan-aletler.html> E.T: 28/11/2020, E.S: 10.45
- <https://www.tesisat.org/direnc-ohm-kanunu-ohm.html> E.T: 08/12/2020, E.S: 10.45
- <https://www.tesisat.org/elektrik-enerjisi-kaynaklari.html> E.T: 25/12/2020, E.S: 10.45

GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1572>

161

Karekod okuyucu ile taranarak ders materyali içerisinde yer alan görsellerin kaynakçasına ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.

Bu ders materyalinde uluslararası ölçü birimleri esas alınmıştır.

1.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK VE İLETKENLER



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 1.1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE ÖNEMİ**
- 1.2. ELEKTRİKTE GÜVENLİ ÇALIŞMA KURALLARI**
- 1.3. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TAŞINMASI (İLETİMİ)**
- 1.4. AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ**

TEMEL KAVRAMLAR

atom, elektrik enerjisi, element, güvenlik, iletken, iletken seçimi

1.1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE ÖNEMİ

Günlük yaşamda pek çok yerde kullanılan elektrik, kullanım mahallerine ulaşıncaya kadar birçok aşamadan geçer. Enerji hatları ile taşınan elektriğin çoğunluğu, iş yeri ve konutlarda kullanılır. Elektrik enerjisi ulaşım, tıp, tarım, iletişim, sanayi ve daha birçok alanda kullanıldığı gibi teknolojinin gelişimiyle hayatın vazgeçilmez bir parçası hâline gelmiştir.

Elektrik ihtiyacı, dünyanın her bir noktasında gün geçtikçe artmaktadır. Şehir içindeki sistemlerin işlenmesi, düzenin devam etmesi nasıl elektriğe bağımlı ise iletişim, güvenlik, bakım onarım gibi hemen hemen her türlü işlem için de elektriğe ihtiyaç duyulur. Bu yüzden elektrik, kesilmesi durumunda hayatı durma noktasına getirebilen bir öneme sahiptir.

Elektrik enerjisi birçok kaynaktan elde edilebilir. Günümüzde elektrik büyük ölçüde yer altı kaynaklarından faydalanılarak üretilmektedir. Ancak yer altı kaynaklarının sınırlı olması ve gün geçtikçe azalması elektrik enerjisi üretimini yenilenebilir enerji kaynaklarıyla sağlamaya yönlendirmiştir. Son yıllarda ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elektrik enerjisi üretimi artış göstermiştir. İlk olarak hidroelektrik santraller yoğun olarak kullanılsa da şimdilerde rüzgâr türbinleri, güneş panelleri elektrik enerjisi üretiminde önemli bir yere sahip olma yolunda ilerlemektedir. Ülkemizde elektrik çoğunlukla yer altı kaynaklarından üretildiği için bilinçli hareket edilmeli, yer altı kaynaklarını korumak ve iklim değişikliğine tedbir almak adına elektrik enerjisi boşa harcanmamalıdır. Kullanılmayan lambalar söndürülmeli, televizyon seyredilmiyorsa kapatılmalıdır. Bilgisayar kapalı ise fişi de çekilmeli, elektrik araçları seçilirken az enerji tüketenler tercih edilmelidir.

1.1.1. Elektriğin Uygulama Alanları

Bir çeşit enerji türü olan elektriğin dört türlü uygulama alanı vardır (Görsel 1.1):

- Işık (her türlü ampul)
- Isı (her türlü sıcaklık üreten direnç)
- Hareket (her türlü motor)
- Data (veri)

Diğer enerji türleri olan petrol ve kömürün aksine elektrik, gözle görülmez. Fakat ısı, ışık ve hareket olarak görülür. Elektrik kablo içinden geçer, her gün verdiği kolaylıklardan yararlanır. Elektrikle ilgili fikir sahibi olmak için öncelikle elektriğin kaynağı olan atomu incelemek gerekir.



Görsel 1.1: Elektriğin uygulama alanları

1.1.2. Elektrik Enerjisinin Avantajları

Günlük hayatta kullanılan elektrik enerjisinin avantajları şöyle sıralanabilir:

- Dünyada en yaygın olarak kullanılan enerji türüdür.

- Tüm enerji çeşitlerinden elde edilebilir. Örneğin elektrik jeneratörleri mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir.
- Nükleer enerji dışında diğer enerji çeşitlerine dönüşebilir. Evlerdeki ısıtıcılarda elektrik enerjisi, ısı enerjisine; lambalarda, ışık enerjisine dönüşmektedir.
- İletilmesi kolaydır. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi, iletkenlerin yardımıyla tüketiciye en kolay şekilde ulaştırılır.
- Sonradan kullanılmak üzere depolanabilir. Örneğin akü, pil çeşitleri ile depolanan enerji istenilen yere götürülüp kullanılabilir.
- Atık madde bırakmadığından çevre kirliliği oluşturmaz.
- Transformatörler yardımı ile gerilim alçaltılarak veya yükseltilerek kullanılabilir.

Örneğin sanayi tesislerinde 380 V, evlerde 220 V, elektronik devre elemanlarında 3, 6, 9, 12 V gibi değerlerde kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin en büyük tehlikesi, dikkatsizlik sonucunda ölümlerle sonuçlanabilen yaralanmalara ve maddi hasarlı kazalara sebep olmasıdır.

1.2. ELEKTRİKTE GÜVENLİ ÇALIŞMA KURALLARI

1.2.1. Güvenlik Önlemleri

Her işletme ve kurumun kendine özgü çalışma kuralları olduğu gibi elektrik atölye ve laboratuvarlarının da kendine özgü çalışma kuralları vardır. Bu kurallara uyulması hâlinde iş kazaları önlenmiş olacak ve bu sayede iş verimi önemli ölçüde artırılacaktır (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Koruyucu donanımlarla ilgili uyarıcı levhalar

Elektrik ve elektrikli aletler ile çalışılırken alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri şu şekilde sıralanabilir:

- Koruyucu donanımlar mutlaka kullanılmalıdır.
- Elektrik tesisatının, yetkiye sahip kişilerce yapılmasına dikkat edilmelidir.
- Ana sigortayı kapatmadan hiçbir elektriksel düzenleme yapılmamalıdır.
- Su ile temas edilmemelidir.
- Kablosu kesik, fişi hasar görmüş elektrikli ekipmanlar kullanılmamalıdır.
- Daima yalıtkan ve yalıtımlı el aletleri kullanılmalıdır.
- Çalışırken izoleli iş eldiveni kullanılmalıdır.

1.2.2. Elektrik Enerjisinin İnsan Üzerindeki Etkileri

Elektriğin insan vücudu üzerinde farklı biçimlerde etkileri vardır. İnsan vücudu elektrik enerjisine karşı 1.000 ohm ile 10.000 ohm arasında değişen bir direnç gösterir. Bu değer; insanın yaş, cinsiyet, yetiştirme şekli, vücudun terlilik durumu, enerjinin geçtiği yer, geçme süresi vb. birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca ellerin nasırlı ya da nasırsız olması, dokunma yüzeyinin kuru ya da ıslak olması gibi faktörler insan vücudundan geçecek akımın farklı etkilerde olmasına neden olur.

Aşağıda değişik akım ve gerilimlerin sağlıklı bir insan vücudundaki etkileri ile vücudun değişik organlarının dirençleri verilmiştir.

- **1–8 mA (mili amper):** Vücutta şok etkisi yapar.
- **AC veya DC 60 volt -10 mA (mili amper):** İnsan sağlığı için tehlike sınırındadır.
- **15–50 mA (mili amper):** Vücuttan geçtiği yerlerde kramplara (kasların kasılması) neden olur (Dokunulan iletkenin veya gerecin bırakılamaması gibi el kasları istem dışında kalabilir). Kasların büzülmesi ve akımın geçiş süresi uzadığında dokunmalar ölümle sonuçlanabilir.
- **50–100 mA (mili amper):** Kalp üzerinden geçtiği an, dokunmalar ölümle sonuçlanmaktadır. Fakat diğer organlar üzerinde kasılmalar ve şok etkisi yapmaktadır.
- **100–200 mA (mili amper):** Geçiş süresine göre kesin olarak ölümle sonuçlanmaktadır.

İnsan vücudu için, Doğru Akım'da (D.A.-D.C.) tehlikeli gerilim alt sınır değeri 120 V ve üzeri, Alternatif Akım'da (A.A.-A.C.) tehlikeli gerilim alt sınır değeri 50 V ve üzeri, tehlikeli akım alt sınır değeri ise 50 mA ve üzeridir.

Elektrik akımının insan vücudunu olumsuz etkilemesi için insan vücudundan geçen akımın devresini tamamlaması gerekir.

Çarpılmayı önlemek için aşağıda sıralanan güvenlik tedbirlerine uyulması büyük önem taşır.

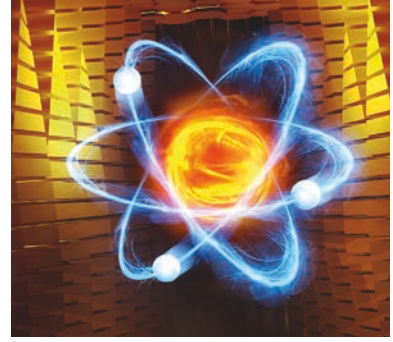
- Elektrik devresinde çalışmaya başlanmadan önce, enerji kesilmelidir.
- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini almadan çalışma yapılmamalıdır.
- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gerekli ekipmanlar hazırlanmalıdır.
- Çalışan kişiye haber verilmeden elektrik enerjisi verilmemelidir.
- Enerji altında çalışma mecburiyeti varsa kauçuk veya lastik ayakkabı giyilmelidir.
- Çalışılırken ayakkabıların ıslak olmamasına dikkat edilmelidir. Kişi tüm dikkatini işine vermeli-dir.
- Elektrik kazalarında, vakit kaybetmeden yetkili kişilere haber verilmelidir.
- Elektrik devresi çalışırken duman, yanık kokusu gibi anormal bir değişiklik hissedilirse enerji derhal kesilmelidir.

1.2.3. Elektrik Enerjisinin Güvenli Kullanımı

- Uzman kişiler tarafından elektrikli ve elektronik ev aletleri, belirli aralıklarla kontrol edilmeli; aletlerin periyodik bakımları yapılmalıdır.
- Elektrik kablo ve prizleri çocuklardan uzak tutulmalı, sigortalar uygun akım değerinde bağlanmalı, elektrikli ev gereçleri tamir amacıyla açılmamalı, insanlar elektriğin vereceği zararlar hakkında bilgilendirilmelidir.
- Çocukları elektrikle temastan korumak için kapaklı prizler tercih edilmelidir.
- Tüm elektrikli ev aletlerini sudan uzak tutmak çok önemlidir. Elektrikli bir cihaza dokunurken ellerin ıslak olmadığından emin olunmalıdır.
- Elektrik yüzünden çıkan yangınlarda, su yerine yangın söndürücü kullanılmalıdır.
- Mevcut şebekeye eklenecek konutlarda ve iş yerlerinde, toprak kaçak akım koruma cihazları kullanılarak oluşabilecek olumsuz bir durum engellenebilir.
- Güç hatlarında çalışanların yalıtkan botlar, sert şapkalar/ baret, plastik eldivenler ve özel yalıtımlı aletler kullanması gereklidir.
- Yüksek gerilim taşıyan nakil hatları, özellikle yağışlı havalarda akım atlamasına neden olabileceğinden bunlara yaklaşmak oldukça tehlikelidir.
- Binalarda Topraklama hatlarının kontrolü yapılması ve topraklamalı cihazların kullanılması önemlidir.

1.3. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TAŞINMASI (İLETİMİ)

Yeryüzündeki tüm maddeler atomlardan oluşmuştur. Atomlar, merkezinde bir çekirdek ve çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan meydana gelmiştir. Bazı cisimlere ait atomların dış kabukta bulunan valans elektronları; ısı, manyetik alan, kimyasal reaksiyon gibi bazı etkilere maruz kaldığı zaman yörüngelerinden koparak kolaylıkla serbest hâle gelebilir (Görsel 1.3). İşte bu serbest elektronların yer değiştirmesine **elektrik akımı** denir.

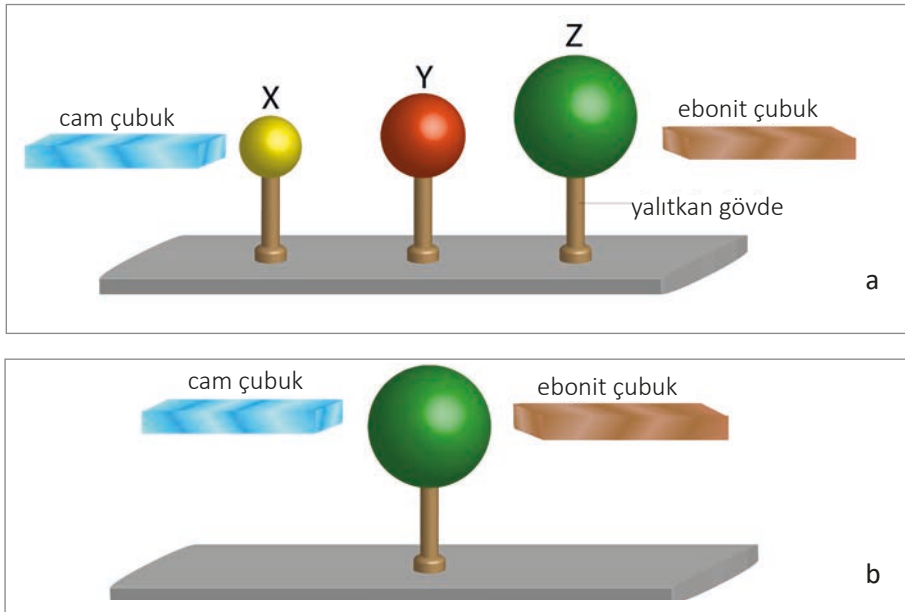


Görsel 1.3: Valans elektron yapısı

Elektrik motorunun dönmesi, ampul ve ledlerin ışık vermesi, fırınların ısı yayması ve daha birçok elektrik aksamında alıcı denen cihazlar atomun dış yörüngesinde serbest dolaşan elektronlarla çalışır. Serbest elektronların kolayca hareket edebildiği metallere (bakır, demir, alüminyum, gümüş vb.) **iletken** denir. Bu iletken malzemeler, manyetik bir alan içerisinde elektrik üretmiş olur. Elektrik üretimi için manyetik alan içinde dönebilen iletkenlerden oluşan bu düzeneğe **alternatör** veya **dinamo** denir. Bu düzeneği döndürebilecek mekanik gücün alternatör veya dinamonun da içinde bulunduğu bu mekanik düzeneğe **elektrik santrali** denir.

1.3.1. Maddenin Elektriksel Yapısı

Maddenin elektriksel yapısını incelemek için öncelikle doğa olayları incelenmelidir. Özellikle elektrikliğin güçlü etkisine, yağmurlu havalarda şimşek çaktığında şahit olunur. Birçok kişi yünlü giysileri üzerinden çıkarırken bir çıtırtının oluştuğunu fark eder. Bu olayı karanlık bir ortamda yaşarsa çıtırtıyla beraber kıvılcımları da (Bu kıvılcımlar şimşeklerin çok minik kopyaları olarak düşünülebilir.) görmesi mümkün olacaktır. Görsel 1.4'te elektrik yüklerinin etkisi görülebilir.

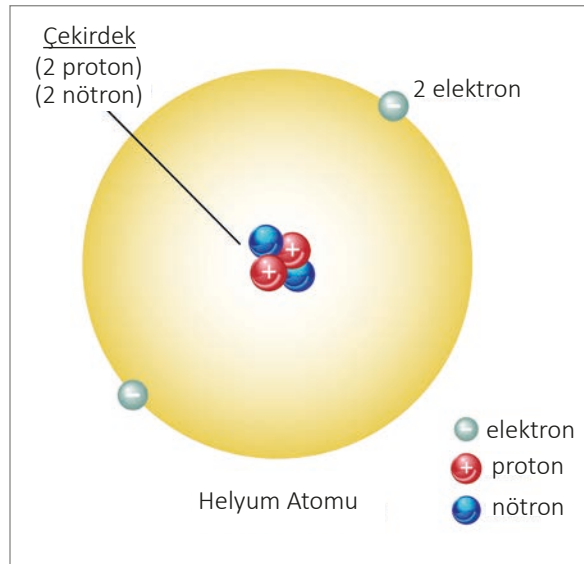


Görsel 1.4: Ebonit çubuk

Maddenin elektriksel yapısına ilişkin ilk kanıtlar 1834 yılında M. Faraday tarafından ortaya konmuştur. Faraday, kimyasal bileşiklerin sulu çözeltilerinden elektrik akımının geçirilerek kimyasal yapıda değişiklik sağlandığını göstermiş ve maddenin elektriksel yapısı hakkında ipuçları elde etmiştir. 1874 yılında ise J. J. Stoney elektriğin taneciklerden ibaret olduğunu ve bu taneciklerin atomun yapısında da bulunduğunu önermiş ve 1891 yılında bunları “elektronlar” olarak isimlendirmiştir. Elektrik yapısının incelendiği laboratuvar ortamlarında bakır tuzu çözeltisine daldırılmış bakır ve demir parçaları bir voltmetreye bağlanırsa voltmetrenin ibresinin saptığı görülür.

1.3.2. Madde, Element ve Atom Kavramı

Boşlukta yer kaplayan; kütlesi, hacmi ve eylemsizliği olan her şeye **madde** denir. Kimyasal çözümlenme yoluyla kendinden daha basit ve farklı parçalara ayıramayan ya da birleşimle elde edilemeyen saf maddelere **element** denir. Maddeyi oluşturan ve maddenin kendi özelliğini taşıyan en küçük yapı taşına **atom** denir (Görsel 1.5). Atom, çıplak gözle görülemez. Küre şeklindedir ve elektriksel bir yapıya sahiptir. Atomun elektrikli bir yapıya sahip olması demek, içinde (+) ve (-) yüklü taneciklerin olması demektir. Atom, kelime anlamı olarak bölünemez, parçalanamaz anlamındadır. Ancak geçmiş yıllarda atomun parçalanamayacağı kabul edilmesine rağmen günümüzde atomun hatta atomun çekirdeğinin bile parçalanabildiği bilinmektedir.



Görsel 1.5: Helyum (He) atom modeli

1.3.3. İletken ve Yalıtkan Kavramı

İletken : Son yörüngesinde üç veya daha az elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere **iletken madde** denir. İletken maddeler, elektrik akımını iyi iletir.

İletken maddeler ve özellikleri şunlardır:

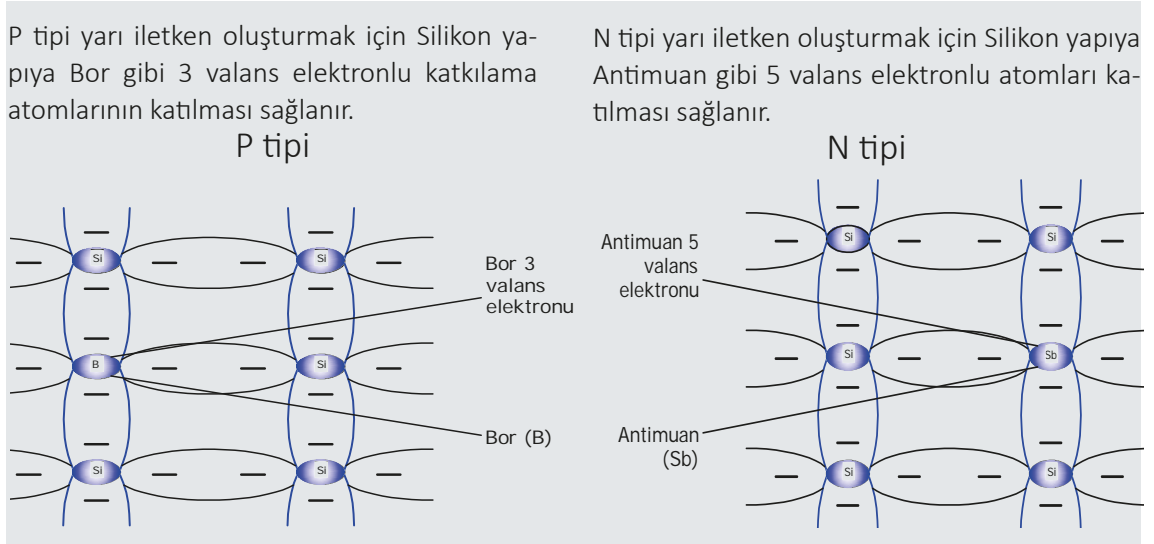
- Tüm metaller iletkenidir.
- İnsan vücudu iyi bir iletkenidir.

- Asit, baz ve tuz çözeltileri iyi bir iletkenlerdir ve bunlara **elektrolit** adı verilmektedir.
- Saf su yalıtkan, günlük hayatta kullanılan içme suyu ise iletkenlerdir.
- Toprak, içinde su olduğu için iletkenlerdir.
- Gazlar genelde yalıtkandır fakat iyonlarına ayrılmış gazlar iletkenlik kazanır.
- En iyi iletkenler şöyle sıralanabilir: Gümüş > Altın > Bakır > Alüminyum.

Bakır iyi bir iletken olmanın yanında, diğerlerinden daha ucuz olduğu için en çok kullanılan iletken maddedir. Alüminyum ise hafif olduğundan uzun iletim hatlarında kullanılır.

Yarı iletken: Atomlarının son yörüngelerinde 4 elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere **yarı iletken madde** denir. Yarı iletken maddeler, yarı iletken devre elemanlarının yapımında kullanılır.

- Si veya Ge içerisine 5-valans elektronu olan atomların belli bir oranda eklenmesi ile **N-Tipi Malzeme** (Görsel 1.6),
- Si veya Ge içerisine 3-valans elektronu olan atomların belli bir oranda eklenmesi ile **P-Tipi Malzeme** (Görsel 1.6) oluşur.



Görsel 1.6: P ve N tipi yarı iletken malzeme yapısı

Yalıtkan: Atomlarının son yörüngelerinde 5 ve daha fazla elektron bulunduran maddelere **yalıtkan madde** denir. Cam, kuru kumaş, asfalt, plastik, kuru kâğıt, saf su, lastik, mika, kuru ağaç, hava, seramik, fiberglas, yağ ve porselen yalıtkan maddelere örnek olarak verilebilir.

- Cam 20 °C'de iyi bir yalıtkandır. Fakat 300 °C'nin üzerinde iletken hâle geçer.
- Hava iyi bir yalıtkan iken 30.000 V/cm'de iletken hâle geçer.

İyi bir yalıtkan maddenin atomlarının son yörüngesinde sekiz ya da daha fazla elektron bulunması gerekir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Argon (Ar) atom modeli

1.3.4. Elektrik Enerjisinin İletimi

Elektrik enerjisinin iletimi, üretimi kadar önemlidir. Çünkü kullanım alanlarına göre enerji hatlarının düzenlenip planlanması gerekmektedir. Elektrik üretimi yapan santraller, çoğunlukla tüketim merkezleri yakınında kurulamamaktadır. Bunun en önemli nedeni ham madde nakliyesi, çevre kirliliği, güvenlik vb. sayılabilir. Örneğin ülkemizde hidrolik kaynaklar çoğunlukla Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde bulunmasına rağmen, tüketim merkezleri nüfus yoğunluğu ve sanayileşmenin fazla olduğu Batı Anadolu'da yer almaktadır. Bu yüzden elektrik enerjisinin, kilometrelerce uzağa iletilmesi söz konusu olmaktadır.

Elektrik şebekeleri gerilimlerine göre alçak, orta, yüksek ve ultra yüksek gerilimli şebekeler olarak sınıflandırılabilir. Yapması gereken işe göre ise "aydınlatma" ve "kuvvet" olmak üzere ikiye ayrılabilir. Günümüzde enerji iletimi genellikle alternatif gerilimle yapılmaktadır. Bunun yanında uzak mesafelere enerji iletiminin, maliyet açısından doğru gerilimle yapılması gerekmektedir. Uzak mesafelerde alt sınır ise 800-1000 km'dir.

1.4. AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Bir iletkenin, elektrik yüklerinin üzerinden akımının geçişine karşı gösterdiği zorluğa o **iletkenin direnci** denir. Her iletken bir dirence sahiptir. İletkenlerin direnci bu maddelerin cinsi ve uzunluğu ile doğru, kesit alanları ile ters orantılıdır. Buna göre bir iletkenin direnci:

- İletkenin yapıldığı maddeye bağlıdır.
- İletkenin uzunluğuna bağlıdır.
- İletkenin kesit alanına bağlıdır.
- Bulunduğu ortama bağlıdır (20K ile 1 kelvin arasında ise direnç olmaz süper iletken olur).

1.4.1. İletken Direncini Etkileyen Faktörler

Direnç, elektrik akımına karşı gösterilen zorluk olarak ifade edilebilir. Elektrik iletim ve dağıtım hatlarında, elektrik tesislerinde ve elektronik devrelerde kullanılan her bir iletkenin bir direnci vardır. İletkenlerin direnci; iletkenin boyuna, kesitine, yapıldığı malzemenin öz direncine bağlıdır. Bu değerlerin değişmesiyle iletkenin direnci değişir. İletkenin direncinin yükselmesiyle iletken üzerinden geçen akım azalır, iletkenin üzerine düşen gerilim artar. Bu nedenle iletkenin direncinin belirlenmesi ve belirli sınırlar dâhilinde tutulması önemlidir.

İletkenlere verilen isimler ve sembolleri aşağıdaki gibidir:

- **R:** İletken direnci, ohm (Ω)
- **L:** İletkenin boyu, metre (m)
- **S:** İletkenin kesiti (mm^2)
- **K:** İletkenin yapıldığı malzemenin öziletkenliği ($\text{m}/\Omega.\text{mm}^2$)
- **ρ :** İletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci ($\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$)

$$R = \frac{r.L}{S} \text{ dir. Burada } K = \frac{1}{r} \text{ olduğuna göre, formül : } R = \frac{1}{(K.S)} \text{ ohm } (\Omega)$$

şeklinde de ifade edilebilir.

Öz Direnç : Birim uzunluk (1 metre) ve birim kesitteki (1 mm^2) iletkenin direncine **öz direnç** denir. Öz direnç " ρ " ile gösterilir.

Öziletkenlik : Öz direncin tersi durumuna **öziletkenlik** denir. Öziletkenlik " K " harfi ile gösterilir.

1.4.2. Direnç Değerinin İletkenin Boyu ile Değişimi

Bir iletkenin boyu ile direnci doğru orantılıdır. Yani iletkenin boyu uzadıkça direnci de artar, iletkenin boyu kısalırsa direnci de azalır.

Tablo 1.1: Öz Direnci ve Kesit Alanı Aynı Olan Farklı Uzunluktaki İki İletkenin Karşılaştırılması

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,3 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,3 \text{ mm}^2$
$L_1 = 60 \text{ m}$	$L_2 = 30 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = 1,1 \times 60 / 0,3 = 220 \Omega$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = 1,1 \times 30 / 0,3 = 110 \Omega$

Tablo 1.1' deki karşılaştırmada görüldüğü gibi iletkenin boyu kısalınca direnci de kısalmaktadır.

1.4.3. Direnç Değerinin İletkenin Kesiti ile Değişimi

Bir iletkenin kesiti ile direnci ters orantılıdır. Yani iletkenin kesiti arttıkça direnç azalır, kesit azaldıkça direnç artar.

Tablo 1.2: Öz Direnci ve Uzunluğu Aynı Olan Farklı Kesitlerdeki İki İletkenin Karşılaştırılması

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,5 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,4 \text{ mm}^2$
$L_1 = 200 \text{ m}$	$L_2 = 200 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = 1,1 \times 200 / 0,5 = 440 \Omega$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = 1,1 \times 200 / 0,4 = 550 \Omega$

Tablo 1.2'deki karşılaştırmada görüldüğü gibi iletkenin kesiti azaldıkça direnci artmaktadır.

1.4.4. Direnç Değerinin İletkenin Cinsi ile Değişimi

Bir iletkenin öz direnci ile ortaya çıkan direnç doğru orantılıdır. Yani iletkenin yapıldığı metalin öz direnç değeri küçük ise direnç küçük, öz direnç değeri büyük ise direnç değeri büyüktür. Öz direnç iletkenin iletkenlik kalitesini göstermektedir.

Tablo 1.3: İki Farklı İletkenin Karşılaştırılması

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,5 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,5 \text{ mm}^2$
$L_1 = 200 \text{ m}$	$L_2 = 200 \text{ m}$
$\rho_1 = 0,0178 \Omega / \text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = 0,0178 \times 200 / 0,5 = 7,12\Omega$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = 1,1 \times 200 / 0,5 = 440 \Omega$

Tablo 1.3'teki karşılaştırmada görüldüğü gibi öz direncin büyümesiyle direnç büyümektedir.

Tablo 1.4: Farklı İletkenlerin Öz Dirençlerinin ve Öziletkenliklerinin Karşılaştırılması

İletkenin Cinsi	Öz Direnci	Öziletkenlik
Bakır	0,0178	56
Alüminyum	0,0258	35
Krom-Nikel	1,1	0,91
Gümüş	0,016	62,5
Çinko	0,063	16

Tablo 1.4'te görüldüğü gibi iletkenin cinsine göre öz direnci ve öziletkenlik değerleri farklılık göstermektedir.

1.4.5. İletken Direncinin Sıcaklıkla Değişimi

Tüm iletkenlerin dirençleri sıcaklığın değişmesi ile belirli bir miktar değişir. Bu değişim süreci bazı metallerde direncin artması yönünde olurken bazı iletkenlerde de direnç değerinin azalması yönünde olabilir (Tablo 1.5). Direncin, sıcaklık faktörü nedeniyle değişmesi büyük akım değeri ile çalışan devrelerde çok önemli değildir. Özellikle elektronik devrelerde bu durum dikkate alınmalı ve dirençlerin sıcaklık nedeniyle değerindeki değişimine bağlı olarak akımda da belirli bir miktar değişiklik olduğu unutulmamalıdır.

Tablo 1.5: Metallerin Sıcaklığa Göre Direnç Değişim Katsayıları

Metal	Sıcaklıkla Direnç Değişim Katsayısı (α)	Metal	Sıcaklıkla Direnç, Değişim Katsayısı (α)
Karbon	-0,0005	Bakır	0,00386
Alüminyum	0,00429	Cıva	0,00651
Tungsten	0,0045	Platinyum	0,0009
Demir	0,003927	Gümüş	0,0038
Germanyum	-0,05	Silikon	-0,07

Bir iletkenin direncinin sıcaklığa göre değişiminin formülü şu şekildedir:

İletkenin T_1 sıcaklığındaki direnci R_1 olsun, sıcaklık biraz daha artıp T_2 sıcaklığına geldiğinde iletkenin direnci R_2 olacaktır. Buna göre direncin sıcaklıkla değişimi aşağıdaki denkleme göre gerçekleşir:

$$(R_2 - R_1) / R_1 = \alpha \times (T_2 - T_1) \text{ veya } R_2 = R_1 \times [1 + \alpha \times (T_2 - T_1)]$$

1.4.6. Akım Şiddetine Uygun İletken Seçimi

Elektrik enerjisi, üretildiği santralden son kullanıcıya kadar çeşitli çap ve özellikte kablolar ile transfer edilmektedir. Kullanılacak iletkenler belirlenirken kullanım alanı, maruz kalacağı dış etkenler gibi pek çok parametre iletkenin yapısına etki etmektedir. Kablonun dış etkilerden korunması amacı ile kullanılması gereken malzemeler belirlendikten sonra, elektriğin iletileceği iletken kesiti tayini de bir o kadar önemlidir. İletken kesiti belirlenirken göz önünde bulundurulacak en önemli unsur, uluslararası standartlar çerçevesinde en fazla güvenliği en az maliyete elde etmek olmalıdır. Akım taşıma kapasitesi, gerilim düşümü ve kısa devre akımı iletkenin, özellikle iletken kesitinin belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.

İletken Tipleri

Cu (Bakır): Gümüşten sonra en iyi iletken olan bakır, elektrolitik olarak rafine edilip %99,99 saflığa ulaştıktan sonra kablolarda kullanım için uygun hâle gelmektedir.

SnCu (Kalay Kaplı Bakır): Korozyon önleyici olarak bakır iletkenin üzerine kaplanan kalay, elektrik direncini bir miktar arttırması nedeniyle kayıplara sebep olabilmektedir.

AgCu (Gümüş Kaplı Bakır): Bakırdan daha iyi bir iletken olması sebebiyle iletimin hızlı ve kaliteli olmasının istendiği yüksek teknolojide, profesyonel ses ve görüntü kablolarında kullanılmaktadır. Diğer iletkenler ile kıyaslandığında maliyeti daha yüksektir.

CCS (Bakır Kaplı Çelik Tel): Düşük karbonlu çelik tel yüzeyine homojen şekilde bakır kaplama yapılarak oluşturulur. Gerilme mukavemeti ve esnekliği yüksek olan bu ürünler, dayanımın çok önemli olduğu hatlarda kullanılmaktadır.

CCA (Bakır Kaplı Alüminyum Tel): Bakır kaplı alüminyum tel, özellik olarak saf bakır telden %40 daha hafif; elektrik iletkenliği olarak saf alüminyum telden daha yüksektir. Kopma direnci alüminyum telden daha yüksek olmakla birlikte oksitlenme oranı alüminyum tellere oranla daha yüksektir.

AL/A (Alüminyum Tel): Bakıra göre son derece hafif ve işlenmesi bir o kadar kolay olan bu iletken, aynı hacimdeki bir bakıra oranla yaklaşık %30 kadar ağırlığa sahiptir. Uzay, uçak gibi ağırlığın çok önemli olduğu alanlarda öncelikli tercih sebebidir.



ÖRNEK:

Saf bir iletkenin 30 °C'deki direnç değeri 150 Ω 'dur. Aynı bakır iletkenin 40 °C'deki direnç değişiminin kaç olduğunu hesaplayınız. (Bakırın sıcaklıkla direnç değişim katsayısı 0,00386'dır.)



ÇÖZÜM:

$$T_1 = 30 \text{ °C} \quad T_2 = 40 \text{ °C} \quad \alpha = 0,00386$$

$R_1 = 150 \text{ } \Omega$ $R_2 = ?$ $R_2 = R_1 \times [1 + \alpha (T_2 - T_1)]$ formülünde eldeki veriler yerine koyulur.

$R_2 = 150 \times [1 + 0,00386 \times (40 - 30)]$ işlemi yapılır.

$R_2 = 155,79 \text{ } \Omega$ Aynı bakır iletkenin 40 derecedeki direncidir.

1.

Uygulama

DİRENÇ DEĞERİNİN İLETKENİN UZUNLUĞU İLE DEĞİŞİMİ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Tablo 1.6'da aynı malzemeden yapılmış ve bu yüzden aynı öz dirence sahip iki iletkenin birinci ve ikinci iletkenin kesit değerleri birbirine eşittir ($S_1 = S_2$). İletkenin uzunlukları L_1 ve L_2 şeklinde verilmiştir. Buna göre iletkenin direncini bulunuz.

Tablo 1.6: Uygulama 1 direnci etkileyen faktörlere ait değerler

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,7 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,7 \text{ mm}^2$
$L_1 = 100 \text{ m}$	$L_2 = 70 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = ?$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = ?$

ÇÖZÜM:

2.

Uygulama

DİRENÇ DEĞERİNİN İLETKENİN KESİTİ İLE DEĞİŞİMİ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Tablo 1.7’de aynı malzemeden yapılmış ve bu yüzden aynı öz dirence sahip iki iletkenin birinci ve ikinci iletkenin uzunluk değerleri birbirine eşit ($L_1 = L_2$) şekilde verilmiştir. İletkenin kesiti S_1 ve S_2 şeklinde verilmiştir. Buna göre iletkenin direncini bulunuz.

Tablo 1.7: Uygulama 2 direnci etkileyen faktörlere ait değerler

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,8 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,6 \text{ mm}^2$
$L_1 = 120 \text{ m}$	$L_2 = 120 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = ?$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = ?$

ÇÖZÜM:

3.

Uygulama

DİRENÇ DEĞERİNİN İLETKENİN CİNSİ İLE DEĞİŞİMİ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Tablo 1.8’de farklı öz dirence sahip iki iletkendeki birinci ve ikinci iletkenin uzunluk değerleri birbirine eşit ($l_1 = l_2$) ve iletkenin kesiti de birbirine eşit ($S_1 = S_2$) şekilde verilmiştir. Buna göre iletkenin direncini bulunuz.

Tablo 1.8: Uygulama 3 direnci etkileyen faktörlere ait değerler

Birinci iletken	İkinci iletken
$S_1 = 0,6 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,6 \text{ mm}^2$
$L_1 = 150 \text{ m}$	$L_2 = 150 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = ?$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = ?$

ÇÖZÜM:

4.

Uygulama

DİRENÇ DEĞERİNİN İLETKENİN BOYU İLE DEĞİŞİMİ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Tablo 1.9'da aynı malzemeden yapılmış ve bu yüzden aynı öz dirence sahip iki iletkenin birinci ve ikinci iletkenin kesit değerleri birbirine eşit ($S_1 = S_2$) şekilde verilmiştir. İletkenin uzunlukları l_1 ve l_2 şeklinde verilmiştir. Buna göre iletkenin direncini bulunuz.

Tablo 1.9: Uygulama 4 direnci etkileyen faktörlere ait değerler

Birinci İletken	İkinci İletken
$S_1 = 0,7 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,7 \text{ mm}^2$
$L_1 = 100 \text{ m}$	$L_2 = 70 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = ?$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = ?$

ÇÖZÜM:

5.

Uygulama

AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Tablo 1.10'da aynı malzemeden yapılmış ve bu yüzden aynı öz dirence sahip iki iletkenin birinci ve ikinci iletkenin uzunluk değerleri birbirine eşit ($l_1 = l_2$) şekilde verilmiştir. İletkenin kesiti ise S_1 ve S_2 şeklinde verilmiştir. Buna göre iletkenin direncini bulunuz.

Tablo 1.10: Uygulama 5 direnci etkileyen faktörlere ait değerler

Birinci iletken	İkinci iletken
$S_1 = 0,8 \text{ mm}^2$	$S_2 = 0,6 \text{ mm}^2$
$L_1 = 120 \text{ m}$	$L_2 = 120 \text{ m}$
$\rho_1 = 1,1 \text{ } \Omega/\text{mm}^2$	$\rho_2 = 1,1 \text{ } \Omega/\text{mm}^2$
$R_1 = \rho \times L_1 / S_1 = ?$	$R_2 = \rho \times L_2 / S_2 = ?$

ÇÖZÜM:

6.

Uygulama

AKIM ŞİDDETİ VE İLETKEN DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak.

Bir bakır iletkeninin 35 °C'deki ilk direnci 250 Ω'dur. Aynı bakır iletkenin 45 °C'deki direnci kaç Ω olur? (Bakırın sıcaklıkla direnç değışim katsayısı 0,00386'dır.

İletkenin Özellikleri:

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,00386$$

$$R_1 = 150 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = ?$$

$$R_2 = R_1 \times [1 + \alpha (T_2 - T_1)] = ?$$

ÇÖZÜM:

1. Aşağıdakilerden hangisi yalıtkandır?

- A) Bakır
- B) Cıva
- C) Demir
- D) Kalay
- E) Porselen

2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik enerjisinin avantajlarından değildir?

- A) İletimin kolay olması
- B) Depolanabilir olması
- C) Atık madde bırakmıyor olması
- D) Üretimi için fosil yakıtların kullanılması
- E) Gerilimin alçaltılabilir veya yükseltilebilir olması

3. Aşağıdakilerden hangisi atomun yapısında bulunmaz?

- A) Çekirdek
- B) Elektron
- C) Neon
- D) Nötron
- E) Proton

4. Alternatif akımda (A.A.-A.C.) tehlikeli gerilim alt sınır değerinin kaç volt ve üzeri olması gerektiği aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 50
- B) 60
- C) 70
- D) 80
- E) 90

5. Manyetik alan içinde dönebilen iletkenlerden oluşan mekanizmayı döndürebilecek gücün sağlandığı mekanik düzeneğin adı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Alternatör
- B) Elektrik santrali
- C) Elektron
- D) İletken
- E) Yalıtkan

6. Aşağıdakilerden hangisi kimyasal çözümlenme yoluyla kendinden daha basit ve farklı parçalara ayrılmayan ya da birleşimle elde edilemeyen saf maddelere verilen isimdir?

