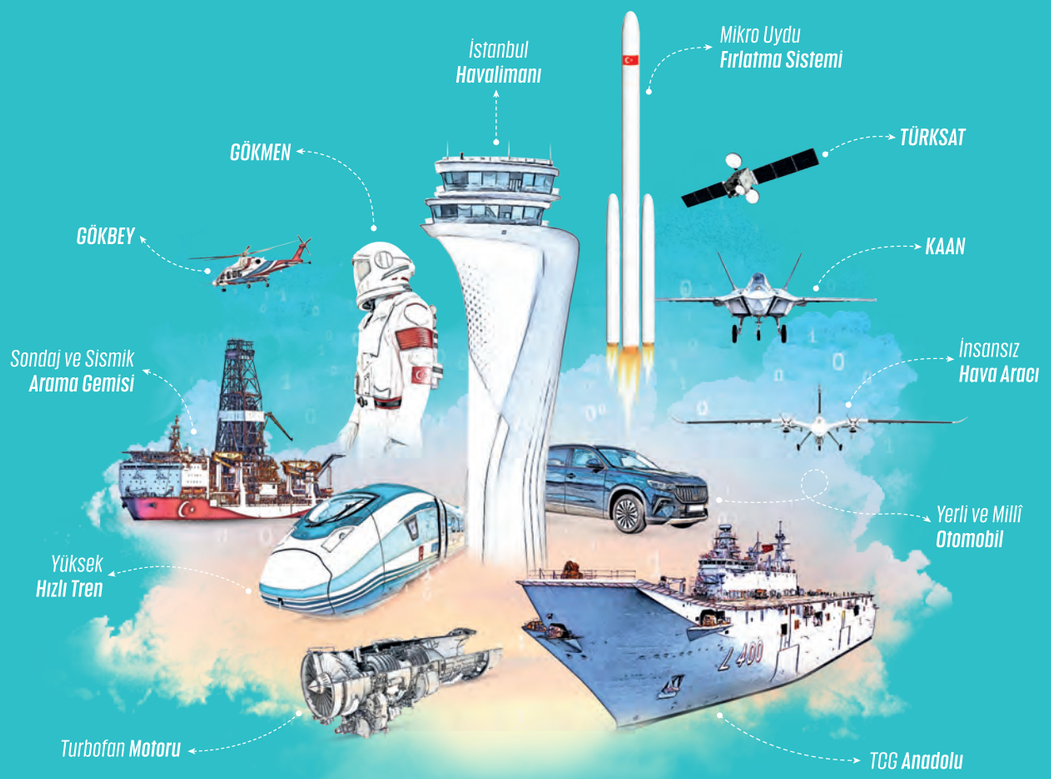
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-625-90832-1-6

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

ENDÜSTRİYEL KALİTE KONTROLÜ ALANI

TEMEL ELEKTRİK 9 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ENDÜSTRİYEL KALİTE KONTROL ALANI



TEMEL ELEKTRİK

9

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ENDÜSTRİYEL KALİTE KONTROL ALANI

TEMEL ELEKTRİK

9

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Haydar GEÇE

Onur KÜÇÜK

Osman DEMİRKOL

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 10969
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 03888

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	**Nihayet ÖZER**
Program Geliştirme Uzmanı	**Dr. Eda ÖZ**
Rehberlik Uzmanı	**Cemal KOÇ**
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	**Fatma YILMAZ**
Görsel Tasarım Uzmanı	**Sevil AYDOĞAN**

ISBN: 978-625-90832-1-6

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

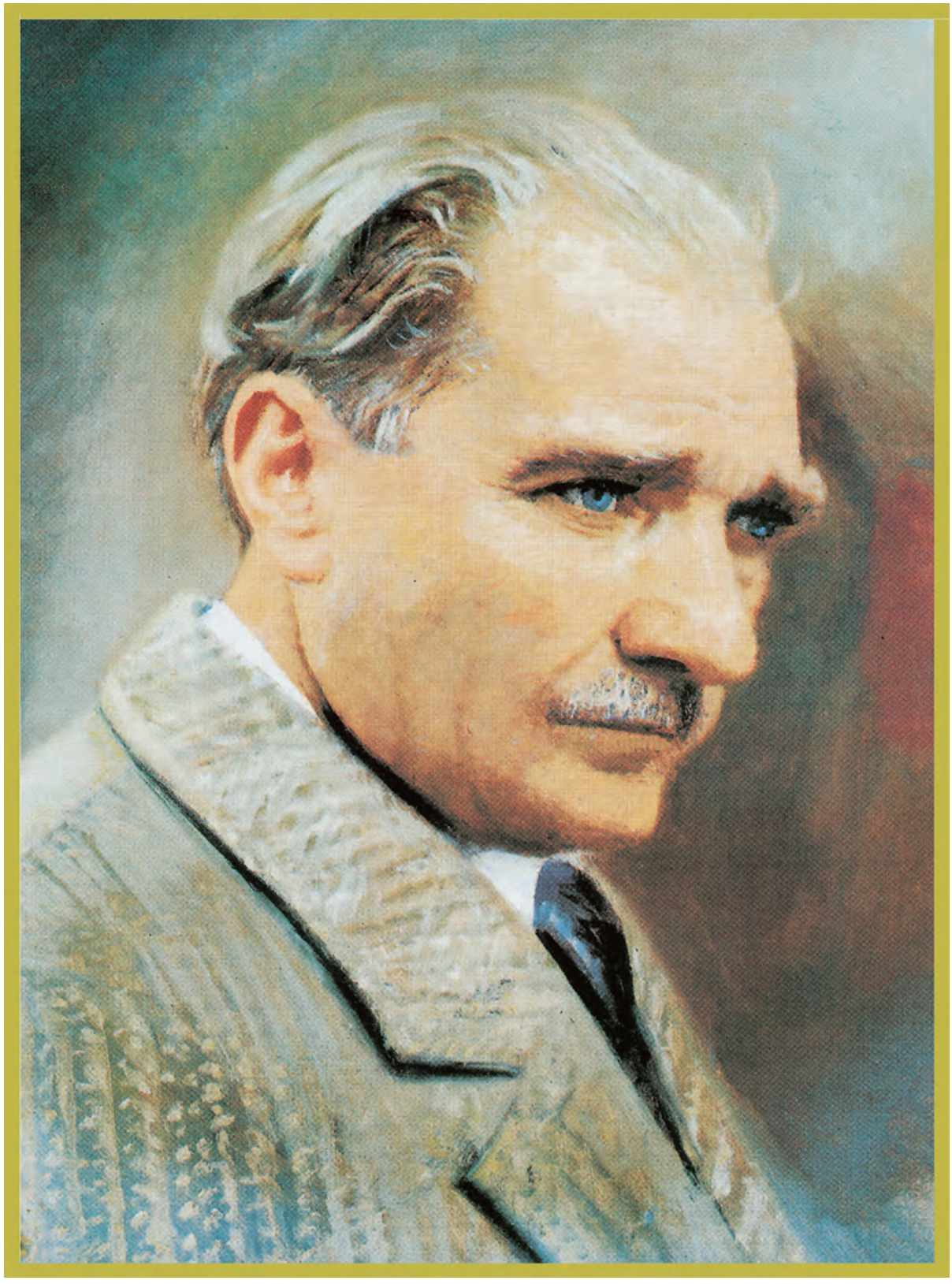
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 13

1. ELEKTRİK GÜVENLİK KURALLARI 16

1.1. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN ÇEVRESEL KORUYUCU TEDBİRLER 19

1.1.1. Elektriğin Canlılar Üzerindeki Etkileri 20

1.1.2. Çalışma Ortamında Düzen ve Temizliğin Önemi 27

1.1.3. Elektrikli Cihazların Havalandırma ve Aydınlatma Koşulları 29

1.1.4. Elektrikli Cihazlarda ve Hatlarda Koruma Sistemleri 31

1.1.5. Elektrik Uyarı Levhalarının Yerleştirilmesi 34

1.1.6. Kullanma Talimat Tablolarının Yerleştirilmesi 38

1.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN KİŞİSEL KORUYUCU TEDBİRLER 44

1.2.1. Yalıtkan Eldivenler 46

1.2.2. Koruyucu Gözlükler 50

1.2.3. İzole Tabanlı Ayakkabılar 51

1.2.4. Yalıtkan Paspas 53

1.2.5. İş Elbiseleri 54

1.2.6. Kişisel Koruyucuların Periyodik Kontrolü 55

1.2.7. Kullanılmayan Kişisel Koruyucuların Saklanması 55

1.2.8. Risk Senaryoları 56

1.2.9. Koruyucu Donanım Kullanımı Hataları 60

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 68

2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER 74

2.1. ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE DEVRE TEMELLERİ 77

2.1.1. Elektriksel Büyüklükler, Birimleri ve Birim Dönüşümleri 81

2.1.2. Elektriksel Büyüklükler Arasındaki Temel İlişkiler ve Ohm Kanunu 85

2.1.3. Seri, Paralel ve Karışık Elektrik Devreleri 86

2.1.4. Seri, Paralel ve Karışık Bağlı Dirençlerde Eşdeğer Direnç Hesaplamaları 90

2.1.5. Kirchhoff Kanunlarıyla Devre Analizi 92

2.2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER 97

2.2.1. Avometreyle Ölçümler 98

2.3. PENS AMPERMETRE KULLANIMI 107

2.4. KONTROL KALEMİYLE FAZ KONTROLÜ YAPMAK 110

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 115

1. ÖĞRENME BİRİMİ

2. ÖĞRENME BİRİMİ

3. ÖĞRENME BİRİMİ

3. ELEKTRİK DEVRE KORUYUCULARI 120

3.1. SİGORTALAR 122
3.1.1. Sigortalar ve Sembolleri 122
3.1.2. Sigortaların Elektrik Devresindeki Görevleri 123
3.1.3. Sigorta Çeşitleri 123
3.1.4. Sigortaların Sağlamlık Kontrolü 124
3.1.5. Yanlış Sigorta Seçiminde Karşılaşılabilecek Riskler 125

3.2. KAÇAK AKIM RÖLELERİ 128
3.2.1. Kaçak Akım Rölesinin Çalışması 128
3.2.2. Kaçak Akım Rölesinin Görevleri 129
3.2.3. Kaçak Akım Rölelerinin Çeşitleri 129
3.2.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri 130
3.2.5. Kaçak Akım Rölesi Üzerindeki Bileşenler ve Etiket Bilgileri 130
3.2.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları 131
3.2.7. Kaçak Akım Rölelerinin Kontrolü 133

3.3. AŞIRI AKIM RÖLELERİ 135
3.3.1. Aşırı Akım Rölesinin Çalışması 135
3.3.2. Aşırı Akım Rölesinin Görevleri 136
3.3.3. Aşırı Akım Rölelerinin Çeşitleri 136
3.3.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri 136
3.3.5. Röle Üzerinde Bulunan Ayar Kademeleri 137
3.3.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları 137
3.3.7. Aşırı Akım Rölelerinin Kontrolü 138

3.4. AŞIRI GERİLİM RÖLELERİ 140
3.4.1. Aşırı Gerilim Rölesinin Çalışması 140
3.4.2. Aşırı Gerilim Rölesinin Görevleri 140
3.4.3. Aşırı Gerilim Rölelerinin Çeşitleri 141
3.4.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri 141
3.4.5. Röle Üzerinde Bulunan Ayar Kademeleri 141
3.4.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları 142
3.4.7. Aşırı Gerilim Rölelerinin Kontrolü 143

3.5. TOPRAKLAMA 145
3.5.1. Topraklamanın İşlevi 145
3.5.2. Topraklamanın Elektrik Tesisatlarındaki Önemi 146
3.5.3. Topraklama Çeşitleri 146
3.5.4. Topraklama Tesisatında Kullanılan Elemanlar 147

3.5.5. Topraklama Hattında Sık Görülen Arızalar 147
3.5.6. Topraklama Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları..... 148
3.5.7. Topraklama Bağlantıları ve İşlev Kontrolü 149
3.6. ARIZA RAPORLAMA 151
3.6.1. Arıza Kavramı 151
3.6.2. Elektrik Devrelerinde Sık Görülen Arıza Türleri 151
3.6.3. Arıza Raporunun Bölümleri 152
3.6.4. Arıza Raporunda Kullanılacak Teknik Dil ve Semboller 152
3.6.5. Arıza Raporunun Hazırlanması 153
3.6.6. Arıza Raporlamada Yapılan Yaygın Hatalar 154
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 158
4. TEMEL ELEKTRİK DEVRELERİ 164
4.1. İLETKENLER VE EKLER 167
4.1.1. İletken Çeşitleri ve Özellikleri 167
4.1.2. Kablolar ve Yapıları 168
4.1.3. İletkenlerin Genel Özellikleri 169
4.1.4. İletken Ucu Hazırlama 170
4.1.5. İletkenlerin Eklenme Yöntemleri 177
4.2. PRİZLERİN BAĞLANTISI VE MONTAJI 187
4.2.1. Priz Tanımı, Çeşitleri ve Sembolleri 187
4.2.2. Fiş Tanımı, Çeşitleri ve Sembolleri 188
4.2.3. Faz, Nötr ve Toprak Ayrımı, Kablo Renk Kodları ve Klemens Blokları 189
4.2.4. Bir Fazlı Topraklı Priz Bağlantısı 189
4.2.5. Üç Fazlı Priz Bağlantısı 191
4.3. DUYLARIN BAĞLANTISI VE MONTAJI 193
4.4. AYDINLATMA ANAHTARLARI VE MONTAJI 195
4.4.1. Adi Anahtar Tesisatı 197
4.4.2. Komütatör Anahtar Tesisatı 199
4.4.3. Vaviyen Anahtar Tesisatı 201
4.5. SEYYAR PRİZ MONTAJI 203
4.6. SEYYAR LAMBA MONTAJI 206
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 210

5. ÖĞRENME BİRİMİ

5. ELEKTRİK ENERJİSİ TASARRUFU 216

5.1. ENERJİ TASARRUFUNUN ÖNEMİ 219

5.1.1. Enerji Tasarrufu Nedir? 219

5.1.2. Enerji Tasarrufunun Ekonomik Faydaları 219

5.1.3. Enerji Tasarrufunun Çevresel Faydaları 220

5.1.4. Enerji Tasarrufunun Gelecek Nesiller İçin Önemi 220

5.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARIN ENERJİ TÜKETİMİ 223

5.2.1. Güç ile Enerji Arasındaki İlişki 223

5.2.2. Elektrikli Cihazların Etiket Bilgilerinden Güç Değerlerinin Not Edilmesi 224

5.2.3. Güç Değerleri ve Çalışma Süresi Kullanılarak Enerji Hesabı Yapma.. 226

5.2.4. Farklı Cihazların Enerji Tüketimlerinin Karşılaştırılması 228

5.3. ELEKTRİK ENERJİSİ TASARRUF KURALLARI 228

5.3.1. Enerji Tasarrufu Sağlayan Kullanım Alışkanlıkları 228

5.3.2. Enerji Verimliliği Etiketleri ve Cihaz Seçimi 229

5.3.3. Elektrikli Cihazların Kullanımında Uyulacak Tasarruf Kuralları 232

5.3.4. Elektrikli Cihazlarda Periyodik Bakım 233

5.3.5. Atölyede Uygulanabilecek Elektrik Enerjisi Tasarruf Kuralları 235

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 237

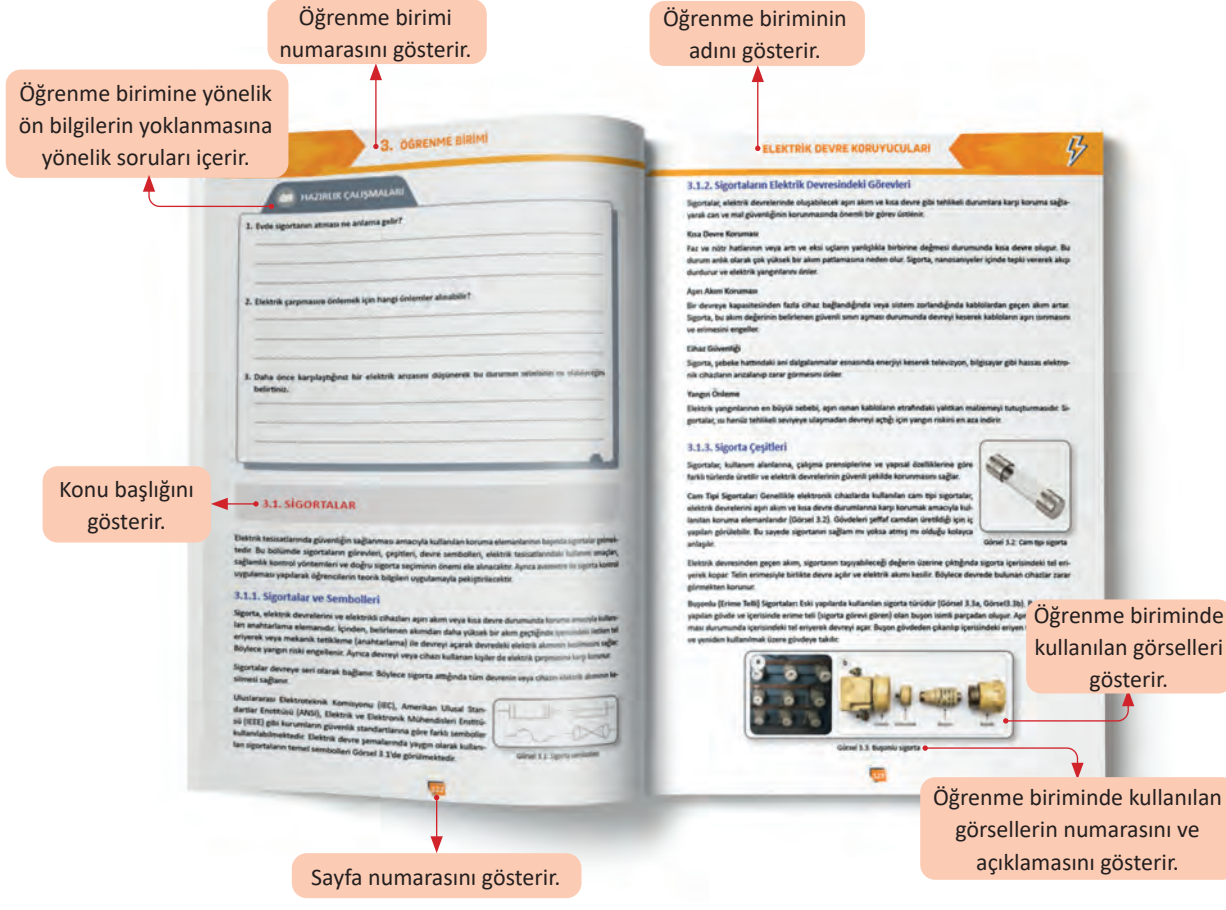
KAYNAKÇA 242

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI KAREKODU 244

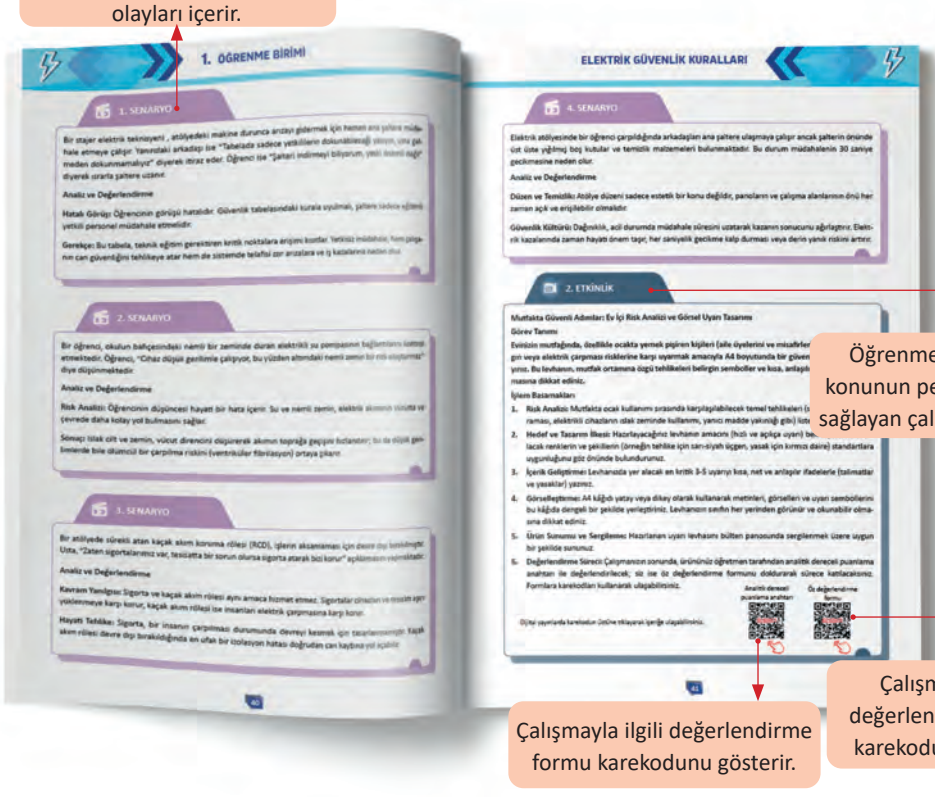
CEVAP ANAHTARI KAREKODU 244

DERS MATERYALİNİN TANITIMI





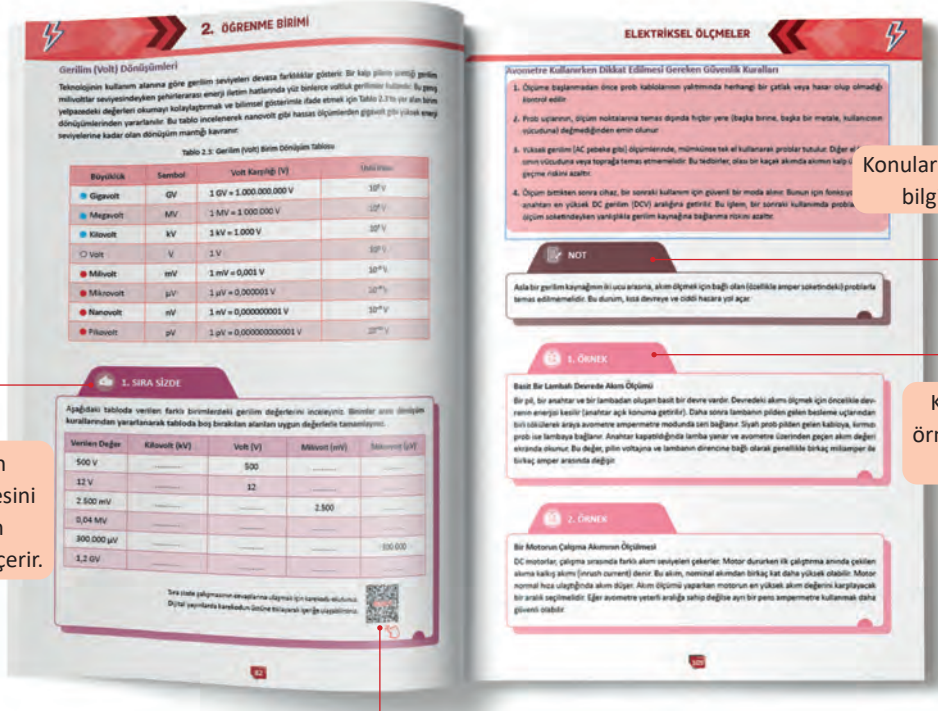
Öğrenme biriminde konunun pekiştirilmesini sağlayan örnek olayları içerir.