- A) Atom
- B) Çekirdek
- C) Elektron
- D) Element
- E) Proton

7. Çekirdeğin etrafında belirli yörüngelerde dönen parçacıklara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Çekirdek
- B) Elektron
- C) Nötron
- D) Proton
- E) Uranyum

8. Aşağıdakilerden hangisi iletken değildir?

- A) Alüminyum
- B) Bakır
- C) Çelik
- D) Çinko
- E) Mika



İŞ GÜVENLİĞİ İÇİN KİŞİSEL DONANIMLAR



BARET: Gezer vincin olduğu ve yüksekte çalışılan alanlarda; zemin, çatı arası gibi başı çarpma durumu olan yerlerde ve inşaatta çalışanlar başlarını korumak için baret kullanmalıdır.

İŞ AYAKKABISI: Ayaklara yönelik tehlikelerin bulunduğu yerlerde, duruma göre burnu çelik ayakkabı, tozluk veya çizme kullanılır.

MASKE: Zararlı gazlardan, buhardan ve tozlardan korunmak için filtreli veya temiz hava verici maskeler kullanılır. Filtreli maskelerde doğru filtre seçilmesine dikkat edilmelidir.

SİPERLİK: Fazla talaş, kıvılcım ve toz çıkaran işlerde (döner yüksek devirli testereler, taşlama işleri...) kullanılır. Ayrıca çalışma esnasında derinizi etkileyen sıvılar veya maddelerle temas etmeniz gerektiğinde cilt koruyucu ilaçların tedavi edici olmadığını ve deri tahriş olmadan kullanılması gerektiğini bilmek gerekir.

GÖZLÜK: Işınlardan, asitten, sıçramalardan, buhardan, taşlama veya polisajdan, talaşlı imalatta kullanılan makinelerden gözleri korumak için çeşitli nitelikte gözlükler vardır. İşin durumuna göre en uygunu seçilmeli ve kullanımı ihmal edilmemelidir.

2.

ÖĞRENME BİRİMİ

İLETKENLERİ BİRLEŞTİRME



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 2.1. İLETKENLER VE KABLO ÇEŞİTLERİ**
- 2.2. İLETKENLERİN KESİLMESİ VE BÜKÜLMESİ İŞİNDE KULLANILAN ALETLER**
- 2.3. İLETKENLERİ BİRLEŞTİRME**
- 2.4. İLETKENLERE KABLO PABUCU TAKMA VE KLEMENSE BİRLEŞTİRME**
- 2.5. İLETKENLERİ DÜZ VE T EK İLE BİRLEŞTİRME**
- 2.6. İLETKENLERİ LEHİMLEME**

TEMEL KAVRAMLAR

iletken ekleme, iletkenler, kablolar, kablo pabucu, klemens, lehimleme

2.1. İLETKENLER VE KABLO ÇEŞİTLERİ

Kabloların yalıtımı, bir veya daha fazla kılıf içerisine alınarak yapılır. Kabloların kullanım alanlarına göre tek veya çok damarı bulunur. Uygulamamanın yapılacağı alana göre çeşitli özelliklere göre üretilmiştir.

2.1.1. İletkenlerin Sınıflandırılması

İletkenler iki sınıfta toplanır:

1. Çıplak iletkenler
2. Yalıtılmış iletkenler

2.1.1.a. Çıplak İletkenler

Üzerinde yalıtımı olmayan iletkenlerdir. Tek telli ve çok telli olarak ikiye ayrılır.

Tek Tellî Çıplak İletkenler: Tek bir tel şeklindedir. Topraklama ve havai hatlarda kullanılır (Görsel 2.1).

Çok Tellî Çıplak İletkenler: Birden çok tek telli iletkenin bir araya getirilip burulmasıyla elde edilir. Topraklama ve havai hatlarda kullanılır (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Tek ve çok telli çıplak iletkenler

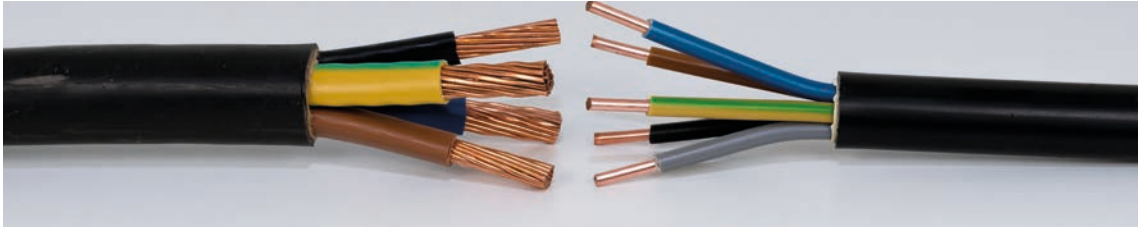
2.1.1.b. Yalıtılmış İletkenler

Elektrik akımına karşı izole etmek için üzeri PVC kaplama ile yalıtılmış kablolardır. Yalıtılmış iletkenler, tel sayısına ve damar sayısına göre ikiye ayrılır.

Tel Sayısına Göre İletkenler

a) Tek Tellî Yalıtılmış İletkenler: Tek telden oluşan iletkenlerdir (Görsel 2.2).

b) Çok Tellî Yalıtılmış İletkenler: Birden fazla ince telin bir araya getirilip üzerinin izole edilmesiyle elde edilir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Tek ve çok telli yalıtılmış iletkenler

Damar Sayısına Göre İletkenler

- a) **Tek Damarlı İletkenler:** Bir veya daha çok çıplak telin üzerinin yalıtkan ile kaplanmasıyla meydana gelir. Sabit ve hafif işletme şartlarında siva altı ve siva üstü tesisatta kullanılır. Tek damarlı tek telli ve tek damarlı çok telli çeşitleri vardır (Görsel 2.3).
- b) **Çok Damarlı İletkenler:** Birden fazla tek telli veya çok telli damar, ayrı ayrı yalıtıldıktan sonra tek bir yalıtıcı kılıf altında toplanarak yapılır. Çok damarlı tek telli ve çok damarlı çok telli çeşitleri vardır (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Tek ve çok damarlı yalıtılmış iletkenler

2.1.2. Kablo Çeşitleri

Üzeri yalıtımlı bir ya da birden çok damardan oluşan iletken **kablo** denir. Kablolar, iletken ve yalıtkan olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Tablo 2.1'de çeşitli kablolar ve özellikleri görülmektedir.

Tablo 2.1: Kablo Çeşitleri

	Zil Telleri	Kesitleri 0,50 mm ² ve 0,75 mm ² olan ve zil, kapı otomatığı gibi zayıf akım tesisatlarında kullanılan kablolardır.
	Kordon Kabloları (NYFAZ)	0,50 mm ² ve 0,75 mm ² 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, dağıtım panolarında, kuru veya kapalı yerlerde, sıva altında veya sıva üstünde boru içinde kullanılmaları uygundur. 1 kV'a kadar 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 ve 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, küçük ev ve mutfak cihazlarında kullanılır.
	Antigrön Kablolar (NYM)	Kesitlerine göre tek veya çok telli, izoleli iletkenlerin bir araya getirilip PVC ile kaplanması yoluyla oluşturulan kablolardır. NYA kablolar, tek damardan oluşurken; antigrön kablolar, çok damardan oluşur. Özellikle nemli yerlerde, sıva altı ve sıva üstü tesisatlarda 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 oluşan bir örgü bulunur. En dışta ise PVC'den yapılan koruyucu kılıf bulunur.
	Diyafon (DT8, DT12) Kabloları	Bina içi dâhilî haberleşme ve ses sistemlerinde, kapı diyafon sistemlerinde kullanılan kablolardır. DT8, DT12 gibi türleri vardır. DT8 8x0,22 kesitinde ve DT12 12x0,22 kesitinde üretilir.
	Data (CAT 5/6/7) Kabloları	Yüksek hızlarda veri taşıyan UTP kablolardır. İletken çapı 0,6 mm'dir. CAT 5/6/7 kablolar, UTP korumasız çift bükümlü kablo sınıfı içerisinde yer alır.
	Telefon Kabloları	Telefon hatlarında kullanılan kablolardır. Dâhilî ve haricî pek çok çeşidi vardır.

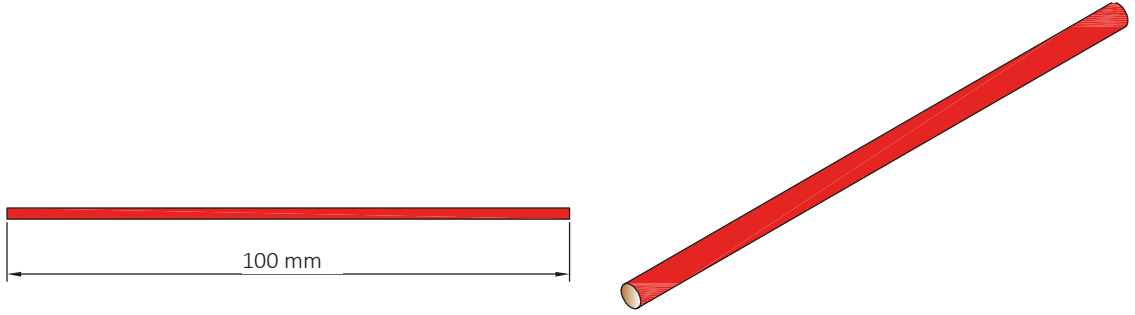
1. Aşağıdakilerden hangisi çıplak iletkenlerin özelliklerindedir?
 - A) Aydınlatma tesisatında kullanılır.
 - B) Priz tesisatında kullanılır.
 - C) Havai hat tesisatında kullanılır.
 - D) Yalıtımları yapılmış iletkenlerdir.
 - E) Kumanda devreleri üzerinde kullanılır.
2. Yalıtılmış iletkenler üzerinde kullanılan kaplama aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Alüminyum
 - B) Bakır
 - C) Kalay
 - D) Kurşun
 - E) PVC
3. Aşağıdakilerden hangisi üzeri yalıtımlı bir ya da birden çok damardan oluşan iletkenlere verilen isimdir?
 - A) Almaç
 - B) Anahtar
 - C) Duy
 - D) Kablo
 - E) Tel
4. Aşağıdakilerden hangisi kablo çeşitlerinden değildir?
 - A) Tek damarlı kablolar
 - B) Çok damarlı kablolar
 - C) TTR kablolar
 - D) Antigron kablolar
 - E) Çıplak teller
5. Aşağıdakilerden hangisi 0,50 mm² ve 0,75 mm² kesitlerindeki çok telli iletkenlerin yan yana getirilmesiyle oluşmuş kablolardandır?
 - A) Zil telleri
 - B) Kordon kablolar
 - C) Çok damarlı kablolar
 - D) TTR kablolar
 - E) Antigron kablolar
6. Aşağıdakilerden hangisi çok damarlı ve çok telli izoleli iletkenlerin bir araya getirilip PVC ile kaplanması yoluyla oluşturulan kablolardır?
 - A) TTR kablolar
 - B) Çok damarlı kablolar
 - C) Tek damarlı kablolar
 - D) Antigron kablolar
 - E) Çıplak teller
7. Aşağıdakilerden hangisi anten ve TV tesisatları ile ses ve video iletiminde kullanılan kablodur?
 - A) Çıplak teller
 - B) Antigron kablolar
 - C) Koaksiyel kablolar
 - D) Diyafon kabloları
 - E) Çok damarlı kablolar
8. Aşağıdakilerden hangisi yüksek hızlarda veri taşıyan UTP kablolardır?
 - A) Diyafon kabloları
 - B) Antigron kablolar
 - C) Kordon kablolar
 - D) Data kabloları
 - E) Telefon kabloları

1.

Uygulama

İLETKENLER VE KABLO ÇEŞİTLERİ

Amaç: Aynı öz dirence sahip iki iletkenin özelliklerini göz önüne alarak iletkenlerin dirençlerini hesaplamak (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Verilen ölçüde kablunun kesilmesi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Antigron kablo	10 cm	1 adet
Yan keski		1 adet
Pense		1 adet
Metre		1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Kabloyu istenen ölçülere getirmek için metreyle ölçünüz.
3. Ölçülen noktadan yan keski vasıtasıyla kesiniz.
4. Kestiğiniz malzemeyi sorumlu öğretmeninize teslim ediniz.
5. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kabloyu uygun ölçüde markalar.	30	
2	Uygun kesme aletiyle kabloyu keser.	30	
3	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	15	
4	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	15	
5	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

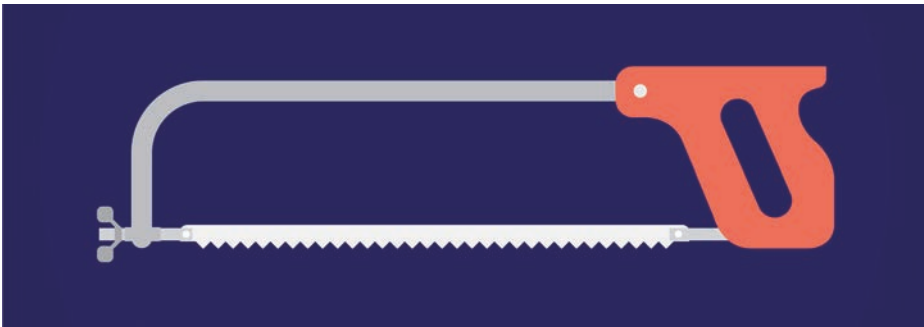
2.2. İLETKENLERİN KESİLMESİ VE BÜKÜLMESİNDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER

İletkenlerin istenilen boyutlara ve şekillere getirilebilmesi için çeşitli el aletleri kullanılır. Bu el aletleri, kullanım şekillerine göre birden fazla görevi de yerine getirebilir; yerine göre kesme, soyma ve bükme yapabilir.

- a) **Pense:** İletkenleri tutmaya, çekmeye, sıkıştırmaya, bükmeye, şekil vermeye, kesmeye, soymaya yarayan el aletidir (Görsel 2.5).
- b) **Yan Keski:** İletken ve kabloları kesmek için kullanılan el aletidir (Görsel 2.5).
- c) **Kargaburnu:** Pense gibi işlem yapan ancak pensenin sığmayacağı yerlerde kullanılan ince ve uzun ağızlı el aletidir (Görsel 2.5).
- ç) **Testere:** Demir kesimlerinde de kullanılan el aletidir (Görsel 2.6).



Görsel 2.5: Pense- Yan keski- Kargaburnu



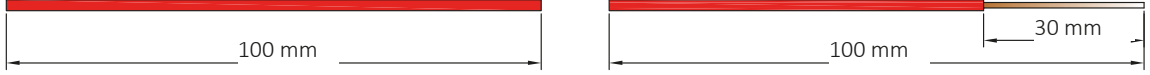
Görsel 2.6: Testere

2.

Uygulama

İLETKENLERİN KESİLMESİ VE BÜKÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLER

Amaç: Antigrön kabloyu Görsel 2.7'deki gibi istenen ölçüde soymak.



Görsel 2.7: Verilen ölçülerde antigrön kablonun yalıtıktan sıyrılması

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Antigrön kablo	10 cm	1 adet
Yan keski		1 adet
Pense		1 adet
Metre		1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Uygulama 1'de kestiğiniz parçayı öğretmeninizden teslim alınız.
3. Kabloyu istenen ölçülere getirmek için metreyle ölçünüz.
4. Ölçülen noktadan yan keski vasıtasıyla soyunuz.
5. İletkenden sıyrılan antigrön kabloyu temrin masasına teslim ediniz.
6. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kabloyu uygun ölçüde markalar.	15	
2	Uygun kesme aletiyle kabloyu keser.	25	
3	Kablonun soyulacak kısmını markalar.	15	
4	Kabloyu uygun kesme aletiyle soyar.	15	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

2.3. İLETKENLERİ BİRLEŞTİRME

İletkenlerin birleştirilmesi için öncelikle iletkenlerin kesilmesi, yalıtkanın soyulması, telin bükülmesi gibi teknikler kullanılmalı ve iletkenler birleştirme işlemi için hazırlanmalıdır.

2.3.1. İletken veya Yalıtkanın Soyulması ve Soyma İşinde Kullanılan Aletler

Elektrik tesisatlarında kullanılan iletkenlerin üzeri yalıtkan kaplıdır. İletkenlerin ekleneceği veya bir yere bağlanacağı zaman üzerindeki yalıtkanın soyulması gerekir. İletken üzerindeki yalıtkanın (emaye veya plastik vb. kaplı örtünün) çıkarılmasına **iletkenin soyulması** denir. İletken üzerindeki oksit tabakasının giderilmesine ise **iletkenin temizlenmesi** denir. Yalıtkanın çıkarılması sırasında iletkenin zedelenmemesine ve gereğinden fazla soyulmamasına dikkat edilmelidir. İletkenlerin soyulmasında yan keski, kablo soyma pensesi ve çakı kullanılmaktadır (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Kablo soyma pensesi

2.4. KABLO PABUCU TAKMA VE KLEMENSE BİRLEŞTİRME

Kalın kesitli ve de çok telli kabloların cihaz üzerine bağlanması genellikle zor olmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek için çeşitli şekillerde ve büyüklükte pabuçlar üretilmiştir. Pabuçlar bağlanırken iletkenin çıplak yüzeyinin pabuca temas edecek şekilde bağlanması istenir. **Klemensler**, iki farklı kablonun birbirine güvenli bir şekilde bağlanmasına yarayan elemanlardır. Kullanım alanlarına göre çeşitli malzemelerden üretilmektedir.

2.4.1. Kablo Pabucu

Kalın kesitli ve çok telli iletkenlerin cihazlara bağlantısı çoğu kez mümkün olmaz. Bunun için özel geliştirilmiş kablo pabuçları kullanılır. Kablo pabuçları, değişik tipte ve değişik boylarda üretilmektedir (Görsel 2.9). Çok telli ve kalın kesitli iletkenlerin cihaz, pano vb. bağlantılarında kablo pabucu kullanılması, bağlantının sağlıklı olması açısından önerilir. Tablo 2.2'de kablo pabuçları ve bunların kullanım alanları anlatılmaktadır. Bağlantı sırasında iletkenlerin çıplak kısımlarının pabuç dışında kalmamasına dikkat edilmelidir. Gerekirse üzerine takılan iletkenle birlikte lehimlenerek bağlantı mukavemeti artırılmalıdır. Bağlantı jakları ise elektrikli cihazlara, güç veya kontrol panellerine, bağlantı kutularına, ekipmanlara ve makinelere güvenli bir şekilde bağlanmak veya sonlandırmak için kullanılan ek parçalardır.



Görsel 2.9: Kablo pabuçları

Tablo 2.2: Kablo Pabucu Çeşitleri ve Kullanım Alanları

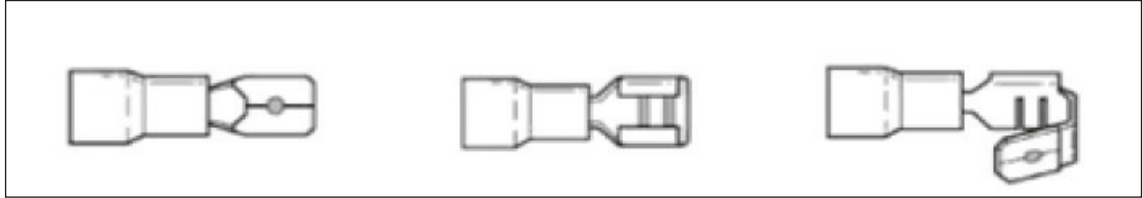
1. Bağlantı ucu yapılarına göre pabuçlar	a) Yuvarlak uçlu pabuçlar	Bağlantı kısmı daire şeklinde tam kapalıdır. Çevresi tam açık olan civata ve somun altlarına bağlantılarda kullanılır.
	b) Çatal uçlu pabuçlar	Bağlantı kısmı yarım ay şeklindedir. Çevresi tam açık olmayan bir taraftan yanaşma imkânı olan civata ve somun altlarına bağlantılarda kullanılır.
	c) İğne uçlu pabuçlar	Bağlantı kısmı ince uzun bir yapıdadır. Çevresi tamamen kapalı ve balanti imkanı zor olan yerlerde klemens içi ve civata altlarına bağlantılarda kullanılır.
2. Çap ve kesitlerine göre pabuçlar		
3. İzalasyon durumlarına göre pabuçlar		

Jak çeşitleri (Görsel 2.10) şunlardır:

a) Erkek jaklar

b) Dişi jaklar

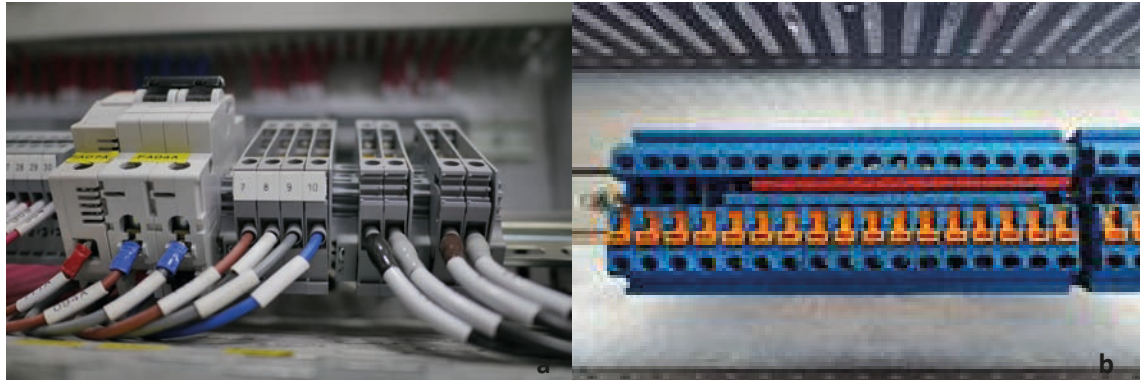
c) Erkek geri dönüşlü jaklar



Görsel 2.10: Erkek, dişi ve erkek geri dönüşlü jaklar

2.4.2. Klemens ve Çeşitleri

Klemens, kabloların bağlantı ve ek gerecidir. Plastik, porselen ve metalden yapılan çeşitleri vardır. Çeşitli boyutlarda yapılmaktadır. Kalın kesitli iletkenlerin eklenmesi klemenslerle yapılır (Görsel 2.11). Tablo 2.3'te kullanım yerlerine göre klemens çeşitleri açıklanmaktadır.

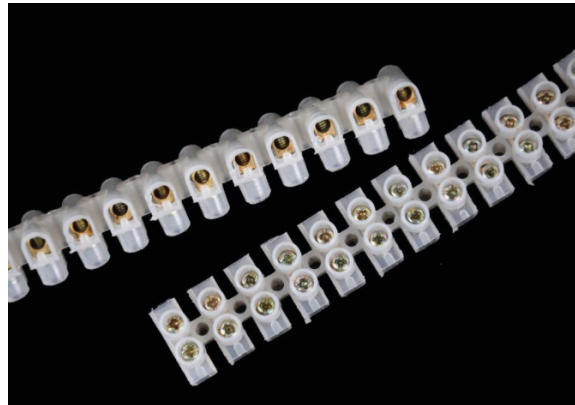


Görsel 2.11: Lüstr ve sıra klemens

Tablo 2.3: Kullanım Yerlerine Göre Klemens Çeşitleri

Düz Klemensler	Sıra Klemens	Avize uçları, buat, pano vb. yerlerde iki iletkeni birbirine eklemek için kullanılan klemenslerdir. Düz klemensler 1,5 mm ² ve 2,5 mm ² kesitine sahip olan iletkenleri eklemek için tercih edilir.
	Lüstr Klemens	Porselen gövdeli olup sıcaklığın yüksek olduğu ortamlarda kullanılır.
Buat Klemensleri (Simit Klemens)		Ek kutularının içerisindeki iki iletkeni birbirine eklemek için kullanılır. Piyasada simit klemensler ek yapılacak iletkenin kesit ve sayısına göre 3x2,5 mm ² , 4x4 mm ² veya 2x6 mm ² şeklinde satılır.
Şapkalı Klemens		Sabit tesislerde küçük kesitli iletkenlerin birbirine eklenmesinde şapkalı klemensler kullanılır.
Vidalı(tırnaklı) ve Bakır Boru Klemens		Bu klemens çeşitleri genellikle havai hatlarda kullanılır.
Paratoner(düz hat) Klemensi		Bu klemens türleri bina içinde yapılan elektrik tesisatlarında yalıtılmış olan iletkenlerin eklenmesinde veya ek alınmasında kullanılır.
U(kayık) Klemensi		Düz hat ve U klemensleri iletkenlerin eklenmesinde, T klemensi ise ek alımında kullanılır. U klemenslerde klemens yuvası olarak bakalititten yapılan koruncaklar tercih edilir.
T Klemens		
RayKlemens		Birbirinden ayrı konumda bulunan iletken elemanların kontak yapmaksızın emniyetli bir şekilde birbirine bağlantısındaray klemensler kullanılır. Genellikle elektrik panolarında bir ray üzerinde yan yana sıralanarak blok halinde kullanılır.

İnce kesitli iletkenler, daha iyi elektriksel temas sağlanması için kalın kesitli iletkenler sarılarak eklenmesi zor olduğu için klemenslerle eklenir. Aynı kesitte olmayan iletkenlerin klemenssiz eklenmesi uyumsuzluğa neden olur. Aynı veya farklı kesitteki iletkenler klemens kullanılarak eklendiğinde iletkenler arasında daha sıkı bir bağlantı sağlanır (Görsel 2.12).



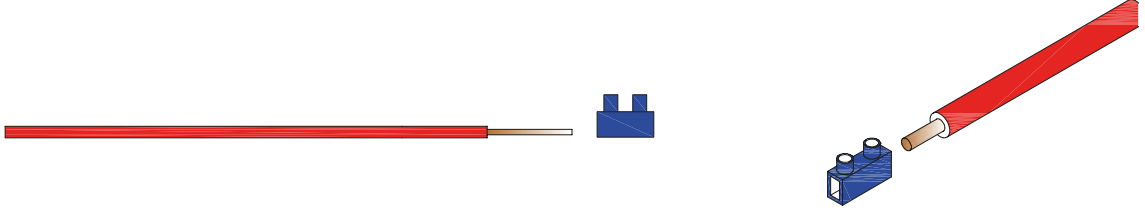
Görsel 2.12: Klemens çeşitleri

3.

Uygulama

İLETKENLERE KABLO PABUCU TAKMA VE KLEMENSE BİRLEŞTİRME

Amaç: Kabloyu klemense bağlamak (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Kablonun klemense bağlanması

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Antigrön kablo	10 cm	1 adet
Yan keski		1 adet
Pense		1 adet
Metre		1 adet
Klemens		1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Kabloyu istenilen ölçülere getirmek için metreyle ölçünüz.
3. Ölçülen noktadan yan keski vasıtasıyla kesiniz.
4. Kestiğiniz kabloyu klemens içerisine girecek kadar soyunuz.
5. Soyduğunuz kabloyu klemens içerisine yerleştirerek sıkınız.
6. Biten iş malzemesini öğretmeninize teslim ediniz.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kabloyu uygun ölçüde markalar.	15	
2	Uygun kesme aletiyle kabloyu keser.	20	
3	Kablonun soyulacak kısmını markalar.	15	
4	Kabloyu uygun kesme aletiyle soyar.	10	
5	Kabloları klemense bağlar.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

2.5. İLETKENLERİ T EK VE DÜZ EK İLE BİRLEŞTİRME

Kesilen kabloların birleştirilmesinde veya yeni bir hat alınması gerektiğinde ekleme işlemi yapılır. Bağlantı amaçlarına göre ekler çeşitli şekillerde yapılır.

2.5.1. İletken Ekleri

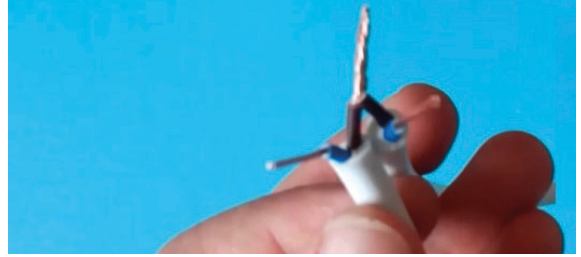
Elektrik tesisatlarında kesilen iletkenlerin birbirine tutturulması veya bir hattan enerji almak gerektiğinde yapılan işleme **ekleme** denir. Ekleme işlemi; iletkenlerin değişik metotlarla birbirleri üzerine sarılması veya bağlantı parçaları kullanılması ile gerçekleştirilir. Ekler, buatlarda yapılır;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

- a) **Düz Ek:** Düz giden iki iletkeni birbirine bağlamak için yapılan ektir. Genellikle ince kesitli iletkenlerde el, pense veya kargaburnu kullanılarak yapılır (Görsel 2.14).



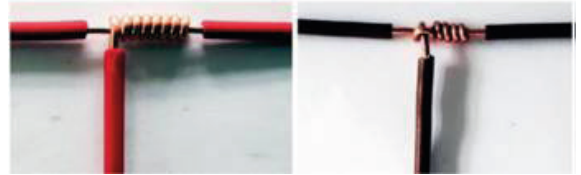
Görsel 2.14: Düz ek

- b) **Çift Düz Ek:** Düz giden iki çift iletkeni birbirine bağlamak için yapılan ektir. Ek yerlerinin karşılıklı gelmemesine dikkat edilmelidir (Görsel 2.15).



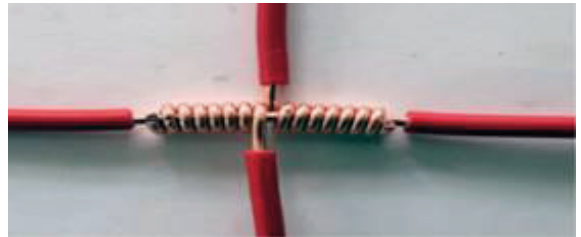
Görsel 2.15: Çift düz ek

- c) **T Ek:** Düz giden bir iletkene bağlantı yapmak için kullanılan ektir. Alçak gerilim havai hatlarında ve iç tesisatta 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 T ek yapılır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: T ek

- ç) **Çift T Ek:** 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 T ek yapıldıktan sonra ek yerinin iletkenliğini ve dayanımını artırmak için lehimlenmeli ve ek yeri izole bantla yalıtılmalıdır (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Çift T ek

4.

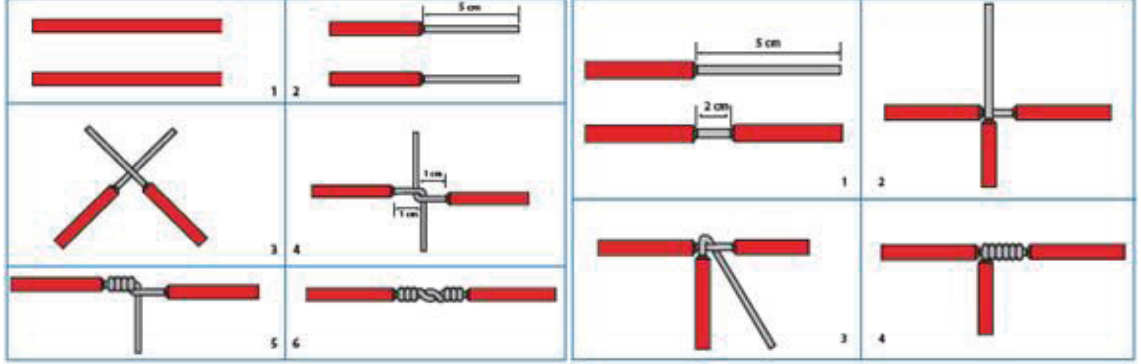
Uygulama

İLETKENLERİ T EK VE DÜZ EK İLE BİRLEŞTİRME

Amaç: T ek ve düz ek yapmak (Görsel 2.18).



25961



Görsel 2.18: T ek ve düz ek yapma

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Antigrön kablo	10 cm	1 adet
Yan keski, pense, kargaburnu		Birer adet
Yıldız ağızlı tornavida, klemens		Birer adet
Metre,yıldız ağızlı tornavida		Birer adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Kabloyu istenilen ölçüde yan keski vasıtasıyla kesiniz.
3. Kestiğiniz kabloyu istenilen ölçülerde soyunuz.
4. T ek ve düz ek yapmak için yukarıdaki uygulama sırasına uyunuz.
5. Biten iş malzemesini öğretmeninize teslim ediniz.
6. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kabloyu uygun ölçüde markalar.	15	
2	Uygun kesme aletiyle kabloyu keser.	20	
3	Kablonun soyulacak kısmını markalar.	15	
4	Kabloyu uygun kesme aletiyle soyar.	10	
5	Kabloyu istenilen ekleme yöntemiyle (T ek , Düz ek) birleştirir.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

2.6. İLETKENLERİ LEHİMLEME

Kalay ve kurşunun belli oranlarda karıştırılmasıyla oluşan, yüksek sıcaklıkta eriyen alaşımlara lehim denir. Elektronik devre elemanlarının lehim ile birleştirilmesi işlemine **lehimleme** denir.

Lehimleme yapılırken aşağıdaki araç gereç ve malzemeler kullanılır:

- Lehim teli (Görsel 2.19)
- Lehim pastası (Görsel 2.19)
- Havya (Görsel 2.19)
- Sıcak hava istasyonu ve üfleyici (Görsel 2.20)
- Lehim pompası (Görsel 2.21)



Görsel 2.19: Lehim teli, pastası ve havya



Görsel 2.20: Sıcak hava istasyonu ve üfleyici



Görsel 2.21: Lehim pompası



Görsel 2.22: İletkenin lehimlenmesi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kablo	10 cm	1 adet
Yan keski, pense		1 adet
Havya, lehim teli, pasta		Birer adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Daha önceden birleştirilmiş kabloları lehim yapmak için yanmayacak bir zemin üzerine koyunuz.
3. Havyayı fişe bağlayıp ısınmasını bekleyiniz.
4. Isınan havyanın ucunu pastaya batırınız.
5. Havyayı 45 derecelik açıyla lehim yapılacak yüzeye tutunuz ve yüzeyin ısınmasını bekleyiniz.
6. Isınan lehimlenecek yüzeye lehim telini vererek lehimleme işlemini tamamlayınız.
7. Biten iş parçasını öğretmeninize teslim ediniz.
8. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Havyanın uygun sıcaklığa gelmesini sağlar.	15	
2	Havyayı pastayla temizler.	15	
3	Havyayla lehimlenecek bölgenin ısınmasını sağlar.	20	
4	Birleştirme bölgesinin lehimleme işlemini yapar.	20	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	



Bir anlık dikkatsizlik tüm hayatınızı değiştirebilir.



3.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK MALZEMELERİ



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

3.1. ELEKTRİK MALZEMELERİ

3.2. ELEKTRİK MALZEMELERİNİN BAĞLANTISI

3.3. TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA

TEMEL KAVRAMLAR

duy, fiş, priz, sıfırlama, sigorta, topraklama

3.1. ELEKTRİK MALZEMELERİ

Elektrikle çalışan cihazların ihtiyacı olan enerjiyi alması için gerekli noktalar vardır. Bunlar elektrik enerjisini şebekeden alarak cihazlara iletmeye yarayan prizden başlayarak cihazların üzerine aktarılmasına yarayan fişlere ve tüm elektrik tesisatını ve canlıları korumaya yarayan sigortalar olarak devam eder. Bu tesisat malzemeleri kullanım amaçlarına göre çeşitli şekillerde olabilir.

3.1.1. Prizler, Fişler ve Duylar

Elektrik malzemeleri olarak kullanım alanı çok yaygın olan prizler, fişler ve duylar; bölüm atölyesinde elektrik enerjisinin kullanım mantığını öğrenmek amacıyla yapılacak olan basit elektrik tesisatı uygulamalarında kullanılmaktadır.

3.1.1.1. Prizler

Elektrik enerjisi ile çalışan cihazların ihtiyaç duydukları enerjinin, şebekeden alınarak güvenli bir şekilde iletilmesini sağlayan devre elemanlarına **priz** denir (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Elektrik prizi çeşitleri

Prizler, tesisatın yapım şekline göre, yapılarına göre, faz sayısına göre ve kullanım şekillerine göre dört sınıfa ayrılır:

a) Tesisat Yapım Şekline Göre Priz Çeşitleri

- **Sıva Altı Prizler** : Dış çerçevesi sert PVC madde, bakalit veya termoplastik malzemeden yapılmıştır. Dış kısmı çeşitli renkte plastik malzeme veya ağaç kaplama olarak üretilir. Enerjinin bağlanacağı kontak yuvaları düzeneği, yanmaz özellikli PVC veya porselen malzemenin içinde bulunmaktadır. Topraklı, topraksız ve 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 kullanıldığı için plastik kanal prizleri tercih edilmektedir.
- **Nemli Yer-Antigrön Prizler**: Nemli yer tesisatında kullanılan prizler; toz, nem, su, patlayıcı ve yanıcı gazı karşı koruyucu içerisine alınmıştır. Yapılarının sağlam ve uzun ömürlü olması nedeniyle binalarda, ofislerde ve sanayide sürekli kullanılan bir elektrik malzemesidir.

b) Yapıları Bakımından Priz Çeşitleri

- **Normal Prizler:** Topraklama ihtiyacı duyulmayan TV, müzik seti gibi cihazların bağlandığı tesisatlarda kullanılır.
- **Topraklı Prizler:** Buzdolabı, çamaşır makinesi gibi topraklanması mutlaka gerekli olan cihazların bağlandığı tesisatlarda kullanılır.
- **UPS (Kesintisiz Güç Kaynağı) Prizler:** Bilgisayar gibi hassas cihazların bağlandığı UPS hatları ile kullanılır. Elektrik kesintilerinde; UPS cihazından bilgisayarlara anında enerji sağlayan tesisatlarda kullanılır.

c) Faz Sayısına Göre Priz Çeşitleri

- **Bir Fazlı Prizler:** 1 faz 220 V AC gerilimin uygulandığı prizlerdir.
- **Üç Fazlı Prizler:** 3 faz 380 V AC gerilimin uygulandığı prizlerdir.

ç) Kullanım Şekline Göre Priz Çeşitleri

- **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 gerilimdeki dalgalanmalara 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.

3.1.1.2. Fişler

Bir elektrikli cihazın veya uzatma kablosu iletkenlerinin bağlandığı, uçları aracılığıyla prizden elektrik enerjisi alınmasını sağlayan elemana **fiş** denir (Görsel 3.2). Telefon fişi, T fiş, anahtarlı fiş, adaptör fişi gibi çeşitleri bulunmaktadır.



Görsel 3.2: Çeşitli fişler

3.1.1.3. Duylar



Görsel 3.3: Duylar

Elektrik ampulünün takıldığı ve akımı lambaya ileten elemana **duy** denir (Görsel 3.3). Duyun iletken kısımları genellikle pirinçten yapılır ve anahtardan gelen iletken, mutlaka duyun orta (iç) kontak kısmına bağlanır.

3.1.1.4. Sigortalar

Elektrik devrelerinde, akımın belirlenen değerlerin üzerine çıkması durumunda devredeki enerjiyi keserek alıcıları koruyan devre elemanına **sigorta** denir. Buşonlu, cam, fişli, anahtarlı otomatik sigorta, NH (bıçaklı) sigorta, yüksek gerilim sigortası 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 3.1).

Tablo 3.1 : Standart Sigorta Akım Değerleri

SİGORTANIN AKIM DEĞERİ	KULLANILDIĞI YERLER
2A	Hassas alıcılar
6A-10A	Aydınlatma linyeleri
16A-25A	Priz tesisatı
25A-32A-40A-50A-63A-80A-100A	Yüksek akım çeken alıcılar ve devreler

Anahtarlı otomatik sigortaların üzerinde nominal akımları belirtilmiştir. Bu akım, sigortanın normal çalışma akımıdır. Bu akımın bir veya iki katının üzerinde 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 beklemeden devreyi 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 (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: G (C) tipi gecikmeli sigortalar

3.1.2. Lambalar

Elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren elektrik elemanına **lamba** denir (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: 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 cıva 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 yapısı ve teknolojik gelişmelerden dolayı kullanımı azalmıştır. 20 w ve 40 w gibi standart güç değerlerinde üretilir.
- **Enerji Tasarruflu Lamba:** Floresan lambaların geliştirilmiş ve basitleştirilmiş hâlidir. 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 [Light Emitting Diode (layt emiding dayot) (ışık yayan diyot)] kullanıldığı lambalardır. Tasarruflu ampuller gibi verimleri yüksek 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.
- **Diğer Lambalar:** Halojen, cıva buharlı, sodyum buharlı ve neon lamba gibi özel alanlara yönelik lambalar da vardır. Özellikle cıva buharlı lambaların kullanımı yasaklanmıştır.

3.1.2.1. Armatürler

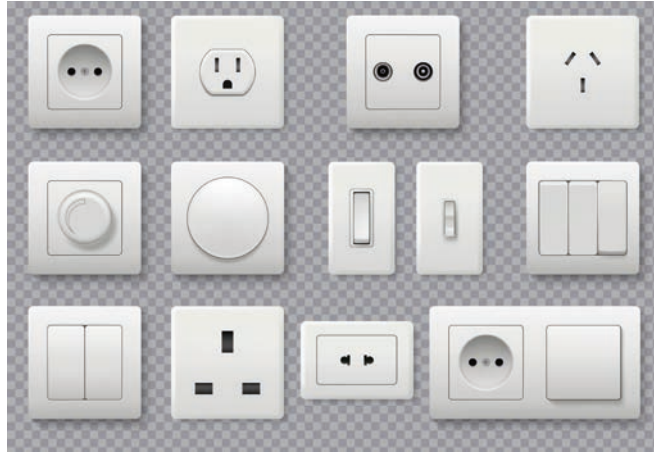
Lambaların bir veya birden çoğunu bünyesinde taşıyan, onlara dekoratif bir görünüm veren ve bazen de olumsuz dış etkilerden koruyan aydınlatma araçlarına **armatür** denir (Görsel 3.6). Armatür, lambanın yuvası ve dış koruyucusudur. Çeşitli özelliklerde ve boyutlarda armatürler bulunur.



Görsel 3.6: Armatür

3.1.3. Tesisat Anahtarları

Elektrik tesisatlarında devreyi açıp kapamaya yarayan kontrol elemanlarına **elektrik tesisat anahtarı** denir (Görsel 3.7). Tesisatın yapım şekline göre sıva altı, sıva üstü ve antigron olmak üzere üç sınıftır.



Görsel 3.7: Elektrik kontrol anahtarı

Elektrik kontrol anahtarı çeşitleri şunlardır:

- **Adi Anahtar:** Bir lamba veya lamba grubunu bir yerden aynı anda yakıp söndürmeye yarayan anahtardır. Tek kutupludur. Adi anahtarın 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 kutup bulunur. Tesisatta faz ucu anahtarın ortak ucuna, sabit ucu lambaya bağlanır. Örneğin; iki kapılı salonların, mutfakların vb. yerlerin lambalarını iki ayrı yerden yakıp söndürmede kullanılır.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik malzemesi değildir?
- A) Priz
B) Duy
C) Anahtar
D) Pprc Te
E) Sigorta
2. İki faz arasında ölçülen gerilim değeri kaç voltur?
- A) 420
B) 380
C) 220
D) 110
E) 55
3. Elektrik enerjisini ışık etkisine çeviren eleman hangisidir?
- A) Fiş
B) Duy
C) Lamba
D) Priz
E) Sigorta
4. Aşağıdakilerden hangisi lamba çeşitlerinden değildir?
- A) Akkor flamanlı lamba
B) Floresan lamba
C) Gaz lambası
D) LED lamba
E) Enerji tasarruflu lamba
5. I. Devreyi açma ve kapamaya yarar.
II. Devre üzerinde kontrolü sağlar.
III. İletkenler üzerindeki ısıyı ölçer.
Yukarıda belirtilen özelliklerden hangisi anahtarın görevlerindedir?
- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I,II ve III
6. İki ayrı lambayı bir yerden tek tek veya aynı anda yakıp söndürmeye yarayan anahtar çeşidi hangisidir?
- A) Vaviyen anahtar
B) Dimmer anahtar
C) Adi anhatar
D) Komütatör anahtar
E) Zig zag anahtar

1.

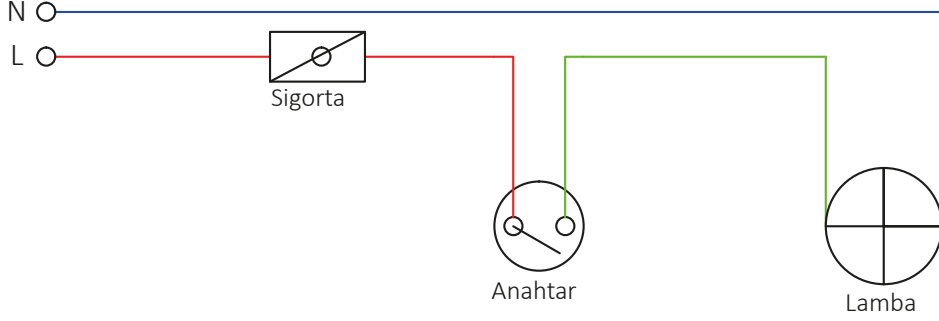
Uygulama

ADİ ANAHTARLA TEK LAMBALI TESİSAT KURMA



25963

Amaç: Adi anahtarla tek lambalı tesisat kurarak çalıştırmak.(Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Adi anahtar devresi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Tekli anahtar	Sıva üstü	1 adet	1,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Duy	Sıva üstü	1 adet	2,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Lamba	Alınan duya uygun	1 adet	El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalem, vida	
Sigorta	Otomatik sigorta	1 adet			

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Set veya plançete üzerine Görsel 3.8'i kurunuz ve kablo bağlantılarını yapınız.
3. Enerjiyi devreye öğretmen kontrolünde veriniz.
4. Anahtara basınız ve lambanın yandığını gözlemleyiniz.
5. Anahtarı kapatınız ve lambanın söndüğünü gözlemleyiniz.
6. Fişi çekiniz ve anahtarı çıkartınız.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

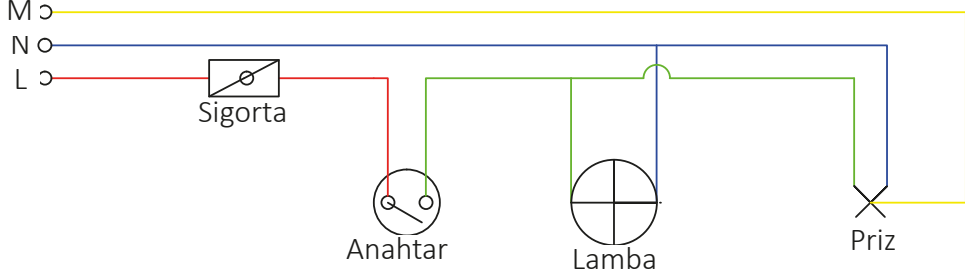
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde ekipmanları hazırlar.	25	
2	Projeye uygun şekilde devreyi kurar.	25	
3	Kurulan devreyi çalıştırır.	20	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

2.

Uygulama

ELEKTRİK MALZEMELERİ

Amaç: Adi anahtarla lamba ve priz tesisatı kurarak çalıştırmak. (Görsel 3.9).



Görsel 3.9 : Priz ve anahtar devresi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Tekli anahtar	Sıva üstü	1 adet	1,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Duy	Sıva üstü	1 adet	2,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Lamba	Alınan duya uygun	1 adet	El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalem, vida	
Sigorta	Otomatik sigorta	1 adet			

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Set veya plançete üzerine Görsel 3.9'u kurunuz ve kablo bağlantılarını yapınız.
3. Enerjiyi devreye öğretmen kontrolünde veriniz.
4. Anahtara basınız ve lambanın yandığını ve prizde elektrik olduğunu gözlemleyiniz.
5. Anahtarı kapatınız lambanın söndüğünü ve prizde elektrik olmadığını gözlemleyiniz.
6. Fişi çekiniz ve anahtarı çıkartınız.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

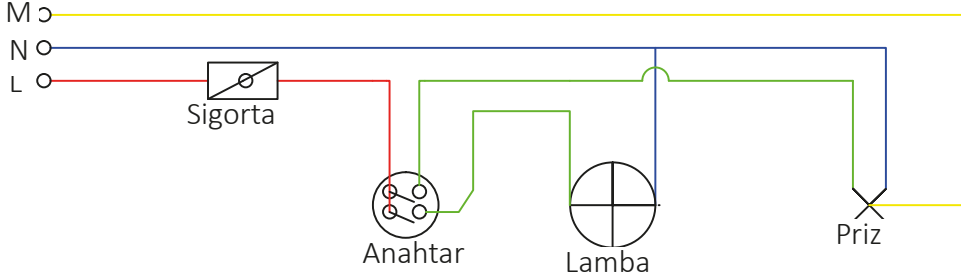
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde ekipmanları hazırlar.	25	
2	Projeye uygun şekilde devreyi kurar.	25	
3	Kurulan devreyi çalıştırır.	20	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

3.

Uygulama

ELEKTRİK MALZEMELERİ

Amaç: Priz ve 2'li anahtar devresi kurmak (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: Priz ve 2'li anahtar devresi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
İkili anahtar	Sıva üstü	1 adet	1,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Duy	Sıva üstü	1 adet	2,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	3 m
Lamba	Alınan duya uygun	1 adet	El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalem, vida	
Priz	Topraklı 220 V	1 adet	Sigorta	Otomatik sigorta	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Set veya plançete üzerine Görsel 3.9'u kurunuz ve kablo bağlantılarını yapınız.
3. Enerjiyi devreye öğretmen kontrolünde veriniz.
4. Anahtara basınız ve lambanın yandığını ve prizde elektrik olduğunu gözlemleyiniz.
5. Anahtarı kapatınız lambanın söndüğünü ve prizde elektrik olmadığını gözlemleyiniz.
6. Fişi çekiniz ve anahtarı çıkartınız.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde ekipmanları hazırlar.	25	
2	Projeye uygun şekilde devreyi kurar.	25	
3	Kurulan devreyi çalıştırır.	20	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

3.2. ELEKTRİK MALZEMELERİNİN BAĞLANTISI

Elektrik bağlantıları günümüz cihazlarının önemli bir parçasıdır. Terminal blokları, fiş ve soket konnektörleri, sıkmalı terminal konnektörleri, bileşen ve cihaz konnektörleri gibi malzemelerin bağlantılarının daha sağlam olması için kablo pabuçları kullanılmaktadır.

3.2.1. Kablo Pabucu

İki veya daha fazla elektrik devresini birleştirmek için kullanılan ek parçalara **kablo pabucu** adı verilir. Kablo pabuçları kullanım alanına göre farklılık gösterebilir. Özellikle büyük sistemler için pano tesisatı yaparken seçilecek olan kablo pabuçlarına dikkat edilmelidir. Bu tür sistemlerin kurulumu için özel geliştirilmiş kablo pabuçları kullanılır. Kablo pabuçları, değişik tipte ve değişik boylarda üretilmektedir (Görsel 3.11.a). Çok telli ve kalın kesitli iletkenlerin cihaz, pano vb. bağlantılarında kablo ucundaki yalıtkanı sıyırdıktan sonra kablo pabucu kullanılması, bağlantının sağlıklı olması açısından önerilir. Yalıtkanı sıyrılmış kablunun pabuca sabitlenmesi için kablo pabucu penseleri kullanılmaktadır. Kablo pabucunun çeşidine ve büyüklüğüne göre kablo pabucu penseleri çeşitlilik göstermektedir (Görsel 3.11.b).

Kablo pabucu, mekaniksel ve elektriksel bakımdan iyi bir bağlantı sağlar. Bağlantı sırasında iletkenlerin çıplak kısımlarının pabuç dışında kalmamasına dikkat edilmelidir. Gerekirse üzerine takılan iletkenle birlikte lehimlenerek bağlantı mukavemeti artırılmalıdır.



Görsel 3.11: a) Kablo pabucu çeşitleri



Görsel 3.11: b) Kablo pabucu penseleri

4.

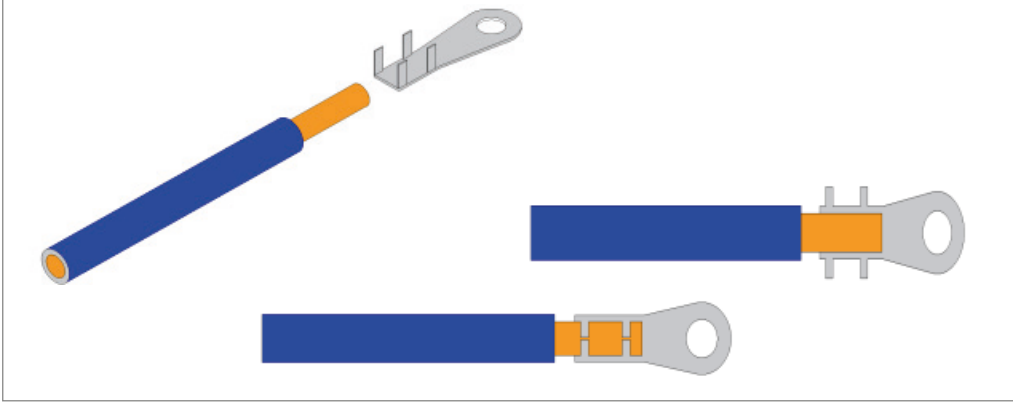
Uygulama

KABLO PABUCU BAĞLANTISI



25985

Amaç: Soyulmuş kablo ucuna, kablo pabucunu bağlamak (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: Kablo pabucu bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
2,5 mm ² kablo	Tek veya çok telli	15 cm
El aletleri	Pense, yan keski	
Kablo pabucu		1 adet

İşlem Basamakları

1. Verilen ölçülerde kabloyu kesiniz.
2. Kabloyu pabuç bağlanacak boyda soyunuz.
3. Soyduğunuz kabloya pabucu yerleştiriniz ve pense yardımıyla sıkınız.
4. Kablo pabucu takılmış iş parçasını öğretmeninize teslim ediniz.
5. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

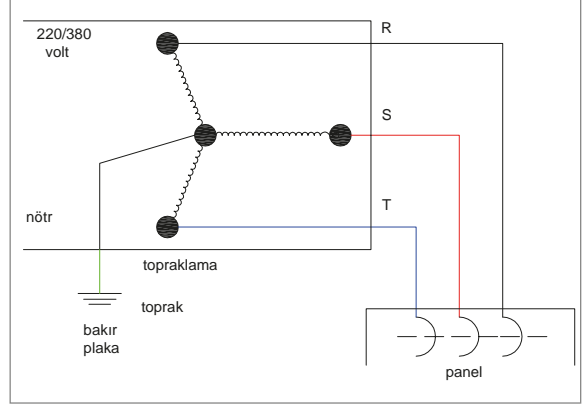
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kabloyu uygun ölçüde markalar.	15	
2	Uygun kesme aletiyle kabloyu keser.	15	
3	Kablonun soyulacak kısmını markalar.	10	
4	Kabloyu uygun kesme aletiyle soyar.	15	
5	Kablo pabucunu takar.	15	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

3.3. TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA

Elektrikle çalışan cihazların bulunduğu alanlarda hem canlıları hem de cihazların korunması amacıyla topraklama yapılır. Topraklamanın yapılacak işe göre çeşitleri vardır. Sıfırlama topraklanmış nötr hattının üzerinden yapılır. Sıfırlama üzerinde oluşan kaçaklarda gövde üzerine aktarma olmaz fakat sigortalar kısa devre yaparak elektriği keser.

3.3.1. Topraklama

Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının, uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrota) bağlanmasıdır (Görsel 3.13). Topraklamanın amacı, elektrikli alıcıları kullananların can güvenliğini sağlamak ve cihazların zarar görmesini önlemektir. Bu nedenle bütün elektrik makinelerinin gövdeleri, boruların madenî kısımları, kurşunlu kabloların kurşun kılıfları, tablo ve benzerlerinin metal kısımları topraklanmalıdır.



Görsel: 3.13 Topraklama

Topraklama ölçümü ise ölçü aleti yardımıyla priz üzerinde bulunan üç noktanın ölçümü yapılarak elektrik devresinde topraklama olup olmadığının, topraklamanın doğru yapıldığına tespit edilmesidir. İlk olarak ölçü aletinin (faz girişinin bilinmesi koşuluyla) uçlarının faz ve nötr ölçümü yapılır; değer kayıt altına alınır. Daha sonra faz ve toprak ölçümü yapılır ve tespit edilen değer kayıt altına alınır. Son olarak nötr ve topraklama arası ölçülür. Değer, 1 volt ve altında ise topraklama sağlam demektir.

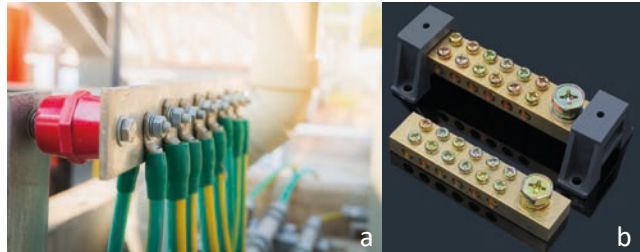
3.3.2. Topraklama Çeşitleri ve Elemanları

Koruma Topraklaması: İnsanları ve canlıları, cihaz ve makinelerin gövdelerinde oluşabilecek kaçak gerilimlere karşı korumak için cihazların gerilim altında olmayan metal kısımlarının topraklanmasıdır.

İşletme Topraklaması: Bir iş yeri veya fabrikanın enerjisini sağlamak için çalışan trafonun veya alternatörün yıldız noktalarının topraklanmasıdır.

Yıldırıma Karşı Topraklama: Yıldırım düşmesi sonucunda gerilim altında bulunan iletkenlere, atlamaları (geri atlamalar) önlemek için akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır. Yıldırım topraklama sistemine **paratoner** de denmektedir. Paratoner sisteminde yakalama çubuğu vardır ve bu çubuk binaların en üst noktasına monte edilir. Bu çubuğa toprak iletkeni bağlanır ve bağlanan iletken toprak içindeki elektrota tutturulur.

Topraklama Elemanları: Topraklama iletkeni, topraklayıcılar, topraklama klemensi ve zemindir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14 : Topraklama elemanları

3.3.3. Topraklayıcı Çeşitleri

- a) **Şerit Topraklayıcılar:** Şerit, yuvarlak iletken ya da örgülü iletkenle yapılan ve genellikle toprağın az derinine gömülen topraklayıcılardır. Bunlar uzunlamasına döşenebileceği gibi yıldız, halka, gözlü topraklayıcı şeklinde ya da bunların bazılarının bir arada kullanıldığı biçimde de düzenlenebilir.
- b) **Çubuk Topraklayıcılar:** Görsel 3.15'te görüldüğü gibi boru ya da profil çelikten yapılan ve toprağa çakılarak kullanılan topraklayıcılardır.



Görsel 3.15: Çubuk topraklayıcı

- c) **Levha Topraklayıcılar:** Görsel 3.16'da görüldüğü gibi dolu ya da delikli levhalardan yapılan topraklayıcılardır. Bunlar genel olarak öteki topraklayıcılara göre daha derine gömülür.



Görsel 3.16: Levha topraklayıcılar

3.3.4. Sıfırlama

Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının, şebekenin sıfırlama hattına (topraklanmış nötr hattına) veya ayrı çekilmiş koruma iletkenine bağlanmasıdır. Alternatör, trafo gibi cihazların topraklanmış sıfır (nötr) noktalarından çıkan hatlara **sıfır** veya **nötr hattı** denir. Topraklamaya göre daha kolay ve ucuz olan bu korunma şeklinde, elektrikli cihazda herhangi bir kaçak olduğunda kısa devre meydana gelir ve sigorta atarak cihazın enerjisini keser. Yani **sıfırlama**, gövdedeki kaçak arızası kısa devreye dönüştürülerek sigortayı attırmak suretiyle devrenin enerjisini kesmektir.

Masrafsız ve kolay uygulanmasının yanında, sıfırlamanın birtakım sakıncaları da vardır. Giriş faz nötr iletkenleri eğer yer değiştirilirse alıcılar üzerine faz verilmiş olur. Normal şartlarda nötr hattında enerji bulunmamalı ancak şebeke hatlarının dengesiz yüklenmesi sonucu, nötr hattında da enerji olabilir. Küçük değerdeki kaçaklar, sigorta tarafından algılanmayacağı için cihaza dokunan kişiler için de her zaman potansiyel bir tehlike oluşturur. Sıfırlama, ancak nötr hatları topraklanmış tesislerde yapılabilir.

5.

Uygulama

TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA



25986

Amaç: Aşağıdaki işlem basamaklarını tamamlayarak toprak hattı ölçümü yapmak (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Toprak Ölçümü Çizelgesi

	Faz	Nötr	Toprak
Faz	X		
Nötr		X	
Toprak			X

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Priz	220 V topraklı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski	
Ölçü Aleti	Multimetre, Avometre	1 adet

İşlem Basamakları

1. Ölçü aletinizi 250 V AC'den daha yüksek bir kademeye getiriniz.
2. Ölçüm yaparken ölçü aletinin kademesinin doğru olduğuna dikkat ediniz.
3. 220 V elektrik olan topraklı bir priz üzerinde bulunan faz, nötr, toprak uçları arasındaki gerilimleri ölçerek Tablo 3.2'ye göre doldurunuz.
4. Probun açık uçlarına dokunmayınız.
5. Prizin uçlarını kısa devre etmeyiniz.
6. Tabloya kaydettiğiniz gerilimleri yorumlayınız.

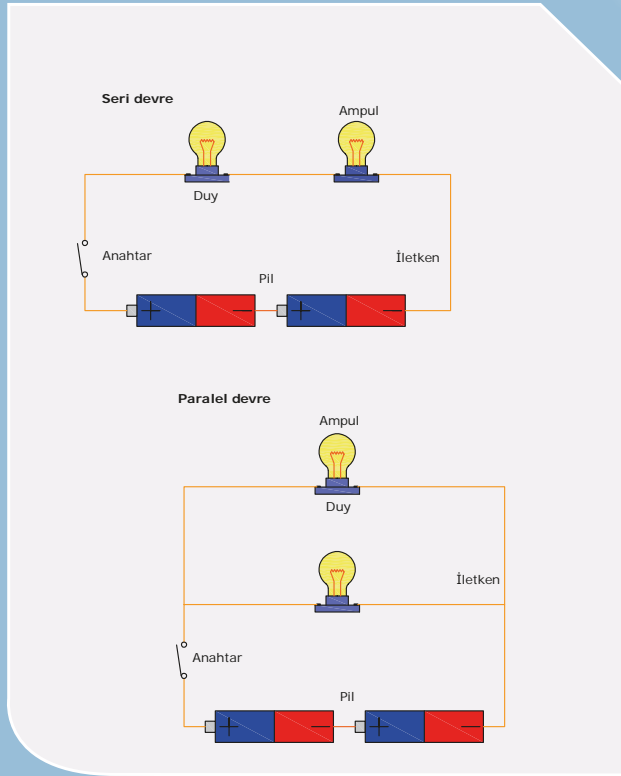
Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Ölçü aletini doğru bir şekilde ayarlar.	30	
2	Verilen tabloya uygun şekilde ölçümleri yapar.	30	
3	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	15	
4	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	15	
5	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

4.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK VE DEVRE KAVRAMI



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 4.1. ELEKTRİK DEVRESİ**
- 4.2. ELEKTRİK DEVRESİ ÇEŞİTLERİ**
- 4.3. ALMAÇLA ÜRETECİN BAĞLANTI ŞEKLİNE GÖRE DEVRELER**
- 4.4. SERİ VE PARALEL DEVRELER**

TEMEL KAVRAMLAR

açık devre, kapalı devre, kısa devre, seri devre, paralel devre

4.1. ELEKTRİK DEVRESİ

Elektrik akımının izlediği yola **devre** adı verilir. Devre üzerinde birçok bileşen olabileceği gibi sadece bir üreteç, almaç ve iletkenden kurulu yapı da elektrik devresi olarak kabul edilebilir. Asıl önemlisi devre üzerinde bir elektrik akımının varlığı yani devrenin bir işi gerçekleştirebiliyor olmasıdır.

4.1.1. Elektriğin Gereği ve Önemi

Günlük hayatta kullanımı oldukça yaygın olan elektrik; en kolay ve en temiz enerji kaynağıdır. Günlük hayatta kullanılan araç gereç ve makinelerin hepsinde elektriğin olduğu görülmektedir. Günümüzde buzdolabında, çamaşır makinesinde, hassas ölçmenin arandığı ölçme araçlarında elektrik enerjisi kullanılmaktadır (Görsel 4.1). Pek çok kişinin kolundaki saat bile elektrik enerjisiyle çalışmakta ve daha güvenilir bir ölçme yapmaktadır.



Görsel 4.1: Elektrikli ev aletleri

4.1.2. Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi, bir atomun elektronlarının yer değiştirmesiyle oluşan yönlü bir hareketin doğrudan sonucu.

4.1.3. Elektrik Enerjisi Kaynakları

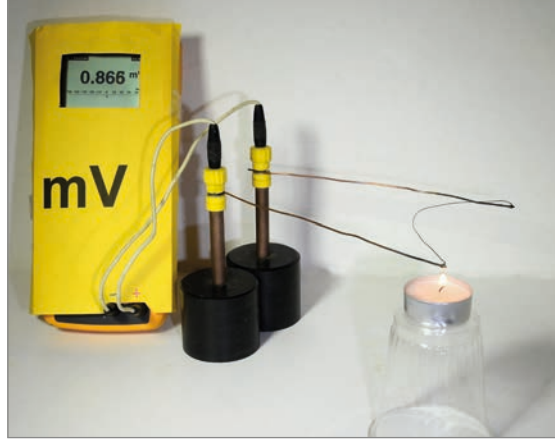
Elektrik enerjisinin meydana gelebilmesi için yönlü bir elektron hareketinin olması gerekir. O hâlde elektrik akımını veya elektrik enerjisini elde edebilmek için elektronları harekete geçirmek gerekir. Bunun için bir kuvvet kaynağına ihtiyaç vardır. Bu kuvvetler aşağıda sıralanmıştır.

a) Kimyasal Yolla Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Taşıtlarda kullanılan akümülatörlerde, hesap makinelerinde, radyo, el feneri ve test cihazlarında kullanılan piller, depo ettikleri kimyasal enerjiyi istendiğinde elektrik enerjisine çevirir (Görsel 4.2).



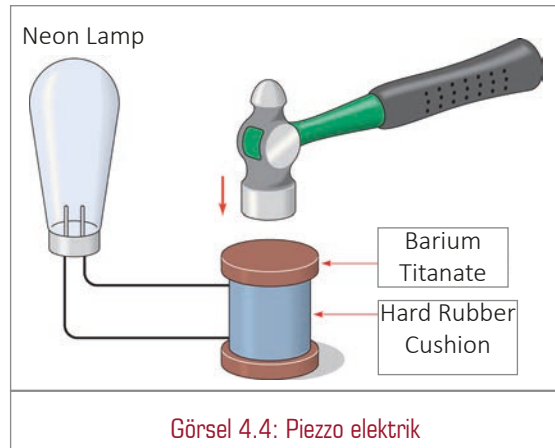
Görsel 4.2: Batarya ve piller

b) Isı Etkisi ile Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Malzemeleri farklı iki metal tel, uçlarından kaynakla birleştirildiğinde basit anlamda bir bimetal (termokupl) elde edilir. Bu birleşme noktasının ısıtılmasıyla uçlar arasında bir sıcaklık farkı oluşturulduğunda sıcak ve soğuk uçlar arasında yönlü bir elektron hareketi ile sonuçlanan elektriksel bir voltaj (gerilim) elde edilir. Bu uçlar arasındaki sıcaklık farkı korunduğu sürece enerji akışı devam eder. Uçlar arasındaki sıcaklık farkı (ΔT) ne kadar büyükse elektriksel gerilim yani voltaj da o kadar yüksek olur. Bu olaya **termo-elektrik (sıcak) etki**, bu işlemde kullanılan bir çift tele de **termokupl** denir. Endüstride birçok yerde kullanılır. Özellikle evlerde sıcak su üretiminde kullanılan gazlı şofben ve kombilerin gaz yolu valflerinin kumandasında, emniyet tertibatında güvenle kullanılmaktadır (Görsel 4.3).



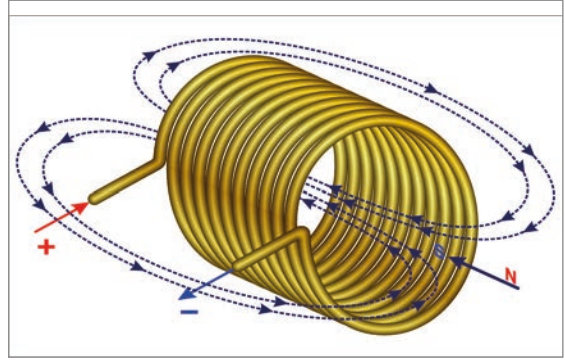
Görsel 4.3: Peltier devresi

c) Basınç Etkisi ile Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Kristal yapıya sahip bazı maddeler (kuartz veya baryum titanat gibi) mekanik basınç etkisi altında bırakıldığında zaman, maddenin içindeki elektronlar kayarak maddenin iki yüzeyi arasında bir potansiyel farka (gerilime) neden olur. Bu olaya **piezzo elektrik** denir. Oluşturulan gerilim miktarı, uygulanan basınçtaki değişmeye ve uygulama süresine bağlıdır. Basınç ne kadar yüksek ve uygulama süresi ne kadar kısa olursa üretilen gerilim miktarı o kadar büyük olur. Bu özelliğinden yararlanılarak çeşitli yanıcı gaz ateşleme sistemleri geliştirilmiştir (Görsel 4.4).



Görsel 4.4: Piezzo elektrik

ç) Manyetik Etki ile Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Önceki konularda aynı cins elektrik yüklerinin birbirlerini ittiği, zıt yüklerin ise çektiği belirtilmişti. Bir doğal mıknatıs da yapısal olarak (farklı elektrik yüklerini andıran) bir ucu güney (S), diğer ucu kuzey (N) olmak üzere iki kutba sahiptir. Mıknatısın bu iki kutbu arasında oluşan kuvvet çizgileri **manyetik alan** olarak ifade edilir. Eğer bu mıknatıs çubuk, bir bakır tel bobin içinden geçirilecek olursa bobinin iki ucunda bir gerilim indüklenmesine yani yönlü bir elektron akımına neden olur. Burada mıknatısın bobin içindeki hareketi, aynı zamanda mekanik bir hareketi gerektirdiğinden mekanik etkiden elektrik enerjisi elde edilmiş gibi de değerlendirilebilir (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Manyetik etki

d) Işık Etkisi ile Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Üzerine ışık enerjisi düşen bazı maddeler, maddede atomlarındaki serbest elektronları harekete geçirerek maddenin uç noktalarında bir gerilim meydana getirir. Bu olaya **fotovoltaik** adı verilir. Işık da bir enerji kaynağıdır ve foton adı verilen taneciklerin hareketiyle yayılır. Fotonlar elektronlara çarparak sahip olduğu enerjinin bir kısmını bırakır. Bunun sonucunda elektronlar yönlü bir hareket kazanarak elektrik akımının oluşmasını sağlar. Foto transistörler, fotoseller, güneş pilleri buna örnek verilebilir (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Güneş panelleri

e) Sürtünme ile Elektrik Enerjisinin Elde Edilmesi: Bazı maddelerin başka maddeler ile sürtünme yoluyla temas etmesi elektrik yükünü oluşturur ve bu durum dokunma ile elektriklenmenin bir türüdür. Camın kürkle sürtünmesi ya da saçın taranması sürtünme ile elektriklenmeye örnektir.

4.2. ELEKTRİK DEVRESİ ÇEŞİTLERİ

Elektrik devresi çeşitleri anahtarın, sigortanın veya iletkenin konumuna göre açık, kapalı ve kısa devre olarak adlandırılır.

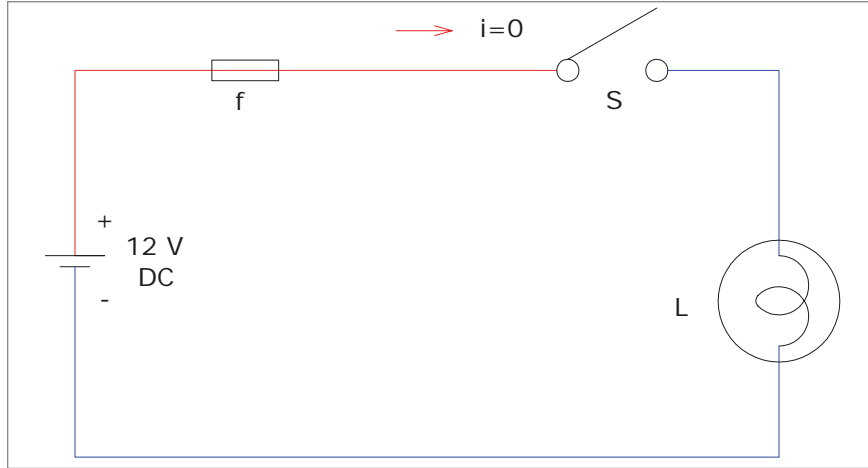
4.2.1. Elektrik Devre Şekilleri

Kullanım alanına göre çeşitli elektrik devreleri mevcuttur. Bir elektrik devresi kurulurken kullanılacak devre şekli belirlenmeli ve devre elemanları seçilmelidir. Ayrıca kullanılacak olan iletkenlerin kopuk olmamasına dikkat edilmelidir.

4.2.2. Yapısına Göre Elektrik Devre Çeşitleri

Yapısına göre elektrik devre çeşitleri şunlardır:

a) Açık Devre: Anahtarın açık olduğu ve devreden enerjinin geçmediği devrelere **açık devre** denir. Açık devrede alıcı çalışmaz (Görsel 4.7).

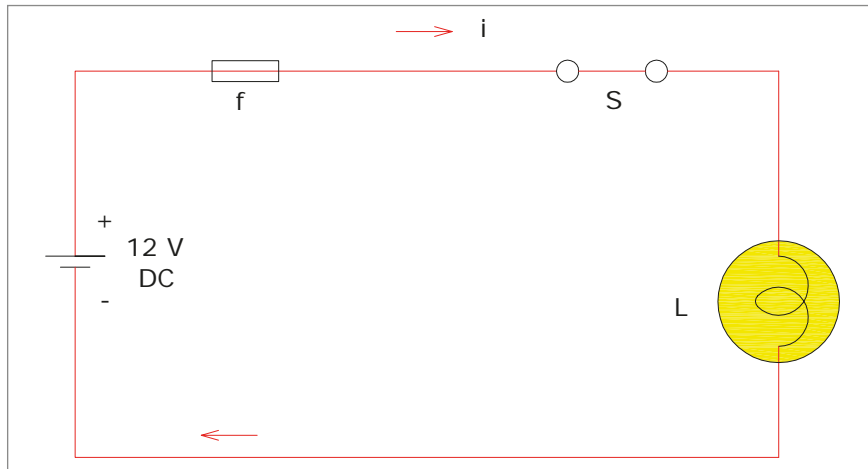


Görsel 4.7: Açık elektrik devresi

Bir elektrik devresinin açık devre olması için gerekli şartlar şunlardır:

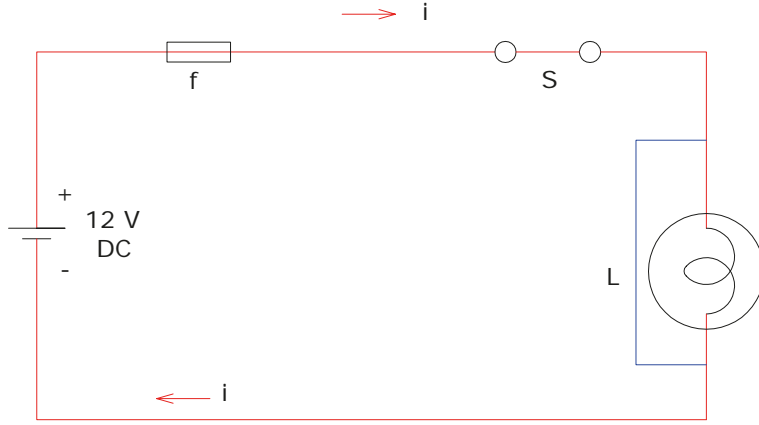
- Anahtarın açık olması
- Yükün arızalı olması
- Sigortanın devreyi açmış veya atk hâlde olması
- Ek yerlerinde temassızlık veya kopukluk olması
- İletkenlerin kopuk olması
- Elemanların bağlantısında temassızlık veya kopukluk olması

b) Kapalı (Aktif) Devre: Anahtarın kapalı olduğu ve devreden akımın geçtiği devrelere **kapalı devre** denir. Kapalı devrede alıcı çalışır (Görsel 4.8).

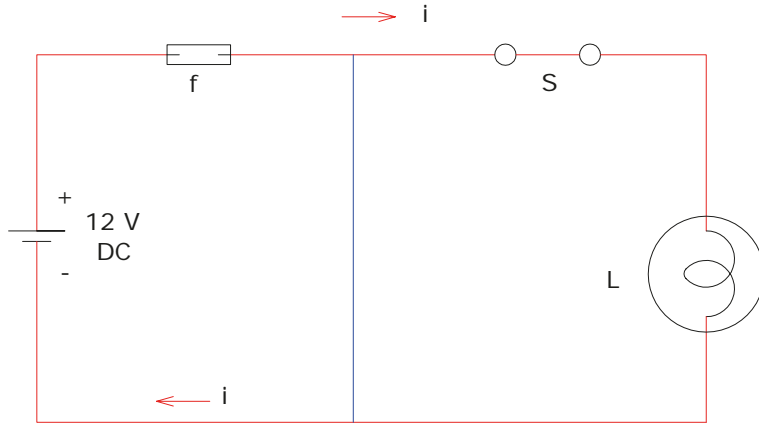


Görsel 4.8: Kapalı elektrik devresi

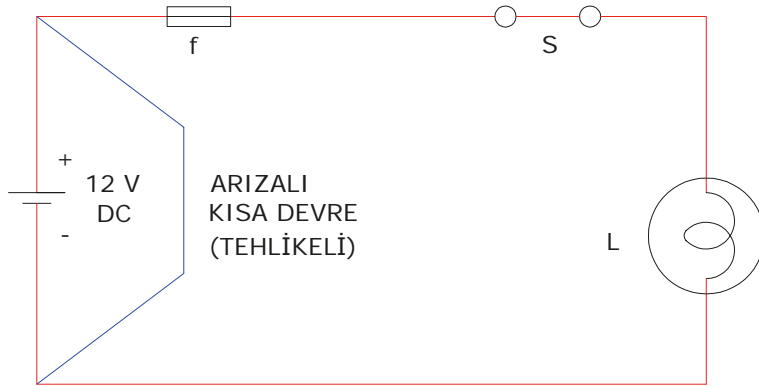
c) **Kısa Devre:** Elektrik akımının normal şartlar dışında en kısa yoldan devresini tamamladığı durumlara **kısa (kaçak) devre** denir. Kısa devre bir arıza hâli olup istenmeyen bir durumdur. Bu durumda sigorta atarak devreyi korur (Görsel 4.9, 4.10, 4.11).



Görsel 4.9: Lambanın kısa devre olması



Görsel 4.10: Lambanın kısa devre olması ve sigortanın atması



Görsel 4.11: Kaynağın kısa devre olması (arızalı devre)

1.