Öğrenme biriminde konunun pekiştirilmesini sağlayan çalışmaları içerir.

Çalışmayla ilgili değerlendirme formu karekodunu gösterir.

Çalışmayla ilgili değerlendirme formu karekodunu gösterir.



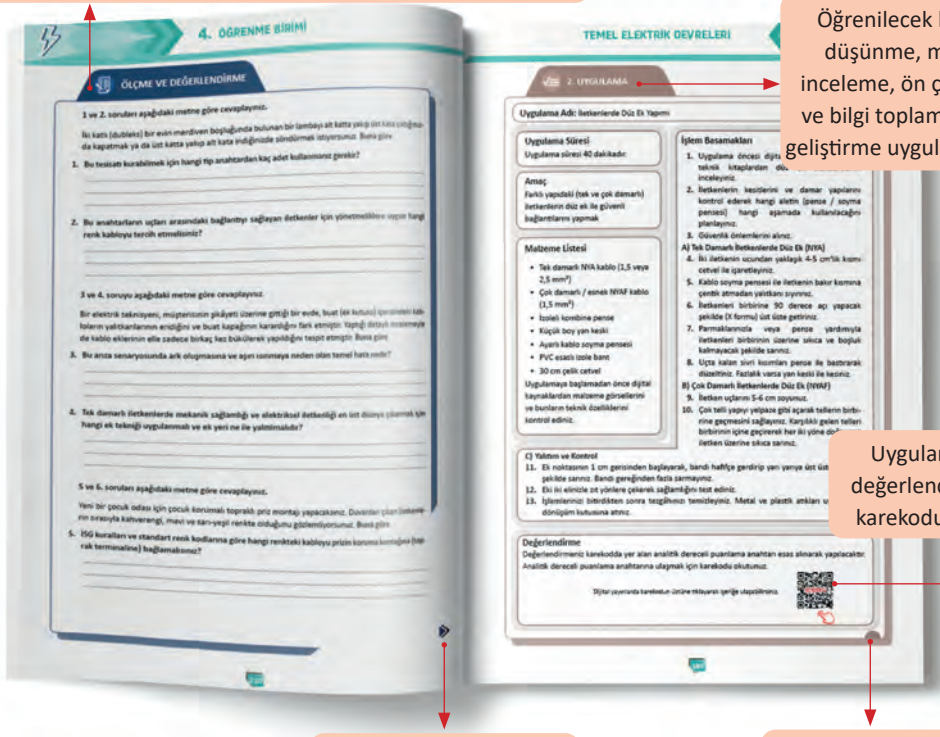
Konularla ilgili önemli bilgileri içerir.

Konuyla ilgili örnek durumları içerir.

Konunun pekiştirilmesini sağlayan çalışmaları içerir.

Çalışmanın cevabına yönlendiren karekodu gösterir.

Öğrenme birimi sonunda, öğrenilen konularla ilgili farklı soru tipleriyle hazırlanan ölçme ve değerlendirme çalışmalarını gösterir.



Öğrenilecek konuyla ilgili düşünme, merak etme, inceleme, ön çalışma yapma ve bilgi toplama alışkanlığını geliştirme uygulamalarını içerir.

Uygulamayla ilgili değerlendirme formu karekodunu gösterir.

Çalışmanın bir sonraki sayfada devam ettiğini gösterir.

Çalışmanın bittiğini gösterir.

MATERYALDE KULLANILAN İKONLAR

- KONULAR
- ANAHTAR KAVRAMLAR
- BEKLENTİLER
- HAZIRLIK ÇALIŞMALARI
- ÖRNEK
- NOT
- SIRA SİZDE
- ETKİNLİK
- SENARYO
- UYGULAMA
- ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



1.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK GÜVENLİK KURALLARI

KONULAR

1.1. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN ÇEVRESEL KORUYUCU TEDBİRLER

1.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN KİŞİSEL KORUYUCU TEDBİRLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

- ark tehlikesi
- çevresel koruma önlemleri
- elektrik çarpması
- kaçak akım rölesi
- kişisel koruyucu donanımlar
- talimat tabloları
- topraklama
- uyarı levhaları
- yanık

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- elektrik kazalarının biyolojik sonuçlarını araştırarak bu etkileri teknik raporlar şeklinde sunmayı öğrenmeniz
- atölyede temizlik, düzen ve havalandırma kriterlerini değerlendirip çevresel kontrol tablosu hazırlamayı kavramanız
- cihazların verimli kullanımı için web tabanlı kullanma talimatları hazırlayarak dijital becerilerinizi tanımanız
- kişisel koruyucu donanımları kurallara uygun kullanarak bunların periyodik kontrollerini yapmayı kavramanız
- ekipmanların doğru saklanma koşullarına dikkat etmenin ve muhafaza disiplininin güvenliğe etkisini anlamanız
- karşılaşılan tipik elektrik kazalarını analiz ederek mantıksal denetleme ile müdahale senaryoları hazırlamayı görmeniz
- atölyede güvenli ve dijital dönüşüm odaklı davranış alışkanlıkları edinerek teknik emniyeti sağlamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Öğrenme birimine başlamadan önce aşağıdaki tablonun altındaki boşlukları sütun başlıklarına uygun şekilde doldurunuz.

Ne Biliyorum?	Ne Öğrenmek İstiyorum?
Elektrikle çalışırken tehlike oluşturabilecek, bildiğiniz üç durumu yazınız.	Elektrik güvenlik sistemleri (sigorta, topraklama vb.) veya koruyucu donanımlar hakkında cevabını en çok merak ettiğiniz soru nedir? ....

2. Ahmet, atölyede çalışırken nemli bir zeminde durmakta ve kolunda metal bir saat taşımaktadır. Tamir etmeye çalıştığı cihazın, yalıtımı hasar görmüş bir kablosuna yanlışlıkla temas eder.

Aşağıdaki soruları verilen olaya göre cevaplayınız.

a) Ahmet'in bulunduğu ortamdaki (nemli zemin) ve üzerindeki (metal saat) risk faktörleri elektrik çarpmasının sonuçlarını nasıl etkileyebilir? Gerekçelendiriniz.

b) Ahmet'in bu durumda kullanması gereken temel kişisel koruyucu donanımlar (KKD) neler olabilir?

3. Aşağıdaki anahtar kavramla ilgili zihninizde çağrışım yapan 3 kelimeyi 1 dakika içinde yazınız ve bu kelimelerle ilgili anlamlı birer cümle kurunuz.

KKD: Kişisel koruyucu donanım

1. KKD: ..... (İlgili cümle: .....)

2. KKD: ..... (İlgili cümle: .....)

3. KKD: ..... (İlgili cümle: .....)

1.1. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN ÇEVRESEL KORUYUCU TEDBİRLER

Elektrikli cihazlar yaşantının vazgeçilmez parçasıdır. Bu cihazlar kullanılırken kişisel güvenlik ve çevre sağlığı için dikkatli olunmalıdır. Yanlış kullanım enerji israfına, atık kirliliğine hatta yangın gibi tehlikeli durumlara yol açabilir. Bu nedenle elektrikli cihazlarla çalışırken çevresel koruyucu tedbirleri uygulamak; insan sağlığını korumak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve güvenli bir yaşamı desteklemek açısından çok önemlidir.

Enerjiyi verimli kullanmak, elektrik tüketimini azaltarak doğal kaynakların korunmasına ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesine katkı sağlar.

Enerji Verimliliği ve Tasarrufu

Verimlilik, bir cihazın kullandığı elektrik enerjisini istenen işe (ısıtma, soğutma, aydınlatma vb.) ne kadar etkili bir şekilde dönüştürdüğünün ölçüsüdür. Yüksek verimli bir cihaz, aynı işi daha az enerji harcayarak yapar. Düşük verimli bir cihaz ise aynı iş için daha fazla enerji tüketir, bu da faturaya yansır ve gereksiz karbon salınımına neden olur. Enerji etiketi (A-G arası sınıflandırma), verimliliğin en net göstergesidir. Yeşil renk ve A harfine yakın sınıflar en verimli cihazları gösterir. Bu etiket, yıllık enerji tüketimini de kWh cinsinden belirtir.

Tasarruf, verimli cihazları seçmenin yanı sıra, onları doğru ve bilinçli kullanarak enerji tüketimini ve maliyeti azaltmaktır.

Enerji Sınıfı Yüksek Cihazlar: Yeni bir cihaz alınırken A sınıfı gibi yüksek enerji tasarrufuna sahip ürünler tercih edilmelidir. Bu cihazlar, daha az elektrik tüketerek uzun vadede ekonomiye ve çevreye fayda sağlar.

Kullanılmayan Cihazlar: Televizyon, şarj aletleri ve diğer elektronik cihazlar kapalı olsalar bile standby [sitendbay (bekleme)] modunda enerji harcamaya devam eder. Bu durum hayalet enerji olarak adlandırılır. Cihazlar kullanılmadığında kapatılmalı veya fişten çekilmelidir.

Doğru Kullanım Alışkanlıkları: Çamaşır makinesi doluyken çalıştırılmalı, bulaşık makinesi enerji tasarrufu modunda kullanılmalı ve ev aletlerinin bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.

Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm

Elektrikli ve elektronik cihazlar (e-atık) doğru şekilde imha edilmediğinde çevreye zarar veren tehlikeli maddeler içerir. Bu atıkların yönetimi, çevresel kirliliğin önlenmesi için kritik bir adımdır.

Cihazların Tamiri: Bozulan bir cihazı hemen atmak yerine, tamir edilebilir olup olmadığı kontrol edilmelidir. Basit bir arızanın giderilmesi, yeni bir cihaz üretimi için harcanacak kaynakları korur ve enerji tüketimini engeller.

Doğru Geri Dönüşüm Yöntemleri: Ömrünü tamamlamış e-atıklar kesinlikle çöpe atılmamalıdır. Belediye veya yetkili geri dönüşüm merkezlerinin belirlediği **e-atık toplama noktalarına** teslim edilmelidir. Bu merkezler, tehlikeli maddeleri güvenli bir şekilde ayrıştırırken değerli metalleri (altın, gümüş, bakır) geri kazanır.

Pil Toplama Kutuları: Piller; cıva, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metaller içerir. Bunlar doğaya karıştığında su ve toprak kirliliğine neden olur. Atık piller için özel olarak ayrılmış toplama kutuları kullanılmalıdır.

Kullanım Güvenliği

Güvenli kullanım, kişisel güvenliğin sağlanması, olası kaza ve çevresel zararların (yangın gibi) önlenmesi için büyük önem taşır.

Kabloların Kontrolü: Yıpranmış, kesik veya hasarlı kablolar kısa devreye ve yangına neden olabilir. Kablolar düzenli olarak kontrol edilmeli ve hasarlı olanlar hemen değiştirilmelidir.

Cihazlara Aşırı Yüklenme: Birden fazla cihaz tek bir prize takılarak prize aşırı yüklenilmemelidir. Bu durum elektrik devresinin aşırı ısınmasına ve yangın riskinin artmasına yol açar.

Doğru Cihaza Doğru İş: Her cihazın belirli bir amacı vardır. Örneğin dış mekân için üretilen bir cihazı iç mekânda kullanmak veya tam tersini yapmak, cihazın ömrünü kısaltır ve güvenlik riski oluşturur. Doğru cihazı doğru işte kullanmanın önemini anlamak temel bir yaklaşımdır.

Bir cihazı kullanmadan önce onun teknik özellikleri, kullanım alanları ve sınırları araştırılmalıdır. "Bu cihaz bu iş için gerçekten uygun mu? " sorusunu sormak güvenli kullanımın ilk adımıdır. Bu yaklaşım cihazın verimli çalışmasını ve uzun ömürlü olmasını sağlar. Yanlış cihaz seçiminin neden olduğu enerji kaybı veya arıza riskleri böylece önlenir. Kullanılacak cihazın üretici talimatları ve teknik verileri incelenip farklı kaynaklarla karşılaştırılarak en güvenli kullanım stratejileri kişisel analizlerle belirlenmelidir. Bu sorgulayıcı yaklaşım sayesinde, sadece üreticinin sunduğu bilgilerle yetinilmeyip farklı kaynaklardan elde edilen verilerle daha kapsamlı bir güvenlik profili oluşturulur.

1.1.1. Elektriğin Canlılar Üzerindeki Etkileri

Elektrik, canlı yaşamının temelini oluşturur. Hayvanların sinir sistemleri; kasları kontrol eden ve bilgi taşıyan elektrokimyasal sinyallerle (aksiyon potansiyelleri) çalışarak bir kuşun uçmasını veya bir balığın yüzmesini sağlar. İnsan sinir sistemi ise bu karmaşık elektrokimyasal ağları kullanarak sadece fiziksel hareketleri yönetmekle kalmaz, aynı zamanda düşünme, akıl yürütme, irade ve vicdan gibi üst düzey bilişsel ve ruhsal fonksiyonları da hayata geçirir. Bitkilerde bile dokunma veya yaralanma gibi uyaranlara verilen tepkilerde yavaş iletilen elektriksel sinyaller söz konusudur. Hücre zarındaki elektrokimyasal gradyan, enerji üretimi ve besin emilimi için hayati öneme sahiptir ancak dışarıdan gelen yapay elektrik, bu hassas dengeyi bozabilir.

Yüksek gerilim hatlarına temas eden kuşlar anında ölür. Elektrik çarpması; insan ve diğer memelilerde kalp durmasına, şiddetli iç yanıklara ve sinir hasarına yol açar. Suya karışan elektrik akımı, balık ve diğer sucul canlılar için kitlesel ölümlere neden olan toplu bir felakettir. Elektromanyetik kirlilik, göçmen kuşların manyetik algılarını ve arıların yön bulma yeteneklerini bozabilir. Buna karşılık, doğada kendisi de elektriği bir silah ve algı aracı olarak kullanan canlılar vardır. Elektrikli yılan balığı avını sersemletir, köpek balıkları ise avlarının yaydığı zayıf elektrik alanlarını tespit eder.

Tıp alanında kontrollü elektrik; EKG ile kalbi, EEG ile beyni izleme, kasları çalıştırma ve kalp pilleriyle hayat kurtarmada kullanılır. Sonuçta elektrik, doğal biyolojik süreçlerin vazgeçilmez bir bileşeni olarak yaşamı mümkün kılarken, kontrolsüz dışsal bir güç olarak tüm canlılar için büyük bir yıkım kaynağına dönüşebilir.

Elektriğin kontrolsüz ve yapay bir biçimde canlılarla teması, geniş bir yıkım yelpazesine sebep olur. İnsan ve diğer memelilerde yüksek voltaj, kalbin doğal elektriksel ritmini bozarak ölümcül aritmilere veya kalp durmasına neden olur. Vücuttan geçen akım, iç organlar ve dokularda derin yanıklara yol açar ve sinir sisteminde geri dönüşü zor hasarlar bırakır. Şiddetli kas kasılmaları, kişinin kendini serbest bırakamamasına ve ikincil travmalara sebebiyet verir. Elektrik tellerine konan kuşlar faz nötr arası temas sağlanarak bir akım yolu meydana getirdiklerinde elektrik çarpmasına maruz kalırlar. Suya düşen bir elektrik kaynağı; balık, kurbağa ve diğer sucul organizmalar için kitlesel bir felaket demektir. Suyun iletkenliği elektriğin hızla yayılmasını sağlar ve toplu ölümlere neden olur. Toprakta yaşayan solucan, böcek gibi canlılar, toprağa sızan kaçak akımdan olumsuz etkilenebilir.

Uzun vadeli bir diğer tehdit elektromanyetik kirliliktir. Bu durum, ekosistem dengesi ve tozlaşma üzerinde ciddi risklere yol açabilir. Ayrıca ağaçlar, yıldırım düşmesi gibi doğal elektrik olayları sonucunda fiziksel olarak zarar görebilir, parçalanabilir veya içten yanabilir. Kısaca elektrik doğal yaşam için son derece yıkıcı ve çoğu zaman geri dönülemez sonuçlar doğurabilen önemli bir tehdit unsuru olarak karşımıza çıkar.

1.1.1.1. İnsanlar Üzerindeki Etkileri

İnsan vücudu, elektriği ileten bir yapıya sahiptir. Elektrik akımına maruz kalmak (elektrik çarpması) ciddi sonuçlar doğurabilir. Tablo 1.1'de bu sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 1.1: Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkileri

Akım Şiddeti (mA)	Etki Düzeyi	Vücut Üzerindeki Etkisi
0,5-1 mA	Algılama Sınırı	Hafif bir karıncalanma hissedilir veya elektriğe maruz kalan bölgede hissizlik oluşur. Tehlikesizdir.
1-5 mA	Hissetme	Hafif bir şok veya kas seğirmesi hissedilir. Acı verici değildir ve kontrol kaybedilmez.
5-10 mA	Şok Etkisi	Kaslarda kasılma başlar ancak kişi hâlâ temastan kurtulabilir. Acı vericidir ve şaşkınlık yaratır.
10-20 mA	Bırakamama Akımı	Kaslar şiddetli bir şekilde kasılır ve kişi eliyle tuttuğu kaynaktan kendini kurtaramaz. Bu, çok tehlikeli bir durumdur.
20-50 mA	Solunum Problemleri	Solunum kaslarında felç meydana gelebilir. Temas süresi uzarsa solunum durmasına yol açabilir.
50-100 mA	Kalp Durması	Ventriküler fibrilasyon (kalbin düzensiz ve etkisiz kasılması) başlar. Bu, ölümcül bir aralıktır.
100 mA-1 A	Şiddetli Kalp Durması	Kalp durması neredeyse kesindir ve temas anında gerçekleşebilir. Vücutta ciddi yanıklar oluşur.
1 A ve Üzeri	Şiddetli Yanık ve Tahribat	Genellikle anında hayati tehlikeye yol açar. Sinir ve kas dokularında ciddi hasara ve iç organlarda yanıklara neden olur.

Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkilerini analiz ederken Tablo 1.1'de sunulan veriler sabit değerler olarak değil belirli fiziksel ve çevresel koşullara bağlı değişken göstergeler olarak değerlendirilmelidir. Bir elektrik kazasının risk boyutunu tam olarak değerlendirebilmek için akımın şiddetiyle birlikte akımın vücutta kalma süresinin, kullanılan birimlerin ölçeğinin ve vücudun o anki elektriksel direncinin doğru yorumlanması gerekir. Maruz kalınan tehlikenin ciddiyetini bilimsel bir bakış açısıyla analiz edebilmek için aşağıdaki teknik ayrıntılar ve güvenlik uyarıları hayati önem taşımaktadır.

- Tablo 1.1'de anlatılanlar ortalama bir temas süresi ve frekans (50-60 Hz) için geçerlidir. Temas süresi ne kadar uzun olursa etki de o kadar ciddi olur.
- Miliamper (mA), bir amperin binde biridir. Bu, küçük akımların bile ne kadar tehlikeli olabileceğini gösterir. Ev prizindeki akım genellikle 15-20 amper civarında olabilir ancak insan vücudundan geçen akım, vücudun direncine bağlıdır ve genellikle bu tablodaki değerlerle ölçülür.
- Kuru cilt elektriğe karşı daha yüksek bir dirence sahiptir. Islak cilt ise direnci düşürerek akımın vücuttan daha kolay geçmesine neden olur, bu da tehlikeyi artırır.

Sinir Sistemi: Elektrik akımı sinir sistemini etkileyerek kasların istemsiz kasılmasına yol açar. Bu, kişinin temas ettiği kaynaktan kendini çekememesine neden olabilir. Aynı zamanda beyin fonksiyonlarında bozukluk ve bilinç kaybına yol açabilir.

Kalp ve Dolaşım Sistemi: En tehlikeli etkilerden biri elektrik akımının kalbi etkilemesidir. Yüksek akım kalbin normal ritmini bozarak ventriküler fibrilasyona neden olabilir. Bu durum, anında kalp durmasına ve ölüme yol açabilir.

Solunum Sistemi: Elektrik çarpması, solunum kaslarını felç ederek solunum durmasına neden olabilir. Bu da oksijen yetersizliğine ve beyin hasarına yol açabilir.

Yanıklar: Vücuttan geçen elektrik akımı, dokularda ısı üreterek ciddi iç ve dış yanıklara neden olur. Elektrik yanıkları, cildin altında ciddi hasarlara yol açtığı için çoğu zaman yüzeydeki yanıklardan daha tehlikelidir.

Elektrik çarpması durumunda derhâl elektrik akımı kesilmeli ve acil yardım çağrılmalıdır.

Elektrik akımının canlılar üzerindeki etkileri, akımın türüne [alternatif akım (AC) veya doğru akım (DC)] göre farklılık gösterir. Her iki akım türü de tehlikeli olsa da vücut üzerindeki fizyolojik etkileri ve neden oldukları hasarlar açısından belirgin farklar bulunur.

Alternatif Akım (AC)

AC akım, yönünü ve şiddetini periyodik olarak değiştiren bir akım türüdür. Evlerdeki prizlerden gelen elektrik AC'dir. Alternatif akıma maruz kalınması durumunda ortaya çıkabilecek etkiler şunlardır:

Kas Kasılması: AC akımının en bilinen ve en tehlikeli etkisi, kasların istemsiz ve sürekli olarak kasılmasına neden olmasıdır. Bu duruma **tetani** denir. Akım 50-60 Hz frekansında olduğu için kaslar saniyede 50-60 kez kasılır. Bu, kişinin temas ettiği kaynaktan kendini kurtaramamasına yol açar ve bırakamama durumu olarak bilinir. Temas süresi uzadıkça tehlike artar.

Kalp Ritim Bozukluğu: AC akımı, özellikle kalp üzerinden geçtiğinde kalbin normal ritmini bozarak ventriküler fibrilasyona neden olur. Kalp, düzensiz ve titreşimli bir şekilde kasılır, kan pompalama yeteneğini kaybeder ve bu durum birkaç saniye içinde ölümle sonuçlanabilir.

Yanıklar: AC akımı vücuttan geçerken joule (jul) ısınması yoluyla ciddi yanıklara neden olabilir ancak DC'ye kıyasla bu yanıklar genellikle daha az şiddetlidir.

1. ÖRNEK

AC Çarpması: Bir ev tadilatı sırasında bir kişi hasarlı bir kabloya çıplak eliyle dokunur. AC akımı, elinden girip bacağından çıkarak vücudunda bir yol izler. Kişi, elini kablodan çekemez. Kasları istemsizce kasıldığı için kabloya yapışıp kalır. Bu durum, temas süresinin uzamasına ve kalbinin fibrilasyona girmesine yol açarak hayati tehlike oluşturur.

Doğru Akım (DC)

Elektrik akımının **tek yönde ve sabit bir kutuplulukla** aktığı akım türüdür. DC akımda elektronlar, negatif kutuptan pozitif kutba doğru **sürekli aynı yönde** hareket eder. Pil, batarya ve güneş panellerinden elde edilen akım DC'dir.

Doğru akımın en temel özelliği, **gerilim değerinin zamanla yön değiştirmemesi**dir. DC akım kararlı ve düzenli bir enerji sağlar. Elektronik devrelerde tercih edilmesinin nedeni de bu istikrarlı yapısıdır. Doğru akıma maruz kalınması durumunda ortaya çıkabilecek etkiler şunlardır:

Kas Kasılması: DC akım da kas kasılmasına neden olur ancak bu genellikle bir anlık ve tek bir kasılma şeklindedir. AC'deki gibi sürekli bir tetaniye yol açmaz. Bu sayede kişi genellikle temas ettiği kaynaktan kendini geri çekebilir.