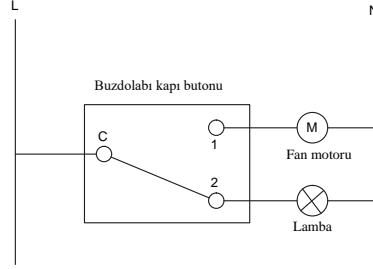
Uygulama

AÇIK VE KAPALI DEVRE KURMA



25967

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alıp açık ve kapalı devre kurmak (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: Açık ve kapalı devre

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kablo	Kablo uçlarına pabuç takılmış olmalıdır.	1 adet	Fan motoru	220 V	1 adet
Yan keski, pense		1 adet	Aydınlatma	220 V	1 adet
Buzdolabı kapı butonu		1 adet	Tornavida		1 adet
			Fiş	Erkek uçlu	1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Uçlarına pabuç bağlanmış kabloyu anahtarın ortak ucuna bağlayınız.
3. Uçlarına pabuç bağlanmış kabloyu açık devre üzerinde bulunan (1) çıkışa, diğer ucunu ise fan motoruna bağlayınız.
4. Uçlarına pabuç bağlanmış kabloyu kapalı devre üzerinde bulunan (2) çıkışa, diğer ucunu ise aydınlatmaya bağlayınız.
5. Aydınlatma ve fan motorunun boşa olan uçlarının nötr bağlantısını yaparak uçları fişe bağlayınız ve devreyi tamamlayınız.
6. Fişi taktığınızda aydınlatmanın yanıp fanın çalışmadığını, anahtara bastığınızda fanın devreye girip aydınlatmanın devre dışı kaldığını gözlemleyiniz.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kapı butonu ortak ucuna faz girişini yapar.	20	
2	Kapı butonun 1 numaralı ucuna fan bağlantısını yapar.	20	
3	Kapı butonun 2 numaralı ucuna aydınlatma bağlantısını yapar.	15	
4	Kurulan devreyi çalıştırır.	15	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

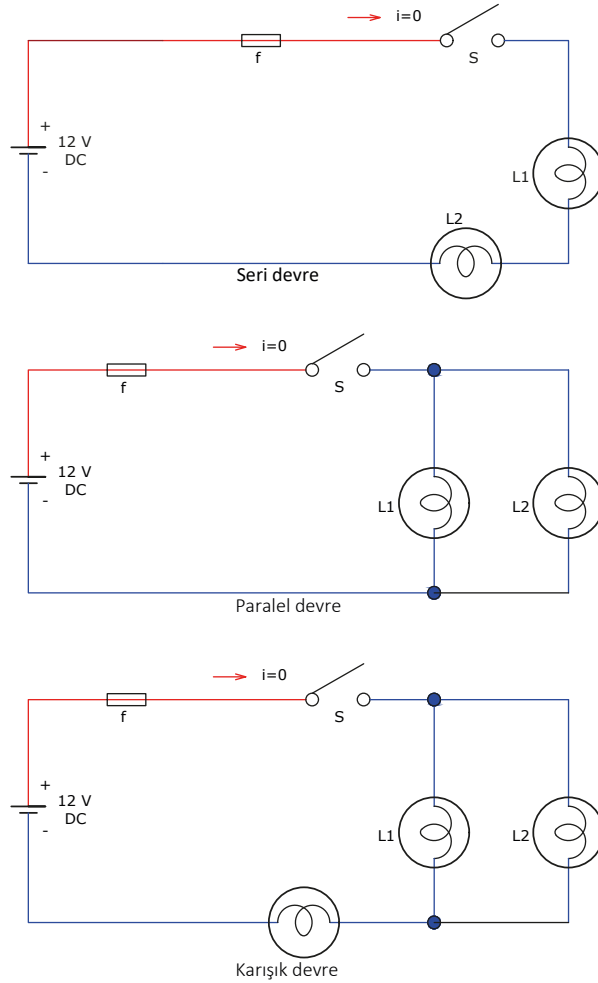
4.3. ALMAÇLA ÜRETECİN BAĞLANTI ŞEKLİNE GÖRE DEVRELER

Bağlantı çeşitleri devre üzerindeki elemanların çıkış ve giriş uçlarının bağlanma şekillerine göre adlandırılır.

- a) Seri Devre:** Devre elemanlarının çıkış ucunun giriş ucuna gelecek şekilde bağlandığı devrelerdir. Hangi devre olursa olsun eleman bağlantılarında çıkışından girişine yapılan tüm bağlantılar seri bağlantıdır.
- b) Paralel Devre:** Devredeki elemanların girişlerinin bir yerde, çıkışlarının bir yerde toplandığı devrelerdir. Bu şekildeki bağlantıya **paralel bağlantı** denir.
- c) Karışık Devre:** Devredeki elemanların birbirlerine karışık (seri-paralel) olarak bağlandıkları devrelerdir. Bu devrelerde hem seri hem paralel bağlantılar bulunur.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, elektrik devrelerinde almaç olarak ampul kullanıldığı takdirde (Görsel 4.13);

- Seri bağlı devrede akım, her yerde aynı iken paralel bağlı devrede aynı değildir.
- Seri bağlı devrelerde ampul sayısı arttıkça parlaklık azalırken paralel bağlı devrede değişmez.



Görsel 4.13: Seri, paralel ve karışık devre

4.3.1. Elektrik Devresi Elemanları

- a) **Kaynak (Batarya):** Herhangi bir enerjiyi (kimyasal, mekanik, ısı, ışık) elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına **kaynak (batarya, üreteç)** denir. Elektrik enerjisi üreten devre elemanıdır.
- b) **Sigorta (Koruma Elemanı):** Elektrik devresini normal çalışma değerlerinin üzerindeki değerlere karşı koruyan devre elemanına **sigorta (koruma elemanı)** denir.
- c) **Anahtar (Kontrol Elemanı):** Elektrik devresini açıp kapamaya yarayan kontrol elemanlarına **anahtar** denir. Buton, şalter gibi elemanlar birer anahtardır. Kalıcı kontrol için anahtar ve şalter, geçici kontrol için buton kullanılır.
- ç) **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.
- d) **İletken (Kablo):** Elektrik devresinde bulunan iki farklı elemanı birleştiren ve üzerinden akım geçiren elemana **iletken (kablo)** denir.

4.4. SERİ VE PARALEL DEVRELER

Seri bağlı devrelerde lambalar arda ardına bağlı olduğu için tek lambalı devreye göre parlaklık daha azdır. Seri devrelerde lambaların biri patlar veya sönerse tüm lambalar söner. lamba eklenmesi durumunda ise parlaklık azalacaktır. Paralel bağlı devrelerde ise akım tüm kollara eşit yayıldığı için tüm lambalar eşit parlaklık verecektir. lamba eklenip çıkarılması parlaklığı etkilemeyecektir.

4.4.1. Basit Elektrik Devre Tasarımı

Elektrik devresinin kurulumuna başlamadan önce kullanılacak malzemelerin bulunduğu, hatların belirtildiği devrenin çiziminin yapılması gereklidir. Elektrik devrelerinin sorunsuz çalışabilmesi için belirlenmiş devre çizimine uygun şekilde malzemelerin yerleştirilmesi ve bağlantılarının yapılması gerekmektedir. Elektrik devresinde devre elemanlarının dizilimi, güç aktarımı ve iletimi gibi konular da oldukça önemlidir. Örneğin paralel bağlı bir devrede tasarım yapılacaksa güç aktarımının elektrik devresine etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

Elektrik devrelerini kurmak için kullanılan plançete sayesinde devre tasarıma göre düzenlenebilir, sökülüp defalarca takılabilir ve istenen şekilde kurulabilir.

- a) **Seri Elektrik Devresi Tasarımı:** Seri elektrik devrelerinde elektrik enerjisi tek hat üzerinden geçmekte ve devreyi tamamlamaktadır. Yani elektrik enerjisi üzerinde hiçbir güç bölünmesi olmamaktadır.
- b) **Paralel Elektrik Devresi Tasarımı:** Paralel elektrik devresi yapımında dikkat edilmesi gereken durum, güç dağılım dengesinin ayarlanabilmesidir. Özellikle kaynak güç, akım, voltaj, hatların dağılımı ve devrenin tasarımı önemlidir.

2.

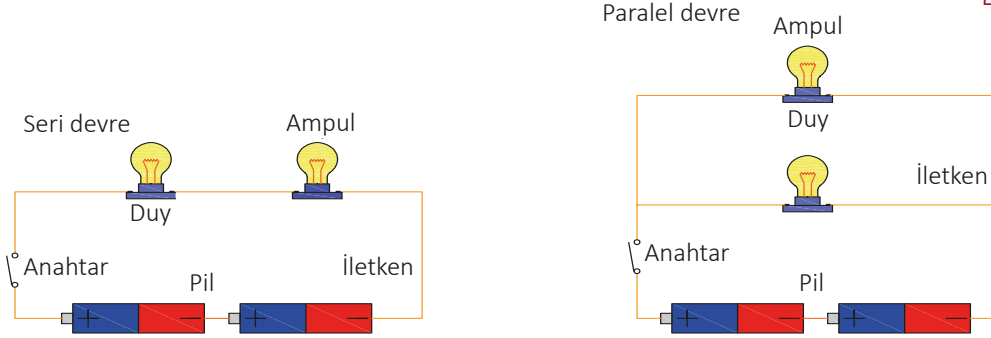
Uygulama

SERİ VE PARALEL DEVRE KURMA

Amaç: Seri ve paralel devre kurmak (Görsel 4.14).



25968



Görsel 4.14: Seri ve paralel devre

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kablo		1 metre	Anahtar	on- off	2 adet
Yan keski, pense		1 adet	Pil	1,5 volt	4 adet
Duy		4 adet	Plançete		2 adet
Aydınlatma	1,5- 3 volt	4 adet	Tornavida		1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Yukarıda şekli verilmiş seri ve paralel devreyi kurunuz.
3. İletkenleri görsel 4.14 'te belirtilen araç gereçlere bağlantısını yapınız.
4. Kurduğunuz devre üzerinde, ampüller arasındaki parlaklık farkını gözlemleyiniz.
5. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Pil bağlantısını uygun şekilde yapar.	20	
2	Projeye uygun şekilde ampul bağlantılarını yapar.	20	
3	Kurulan devreyi çalıştırır.	20	
4	Seri ve paralel devre arasındaki farkı açıklar.	10	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

1. Aşağıdakilerden hangisi sıcak ve soğuk uçlar arasında yönlü bir elektron hareketi ile sonuçlanan elektriksel üretim yöntemine verilen isimdir?

- A) Işık etkisi
- B) Manyetik etki
- C) Basınç etkisi
- D) Isı etkisi
- E) Kimyasal yolla

2. Elektrik akımının, normal şartlar dışında farklı bir yoldan bağlantısını tamamladığı devreye ne ad verilir?

- A) Açık
- B) Kapalı
- C) Kısa
- D) Paralel
- E) Seri

3. Anahtarın konumuyla adlandırılmış olan ve akımın geçtiği devrelere ne ad verilir?

- A) Açık
- B) Kapalı
- C) Kısa
- D) Paralel
- E) Seri

4. Elektrik devrelerini kurmak için kullanılan devrenin, tasarıma göre sökölüp takılabilemesini ve istenilen şekilde kurulabilmesini sağlayan malzemeye ne ad verilir?

- A) Fiş
- B) İletken
- C) Plançete
- D) Priz
- E) Sigorta

5. Aşağıdakilerden hangisi bir enerji kaynağının madde atomlarındaki serbest elektronları harekete geçirerek maddenin uç noktalarında gerilim meydana getirdiği enerji üretim yöntemidir?

- A) Isı etkisi
- B) Basınç etkisi
- C) Işık etkisi
- D) Manyetik etki
- E) Sürtünme

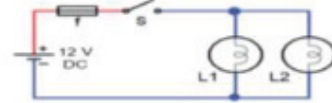
6. Aşağıdakilerden hangisi üreteç, almaç ve iletkenden kurulu basit yapıya verilen isimdir?

- A) Kurulu devre
- B) Elektrik devresi
- C) Aydınlatma devresi
- D) Açık devre
- E) Kapalı devre

7. Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresi elemanlarından değildir?

- A) Kaynak (Batarya)
- B) Sigorta (Koruma Elemanı)
- C) Anahtar (Kontrol Elemanı)
- D) İletken (Kablo)
- E) Prob (Sensör)

8.



Yukarıdaki şekilde gösterilen devre tipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Açık
- B) Kapalı
- C) Kısa
- D) Paralel
- E) Seri

9. Sıcak ve soğuk uçlar arasındaki sıcaklık farkı (ΔT) ne kadar büyükse elektriksel üretimin gücünü de o kadar yükselten malzemeye ne ad verilir?

- A) Biokütle
- B) Gelgit
- C) Hidroelektrik
- D) Jeotermal
- E) Termokulp

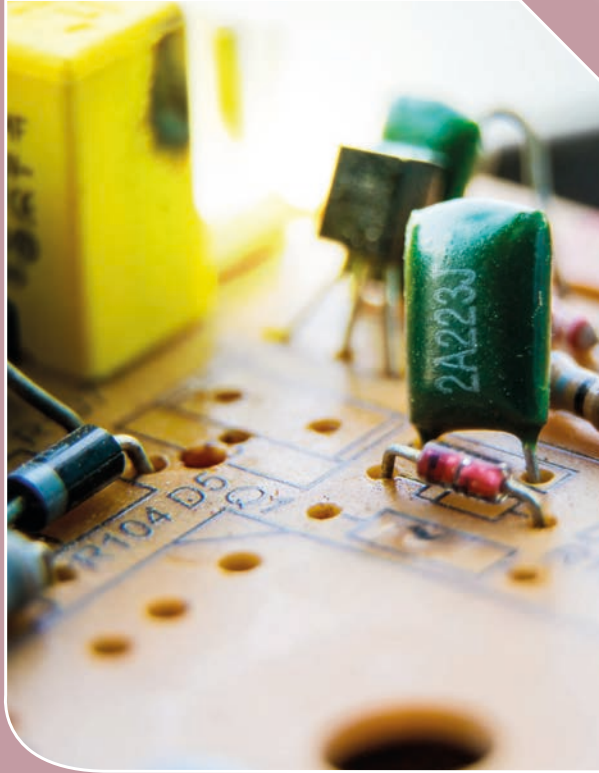
10. Almaçla üreticinin bağlantı şekline göre olan devreler aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Seri, paralel, karışık
- B) Seri, açık, karışık
- C) Seri, paralel, kapalı
- D) Seri, paralel, karışık
- E) Açık, kapalı, paralel

5.

ÖĞRENME BİRİMİ

GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ ÖLÇME



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 5.1. GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ**
- 5.2. DOĞRU AKIM**
- 5.3. ALTERNATİF AKIM**
- 5.4. OHM KANUNU**
- 5.5. ELEKTRİKSEL ÖLÇMEDE KULLANILAN ALETLER**
- 5.6. ELEKTRİKSEL ÖLÇME YAPMA**

TEMEL KAVRAMLAR

akım, alternatif akım, direnç, doğru akım, gerilim, ohm kanunu

5.1. GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ

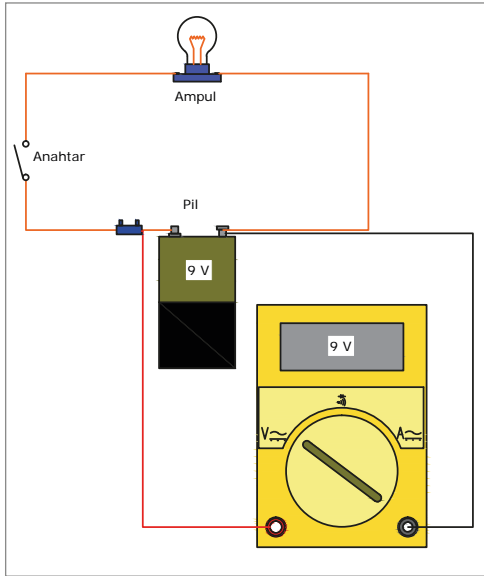
Gerilim, akım ve direnç elektriğin temel kavramlarını oluşturmaktadır. Gerilim, akımın oluşması yani elektronların hareketi için gerekli olan elektrik alan kuvvetidir. Akım, potansiyel fark (gerilim) etkisi sonucunda iletken bir madde üzerinden elektrik yüklerinin hareketi olarak tanımlanabilir. Hareket eden yükler, madde içerisindeki elektronlardır. Direnç, elektrik akımına karşı oluşan etkidir.

5.1.1. Elektromotor Kuvvet (EMK) ve Gerilim

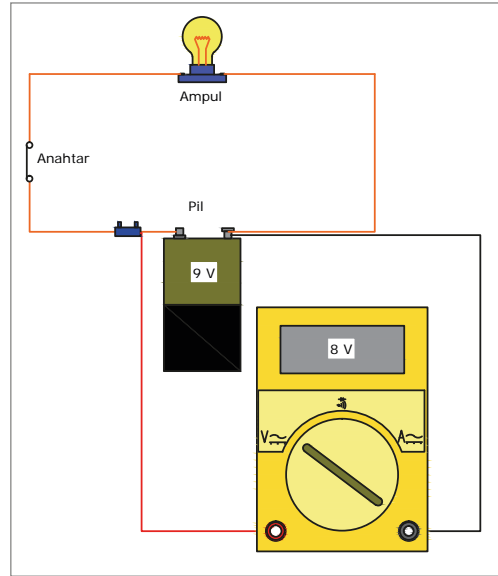
Elektromotor Kuvvet (EMK): Bir üretcin devre dışında, uçları arasında ölçülen değerine denir ve **E** harfi ile gösterilir. Birimi voltuttur.

Gerilim: Üretcin uçlarına bir almaç bağlandığında üretcin uçları arasında ölçülen değere **gerilim** adı verilir ve **U** harfi ile gösterilir. Gerilimde almaç üzerinde bir enerji harcanacağından bir gerilim düşmesi olur. Bu nedenle elektromotor kuvvet E , daima gerilim U 'dan büyüktür. Gerilimin ve EMK'nin birimi **volt** ve **V** harfi ile belirtilir.

Bir başka deyişle EMK, çalışmayan devrede kaynaktan ölçülen değerdir (Görsel 5.1). Gerilim ise çalışan bir devrenin herhangi bir noktası üzerinden alınan değerdir (Görsel 5.2). Gerilim ölçümünde değer küçük çıkar. Bunun sebebi ise kaynak olarak kullanılan pil, devreye bir akım verirken enerjinin bir kısmını harcar. Gerilim ve EMK ölçerken voltmetre veya avometre devreye paralel bağlanır.



Görsel 5.1: EMK ölçümü



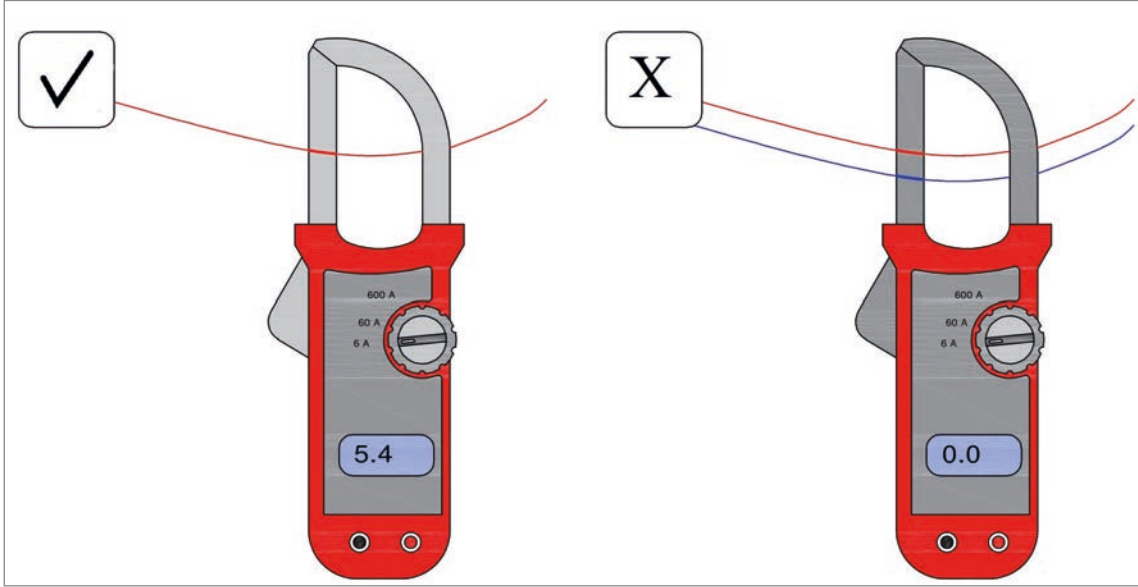
Görsel 5.2: Gerilim ölçümü

5.1.2. Ampermetre veya Pens Ampermetre ile Akım Ölçme

Bir hattı veya hattın akımını ölçmek için devrenin hattı kesilmeden kullanılan ölçüm cihazına **pens ampermetre** denir. Ampermetre devreye seri bağlanır fakat bunu bağlarken devreye müdahale etmek gerekir. Pens ampermetrelerde ise devreye müdahale etmeden penslerinin arasına kabloyu alarak manyetik alan etkisiyle ölçüm yapılabilir. Pens ampermetre akım haricinde üzerindeki prob lar ve kademe ayarlarıyla gerilim ve direnç gibi birçok değeri de ölçebilir.

Pens ampermetreler transformatör esasına göre çalışır. Pens ampermetredeki demir nüvenin bulunduğu kısım, açılıp kapanabilme özelliğine sahiptir. Akımı ölçülmek istenen kablo, pens ampermetrenin pensli olan ağız kısmından içeriye alınıp pensin ağız kapatılır.

Pens ampermetre ile ölçüm yapılırken pensin içerisine, akım taşıyan tek bir kablo alınarak ölçüm yapılır (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Pens ampermetreyle akım ölçme

5.1.3. Ohmmetre veya Pens Ampermetre ile Direnç Ölçme

Bir iletkenin elektrik akımına karşı gösterdiği zorluğa **direnç** denir. Elektrik akımına karşı gösterilen bu direnç, rezistans kelimesinin baş harfi R ile belirtilir. Direncin birimi ohmdur ve Ω (omega) sembolü ile gösterilir. Direnç ölçmek için kullanılan aletlere **ohmmetre** adı verilir (Görsel 5.4). Ohmmetrenin içinde pil bulunduğu için ölçme anında başka bir akım kaynağına ihtiyaç duyulmaz. Alet, direnç değerini doğrudan doğruya ohm olarak gösterir.

Elektrik ve elektronikte yer alan devre elemanlarının direnci, doğrudan ohmmetreyle ölçülebilir. Ohmmetre ile ölçümde, devre enerjisiz ve devre elemanının bir ucu devreden ayrılmış şekilde olmalıdır.



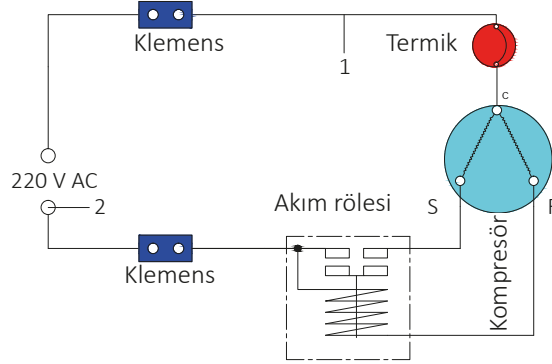
Görsel 5.4: Avometrenin ohmmetre kademesiyle direnç ölçme

1.

Uygulama

GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ ÖLÇME

Amaç: Gerilim, akım ve direnç ölçmek (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Kompresör akım rölesi ile yol verme

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kompresör	1/4 Hp	1 adet	Pens ampermetre		1 adet
Termik		1 adet	Kablo		1 adet
Röle		1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet
Avometre		1 adet			

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Çalışan devrede klemens 1 ve 2 arasına avometreyi $V \sim 500$ (Burada seçilen kademe 220 V üzerinde olmalıdır.) kademesine getirerek ölçüm yapınız.
3. Çalışan devrede 1 noktasında bulunan akım taşıyan iletkene pens ampermetre (Çalışma akımı üzerinde kademe ayarı yapınız.) bağlayarak akım ölçümünü yapınız.
4. Çalışan devrede 1 noktasında bulunan akım taşıyan iletkenin akım ölçümünü yapınız.
5. Avometreyi buzzer moduna alıp klemens 1 ile 2 numaralı noktanın arasında sağlamlık testi yapınız.
6. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kompresörün uçlarını doğru şekilde belirler.	20	
2	Termiği ortak uca bağlar.	15	
3	Röleyi bağlar.	15	
4	Devreye elektriği verir, devrenin çalışmasını kontrol eder.	20	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

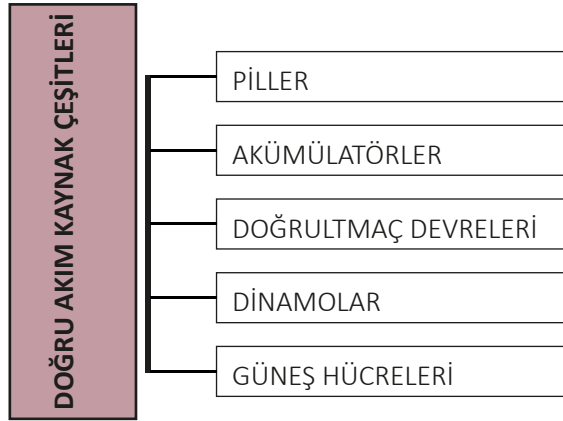
5.2. DOĞRU AKIM

Yönünü ve şiddetini değiştirmeyen akıma **doğru akım** denir. Elektronlar yön değiştirmeden negatif yüklü bir alandan pozitif yüklü bir alana hareket eder.

5.2.1. Doğru Akım Kaynakları

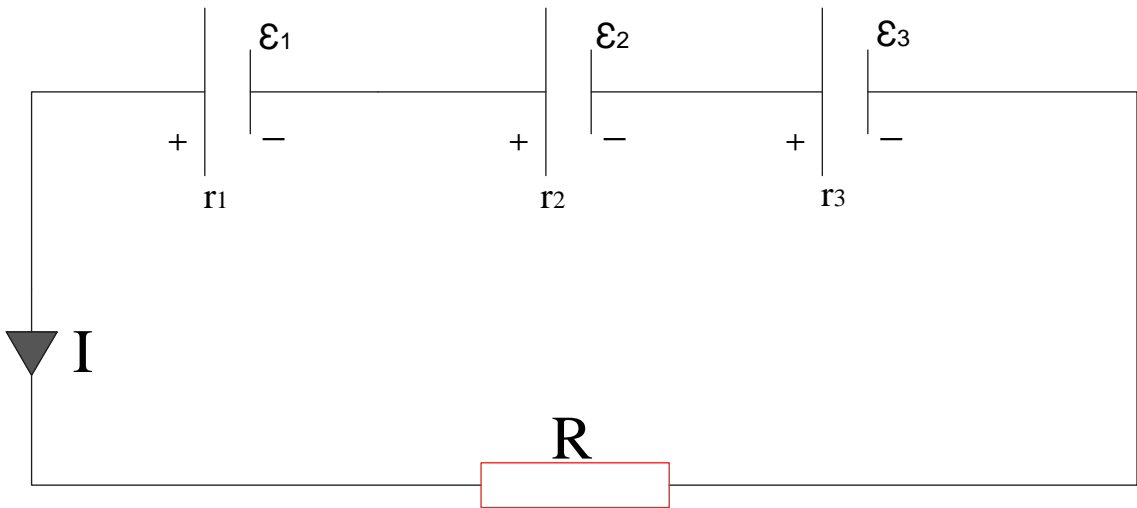
Kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten pil ve akümülatörler, ısı enerjisini elektrik enerjisine çeviren termokupllar, ışık enerjisini elektrik enerjisine çeviren fotoseller doğru akım kaynaklarıdır (Tablo 5.1). Diğer taraftan mekanik etkiyle manyetik yoldan elektrik enerjisi üreten dinamlar da doğru akım kaynağı olarak sayılabilir.

Tablo 5.1: Doğru Akım Kaynakları



5.2.2. Kaynakların Seri Bağlantısı

Görsel 5.6'daki devrede görüldüğü gibi EMK'leri $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ ve iç dirençleri r_1, r_2, r_3 olan üreteçlerin, birinin "+" kutbunu diğerinin "-" kutbuna birleştirerek yapılan bağlamaya **seri bağlama** denir. Amaç daha yüksek bir gerilim elde etmektir.



Görsel 5.6: Kaynakların seri bağlantısı

Seri bağılı bir devrede toplam gerilimi bulmak için:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \text{ (V)}$$

Devreden geçen akımı bulmak için:

$$I = \varepsilon / Rt = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) / (R_1 + R_2 + R_3)$$

formüllerinden yararlanılır.

ÖRNEK:

Her biri 1,5 V değerindeki üç pil birbirine seri olarak bağlanmıştır. Üretcin verebileceği toplam gerilim kaç voltur?

ÇÖZÜM:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 \text{ V}$$

ÖRNEK:

Birbirine seri bağılı üç pilin iç direnci 0,2 Ω 'dur. Toplam üç pilin iç direnci nedir?

ÇÖZÜM:

$$r_1 + r_2 + r_3 = 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,6 \Omega$$

ÖRNEK:

Birbirine seri bağılı 1,5 voltluk üç tane pilin iç direnci toplamı 6 Ω 'dur. Seri bağılı üç pilin uçlarına bağılı lamba 0,3 amper akım çekerse lamba uçlarına düşen gerilim kaç volt olur?

ÇÖZÜM:

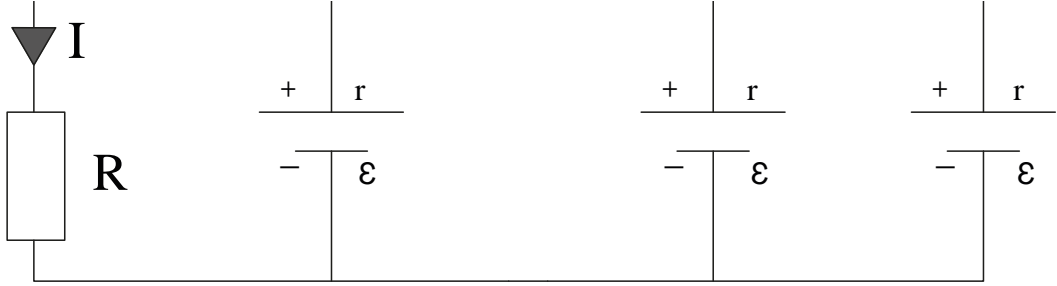
$$\text{Pilin uçlarında oluşan gerilim} = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 \text{ V}$$

$$\text{Pil içinde harcanan gerilim} = 0,3 \times (6) = 0,18 \text{ V}$$

$$\text{Lamba ucuna düşecek gerilim} = 4,5 - 0,18 = 4,32 \text{ V}$$

5.2.3. Kaynakların Paralel Bağlantısı

Paralel bağlanacak doğru akım kaynaklarının EMK'leri eşit olmak zorundadır. Çünkü diğerlerinden daha az EMK'ye sahip olursa kaynak içinden fazla akım geçer ve kaynak bozulur. Paralel bağlama-daki amaç, daha fazla akım elde etmektir. Böylece yükler daha uzun zaman çalıştırılabilir (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Kaynakların paralel bağlantısı

Paralel bağlı kaynakların toplam gerilimi herhangi bir koldaki gerilime eşittir.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 \text{ (V)}$$

n tane aynı direnç özelliğine sahip kaynakların eşdeğer direnci:

$$r_{eş} = r/n \text{ (}\Omega\text{)}$$

R direnci üzerinden geçen toplam akım değeri:

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R} = \frac{\varepsilon}{(Rt + r_{eş})} \text{ (A)}$$

ÖRNEK:

Birbirine paralel bağlı 1,5 voltluk üç pilin her birinin iç direnci 0,3 Ω 'dur. Buna göre üreteç devresinin toplam gerilimini ve pillerin iç dirençleri toplamını bulunuz.

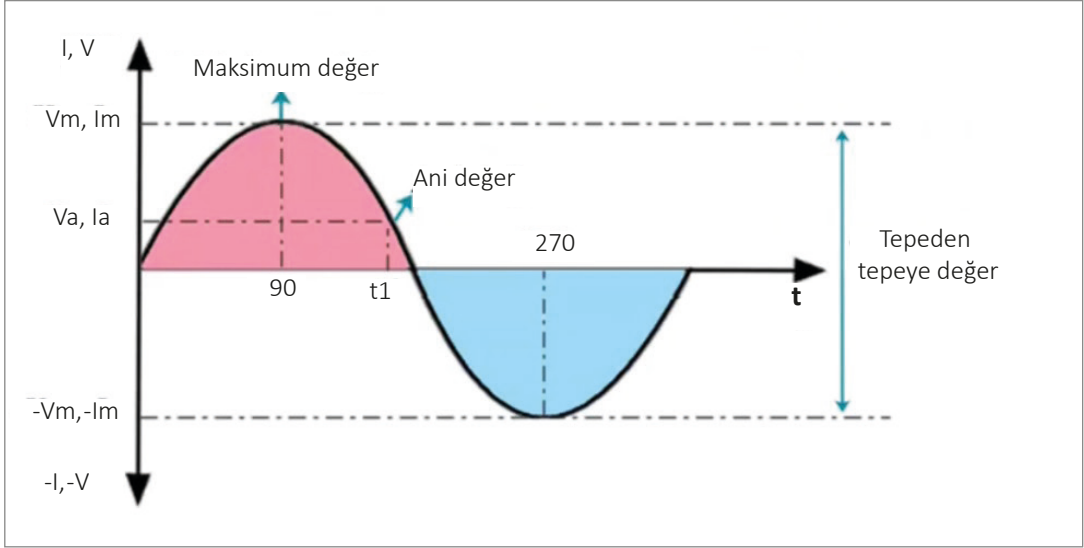
ÇÖZÜM:

Toplam gerilim: $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 1,5 \text{ V}$

Eşdeğer direnç: $r_{eş} = r/(n) = 0,3/3 = 0,1 \text{ (}\Omega\text{)}$

5.3. ALTERNATİF AKIM

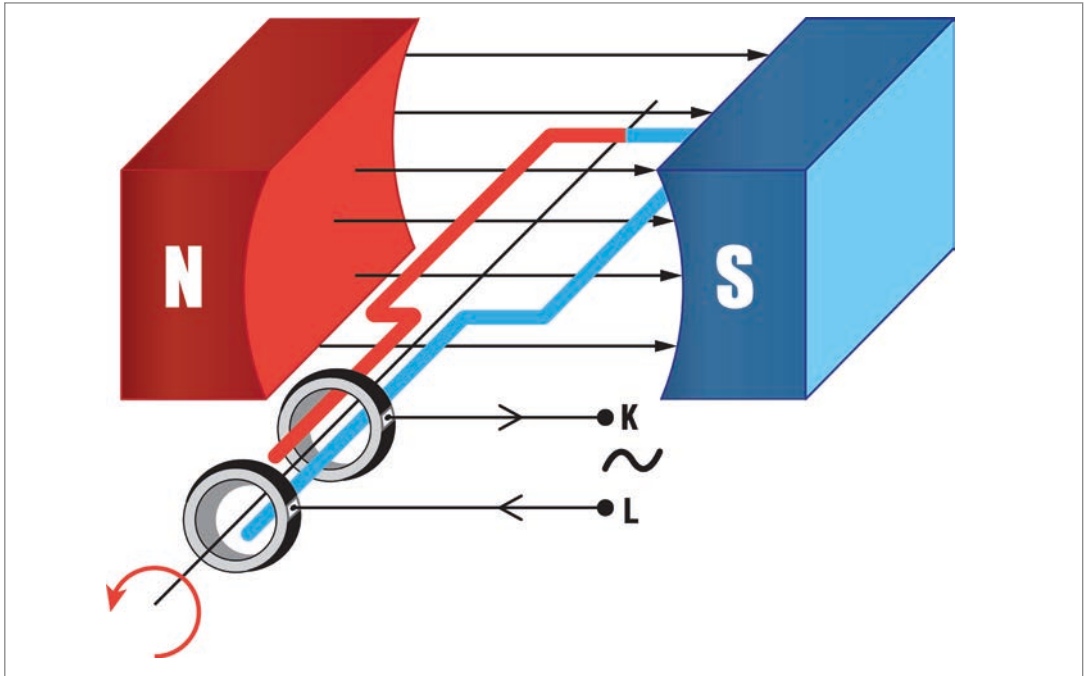
Zamana bağılı olarak yönü ve şiddeti değişen akıma **alternatif akım (AC)** denir. İş yerlerindeki ve evlerdeki elektrik, alternatif akım sınıfına girer. Zamana göre akım veya gerilim yarım periyotta ($T/2$) "+", yarım periyotta "-" değer alır. Türkiye'de frekans 50 Hz olduğu için bu olay 1 saniyede 50 kez tekrarlanır ($T=$ Periyot) (Görsel 5.8).



Görsel 5.8: Alternatif akım eğrisi

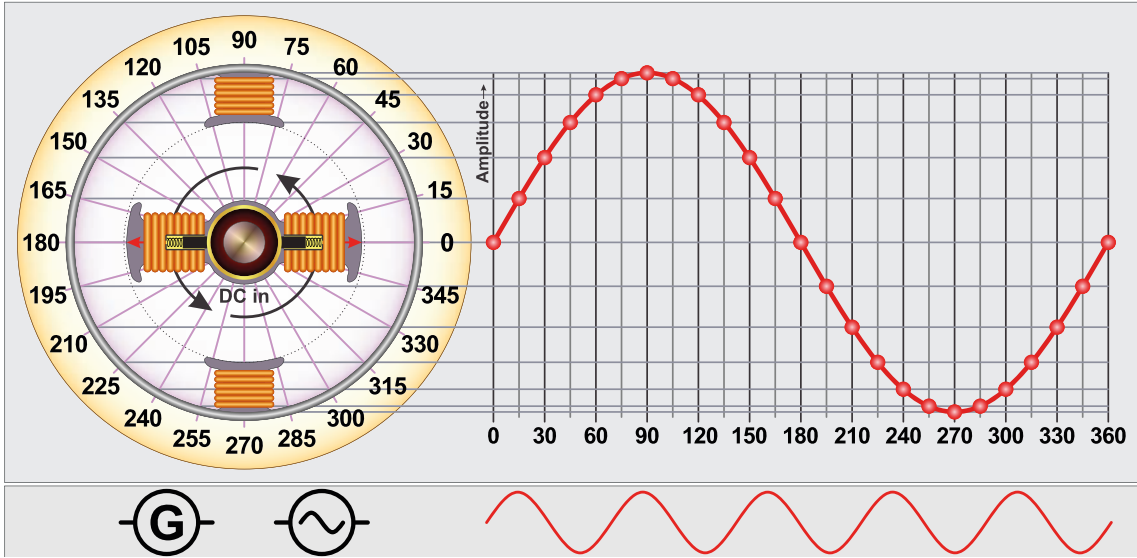
5.3.1. Alternatif Akım Kaynakları

Alternatif akım ya da gerilimin elde edilmesinde alternatör denilen aygıtlar kullanılır (Görsel 5.9).



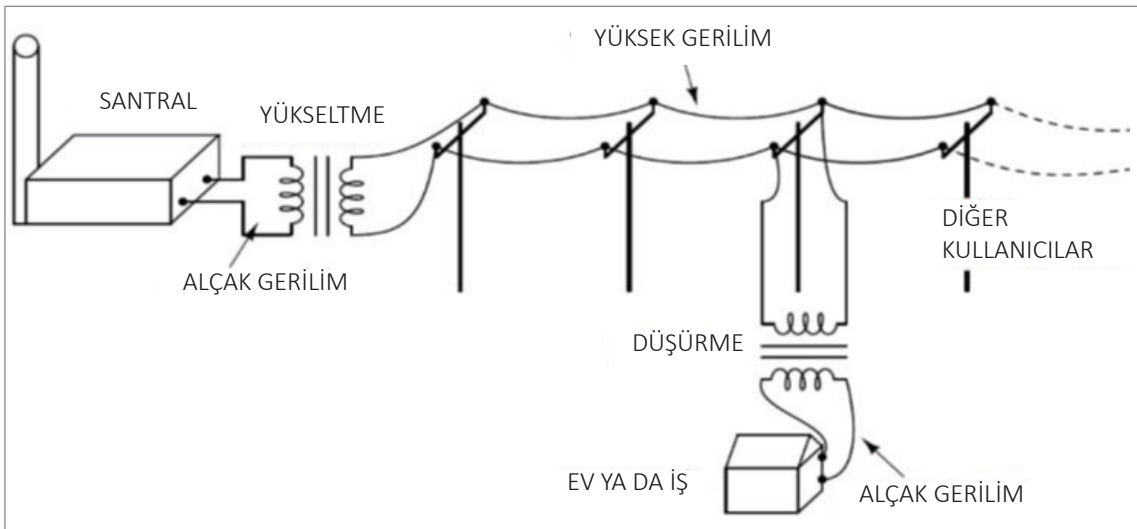
Görsel 5.9: Tek fazlı alternatör modeli

Manyetik alan içinde tel çerçeve dönerken bir tam devir için (360° lik dönüş için) geçen süre T ise bu süre içinde akımın zamana bağlı değişimi, şöyle ifade edilebilir: Tel çerçevenin harekete başladığı an ile $T/4$ zaman aralığında akım, sıfırdan pozitif maksimum değerine ulaşır. $T/4$ ile $T/2$ zaman aralığında akım maksimum değerinden en küçük değerine iner. $T/2$ ile $3T/4$ zaman aralığında sıfırdan negatif maksimum değerine ulaşır. $3T/4$ ile T zaman aralığında ise akım ters yönde maksimum değerinden başlangıç konumuna döner. Böylece tel çerçeve 360° dönmüş olur. Akım bu esnada iki kez yön değiştirir (Görsel 5.10).



Görsel 5.10: Manyetik alan içinde hareket eden iletken

AC gerilim, elektrik santrallerinde çok daha büyük alternatörler yardımıyla üretilir. Üretilen bu AC gerilim, iletim hatlarında meydana gelebilecek kayıpları azaltabilmek için transformatörler ile yükseltilir. Gerilim yükseltilirken akım düşürülerek iletim hatlarında kullanılan iletkenlerin çapları da küçültülmüş olur. Son kullanıcıya ulaştırılmadan önce bu yüksek gerilim tekrar transformatörler ile düşürülür. Bu sefer gerilim düşürülürken akım yükseltilmiş olur (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: AC gerilimin üretilmesi ve iletilmesi

5.3.2. Transformatör Kullanarak Gerilim Düşürme

Elektromanyetik endüksiyon yolu ile akımı veya gerilimi, frekansı değiştirmeden yükselten veya düşüren hareketli parçası olmayan elektrik makinelerine **transformatör (trafo)** denir. Bir ve üç fazlı olarak üretilir. Transformatörler ince silisli saclardan oluşan kapalı bir manyetik gövde üzerine, yalıtılmış iletkenlerle sarılan sargılardan oluşur.

5.3.2.1. Manyetik Nüve

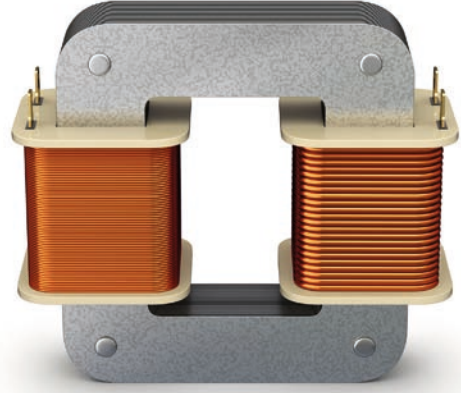
Transformatörlerin nüveleri 0,30 – 0,50 mm kalınlığında ve birbirinden yalıtılmış özel silisli sacların bir araya getirilip sıkıştırılması ile meydana gelir.

Bu sac nüvelerin dışında 2-60 kHz frekanslı devrelerde kullanılan transformatörler ferit nüveli olarak yapılır (Görsel 5.12).

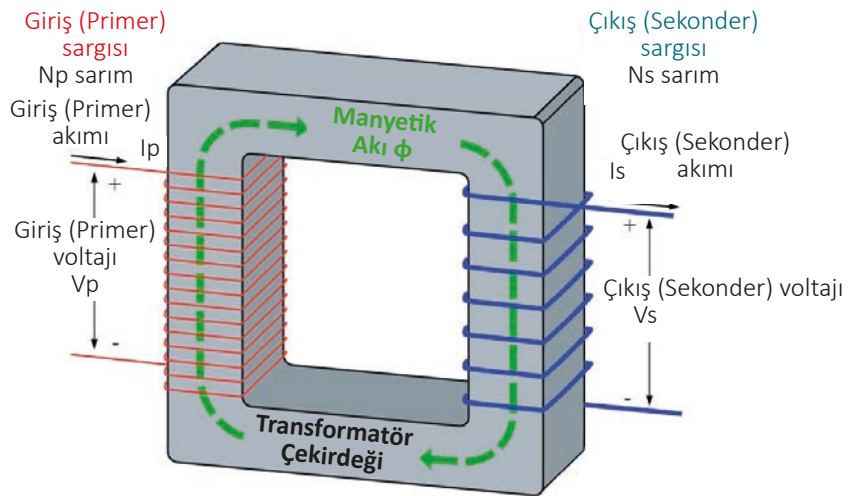
Transformatörler daha çok, enerji iletimi ve dağıtımında kullanılır. Bunun yanı sıra birçok cihazda gerilim dönüştürücü olarak kullanılır.

Elektrik enerjisinin santrallerden, kullanım alanlarına iletimi sırasında hatlarda ısı şeklinde güç kaybı ve gerilim düşümü olur. Bu durumu asgariye indirmek için güç sabit tutulup gerilimin yükseltilmesi gerekir. Bu, akımın düşürülmesi demektir. Böylece hatlarda kullanılan iletkenlerin kesitleri küçülür, kayıplar azalır ve iletken maliyeti dolayısıyla da iletim maliyetleri düşer.

Transformatör, AC sistemlerde gerilimin seviyesini frekans değiştirilmeden manyetik indüksiyon yoluyla dönüştürmek için kullanılan ve hareketli parçası bulunmayan bir elektrik makinesidir. Transformatörler; ince, silisli (Silis, oksijen ve silisyumdan oluşan çok dayanıklı bir malzemedir.) saclardan oluşan kapalı bir manyetik gövde ile bunun üzerine sarılan yalıtılmış iletken sargılardan oluşur (Görsel 5.13).



Görsel 5.12: Tek fazlı transformatörler



Görsel 5.13: Tek fazlı transformatörün yapısı

Transformatörlerin primer ve sekonder sargıları birbirlerinden elektriksel olarak yalıtıldıkları gibi nüveden de yalıtılır. Yalıtkan olarak pres bant, kâğıt, mika, bazı plastik maddeler, çeşitli yağlar, pamuk reçine, ağaç takozlar ve pertinaks gibi bazı maddeler kullanılır.

5.4. OHM KANUNU

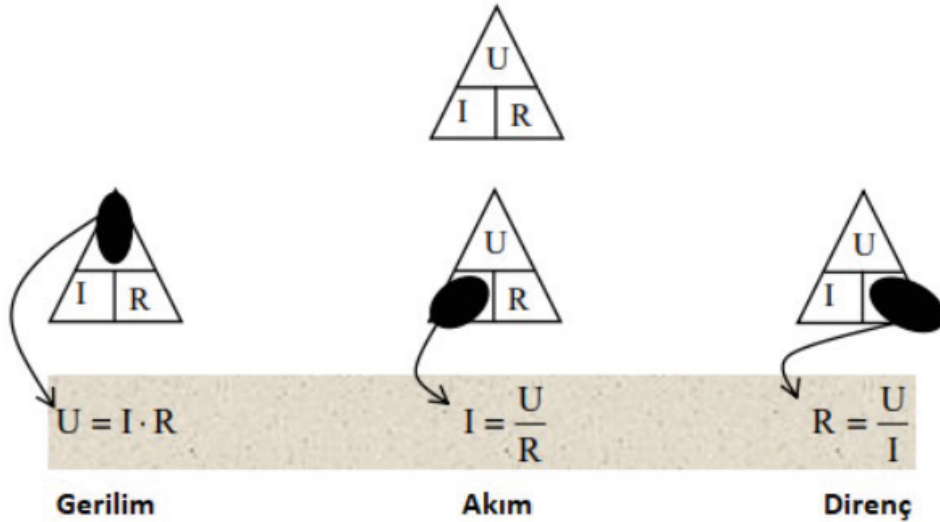
Bir elektrik devresinde akım, voltaj ve direnç arasındaki bağlantıyı veren kanuna **Ohm (Ω) kanunu** denir (Görsel 5.14).

5.4.1. Gerilim, Akım ve Direnç Ölçme

Elektriksel değerlerin hesaplanmasında sıklıkla kullanılan Ohm kanunu, elektrik devrelerinde gerilim, akım ve direnç değerlerinin bulunmasını sağlar. Bu değerlerden birinin bulunabilmesi için diğer iki değer bilinmesi gereklidir. Gerilim, akım ve direnç değerlerinin daha kolay formüle edilmesi için Tablo 5.2'deki gibi kısaltmalar kullanılabilir.

Tablo 5.2: Ohm Kanunu Sembolleri

	Gerilim	Akım	Direnç	Güç
Sembölü	U veya E	I	R	P
Birimi	Volt	Amper	OHM	Watt
Birim Sembölü	V	A	Ω	W



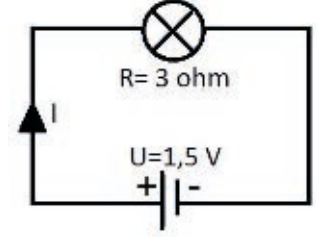
Görsel 5.14: Ohm kanunu üçgeni

$U = I \cdot R$	$U = P \cdot I$	$U = \sqrt{P \cdot R}$
$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{P}{U}$	$I = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{R}}$

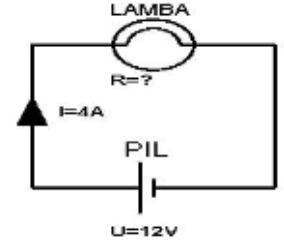
$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{U^2}{P}$	$R = \frac{P^2}{I}$
$P = U \cdot I$	$P = U^2 \cdot R$	$P = \frac{U^2}{R}$

ÖRNEK:

1,5 V'luk pilin uçları arasına direnci 3Ω olan bir ampul bağlanmıştır. Ampul üzerinden geçen akımı hesaplayınız.

**ÇÖZÜM:****ÖRNEK:**

12 V'luk bir pile bağlı bir devreden 4A akım geçmektedir. Devredeki lambanın direnci kaç ohmdur?den geçen akımı hesaplayınız.

**ÇÖZÜM:**

$U = 12 \text{ V}$ ve $I = 4 \text{ A}$ olduğuna göre;

$$R = U/I = 12 / 4 = 3 \Omega$$

ÖRNEK:

5Ω 'luk direnci olan lambadan 2A akım geçmektedir. Devrenin kaynak gerilimi kaç voltur? Ayrıca lambanın gücü kaç Watt'tır?

ÇÖZÜM:

$I = 2 \text{ A}$ ve $R = 5 \Omega$ ise;

$$U = I \cdot R = 2,5 = 10 \text{ V}$$

$$P = I^2 \cdot R = 2^2 \cdot 5 = 20$$

2.

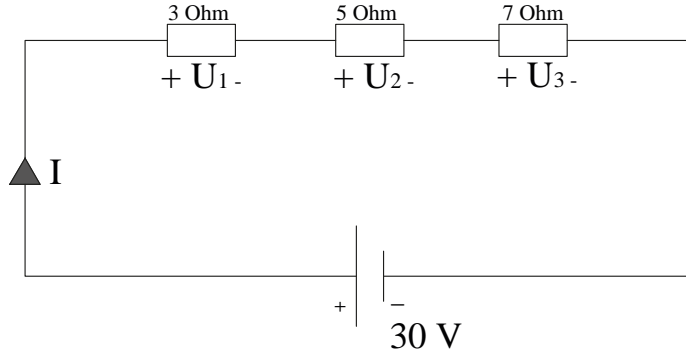
Uygulama

OHM KANUNU

Amaç: Ohm kanunu ile ilgili örnek soruları çözmek.

ÖRNEK:

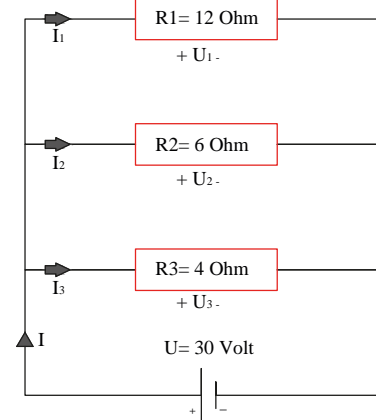
Şekilde verilen devrede, devreden geçen akımı ve her bir direnç üzerine düşen gerilimleri bulunuz.



ÇÖZÜM:

ÖRNEK:

Şekilde verilen devrede, dirençler üzerinden geçen akımları ve devreden geçen akımı bulunuz.



ÇÖZÜM:

5.5. ELEKTRİKSEL ÖLÇMEDE KULLANILAN ALETLER

Elektriksel büyüklüklerin her biri için elektriksel ölçüm aletleri mevcuttur.

- Direnç; endüktans ve kapasite tip LCR metre,
- Akım; ampermetre,
- Gerilim; voltmetre,
- Elektriksel güç; wattmetre,
- Frekans; frekansmetre,
- Elektrik enerjisi; elektrik sayacı ile ölçülür.

Elektriksel büyüklüklerin ölçümünü zorunlu kılan 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 durumlar için önlem almak
- Elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak
- Devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak
- Enerji olup olmadığını kontrol etmek

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır (Görsel 5.15).



Görsel 5.15 : Ölçüm aletlerinin sınıflandırılması

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri çok çeşitli tip ve modellerde olmasına karşın bazı ortak özellikleri ile aynı çatı altında gruplandırılabilir. Bu gruplandırmalar; ölçtüğü büyüklüğün doğruluk derecesine göre, ölçüm aletlerinin gösterme şekline göre ve kullanım yerine göre yapılır (Görsel 5.16).



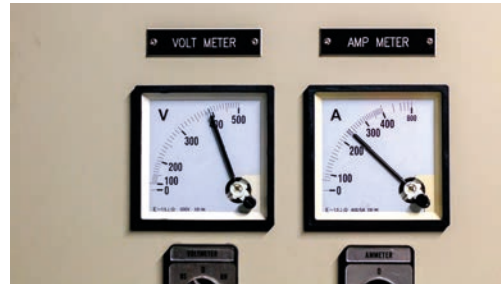
Görsel 5.16: Dijital ve şebeke analizörü ölçü aletleri

5.5.1. Yapısına Göre Ölçüm Aletleri

Yapısına göre elektriksel ölçüm aletleri, kendi aralarında ikiye ayrılır. Bunlar analog ölçüm aletleri ve dijital ölçüm aletleridir.

Analog Ölçüm Aletleri

Ölçtüğü değeri skala taksimatı üzerinden ibre ile gösteren ölçü aletleridir. Bu ölçüm aletlerinde değer okumak daha zor gibi görünse de analog ölçüm aletleri daha hassas ölçümlere olanak sağlar. Görsel 5.17'de bazı analog ölçüm aletleri görülmektedir.



Görsel 5.17: Analog ölçüm aletleri

Dijital Ölçüm Aletleri

Ölçtüğü değeri, dijital bir göstergede sayılarla gösteren ölçüm aletidir. Bu ölçüm aletlerinin kullanımı kolay olup özellikleri analog ölçüm aletlerine göre daha fazladır. Günümüzde, dijital ölçüm aletleri ile ölçülen değerlerin bilgisayar ortamına taşınması ve kullanılması gibi özellikler ilave edilerek işlemler yapılabilir. Dijital ölçüm aletleri, ölçüm aletlerine yeni nitelikler ilave edilerek geliştirilen ölçüm aletleridir (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Dijital ölçüm aletleri

5.5.2. Ölçtüğü Büyüklüğü Gösterme Şekline Göre Ölçüm Aletleri

Ölçtüğü büyüklüğü kişiye çeşitli şekillerde yansıtan ölçüm aletleri, kendi aralarında üçe ayrılır. Bunlar: gösteren ölçüm aletleri, kaydedici ölçüm aletleri, toplayıcı ölçüm aletleri.

Gösteren Ölçüm Aletleri

Bu ölçüm aletleri ölçtükleri elektriksel büyüklüğün o andaki değerini skalasından veya göstergesinden gösteren, başka bir ölçüme geçildiğinde eski değeri kaybedip yeni ölçüm değerini gösteren ölçüm aletleridir (Görsel 5.19).



Görsel 5.19: Gösteren ölçüm aletleri

Kaydedici Ölçüm Aletleri

Ölçülen büyüklüğün değerini, zamana bağlı olarak içerisindeki belleğe kaydeden ölçüm aletleridir. Bir bağlantı portu ile belleğe kaydedilen veriler cihaza ait program ile bilgisayara aktarılmaktadır. Bu tip ölçüm aletleri genellikle geniş sahada, büyük üretim tesislerinde birçok elektriksel veriyi kayıt altına almak ve enerjinin takibini yapmak için kullanılır.

Toplayıcı Ölçüm Aletleri

Toplayıcı ölçüm aletleri, ölçtükleri elektriksel büyüklük değerini zamana bağlı olarak toplar (Görsel 5.20). Bu ölçüm aletlerinin ekranında okunan değer, ölçüme başladığı andan itibaren ölçtüğü değerdir. Yani ölçtüğü değeri bir önceki değerine ilave ederek ölçüm yapar. Enerji kesildiğinde ölçülen değer sıfırlanmaz. Elektrik sayaçları bu tip ölçü aletlerine verilebilecek en iyi örneklerden biridir.



Görsel 5.20: Toplayıcı ölçüm aletleri

5.5.3. Kullanım Yerlerine Göre Ölçüm Aletleri

Kullanım şekline göre ölçü aletleri taşınabilir ve pano tipi olmak üzere ikiye ayrılır.

Taşınabilir Ölçüm Aletleri

Bu tür ölçüm aletleri çoğunlukla atölye, işletme ve laboratuvar ortamlarında pratik ölçüm yapmak amacı ile kullanılan, sabit bir yere monte edilmeyen ölçüm aletleridir (Görsel 5.21). Bu tip ölçüm aletleri kendine ait bir kapalı kap içerisine alınmış, taşınmaya uygundur. Ancak çarpma ve darbelere karşı hassas olduklarından kullanımında gerekli özen gösterilmelidir.



Görsel 5.21: Taşınabilir ölçüm aletleri

Pano Tipi Ölçüm Aletleri

Bu tür ölçüm aletleri sanayide, fabrikalarda, atölyelerde ve elektriksel büyüklüklerin sık sık kontrol edilmesi istenen yerlerde kullanılır. Pano veya tablo üzerine özel montaj malzemeleri kullanılarak sabitlenen bu ölçüm aletleri, dik çalışacak şekilde tasarlanır (Görsel 5.22). Günlük ölçümlerde ve deney masalarında kullanım için uygun değildir. Pano tipi ölçüm aletleri sipariş edilirken gösterme şekli ne olursa olsun üç ayrı ölçüde imal edilir. Bu ölçüler 72x72, 96x96, 144x144 mm şeklindedir. Bu boyutlar arasında teknik olarak bir farklılık olmayıp görünüş ve okuma kolaylığı dikkate alınarak seçim yapılır.



Görsel 5.22: Pano tipi ölçüm aletleri

3.

Uygulama

ÖLÇÜM YAPIMI

Amaç: Atölyede bulunan cihazlar üzerinde elektriksel ölçümler yapmak ve ölçme aletiyle yapılan ölçüm değerlerini Tablo 5.3'e yazmak.

Tablo 5.3: Ölçüm Değerleri Tablosu

ADI	VOLT	AMPER	OHM	HZ	KULLANIM MİKTARI (W)
Yapısına göre					
Kullanım yerine göre					
Gösterme şekline göre					

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Yapısına göre ölçüm aleti	Dijital göstergeli	1 adet
Kullanım yerine göre ölçü aleti	Pano tip	1 adet
Gösterme şekline göre ölçü aleti	Kaydedici tip	1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Üç farklı ölçüm aletini hazırlayınız.
3. 220 V daire testere açık konumda iken ölçümleri yazınız.
4. 220 V daire testere kesim yaparken ölçümleri yazınız.
5. 220 V daire testerenin kaç w enerji tükettiğini yazınız.
6. Bulduğunuz değerleri yukarıdaki tabloya yazınız.
7. Üç farklı ölçüm aletinin değerlerini karşılaştırınız.
8. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kullanım alanına göre ölçü aletlerini hazırlar.	15	
2	Ölçü aletini uygun konum ve büyüklükte ayarlar.	20	
3	Cihaz açıkken gerilim ve akım değerlerini ölçer.	20	
4	Cihaz kullanılırken gerilim ve akım değerlerini ölçer.	15	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

5.6. ELEKTRİKSEL ÖLÇME YAPMA

Dijital ölçü aletleri, ölçtüğü değerini ayrıntılı olarak üst ve alt katlarını belirtip sayısal olarak ölçebilmektedir. Dijital ölçü aletleri, analog ölçü aletlerinde olduğu gibi tek büyüklüğü ölçmek için ampermetre, voltmetre, wattmetre vb. şekilde yapılmaktadır. Birden fazla büyüklüğün ölçülmesi ve değişik test işlemleri için dijital multimetreler kullanılmaktadır.

5.6.1. Elektriksel Ölçmelerde Voltmetre Kullanımı

Gerilim, bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan etki olup iki nokta arasındaki potansiyel fark olarak ifade edilir. V harfi ile gösterilir. Gerilim birimi **volttur**. Elektrik devrelerinde gerilim ölçmeye yarayan ölçü aletlerine **voltmetre** denir. Voltmetreler devreye paralel bağlanır. Bu bağlantı şeklinden dolayı kaynağın veya devrenin gerilimini düşürecek kadar akım çekmemelidir. Bu da voltmetrelerin iç direncinin yüksek olmasını gerektirir. Elektrik devrelerinde voltmetrenin yanlışlıkla seri bağlanması durumunda iç direnci çok fazla olduğundan kaynak geriliminin büyük bir kısmı voltmetre üzerine düşeceğinden alıcı düzgün olarak çalışmaz. Eğer alıcı yüksek akımlı ise bu durumda voltmetre, seri bağlandığında yanarak kullanılmaz hâle gelebilir. Voltmetrenin dijital, analog, taşınabilir, pano tipi bulunmaktadır. İhtiyaca uygun voltmetre seçilerek kullanılır. Görsel 5.23'te dijital pano tipi voltmetre görülmektedir.



Görsel 5.23: Dijital pano tipi voltmetre

5.6.2. Elektriksel Ölçmelerde Ohmmetre Kullanma

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluk, direnç olarak ifade edilebilir; birimi ohmdur. Omega ile gösterilir (Ω).

Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında alıcıdan akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Buradan şu sonuca varılabilir: Eğer iletkenin direnci fazla ise geçen akım miktarı az, iletkenin direnci az ise geçen akım miktarı fazladır.

Tek direnç kademeli multimetrelerde ölçüm aleti kademe anahtarı, direnç Ω kademesine alınır. Direnç ölçümü tekniğine uygun olarak yapılır. Bu tip ölçü aletleri Ω , k Ω , M Ω kademeleri arasındaki geçişi kendisi yapar ve değer ekranında ölçülen değer yanında mutlaka Ω , k Ω , M Ω ifadelerinden uygun olan yer alır. Direnç değerinin birimi bu ifadeye göre okunur (Görsel 5.24).



Görsel 5.24: Tek direnç kademeli multimetre

Ohmmetreler direnç ölçmenin yanında elektrik elektronik devrelerinde, açık ve kapalı devre kontrollerinde sıkça kullanılmaktadır. Ohmmetreler ölçüm yapmak için mutlaka kendine ait bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar. Bu gereksinim genellikle 9 V veya 1,5 V'luk pillerin seri bağlanması ile giderilir.

Dijital ohmmetre veya multimetre ile ölçüm sonucunu tayin etmek daha kolaydır. Ancak, dijital ohmmetre veya multimetreler ile direnç ölçümü yapılırken hatasız bir ölçüm yapabilmek için dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Günümüzde kademe anahtarı direnç ölçme konumuna getirildikten sonra kademe seçimi (200, 2K, 20K...2M) gerektirmeyen ölçü aletleri yaygındır. Ancak kademe seçimi gerektiren ohmmetre veya multimetrelerde doğru kademe seçimi yapmak önemlidir. Direnç ölçümü yapılırken uygun kademe seçimi aşağıdaki örnekte açıklanmaktadır.

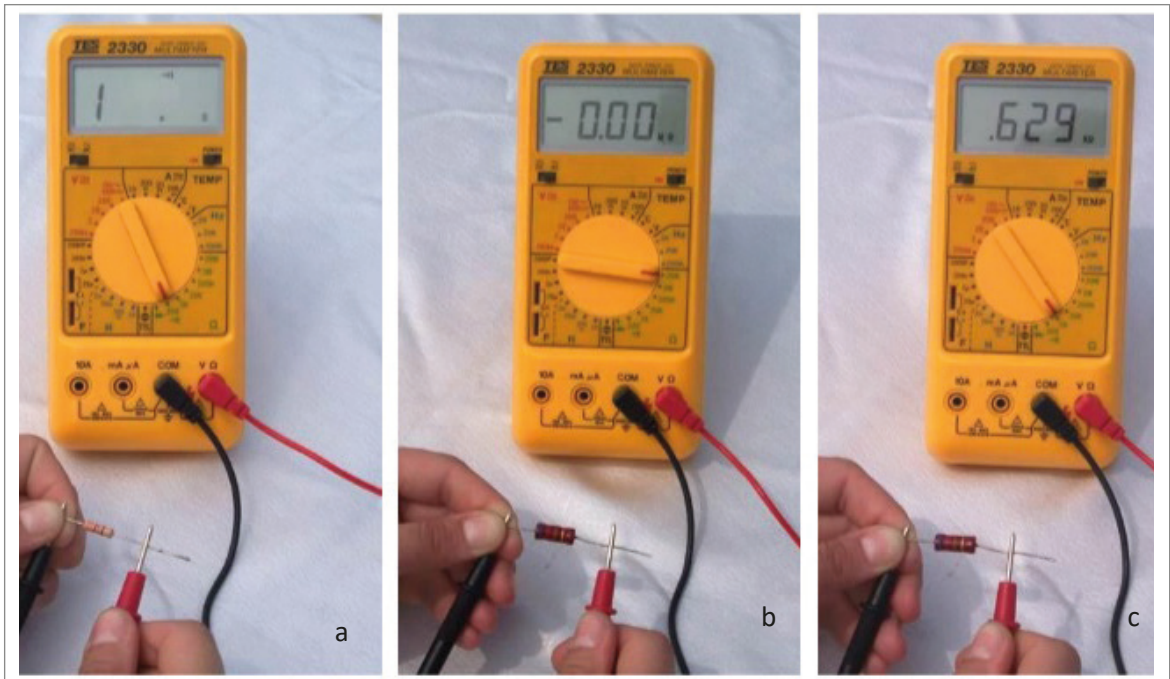
Görsel 5.25'te 630 Ω 'luk bir direnç için uygun kademenin deneyerek nasıl bulunduğu gösterilmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, direnç değerine en yakın ve kesinlikle direnç değerinden küçük olmayan kademeyi seçmektir. Bu direnç ölçümü yapılırken uyulması gereken bir kuraldır. 630 Ω 'luk direnç değeri ohmmetre veya multimetrede ölçülürken seçilmesi gereken kademe 2K kademesidir.

Seçilen kademe çok küçükse **değer ekranında 1 ifadesi görülecektir** (Görsel 5.25-a). Değer ekranında 1 ifadesi görüldüğünde **kademenin büyütülmesi** gerekmektedir.

Seçilen kademe çok büyükse **değer ekranında 0 ifadesi görülecektir** (Görsel 5.25-b). Değer ekranında 0 ifadesi görüldüğünde **kademenin küçültülmesi** gerekmektedir.

Seçilen kademe direnç değerine uygun ise **değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülecektir** (Görsel 5.25-c). Bu durumda kademe uygun seçilmiştir.



Görsel 5.25: a), b), c) Dijital multimetrede doğru kademe seçimi

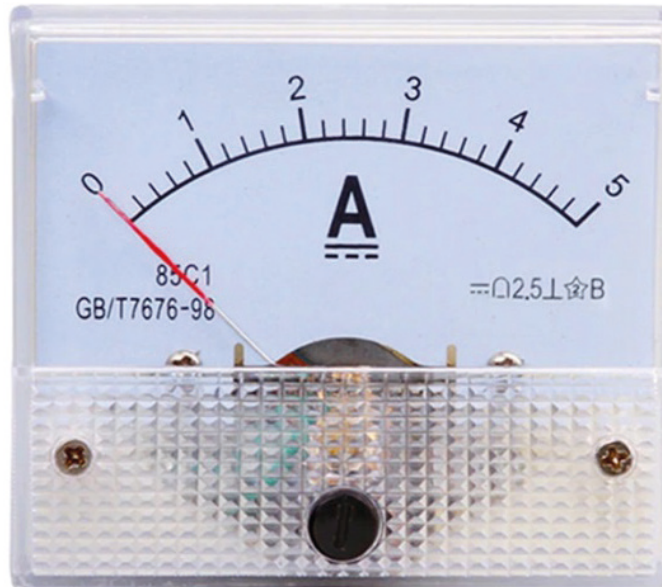
5.6.3. Elektriksel Ölçmelerde Ampermetre Kullanma

Birim zamanda, bir yönde meydana gelen elektron hareketine **elektrik akımı** denir. Elektrik akımı, iletkenlere uygulanan potansiyel farkın, iletken atomunun son yörüngesindeki elektronları kendi yörüngesinden koparıp bir yönde ötelemesi ile meydana gelir. Elektrik akımı **"A"** harfi ile gösterilir. Akım şiddeti **ampermetre** ile ölçülür. Ampermetreler devreye seri bağlanır.

Akım ölçme işlemi yapılmadan önceki en önemli nokta, ölçüm yapılacak akıma uygun ampermetre seçmektir. Ampermetre seçimi yapılırken aşağıda belirtilen hususlara kesinlikle dikkat edilmelidir:

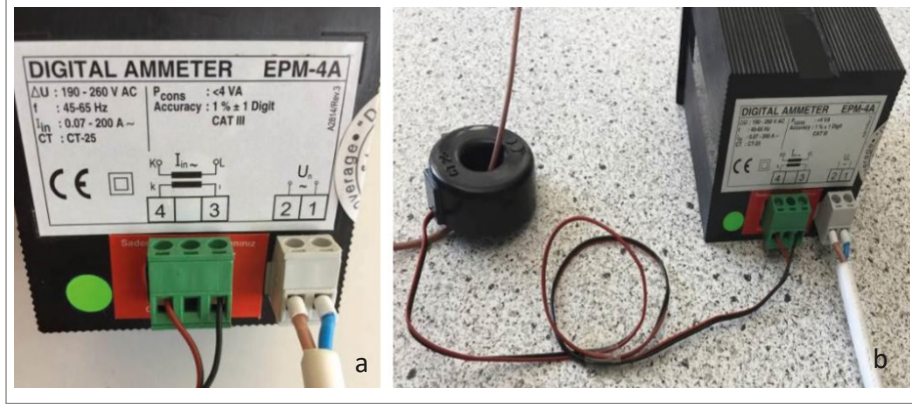
- Akım çeşidine uygun (AC-DC) ampermetre seçilmelidir.
- Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden mutlaka büyük olmalıdır. Alternatif akım ölçmelerinde, ampermetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda "+" ve "-" uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde, ibre ters sapar; dijital ölçü aletlerinde, değer önünde negatif ifadesi görünür.
- Ölçülecek akım değerine uygun hassasiyete sahip ampermetre seçilmelidir. μA seviyesindeki akım, amper seviyesinde ölçüm yapan bir ampermetre ile ölçülemez.
- Ampermetre ölçüm yapılacak noktaya, alıcının veya devrenin çektiği akımın tamamı üzerinden geçecek şekilde yani seri bağlanmalıdır.

Akım şiddetini ölçen bu aletler dijital, analog ve pens ampermetreler olarak çeşitlere sahiptir. Ampermetreler ölçülecek değere göre mA seviyesinden kA seviyesine kadar ölçme alanına sahip olarak imal edilmektedir. Ölçülecek akımın DC veya AC olmasına göre DC ampermetresi veya AC ampermetresi kullanılmalıdır (Görsel 5.26).



Görsel 5.26: Analog ampermetre

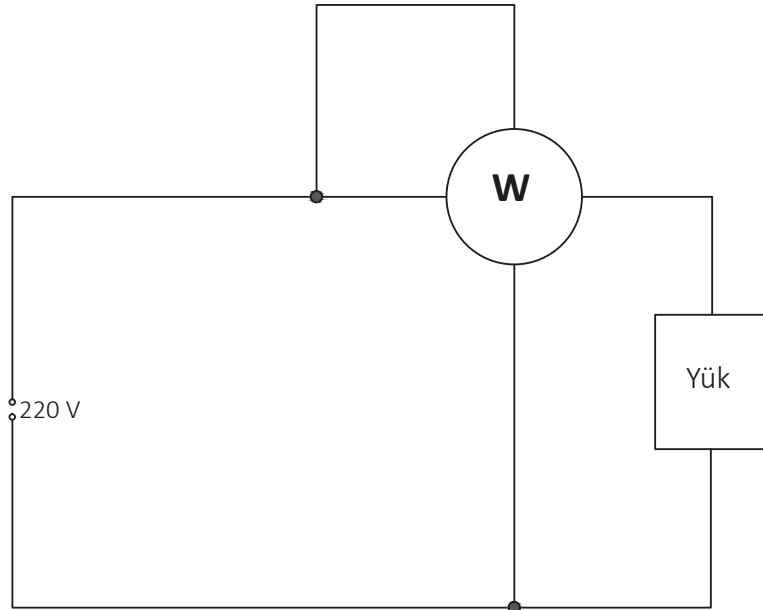
Pano tipi ampermetrelerde Un, ölçüm aletinin besleme giriş klemensidir. Buradan ölçüm aleti için uygun gerilimde besleme yapılır. Lin girişi, akım trafosu bağlantı klemensidir. Akım trafosundan gelen uçlar Lin klemensine bağlanır (Görsel 5.27). Ampermetre çalıştırılmadan önce kullanılan akım transformatörü oranı için ölçüm aleti ayar menüsünden giriş yapılmalıdır.



Görsel 5.27: Pano tipi ampermetre bağlanması

5.6.4. Elektriksel Ölçmelerde Pens Wattmetre Kullanımı

Alternatif akım (AC) ve doğru akım (DC) devrelerinde, devrenin çektiği toplam aktif gücü hesaplamak amacıyla tasarlanmış cihazlara **wattmetre** denir. Wattmetreler yapıları itibarıyla ampermetre ve voltmetrenin birleşiminden oluşmuş izlenimi verir (Görsel 5.28).



Görsel 5.28: Wattmetre bağlantı şeması

Elektrik devrelerinde gücü hesaplayabilmek için devrenin çektiği akımı ve gerilimi bilmek gerekmektedir. Bu amaçla tasarlanmış olan wattmetreler aslında iki ölçüm birden yapar. Yapısında bulunan akım bobini, ampermetre mantığı ile devreye seri; gerilim bobini ise voltmetre mantığı ile paralel bağlanır. Güç birimi olarak watt ve sembol olarak P harfi kullanılır.

5.6.5. Elektriksel Ölçmelerde Avometre Kullanımı

Akım, gerilim ve direnç değerini ölçen aletlere **multimetre (avometre)** denir. Multimetrelerin analog ve dijital tipleri mevcut olup analog olanları, yapı olarak döner bobinli ölçü aletleridir. Multimetrelerin özellikle son zamanda çıkan modelleri akım, gerilim, direnç yanında kapasite, endüktans, frekans, sıcaklık değerlerini ölçer. Bunların yanı sıra transistörlerin uç tespitlerini de yapabilmektedir. Multimetrelerin genellikle 2, 3, 4 prob bağlantı soketi bulunmaktadır. Soket sayısı arttıkça aletin özellikleri de artmaktadır. Ölçme sırasında kolaylık sağlaması için siyah prob COM (ortak) soketine, kırmızı prob ise ölçüm çeşidine göre uygun sokete bağlanır (Görsel 5.29).



Görsel 5.29: Avometre çeşitleri

Multimetre ile ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen hususlara dikkat etmek gerekir:

- Ölçülecek büyüklüğün cinsine göre AC veya DC seçimi yapılmalıdır.
- Ölçülecek büyüklük multimetrenin ölçme sınırından küçük olmalıdır.
- Kademe anahtarı en doğru ölçme için ölçülecek büyüklüğe en yakın, ama küçük olmayan kademeye getirilmelidir.
- Ölçülecek büyüklüğün değeri net olarak bilinmiyorsa kademe anahtarı en büyük değere getirilmelidir.
- Multimetre, ölçülecek büyüklüğün gerektirdiği bağlantı şekline göre bağlanmalıdır.
- DC ölçmelerinde ibre ters sapar ya da rakamsal değer önünde eksi işareti varsa uçlar ters çevrilmelidir.
- Ölçüm aletinin ibresi çok az sapıyorsa veya değer ekranında "0" ibaresi varsa kademe küçültülmelidir.
- Ölçüm aletinin ibresi skalanın dışına kadar sapar ya da değer ekranında "1" ibaresi varsa kademe büyütülmelidir.

- Ölçmede kolaylık sağlamak için kırmızı prob ölçme için uygun sokete, siyah prob ise COM (ortak) soketine bağlanmalıdır.
- Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10-20 A), siyah prob COM soketine, kırmızı prob yüksek akım soketine bağlanır.

5.6.6. Elektriksel Ölçmelerde Pens Ampermetre Kullanımı

Pens ampermetreler dijital ve analog olmak üzere çeşitli tipte, değişik özelliklere sahip olacak şekilde üretilmektedir. **Pens ampermetreler**, akım ölçme işlemini daha pratik hâle getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilerek oluşturulmuş ölçü aletleridir. Aletin gövdesinden dışarı doğru açılan demir nüvesi, pens gibi açılıp kapanacak şekilde yapılmıştır. Böylece akımı ölçülecek iletken kesilmeden pens içerisine alınır. Pens içerisindeki iletken tek sifirlik primer sargı görevi görerek etrafında oluşan manyetik alan, pens şeklindeki nüveden geçerek alet içerisindeki sekonder sargıda bir gerilim meydana getirir ve akım değeri bu şekilde tespit edilir (Görsel 5.30).



Görsel 5.30: Pens ampermetre

4.

Uygulama

ELEKTRİKSEL ÖLÇME YAPMA



25972

Amaç: Elektriksel ölçüm yapmak.

Atölyede bulunan elektrikli aletlerden herhangi biri ile yapılabilir. Bu uygulamada tek fazlı, sütunlu matkap üzerinde uygulama yapılacaktır (Görsel 5.31).

Kullanılacak Araç Gereç

Adı	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Sütunlu matkap	Tek fazlı	1 adet
Kontrol kalemi		1 adet
Avometre		1 adet
Pens ampermetre		1 adet



Görsel 5.31: Sütunlu matkap tezgâhı

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 5.31’de gösterilen sütunlu matkabın fiş uçları ve motor uçları arasındaki fazın nötr hattının sağlamlık testini yapınız. Bu işlemi yaparken avometreyi buzzer moduna alınız ve cihazın elektrikle bağlantısını kesiniz.
3. Cihaza elektrik vererek çalıştırınız.
4. Avometreyi $V \sim 500$ ’e (Burada seçilecek kademe 220 V üzerinde olmalıdır.) getirip motorun faz ve nötr uçlarına probaları değdiriniz ve gerilimi ölçünüz.
5. Çalışan devrede akım taşıyan iletkene, pens ampermetre (Çalışma akımı üzerinde kademe ayarı yapınız.) bağlayarak akım ölçümünü yapınız.
6. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Ölçü aletini uygun konum ve büyüklükte ayarlar.	20	
2	Güç kablosu üzerinde sağlamlık testlerini yapar.	20	
3	Cihaz açıkken gerilim değerini ölçer.	15	
4	Cihaz kullanılırken gerilim ve akım değerlerini ölçer.	15	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

6.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK TESİSATI GÜÇ VE ISI ETKİSİ



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 6.1. ELEKTRİK TESİSATINDA KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER**
- 6.2. BASİT ELEKTRİK TESİSAT DEVRELERİ**
- 6.3. ELEKTRİK ENERJİSİNİN ISI ETKİSİ**
- 6.4. ELEKTRİKSEL GÜÇ BAĞLANTILARI**

TEMEL KAVRAMLAR

adi anahtar, basit devreler, güç hesabı, ısı etkisi,
komütatör anahtar, vaviyen anahtar

6.1. ELEKTRİK TESİSATINDA KULLANILAN ARAÇ GEREÇLERİN SEÇİMİ

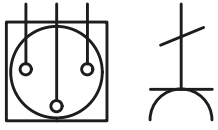
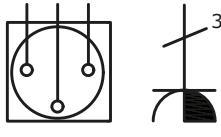
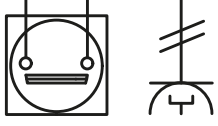
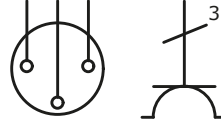
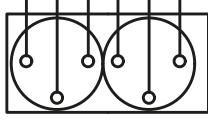
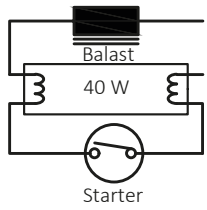
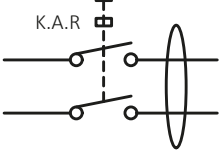
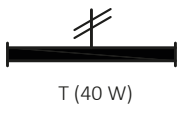
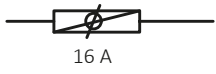
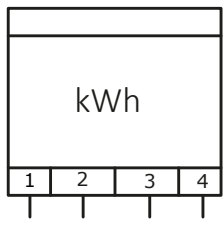

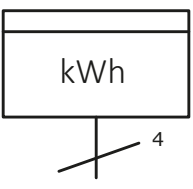

Elektrik tesisatı birçok birleşenden oluşmaktadır. Bu malzemeler güvenli bir şekilde cihazların çalışmasını ve canlıların zarar görmemesini sağlar.