Kalp Ritim Bozukluğu: DC akımının kalbi etkileme mekanizması AC'den farklıdır. DC genellikle kalp atışının durmasına veya ciddi ritim bozukluklarına neden olabilir. Bu durum, özellikle akımın şiddeti yüksekse tehlikelidir.

Yanıklar: DC akımı, yüksek gerilimlerde ve uzun süreli temaslarda **çok daha ciddi yanıklara** neden olur. Akım, vücuttaki dokularda elektroliz ve kimyasal reaksiyonlar başlatır. Giriş ve çıkış noktalarında adeta **patlama** etkisi yaratarak derin, krater benzeri yanıklar bırakır.

2. ÖRNEK

DC Çarpması: Bir elektrik teknisyeni, yüksek gerilimli bir bataryanın (+) ve (-) kutuplarına aynı anda temas eder. DC akımı vücudundan geçer. Bu temas, tek bir şiddetli kasılmaya ve kişinin temas noktasından geri sıçramasına neden olur. Buna rağmen akımın vücuttan geçtiği giriş ve çıkış noktalarında (örneğin ellerinde) doku hasarına yol açan derin ve ciddi yanıklar oluşur.

Elektrik kazalarında ilk yardım yapılması gereken durumlar oluşabilir. **İlk yardım**; herhangi bir kaza ya da ani hastalık durumunda profesyonel sağlık ekibi gelene kadar hayatı kurtarmak, durumun kötüleşmesini önlemek ve iyileşmeyi kolaylaştırmak amacıyla olay yerinde mevcut imkânlarla yapılan geçici ve acil müdahalelerdir.

İlk Yardımın Temel Amaçları

- Hayati tehlikeyi ortadan kaldırmak
- Yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesini sağlamak (solunum, dolaşım vb.)
- Hasta veya yaralının durumunun kötüleşmesini önlemek
- İyileşmeyi kolaylaştırmak

İlk Yardımın Özellikleri

- Eğitim almış, sertifikalı kişiler tarafından yapılmalıdır.
- İlaç kullanılmaz, tıbbi alet gerekmez.
- Temel uygulamalar arasında **kanamayı durdurma, solunumu sağlama, kırık-çıkık tespiti, yaralıları koruma ve şokla mücadele** yer alır.

Elektrik Çarpması Durumunda İlk Yardım

Bir **elektrik kazası** yaşandığında hızlı ve doğru müdahale hayat kurtarır. Sağlık ekipleri gelene kadar yapılacak ilk yardım uygulamaları, kazazedenin durumunun kötüleşmesini engeller. İlk yardımın en önemli kuralı şudur: **Önce Güvenlik!**

Bir elektrik kazası yaşandığında sağlık ekipleri gelene kadar yapılacakların işlem sırası aşağıda verilmiştir.

1. Adım: Güvenliğin Sağlanması

Elektrik Kaynağının Kapatılması: Kazazedeye dokunmadan önce elektriği kesmek gerekir. Bu, ana sigortayı (şalteri) indirmek, fişi çekmek veya elektrikli cihazı kapatmakla olur. Okulda atölye ortamında ana şalteri kapatıp elektriği kestikten sonra yüksek sesle "Elektrik çarpma kazası oldu." diye öğretmen bilgilendirilmelidir.

Ayırma ve Ayırtma: Akım kesilemiyorsa kazazedeyi elektrik kaynağından uzaklaştırmak için iletken olmayan (elektriği geçirmeyen) kuru bir cisim kullanılmalıdır. Örneğin kuru bir tahta parçası, plastik bir süpürge sapı veya kalın bir karton işe yarar. **Asla çıplak elle dokunulmamalıdır!**

2. Adım: Durumu Değerlendirme

Bilinç Kontrolü: Kazazede elektrik kaynağından ayrıldıktan sonra kendisiyle konuşularak bilinci kontrol edilmelidir. "İyi misiniz?" diye sorulmalı veya omuzlarından hafifçe sarsılmalıdır.

Solunum Kontrolü: Kazazedenin bilinci yerinde değilse nefes alıp almadığı kontrol edilmelidir. Bunun için ağzına ve burnuna doğru yaklaşarak solunumu dinlenmeli ve göğüs hareketleri gözlemlenmelidir.

3. Adım: Yardım Çağırma ve Bilgi Verme

Hemen 112 Aranmalı: Kazazedeyi güvenceye aldıktan sonra vakit kaybetmeden **112 Acil Yardım Hattı** aranmalıdır.

Bilgi Verilmeli: Arama sırasında sakin kalmaya çalışılıp şu bilgiler verilmelidir:

- **Ne Olduğu:** Bir elektrik çarpması kazası olduğu
- **Nerede Olduğu:** Kazanın tam adresi, varsa sokak ve daire numarası
- **Kaç Kişi Olduğu:** Yaralı sayısı
- **Durum:** Kazazedenin bilinçli olup olmadığı, nefes alıp almadığı ve görünür bir yarası olup olmadığı

4. Adım: Solunum Durmuşsa Kalp Masajı Yapma

Bilinç Yok ve Solunum Durmuşsa: 112'deki görevlinin yönlendirmesiyle temel yaşam desteği (kalp masajı ve suni solunum) uygulamasına başlanmalıdır. Bu uygulamaları doğru yapabilmek için eğitim almış olmak çok önemlidir.

Böyle bir durumda

- Panik yapılmamalı, sakin kalınmalıdır.
- Kazazedeye dokunmadan önce güvende olduğundan emin olunmalıdır.
- Yardım gelene kadar kazazede yalnız bırakılmamalıdır.

İlk yardım yapan kişi bu adımları sırasıyla uygulayarak kendi güvenliğini sağlayabilir ve kazazedenin hayatını koruyabilir.

NOT

İlk yardım yapmak isteyen bir birey, Sağlık Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş ilk yardım eğitim merkezlerinde veya Millî Eğitim Bakanlığına bağlı halk eğitim merkezlerinde **Temel İlk Yardım Kursu**na gider. İl Sağlık Müdürlüğü tarafından düzenlenen **uygulamalı ilk yardım sınavı**na girip başarılı olması hâlinde **ilk yardım sertifikası** almaya hak kazanır.

Elektrik Çarpmalarında Risk Faktörleri

Islak zemin, dar alan ve iletken yüzeyler çarpma riskini artırır. Elektrik çarpmalarında **riskin artmasının temel nedeni, elektrik akımının vücut ve çevrede daha kolay yol bulmasıdır.**

Islak Zemin

- Su elektriği iletir (Özellikle tuzlu ya da kirli su çok iyi iletkendir.).
- Islak zemin üzerinde duran kişinin vücudu iletken hâle gelir.
- Elektrik çarpması durumunda akım, vücuttan toprağa daha kolay ve hızlı geçer.
- Çarpılma daha güçlüdür ve kalıcı hasar riski daha yüksektir.

Dar Alan

- Dar alanda kişi hareket edemez veya kendini koruyacak şekilde uzaklaşamaz.
- Elektrik akımıyla temas süresi uzar.
- Akımın etkisi artar.
- Dar alanlarda genellikle metal, nemli ya da yalıtımsız yüzeyler bulunur; bu durum da riski artırır.

İletken Yüzey

- Metal, elektrik akımını çok iyi iletir.
- Elektrik kaçağı olduğunda kişi bu yüzeyle temas hâlindeyse akım doğrudan vücuttan geçebilir.
- Voltaj etkisi daha yüksektir, ağır yaralanma veya ölüm riski vardır.

Bu yüzden elektrikle çalışırken **yalıtkan eldiven**, **uygun ayakkabı** giymek, **kuru zemin**de çalışmak, **plastik tabure** kullanmak gibi koruyucu önlemler alınır.

1.1.1.2. Hayvanlar Üzerindeki Etkileri

Elektrik hatları, açık kablo veya elektrikli çitler gibi kaynaklar, hayvanlar için de büyük risk oluşturur. Hayvanların elektrik kaynaklarıyla karşılaşma biçimleri farklı olduğundan maruz kaldıkları riskler de değişebilmektedir. Aşağıda, elektriğin bazı hayvan türleri üzerindeki etkilerine ilişkin örnek durumlara yer verilmiştir.

Kuşlar: Kuşlar, elektrik tellerine konarak güvenli bir şekilde durabilir. Genellikle tek bir tele temas eder ve elektrik devresi tamamlanmaz. Bir kuş tele ve bir direğe veya başka bir iletkene temas ederse elektrik çarpması yaşayabilir. Bu durum, özellikle büyük kuşlar ve yırtıcılar için tehlikelidir. Elektrik hatları, kuş ölümlerinin önemli bir nedenidir.

Diğer Hayvanlar: Hayvanlar elektrikli tellerle temas ettiğinde veya evcil hayvanlar kabloları çiğnediğinde elektrik çarpması yaşayabilir. Bu çarpmalar, sinir ve kas hasarlarından kalp durmasına kadar değişen ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir.

1.1.1.3. Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Elektrik, bitkiler üzerinde de doğrudan ve dolaylı etkilere sahiptir. Özellikle elektrik kaynaklı yangınlar ve elektromanyetik alanlar, bitkiler için önemli sonuçlar doğurabilmektedir.

Yangınlar: Hasarlı elektrik kabloları, kısa devreler ve yıldırımlar ormanlık ve yeşil alanlarda yangınlara neden olabilir. Bu yangınlar, geniş bitki örtüsünün yok olmasına ve ekosistemin zarar görmesine yol açar. Elektrik direğine düşen bir yıldırım orman yangınına sebep olabilir (Görsel 1.1).

Elektromanyetik Alanlar: Yüksek gerilimli elektrik hatlarının oluşturduğu elektromanyetik alanlar, yakınlarındaki bitkilerin büyümesi ve gelişimini etkileyebilir. Bazı araştırmalar, bu alanların bitkilerdeki fotosentez oranlarını değiştirebileceğini ve hücresel stresi artırabileceğini göstermektedir.



Görsel 1.1: Yüksek gerilim hattına yıldırım düşmesi

1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda elektriğin çeşitli canlılar üzerinde oluşturabileceği etkiler verilmiştir. Öğrendiğiniz bilgilerden hareketle, bu etkilerin hangi canlı grupları üzerinde gözlendiğini (✓) işareti ile belirtiniz.

Elektriğin Etkileri	İnsanlar	Hayvanlar	Bitkiler
Kalp ritim bozukluğu veya kalp durması			
Dokularda yanma			
Sinir sistemi hasarı ve fonksiyon bozukluğu			
İstemsiz kas kasılmaları			
Kimyasal etki			
Solunum felci veya solunum durması			
Fiziksel parçalanma ve içten yanma			
Manyetik algı ve yön bulma bozukluğu			
Fotosentez oranlarında değişim			
Sudaki yaşam formlarında kitlesel ölümler			

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1. ETKİNLİK

Elektriğin Biyolojik Sınırları: Fizyolojik Etkiler ve Güvenli Yaşam İlkeleri Çalışması

Canlı yaşamı, hücre zarındaki elektrokimyasal gradyanlar ve sinir sistemindeki aksiyon potansiyelleri üzerine kuruludur. Bunun yanında dış kaynaklı kontrolsüz elektrik enerjisi, bu hassas biyolojik dengeyi bozarak tüm canlı grupları üzerinde farklı yıkıcı etkiler yaratabilir.

Görev: Aşağıdaki yönerge doğrultusunda, elektriğin canlılar (insanlar, hayvanlar ve bitkiler) üzerindeki etkilerini araştırınız ve elde ettiğiniz bulguları içeren kısa bir teknik rapor hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. **Biyolojik Mekanizma:** İnsan sinir sistemindeki doğal elektrik sinyalleri ile dışarıdan gelen akımın nasıl etkileşime girdiğini araştırınız.
2. **Akım Türü Kıyaslaması:** Alternatif akımın (AC) neden olduğu tetani (kas kasılması) ile doğru akımın (DC) neden olduğu derin yanık etkilerini fizyolojik açıdan karşılaştırınız.
3. **Çevresel Etki Analizi:** Yüksek gerilim hatlarının göçmen kuşların manyetik algıları üzerindeki etkilerini veya sucul canlıların (balıklar vb.) suya karışan akımdan nasıl etkilendiğini inceleyiniz.
4. **Risk Faktörleri:** Islak zemin, iletken yüzeyler ve dar alanların vücut direnci üzerindeki etkisini ve çarpılma riskini nasıl artırdığını gerekçeleriyle raporunuza ekleyiniz.
5. **Raporlama:** Araştırmanızı; Giriş, Bulgular ve Güvenlik Önerileri başlıkları altında düzenleyiniz, yararlandığınız kaynakları etik kurallara uygun şekilde belirtiniz.
6. **Değerlendirme:** Değerlendirmeniz analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır.

Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1.1.2. Çalışma Ortamında Düzen ve Temizliğin Önemi

Elektrik atölyesi gibi teknik ve potansiyel olarak tehlikeli ortamlarda düzen ve temizlik, güvenlik, verimlilik ve profesyonelliği destekleyen temel unsurlardan biridir. Dağınık bir çalışma alanı, kazalara davetiye çıkarır, iş süreçlerini yavaşlatır ve yapılan işin kalitesini düşürür.

Güvenlik

Dağınıklık, elektrik atölyesindeki tehlikelerden biridir.

Düşme ve Kayma Kazaları: Zemin üzerinde dağınık duran kablo, alet veya parçalar takılıp düşmeye neden olabilir. Bu basit bir düşme gibi görünse de keskin bir aletin üzerine düşmek veya bir makineye çarpmak ciddi yaralanmalara yol açabilir.

Yangın Riski: Elektrikli cihaz ve kablolar, toz ve kir biriktiğinde aşırı ısınabilir. Özellikle yanıcı maddelerin (yağ, tiner vb.) bulunduğu ortamlarda bu durum, yangın riskini ciddi şekilde artırır. Temiz bir atölye, havalandırmanın daha iyi olmasını sağlayarak aşırı ısınmayı önler.

Elektrik Çarpması Tehlikesi: Yere dökülen sıvılar veya nemli bir zemin, elektrik çarpması riskini artırır. Çalışma alanının temiz ve kuru olması, bu tür riskleri en aza indirir.

Verimlilik

Temiz ve düzenli bir atölye; iş akışını hızlandırır, zaman ve maliyet kayıplarını önler.

Kolay Erişim: Her alet ve malzemenin belirli bir yerde bulunması, ihtiyaç duyulduğunda bunlara kolayca ulaşılmasını sağlar. Böylece **aranan aleti** bulmak için harcanan zaman ortadan kalkar.

Doğru Malzeme Kullanımı: Düzenli raf ve etiketli kutular, yanlış malzemenin (örneğin yanlış direnç veya kablo) kullanılmasını engeller. Bu, işin doğru ve hatasız yapılmasını sağlar.

Sıfır Hata: Temiz bir çalışma masası, proje parçalarının kaybolmasını ve önceki işlerden kalan kalıntıların yeni işe karışmasını önlemeye yardımcı olur.

Profesyonellik

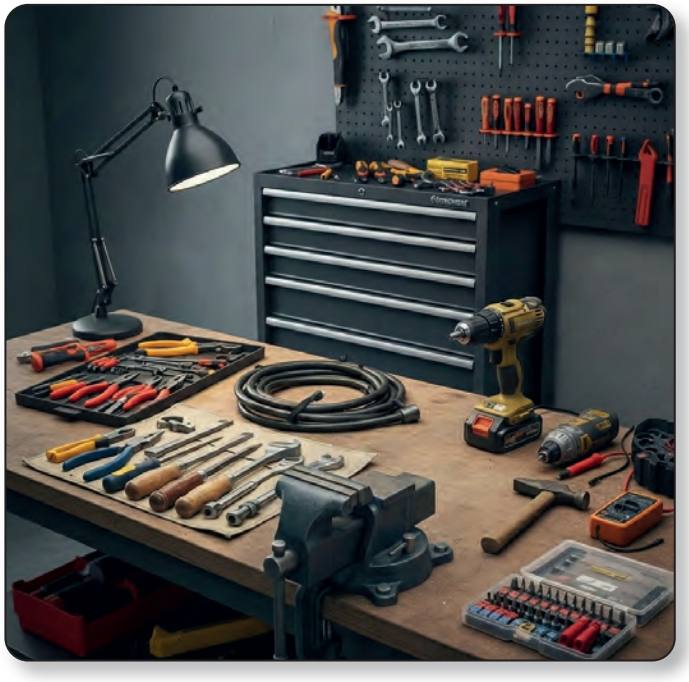
Atölyenin düzeni ve temizliği, öğrencinin yaptığı işe olan saygısını yansıtır.

Pozitif İzlenim: Dışarıdan gelen bir müşteri, denetçi veya iş arkadaşı, temiz ve düzenli bir atölyeyi gördüğünde orada çalışan kişinin işine ne kadar önem verdiğini anlar. Bu, güven ve profesyonellik algısını artırır.

Motivasyon: Düzenli ve ferah bir ortamda çalışmak, motivasyonu ve işe olan bağlılığı artırır. Dağınık ve kirli bir atölye ise stresli bir çalışma ortamı yaratır.

Elektrik atölyesinde düzen ve temizlik, iş güvenliğini, verimliliği ve yapılan işin kalitesini doğrudan etkileyen temel çalışma kültürlerinden biridir. Her çalışma günü sonunda aletleri yerine kaldırmak, kablo dağınıklığını gidermek ve tezgâhı temizlemek gibi basit alışkanlıklar, büyük faydalar sağlar.

Görsel 1.2'de iyi organize edilmiş bir atölyede çeşitli aletlerin bulunduğu bir pano ve temiz bir takım tezgâhı örneği görülmektedir. Kullanılan benzer aletlerin aynı grubun içinde olması düzen açısından önemlidir.



Görsel 1.2: Düzenli bir pano ve takım tezgâhı

1.1.3. Elektrikli Cihazların Havalandırma ve Aydınlatma Koşulları

Elektrikli cihazların aşırı ısınmasını önleyerek yangın riskini minimize eden uygun havalandırma koşulları ile göz sağlığını koruyan ve enerji verimliliğini artıran doğru aydınlatma teknikleri, cihaz güvenliği ve kullanıcı sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir.

Havalandırma Koşulları

Havalandırma, elektrikli cihazların aşırı ısınmasını önler, ömrünü uzatır ve yangın riskini azaltır.

Genel Kurallar

- Cihazların, özellikle hava çıkış delikleri olanların (TV, oyun konsolu, masaüstü bilgisayar, modem, buzdolabı vb.) yan ve arkalarında yeterli boşluk (en az 5-10 cm) bırakılmalıdır. Bu, sıcak havanın uzaklaşmasını sağlar.
- Cihazların hava delikleri hiçbir şekilde kapatılmamalı, üstleri örtülmemeli veya mobilya içlerine sıkıştırılmamalıdır. Cihazlar mümkün olduğunca serin ve kuru ortamlarda çalıştırılmalıdır.
- Cihazların hava girişleri ve fanları yumuşak bir fırça veya elektrik süpürgesi ile düzenli olarak temizlenmelidir. Toz, ısıyı hapseder ve verimliliği düşürür. Tozlu ortamda çalışan cihazlarda filtreleme ve periyodik temizlik yapılmalıdır.
- Cihazlar radyatör, şömine veya doğrudan güneş ışığı gibi ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
- Nemli ve buharlı ortamlar (banyo, kazan dairesi vb.) cihazların içine nem girmesini önleyecek şekilde havalandırılmalıdır.

Özel Cihazlar İçin Havalandırma

Masaüstü Bilgisayarlar: Kasanın içi düzenli olarak tozlardan arındırılmalı, fanlar ve soğutucuların çalıştığından emin olunmalıdır.

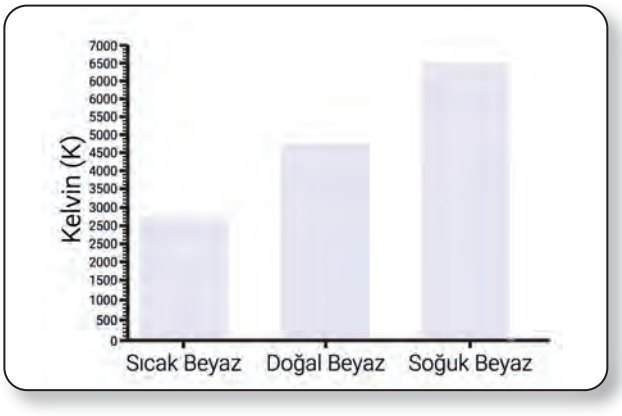
Dizüstü Bilgisayarlar: Yatak, yorgan, kanepe gibi yumuşak yüzeylerde kullanılmamalı, altındaki hava delikleri kapatılmamalıdır. Soğutucu stand kullanmak faydalı olabilir.

Şarj Aletleri ve Adaptörler: Şarj işlemi sırasında ısınabilir. Havadar bir yerde şarj edilmeli, yastık veya yorgan altında şarj edilmemelidir.

Fırın, Ütü Gibi Isınan Cihazlar: Bu cihazlar kullanım sonrası tamamen soğuyana kadar fişten çekilmeli ve etraflarında yanıcı malzeme bırakılmamalıdır.

Aydınlatma Koşulları

Doğru aydınlatma, göz sağlığı ve enerji verimliliği için önemlidir. Grafik 1.1'de ışık renk sıcaklığı yelpazesi (skalası) görülmektedir. Aydınlatma ürünlerinin hangi renk sıcaklığı verdiği etiket ve veri sayfalarında [datasheet (deytaşiit)] genellikle belirtilmektedir. Aydınlatma ürünlerinde 2.700-3.200 Kelvin (K) aralığı sıcak renkleri, 5.000 K gün ışığını, 6.500 K ise soğuk beyaz bir ışığı vermektedir. 2700-3200 Kelvin aralığı renk sıcaklıklarına sıcak ışık denmektedir.



Grafik 1.1: Işık renk sıcaklığı yelpazesi

Mekânın kullanım amacına göre doğru ışık rengini seçmenin atmosfer üzerindeki etkisi Tablo 1.2'de gösterilmektedir. Tabloda Kelvin değerlerinin sadece teknik bir veri olmadığı, aynı zamanda insan psikolojisi ve verimlilikle doğrudan bağlantılı olduğu görülmektedir.

Tablo 1.2: Renk Sıcaklığı (Kelvin) ve Aydınlatma Karakteristikleri

Özellik / Tip	Sıcak Beyaz	Doğal Beyaz	Soğuk Beyaz
Renk Sıcaklığı (Kelvin)	2.700 K-3.000 K	3.500 K-4.500 K	5.000 K-6.500 K
Benzetme	Gün batımı veya klasik akkor ampul ışığı	Öğle saatlerindeki gün ışığı	Açık gökyüzü veya bulutlu gündüz ışığı
Işığın Teknik Özelliği	Sarı-kırmızı spektrum ağırlıklıdır. Daha düşük mavi ışık içerir.	Dengeli spektrum dağılımına sahiptir. Renkleri doğal gösterir.	Mavi spektrum oranı yüksektir. Yüksek parlaklık algısı oluşturur.
Algısal / Psikolojik Etki	Rahatlatıcı ve dinlendirici ortam algısı oluşturur.	Nötr ve dengeli algı sağlar. Dikkat ve görsel netliği destekler.	Yüksek uyarılma düzeyi oluşturur, dikkat ve odaklanmayı artırabilir.
Kullanım Alanları	Oturma odası, yatak odası, restoran vb.	Mutfak, ofis, atölye, mağaza, çalışma alanları vb.	Hastane, endüstriyel alanlar, vitrin aydınlatmaları vb.

Kelvin değeri arttıkça ışık rengi sıcak sarıdan nötr beyaza, oradan da soğuk mavimsi beyaza doğru kayar. Bir ampul veya LED armatür alırken ambalajı üzerinde bu Kelvin değeri görülebilir. Yaratılmak istenen atmosfere göre doğru renk sıcaklığını seçmek, konfor açısından oldukça önemlidir.

Genel Kurallar

Doğru Açı ve Konum: Işık kaynağı, çalışma yüzeyine vurmadan, doğrudan göze gelmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Okuma veya çalışma lambaları, elle yazı yazarken gölge yapmayacak şekilde (sağ elini kullananlar için sol taraftan) konumlandırılmalıdır.

Parlaklık ve Kontrast: Ortamın genel aydınlatması ile çalışma lambasının parlaklığı arasında aşırı fark olmamalıdır. Çok karanlık bir odada çok parlak bir ışık gözü yorar.

Işık Rengi (Renk Sıcaklığı)

Sıcak Beyaz (2.700 K-3.000 K): Dinlenme alanları (oturma odası, yatak odası) için idealdir ve rahatlatıcı bir atmosfer yaratır.

Doğal / Günışığı Beyaz (4.000 K-5.000 K): Mutfak, banyo, ofis ve çalışma alanları için uygundur. Konsantrasyonu artırır ve renkleri olduğu gibi gösterir.

Soğuk Beyaz (5.500 K-6.500 K+): Garaj, depo gibi çok aydınlatılması gereken çalışma alanları veya mağaza vitrinleri için uygundur.

Teknolojik Cihazlar ve Aydınlatma

Ekran Parlaklığı: Bilgisayar, telefon ve tablet ekranlarının parlaklığı ortam ışığına uygun olarak ayarlanmalıdır. Karanlıkta çok parlak, aydınlıkta çok karanlık ekran göz yorar. **Gece modu** veya **mavi ışık** filtresi kullanmak faydalıdır.

Titreşim: Kalitesiz veya bozuk balastlı floresan lamba ile düşük kaliteli LED'ler gözle görülmese bile göz yorgunluğuna ve baş ağrısına neden olabilen titreşim yapabilir. Kaliteli aydınlatma ürünleri tercih edilmelidir.

Kablo Düzeni: Aydınlatma armatürlerinin kabloları düzgün şekilde tesisata bağlanmalı, geçiş yerleri ezilmemeli ve hasar görmemelidir.

Güvenlik Uyarıları

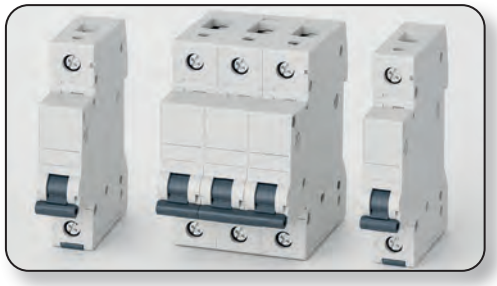
- Elektrikli cihazlar için aşırı ısınma en büyük tehlikedir. Havalandırma bunu önler.
- Doğru aydınlatma, hem yeterli görüş sağlamaya hem de uzun vadede göz sağlığının korunmasına katkıda bulunur.
- İyi havalandırılan bir cihaz daha verimli çalışır, daha az enerji harcar. LED aydınlatma, akkor ve floresan lambalara göre çok daha verimlidir.
- Havalandırması kötü olan, aşırı ısınan bir cihaz veya hatalı elektrik tesisatı yangına neden olabilir. Fişe takılı unutulan ısıtıcılar, ütüler büyük risk oluşturur.
- Bu koşullara dikkat edilerek cihazların ömrü uzatılabilir, enerji tasarrufu sağlanabilir ve güvenlik üst seviyeye çıkartılır.

1.1.4. Elektrikli Cihazlarda ve Hatlarda Koruma Sistemleri

Elektrikli cihazlarda ve hatlarda kullanılan koruma sistemleri; aşırı akım, kısa devre ve kaçak akım gibi tehlikeli durumlarda devreyi otomatik olarak keserek can ve mal güvenliğini sağlar. Sigorta, topraklama, kaçak akım rölesi gibi donanımlar tesisatı ve kullanıcıyı korumak için tasarlanmış güvenlik sistemlerinin temel bileşenleridir.

Sigortalar

Sigorta, tehlike oluştuğunda devreyi otomatik olarak açarak kabloların, cihazların ve insanların zarar görmesini önler. Pano tipi sigorta (Görsel 1.3) dağıtım panolarında kullanılan, belirli bir akımı aştığında devreyi otomatik olarak açarak iletkenlerin ve elektrikli cihazların zarar görmesini önleyen koruma elemanıdır.



Görsel 1.3: Pano tipi sigorta

Cam Tipi Sigorta (Fuse)

Cam tipi sigortalar (Görsel 1.4) elektrik devrelerini aşırı akıma karşı koruyan devre elemanlarıdır. İçlerinde bulunan eriyebilir metal tel sayesinde devreden aşırı akım geçtiğinde otomatik olarak devreyi keser. Adını, iç yapısını koruyan şeffaf cam tüpten alır.



Görsel 1.4: Elektronik cihazlarda kullanılan cam tipi sigorta

Yapısı ve Özellikleri

Cam Tüp: İç yapının görülmesini sağlar (yanık kontrolü).

Metal Tel / Kap: Akım taşıyan ve eriyen kısımdır.

Bağlantı Uçları: Sigortanın devreye bağlandığı metal uçlardır.

Dolgular: Bazı sigortalarda ark söndürücü kuvars kumu bulunur.

Çalışması

- Normal akımda, metal tel akımı iletir.
- Aşırı akımda tel ısınır, erir ve devreyi keser.
- Kısa devre durumunda aniden eriyerek sistemi korur.

Teknik Parametreler

Sigortanın nominal akım taşıma kapasitesini ifade eder. Bu değerin üzerinde bir akım oluştuğunda sigorta belirli bir süre içerisinde devreyi açar. Genellikle 0,1 A ile 30 A aralığında değişen bu değer, korunacak devrenin normal çalışma akımına göre seçilmelidir (Örneğin 1 A, 5 A, 10 A).

Cam tipi sigortalar; elektronik cihazların güç devresi kartları (TV, bilgisayar güç kaynağı), otomotiv sistemleri, endüstriyel kontrol panoları, ev tipi elektrik tesisatları gibi alanlarda kullanılır.

Akım Seçimi

Sigorta değeri, korunacak devrenin normal akımından %10-25 fazla olmalıdır.

Örnek: 1 A çeken devre → 1,25 A veya 1,5 A sigorta

Montaj

Sigorta, yuvasına doğru yönde takılmalı ve sıkı temas için uçları temiz tutulmalıdır.

Güvenlik Kuralları

Elektrik kesilmeden sigorta değiştirilmemeli, yanmış sigorta aynı değerde yenisiyle değiştirilmeli, sürekli yanma durumunda arıza nedeni araştırılmalıdır.

Cam sigortalarda karşılaşılan arızaların nedenlerini ve çözüm yollarını bulmak için Tablo 1.3'ten yardım alınmalıdır.

Tablo 1.3: Cam Sigorta Sorun Giderme Tablosu

Problem	Olası Neden	Çözüm
Sık yanma	Kısa devre, aşırı yük	Devre kontrol edilmeli, avometre ile ölçülmeli.
Kararma	Yüksek akım dalgası	Yavaş açılan sigorta kullanılmalı.
Şişme	Aşırı ısınma	Bağlantılar sıkılanmalı, uygun akım seçilmeli.

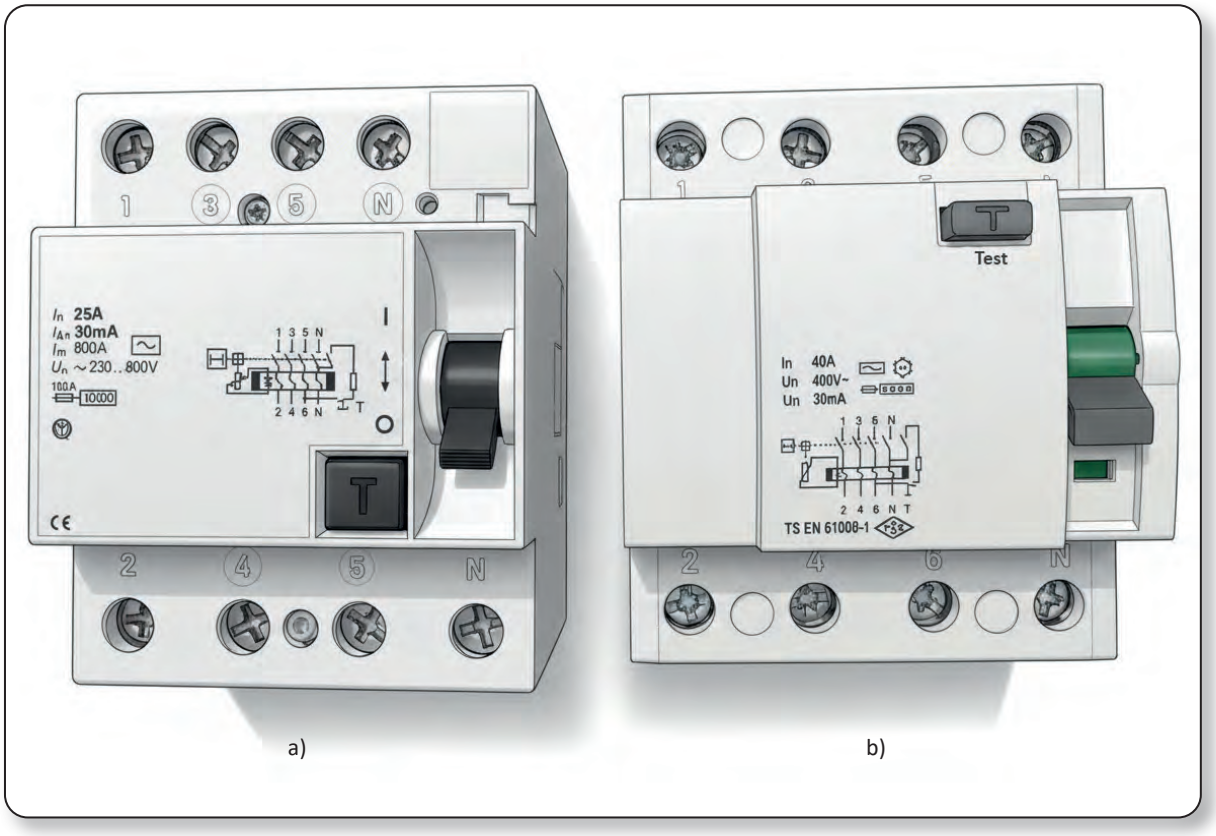
Önemli Uyarılar

- Tel sarılarak geçici çözüm yapılmamalı!
- Daha yüksek akımlı sigorta kullanılmamalı!
- Orijinal veya aynı spesifikasyonda sigorta kullanılmalı!

Cam tipi sigortalar basit ama hayati öneme sahip güvenlik elemanlarıdır. Doğru kullanıldığında yangın ve cihaz hasarlarını önler.

Kaçak Akım Koruma Rölesi (KAR)

İnsanları elektrik çarpmasına karşı korur. Faz ile nötr arasındaki akım farkını ölçer, kaçak akım olursa devreyi çok hızlı keser. Görsel 1.5'te 25 ve 40 A olan farklı iki kaçak akım koruma rölesi gösterilmiştir.



Görsel 1.5: Kaçak akım koruma rölesi

Topraklama

Cihaz gövdesinde oluşabilecek kaçak akımları toprağa iletir. İnsanların gövdeye temasında çarpılmasını önler.

Devre Kesiciler (MCB, MCCB)

Aşırı akım ve kısa devreye karşı otomatik açılır. Sigortaya göre tekrar kullanılabilir ve daha hassastır.

Aşırı Gerilim Koruma (Parafudr, SPD)

Yıldırım düşmesi veya şebeke dalgalanmalarında cihazları yüksek gerilime karşı korur.

Termik Röle

Elektrik motorlarını aşırı yüklenmeye karşı korur. Isınmayı algılayarak devreyi keser.

Manyetik Röle

Kısa devre akımlarına karşı çok hızlı tepki verir.

Isıl Koruma (Bimetal Sigorta, Termostat)

Cihazın sıcaklığı belli bir seviyeyi geçtiğinde devreyi keser. Genellikle ütü, su ısıtıcısı (kettle), elektrikli soba gibi cihazlarda bulunur.

Faz Koruma Rölesi

Üç fazlı sistemlerde faz kesilmesi, faz sırası hatası veya dengesizliğinde motorları korur.

Akım Transformatörü ve Koruma Röleleri

Büyük güç sistemlerinde akımı ölçüp rölelere bilgi gönderir. Röleler gerektiğinde şalterleri açar.

Verilen koruma sistemleri dışında akım korumalı prizler, paratonerler gibi birçok farklı çözüm yolları da cihazları ve canlıları korumaktadır.

1.1.5. Elektrik Uyarı Levhalarının Yerleştirilmesi

Dikkat Ölüm Tehlikesi	
 Görsel 1.6: Dikkat ölüm tehlikesi	**Amaç:** Geri dönüşü olmayan ölümcül riskin bulunduğunu açıkça belirtmek
	Yer: Yüksek gerilim trafoları, enerji nakil hatları girişleri, elektrik odalarının kapıları, yüksek güçlü şalt ekipmanları üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.6'daki levha kapının tam ortasına veya panele yaklaşıldığında ilk görülecek noktaya yerleştirilir. Diğer uyarı levhalarından daha büyük ve çarpıcı olabilir.
	Not: Bu levha, en üst düzey uyarıyı temsil eder. Genellikle şimşek sembolü ve **yüksek voltaj** gibi ek ibarelerle desteklenir.

Yetkili Harici Şaltere Dokunmak Yasaktır	
 Görsel 1.7: Yetkili harici şaltere dokunmak yasaktır	**Amaç:** Sadece eğitimli ve yetkili personelin bu alana girebileceğini veya ekipmana müdahale edebileceğini belirtmek
	Yer: Elektrik pano odası kapıları, jeneratör odaları, şalter ve kesici dolaplarının bulunduğu alanların üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.7'deki levha kapının girişinde göz hizasında ve belirgin bir şekilde asılmalıdır.
	Not: Bu levha, dokunma yasağının **nedenini** açıklar. Erişimi kısıtlayarak diğer uyarı levhalarının etkinliğini artırır.

Dikkat 230 Volt	
 Görsel 1.8: Dikkat 230 Volt	**Amaç:** Belirli bir voltaj değerine (ev ve ofislerde yaygın ama tehlikeli) karşı uyarmak
	Yer: Endüstriyel 230 Volt panolar, büyük priz grupları, makine elektrik girişleri, AC ünitelerin bağlantı kutuları üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.8'deki levha gerilimin olduğu noktanın (priz, terminal, kutu) hemen yanına veya üzerine yapıştırılmalıdır.
	Not: Voltajın belirtilmesi, riskin boyutunu anlamada teknik personele fayda sağlar.

Elektrik Pano Odası	
 Görsel 1.9: Elektrik pano odası	**Amaç:** Odanın veya dolabın işlevini tanımlamak ve ana elektrik dağıtım noktasını hızlıca bulmayı sağlamak
	Yer: Elektrik pano odasının kapısı, pano dolabının üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.9'daki levha kapı veya dolap üzerinde göz hizasında ve ortada olacak şekilde yerleştirilir.
	Not: Acil durumlarda (elektriği kesmek için) panonun yerinin hızlıca tespit edilmesini sağlar. Mavi / beyaz veya kırmızı / beyaz renklerde olabilir.

Dikkat Yüksek Voltaj	
 Görsel 1.10: Elektrik tehlikesi dikkat yüksek voltaj	**Amaç:** Ölümcül elektrik çarpma riski bulunan yüksek voltajlı bölgeleri işaretlemek
	Yer: Trafo istasyonları, yüksek gerilim hücreleri, enerji üretim santralleri, yüksek gerilim kablolarının geçtiği alanların üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.10'daki levha tehlike bölgesinin girişine, çevresine ve risk altındaki ekipmanın üzerine yerleştirilir. Standart şimşek sembolü mutlaka bulunur.
	Not: Bu, uluslararası standartlarda kabul görmüş en temel yüksek voltaj uyarı işaretidir.

Elektrik Tehlikesi 400 Volt	
 Görsel 1.11: Elektrik tehlikesi 400 Volt	**Amaç:** Endüstriyel tesislerde yaygın olan 400 V trifaze sistemlerin varlığını ve tehlikesini belirtmek
	Yer: Sanayi tesislerindeki ana ve tali panolar, 400 V ile çalışan makinelerin güç girişleri, şalterlerin üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.11'deki levha ilgili voltajın bulunduğu panel veya ekipmanın üzerine / yanına, okunaklı bir şekilde yerleştirilir.
	Not: 400 V, yüksek çarpma riskinin yanı sıra ark oluşturma potansiyeli de taşıdığı için çok tehlikelidir.

Jeneratöre Dokunmak Tehlikeli ve Yasaktır	
 Görsel 1.12: Jeneratöre dokunmak tehlikeli ve yasaktır	**Amaç:** Çalışma anında hareketli ve enerjili parçaları (kasnak, kayış) ile elektrik üretimi nedeniyle jeneratörlere yaklaşmanın riskini vurgulamak
	Yer: Jeneratörün çevresine, güvenlik mesafesi belirleyecek şekilde, jeneratör kabininin üzerine yerleştirilir.
	Yerleştirilmesi: Görsel 1.12'deki levha jeneratörün her iki tarafına ve ön / arka kısmına görülebilir şekilde yerleştirilir. **Yasak** anlamına gelen kırmızı daire içinde çapraz çizgi sembolü kullanılması önerilir.
	Not: Bu uyarı mekanik ve elektriksel tehlikeyi aynı anda ifade eder. Çalışır durumdaki bir jeneratöre sadece koruyucu bariyerler dışından yaklaşılmalıdır.

Renk ve Şekil Standardı

Sarı-Siyah Renkli Üçgen: Uyarı işaretidir. Dikkatli olunması gereken tehlikeli durumu belirtir. Bu levhalar, yüksek gerilim trafoları ve enerji nakil hatlarının bulunduğu alanlar gibi ölümcül tehlike barındıran bölgelerde farkındalık oluşturmak amacıyla kullanılır.

Kırmızı-Beyaz Renkli ve Çapraz Çizgili Daire: Yasak işaretidir. Yapılması kesinlikle yasak olan bir davranışı belirtir. Atölye içerisindeki elektrik pano odalarına yetkisiz girişi engellemek veya jeneratör gibi tehlikeli cihazlara müdahaleyi kısıtlamak amacıyla kullanılan bu yasaklayıcı işaretlere kesinlikle uyulmalıdır.

Mavi-Beyaz Renkli Daire: Zorunluluk işaretidir. Belirli bir güvenlik eyleminin (gözlük takmak, eldiven giymek gibi) yapılmasını zorunlu kılar. Elektrikle çalışırken yalıtkan eldiven takmak, baret giymek ve koruyucu gözlük kullanmak gibi hayati önem taşıyan güvenlik eylemleri, bu zorunluluk işaretleriyle tanımlanır.

Yeşil-Beyaz Renkli Kare veya Dikdörtgen: Acil çıkış, ilk yardım gibi güvenlik veya tahliye bilgisi işaretidir. Elektrik kazası gibi beklenmedik acil durumlarda, personelin güvenli bir şekilde tahliyesini sağlamak veya ilk yardım noktalarına hızlıca ulaşmasına rehberlik etmek için bu levhalar takip edilmelidir.

Yerleştirme Kuralları

- Levhalar, tehlike kaynağına mümkün olduğunca yakın ve görüş mesafesi içinde olmalıdır.
- Görünür, iyi aydınlatılmış ve önü açık olmalıdır.
- Birden fazla tehlike varsa her biri için ayrı uyarı levhaları kullanılmalıdır.
- Levhaların temiz, okunabilir ve hasarsız olması sağlanmalıdır.

Bu uyarı levhaları, iş yerlerindeki risk değerlendirmesi sonuçlarına göre özelleştirilmelidir. Elektrik güvenliği konusunda her zaman ilgili yönetmeliklere ve standartlara başvurulmalıdır. İş güvenliği uzmanına danışmadan levhaların yerleri değiştirilemez ve kaldırılamaz.

2. SIRA SİZDE

Uyarı Levhası Tasarımı

Aşağıdaki adımları takip ederek atölyedeki güvenlik sembollerini analiz ediniz ve dijital araçları kullanarak yeşil dönüşüm temalı yeni uyarı levhaları tasarlayınız.

1. Adım: Mevcut İşaretlerin Mantıksal Denetimi

Atölye alanına yerleştirilen uyarı işaretlerini inceleyiniz. Bu işaretlerin **renk ve şekil standartlarını** (sarı üçgen, kırmızı daire, mavi daire, yeşil kare) kaynaklardaki teknik kurallara göre mantıksal bir süzgeçten geçirerek yorumlayınız.

Soru: Neden Yüksek Gerilim uyarısı için sarı-siyah üçgen, Yalıtkan Eldiven Giy uyarısı için mavi-beyaz daire tercih edilmiştir? Bu eşleşmelerdeki mantıksal zorunluluğu tartışınız.

2. Adım: Dijital Tasarım Süreci

Bilgisayar ortamında (tasarım yazılımları veya yapay zekâ araçları kullanarak), elektrik kazalarını önlemeye yönelik özgün uyarı işaretleri hazırlayınız. Tasarımlarınızın yüksek çözünürlüklü ve standartlara (ISO / EN) uygun olmasına dikkat ediniz.

3. Adım: Yeşil Beceri ve Sürdürülebilirlik Odağı

Hazırlayacağınız işaretlerden en az birinin temasını Enerji Tasarrufu veya e-Atık Yönetimi olarak belirleyiniz.

Değerlendirme: Değerlendirmeniz analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır.

Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1.1.6. Kullanma Talimat Tablolarının Yerleştirilmesi

Kullanma talimat tabloları; iş yerindeki elektrikli cihazların güvenli ve doğru kullanımını sağlamak, olası kaza ve arızaların önüne geçmek amacıyla uygun yerlere yerleştirilen bilgilendirme araçlarıdır.

Genel Kurallar

Kullanma talimat tablolarının yerleştirilmesinde dikkat edilecek genel kurallar şunlardır:

Açık ve görünür olmalı. Tablolar, cihazı kullanacak kişinin çalışma pozisyonundayken rahatlıkla okuyabileceği bir konumda olmalıdır. Bu tabloların nerelere ve nasıl yerleştirileceğine ilişkin esaslar Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4: Yerleştirme Yer ve Yöntemleri

Yerleştirme Yeri	Açıklama	Uygun Olduğu Cihazlar
Cihaz Gövdesi Üzerine	Talimat, cihazın operatör panelinin yanına veya cihaz gövdesinin göze çarpan bir bölgesine yapıştırılır veya vidalarla tutturulur.	Kompresör, kaynak makinesi, masaüstü test cihazları, CNC tezgâh kontrol üniteleri vb.
Cihazın Yanındaki Duvara veya Desteğe	Cihaz sabitse ve gövdesine yapıştırmak uygun değilse cihazı kullanan kişinin bakış yönünde hemen yanındaki duvara veya bir destek kolonuna asılır.	Büyük presler, fırınlar, sabit vinçler, bant sistemlerinin elektrik panoları vb.
Talimat Konsoluna	Özellikle birden fazla talimatın bir arada bulunması gereken kompleks sistemlerde, cihazın yanına özel bir **talimat konsolu** veya **talimat standı** yerleştirilir.	Paketleme hatları, jeneratör grupları, merkezi sistem HVAC kontrol panoları vb.