6.1.1. Elektrik Tesisatı Devre Elemanları

Elektrik tesisat projelerinde, bir fazlı gücü 3 kW'tan büyük elektrik motorları ile üç fazlı sistemle çalışan alıcıları besleyen tesislere **kuvvet tesisatları** denir. Kuvvet tesisatları için çizilen projelere de **kuvvet tesisatı projeleri** denir. Kuvvet tesisat projelerinin hazırlanmasında hizmet ya da üretim metotları, işletmenin çalışma koşulları ve gelişimi, tesisatın yapımındaki ekonomiklik, iş akışına göre makinelerin yerleştirilmesi gibi unsurlar dikkate alınmalıdır. Kuvvet tesisatı projelerinde Tablo 6.1'deki semboller kullanılır.

Tablo 6.1: Kuvvetli Akım Sembollerinin Yazımı

NO.	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR	NO.	SEMBOLLER (AÇIK-KAPALI)	AÇIKLAMALAR
1		Adi (Tekli) Anahtar	6		Buton
2		Komütatör (İkili) Anahtar	7		Variyen Anahtar
3		Dimmer (Ayarlanabilir) Anahtar	8		Energy Saver Anahtar
4		Üçlü Anahtar	9		Light Anahtar
5		Darbe Akım (İmpuls) Rölesi	10		Yaklaşım Sensörü (Sensörlü Armatür)

11		Topraklı Priz	18		Kapaklı Topraklı Priz (Etanş Tipi)
12		USB Girişli Priz	19		Çocuk Korumalı Topraklı Priz
13		İkili Topraklı Priz	20		Floresan Lamba (40 W)
14		Kaçak Akım Koruma Röle			T (40 W)
15		W Otomat Sigorta 16 A	21		Elektrik Sayacı
16		Faz Hattı (L) Nötr Hattı (N) Topraklama Hattı (O)			
17		Tali Tablosu			

6.2. BASİT ELEKTRİK TESİSAT DEVRELERİ

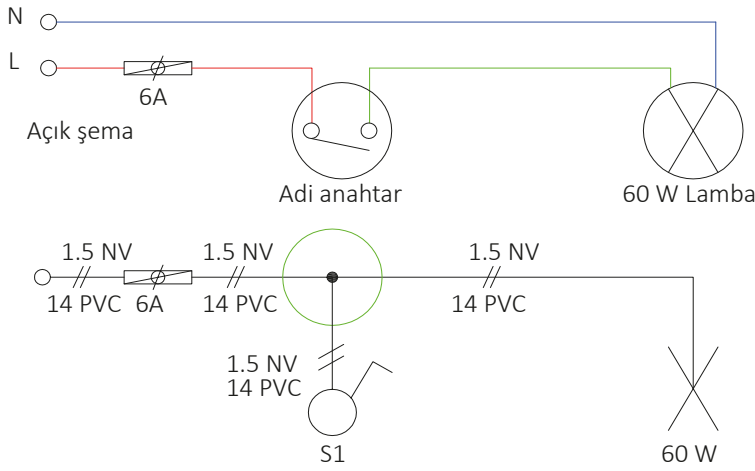
Kurulacak basit elektrik devresi, kullanım amaçlarına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bir veya daha fazla lambayı bir veya daha çok anahtarla kontrol edebilmek için adi anahtar, komütatör anahtar ve vaviyen anahtar devresi kullanılabilir.

6.2.1. Aydınlatma Tesisatı Devre Elemanları

Aydınlatma tesisatı; yapılacak yerin kullanım şekline, kullanım alanına ve ekonomik amaçlarına göre farklılık göstermektedir.

6.2.1.1. Adi Anahtar Devresi

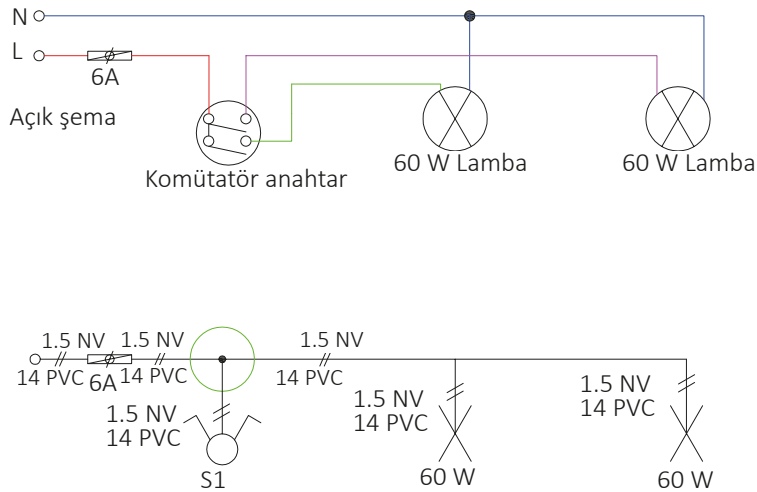
Bir lambayı veya bir grup lambayı aynı zamanda, aynı anahtardan yakıp söndürmeye yarayan anahtarlara **adi anahtar**; devresine **adi anahtar devresi** denir (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Adi anahtar devresi

6.2.1.2. Komütatör Anahtar Devresi

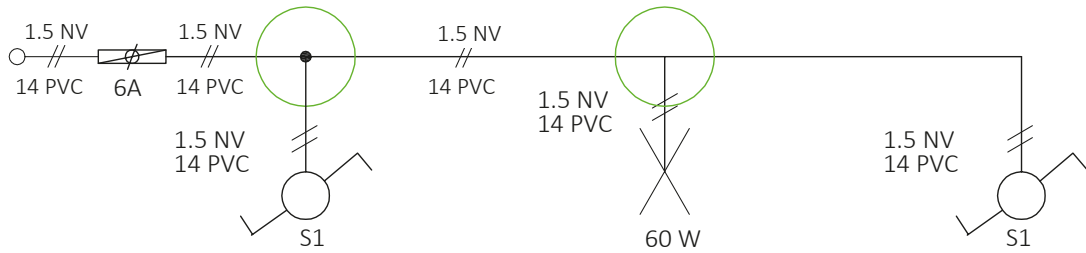
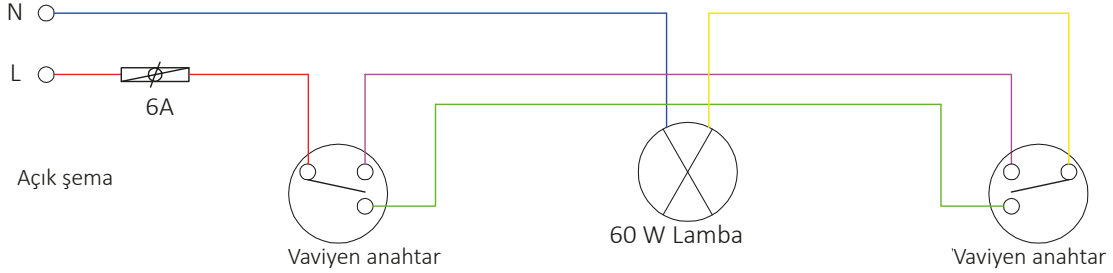
İki lambayı veya iki grup lambayı birbirinden bağımsız olarak kumanda etmeye yarayan anahtarlara **komütatör anahtar**; devresine de **komütatör anahtar devresi** denir (Görsel 6.2).



Görsel 6.2: Komütatör anahtar devresi

6.2.1.3. Vaviyen Anahtar Devresi

Bir lambayı veya bir grup lambayı iki ayrı yerden aynı zamanda veya farklı zamanlarda yakıp söndürmeye yarayan anahtara **vaviyen anahtar**; devresine de **vaviyen anahtar devresi** denir (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Vaviyen anahtar devresi

6.2.2. Aydınlatma Tesisatı Kolon ve Linye Hattı

6.2.2.1. Ana Kolon Hattı

Çalışma veya aboneye ait besleme noktasından (ana buat), tüketicinin ilk dağıtım noktasına (sayaç, ana tablo) kadar olan besleme hattına **ana kolon hattı** denir. Ana kolon hattı en az 4 mm² bakır iletken seçilir.

6.2.2.2. Kolon Hattı

Tüketicie ait ilk dağıtım noktası (sayaç tablosu) ile diğer dağıtım noktaları ya da tabloları (linye) arasındaki hatta **kolon hattı** denir. Kolon hatlarının kesiti de en az 4 mm²lik izoleli bakır iletken seçilir.

6.2.2.3. Linye Hattı

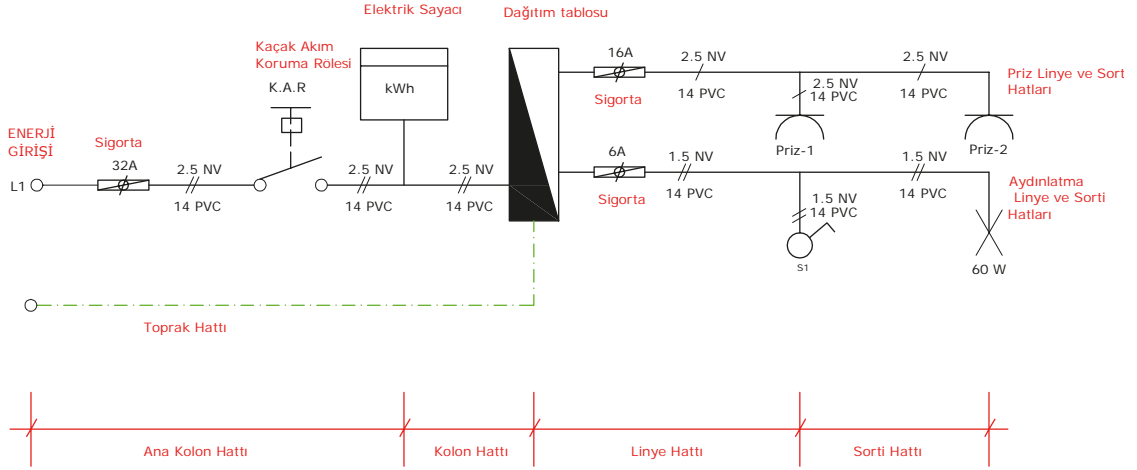
Dağıtım tablosundan son aydınlatma aygıtı (armatür) ya da priz in bağlandığı kutuya (buat) kadar olan hatta **linye hattı** denir. Linye hatlarının kesiti de en az 2,5 mm²lik izoleli bakır iletken seçilir.

6.2.2.4. Sorti Hattı

Linye hatlarında bulunan, ek kutularından alıcılara kadar olan hatlara **sorti hattı** denir. Sorti hatları, aydınlatma (ışık) ve priz sortisi olmak üzere ikiye ayrılır. Bir elektrik devresindeki lamba ve onu

kumanda eden anahtar devresine **aydınlatma (ışık) sortisi** denir. Aydınlatma sortileri için en az 1,5 mm² kesitli, izoleli, bakır iletkenler kullanılır. Bir elektrik devresinde bağlı olan priz devresine ise **priz sortisi** denir.

Priz sortileri için en az 2,5 mm² kesitli, izoleli, bakır iletkenler kullanılır (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: Kuvvetli akım tesisat hattında linye ve sortiler

Elektrik tesisatı çekilirken iletkenlerin birbirine karışmaması için farklı renklerde kullanılması gerekir. Bu renk kodları Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2: Elektrik İç Tesislerinde Kullanılan Renk Kodları

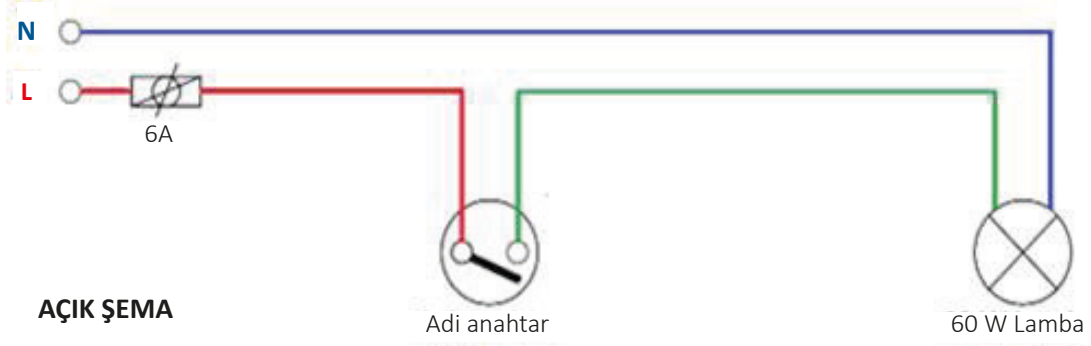
Koruma iletkenleri (toprak hattı için)		Yeşil ve sarı
Nötr ve orta iletkenler için		Mavi
Faz hattı iletkenler için		Kahverengi veya siyah-gri
Aydınlatma tesisatında anahtar iletkeni için		Kırmızı
Vaviyen anahtarın uçları arasındaki iletkenler için		Pembe

1.

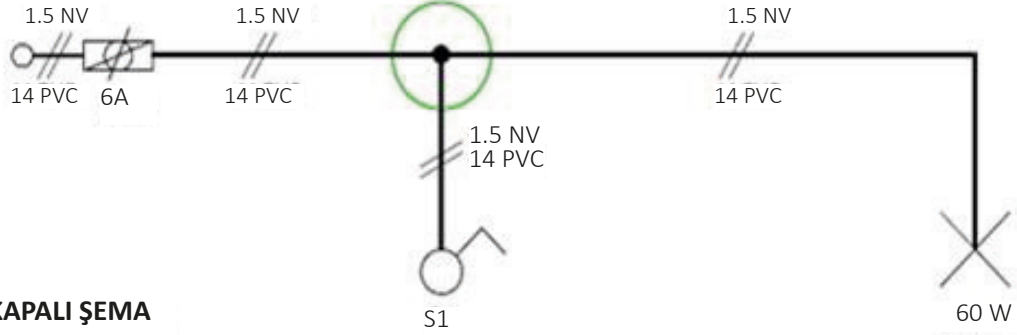
Uygulama

BASİT ELEKTRİK TESİSATI DEVRESİ KURULUMU

Amaç: Adi anahtar tesisatını yapmak (Görsel 6.5).



AÇIK ŞEMA



KAPALI ŞEMA

Görsel 6.5: Adi anahtar tesisatı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Sigorta	6 A	1 adet	Elektrik borusu	14'lük	2 metre
Kablo	1,5 mm ² NV	3 metre	Elektrik borusu dirseği		1 adet
Adi anahtar		1 adet	İzolasyon bandı		1 adet
Duvar duyu		1 adet	Pense		1 adet
Lamba	60 Watt	1 adet	Yıldız tornavida		1 adet
Buat		1 adet	Sunta vidası		10 adet
Elektrik kasası		1 adet	Sac kroşe		4 adet

İşlem Basamakları

1. Plançete üzerine, tesisatın kapalı şemasını tebeşir ile çiziniz.
2. Çizdiğiniz tesisatta buat gelen yere, buatı vidalayınız.
3. Çizdiğiniz tesisatta kasa gelen yere, elektrik kasasını vidalayınız.
4. Çizdiğiniz tesisatta duy gelen yere, duyu vidalayınız.
5. Elektrik borularını ve dirseği, ölçüsüne göre kesip yerine kroşe ile sabitleyiniz.
6. Açık şemadaki kablo tesisatını döşeyerek bağlantıları yapınız.
7. Sigorta bağlantısını yapınız.
8. Enerji bağlantısını yaparak öğretmen kontrolünde devreyi çalıştırınız.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

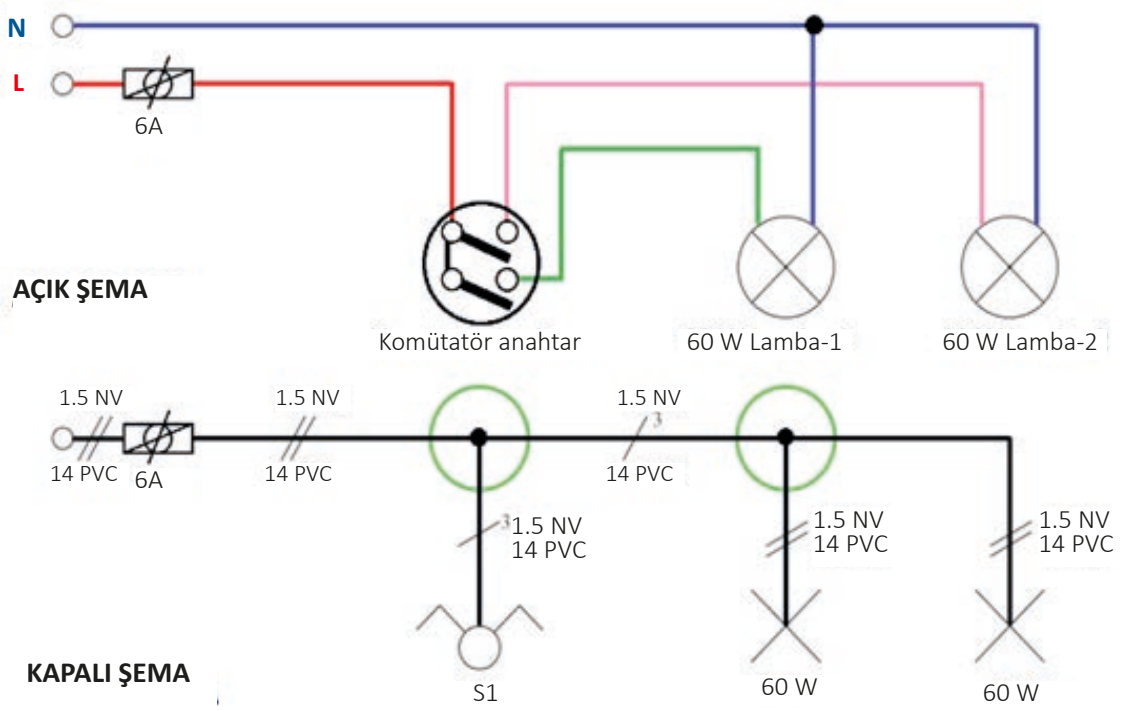
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Plançete üzerine tesisat şemasını çizer.	15	
2	Çizilen yerlere uygun şekilde tesisat elemanlarını vidalar.	15	
3	Elektrik borularını ve dirsekleri uygun şekilde kroşe ile çakar.	20	
4	Elektrik tesisatını şemaya uygun şekilde çeker.	20	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

2.

Uygulama

BASİT ELEKTRİK TESİSATI DEVRESİ KURULUMU

Amaç: Komütatör anahtar tesisatını yapmak (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: Komütatör anahtar tesisatı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Sigorta	6 A	1 adet	Elektrik borusu	14'lük	2 metre
Kablo	1,5 mm ² NV	4 metre	Elektrik borusu dirseği		1 adet
Adi anahtar		1 adet	İzolasyon bandı		1 adet
Duvar duyu		2 adet	Pense		1 adet
Lamba	60 Watt	2 adet	Yıldız tornavida		1 adet
Buat		2 adet	Sunta vidası		10 adet
Elektrik kasası		1 adet	Sac kroşe		4 adet

İşlem Basamakları

1. Plançete üzerine, tesisatın kapalı şemasını tebeşir ile çiziniz.
2. Çizdiğiniz tesisatta buat gelen yerlere, buatları vidalayınız.
3. Çizdiğiniz tesisatta kasa gelen yere, elektrik kasasını vidalayınız.
4. Çizdiğiniz tesisatta duy gelen yerlere, duyları vidalayınız.
5. Elektrik borularını ve dirseği, ölçüsüne göre kesip yerine kroşe ile sabitleyiniz.
6. Açık şemadaki kablo tesisatını döşeyerek bağlantıları yapınız.
7. Sigorta bağlantısını yapınız.
8. Enerji bağlantısını yaparak öğretmen kontrolünde devreyi çalıştırınız.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

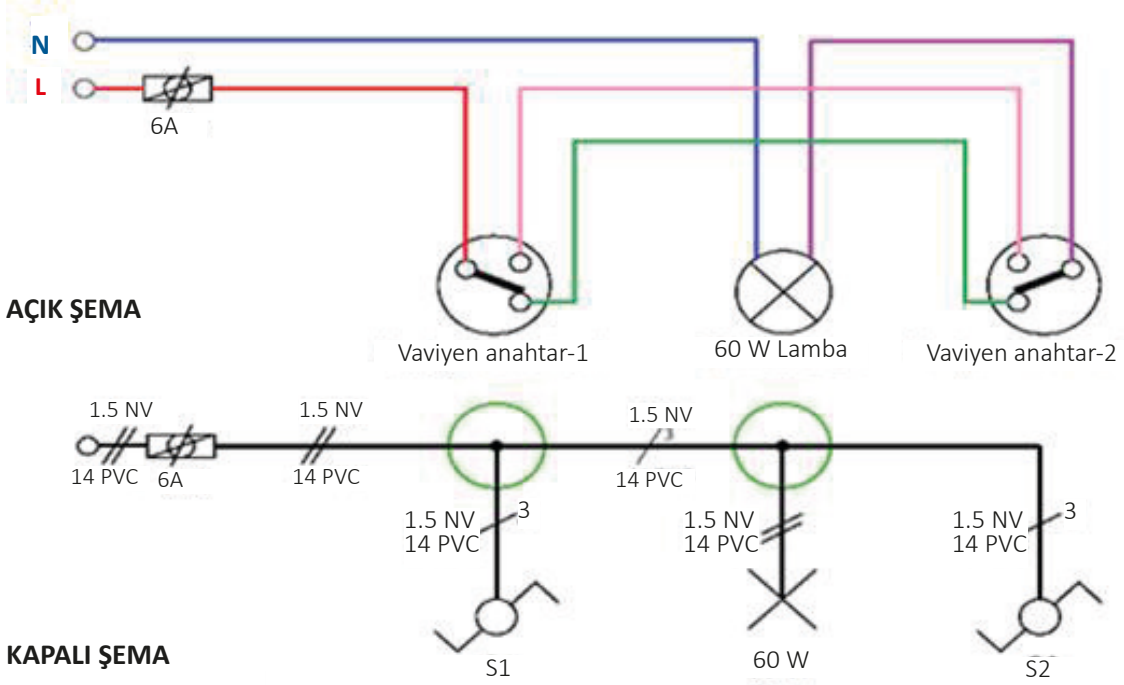
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Plançete üzerine tesisat şemasını çizer.	15	
2	Çizilen yerlere uygun şekilde tesisat elemanlarını vidalar.	15	
3	Elektrik borularını ve dirsekleri uygun şekilde kroşe ile çakar.	20	
4	Elektrik tesisatını şemaya uygun şekilde çeker.	20	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

3.

Uygulama

BASİT ELEKTRİK TESİSATI DEVRESİ KURULUMU

Amaç: Vaviyen anahtar tesisatını yapmak (Görsel 6.7).



Görsel 6.7: Vaviyen anahtar tesisatı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Sigorta	6 A	1 adet	Elektrik borusu	14'lük	2 metre
Kablo	1,5 mm ² NV	4 metre	Elektrik borusu dirseği		1 adet
Adi anahtar		2 adet	İzolasyon bandı		1 adet
Duvar duyu		1 adet	Pense		1 adet
Lamba	60 Watt	1 adet	Yıldız tornavida		1 adet
Buat		2 adet	Sunta vidası		10 adet
Elektrik kasası		2 adet	Sac kroşe		4 adet

İşlem Basamakları

1. Plançete üzerine tesisatın kapalı şemasını yardımı ile çiziniz.
2. Çizdiğiniz tesisatta buat gelen yerlere, buatları vidalayınız.
3. Çizdiğiniz tesisatta kasa gelen yere, elektrik kasasını vidalayınız.
4. Çizdiğiniz tesisatta duy gelen yere, duyu vidalayınız.
5. Elektrik borularını ve dirseği, ölçüsüne göre kesip yerine kroşe ile sabitleyiniz.
6. Açık şemadaki kablo tesisatını döşeyerek bağlantıları yapınız.
7. Sigorta bağlantısını yapınız.
8. Enerji bağlantısını yaparak öğretmen kontrolünde devreyi çalıştırınız.
9. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine eksiksiz koyunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Plançete üzerine tesisat şemasını çizer.	15	
2	Çizilen yerlere uygun şekilde tesisat elemanlarını vidalar.	15	
3	Elektrik borularını ve dirsekleri uygun şekilde kroşe ile çakar.	20	
4	Elektrik tesisatını şemaya uygun şekilde çeker.	20	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

6.3. ELEKTRİK ENERJİSİNİN ISI ETKİSİ

Elektrik akımı bir malzemenin üzerinden geçerken malzemeyi oluşturan atomlarla sık sık çarpışır. Bu sırada elektronlardaki enerjinin bir kısmı malzemeye aktarılır ve malzeme ısınır. Çarpışmalar ne kadar çoksa ısıya dönüşen enerji miktarı da o kadar çoktur. Bu çarpışmalar, aynı zamanda, bir malzemenin elektrik akımına karşı gösterdiği direncin de kaynağıdır.

6.3.1. Elektrik Enerjisinde Güç Hesabı

Elektrik enerjisiyle çalışan cihazlar devreye alındığı an itibarıyla çalışmaya başlar. Çalışma esnasında yapılan iş ile harcanan enerji birbiriyle orantılıdır. Elektrik enerjisiyle çalışan cihazların birim zamanda harcadığı enerji miktarına **elektriksel güç** denir. Ayrıca elektrik enerjisiyle çalışan cihazların tümünün birim saniyede harcadığı enerji miktarı farklıdır.

6.3.2. Elektrik Akımının Isı Etkisi Hesabı

6.3.2.1. Joule Kanunu

Joule (Jul) kanunu, bir iletkende üretilen (dönüştürülen) ısı miktarının nelere bağlı olduğunu ortaya koyar. Joule kanununa göre bir iletkende ortaya çıkan ısının miktarı, iletkenin direncine bağlı olarak üzerinden geçirilen akımın karesi ve akımın geçme süresi ile doğru orantılıdır.

Matematiksel ifadesi ise şu şekildedir: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ (Joule)

Eşitlikteki sembollerin anlamları ve birimleri:

Q: İletkendeki ısı miktarı (**Joule - J**)

I: İletkenden geçen akım (**Amper - A**)

R: İletkenin direnci (**Ohm - Ω**)

t: Akımın geçme süresi (**Saniye - sn.**)

Isı birimi olarak günümüzde genellikle kalori (Calori-Cal) kullanıldığı için joule, kaloriye dönüştürülür ve formülde aşağıdaki gibi kullanılır:

ÖRNEK:

Direnci 220 Ω olan bir ısıtıcıdan 1 saat boyunca 1 A şiddetinde bir akım geçirilmiştir.

Isıtıcıdan elde edilen ısı enerjisinin miktarı nedir?

ÇÖZÜM:

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$t = 1 \cdot 60 \cdot 60 = 3600 \text{ sn.}$$

$$Q = ?$$

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

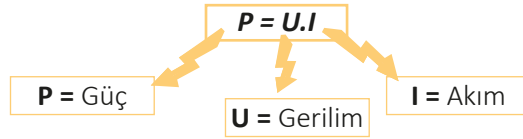
$$Q = 0,24 \cdot 1^2 \cdot 220 \cdot 3600 \quad Q = 190080 \text{ Cal} = 190 \text{ kCal}$$

6.4. ELEKTRİKSEL GÜÇ BAĞLANTILARI

Cihazların birim zamanda harcadığı enerji miktarı birbirinden farklıdır. **Elektriksel güç**, bir üretcin beslediği alıcının üzerindeki birim zamanda harcanan enerjiyi ya da enerji dönüşümünü anlatır. Günlük hayatta elektrik enerjisiyle çalışan aletler bir iş yapmaktadır. Bu yapılan iş, enerjiyle orantılıdır.

6.4.1. Doğru Akım Devrelerinde Güç Hesabı

Bir doğru akım devresinde kullanılan güç, bu devreye uygulanan gerilimle devreden geçen akım şiddetinin çarpımına eşittir.



6.4.2. Tek Fazlı Alternatif Akım Devrelerinde Güç Hesabı

Alternatif akımda güç, doğru akımdan farklı şekilde hesaplanır. Akım ile gerilim zamana göre değişkenlik gösterdiği için alternatif akımda üç farklı güç ortaya çıkar:

- **Aktif Güç (Faydalı Güç)** : P birimi (Watt)
- **Reaktif Güç (Kör Güç)** : Q Birimi Volt-Amper-Reaktif (VAR)
- **Görünür Güç (Zahiri Güç)** : S Birimi Volt-Amper (VA)

Şebekeden çekilen ve aktif olarak omik dirençlerde harcanan, yararlı işe dönüşen güçtür. İçinde rezistans bulunduran elektrikli ocak, su ısıtıcısı, şofben, fırın gibi alıcılar ile akkor flamanlı ampul sadece aktif güç çeken alıcılardır.

Aktif güç ifadesi; " $P = U.I.\cos\phi$ " formülü ile hesaplanır.

$\cos\phi$ = Güç katsayısı ve ϕ açısı devre açısı olarak bilinir. Devre açısı akım ile gerilim vektörleri arasındaki açıdır.

ÖRNEK:

70 amper, 24 Volt olan bir pilin gücünü hesaplayınız.

$$U = 24 \text{ V}$$

$$I = 70 \text{ amper}$$

$$P = ?$$

ÇÖZÜM:

$$P=U.I$$

$$P=24.70 =1680 \text{ Watt}$$

6.4.3. Üç Fazlı Alternatif Akım Devrelerinde Güç Hesabı

Gerilimi ve frekansları aynı ancak aralarında faz farkı bulunan akımlara **üç fazlı akım** denir. Üç fazlı sistemlerin hesaplanması tek fazlı sistemlere göre farklılık göstermektedir. Güç hesabı:

" $P = \sqrt{3}U.I.\cos\phi$ " formülü ile bulunur. Üç fazlı sistemlerde aktif güç bulunurken sistemin ya da cihazın güç faktörü ($\cos\phi$) de hesaba katılır. $\sqrt{3}$ üç fazlı sistemde, tek fazdan çekilen akımı bulmak için kullanılır.

ÖRNEK:

Devrede ampermetreden okunan değer 5 amperi, voltmetreden okunan değer ise 220 voltu ve $\cos\phi=0,6$ 'yı göstermektedir. Buna göre alıcının aktif gücünü bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$U=220 \text{ V} \quad I=5 \text{ amper} \quad \cos\phi=0.6 \quad P=?$$
$$P=220.5.0,6$$
$$P = 660 \text{ watt}$$

ÖRNEK:

3 fazlı 50 kW'lık bir motorun şebekeden çektiği akım kaç amperdir?

($\cos\phi$ motor etiketinde yazan 0,7 değeri alınmıştır.)

ÇÖZÜM:

$$P=50 \text{ kW (50000 Watt)} \quad P = \sqrt{3}U.I.\cos\phi$$
$$U= 380 \text{ V} \quad 50000 = \sqrt{3} .380.I.0,7$$
$$I=? \quad I=108,6 \text{ amper}$$
$$\cos\phi=0.7$$

Yani bu motor çalışırken pens ampermetre ile motorun ana şalterinin girişinden herhangi bir fazı ölçülürse yaklaşık 108 amper gibi bir değer okunur.

4.

Uygulama

ELEKTRİKSEL GÜÇ BAĞLANTILARI

Amaç: Elektriksel güç bağlantıları hesabını yapmak (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: PPRC boru kaynak makinesi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Avometre, kontrol kalemi		Birer adet
Pens ampermetre		1 adet
Uzatma kablosu	Birleştirici yalıtkanı sıyrılmış	1 adet
Kaynak makinesi	PPRC	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyede bulunan elektrik enerjisini ısı etkisine çeviren bir alet seçiniz.
2. Seçtiğiniz cihazın elektrik bağlantısını yapınız.
3. Bağlanan cihazın gerilim ve akımını ölçünüz.
4. “ $P = U.I.\cos\phi$ ” formülünü kullanarak aktif gücü hesaplayınız ($\cos\phi=1$ alınız).
5. Arkadaşlarınız ile çalışma ortamını temizleyerek takım ve malzemeleri yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Elektrik enerjisini ısı enerjisine çeviren aletlere örnek verir.	10	
2	Pens ampermetreyi ve avometreyi uygun konumlara getirir.	15	
3	Cihazı çalıştırır, istenilen sıcaklığa gelmeden önce ve sonra cihazın akımlarını ve gerilimlerini ölçer.	15	
4	Okunan değerleri etiket değerleriyle karşılaştırır.	15	
5	Formülü kullanarak aktif gücü hesaplar.	15	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
	TOPLAM PUAN	100	



İŞ GÜVENLİĞİNDE KULLANILMASI GEREKEN İŞARETLER

28762 sayılı Güvenlik İşaretleri yönetmeliğine göre tüm işaretlerin bir takım standartları mevcuttur. Sabit ve kalıcı işaret levhaları; yasaklamalar, uyarılar ve yapılması zorunlu işler ile acil kaçış yollarının ve ilk yardım bölümlerinin yerlerinin belirtilmesi ve tanınması için kullanılır.

Kırmızı renkli işaretler Yasak/tehlike alarmı ve yangınla mücadele için kullanılır. Dur, kapat, tahliye et gibi.

Sarı renkli işaretler Uyarı işaretleridir. Dikkatli ol, önlem al, kontrol et gibi.

Mavi renkli işaretler Zorunluluk işaretidir. Kişisel koruyucu donanım kullan, baret tak, eldiven giy gibi.

Yeşil renkli işaretler Acil çıkış ve ilkyardım işaretleridir. Çıkış yeri, kapılar, ekipman, tesisler gibi.

Yasaklayıcı işaretler



Dokunma



İş makinası girmez



Sigara içilmez



Suyla söndürmek yasaktır



Yaya giremez



Yetkisiz kimse giremez

Emredici işaretler



Baret tak



Emniyet kemeri kullan



İş ayakkabısı giy



Kulak koruyucu tak



Yaya yolunu kullan



Gözlük kullan



Koruyucu elbise giy



Maske kullan



Yüz siperliği kullan



Genel emredici işaret
(gerekliğinde başka
işaretle birlikte kulla-
nılacaktır)

Uyarıcı işaretler



Patlayıcı madde



Asılı yük



Aşındırıcı madde



Parlayıcı madde
veya yüksek ısı



Biyolojik risk



Düşme tehlikesi



Radyoaktif madde



Düşük sıcaklık



Elektrik tehlikesi



Tehlike işareti



Engel işareti



İş makinası



Oksik (zehirli)
madde



İyonlaştırıcı madde



Lazer ışını



Zararlı ve tahriş
edici madde



Kuvvetli
manyetik alan

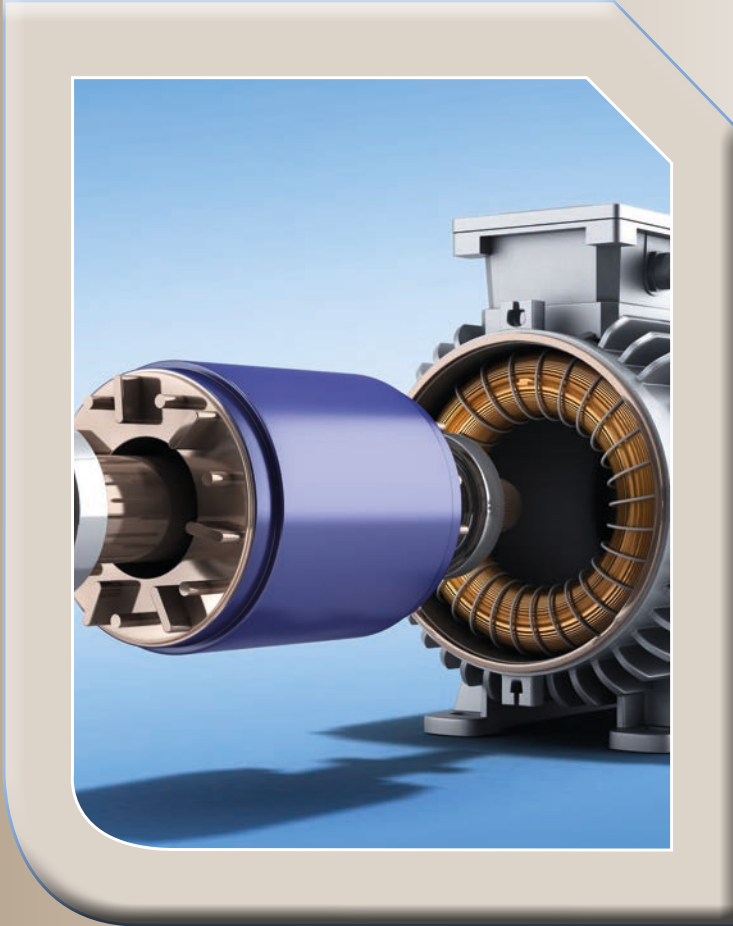


Oksitleyici madde

7.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK MOTORLARI



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 7.1. TEK FAZLI MOTORLARIN SEÇİMİ**
- 7.2. FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME**
- 7.3. ÜÇ FAZLI MOTOR BAĞLANTILARI**
- 7.4. BLDC (INVERTER) MOTORLAR**

TEMEL KAVRAMLAR

asenكرون motorlar, tek faz, üç faz , üçgen bağlantı, yıldız bağlantı

7.1. TEK FAZLI MOTORLARIN SEÇİMİ

Elektrik motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren aletlerdir. Genelde bir fazlı asenkron motorlar küçük güçlerde üretilir. Bu güç aralığı 0,025-7,5 kW arasında değişmektedir. Ancak az da olsa daha büyük güçler için bir fazlı asenkron motor kullanımı mevcuttur.

7.1.1. Elektrik Enerjisi ile İlgili Güvenlik Kuralları

Ülkemizde ve dünyada meydana gelen iş kazalarının büyük bir kısmını elektrik kazaları oluşturmaktadır. Elektrik akımından kaynaklı en ciddi zararlar elektrik çarpmalarıdır. Elektrik çarpmasının etkileri pek çok etkene dayanır. En önemli etkenler akımın şiddeti, elektriksel temasın yapısı, etkilenen uzuvların durumları, akımın vücutta takip ettiği yol ve akım kaynağının gerilimidir. Çok zayıf bir akım sadece bir karıncalanmaya neden olurken deriden geçen şiddetli akımlar ciddi yanıklara hatta kalpten geçen akımlar kalp krizine bile sebep olabilir.

7.1.1.1. Elektrik İşlerinde İş Güvenliği ve Önlemleri

Elektrik işlerinde alınması gereken iş güvenliği önlemleri şunlardır:

- Elektrikle çalışırken asla su ile temas edilmemelidir. Islak elle herhangi bir elektrikli cihaza veya elektrik tesisatına asla dokunulmamalı veya tesisat tamir edilmeye çalışılmamalıdır. Su, elektrik akımının iletkenliğini artırır.
- Kablosu kesilmiş, gövdesi veya fişi hasar görmüş elektrikli ekipmanlar asla kullanılmamalıdır.
- Evde bir priz veya lamba değiştiriliyorsa mutlaka önce ana sigorta kapatılmalıdır. Sigortayı kapattıktan sonra kimsenin açmaması için sigortanın üzerine mutlaka bir işaret veya kilit takılmalıdır.
- Elektrikle çalışılırken daima yalıtkan veya yalıtımlı aletler kullanılmalıdır.
- Bazı elektrikli aletlerin yalıtılmamış ve bir anda elektrik akımı geçebilen parçaları vardır. Bu tür aletler mutlaka elektrik tehlikesine karşı işaretlenmelidir. Bu tür aletlerle çalışırken elektrik ile ilgili güvenlik kurallarına mutlaka tamamen uyulmalıdır.
- Yalıtılmamış elektrik tesisatı ile çalışırken yalıtımlı iş eldiveni ve iş gözlüğü kullanılmalıdır.
- Çalışan elektrikli aletler asla tamir edilmeye çalışılmamalıdır. Mutlaka elektrik olup olmadığı kontrol kalemi veya benzeri aletler aracılığı ile kontrol edilmelidir. Tüm kablolar ve metal kapakların kontrol edilmesi ihmal edilmemelidir.
- Yüksek bir alanda elektrik ile çalışılıyorsa kesinlikle alüminyum veya çelik merdiven kullanılmamalıdır. Eğer kullanılırsa elektrik akımı vücuttan geçer. Metal merdiven yerine bambu, ahşap veya fiberglas merdiven kullanılmalıdır.
- Elektrik ile ilgili eğitim alınmadan elektrik işleri yapılmamalıdır.