Kalıcı ve Dayanıklı Olma: Talimatlar, ortam koşullarına uygun (toz, nem, yağ, buhar, sıcaklık) dayanıklı malzemeden (laminat, PVC, alüminyum kompozit vb.) yapılmalı ve silinmez, solmaz mürekkep kullanılmalıdır.

Anlaşılır Olma: Talimatlarda mümkün olduğunca az yazı, anlaşılır semboller (piktogramlar), şemalar ve renk kodları kullanılmalıdır. Çok dilli olması, personel çeşitliliği durumunda faydalıdır.

Cihazla Doğrudan İlişkili Olma: Talimat, hangi cihaz için geçerliyse o cihazın üzerine veya hemen yanındaki uygun bir yere yerleştirilmelidir.

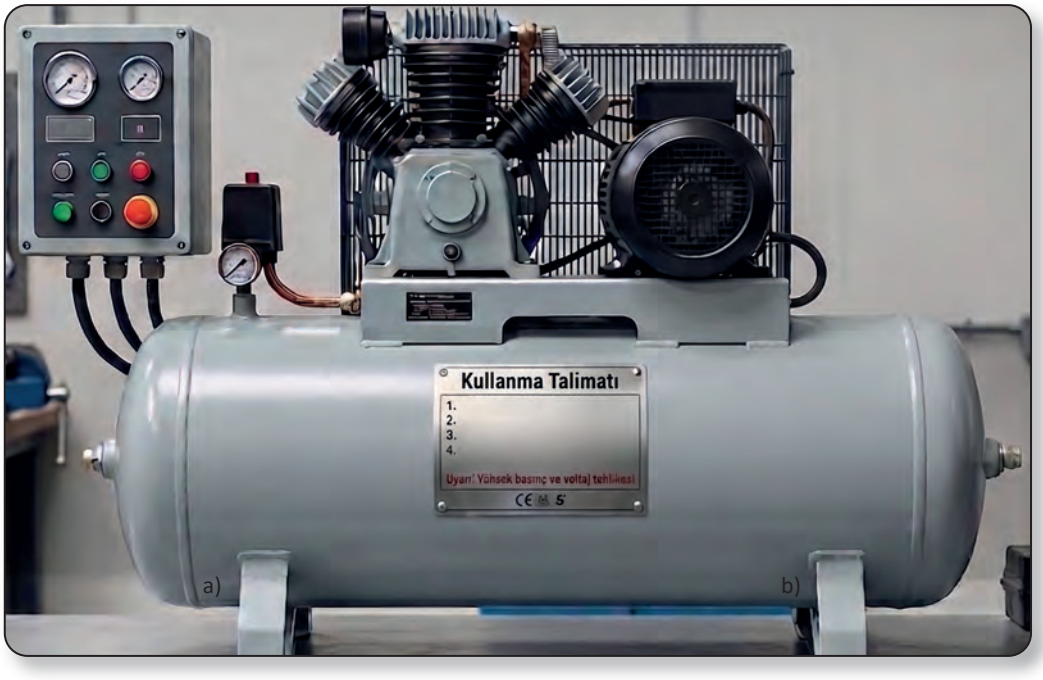
Yerleştirmede Dikkat Edilecek Hususlar

- Talimat levhası, cihazın hareketli parçaları ve aşırı ısınan bölgelerinden veya bakım / ayar noktalarından uzakta olmalıdır.
- Temizlik ve bakım sırasında kolayca temizlenebilir olmalı, yerinden çıkarılmamalıdır.
- Cihaz taşınabilir ise talimat da taşınmaya dayanıklı olmalı ve cihazla birlikte hareket edecek şekilde sabitlenmelidir.

Talimat İçeriğinde Bulunması Gerekenler

- Cihaz adı ve modeli
- Güvenlik uyarıları (yüksek voltaj, sıcak yüzey, hareketli parça)
- Çalıştırma talimatları (açma-kapama düğmeleri, acil durdurma)
- Temel ayarlar ve kullanım adımları
- Temizlik ve basit bakım talimatları
- Olası arızalar ve basit çözümler (opsiyonel)
- Sorumlu teknisyenin veya ilk yardımın iletişim bilgileri

Görsel 1.13'te bir elektrikli kompresör üzerinde kullanma talimatı tablosunun uygun yerleştirilmesi örneklenmektedir.



Görsel 1.13: Elektrikli kompresörün kullanma talimatı

Cihaz: Endüstriyel bir elektrikli kompresör

Talimatın Yeri: Talimat levhası, operatörün doğrudan görebileceği şekilde, cihazın kontrol panelinin hemen yanındaki gövde üzerine sabitlenmiştir.

İçerik

Kullanma talimatı başlığı ile başlamaktadır. Anlaşılır, numaralandırılmış maddeler hâlinde temel çalıştırma adımlarını içermektedir. Alt kısımda **UYARI** bölümü ile basınç ve elektrik tehlikesine dikkat çekmektedir. Sembol ve net yazı fontu kullanılarak okunabilirliği artırılmıştır.

Bu şekilde yerleştirilmiş bir talimat tablosu, cihazın güvenli ve verimli kullanımını sağlayacak, operatör hatalarını ve buna bağlı kaza risklerini en aza indirecektir.

1. SENARYO

Bir stajyer elektrik teknisyeni, atölyedeki makine durunca arızayı gidermek için hemen ana şaltere müdahale etmeye çalışır. Yanındaki arkadaşı ise "Tabelada sadece yetkililerin dokunabileceği yazıyor, usta gelmeden dokunmamalıyız." diyerek itiraz eder. Buna rağmen stajyer "Şalteri indirmeyi biliyorum, yetki önemli değil!" diyerek ısrarla şaltere uzanır.

Analiz ve Değerlendirme

Hatalı Görüş: Öğrencinin görüşü hatalıdır. Güvenlik tabelasındaki kurala uyulmalı, şaltere sadece eğitimli yetkili personel müdahale etmelidir.

Gerekçe: Bu tabela, teknik eğitim gerektiren kritik noktalara erişimi kısıtlar. Yetkisiz müdahale çalışanın can güvenliğini tehlikeye atar ve sistemde telafisi zor arızalara ve iş kazalarına neden olur.

2. SENARYO

Bir öğrenci, okulun bahçesindeki nemli bir zeminde duran elektrikli su pompasının bağlantılarını kontrol etmektedir. Öğrenci, "Cihaz düşük gerilimle çalışıyor, bu yüzden altımdaki nemli zemin bir risk oluşturmaz." diye düşünmektedir.

Analiz ve Değerlendirme

Risk Analizi: Öğrencinin düşüncesi hayati bir hata içerir. Su ve nemli zemin, elektrik akımının vücutta ve çevrede daha kolay yol bulmasını sağlar.

Sonuç: Islak cilt ve zemin, vücut direncini düşürerek akımın toprağa geçişini hızlandırır; bu da düşük gerilimlerde bile ölümcül bir çarpılma riskini (ventriküler fibrilasyon) ortaya çıkarır.

3. SENARYO

Bir atölyede sürekli atan kaçak akım koruma rölesi (KAR), işlerin aksamaması için devre dışı bırakılmıştır. Usta, "Zaten sigortalarımız var, tesisatta bir sorun olursa sigorta atarak bizi korur." açıklamasını yapmaktadır.

Analiz ve Değerlendirme

Kavram Yanılgısı: Sigorta ve kaçak akım rölesi aynı amaca hizmet etmez. Sigortalar cihazları ve tesisatı aşırı yüklenmeye karşı korur, kaçak akım rölesi ise insanları elektrik çarpmasına karşı korur.

Hayati Tehlike: Sigorta, bir insanın çarpılması durumunda devreyi kesmek için tasarlanmamıştır. Kaçak akım rölesi devre dışı bırakıldığında en ufak bir izolasyon hatası doğrudan can kaybına yol açabilir.

4. SENARYO

Elektrik atölyesinde bir öğrenci çarpıldığında arkadaşları ana şaltere ulaşmaya çalışır ancak şalterin önünde üst üste yığılmış boş kutular ve temizlik malzemeleri bulunmaktadır. Bu durum müdahalenin 30 saniye gecikmesine neden olur.

Analiz ve Değerlendirme

Düzen ve Temizlik: Atölye düzeni sadece estetik bir konu değildir, panoların ve çalışma alanlarının önü her zaman açık ve erişilebilir olmalıdır.

Güvenlik Kültürü: Dağınıklık, acil durumda müdahale süresini uzatarak kazanın sonucunu ağırlaştırır. Elektrik kazalarında zaman hayati önem taşır, her saniyelik gecikme kalp durması veya derin yanık riskini artırır.

2. ETKİNLİK

Mutfakta Güvenli Adımlar: Ev İçi Risk Analizi ve Görsel Uyarı Tasarımı

Görev Tanımı

Evinizin mutfağında, özellikle ocakta yemek pişiren kişileri (aile üyelerini ve misafirleri) olası yanık, yangın veya elektrik çarpması risklerine karşı uyarmak amacıyla A4 boyutunda bir güvenlik levhası hazırlayınız. Bu levhanın, mutfak ortamına özgü tehlikeleri belirgin semboller ve kısa, anlaşılır metinlerle aktarmasına dikkat ediniz.

İşlem Basamakları

1. **Risk Analizi:** Mutfakta ocak kullanımı sırasında karşılaşılabilecek temel tehlikeleri (sıcak yüzey, yağ sıçraması, elektrikli cihazların ıslak zeminde kullanımı, yanıcı madde yakınlığı gibi) listeleyiniz.
2. **Hedef ve Tasarım İlkesi:** Hazırlayacağınız levhanın amacını (hızlı ve açıkça uyarı) belirleyerek kullanılacak renklerin ve şekillerin (örneğin tehlike için sarı-siyah üçgen, yasak için kırmızı daire) standartlara uygunluğunu göz önünde bulundurunuz.
3. **İçerik Geliştirme:** Levhanızda yer alacak en kritik 3-5 uyarıyı kısa, net ve anlaşılır ifadelerle (talimatlar ve yasaklar) yazınız.
4. **Görselleştirme:** A4 kâğıdı yatay veya dikey olarak kullanarak metinleri, görselleri ve uyarı sembollerini bu kâğıda dengeli bir şekilde yerleştiriniz. Levhanızın sınıfın her yerinden görünür ve okunabilir olmasına dikkat ediniz.
5. **Ürün Sunumu ve Sergileme:** Hazırlanan uyarı levhasını bülten panosunda sergilenmek üzere uygun bir şekilde sununuz.
6. **Değerlendirme Süreci:** Çalışmanızın sonunda, ürününüz öğretmen tarafından analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilecek; siz ise öz değerlendirme formunu doldurarak sürece katılacaksınız. Formlara karekodları kullanarak ulaşabilirsiniz.

Analitik dereceli puanlama anahtarı

Öz değerlendirme formu

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3. ETKİNLİK

Atölyede Dijital ve Yeşil Dönüşüm Hamlesi

Bir elektrik atölyesinde, lehim istasyonu, matkap, güç kaynağı ve kompresörün yanlış kullanılmasından kaynaklanan enerji israfı ve kâğıt üzerindeki talimatların zamanla yıpranarak okunamaz hâle gelmesi sorun olarak tespit edilmiştir. Yeşil Dönüşüm projesi kapsamında atölye yönetimi, tüm kâğıt çıktıları iptal ederek dijital bir sisteme geçme kararı almıştır.

Yapılan incelemelerde

- cihazların hatalı kullanım nedeniyle fazla enerji tükettiği
- kullanma talimatlarının panolarda solduğu ve okunamaz hâle geldiği
- güncel olmayan bilgilerin kullanılmaya devam ettiği
- gereksiz kâğıt tüketimi nedeniyle çevresel etki oluştuğu belirlenmiştir.

Bu kapsamda atölyede yeni bir uygulama başlatılmıştır. Bundan sonra cihazlara ait kullanma talimatları web tabanlı bir sistem üzerinden operatörlere gönderilecek, ayrıca cihazların bulunduğu alanlarda karekodlu bilgilendirme panoları yer alacaktır. Atölye yönetimi, teknisyenlerden bu dönüşüm sürecine katkı sağlayacak bir çalışma hazırlamalarını istemektedir.

Yukarıdaki senaryoya göre aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

1. Rapor Hazırlama

Seçtiğiniz bir elektrikli cihaz için kullanma talimatlarının

a) Senaryodan seçtiğiniz bir cihazın verimli kullanımına etkisini açıklayan bir rapor hazırlayınız.
b) Enerji tasarrufuna katkısını değerlendiriniz.
c) Cihaz ömrü ve bakım maliyetlerine etkisini açıklayınız.
ç) İş sağlığı ve güvenliği açısından önemini belirtiniz.

2. Dijital Dönüşüm Planı

a) Hazırlayacağınız kullanma talimatlarının kâğıt çıktı yerine web ortamında operatöre nasıl gönderileceğini açıklayınız.
b) Web sistemi, karekod veya okul otomasyon sistemi üzerinden paylaşım modelini tasarlayınız.
c) Dijital paylaşımın avantajlarını (güncellik, erişilebilirlik, çevre dostu yaklaşım vb.) en az beş madde ile açıklayınız.

3. Yeşil Beceri Uygulaması

a) Kâğıt kullanımının azaltılmasının çevresel etkilerini açıklayınız.
b) Hazırladığınız talimatta enerji tasarrufuna yönelik en az iki maddeye yer veriniz.
c) Cihazların bilinçli kullanımının karbon ayak izine etkisini değerlendiriniz.

4. Talimat Hazırlama Çalışması

a) Seçtiğiniz cihaz için en az sekiz maddelik açık ve anlaşılır bir kullanma talimatı hazırlayınız.
b) Talimat metninde güvenlik uyarılarına yer veriniz.
c) Talimatın cihazın bulunduğu uygun alana nasıl asılacağını açıklayınız (görünürlük, yükseklik, dayanıklılık vb.).
ç) Web ortamında paylaşılacak kısa ve mobil uyumlu versiyonunu oluşturunuz.

Değerlendirme: Değerlendirmeniz analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır.

Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1. UYGULAMA

Uygulama Adı: Ark Kaynak Makinesi için Bir Talimat Levhası Hazırlamak

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Ark kaynak makinesinin güvenli, doğru ve bilinçli kullanılabilmesi için talimat levhası hazırlamak

Malzeme Listesi

- A4 karton (beyaz veya açık renk)
- Kurşun kalem-silgi
- Cetvel
- Renkli keçeli kalemler
- Kaynak makinesi kullanım talimatları (atölyedeki mevcut levhalar)
- Laminasyon poşeti veya şeffaf dosya (isteğe bağlı)

İşlem Basamakları

1. Atölyede bulunan ark kaynak makinesi ve mevcut talimat levhalarını inceleyiniz.
2. Ark kaynak makinesinin **güvenlik kuralları** ve **kullanım talimatlarını** belirleyiniz.
3. A4 kartonu yatay veya dikey şekilde düzenleyiniz.
4. Başlık kısmına büyük harflerle **ARK KAYNAK MAKİNESİ KULLANIM TALİMATI** yazınız.
5. Talimatları maddeler hâlinde kısa ve anlaşılır şekilde yazınız.
6. Uyarıları kırmızı renk ile vurgulayınız.
7. Levhayı düzenli, okunaklı ve temiz şekilde tamamlayınız.
8. Hazırlanan talimat levhasını kaynak makinesinin uygun bir yerine asınız.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Ark kaynak makinesi kullanılırken oluşabilecek tehlikeler nelerdir?**
2. **Kaynak makinesinde topraklama yapılmazsa ne gibi tehlikeler ortaya çıkabilir?**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARLA ÇALIŞIRKEN KİŞİSEL KORUYUCU TEDBİRLER

Elektrikli cihazlarla çalışırken elektrik çarpması, yanık ve yaralanma gibi ciddi riskler bulunmaktadır. Bu riskleri en aza indirmek için iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmalı ve uygun kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Bu tedbirler hayati önem taşır ve çalışanı olası tehlikelere karşı son hat olarak korur.

Her iş yerinin kendine özgü risk değerlendirmesi yapması ve buna uygun tedbirleri alması yasal bir zorunluluktur. Kesin ve bağlayıcı kurallar için resmî yönetmeliklere (Özellikle **İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ve Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği**) başvurulmalıdır.

Kişisel koruyucu donanımlar (KKD); çalışanı yapılan işin sebep olabileceği tehlikelerden korumak için tasarlanmış, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan tüm cihazlardır. Elektrik işleri için KKD'ler, *Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik* kapsamında belirlenir. Elektrik risklerine karşı koruma sağlayan ekipmanların seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler ilgili yönetmelik ile sağlanır.

Elektrik çarpma riskine karşı en temel korumayı sağlayan yalıtkan eldivenlerin kullanım amaçları ve EN 60903 standartları Tablo 1.5'te açıklanmıştır.

Tablo 1.5: Yalıtkan Eldivenlerin Kullanım Amaçları ve Standartları

Yalıtkan Eldivenler	
Kullanım Amacı	Elektrik çarpma riskine karşı en temel korumayı sağlar. Canlı iletkenlere veya enerji altındaki parçalara doğrudan veya dolaylı teması önler.
Yönetmelik ve Standart	EN 60903 standardına (Resmî Gazete Tarihi: 02.07.2013 Resmî Gazete Sayısı: 28695 ilgili tebliğinde belirtilmiştir.) uygun olmalıdır. Çalışılacak gerilim sınıfına uygun (0, 00, 1, 2, 3, 4) eldiven seçilmelidir. **Her kullanımdan önce** şişirilerek hava kaçağı (delik, çatlak) kontrolü yapılmalıdır. Eldivenlerin altına mutlaka deri veya yanmaz malzemeden yapılmış **koruyucu dış eldiven** giyilmelidir. Bu, yalıtkan eldiveni mekanik delinme ve kesilmelere karşı korur. Periyodik olarak (genellikle 6 ayda bir) elektriksel testleri yapılmalı ve test tarihi üzerinde belirtilmelidir.

Vücut üzerinden toprağa akacak akımı engelleyen yalıtkan ayakkabılarda istenen EN 50321 gereklilikleri Tablo 1.6'da detaylandırılmıştır.

Tablo 1.6: Yalıtkan Ayakkabıların Kullanım Amaçları ve Standartları

Yalıtkan Ayakkabılar	
Kullanım Amacı	Topraklanmış bir yüzeyde durulduğunda toprağa karşı yalıtım sağlayarak vücuttan geçebilecek akımı azaltır. Ayrıca nemli ve iletken zeminlerde ek koruma sağlar.
Yönetmelik ve Standart	EN 50321 standardına uygun **elektrik işleri için yalıtkan iş ayakkabısı** olmalıdır. Sıradan iş ayakkabıları yeterli yalıtım sağlamaz. Ayakkabılar kuru ve temiz tutulmalıdır.

Yüksek gerilim panoları ve trafo merkezlerinde ayak altında güvenli bir yalıtkan alan oluşturmak için uyulması gereken EN 61111 standartları Tablo 1.7'de açıklanmıştır.

Tablo 1.7: Yalıtkan Mat ve Zemin Kaplamalarının Kullanım Alanları ve Standartları

Yalıtkan Matlar ve Zemin Kaplamaları	
Kullanım Amacı	Çalışılan bölgede ayakların altında yalıtkan bir yüzey oluşturur. Özellikle pano başında, trafo önünde yapılan çalışmalarda hayati öneme sahiptir.
Yönetmelik ve Standart	EN 61111 standardına uygun olmalıdır. Matlar kuru olmalı, yağ, benzin gibi yalıtkanlığı bozucu maddelerden uzak tutulmalı ve periyodik olarak test edilmelidir.

Baş ve yüz bölgesini mekanik darbelerin yanı sıra ark patlamalarına karşı koruyan ekipmanların seçim kriterleri Tablo 1.8'de verilmiştir.

Tablo 1.8: Elektriksel Yalıtımlı Baret ve Yüz Siperlerinin Teknik Gereklilikleri

Yalıtkan Başlık (Baret) ve Yüz Siperi		
Kullanım Amacı	**Baret**	Düşen cisimlere ve kafanın çarpmasına karşı koruma sağlar. Elektrik işleri için sınıfı **E (elektrik işleri)** olan, yüksek darbe dayanımına ve elektriksel yalıtıma sahip baretler kullanılmalıdır.
	Yüz Siperi / Yalıtkan Maske	Ark (elektrik arkı) patlamasına karşı yüzü ve boynu korur.
Yönetmelik ve Standart		Baret için EN 397, yüz siperi için EN 166 standartlarına uygunluk aranır.

Şiddetli ısı ve alev içeren ark patlamalarına karşı vücudun tamamını koruyan alev geciktirici (FR) donanımların kapsamı Tablo 1.9'da belirtilmiştir.

Tablo 1.9: Ark Patlamasına Karşı Koruyucu Elbise ve Donanım Özellikleri

Ark (Elektrik Arkı) Koruyucu Kişisel Koruyucu Donanımlar	
Kullanım Amacı	Yüksek gerilim altında oluşabilecek bir ark patlamasının neden olacağı şiddetli ısı ve alevden tüm vücudu korumak için kullanılır. **Ark termal tehlikelerine karşı koruyucu giysiler** olarak da adlandırılır.
Ark Koruyucu Tulum / Elbise	Alev geciktirici [FR (flame resistant-fileym rezistınt)] özellikte olmalıdır. Pamuklu iş tulumları yeterli koruma sağlamaz.
Eldiven, Balaklava, İç Giyim	Tümü alev geciktirici malzemeden yapılmış olmalıdır.

Enerji altındaki çalışmalarda doğrudan teması önleyen EN 60900 uyumlu yalıtkan el aletlerinin kullanım ve bakım esaslarına Tablo 1.10'da yer verilmişir.

Tablo 1.10: Yalıtkan El Aletlerinin Kullanım Standartları ve Bakım Esasları

Yalıtkan Aletler	
Kullanım Amacı	Pens, anahtar, tornavida, kesici gibi el aletlerinin yalıtılmış olanları, enerji altındaki iletkenlere temas riskini azaltır.
Yönetmelik ve Standart	EN 60900 standardına uygun olmalıdır. Yalıtkan kısımlarında çatlak, aşınma veya delik olmamalıdır. Hasarlı aletler derhâl kullanımdan kaldırılmalıdır.

Çalışma esnasında oluşabilecek kıvılcım ve metal sıçramalarına karşı göz güvenliğini sağlayan EN 166 standartlı ekipmanların özellikleri Tablo 1.11'de açıklanmıştır.

Tablo 1.11: Elektrik İşlerinde Göz Koruyucu Donanım Kullanımı

Göz Koruyucular	
Kullanım Amacı	Kıvılcım, ark, metal parçacıkları veya kimyasal sıçramalara karşı gözleri korur.
Yönetmelik ve Standart	EN 166 standardına uygun olmalıdır.

Genel İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

KKD'ler, toplu koruma önlemlerinden sonra devreye giren bireysel koruma yöntemleridir. Önce aşağıdaki mühendislik teknikleri uygulanmalı ve idari tedbirler alınmalıdır.

Çalışma İzin Sistemi: Özellikle yüksek gerilim tesisatında veya karmaşık sistemlerde yazılı izin ve talimatla çalışma yapılmalıdır.

Gerilimsiz Çalışma: Mümkün olan her durumda, çalışılacak sistemin enerjisi **tamamen kesilmeli**, sigortaları sökülmeli, **kilitlenmeli (kilitleme-talimatname sistemi)** ve üzerine **ÇALIŞIYOR, ENERJİ VERMEYİN** uyarı levhası asılmalıdır.

Topraklama ve Kısa Devre: Kesilen enerji hatlarının her iki tarafı topraklanmalı ve kısa devre edilmelidir.

Gerilim Kontrolü: Çalışmaya başlanmadan önce çalışılacak noktada gerilim olmadığı **uygun gerilim test cihazlarıyla** kesin olarak tespit edilmelidir.

Risk Değerlendirmesi: İşe başlanmadan önce mutlaka risk değerlendirmesi yapılmalı, elektrik kaynaklı tüm riskler (çarpılma, ark, yangın, patlama) belirlenmeli ve önlemler alınmalıdır.

Yeterlilik ve Eğitim: Elektrik işlerinde sadece **ehliyetli** ve **sertifikalı** personel çalıştırılmalıdır. Çalışanlara düzenli olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmelidir.

Çalışma Ortamı: Elektrik pano ve çalışma alanlarının önünde yeterli boşluk bulunmalı, zeminde yalıtkan malzeme kullanılmalı ve ortam kuru tutulmalıdır. Elektrikle çalışmada güvenlik, bir dizi önlemin bir arada uygulanmasıyla sağlanır. KKD'ler bu zincirin hayati bir halkası olsa da tek başına yeterli değildir. Öncelik her zaman enerjiyi kesmek ve fiziksel olarak izole etmektir. Tüm bu tedbirler, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanuna dayanarak çıkarılan ilgili yönetmeliklerle yasal zorunluluk hâline getirilmiştir.

1.2.1. Yalıtkan Eldivenler

Gerilim altında çalışma için yalıtkan eldivenler Kişisel Koruyucu Donanımların Kategorizasyon Rehberine Dair Tebliğ'e göre III. kategori olarak sınıflandırılmaktadır. Elektriksel tehlikelere karşı çalışanı korumak için kullanılan elastomer veya plastik malzemeden yapılmış eldivenlerdir.

Yalıtkan eldivenler, elektrik işlerinde hayat kurtarıcı olabilir ancak **sadece doğru şekilde giyildikleri ve kullanıldıklarında** bu korumayı sağlar. Türkiye'deki İSG uygulamalarına ve üretici talimatlarına uygun olarak yalıtkan eldivenlerin doğru şekilde giyilme adımları şunlardır:

1. Adım: Kullanım Öncesi Kontrol (En Kritik Aşama)

Test ve Son Kullanma Tarihi: Eldivenin üzerinde veya etiketindeki son elektriksel test tarihinin geçerli olup olmadığı kontrol edilir (Genellikle 6 ayda bir test edilmeleri gerekir). Test süresi dolmuş eldivenler **asla kullanılmamalıdır**.

Görsel ve Fiziksel Kontrol: Eldiven her yönüyle iyice incelenir.

- Delik, çatlak, kesik, yırtık olup olmadığına bakılır.
- Aşınma, incelme, yumuşama veya sertleşme gibi bozulma belirtileri kontrol edilir.
- Esnetilerek veya hafifçe bükülerek eldivendeki gizli kusurlar aranır.

Hava Kaçağı Testi (Şişirme Testi): Bu, en yaygın ve etkili saha testidir.

- Eldiven, parmak uçları yukarı bakacak şekilde avuçla sıkıca kavranır.
- Yavaşça havayla şişirilir.
- Kulak eldivene yaklaştırılarak veya eldivenin inen kısmı yanağa değdirilerek hissedilir, bir hava kaçağı olup olmadığı kontrol edilir.

Hava kaçıran bir eldiven **derhâl kullanım dışı bırakılır**.

2. Adım: Doğru Giyim Sırası

İlk Kat: Deri veya Sentetik Koruyucu Dış Eldiven

Önce mekanik koruma sağlayan deri veya çok katmanlı sentetik malzemeden yapılmış **koruyucu dış eldivenler** giyilir. Kullanım amacı yalıtkan eldiveni kesilme, delinme, aşınma, sıcaklık ve kimyasallardan korumaktır. Yalıtkan eldiven üzerine giyilmez, altına giyilir.

İkinci Kat: Yalıtkan Eldiven

Koruyucu dış eldivenlerin üzerine yalıtkan eldivenler giyilir. Yalıtkan eldivenin manşeti (bilek kısmı), koruyucu dış eldivenin manşetini **tamamen örtmelidir**. Bu, bilek bölgesinden gelebilecek temas riskini önler.

Bu sıralama önemlidir. Bu sıra, yalıtkan eldiveni fiziksel hasardan korurken elektriksel yalıtımın da insan vücuduyla temas hâlinde olmasını sağlar. Yalıtkan eldiven altta olursa üzerindeki koruyucu eldiven ıslandığında veya kirlendiğinde iletken hâle gelebilir ve koruma özelliğini yitirebilir.

3. Adım: Giyme Tekniği

- Yalıtkan eldiven, manşetinden (bilek kısmından) tutarak genişletilir ve el yavaşça eldivenin içine sokulur.
- Parmakların eldivenin parmak uçlarına tam olarak oturduğundan emin olunur.
- Eldiven, bileği en az 3-5 cm örtecek şekilde iyice çekilir. Manşet, iş elbisesinin veya baretin kol kısmının üzerine gelmelidir.

4. Adım: Kullanım Sonrası Çıkarma ve Saklama

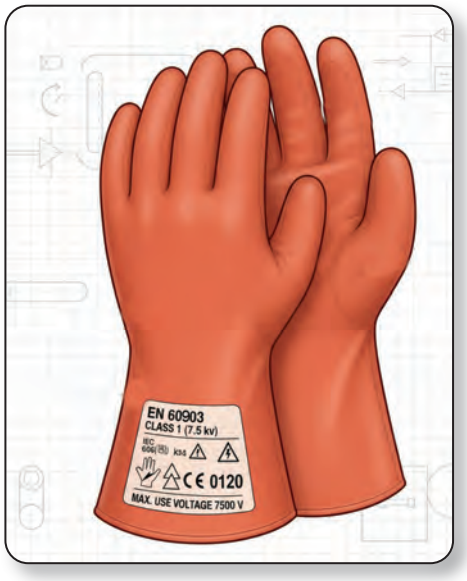
Çıkarma: Eldiven çıkarılırken manşetinden tutarak ters yüz edilir. Bu, eldivenin dış yüzeyindeki kirin veya potansiyel olarak iletken hâle gelmiş maddelerin elle temas ettirilmemesini sağlar.

Temizlik: Üretici talimatlarına uygun olarak (genellikle sabunlu su ile) temizlenir ve tamamen kurumaya bırakılır. **Asla** ıslak veya nemli eldiven kullanılmaz.

Saklama: Eldivenler doğrudan güneş ışığı, aşırı sıcak, nem, ozon ve kimyasallardan uzak, özel tasarlanmış taşıma çantası / kutusu içinde saklanmalıdır. Bükülmeyecek ve şekli bozulmayacak şekilde düz bir zeminde muhafaza edilir.

Görsel 1.14'te görülen elektrikçi eldiveni üzerindeki uyarı ve işaretler, kullanıcının güvenliği için hayati öneme sahiptir. Bu semboller, eldivenin hangi koşul ve hangi elektrik seviyesinde güvenli bir koruma sağladığını gösterir.

Yalıtkan eldivenlerle çalışırken aşağıdaki güvenlik kontrollerine özen gösterilmelidir.



Görsel 1.14: Yalıtkan eldiven

Periyodik Kontrol: Çalışma sırasında belirli aralıklarla eldivenin görsel kontrolü yapılmalıdır. Herhangi bir yırtık, delik veya deformasyon fark edildiğinde çalışma derhâl durdurulmalıdır.

Gerilim Seviyesi: Her yalıtkan eldiven belirli bir gerilim seviyesi için tasarlanmıştır. Eldiven üzerinde belirtilen maksimum kullanım gerilimi asla aşılmamalıdır.

Aşırı Isınma: Çalışma sırasında eldivenin aşırı ısındığı hissedilirse bu durum bir arıza belirtisi olabilir ve derhâl yetkili kişiye bildirilmelidir.

Kimyasal Temas: Eldivenin çözücü, asit, baz gibi kimyasallarla temasından kaçınılmalıdır. Bu tür bir temas olursa eldiven derhâl değiştirilmelidir.

Bu prosedürlere eksiksiz uyum, elektrik çarpması riskini en aza indirmek ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için hayati öneme sahiptir. Unutulmamalıdır ki yalıtkan eldivenler en son savunma hattıdır ve diğer koruma önlemlerinin (topraklama, enerji kesme vb.) yerine geçmez.

Elektrik işlerinde çalışan personelin, ekipmanı doğru kullanmasıyla birlikte ekipmanın sınırları ve oluşturabileceği riskler hakkında da bilgi sahibi olması gerekir. Çalışanlara düzenli aralıklarla yalıtkan eldiven kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Eğitimlerde; doğru giyme yöntemi, saha kontrolü, hava kaçağı testi, uygun saklama koşulları ve acil durum prosedürleri uygulamalı olarak gösterilmelidir. Ayrıca çalışanlar, herhangi bir şüphe durumunda eldiveni kullanmaktan kaçınmaları gerektiği konusunda bilinçlendirilmelidir.

Yalıtkan eldivenler, elektriksel çalışmalarda en kritik kişisel koruyucu donanımlardan biridir. Buna rağmen gerçek koruma, doğru ürün seçimi, düzenli test, uygun kullanım ve bilinçli çalışma alışkanlıkları ile sağlanabilir. Elektrik güvenliğinde küçük bir ihmalin dahi ciddi sonuçlara yol açabileceği unutulmamalıdır.

İşaretlerin Anlamları

EN 60903 / **IEC 60903**: Bu standartlar, eldivenin uluslararası ve Avrupa Birliği'nin belirlediği **elektrik yalıtımı** testlerinden başarıyla geçtiğini ve güvenli olduğunu gösterir. Ürünün profesyonel kullanım için onaylandığı anlamına gelir.

Üçgen İçinde Şimşek Simgesi: Bu piktogram, **elektrik tehlikesi** veya **elektrik çarpması riski** olduğunu belirten evrensel bir güvenlik sembolüdür. Elektrikle ilgili tüm riskli durumlarda kullanılır.

CLASS 1 (7,5 kV) ve MAX. USE VOLTAGE 7500 V: Bu işaretler, eldivenin yalıtım seviyesini belirtir. **Sınıf 1** (**Tablo 1.12**'ye göre 1. sınıf bir eldivendir.), bu eldivenin **7500 Volta (7,5 kV)** kadar olan maksimum çalışma gerilimi altında güvenli bir şekilde kullanılabileceğini gösterir.

Tablo 1.12: Eldiven Sınıflarına Göre Elektrik Değerleri Tablosu

Sınıf	Maksimum Çalışma Gerilimi V AA	Maksimum Çalışma Gerilimi V DA
00	500	750
0	1000	1500
1	7500	11250
2	17000	25500
3	26500	39750
4	36000	54000

CE 0120: Bu işaret, ürünün Avrupa Birliği'nin güvenlik, sağlık ve çevre koruma standartlarına uygun olduğunu gösterir. **0120** numarası ise ürünün bu uygunluğunu denetleyen ve sertifikalandıran yetkili kuruluşu temsil eder.

Bu işaretler sayesinde bir elektrikçi, eldivenin hangi gerilim seviyesinde koruma sağlayacağını ve hangi standartlara uygun olduğunu kolayca anlayabilir. Elektrikle çalışırken doğru koruyucu ekipmanı seçmek hayati önem taşır.

Tüm Koruyucu Eldivenlerde Bulunması Gereken Genel İşaretlemeler

Tüm KKD'lerde olduğu gibi koruyucu eldivenlerde de (TS EN ISO 21420 standardına uygun olarak) bulunması gereken genel işaretler şunlardır:

CE Uygunluk İşareti: Tüm koruyucu eldivenler **CE uygunluk işaretine** sahip olmalıdır. Bu işaret, üreticinin ilgili teknik düzenlemeden kaynaklanan tüm yükümlülükleri yerine getirdiğini ve ürünün temel sağlık ve güvenlik gereklerini karşıladığını ifade eder.

Ürün Tanımlayıcı Bilgiler: Ürün üzerinde üretici veya yetkili temsilcisinin **ismi**, ürünün **markası**, **modeli** vb. ürünü tanımlayan bilgilerin bulunması gerekir.

Kullanım Kılavuzu: Ürüne **Türkçe kullanım kılavuzu** eşlik etmelidir.

Standart Atıf ve Performans: İlgili standarda **atıf** ve bu standarda göre **performans seviyeleri** bulunmalıdır.

Onaylanmış Kuruluş Numarası (Sınıf III için): Hayati tehlike oluşturabilecek risklere karşı koruma sağlayan **Sınıf III** ürünler için CE işaretinin yanında **dört haneli onaylanmış kuruluş numarası** bulunmalıdır.

Piktogramın Yeri: İlgili standardın **piktogramı varsa eldiven üzerine,** istisnai durumlarda ise ambalaj üzerine iliştirilmelidir.

1.2.2. Koruyucu Gözlükler

Göz koruyucular (Görsel 1.15) (gözlükler, vizörler, siperler) toz, gaz, ışıma gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanlara karşı korunma sağlamak amacıyla kullanılır. Görme yetisinin azalmasını veya kaybını önlemek için büyük öneme sahiptir.

Koruyucu gözlükler, iş yerindeki en temel ve hayati KKD'lerden biridir. Türkiye'de Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik ve ilgili standartlar (EN 166, EN 170, vb.) uyarınca doğru şekilde takılması ve kullanılması zorunludur.



Görsel 1.15: Doğru şekilde takılmış kişisel koruyucu gözlük

Koruyucu gözlüklerin doğru şekilde takılması ve kullanılması için uyulması gereken adımlar şunlardır:

Uygun Gözlük Seçimi

Risk değerlendirmesine göre gözlük seçilmelidir.

- Toz, sıvı damlacıkları ve büyük parçacıklara karşı yan korumalı (kapalı yan siperlikli) veya tam kapalı gözlükler seçilmelidir.
- Kimyasal sıçramalara karşı tam kapalı, sızdırmazlık contalı (vakum tipi) gözlükler tercih edilmelidir.
- Isı ve kıvılcıma karşı ısıya dayanıklı lensli gözlükler seçilmelidir (Lens, cam veya polikarbonat olabilir. Polikarbonat, darbeye karşı daha dayanıklı ve hafiftir.).
- Ultraviyole (UV) veya kızılötesi (IR) ışınlara karşı uygun filtreli (kaynakçı gözlüğü vb.) gözlükler seçilmelidir.

Doğru Takılma ve Kullanıma İlişkin Hususlar

- Gözlüğü takmadan önce eller yıkanmalıdır. Kirli ellerle gözlüğe dokunmak, lensi kirleterek görüşü engeller.
- Gözlük görsel olarak kontrol edilmeli; çerçevesi deforme olmuş mu, kırık mı, varsa kayışları veya ventilleri hasarlı mı belirlenmelidir.
- Hasarlı, çizik ve çatlağı bulunan göz koruyucular kullanılmamalı ve üretici tarafından sağlanan orijinal parçalarla değiştirilmelidir. Hasarlı bir gözlük **asla** kullanılmamalıdır.
- **Kullanıcıların göz sağlığı açısından göz koruyucuların** diyoptirisi sıfır olmalıdır (**Numaralı olmamalıdır.**).
- Gözlük, solunum maskesi ile birlikte takıldığında gözlükte buğulanma meydana gelebilir. Bu, genellikle ağızdan solunumla çıkan su buharının maske tam kapatılmadığı ya da sızdırdığı için gözlüğe gelmesinden kaynaklanır. Bu durumda maske çıkarılıp doğru bir şekilde tekrar takılmalı ve burun kısmı tam oturtulmalıdır.

İşaretlemelerin Görünürlüğü: İşaretlemeler görüş alanını ihlal etmemeli ve engellememelidir.

Doğru Takma Tekniği (Adım Adım)

Tutma Şekli: Gözlük çerçevesinden (saplarından) tutarak alınır. Lensin yüzeyine dokunmaktan kaçınılmalıdır.

Yerleştirme: Gözlük yüze, lensler tamamen gözlerin önüne gelecek şekilde yerleştirilir.

Sap Pozisyonu

Düz Saplı Gözlükler: Sapları doğrudan kulakların üzerinden geçirilir.

Kıvrık Saplı (Sportif) Gözlükler: Saplar kafanın arkasından dolaştırılır.

Sıkılık Ayarı: Saplar, gözlüğün yüze rahat ve sıkı bir şekilde oturmasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Gözlük yüzden düşmemeli ancak burnu veya şakakları da aşırı sıkmamalıdır.

Burun Pedi Ayarı: Varsa burun pedlerinin burna tam olarak ve rahatça oturduğundan emin olunmalıdır. Bu, gözlüğün kaymasını önler.

Yüz ve Vücut Uyumu Kontrolü

Gözlüğü taktıktan sonra aşağıdaki kontroller mutlaka yapılmalıdır.

Yanlardan Sızıntı: Gözlük yanlardan açık mı kalıyor? Açık kalıyorsa yan korumalı bir model gereklidir.

Alttan ve Üstten Sızıntı: Başı öne eğip kaldırarak gözlük ile yanak / alın arasında boşluk olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Görüş Alanı: Başı sağa-sola, yukarı-aşağı oynatarak görüş alanının kısıtlanmadığından emin olunmalıdır.

Rahatlık: Ağrı, batma veya aşırı baskı hissediliyorsa gözlüğün ayarları değiştirilmeli veya farklı bir model denenmelidir.

Dikkat Edilecek Hususlar

Asla Başının Üstüne Kaldırma: Molalarda veya iş aralarında gözlük baş üzerine (alın veya saç üstüne) kaldırılmamalıdır. Bu kirlenmesine ve buhardan görüşün engellenmesine neden olur. Yüzde durmalı ya da özel kılıfında / kutusunda saklanmalıdır.

Buharlaşma Önleme: Buharlaşma sorunu yaşanırsa buhar önleyici (anti-fog) kaplamalı gözlükler kullanılmalı veya buhar önleyici sprey / likit temin edilmelidir.

Gözlük Camını Temizleme: Gözlüğü temizlerken yumuşak bir bez (Mikrofiber bez idealdir.) ve gerekirse özel lens temizleme sıvısı kullanılmalıdır. Asla kuru bezle sertçe ovulmamalı veya aşındırıcı kimyasallar kullanılmamalıdır.

Gözlük Kullanım Sonrası

- Gözlük, saplarından tutarak çıkarılmalıdır.
- Özel kutusu veya kılıfında temiz, kuru ve direkt güneş ışığı almayan bir yerde muhafaza edilmelidir.

1.2.3. İzole Tabanlı Ayakkabılar

Elektriksel olarak yalıtkan (izole tabanlı) ayakkabılar, çalışanların elektrik çarpmasına karşı korunmasını sağlamak amacıyla **35.000 V** kadar olan tesislerde gerilimli bölümlerdeki veya gerilimli bölümlere yakın yerlerdeki çalışmalar esnasında kullanılır. Görsel 1.16'daki izole tabanlı ayakkabı atölye ve şantiye ortamına uygun olup atölye ve şantiye dışında giyilmemelidir.



Görsel 1.16: İzole tabanlı ayakkabı

İzole tabanlı ayakkabılar, elektrik işleriyle uğraşanlar için hayati öneme sahip bir kişisel koruyucu donanımdır. Türkiye'de Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik ve ilgili standartlar (EN 50321) uyarınca doğru kullanılmaları esastır.

İzole Tabanlı Ayakkabıların Seçimi ve Kullanımı

Standarda Uygunluk: Elektrik işleri için satın alınan ayakkabının üzerinde veya etiketinde **EN 50321** standardına uygun olduğu ve **Elektrik İşleri İçin Yalıtkan İş Ayakkabısı** ifadesi açıkça belirtilmelidir. Sıradan iş ayakkabıları veya topuklu ayakkabılar bu korumayı sağlamaz.

Gerilim Sınıfı: Ayakkabılar, koruma sağladıkları maksimum gerilim seviyesine göre sınıflandırılır (1000 V AC vb.). Çalışma ortamındaki gerilim seviyesine uygun bir ayakkabı seçilmelidir.

Doğru Beden ve Numara: Ayakkabı **ayağa tam oturmalıdır**. Ne çok sıkı ne de çok bol olmalıdır. Ayak parmaklarının rahatça hareket edebildiği, topuğunun hafifçe oynayabildiği ancak ayakkabının ayaktan çıkmadığı bir beden ideal olandır.

Kontrol: Giymeden önce ayakkabı **görsel olarak kontrol** edilmelidir. Tabanında veya yüzeyinde **aşırı aşınma, kesik, çatlak veya delik** bulunmamalı; ayakkabı nemli ya da ıslak olmamalıdır.

Doğru Çorap Seçimi ve Ayağın Hazırlanması

Çoraplar: Ayakkabı **her zaman çorap giyilerek** kullanılmalıdır. Tercihen **pamuklu veya yünlü, temiz ve kuru çoraplar** giyilmelidir.

Nem ve Isı Dengesi: Çoraplar, ayağın nemini emerek ayakkabı iç yüzeyinin ıslanmasını ve dolayısıyla yalıtkanlığın azalmasını önlemeye yardımcı olur.

Sürtünme: Ayağın ayakkabı içinde sürtünerek tahriş olmasını engeller.

Ayak Temizliği: Ayakkabıyı giymeden önce ayakların **kuru ve temiz** olduğundan emin olunmalıdır.

Doğru Bağlama Tekniği

Topuk Yerleştirme: Ayak ayakkabıya tam olarak yerleştirilmeli, topuk ayakkabının topuk kısmına tam olarak oturmalıdır.

Bağcık Geçirme: Tüm deliklerden veya halkalardan bağcıklar düzgün bir şekilde geçirilmelidir.

Sıkılık Ayarı: Bağcıklar, ayağı ayakkabıya **güvenli bir şekilde sabitleyecek kadar sıkı** ancak **dolaşımı engellemeyecek veya rahatsızlık vermeyecek kadar da gevşek** bırakılmalıdır. Bağcıkların çok sıkı bağlanması ayaktaki kan dolaşımını olumsuz etkileyebilir, soğuk ortamlarda donma riskini artırabilir ve rahatsızlığa neden olabilir. Çok gevşek bağlanması ise ayağın ayakkabı içinde hareket etmesine, yürüme dengesinin bozulmasına, ayakkabının daha hızlı aşınmasına ve koruyucu etkinliğinin azalmasına yol açabilir.

Giydikten Sonra Kontrol

Yürüme Testi: Ayakkabı giyilip bağlandıktan sonra birkaç adım atılır.

Topuk Kontrolü: Yürürken topuğun ayakkabıdan çıkıp çıkmadığı kontrol edilir.

Rahatlık Kontrolü: Ayak parmaklarının rahatça hareket edip etmediği, herhangi bir yerde sıkışma veya baskı olup olmadığı hissedilir.

Kullanım Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

Kuru ve Temiz Tutma: Yalıtkanlık, ayakkabının **kesinlikle kuru olmasına** bağlıdır. Islak, nemli veya çamurlu zeminlerde çalışılıyorsa ayakkabıların kuru olduğundan emin olunmalı ve gerekiyorsa ek koruyucular (su geçirmez galoş gibi) kullanılmalıdır.