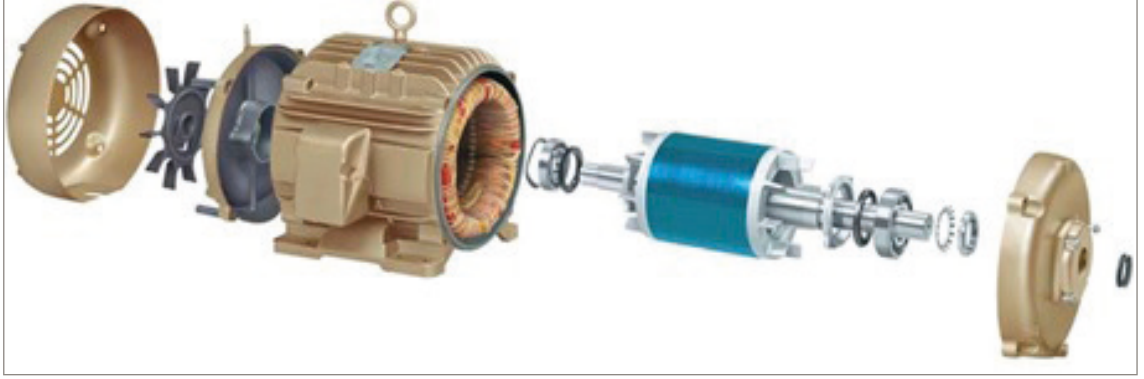
- Elektrik tesisatında kaçak akım rölesi olup olmadığı ve rölenin çalışıp çalışmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. **Kaçak akım rölesi**, elektrik tesisatında bir kaçak olması durumunda çarpılma olmadan elektrik akımını kesen bir koruma cihazıdır.
- Daima elektrik tesisatına uygun akım oranına sahip bir devre kesici veya sigorta kullanılmalıdır. Devre kesiciler ve sigortalar, kısa devre veya aşırı akım durumu oluştuğunda elektriği otomatik olarak kesen koruma cihazlarıdır. Uygun sigorta veya devre kesicinin seçimi çok önemlidir. Normalde kısa devreye karşı koruma için normal devre akımının %150'si oranında bir sigorta seçilir. 10 amper akımlı bir devre durumunda, 15 amperlik bir sigorta doğrudan kısa devrelere karşı koruma sağlarken 9,5 amperlik bir sigorta arızalanır. Ayrıca devre akımının çok üzerinde bir sigorta seçimi durumunda devreye kaldırılabileceğinden çok akım gelse bile sigorta elektriği kesmez.
- Yer altı kablolarıyla çalışmak tehlikeli olabilir. Kablo çevresindeki nemli toprak iyi bir elektrik iletkenidir ve kazı için bir kürek veya kazma kullanmak, kabloları kolayca zarar verip çarpılmalara neden olabilir. Bu nedenle, kazı yaparken yalıtılmış eldiven giymek ve mümkünse elle kazmak daha doğrudur.
- Bir elektrik panosu üzerinde çalışırken elektrik akımı geçen kabloların üzerinde daima bir koruma levhası olmalıdır. Koruma kapağı veya levha, kabloların açık uçlarına dokunup çarpılmayı önler.
- Elektrik devresinden kondansatör sökerken çok dikkatli olunmalıdır. Kondansatörler, elektrik enerjisi depolayan ve doğru deşarj edilmezse kolayca elektrik çarpmasına neden olabilen parçalardır. Düşük voltajlı kapasitörleri boşaltmanın en kolay yolu, bir akkor flamanlı lamba kondansatörün iki ucuna değdirilmesi sureti ile güvenli deşarj işlemi yapılmasıdır. Bu şekilde kondansatör hızlı şekilde boşalır. Yüksek voltajlı kondansatörler için 12 voltluk ampul kullanılabilir. Kondansatör, am-pulü çalıştırırken içindeki enerjinin tamamını bitirecektir.
- Elektronik devre kartlarına veya farklı bir elektrik tesisatına lehim yaparken daima dikkatli olunmalıdır. Gözlük takılmalı ve lehim dumanından uzak durulmalıdır. Lehim havyası kullanılmadığı zaman mutlaka dik durmalıdır. Havya aşırı ısınabilir ve kolayca yanıklara neden olabilir.

Bunlar gibi iş güvenliği kurallarına uyulduğu sürece elektrik ile yapılan çalışmalarda iş kazası yaşanma ihtimali en az seviyeye indirilebilir.

7.1.2. Tek Fazlı Motorlar

Tek fazlı motorlar genellikle üç fazlı alternatif akımın bulunmadığı yerlerde ya da küçük güçte oldukları için evlerde ve iş yerlerinde bir fazlı kolon hattına bağlanır. Tek fazlı motorlarda kullanımı en yaygın olan motor tipi asenkron motorlardır. Tek fazlı asenkron motorlar özellikle iş tezgâhlarında, elektrikli ev aletlerinde vb. yerlerde kullanılır. İlk hareket akımları fazla olduğu için genellikle 1/8, 1/6, 1/4, 1/2, 1, 1,5, 2 HP gibi düşük güçlerde imal edilir. Tek fazlı asenkron motorların yapısı, üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi stator ve rotor olmak üzere iki temel bileşenden oluşur. Stator, motorun sabit parçasını oluşturur. Stator, stator çekirdeği ve alan sargıları bulunur. Tek fazlı asenkron motorların statorlarında genellikle ana ve yardımcı sargı olmak üzere iki sargı bulunur.

Rotor ise motorun dönen parçasıdır. Üç fazlı motorlar, faz sargı aralarında 120° manyetik açı olacak şekilde statora yerleştirildikleri için döner manyetik alan oluşur. Ancak tek fazlı motorlarda tek sargı olduğu için döner manyetik alan oluşmaz (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Tek fazlı yardımcı sargılı asenkron motor

7.1.3. Tek Fazlı Asenkron Motor Çeşitleri

Tek fazlı asenkron motorlar başlıca altı başlık altında incelenebilir:

1. Yardımcı sargılı asenkron motorlar

- Direnç yol vermeli
- Kondansatör yol vermeli
 - a) Tek kondansatörlü
 - b) Çift kondansatörlü
 - c) Daimî kondansatörlü

2. Üniversal (seri) motorlar

3. Yardımcı (gölge) kutuplu motorlar

4. Repilsiyon motorlar

5. Relüktans motorlar

6. Senkron motorlar

7.1.4. Tek Fazlı Motorlarda Hız Kontrolü

Kontrol teorisi, çalışma ilkesi ve donanıma bağlı olarak asenkron motor kontrol yöntemleri üç ana grupta toplanabilir:

- Skalar kontrol
- Vektör kontrol (Alan yönlendirmeli kontrol)
- Akıllı kontrol sistemleri

7.1.5. Tek Fazlı Motorların Kullanım Alanları

Tek fazlı motorların kullanım alanları çok geniştir. Bu tip motorların bakıma çok fazla ihtiyaç duymadıkları için kullanımı artmıştır. Kullanım alanları; fanlar, üfleyiciler, kompresörler, kırıcılar, asansör, santrifüj pompalar gibi cihazlardır.

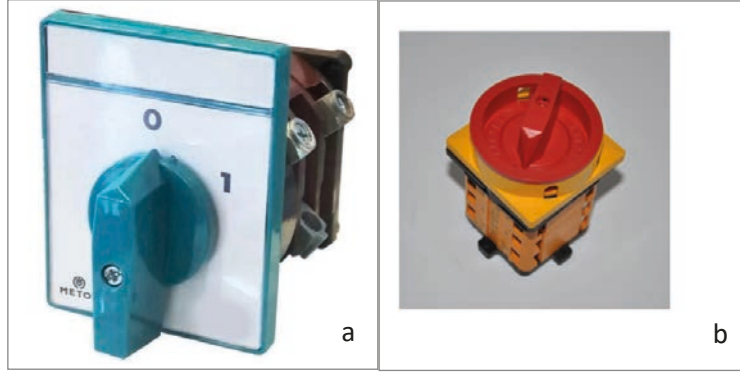
7.1.6. Tek Fazlı Motorlarda Yol Vericiler

7.1.6.a. Kumanda Devre Elemanları

Kumanda devreleri; asenkron motorun ileri, geri, kesik çalıştırma, yol verme vb. uygulamalarında kullanılan devrelerdir. Buton, anahtar, paket şalter, sınır anahtarı vb. yapılardan oluşur. Bu devreler ile kontaktör, röle vb. yapılar kontrol edilerek asenkron motor kontrolü gerçekleştirilir.

Paket Şalterler

Bir eksen etrafında dönebilen bir mil üzerine art arda dizilmiş ve paketlenmiş birçok kontak yuvasından oluşan, çok konumlu şalterlere **paket şalterler** denir (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Paket şalterler

Kumanda Butonları

Bir devrenin çalıştırılmasını başlatmak veya durdurmak amacıyla kullanılan devre elemanlarıdır (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Kumanda butonları

Sinyal Lambaları

Bir kumanda elemanının veya devresinin çalışıp çalışmadığını ışıkla gösteren devre elemanına **sinyal lambası** denir (Görsel 7.4).

Genellikle yeşil renkli sinyal lambası devrenin çalıştığını, sarı renkli lamba devrenin durduğunu ve kırmızı renkli lamba devrede bir arıza olduğunu veya koruma elemanlarının devreyi açtığını gösterir.



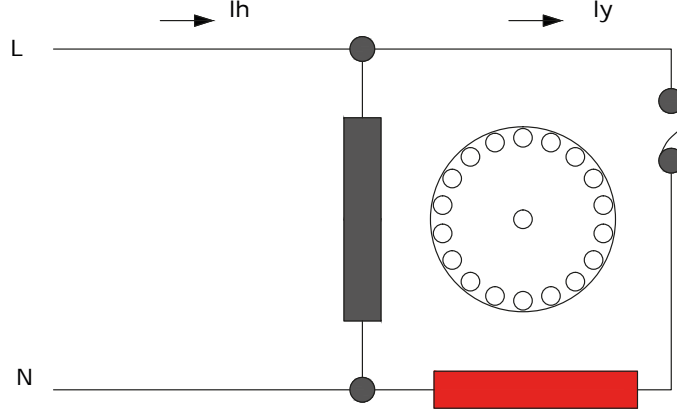
Görsel 7.4: Sinyal lambaları

1.

Uygulama

TEK FAZLI MOTORA YOL VERME

Amaç: Tek fazlı motora yol vermek (Görsel 7.5).



Görsel 7.5: Yardımcı sargılı tek fazlı motor

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Motor	Tek fazlı	1 adet	Klemens		1 adet
Yan keski, pense		1 adet	Kontrol kalemi		1 adet
Anahtar		1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Fişin uçlarına klemens bağlayınız.
3. Fişin faz ucunu anahtara bağlayınız.
4. Anahtar çıkışındaki faz ucunu motora bağlayınız.
5. Motorun diğer ucunu fişin nötr ucuna bağlayınız.
6. Fişin elektrik bağlantısını yaparak anahtar konumunu kapalı hâle getiriniz.
7. Motorun çalışma durumunu öğretmeninle kontrol ediniz.
8. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Erkek uçlu fişin faz ve nötr ağızlarına klemens bağlar.	20	
2	Faz ucundan anahtara bağlantı yapar.	25	
3	Tek fazlı motoru devreye alır.	25	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

7.2. FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME

Elektrik enerjisi verilmiş olan üç fazlı sistemlerde; faz sırasında oluşan herhangi bir değişiklik, motorun ters dönüş yapmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle motorların bağlantılarında faz sırasının bilinmesi gerekir.

7.2.1. Elektrik Enerjisi

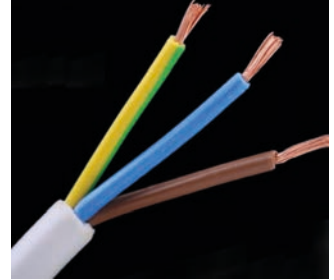
Üç fazlı sistemlerde genel olarak fazlar R, S, T harfleriyle gösterilmektedir. Eğer kurulu bir üç fazlı motor bağlantısındaki hatalı faz sırası düzeltilecek olursa üç fazlı bir motor şebekeye R, S, T sırası ile bağlandığında motor saat yönünde dönecektir. Eğer ters bağlantı yapılmışsa motor saat yönünün tersi olarak dönecektir.

7.2.2. Faz Kavramı

Faz: Üzerinde gerilim olan, bağlandığı sistemi besleyen ve canlı uç olarak adlandırılan elektrik enerjisidir. Başka bir tabirle; enerji santrallerinde stator üzerinde 120'şer derecelik açılarla sarılmış olan sargıların, rotorun dönmesiyle üretilen manyetik alanın her bir sargı üzerinde 120'şer derecelik açı farkıyla oluşturduğu elektrik enerjisidir. Üç fazlı sistemlerde R-S-T olarak adlandırılır. Tek fazlı iletkenlerde ise R olarak adlandırılır. Faz kablosu, tek fazlı devrelerde genellikle kahverengi renkte olur ama siyah ve gri renkte de olabilir; üç fazlı devrelerde kahverengi, siyah, gri, beyaz renkte olabilir.

Nötr: Elektrik yüküne sahip olmayan, yüksüz anlamına gelmektedir. "O" veya "N" ile gösterilir.

Topraklama : Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının uygun iletkenlerde toprak yığını içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrot) bağlanmasıdır. Topraklama iletkenin kablo rengi sarı-yeşildir (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Kablo renkleri

7.2.3. Faz Sırasının Önemi

Fazlar bir önceki konuda da bahsedildiği gibi tek fazlı devrelerde R harfi ile, üç fazlı devrelerde ise R (L_1), S (L_2), T (L_3) harfleri ile gösterilir. Üç fazlı sistemlerde fazların bu sıra ile bağlanmaları gerekmektedir. Faz sırasında herhangi bir yanlış bağlantıda, sistem ya çalışmayacak ya da ters çalışacaktır.

R, S, T fazlarının kaynağı, İngilizce adlandırılmalarından gelir. Öncelikle 3 fazı birbirine göre değerlendirebilmek için referans alınacak bir faza gereksinim vardır. Yani **referans fazdan** [Reference Phase (Referans feyz)] sonra ikinci sırada olan faza **ikinci faz** [Second Phase (Sekind feyz)] ve son olarak gelen faza **üçüncü faz** [Third Phase (Tört feyz)] denir.

- **(R)eference** (Referans) "**R**"
- **(S)econd** (ikinci) "**S**"
- **(T)hird** (Üçüncü) "**T**"

İngiliz alfabesinin son 6 harfi baz alınarak motor/cihaz giriş uçları U- V- W, motor çıkış uçları X- Y- Z olarak kabul edilmiştir. Standart olarak artık R-S-T yerine L_1 - L_2 - L_3 [L=Line (Layn) (Hat)] kullanılacaktır.

2.

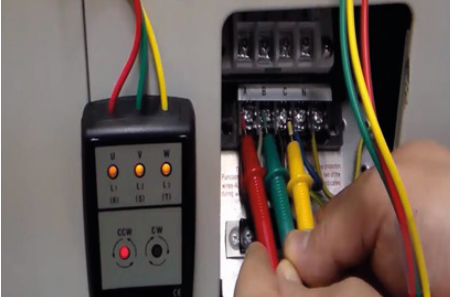
Uygulama

FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME



25978

Amaç: Üç fazlı motorun faz sırasını tespit etmek.



Görsel 7.7: Faz sırası yanlış



Görsel 7.8: Faz sırası doğru

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Motor	Üç fazlı	1 adet
Faz sırası test cihazı, kontrol kalemi		Birer adet

İşlem Basamakları

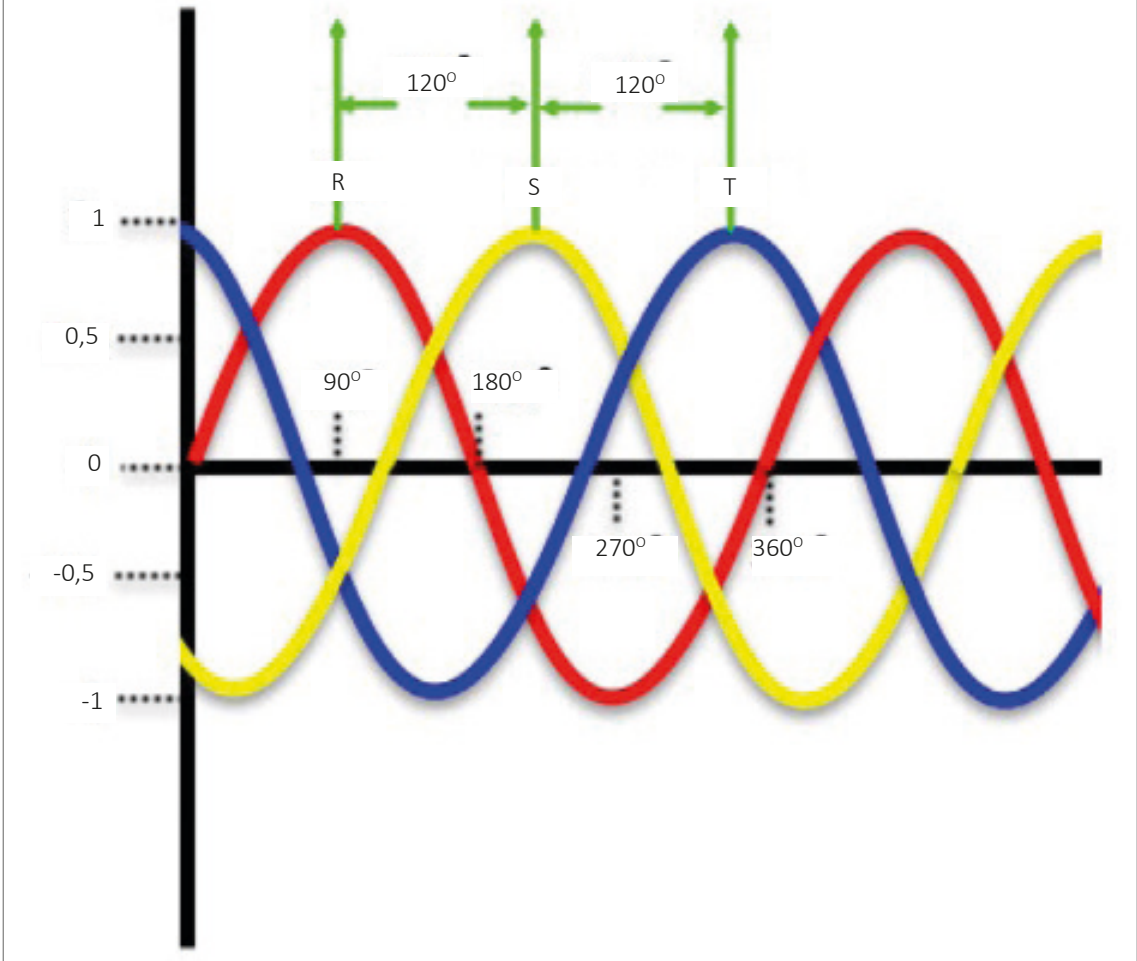
1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Üç fazlı motora elektrik veriniz.
3. Çalışan motorun klemens uçlarına, test cihazının problemlerini uygun sırada bağlayınız.
4. Eğer faz sırasında bir hata varsa test cihazı üzerinde kırmızı ışık yanacaktır. Böyle bir durumda elektrik bağlantısını kesiniz (Görsel 7.7).
5. İki fazın yerini değiştiriniz ve motora tekrar elektrik veriniz.
6. Elektrik verilmiş motorun klemenslerinden test cihazıyla tekrar ölçüm alınız.
7. Faz sırası doğru ise yeşil ışığın yandığını takip ediniz (Görsel 7.8).
8. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Üç fazlı motoru devreye alır.	15	
2	Test cihazının fazlarına problemleri uygun sırada bağlar.	20	
3	Fazların sıralarının doğruluğunu tespit eder.	15	
4	Faz sırasındaki hatayı fark eder ve enerjisi keser.	10	
5	Fazların yerlerini değiştirir ve test cihazıyla doğruluğunu kontrol eder.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

7.3. ÜÇ FAZLI MOTOR BAĞLANTILARI

Üç fazlı alternatif akım makinelerinde üretilen üç fazlı gerilim, endüstride R-S-T (L1-L2-L3) olarak bilinir. R-S-T gerilimleri, aralarında 120°'şer derece faz farkı bulunan gerilimlerdir. Görsel 7.9'da üç faz gerilim eğrisi görülmektedir.



Görsel 7.9: Üç faz AC eğrisi

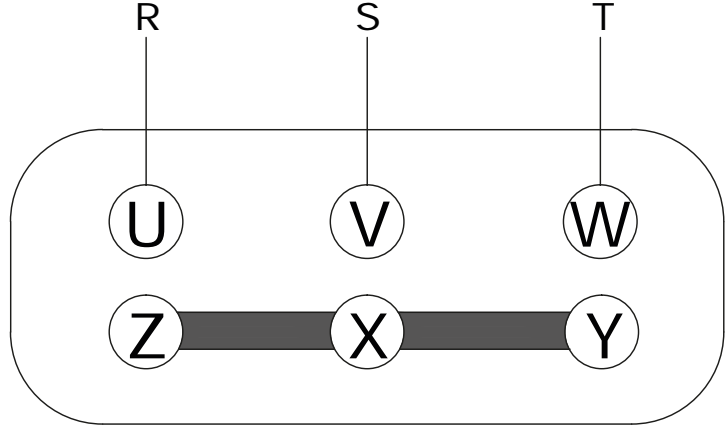
7.3.1. Üç Fazlı Motorların Terminal Bağlantısı

Üç fazlı asenkron motorların üç faz sargılarına ait altı uç bulunmaktadır. Bu uçlar iki farklı şekilde bağlanır. Bunlar; yıldız ve üçgen bağlantılardır.

7.3.1.1. Yıldız Bağlantı

Stator sargıların giriş uçları olan U,V,W'ye üç faz (R,S,T) gerilim uygulanıp sargıların çıkış uçları olan Z, X, Y kısa devre edilirse bu bağlantıya **yıldız bağlantı** denir.

Üç fazlı asenkron motorların stator sargılarının Görsel 7.10'daki bağlantı şekli, yıldız bağlantıdır.



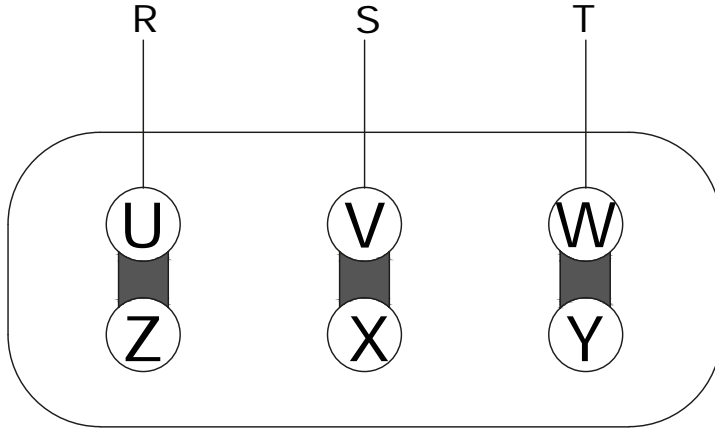
Yıldız bağlantı

Görsel 7.10: Üç fazlı asenkron motor yıldız bağlantısı

7.3.1.2. Üçgen Bağlantı

Motor terminali üzerindeki birinci fazın çıkış ucu, ikinci fazın giriş ucu ile; ikinci fazın çıkış ucu, üçüncü fazın giriş ucu ile; üçüncü fazın çıkış ucu, birinci fazın giriş ucuna bağlandığında oluşan

bağlantıya **üçgen bağlantı** denir. Görsel 7.11'de üç fazlı bir motorun sargılarına ait üçgen bağlantı şeması görülmektedir. Bu şemada her faza ait bir bobinin ucu "U-Z" ile "V-X" ile "W-Y" ile birbirine birer köprü ile bağlanmıştır. Sistem çalıştırılacağı zaman R-S-T şebeke uçları bu gruplara tatbik edilir.



Üçgen bağlantı

Görsel 7.11: Üç fazlı asenkron motor üçgen bağlantısı

Tıpkı diğer motorlar gibi 3 fazlı asenkron motor bir stator ve bir rotor içerir. Temelde iki tür bulunur: rotoru sincap kafesli asenkron motor ve bilezikli (kayma halkalı) asenkron motor. Her iki tipte de rotor benzer amaçla kullanılır ancak rotorda yapı farklılıkları vardır.

7.3.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar

Üç fazlı asenkron motorlar stator ve rotor olmak üzere iki temel ögeden oluşur. Stator, motorun sabit parçasıdır. Statorda, stator çekirdeği ve alan sargıları bulunur. Üç fazlı asenkron motorların statorlarında her üç faz için ayrı birer sargı bulunmaktadır. Rotor ise motorun dönen parçasıdır.

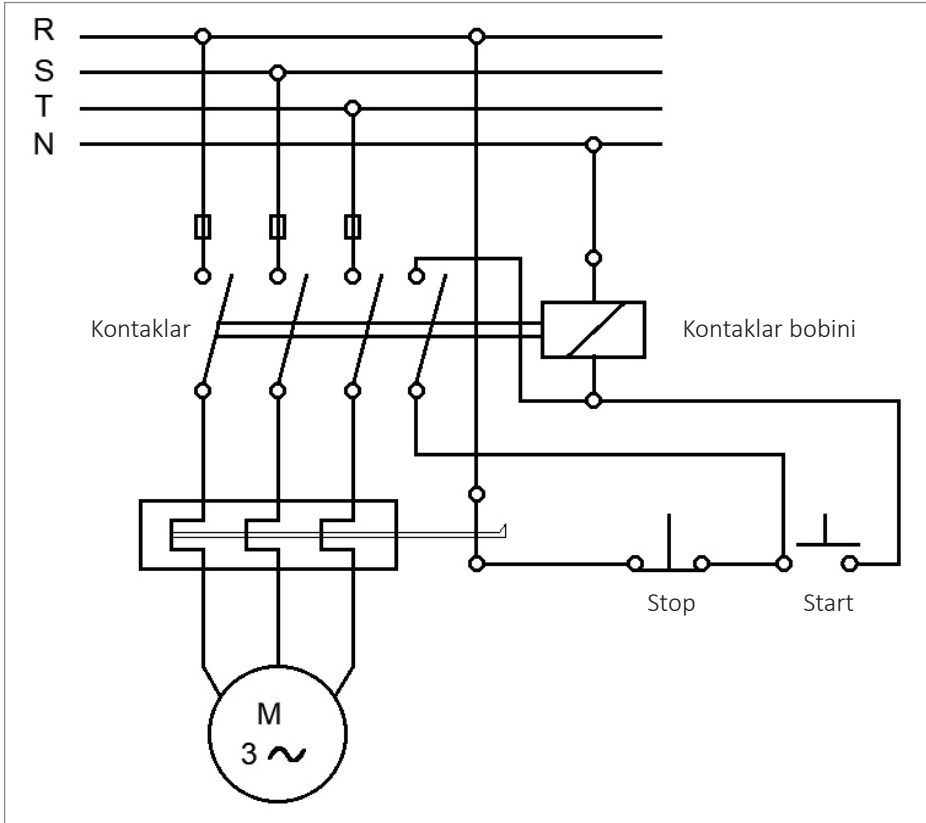
7.3.3. Üç Fazlı Motorlara Yol Vericiler

Bobine elektrik verildiğinde kapalı kontaklarını açan, açık kontaklarını kapatan ve uzaktan kumanda edilebilen elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir (Görsel 7.12). Kontaktörler, başta elektrik motorları olmak üzere kompanzasyon ısıtma gibi elektrik tesislerinin kablo ile uzaktan kumanda edilmelerine imkân sağlar.



Görsel 7.12: Kontaktör

Üç fazlı bir motorun kontaktörle kontrol şemasına ait güç ve kumanda bağlantı şeması Görsel 7.13'te görüldüğü gibidir.



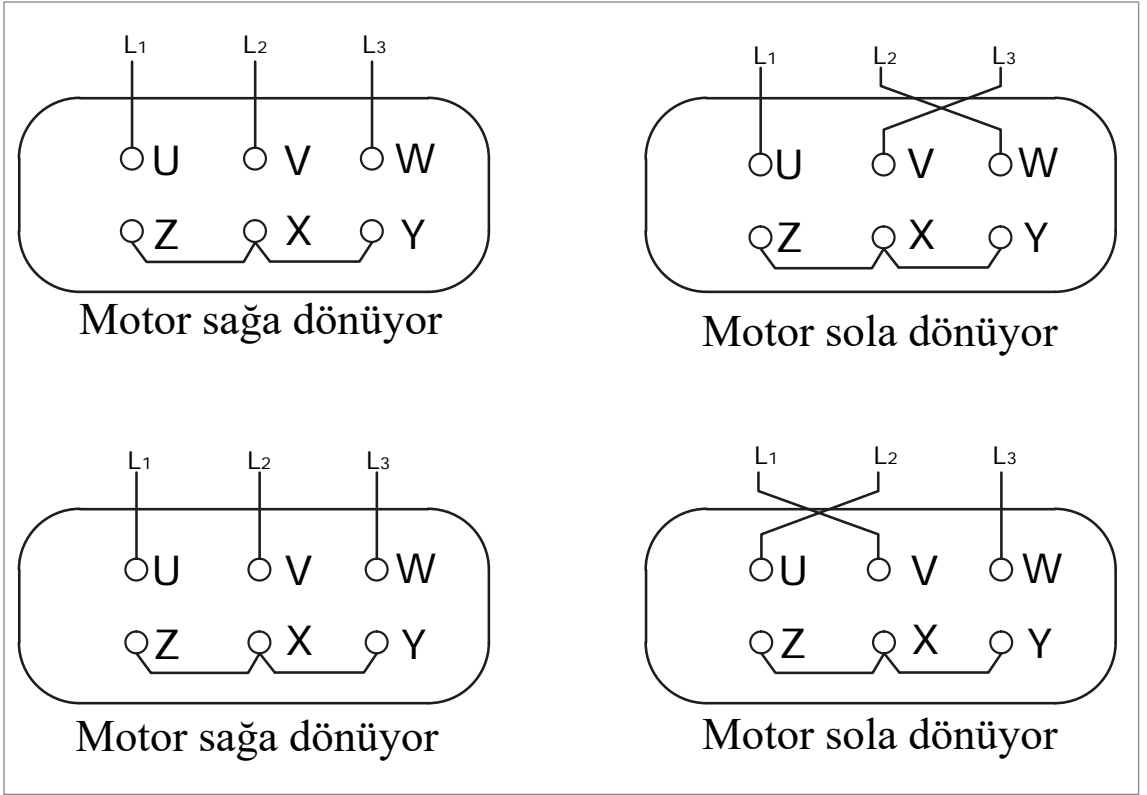
Görsel 7.13: Kontaktör bağlanmış motor

Kumanda devresinde başlama (start) butonu ile kontaktör bobinine elektrik enerjisi gönderilir. Enerji altında kalan bobin kontaktları, konum değiştirecektir. Açık durumda olanlar kapalı, kapalı olanlar ise açık duruma gelecektir.

Kumanda edilen motor, devreye enerji girdiğinde ilk olarak kalkınma akımı ile çalışmaya başlar. Durdurma (stop) butonuna basıncaya kadar motor çalışmaya devam edecektir.

7.3.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Dönüş Yönü Değiştirme İşlemi

Üç fazlı asenkron motorlarda dönüş yönünü değiştirmek için fazlardan biri sabit tutulup diğer ikisi yer değiştirilir (Görsel 7.14). Fazlardan üçü de yer değiştirirse dönüş yönü değişmez. Fazların bu yer değiştirme işlemi el ile değil, kontaktör veya paket şalter ile yapılır.



Görsel 7.14: Üç fazlı asenkron motorlarda dönüş yönü değiştirme

3.

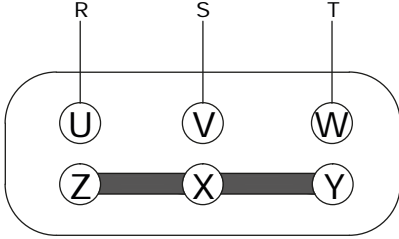
Uygulama

ÜÇ FAZLI MOTOR BAĞLANTILARI

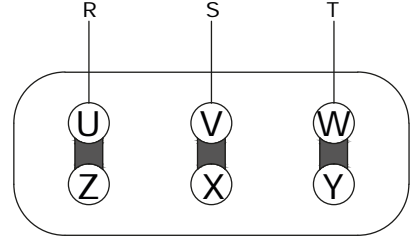


25979

Amaç: Üç fazlı motorun üçgen ve yıldız bağlantısını yapmak (Görsel 7.15).



Yıldız bağlantı



Üçgen bağlantı

Görsel 7.15: Yıldız ve üçgen bağlantı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Motor	Üç fazlı	1 adet
Pense, yıldız tornavida		Birer adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Üç fazlı motor klemens kutusunu açınız.
3. Bağlantı uçları ve sargı uçlarını tespit ediniz.
4. İlk önce yıldız bağlantıyı yapınız (Görsel 7.15).
5. Enerji bağlantısını yaparak öğretmen kontrolünde devreyi çalıştırınız.
6. İkinci olarak üçgen bağlantıyı yapınız (Görsel 7.15).
7. Enerji bağlantısını yaparak öğretmen kontrolünde devreyi çalıştırınız.
8. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp yerlerine dikkatli bir şekilde yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Üç fazlı motor üzerinde bağlantı uçlarını ve sargı uçlarını tespit eder.	20	
2	Yıldız bağlantıyı yapar.	10	
3	Üç fazlı motoru devreye alır.	10	
4	Üçgen bağlantıyı yapar.	10	
5	Üç fazlı motoru tekrar devreye alır.	10	
6	Yıldız ve üçgen bağlantı arasındaki farkları açıklar.	10	
7	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
8	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
9	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

7.4. BLDC (İNVERTER) MOTORLAR

DC motorlardaki momentdevir karakteristiğini koruyarak fırça ve kolektör düzeneğinden kurtulmak için BLDC motorlar üretilmiştir (Görsel 7.16). Fırçalı DC motorlarda rotordaki sarımlara elektrik iletimi, fırça-kolektör yapısı ile sağlanır. Bu da kıvılcım oluşturma, bakım gerektirme ve fırçalarda aşınma gibi problemler ortaya çıkarır.



Görsel 7.16: BLDC Motor

BLDC motorlarda fırça-kolektör düzeneğinin görevini elektronik bir denetleyici üstlenir. Motorun dönüşünde aksama olmaması için denetleyicinin uygun bir hızda rotoru takip etmesi ve rotor pozisyonunu bilmesi gerekir. Bunun için genelde "Hall effect sensörleri" kullanılır.

BLDC motorlarda fırça-kolektör düzeneğinin görevini elektronik bir denetleyici üstlenir. Motorun dönüşünde aksama olmaması için denetleyicinin uygun bir hızda rotoru takip etmesi ve rotor pozisyonunu bilmesi gerekir. Bunun için genelde "Hall effect sensörleri" kullanılır.

7.4.1. BLDC Motorlarda Elektrik Bağlantıları

7.4.1.1. BLDC Motorların Avantaj ve Dezavantajları

BLDC motorun avantajları:

- Hız kontrolü sabit tork ile yapılabilir.
- Verimleri yüksektir.
- Fırçasız yapıları sebebi ile sürtünme yoktur, ark yapmaz, karbon tozu üretmez.
- Ebatları diğer motorlara göre daha küçük, momenti ise daha fazladır.
- Yüksek devirlerde problem çıkarmaz.
- Sessiz çalışır.
- Az ısınır.
- Uzun ömürlüdür.
- Bakıma ihtiyaç duymaz.

BLDC motorun dezavantajları:

- Karışık bir kontrol devresi vardır.
- Konum sensörlerine ihtiyaç duyar.
- Maliyetleri fazladır

7.4.1.2. BLDC Motorların Kullanım Alanları

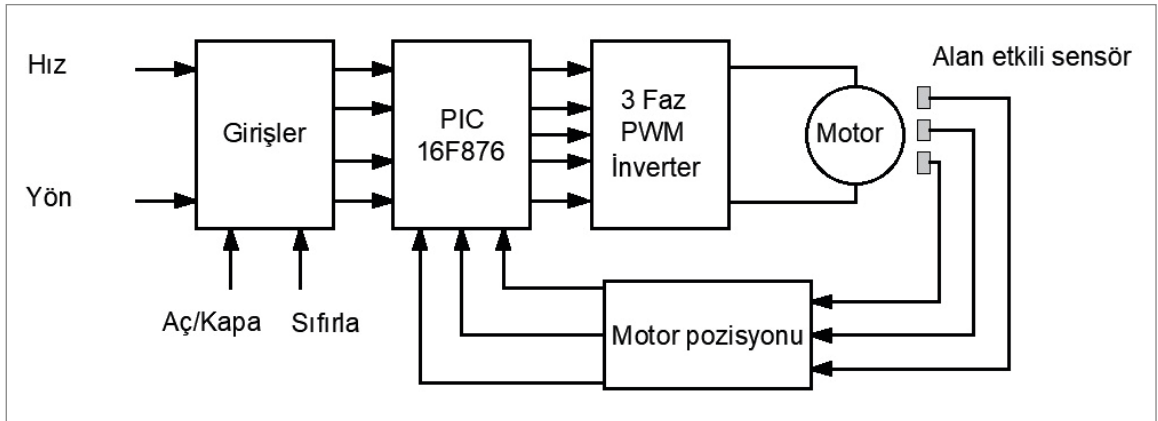
BLDC motorlar; kontrolü ve yapısında kullanılan malzemelerin teknolojinin gelişimiyle yenilenmesinin neticesinde fırçalı DC motorlara oranla oldukça rağbet görmektedir.

Bu gelişmelerin akabinde şunlar söylenebilir:

- BLDC motorların kullanımı sağlık, robot, uzay endüstrisinde, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinde, yürüyen bant sistemlerinde, pompa ve fan motorlarının uygulamalarında, parlama ve yanma riski bulunan ortamlarda, sabit disk sürücü ile CD/DVDROM, yazıcı gibi bilgisayar donanımlarında ve bilhassa yüksek güç yoğunluğu ve hızın gerekliliğinin icap ettiği uygulamalarda günden güne artmaktadır.
- Son yıllarda ülkemizde, bulaşık makinesi üretiminde bazı firmalar BLDC motoru içeren bulaşık makineleri imal etmektedir.
- Bu şekildeki üretimle şebeke gerilimindeki azalış ve artışlardan etkilenme özelliği ortadan kalkmaktadır.
- Otomobil ve helikopterlerde, BLDC motorların birim enerji yoğunlukları daha iyi olduğu için daha çok kullanılmaktadır.

7.4.1.3. BLDC Motor Sürücü Bağlantıları

BLDC motorların yapısı ve sürülmesi beş birimden oluşmaktadır. Bunlar: sabit mıknatıslı bir rotor, üç fazlı ve sargıları elektronik olarak enerjilendirilen stator, geri besleme üniteleri (pozisyon algılayıcı sensörler ile akım ve hız geri besleme bilgileri), evirici ve sürücü birimi ve denetleyicilerdir (yazılımsal ve donanımsal yapılar). Görsel 7.17’de, denetleyici olarak PIC16F876 entegresi kullanılmış, Alan (Hall) etkili pozisyon sensörleri ile rotor pozisyonu denetleyiciye bildirilerek motorun istenilen parametrelere uygun çalışması sağlanmaktadır. Şekilde motor ile ifade edilen, üç faz sargılı stator ve rotorun birleşimidir. Evirici ve sürücü birimi olarak 3 faz PWM inverter kullanılmıştır.



Görsel 7.17: BLDC motor sürücü bağlantısı

4.

Uygulama

BLDC (INVERTER) MOTORLAR

Amaç: DC servo motora bağlı takometrenin sensörüyle gerilim seviyesini ölçmek (Görsel 7.18).



Görsel 7.18: Takometrenin sensörüyle gerilim ölçme

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Motor	DC servo	1 adet
Multimetre		1 adet
Takometre	Sensörlü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İnverter motoru çalıştırınız.
2. İnverter motoru sürücü üzerinden devrini değiştiriniz.
3. Devir sayısını ölçecek olan takometreyi hazır hale getiriniz.
4. Motor üzerine takometrenin lazerini tutunuz ve motorun RPM cinsinden devrini ölçünüz.
5. Devir sayısı değiştirildiğinde motor üzerinde oluşan gerilim ve akım değerlerini kaydediniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Inverter motoru çalıştırır.	20	
2	Takometreyi kullanarak motor devrini ölçer.	25	
3	Motorun gerilim değerini değiştirir devir ölçümünü tekrarlar.	25	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik işlerinde alınması gereken iş güvenliği önlemlerinden değildir?