Periyodik Kontrol ve Test: İzole ayakkabılar, **elektriksel testlere** tabi tutulur. Üretici talimatlarına ve iş yeri güvenlik prosedürlerine göre belirlenen periyotlarda (genellikle 6 ayda bir) bu testler yapılmalıdır. Test süresi dolmuş veya testi geçememiş ayakkabılar **asla** kullanılmamalıdır.

Mekanik Hasar: Ayakkabının tabanı ve yanakları delici, kesici veya aşındırıcı maddelerden korunmalıdır. Taban aşınması yalıtkanlığı ciddi şekilde zayıflatır.

Çıkarma: İş sonrası ayakkabılar çıkarılmalı ve **havalandırılarak kurumaya bırakılmalıdır**. Nemli bir ortamda, kapalı bir dolapta saklanmamalıdır.

1.2.4. Yalıtkan Paspas

Yalıtkan paspaslar (Yalıtkan taban veya yalıtkan yer paspası olarak da bilinir.), elektrik işlerinde toprağa karşı yalıtım sağlayan hayati kişisel koruyucu donanımlardandır. Türkiye'de İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ve ilgili standartlar (EN 61111) uyarınca kullanılmaları gerekir.

Görsel 1.17 iş güvenliğinin sağlanması için yalıtkan paspasın elektrik riskinin olduğu her alanda kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yalıtkan paspas, elektrikle çalışan bir kişinin zeminle temasını keserek elektrik çarpması riskini en aza indirir fakat çarpmaları tamamen engellemez.



Görsel 1.17: Yalıtkan paspasların elektrik panosu için kullanımı

Yalıtkan paspasların kullanımına ilişkin kurallar aşağıda sıralanmıştır.

Doğru Paspas Seçimi ve Yerleştirme

Standarda Uygunluk: Paspasın üzerinde veya etiketinde **EN 61111** standardına uygun olduğu belirtilmelidir.

Gerilim Sınıfı: Paspaslar, belirli bir çalışma gerilimi için (1000 V AC, 1500 V DC vb.) test edilir ve sınıflandırılır. Çalışma ortamındaki gerilim seviyesine uygun bir paspas seçilmelidir.

Boyut ve Kaplama: Paspas, çalışılan ekipmanın (pano, şalt, trafo) önünü **tamamen kaplayacak** büyüklükte olmalıdır. Çalışanın tüm ayak izi ve hareket alanı paspasın üzerinde kalmalıdır.

Konumlandırma: Paspas, çalışılacak **enerjili ekipmanın tam önüne ve çalışma mesafesini (emniyet mesafesi) de kapsayacak şekilde** serilmelidir. Paspas ile toprak arasında başka bir iletken malzeme (nemli beton, metal plaka) bulunmamalıdır.

Kullanım Öncesi Kontrol

Paspası kullanmadan önce şu kontroller mutlaka yapılmalıdır.

Test ve Son Kullanma Tarihi: Paspasın üzerindeki son elektriksel test tarihinin geçerli olup olmadığı kontrol edilmelidir (Genellikle her yıl test edilmeleri gerekir.). **Test süresi dolmuş paspaslar kullanılmamalıdır.**

Görsel ve Fiziksel Kontrol

- **Delik, çatlak, yırtık veya aşırı aşınma** olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Yüzeyinde **yağ, benzin, kimyasal veya aşırı kir** bulunmamalıdır. Bu maddeler yalıtkanlığı bozabilir.
- Paspas **nemli veya ıslak olmamalıdır**. Nem, yalıtkanlığı tamamen ortadan kaldırır.

Kullanım Sırasında Dikkat Edilecek Kurallar

Tamamen Üzerinde Durulmalı: Çalışma sırasında ayakların **tamamıyla** paspasın üzerinde durduğundan emin olunmalıdır. Paspasın kenarına basmak veya bir ayağı paspasın dışına çıkarmak korumayı tamamen etkisiz hâle getirir.

Temiz ve Kuru Tutulmalı: Paspasın üzerine su, yağ veya diğer iletken sıvıların dökülmemesine özen gösterilmelidir. Dökülme olursa derhâl temizlenmeli ve **tamamen kuruması beklenmelidir**.

Mekanik Hasardan Korumalı: Paspasın üzerinde kesici, delici, ucu sivri ve ağır cisimlerle dolaşılmamalıdır. Paspas ayrıca kaynak kıvılcımlarından ve aşırı sıcaktan korunmalıdır.

Tek Başına Yeterli Değildir: Yalıtkan paspas, **diğer KKD'lerin (yalıtkan eldiven, yalıtkan ayakkabı) yerine kullanılamaz**. Onlarla birlikte **ek bir koruma önlemi** olarak kullanılır.

Kullanım Sonrası Bakım ve Saklama

Temizlik: Paspas, yumuşak bir bez ve sabunlu su ile silinerek temizlenir. **Aşındırıcı kimyasallar ve sert fırçalar kullanılmamalıdır.**

Kurutma: Temizlendikten sonra paspas **doğrudan güneş ışığı almayan gölge bir yerde** tamamen kurumaya bırakılır.

Saklama: Paspas, **düz bir şekilde** veya üreticinin talimatı doğrultusunda (aşırı katlamadan) sararak saklanır. Serin, kuru, doğrudan güneş ışığı almayan ve ozondan uzak bir yerde muhafaza edilir. Paspas talimat dışında asla katlanmaz. Genellikle rulo şeklinde sarılıp su ve nem geçirmez bir poşete konarak depolanır.

1.2.5. İş Elbiseleri

İş elbiseleri (koruyucu giysiler), bir veya birden fazla tehlikeye karşı (ısı, kimyasallar, elektrik, fiziksel tehlikeler vb.) koruma sağlamak üzere tasarlanmıştır.

Doğru Giyilme ve Kullanıma İlişkin Hususlar

Uygunluk ve Ölçü: Koruyucu giysi, her çalışanın **vücut ölçüsüne uygun** seçilmeli ve amacına uygun şekilde kullanılmalıdır.

Pozisyon ve Hareket: Giysi, kullanıcının iş veya diğer faaliyetler esnasında gerçekleştirebileceği hareketlere engel olmamalıdır. Vücut duruşuyla birlikte ortam şartları da dikkate alındığında gerektiği kadar **çalışan üzerindeki yerinde kalmalıdır**. Vücudun herhangi bir parçasının kullanıcının beklenmeyen bir hareketiyle koruma dışı kalmamasına dikkat edilmelidir.

Rahatlık ve Ergonomi: Koruyucu giysiler, kan dolaşımını engelleyecek kadar dar olmamalı, hareketlere engel olacak ölçüde çok geniş veya ağır olmamalıdır. İzin verilebilen durumlarda ısıl zorlanmayı asgariye indirecek yeterlilikte havalandırmaya sahip olmalıdır.

Kullanım Öncesi Kontrol: Her kullanımdan önce koruyucu giysinin **temiz ve hasar görmemiş** olmasına dikkat edilmelidir. Zehirli madde, zararlı fiziksel ajanlar gibi tehlikeler karşısında kullanılan koruyucu giysiler, her kullanımdan önce dikkatli şekilde incelenmelidir.

Yıkanabilirlik: Yıkanabilir ürünlerde kaç yıkamadan sonra ürünün özelliğini kaybedeceği etikette belirtilmeli ve kullanım esnasında bu özellik dikkate alınmalıdır.

1.2.6. Kişisel Koruyucuların Periyodik Kontrolü

KKD'lerin sürekli olarak koruma özelliğini sürdürmesi için düzenli bakım ve kontrol hayati öneme sahiptir. İşveren, KKD'lerin bakım, onarım ve periyodik kontrollerini ücretsiz olarak yapmakla yükümlüdür.

Periyodik Kontrol ve Muayeneye İlişkin Kurallar

Genel Sorumluluk: İmalatçı tarafından sağlanacak kullanım kılavuzuna uygun olarak KKD'lerin bakım, onarım ve periyodik kontrolleri yapılır.

Kullanım Öncesi Kontrol: Kişisel koruyucu donanımlar her kullanımdan önce kontrol edilir.

Arıza Bildirimi: Çalışanlar KKD'de gördükleri herhangi bir arıza veya eksikliği işverene bildirmelidir. Arızalı KKD'ler arızalar giderilmeden ve gerekli kontroller yapılmadan kullanılmaz.

Özel Periyodik Kontroller

Yüksekten Düşmeye Karşı KKD: Periyodik muayeneleri TS EN 365 standardına göre yılda bir, uzman kişilerce yapılmalı ve kayıt altında tutulmalıdır. Her kullanımdan önce duyusal muayenesi mutlaka yapılmalıdır.

Yalıtkan Ayakkabılar: Güvenli kullanım için ayakkabıların elektrik direnci periyodik olarak ölçülmelidir.

Baret İçlikleri: Baretin içinde bulunan kumaş içlik, bakteri oluşumunu engellemek amacıyla otuz günde bir deterjanla temizlenmeli, yıpranan içlikler yenileriyle değiştirilmelidir.

1.2.7. Kullanılmayan Kişisel Koruyucuların Saklanması

KKD'ler, hijyenik şartlarda ve kullanıma hazır bulundurulacak şekilde muhafaza edilmelidir. Çalışanlar, kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımları uygun yerlerde ve uygun şekilde muhafaza etmekle yükümlüdür.

KKD türlerine Göre Genel Saklama Kuralları

Genel KKD Saklama: KKD'ler, işveren tarafından hijyenik şartlarda muhafaza edilir ve kullanıma hazır bulundurulur.

Yalıtkan Ayakkabılar / Botlar: İlk kullanımdan önce ve kullanımlar arasında uygun bir kutuda muhafaza edilmelidir. Kesinlikle sıkıştırılmamalı, katlanmamalı veya herhangi bir ısı kaynağına yakın saklanmamalıdır. Uzun süre

güneş ışığına, suni ışığa veya diğer ozon kaynaklarına maruz bırakılmamalıdır. Depolama sıcaklığı (20 ± 15) ^{o}C aralığında tutulmalıdır.

Baretler: Asla doğrudan gün ışığı alan yerlerde muhafaza edilmemeli, serin ve karanlık bir yerde saklanmalıdır.

Ayak Koruyucular (Genel): Kullanım ömrünü uzatmak için kuru ve havalandırmalı bir yerde doğrudan sıcaklığa maruz kalmayacak şekilde saklanmalıdır.

Göz Koruyucular: Kullanımdan sonra temiz, kuru ve darbelere maruz kalmayacak şekilde saklanmalıdır. Kendi kutusu varsa kendi kutusuna yoksa güvenli bir gözlük kutusuna konmalıdır.

Solunum Koruyucular (Toz Maskesi): Çıkarıldıktan sonra ambalajına ya da kilitli poşete konmalıdır.

Yüksekten Düşmeye Karşı KKD: Doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacağı kapalı bir ortamda, imalatçı talimatlarına uygun şekilde saklanmalıdır. Raf ömrü, kullanım ömrü ve bakımı için imalatçı beyanı esas alınmalıdır.

1.2.8. Risk Senaryoları

İş sağlığı ve güvenliği kültürünün temel taşlarından biri, KKD'lerin doğru ve sürekli kullanımıdır. KKD'ler, çalışanı, yapılan işten kaynaklanan risklere karşı son savunma hattı olarak korur. Bu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması, geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilir. Koruyucu donanım kullanılmadığında yaşanabilecek olası risk senaryolarından bazı çarpıcı örnekler şunlardır:

Elektrik İşleri ve Yalıtkan Eldiven Kullanılmaması Senaryosu

5. SENARYO

Ahmet Usta, 400 Voltluk bir dağıtım panosunda kısa sürecek dediği bir bağlantıyı yapmak için yalıtkan eldiven giymeyi ihmal eder. Yanında bulunan pense, enerji altındaki baraya temas eder. Elektrik akımı, pense üzerinden Ahmet Usta'nın vücuduna girer.

Olası Sonuçlar

Elektrik Çarpması: Kalbin ritminin bozulması, kalıcı iç yanıklar, sinir sistemi hasarı ve ani ölüm gelişebilir.

Yüksek Gerilim Arkı (Elektrik Arkı): Kısa devreye bağlı olarak oluşabilecek bir ark, Ahmet Usta'nın yüz ve vücudunda üçüncü derece yanıklara neden olabilir. Arkın şiddetli ısısı (3500 °C'u aşabilir.) giysileri anında yakıp cilde ciddi zarar verir.

Düşme: Elektrik çarpmasının şokuyla yüksekten düşme ve buna bağlı ek yaralanmalar olabilir.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: İşe başlamadan önce enerjinin kesilmesi, güvenlik kilidi takılması ve **uygun sınıfta yalıtkan eldiven** kullanılması gerekir.

Koruyucu Gözlük Kullanılmaması Senaryosu

6. SENARYO

Ayşe, metal parçalarını taşlama makinesinde kesmektedir. Hangi standartta koruyucu gözlük takacağını bilmediği için gözlük takmamıştır. Yüksek hızla dönen diskten kopan küçük, sert bir metal parçası fırlayıp gözüne çarpar.

Olası Sonuçlar

Göz Yaralanması: Metal parça; göz küresine saplanabilir, korneada çizilme veya göz içi kanamalara neden olabilir.

Kalıcı Görme Kaybı: Meydana gelen hasar, kısmi veya tam körlükle sonuçlanabilir. Bu tür yaralanmaların tedavisi zor ve maliyetlidir. Bazen görme tam olarak geri kazanılamayabilir.

Kimyasal Sıçrama: Ayşe asit veya bazik bir kimyasal ile çalışsaydı kimyasalın göze sıçraması, göz dokusunda tahribat ve kalıcı hasara yol açabilirdi.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: Taşlama, kesme veya kimyasal işlemler sırasında **yan korumalı, EN 166 standardına uygun koruyucu gözlük** kullanılması gerekir.

İşitme Koruyucu Kullanılmaması Senaryosu

7. SENARYO

Mehmet, gürültülü bir fabrika ortamında, pres makinesi bölümünde 8 saat boyunca çalışmaktadır. Kulak koruyucu tıkaç veya kulaklık kullanmaz çünkü **alıştığını** düşünür.

Olası Sonuçlar

Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı: Yavaş ve sinsi ilerleyen bir süreçtir. İlk başta yüksek frekansları duymada zorluk başlar, zamanla bu kayıp kalıcı hâle gelir ve günlük konuşmaları anlamak bile zorlaşır.

Kulak Çınlaması (Tinnitus): Sürekli maruz kalınan gürültü, kulakta sürekli bir çınlama, uğultu veya vızıltıya neden olabilir. Bu durum, konsantrasyon bozukluğu, uyku problemleri ve psikolojik sıkıntılara yol açar.

Fiziksel ve Psikolojik Stres: Yüksek gürültü, vücudun stres hormonu seviyelerini artırarak yüksek tansiyon, kalp çarpıntısı ve sinirlilik hâli yaratabilir.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: 85 desibel ve üzeri gürültü seviyelerinde **kulak tıkacı veya kulaklık** kullanılması gerekir.

Toz Maskesi (Solunum Koruyucu) Kullanılmaması Senaryosu

8. SENARYO

Cemal, inşaat şantiyesinde beton delme işlemi yapmaktadır. Ortaya çıkan ince silika tozlarına karşı toz maskesi takmaz. Yıllar boyunca bu şekilde çalışmaya devam eder.

Olası Sonuçlar

Silikozis Hastalığı: Akciğerlerde silika tozlarının birikmesi sonucu oluşan ve geri dönüşü olmayan, ilerleyici bir akciğer hastalığıdır. Nefes darlığı, kronik öksürük, şiddetli göğüs ağrıları ve sonunda solunum yetmezliği olarak görülür.

Akciğer Kanseri: Silika tozu, uzun süreli maruziyette akciğer kanseri riskini önemli ölçüde artırır.

Diğer Solunum Yolu Hastalıkları: Kronik bronşit, astım ve KOAH gibi hastalıkların tetiklenmesine veya kötüleşmesine neden olur.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: Ortamdaki partikül konsantrasyonuna uygun, **doğru filtreleme sağlayan solunum koruyucu maskelerin (FFP2, FFP3)** kullanılması gerekir.

Emniyet Kemeri / Kask Kullanılmaması Senaryosu

9. SENARYO

Hasan, yüksekten malzeme taşıyan bir vinç operatörüdür. İşe yeni başladığı için **rahatsız ettiği** gerekçesiyle emniyet kemerini takmaz. Ani bir manevra sırasında dengesini kaybederek operatör kabininden aşağı düşer.

Olası Sonuçlar

Yüksekten Düşme: Düşmenin şiddetine bağlı olarak çoklu kemik kırıkları, iç organ yaralanmaları, omurga zedelenmeleri (felç) ve ölüm meydana gelebilir.

10. SENARYO

Ali, bir inşaatta çalışmaktadır. Üst katlardan aşağı düşen bir mala, kask takmadığı için doğrudan başına isabet eder.

Olası Sonuçlar

Travmatik Beyin Hasarı: Kafatası kırığı, beyin kanaması, beyin sarsıntısı oluşabilir. Bu yaralanmalar, kalıcı nörolojik hasarlara, hafıza kaybına, kişilik değişikliklerine hatta bitkisel hayata neden olabilir.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: Yüksekte çalışanlar için **düşmeyi durdurucu sistem ve emniyet kemeri**, inşaat sahasında ise her zaman **baret / kask** kullanılması gerekir.

Yalıtkan Ayakkabı Kullanılmaması Senaryosu

11. SENARYO

Fatma, nemli bir atölyede elektrikli bir cihazın bağlantısını kontrol etmektedir. Ayağında sıradan bir spor ayakkabı vardır. Cihazda oluşan bir kaçak, nemli zemin ve iletken ayakkabı tabanı sayesinde vücudundan geçerek topraklanır.

Olası Sonuçlar

Elektrik Çarpması: Düşük gerilimde bile nemli ortamda ciddi bir elektrik çarpması yaşanabilir. Kalp üzerinde etkili olabilir ve düşmeye bağlı ikincil yaralanmalar oluşabilir.

Alınması Gereken Koruyucu Tedbir: Elektrikle çalışılan veya elektrik kaçağı riski olan ortamlarda **EN 50321 standardına uygun yalıtkan tabanlı iş ayakkabısı** kullanılması gerekir.

Aşağıda iş güvenliği ekipmanlarının kullanılmamasının yol açabileceği tehlikeli durumları bir araya getiren görseller bulunmaktadır. Görselde üç ana senaryo vurgulanmaktadır.

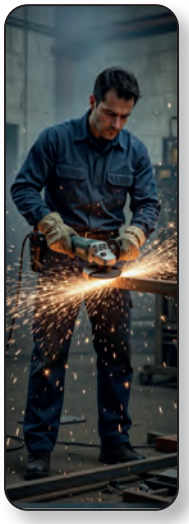
Düşen Tuğla: Görsel 1.18'de başında koruyucu baret olmayan bir işçinin yanına düşen bir tuğla görülmektedir. İşçi, düşen tuğla nedeniyle başını tutmakta, şaşkınlık ve acı ifadesi taşımaktadır. Bu, baş korumasının önemini ve düşen nesnelerin yaratabileceği riskleri göstermektedir.

Açı Öğütücüden (Spriral Kesme) Çıkan Kıvılcımlar: Görsel 1.19'da koruyucu başlık, gözlük veya yüz siperi takmayan bir işçinin açı öğütücü kullandığı ve çevresine kıvılcımlar saçtığı bir sahne yer almaktadır. İşçi eldiven giyse de gözlerinin açıkta olması ciddi bir yaralanma riskini işaret etmektedir.

Yüksekten Düşme Tehlikesi: Görsel 1.20'de iskele üzerinde emniyet kemeri veya düşme önleyici sistemler kullanmadan duran bir işçi, dengesini kaybetmek üzere gibi görünmektedir. Bu, yüksekte çalışmalarda düşme korumasının hayati önemini vurgulamaktadır.



Görsel 1.18: Koruyucu başlığın önemi



Görsel 1.19: Koruyucu gözlük ve siperliğin önemi



Görsel 1.20: Emniyet kemerinin önemi

İş yerinde koruyucu donanım kullanmamak, ciddi yaralanmalara, kazalara hatta ölüme yol açabilecek tehlikeleri beraberinde getirir.

1.2.9. Koruyucu Donanım Kullanımı Hataları

Koruyucu donanımların yanlış veya eksik kullanılması iş kazası riskini artırır. KKD'nin yapılan işe uygun seçilmemesi, beklenen korumayı sağlayamaz. Hasarlı, kirli veya süresi geçmiş donanımların kullanılması ciddi tehlikelere yol açar. KKD'nin doğru şekilde takılmaması (gevşek gözlük, açık eldiven vb.) koruyuculuğunu azaltır. Çalışma bittikten sonra donanımların uygun şekilde muhafaza edilmemesi kullanım ömrünü kısaltır.

Seçim ve Uygunluk Hataları

Yanlış KKD Seçmek: Yapılan işin riskine uygun olmayan KKD kullanmak (toz maskesi kullanarak kimyasal buhara karşı korunmaya çalışmak gibi)

Standarda Uygun Olmayan Ürün Kullanmak: İlgili EN veya diğer ulusal / uluslararası standartlara uygun olmayan, kalitesiz KKD'leri seçmek

Yanlış Beden Kullanmak: Büyük gelen baret, küçük gelen eldiven veya bol gelen ayakkabı giymek

Kullanım Öncesi Kontrol Hataları

Kontrol Etmemek: KKD'yi giymeden önce görsel ve fiziksel kontrol yapmamak (çatlak, yırtık, aşınma, delik vb.)

Test / Bakım Tarihlerine Bakmamak: Son kullanma veya periyodik test tarihi geçmiş KKD'leri kullanmak (Yalıtkan eldiven ve paspaslarda sık görülür.)

Temizlik ve Hijyeni İhmal Etmek: Kirli, yağlı veya nemli KKD'yi kullanmak (Özellikle yalıtkan malzemeler ve solunum maskeleri için kritik bir hatadır.)

Giyme ve Çıkarma Hataları

Yanlış Sırayla Giyip Çıkarmak: Özellikle elektrik işlerinde yalıtkan eldiveni, koruyucu dış eldivenin **altına** giymek gibi ölümcül hatalar yapmak

Vücutla Tam Temas Etmemesi: Baretin içlik (suspension) ayarını yapmamak, gözlüğü yüze tam oturtmamak veya maske kenarlarından sızıntı olmasına izin vermek

Bağlamamak / Gevşek Bırakmak: Baretin baş bandını ayarlamamak, ayakkabı bağcıklarını sıkı bağlamamak (Düşme veya kayma riski oluşturur.)

Kullanım Sırasındaki Hatalar

Kısmen Çıkarmak: Molalarda bareti çıkarmak yerine alnına kaldırmak, gözlüğü başının üstüne itmek veya maskeyi çenesine indirmek

Risk Anında Kullanmamak: "Kısa sürecek!" veya "Basit bir iş!" denilerek KKD kullanmamak (Kazalar genellikle bu beklenmedik anlarda olur.)