- A) Elektrikle çalışılırken asla su ile temas edilmemelidir.
- B) Elektrikle çalışılırken daima yalıtkan veya yalıtımlı aletler kullanılmalıdır.
- C) Kullanılan el aletlerinin yalıtkan malzemeyle kaplanması uygun değildir.
- D) Çalışan elektrikli aletler asla tamir edilmeye çalışılmamalıdır.
- E) Çalışmaya başlamadan önce ana sigorta kapatılmalıdır.

2. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motor çeşitlerinden değildir?

- A) Üniversal (seri) motorlar
- B) Yardımcı (gölge) kutuplu motorlar
- C) Repilsiyon motorlar
- D) Relüktans motorlar
- E) Vidalı motorlar

3. Aşağıdakilerden hangisi kumanda elemanının veya devresinin çalışıp çalışmadığını ışıkla gösteren devre elemanıdır?

- A) Sinyal lambası
- B) Kumanda butonları
- C) Paket şarteller
- D) Kumanda devreleri
- E) Elektrik panosu

4. Aşağıdakilerden hangisi bir devrenin çalışmasını başlatmak veya durdurmak amacıyla kullanılan devre elemanlarıdır?

- A) Kumanda devreleri
- B) Elektrik panosu
- C) Kumanda butonları
- D) Paket şarteller
- E) Sinyal lambası

5. Aşağıdakilerden hangisi bobine elektrik verildiğinde kontakları kontrol edebilen elektromanyetik anahtardır?

- A) Kapasitör
- B) Kontaktör
- C) Röle
- D) Termik
- E) Termostat

6. Stator sargılarının giriş uçları olan U,V,W'ye sargıların çıkış uçları olan Z, X, Y kısa devre edilirse oluşan bağlantının adı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yıldız bağlantı
- B) Seri bağlantı
- C) Üçgen bağlantı
- D) Paralel bağlantı
- E) Kısa devre

7. I. Üzerinde gerilim olan, bağlandığı sistemi besleyen ve canlı uç olarak adlandırılan elektrik enerjisidir.

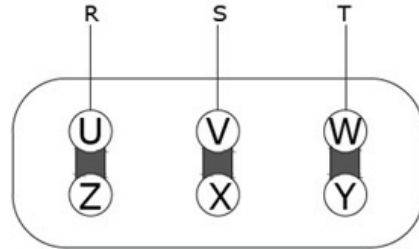
II. Gerilim altında olmayan, iletkenlerde toprak yığını içerisine yerleştirilmiş iletken bir cisimdir.

III. Elektrik dairesinin dönüş yapmasını sağlayan yüksüz uçtur.

Yukarıdaki öncüllerin tanımları aşağıdakilerden hangisinde sırasıyla verilmiştir.

- A) Topraklama-Faz-Nötr
- B) Nötr-Faz-Topraklama
- C) Faz-Nötr-Topraklama
- D) Faz-Topraklama-Nötr
- E) Nötr-Topraklama-Faz

8.



Yukarıdaki şekilde belirtilen bağlantı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Paralel bağlantı
- B) Seri bağlantı
- C) Üçgen bağlantı
- D) Yıldız bağlantı
- E) Kısa devre

8.

ÖĞRENME BİRİMİ

BASİT OTOMATİK KONTROL DEVRELERİ



ÖĞRENME BİRİMİ KONULARI

- 8.1. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE**
- 8.2. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE KURULUMU**
- 8.3. TERMOSTAT KONTROLLÜ VE BASINÇ PROSESTATLI BASİT DEVRE**
- 8.4. TERMOSTAT KONTROLLÜ DEVRE**
- 8.5. BASINÇ PROSESTATLI DEVRE KURMA**

TEMEL KAVRAMLAR

mekanik kontrollü devre, otomatik devre, prosestat, termostat

8.1. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE

Son zamanlarda kontrol sistemleri, insanlığın ve uygarlığın gelişmesinde ve ilerlemesinde çok önemli bir etken hâline gelmiştir. Bugün modern ev ve binalardaki ısıtma ve havalandırma sistem ya da düzenleri, otomatik kontrol yöntemleri ile ısıyı, nemi ve taze hava karışımını ayarlar. Endüstride, modern araç ve gereçlerde, otomatik kontrol sistemlerinin sayısız uygulamaları vardır.

Kontrol sistemleri, bağlı oldukları devreyi veya cihazı değişen koşullara göre çalıştırır; durdurur veya belirli şartlarda kontrol altında tutar. Kontrol şekli, devrenin yapısına göre insan tarafından gerçekleştirilebileceği gibi otomatik olarak da yapılabilir. Örneğin soğutucunun kapısının açılmasıyla yanan aydınlatma lambası mekanik buton kontrolü iken sıcaklık kontrolü termostat tarafından sıcaklığa bağlı olarak otomatik olarak kontrol edilmektedir.

8.1.1. Mekanik Butonlu Devreler

Mekanik kontrol, bir devreyi veya bir cihazı insan müdahalesi ile açıp kapamaya denir. Örneğin evlerdeki lambanın yanıp söndürülme işlemi mekanik kontroldür. Teknolojinin gelişmesiyle bu tür devrelerin kullanımı gün geçtikçe azalmaktadır. Bu devrelerin yerine otomatik kontrollü devrelerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamaktadır.

8.1.2. Otomatik Kontrollü Devreler

Otomatik kontrol sistemleri; bir devrenin, cihazın veya ekipmanın insan müdahalesi olmadan kendisini denetleyerek istenilen değer aralıklarında çalışmasını sağlayan sistemlerdir. Örneğin termostat sayesinde klima, odanın sıcaklığını istenilen sıcaklıkta tutmayı otomatik kontrolle yapmaktadır. İlk olarak buhar makinelerinde çok tehlikeli işlerin olduğu bölümlerde kullanılıp geliştirilmeye başlanan otomatik kontrollü devreler, daha sonrasında teknolojik gelişmelere ayak uydurarak üretimin her alanında kullanılmaktadır.

8.1.3. Mekanik Butonlar ve Şalterler

Buton; iterek üzerine basıldığında makine, cihaz veya sistemde bir sürecin başlamasını ve kontrolünü sağlayan basit bir geçiş mekanizmasıdır.

Şalter, devre kesici olarak da bilinir. Şalterlerin en önemli fonksiyonu, devreyi açıp kapatma işlemlerinin yanı sıra olası kısa devre ve aşırı yüklenme durumlarında devreyi veya cihazı koruma sağlamak amacıyla anahtarlama yapmasıdır.

8.1.4. Elektromekanik Sistemler

Mekanik sistemlerin elektrik-elektronik sistemlerle kontrol edilmesine **elektromekanik** denir. Asansör sistemleri elektromekanik sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Genel olarak kullanım alanları endüstriyel sanayi malzemeleri olan elektromekanik sistemler, insanların hayatını kolaylaştıracak cihazların kontrol edilmesinde kullanılmaktadır. Yürüyen merdivenler, taşıma cihazları ve yazıcılar da elektromekanik sistemlere girer. Ayrıca, çoğu savunma sistemi de üretimlerinde elektromekanik sistemlerden yararlanmaktadır.

1.

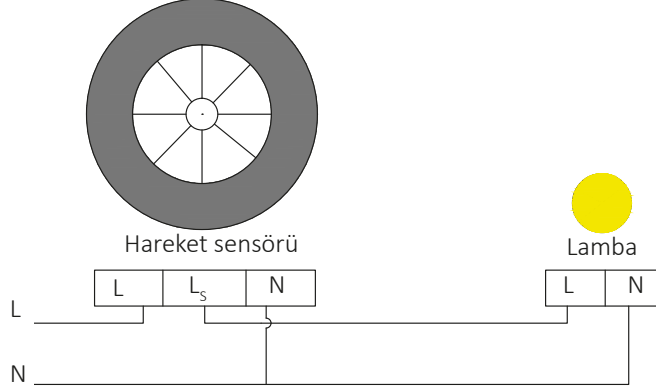
Uygulama

BASİT OTOMATİK / MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE KURULUMU



25981

Amaç: Basit otomatik/mekanik kontrollü hareket sensörlü aydınlatma devre kurulumu yapmak (Görsel 8.1).



Görsel 8.1: Hareket sensörlü aydınlatma devresi

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Aydınlatma		1 adet	Kontrol kalemi		1 adet
Yan keski, pense		1 adet	İletken		20 cm
Hareket sensörü		1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Fişten gelen faz ucunu hareket sensörünün L ucuna ve nötr ucunu ise N ucuna bağlayınız.
3. Hareket sensörünün Ls ucundan çıkan fazı, aydınlatmaya bağlayınız.
4. Aydınlatmanın bozta kalan nötr ucunu fişten gelen nötre bağlayarak devreyi tamamlayınız.
5. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Hareket sensörünün uçlarını tespit eder.	15	
2	Hareket sensörünün L ucuna faz bağlantısını yapar.	15	
3	Hareket sensörünün ve aydınlatmanın N ucunun nötr bağlantısını yapar.	15	
4	Hareket sensörünün Ls ucundan aydınlatmanın faz girişini yapar.	15	
5	Devreye elektrik verip devrenin çalışmasını kontrol eder.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

8.2. BASİT OTOMATİK/MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE KURULUMU

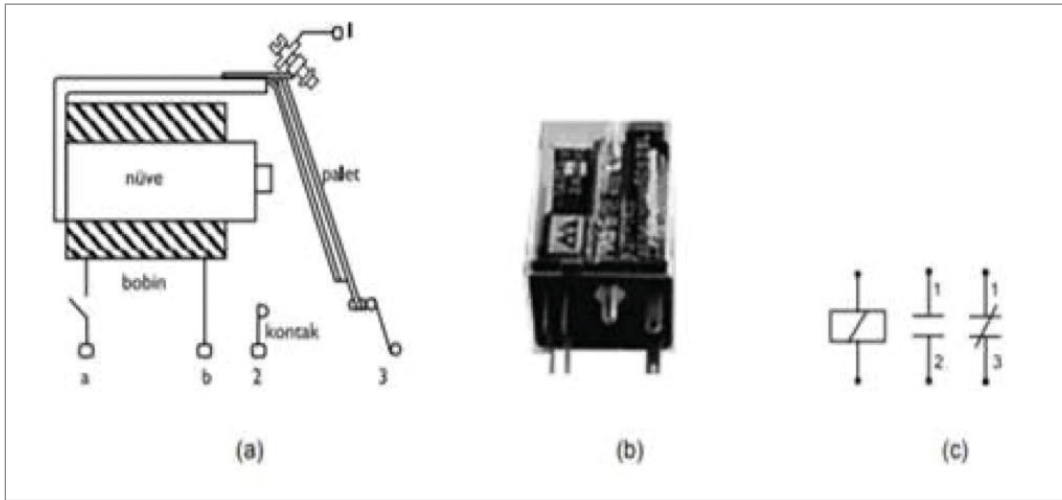
Otomatik kontrol, bir cihazın veya sistemin insandan bağımsız olarak çalışmasını sağlar. Bu ciddi anlamda iş gücünden tasarruf sağladığı gibi cihaz ve sistemin hatasız ve verimli çalışmasını da sağlamış olur.

8.2.1. Devre Elemanlarının Seçimi

Basit kontrollü devre elemanlarının kullanımı gelişen teknolojiyle daha da çok artmaktadır. Bu tür elemanlar devre içerisindeki kontrolü sağlamak amacıyla basınç, sıcaklık ve akım değerlerinin istenen aralıklarda olmadığı zamanlarda sistemi kontrol etmeye yarar. Örneğin maliyet olarak yüksek olan ana malzemelerde devre kontrol elemanı kullanılmazsa ana malzemeler arızalanır ve iş maliyeti artar.

Röle

Küçük güçteki elektromanyetik anahtarlara **röle** denir. Röleler elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 8.2).

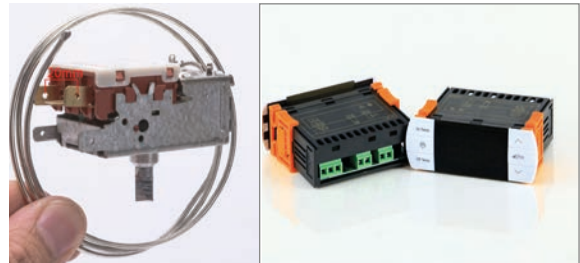


Görsel 8.2: Bir rölenin yapısı (a), görünüşü (b) ve sembolü (c)

Termostat

Katı, sıvı ve gazların sıcaklık değerlerinin sabit tutulması amacıyla kullanılan kumanda elemanlarına **termostat** denir (Görsel 8.3). Kısaca sıcaklık kontrolü yapabilen aletlerdir. Termostatlar, ısıtma veya soğutma sistemlerinde kullanılır; yapılarına göre üç kısımda incelenir:

- Körüklü termostatlar
- Düz bimetal ve metal kontaklı termostatlar
- Sarmal bimetal ve cıva tüplü kontaklı termostatlar



Görsel 8.3: Termostat

Termik

Devreyi veya cihazı aşırı akıma karşı koruyan devre elemanına **termik** denir (Görsel 8.4). Özellikle soğutma sistemlerinde kompresörü aşırı akımdan korur. Termik, üzerinden aşırı akım geçtiği zaman devreye giden elektrik enerjisini keserek devreyi korumaya alır.



Görsel 8.4: Termik



Görsel 8.5: Basınç şalteri (Prosestat)

Basınç Şalteri (Prosestat)

Sıvı veya gaz basınçlı sistemlerde basınç sistemini kontrol etmeye yarayan elektromekanik devre elemanına **basınç şalteri (prosestat)** denir (Görsel 8.5).

Selenoid Valf

Elektrik enerjisi ile çalışan elektromanyetik prensiple açma veya kapama yapan vanalara **selenoid valf** adı verilir. Bir selenoid valf, vana ve elektromanyetik kısım olmak üzere iki bölümden oluşur. Selenoid valfler düşük veya yüksek gerilimle doğru veya alternatif akımla çalışacak şekilde çok çeşitli yapıda üretilir (Görsel 8.6).



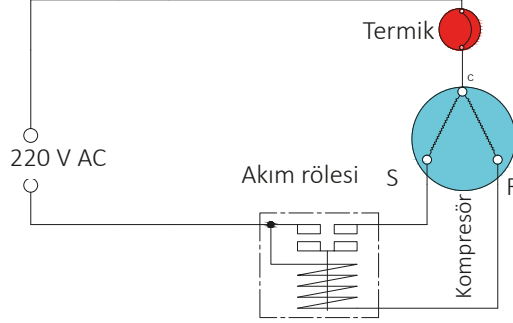
Görsel 8.6: Selenoid valf

2.

Uygulama

BASİT OTOMATİK / MEKANİK KONTROLLÜ DEVRE KURULUMU

Amaç: Devredeki termiğin elektrik enerjisini kestiğini gözlemlemek (Görsel 8.7).



Görsel 8.7: Röle termik bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kompresör		1 adet	İletken		50 cm
Röle- Termik		1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet
Yan keski, pense		1 adet			

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Fişten gelen faz ucunu rölenin ucuna, rölenin çıkışlarını kompresöre takınız.
3. Termiğin bir ucunu kompresörün C sargısına, diğer ucunu fişten gelen nötr ucuna bağlayınız.
4. Devreye elektrik veriniz ve kompresörün hareketini gözlemleyiniz.
5. Termiği, devre enerjisini kesene kadar ısıtın; termik soğuduktan sonra kompresörün devreye girmesini gözlemleyiniz.
6. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kompresörün uçlarını tespit eder.	15	
2	Termiği kompresörün c (ortak) ucuna bağlar.	15	
3	Akım rölesinin kompresör üzerindeki bağlantısını doğru bir şekilde yapar.	15	
4	Kompresörü devreye alır ve kompresörün çalışmasını kontrol eder.	15	
5	Termiği ısıtıp devreyi kesmesini kontrol eder.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

8.3. TERMOSTAT KONTROLLÜ VE BASINÇ PROSESTATLI BASİT DEVRE

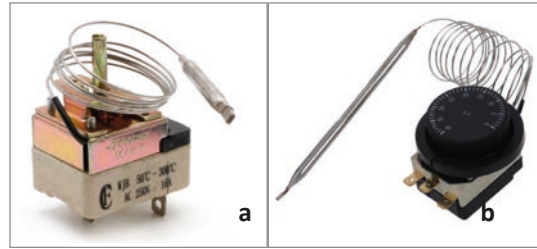
Termostat; bir cihaz veya sistemde, sıcaklığı belirlenmiş aralıklarda tutabilen bir tür sıcaklık kontrol sistemidir. Bu kontrol sistemi mekanik, elektromekanik veya elektronik olabilir.

8.3.1. Termostat Kontrollü Devreler

Bütün termostatik kontrol devrelerinde/sistemlerinde temel mantık, sıcaklık değişimini algılayan bir yapı ve bu yapının sıcaklık değişimine verdiği tepki üzerine kurulmuştur. Bu tepki; bir sıvı veya gazdaki basınç değişimi, metal veya bimetal yapıdaki hareket veya iletkendeki direnç değişimi şeklinde olabilir. Sıcaklık değişimine karşı verilen bu tepkiler sonucunda kontaklar açılıp kapanmak suretiyle ya devreye enerji verilir ya da devreden enerji kesilir. Bu şekilde cihaz veya sistemde termostatik kontrol sağlanmış olur.

8.3.2. Termostatik Kontrol Elemanı

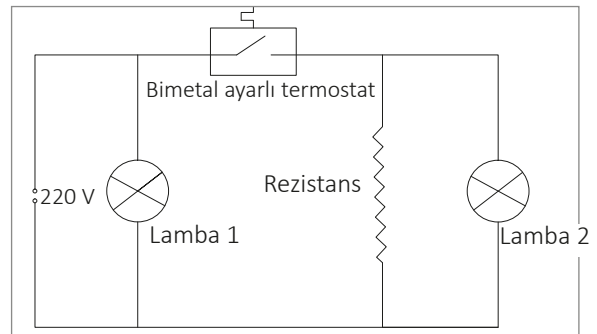
Termostatlar sıcaklığa tepki veren cihazlardır. Bunu da yapısal özelliklerine bağlı olarak çeşitli şekilde gerçekleştirir. Isıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemlerinde kullanılan termostatlar başlıca iki ana kısımdan oluşur. Birinci kısım, sıcaklık değişimlerine tepki veren mekanik bölümdür. Mekanik tepkinin kumanda ettiği elektrikli kontaklar ise ikinci kısımda bulunur. Basit manada termostat, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak devrede bir elektrik anahtarı gibi çalışan ve böylece bağlı olduğu sistemi açma ve kapama yaparak kumanda eden cihazdır (Görsel 8.8).



Görsel 8.8: Isıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan termostatlar

8.3.3. Termostatik Kumanda Devreleri

Evde, iş yerlerinde, atölyede vb. yerlerde kullanılan birçok makine (plastik boru füzyon kaynak makinesi, ütü vb.), cihaz (kombi, kalorifer kazanı, sebil, derin dondurucu, buzdolabı, klima vb.) ve teçhizat (ısıtma, soğutma ve iklimlendirme deney setleri vb.) termostatik kontrolün yer aldığı görülür. Görsel 8.9'da atölyede sıkça kullanılan plastik boru füzyon kaynak makinesine ait termostatik kontrolün yer aldığı elektrik devre şeması görülmektedir. Fişin prize takılmasıyla (şebekeye bağlandığında) lamba 1 yanar. Bu, kaynak makinesine gerilimin geldiğini gösterir. Kaynak sıcaklık ayarı ise ayarlanabilen bimetal yapıli termostat tarafından gerçekleştirilir. Termostat kontakları kapalı iken lamba 2 yanar. Bu, rezistansın devrede olduğunu gösterir. Makine kaynak paftaları ayarlanmış sıcaklığa ulaştığında bimetal termostat, kontaklarını açarak rezistansı devreden çıkarır ve lamba 2 de söner. Böylece termostatik kontrol sağlanmış olur.



Görsel 8.9: Füzyon makinesine ait elektrik devresi

3.

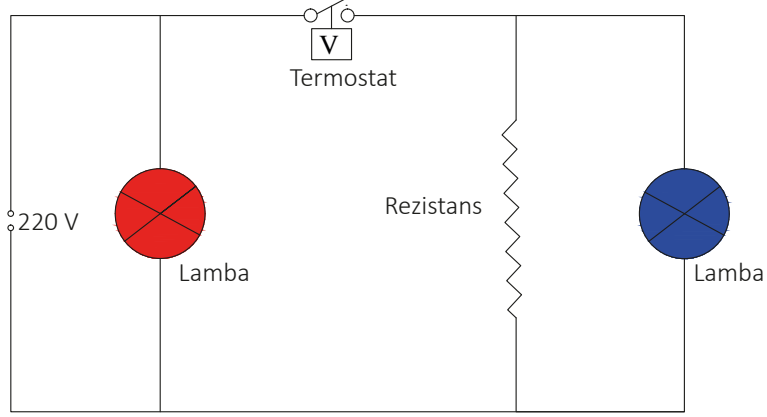
Uygulama

TERMOSTAT KONTROLLÜ DEVRE KURMA

Amaç: Termostat kontrollü devre kurmak (Görsel 8.10).



25983



Görsel 8.10: Termostat kontrollü devre

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
İkaz lambası	220 V	2 adet	İletken		150 cm
Rezistans		1 adet	Kontrol kalemi		1 adet
Termostat		1 adet	İzole bant		1 adet
Fiş	Erkek uçlu	1 adet			

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 8.10'da verilen devreyi kurunuz.
3. Termostatu istediğiniz sıcaklığa ayarlayınız.
4. Kurduğunuz devreye elektrik veriniz.
5. Devredeki elemanların çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Termostat devreyi kestiğinde oluşan durumu gözlemleyiniz.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

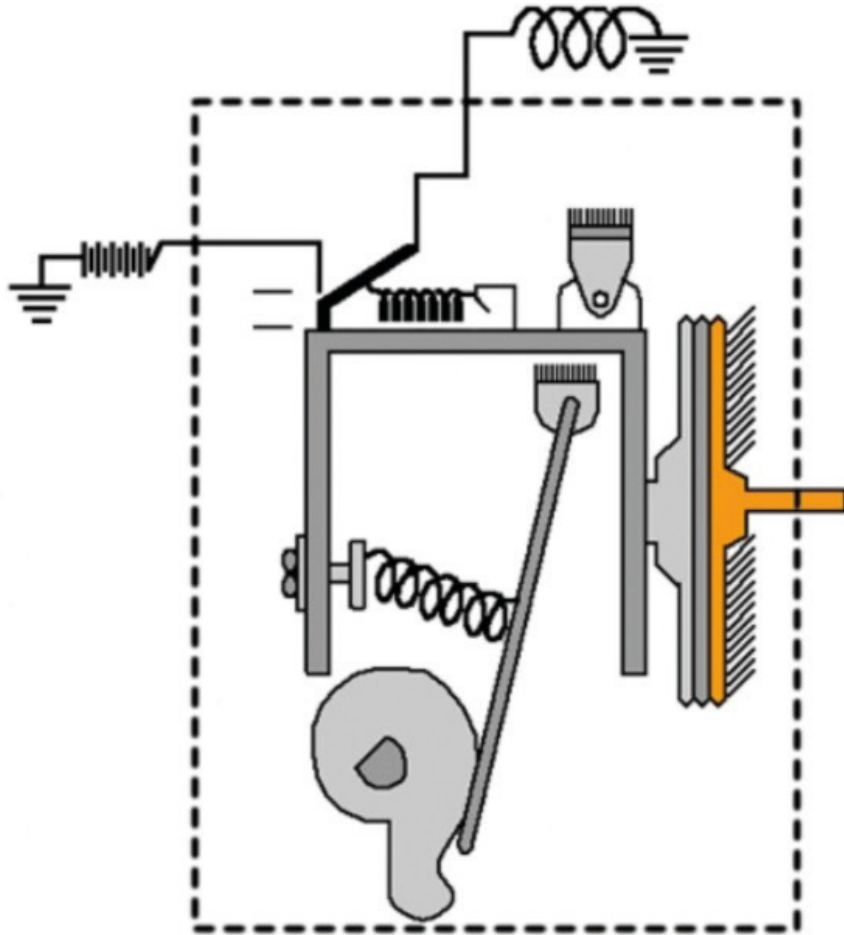
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde devreyi kurar.	20	
2	Devreyi elektrik verip çalıştırır.	20	
3	Termostatu istenilen sıcaklığa getirir.	20	
4	Termostat istenilen sıcaklığa gelene kadar devrede olan ekipmanları söyler.	10	
5	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
6	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
7	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

8.4. TERMOSTAT KONTROLLÜ DEVRE

Isıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemlerinde temelde beş farklı çalışma yapısına sahip ortam şartlarına ayarlanabilen termostat kullanılır (Görsel 8.11).

Bunlar:

- Farklı genleşme özelliğine sahip metallerin birleştirilmesiyle elde edilen bimetal termostatlar
- Farklı metal genleşme özelliğine sahip metal çubuk ve metal borudan meydana gelen termostatlar
- Kapalı bir körük içindeki gazın genleşmesi (basınç) prensibi üzerine geliştirilmiş termostatlar
- Tamamı sıvı ile dolu ve sızdırmaz kapalı diyafram, sıcaklık değişimine basınç değişimi şeklinde verdiği tepki üzerine geliştirilmiş termostatlar
- Sıcaklığın iletken direncini değiştirmesi prensibi üzerine geliştirilmiş akım veya gerilim kontrollü termostatlar



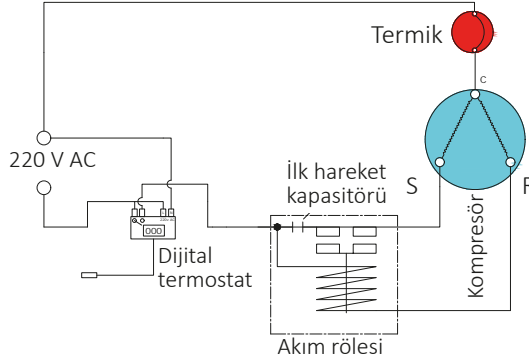
Görsel 8.11: İç yapısına göre termostatlar ve sensörler

4.

Uygulama

TERMOSTAT KONTROLLÜ DEVRE KURMA

Amaç: Termostat kontrollü devre kurulumu yapmak (Görsel 8.12).



Görsel 8.12: Dijital termostat kontrollü devre

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kompresör	220 V	2 adet	İletken		150 cm
Röle- Termik		1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet
Termostat	Dijital	1 adet			

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 8.12'de verilen devreyi kurunuz.
3. Kurduğunuz devreye elektrik veriniz.
4. Termostat istenilen sıcaklığa geldiğinde kompresörün devre dışı kaldığını gözlemleyiniz.
5. Termostat devreyi tekrar çalıştırana kadar bekleyiniz.
6. Devrenin tekrar çalıştığını gözlemleyiniz.
7. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde devreyi kurar.	15	
2	Devreyi elektrik verip çalıştırır.	15	
3	Termostatı istenilen sıcaklığa getirir.	15	
4	Termostat istenilen sıcaklığa gelene kadar devrede olan ekipmanları söyler.	15	
5	Termostatın tekrar devreye girmesini sağlar.	10	
6	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
7	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
8	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

8.5. BASINÇ PROSESTATLI DEVRE KURMA

Basınçla çalışan devrelerde sistemin istenilen basınç düzeyinde devreye alınıp çıkarılmasında prosestatlar kullanılır. Prosestatlar aynı zamanda basıncın tehlikeli seviyelere çıkmasını da engelleyerek güvenlik sağlar.

8.5.1. Basınç Prosestatlı Devreler

Basıncı bir akışkan devresinde basınç azaldığında veya arttığında pompa ya da kompresörün devreye girip çıkmasını, alarm çalmasını, yedek pompanın otomatik olarak devreye girmesini veya çıkmasını, bir selenoid valfi açıp kapatmasını sağlayan cihazlara **basınç şalteri**; **basınç otomatığı** veya **prosestat** denmektedir. Piston ve diyafram tip olmak üzere iki çeşittir. Basınç prosestatının altındaki hücreden giren basınçlı akışkan, piston veya diyaframı hareket ettirip daha önceden ayarlanmış olan yay basıncını yenmeye çalışır. Bu hareket, içerideki kontakları kumanda ederek elektrikli devreyi ya çalıştırır ya da durdurur.

8.5.2. Hidrolik/Pnömatik Kumandalı Devreler

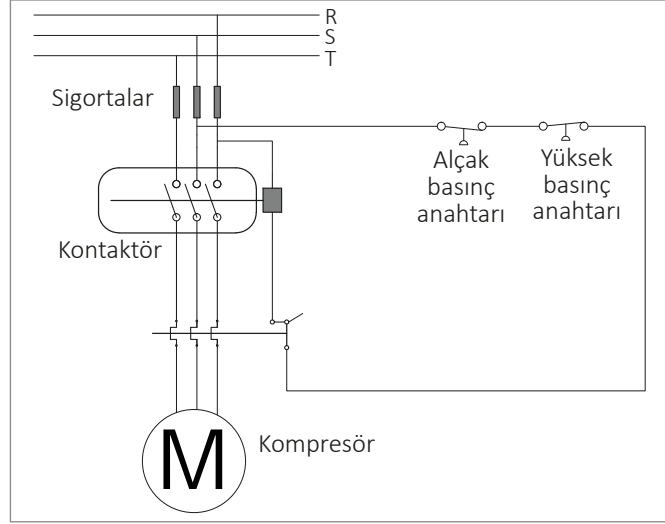
Pnömatik, gaz basıncını mekanik harekete çevirme amaçlı uygulamaları içeren bir bilim dalıdır. Pratik olarak vakum ve pozitif hava basıncı ile çalışan sistemler ve kullanılan devre elemanları pnömatiğin kapsamı içerisinde değerlendirilir. Yararlı bir iş yapabilmek için sıkıştırılmış hava olarak depolanan enerjiyi kullanan sistemlere pnömatik sistemler denir. Pnömatik aygıtlar için gerekli hava, basınçlı bir kompresörden sağlanır. Kompresör havayı sıkıştırarak sağlam, çelik bir tankta depolar (Görsel 8.13).



Görsel 8.13: Hava kompresörü

Basınç anahtarları sistemin basıncını iki sınır arasında sabit tutmak için kullanabileceği gibi sınır değere ulaştığında anahtarlama yaparak farklı bir fonksiyonu da başlatabilir. Örneğin basınçlı hava kullanılan bir sistemde alt sınır 3 bar ve üst sınır 7 bar olsun. Sistemdeki basınç 3 barın altına düş-tüğünde basınç anahtarı kontağı kapanarak kompresöre bağlı elektrik motorunu devreye sokar

ve basıncın yükselmesini sağlar. Basınç üst sınır değeri 7 bara ulaştığında basınç anahtarı kontağını açarak elektrik motorunu devreden çıkarır. Böylece sistemdeki basınç 3 ila 7 bar arasında tutulmuş olur (Görsel 8.14).



Görsel 8.14: Kombine basınç anahtarlı kompresör kumanda devresi

Isıtmada kullanılan kombi cihazlarında kapalı devredeki su basıncı belirli basıncın altına düşerse (hidrolik basınç azalacağından) kombi, güvenlik açısından prosestat (basınç otomatığı) tarafından (kontaklar açılıp enerji kesilerek) çalıştırılmaz. Aksi durumda yani yeterli miktarda su olmadan çalışan cihaz, yüksek sıcaklıktan kavrularak arızalanacaktır (Görsel 8.15).



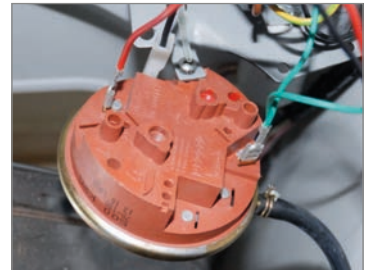
Görsel 8.15: Kombi su devresi basınç prosestatı



Görsel 8.16: Prosestat

Kombi cihazında bulunan hava akışı sırasında fanın aldığı "+" basıncı ile atık gaz sisteminde sorun olup olmadığını karta bildiren parçadır (Görsel 8.16).

Çamaşır ve bulaşık makinelerinde su seviyesi yine prosestatlar tarafından otomatik olarak kontrol edilir. Su seviyesi istenen noktaya eriştiğinde prosestat kontaklarını açarak su valfinin (selenoid valf) enerjisini keser. Böylece makineye su girişi durur. Benzer uygulama birçok cihazda ve makinede kullanılmaktadır (Görsel 8.17).



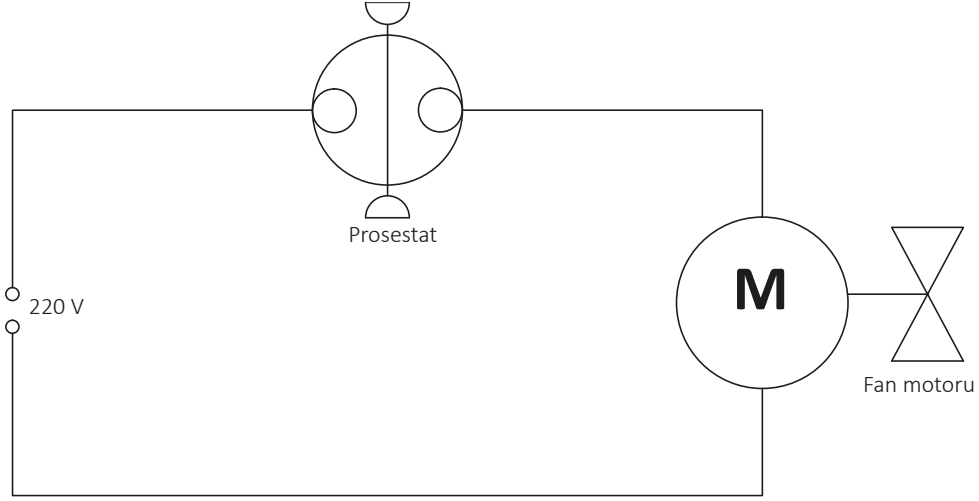
Görsel 8.17: Çamaşır makinelerinde kullanılan prosestat

5.

Uygulama

BASINÇ PROSESTATLI DEVRE KURMA

Amaç: Basınç prosestatlı devre kurmak (Görsel 8.18).



Görsel 8.18: Prosestat kontrollü devre

Kullanılacak Araç Gereç

ADI	ÖZELLİĞİ	Miktar	ADI	ÖZELLİĞİ	MİKTAR
Kombi prosestatı		1 adet	İletken		150 cm
Fan motoru	220 V	1 adet	Fiş	Erkek uçlu	1 adet
Kontrol kalemi		1 adet			

İşlem Basamakları

1. Gerekli iş güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 8.18'de verilen devreyi kurunuz.
3. Kurduğunuz devreye elektrik veriniz.
4. Devreye elektrik verdiğinizde fanın devreye girmediğini gözlemleyiniz.
5. Fanı devreye almak için prosestatın hortumuna ağızınızla hava veriniz ve fanın devreye girdiğini gözlemleyiniz.
6. İş bitiminde malzemeleri eksiksiz olarak toplayıp takımhanedeki yerlerine yerleştiriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Verilen projeye uygun şekilde devreyi kurar.	25	
2	Devreyi elektrik verip çalıştırır.	25	
3	Prosestata hava verip fanın devreye girmesini sağlar.	20	
4	Gerekli iş güvenliği önlemlerini alır.	10	
5	Çevre temizliğini yapar, geri dönüşümü olan malzemeleri ayırır.	10	
6	Kullandığı el aletlerini yerine kaldırır.	10	
TOPLAM PUAN		100	

- 1. Aşağıda verilen bilgilerden hangisi rölenin görevini belirtir?**
- A) İstenilen sıcaklıkta cihazı devre dışı bırakır.
 B) Aşırı ısınmaya karşı kompresörü korur.
 C) Cihazlar üzerinde elektromanyetik anahtar görevini yapar.
 D) Cihazı yüksek basınca karşı korur.
 E) Cihazı kaçak akımdan korur.
- 2. Aşağıdaki verilen elemanlardan hangisi cihazların istenilen sıcaklıkta tutulmasını sağlamaya yarar?**
- A) Termik
 B) Röle
 C) Prosestat
 D) Termostat
 E) Selenoid valf
- 3. Aşağıdaki verilen elemanlardan hangisi soğutma sistemlerinde kompresörü aşırı akım ve sıcaklıklardan korumaya yarar?**
- A) Termik
 B) Röle
 C) Prosestat
 D) Termostat
 E) Selenoid valf
- 4. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi basınç şalterinin (prosestat) görevidir?**
- A) Sıcaklığı kontrol eder.
 B) Basıncı kontrol eder.
 C) Kaçak akımı kontrol eder.
 D) Sistemde elektromanyetik anahtar görevini üstlenir.
 E) Kompresör üzerinde yardımcı sargıyı devre dışı bırakır.
- 5. Aşağıdakilerden hangisi otomatik kontrolün sağladığı faydalardandır?**
- A) İşçilikten tasarruf sağlar.
 B) Zamandan tasarruf sağlar.
 C) Sistem daha verimli çalışır.
 D) İnsan hatalarından arındırılmıştır.
 E) Hepsisi
- 6. I. Normalde açık ve kapalı butonlar
 II. Anahtarlar
 III. Selonoid valfler
 IV. Manyetik röle**
- Yukarıdakilerden hangisi mekanik butonlara örnek gösterilebilir?**
- A) Yalnız I
 B) I,II
 C) I,II,III,IV
 D) III,IV
 E) II,III
- 7. Aşağıdakilerden hangisi mekanik kontrolde kullanılan ve anahtarlama görevi yapan devre elemanlarından?**
- A) Buton B) Kontaktör C) Röle
 D) Termostat E) Hiçbiri
- 8. I. İstenilen basınca ulaştığında devreyi kapatır.
 II. İstenilen sıcaklığa geldiğinde kompresörü devre dışı bırakır.
 III. Devreyi açıp kapatmaya yarar.
 IV. Aşırı yüklenme veya kısa devre durumunda cihazı koruma altına alır.**
- Yukarıda verilen bilgilerden hangisi şalterin özelliklerini belirtir?**
- A) I ve II
 B) III ve IV
 C) II ve III
 D) I ve IV
 E) I,II,III,IV

KAYNAKÇA

- AKAR, F., YAĞIMLI, M. (2008). Alternatif Akım Devreleri ve Problem Çözümleri. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ.
- ANASIZ, K. (1992). Elektrik Ölçü Aletleri ve Elektriksel Ölçmeler. Ankara: MEB.
- BAYRAK, M. (2002). Temel Elektrik ve Manyetizma. İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım.
- ÖZDOĞAN, M. (2003). Elektrik Bölümü Atölye II. Kahramanmaraş: Maki Yayınevi.
- SOYDAL, O. (2000). Ölçme Tekniği ve Laboratuvarı. Ankara: MEB.
- ŞAÇKAN, A. H. (2000). Doğru ve Alternatif Akım Devreleri. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020). Ankara.
- Türk Dil Kurumu Yazım Kılavuzu (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Türkçe Sözlük (2019). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Not: Kaynakça APA 6.0 referanslama sistemi kullanılarak oluşturulmuştur.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/unite04.pdf> E.T: 20/10/2020, E.S: 16.45
- <https://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/2ElektrikTesisatBilgisi/unite3.pdf> E.T: 09/11/2020, E.S: 12.45
- <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10392&MevzuatTur=7&MevzuatTer-tip=5> E.T: 15/11/2020, E.S: 11.45
- <https://www.tesisat.org/elektriksel-olcmede-kullanilan-aletler.html> E.T: 28/11/2020, E.S: 10.45
- <https://www.tesisat.org/direnc-nedir-ohm-kanunu-nedir.html> E.T: 08/12/2020, E.S: 10.45
- <https://www.tesisat.org/elektrik-enerjisi-kaynaklari.html> E.T: 25/12/2020, E.S: 10.45

GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1572>

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:36)

1	2	3	4	5	6	7	8		
E	D	C	A	B	D	B	E		

2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:43)

1	2	3	4	5	6	7	8		
C	E	D	E	B	A	C	D		

3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:63)

1	2	3	4	5	6				
D	B	C	C	C	D				

4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:83)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	B	C	C	B	E	A	E	A

7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:145)

1	2	3	4	5	6	7	8		
C	E	A	C	B	A	D	C		

8. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI (SAYFA:160)

1	2	3	4	5	6	7	8		
B	D	A	B	E	D	A	B		