Amacı Dışında Kullanmak: Koruyucu eldiveni keskin bir bıçakla kesmek için kullanmak veya yalıtkan paspasın üzerinde kesme işlemi yapmak

Takım Çalışması Eksikliği: Özellikle solunum cihazı ve tüm vücut kıyafetleri gibi karmaşık KKD'lerde, giyinme ve çıkarma sırasında yardımcı olacak bir **gözlemci** bulundurmamak

Bakım ve Saklama Hataları

Uygun Olmayan Koşullarda Saklamak: KKD'leri doğrudan güneş altında, nemli veya aşırı sıcak yerlerde, ezilmiş veya deforme olacak şekilde saklamak

Yanlış Temizlik Yöntemleri: KKD'yi aşındırıcı kimyasallarla temizlemek, sert fırçalarla ovmak veya üretici talimatlarına uymamak

Hasarlı KKD'yi Kullanmaya Devam Etmek: Üzerinde küçük bir çizik veya yırtık olan KKD'yi "İdare eder!" diyerek kullanmak (Küçük bir hasar, koruyucu özelliği tamamen ortadan kaldırabilir.)

Kişiselleştirme / Bireysel Değişiklik: Baret, maske veya koruyucu başlık gibi ekipmanları kesmek, delmek veya boyamak (Malzemenin yapısal bütünlüğünü bozar.)

Zihinsel ve Davranışsal Hatalar

Bana Bir Şey Olmaz Muhakemesi: Risk algısının düşük olması ve gereksiz görme (En tehlikeli hatalardan biridir.)

Konforu Güvenliğe Tercih Etmek: KKD'yi **rahatsız, sıcak veya ağır** geldiği için kullanmamak

Alışkanlık ve Görgü Kuralları Eksikliği: KKD kullanımının bir alışkanlık hâline gelmemesi ve iş yerindeki diğer çalışanların da kullanmamasının **normalleştirilmesi**

Bu hataların çoğu; eğitim, farkındalık, sıkı denetim ve özellikle üst yönetimin desteğiyle önlenebilir. KKD'yi doğru kullanmak kişinin kendi hayatına ve iş arkadaşlarının güvenliğine verdiği değerin bir göstergesidir.

12. SENARYO

Bir öğrenci, atölyedeki elektrik panosunda gerilim ölçümü yaparken yalıtkan eldiven kullanmamaktadır. Ölçüm sırasında elinde hafif bir karıncalanma hisseder ve irkilerek geri çekilir. Öğrenci bu durumun tehlikesiz olduğunu düşünerek çalışmasına devam etmek ister.

Eleştirel Analiz ve Güvenlik Önerisi

Analiz: Öğrencinin hissettiği karıncalanma, vücudunun 0,5-1 mA (algılama sınırı) seviyesinde bir akıma maruz kaldığını gösterir. KKD (yalıtkan eldiven) kullanılmadığı için vücut doğrudan iletken hâle gelmiştir.

Güvenlik Önerisi: Karıncalanma, daha büyük bir çarpılmanın veya bırakamama akımına (10-20 mA) yakalanmanın öncü sinyalidir. Çalışma derhâl durdurulmalı, uygun sınıfta (class 0 / 00 gibi) ve hava testi yapılmış yalıtkan eldivenler giyilerek işe devam edilmelidir.

13. SENARYO

Laboratuvarda elektrikli bir cihazın içini açarak tamir etmeye çalışan bir öğrenci, kolundaki metal saati çıkarmayı unutur. Cihaza enerji verildiği anda saatin kordonu ile devre kartı arasında büyük bir kıvılcım (ark) oluşur.

Eleştirel Analiz ve Güvenlik Önerisi

Analiz: Metal aksesuarlar elektriği çok iyi iletir ve devre elemanları arasında köprü oluşturarak kısa devreye neden olur. Bu durum, öğrencinin kolunda ciddi yanıklara ve cihazın hasar görmesine yol açar.

Güvenlik Önerisi: Elektrikli cihazlarla çalışırken yüzük, saat, künye gibi tüm metal takılar çıkarılmalıdır. Ayrıca tamir işlemleri sırasında, ölçüm yapılmıyorsa enerji tamamen kesilmeli ve **gerilimsiz çalışma** kuralı uygulanmalıdır.

14. SENARYO

Bir teknisyen adayı, panoda çalışma yapmadan önce yalıtkan eldivenini koruyucu deri dış eldivenin altına giyer. Arkadaşı bu sıranın hatalı olduğunu ve hayati risk taşıdığını söyler.

Eleştirel Analiz ve Güvenlik Önerisi

Analiz: Kaynaklara göre doğru sıra; önce deri dış eldiven, sonra üzerine yalıtkan eldiven giyilmesi şeklindedir. Yalıtkan eldiven altta kalırsa üzerindeki deri eldiven kirlendiğinde veya nemlendiğinde iletken hâle gelerek yalıtımı etkisiz kılabilir.

Güvenlik Önerisi: Yalıtkan eldivenin manşeti, deri eldiveni ve giysi kolunu tamamen örtmelidir. Bu sayede eldiven mekanik hasarlardan korunur ve elektriksel yalıtımın vücutla teması garanti altına alınır.

15. SENARYO

Bir atölyede sigorta sürekli attığı için işler aksamaktadır. Usta, sigorta atmasın diye mevcut sigortayı söküp yerine çok daha yüksek amperli bir sigorta takar.

Eleştirel Analiz ve Güvenlik Önerisi

Analiz: Sigortanın sürekli atması, çekilen akımın yüksek olmasından veya elektrikli cihazlarda kaçak akım bulunmasından kaynaklanabilir. Bu durumda arızalı cihazın tespit edilerek onarılması gerekmektedir.

Güvenlik Önerisi: Sigortanın atma nedeni yetkili kişiler tarafından araştırılmalı, arızalı cihaz veya tesisat problemi giderilmeli ve projeye uygun değerde sigorta kullanılmalıdır..

16. SENARYO

Yağmurlu bir günde, dış mekândaki bir elektrik panosunun bağlantılarını kontrol etmek isteyen bir çalışan, yalıtkan paspas kullanmadan, nemli toprak üzerinde durarak çalışmaya başlar.

Eleştirel Analiz ve Güvenlik Önerisi

Analiz: Islak cilt ve nemli zemin vücut direncini ciddi şekilde düşürür. Bu durum, elektrik akımının vücuttan toprağa geçişini hızlandırarak düşük gerilimlerde bile ölümcül sonuçlara (ventriküler fibrilasyon) neden olabilir.

Güvenlik Önerisi: Islak / nemli ortamlarda çalışırken mutlaka izole tabanlı iş ayakkabısı giyilmeli ve çalışma alanına kuru bir yalıtkan paspas serilmelidir. Paspasın nemli olması yalıtkanlığı tamamen ortadan kaldıracağı için paspasın kuru ve temiz olduğundan emin olunmalıdır.

3. SIRA SİZDE

Aşağıdaki numaralandırılmış kutucuklarda çeşitli ekipman ve donanımlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz.).

1. E Sınıfı Baret	**2.** Pamuklu İş Tulumu	**3.** Yalıtkan Eldiven (EN 60903)
4. Metal Saplı Tornavida	**5.** İzole Tabanlı Ayakkabı (EN 50321)	**6.** Güneş Gözlüğü
7. Ark Koruyucu Yüz Siperi	**8.** Topraklama Kablosu	**9.** Islak Deri Eldiven
10. Alev Geciktirici (FR) Elbise	**11.** Yalıtkan Paspas (EN 61111)	**12.** Emniyet Kemeri

a) Elektrik çarpması ve ark patlamasına karşı teknisyenin üzerinde olması gereken temel KKD'ler hangileridir?

.....

b) Enerjisi kesilen hatlarda çalışmaya başlamadan önce hattın her iki tarafında güvenliği sağlamak için hangi donanım kullanılır?

.....

c) Islak zeminde çalışırken vücut direncini korumak ve toprağa karşı yalıtım sağlamak için hangi donanımlar kritik rol oynar?

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4. SIRA SİZDE

Fırtına sonrası sahada yapılacak bir arıza müdahalesinde izlenmesi gereken adımları, genelden özele doğru sıralayınız ve aşağıdaki şemaya hiyerarşik olarak yerleştiriniz.

- **Ana Başlık:** Sahada Enerji Hattı Müdahalesi

1. Dallanma: .....

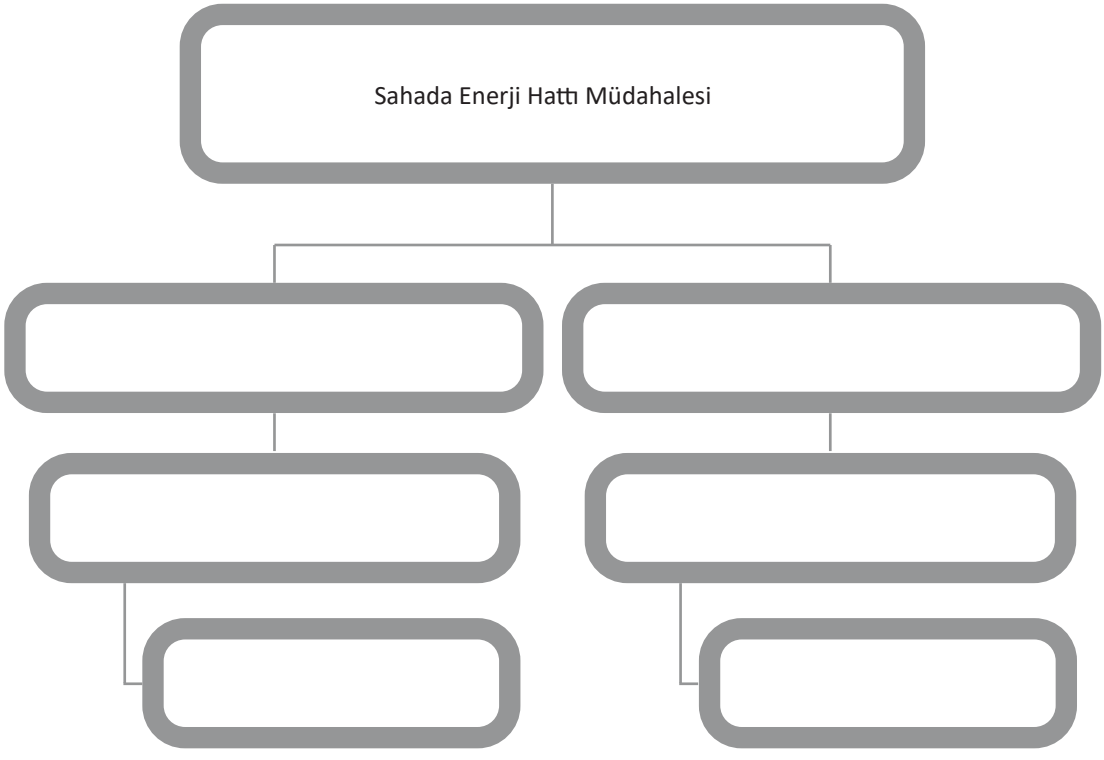
➤ Alt Dal: .....

➤ Alt Dal: .....

2. Dallanma: .....

➤ Alt Dal: .....

➤ Alt Dal: .....

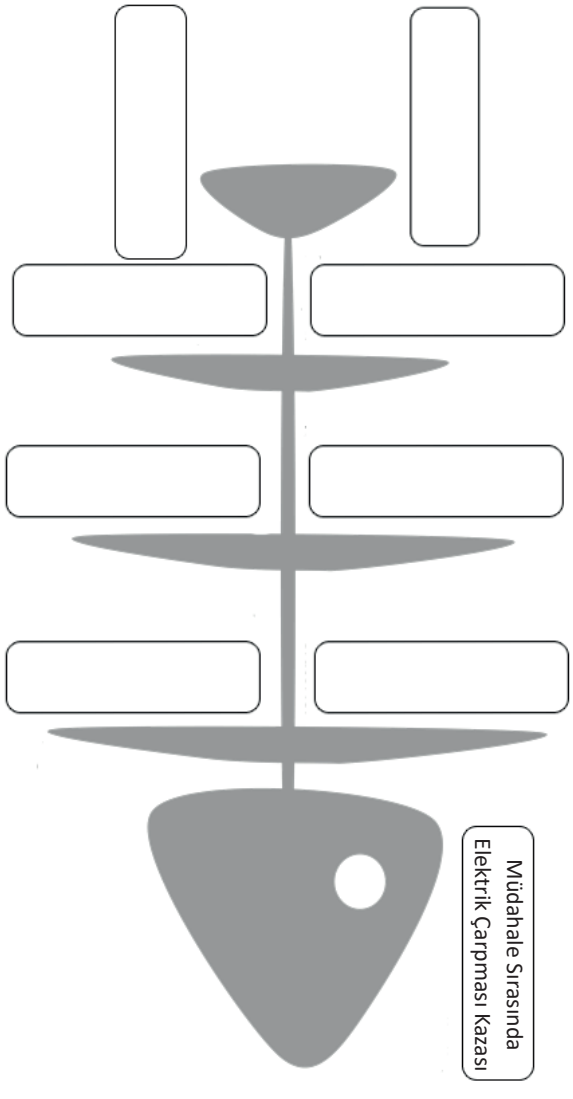


Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5. SIRA SİZDE

Sahada görevli teknisyenler fırtına sonrası çalışmalarda bir elektrik kazasıyla karşılaşabilir. Olası kazanın nedenlerini ikişer örnekle aşağıdaki diyagrama yazınız.

- **Problem (Balığın Kafası):** Müdahale Sırasında Elektrik Çarpması Kazası.
  1. **Kılçık: Kişisel Donanım Hataları:** .....
  2. **Kılçık: Çevresel Faktörler:** .....
  3. **Kılçık: Ekipman Durumu:** .....
  4. **Kılçık: Prosedür İhmali:** .....



Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2. UYGULAMA

Uygulama Adı: Kişisel Koruyucu Donanımların Doğru Kullanımı Uygulaması

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

KKD'leri doğru seçmek, doğru giymek ve güvenli kullanmak

Malzeme Listesi

- Yalıtkan eldivenler
- Koruyucu gözlükler
- İzole tabanlı iş ayakkabıları
- Yalıtkan paspas
- İş elbisesi (önlük veya tulum)
- İş eldivenleri
- KKD kontrol listesi (Öğretmen tarafından verilebilir.)

İşlem Basamakları

1. Bedeninize uygun iş elbiselerini seçiniz.
2. İzole tabanlı ayakkabıları kontrol ederek giyiniz.
3. Çalışma alanına yalıtkan paspas seriniz.
4. Yalıtkan eldivenleri ve iş eldivenlerini doğru şekilde takınız.
5. Koruyucu gözlükleri gözle tam uyumlu olacak şekilde kullanınız.
6. Öğretmeninizin belirlediği basit bir atölye çalışmasını (makine başına geçme, elektrik panosuna yaklaşma vb.) uygulayınız.
7. Uygulama sonunda KKD'leri çıkarınız ve düzgün şekilde muhafaza ediniz.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Yalıtkan eldiven ve izole tabanlı ayakkabı hangi tür tehlikelere karşı koruma sağlar?**
2. **Koruyucu gözlük kullanılmadığında karşılaşılabilecek riskler nelerdir?**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

6. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yönergeleri takip ederek üçgen, kare ve çember etkinliğindeki boşlukları doldurunuz.

- **ÜÇGEN (Öğrenilen 3 Şey):** Üçgenin içinde size verilen yerlere; elektrik güvenliği, koruma sistemleri (sigorta, topraklama vb.) ve elektriğin canlılar üzerindeki etkileri hakkında öğrendiğiniz üç önemli bilgiyi yazınız.
- **KARE (4 Temel Kavram):** Karenin içine, bu öğrenme biriminde ilk defa karşılaştığınız veya en kritik bulduğunuz **dört temel kavramı** yazınız.
- **ÇEMBER (Aklınıza Takılan 1 Soru):** Çemberin içine, öğrenme birimi bittikten sonra hâlâ **aklınıza takılan bir soruyu** veya daha derinlemesine öğrenmek istediğiniz bir konuyu yazınız.

1. Öğrendiğim
.....
.....
.....

2. Öğrendiğim
.....
.....
.....

3. Öğrendiğim
.....
.....
.....

1. Kavram
.....

2. Kavram
.....

3. Kavram
.....

4. Kavram
.....

Aklıma Takılan Soru
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. **Aşağıdaki özelliklerin hangi akım türü (AC veya DC) ile ilişkili olduğunu ilgili kutucukları işaretleyerek belirtiniz.**

Vücut Üzerindeki Etkiler ve Özellikler	Alternatif Akım (AC)	Doğru Akım (DC)
Kasların saniyede 50-60 kez kasılmasına (tetani) neden olur.		
Genellikle tek bir anlık kasılma ile kişinin geri sıçramasını sağlar.		
Kalbin ritmini bozarak ventriküler fibrilasyona (VF) yol açar.		
Vücut dokularında elektroliz ve kimyasal reaksiyonlar başlatır.		
Giriş ve çıkış noktalarında derin, krater benzeri yanıklar bırakır.		
Bırakamama (elini çekememe) durumu için daha tehlikelidir.		

2. **Aşağıdaki tabloda, alternatif akım (AC) ve doğru akımın (DC) insan vücudu üzerindeki fizyolojik etkileri yer almaktadır. Her bir durum için hangi akım türünün daha etkili olduğunu belirleyerek ilgili sütunu (✓) ile işaretleyiniz.**

Akımın Etkisi	Alternatif Akım (AC)	Doğru Akım (DC)
Kas Kasılması Şekli		
Kalp Üzerindeki Etki		
Yanık Karakteristiği		
Bırakamama Riski		

3 ve 4. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Okul atölyesinde bir öğrenci çıplak bir kabloya temas etmiş, kasları kasılmış ve iletkeni bırakamamıştır. Arkadaşları bunu fark etmiş ve panik havası başlamıştır.

3. **Bu durumda müdahaleye başlamadan önce ilk yardımın akılda tutulması gereken en önemli kuralı nedir?**

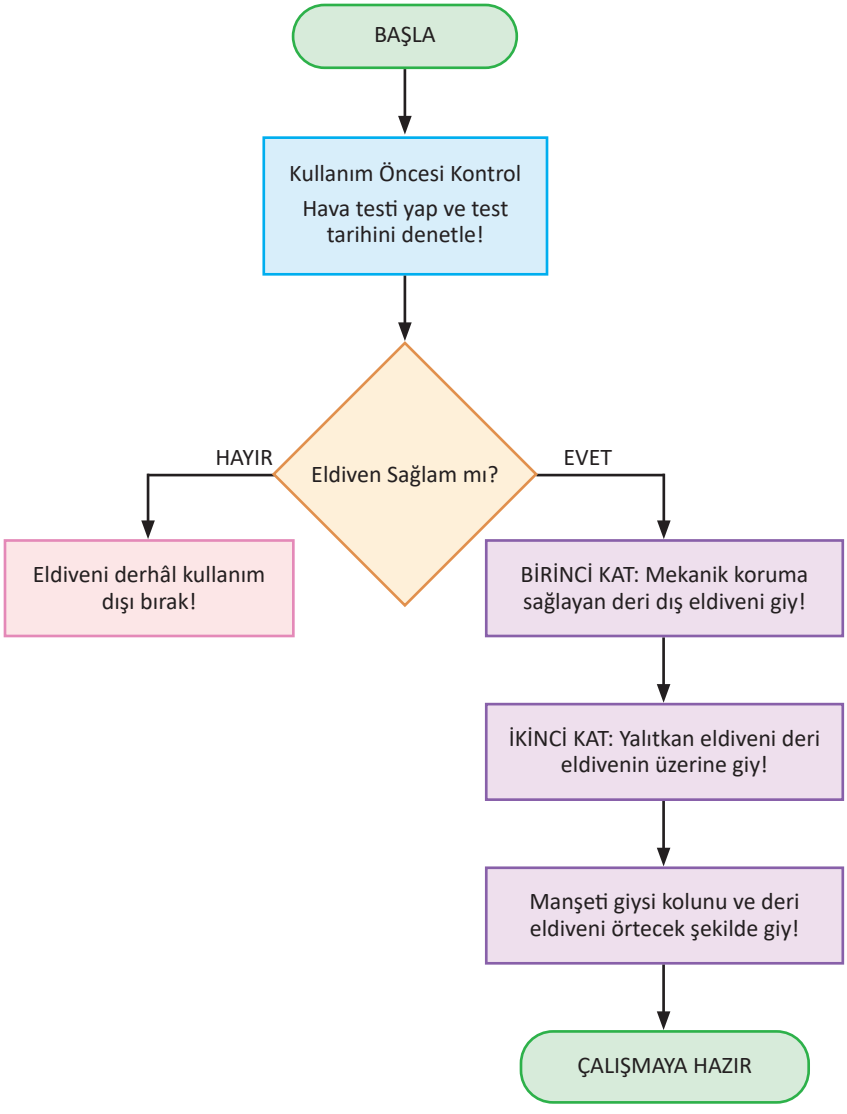
.....
.....
.....

4. **Kazazedeye / yaralıya müdahale ederken izlenmesi gereken ilk üç adımı, can güvenliğini ve müdahale hızını dikkate alarak öncelik sırasına göre yazınız.**

.....
.....
.....

5. Elektrikli cihazlarla çalışmaya başlamadan önce can güvenliğinizi sağlamak adına yalıtkan eldivenlerin giyilme sürecini yansıtan aşağıdaki senaryo ile akış diyagramını inceleyiniz ve şemadaki adımları takip ediniz.

Elektrik atölyesinde çalışmaya başlamadan önce Yusuf, yalıtkan eldivenlerini kullanacaktır. Aşağıdaki akış diyagramına göre hareket etmesi gerekmektedir. Yusuf kullanım öncesi kontrolünü yapmış ve eldivenin hava testinde kaçak olduğunu fark etmiştir.



a) Akış diyagramına göre Yusuf hangi adımı uygulamalıdır?

b) Eldiven sağlam olsaydı hangi işlem basamaklarını sırasıyla takip ederek çalışmaya hazır hâle gelecekti?

c) Yalıtkan eldivenin deri eldiven üzerine giyilmesinin amacı nedir?

ç) Manşetin, giysi kolunu ve deri eldiveni örtecek şekilde giyilmesi neden önemlidir?

6. Ahmet, okulun elektrik atölyesinde dönem sonu projesini teslim etmesine çok az bir zaman kaldığı için büyük bir aceleyle ve stres altında çalışmaktadır. Bu yoğun çalışma sırasında çalışma masasının üzerinde tornavida, pense ve havya gibi birçok el aleti herhangi bir kural gözetilmeksizin dağınık bir hâlde durmaktadır. Hareket alanını kısıtlayan zemin üzerinde ise uzatma kabloları ve bağlantı hatları karmaşık bir şekilde her yana serilmiş durumdadır. Atölyedeki havalandırma sisteminin bakımı ihmal edildiği için elektrik panolarının arkasındaki boşluklarda yoğun toz katmanları birikmiştir. Ayrıca atölyenin köşesinde duran ve iletken özellik taşıyan bir temizlik sıvısı şişesi devrilerek zemine sızıntı yapmış, bu sıvı Ahmet'in tam da üzerinden geçmek zorunda olduğu kablo hattına doğru yayılmaya başlamıştır. Ahmet, projesini yetiştirme telaşıyla ortamdaki bu tehlikeli dağınıklığı fark etmeden çalışmalarını sürdürmeye çalışmaktadır.

Yukarıdaki çalışma ortamını elektrik güvenliği açısından analiz ederek düşme / kayma, yangın ve elektrik çarpması risklerini temel alan bir güvenlik tablosu hazırlayınız. Bu tablonuzda düzen ve temizliğin bu riskleri nasıl önleyeceğini gerekçelendiriniz.

.....

7. Aşağıdaki numaralandırılmış kutucuklarda elektrikli cihazların güvenli çalışması için gerekli olan havalandırma ve aydınlatma koşulları verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Yanlarda ve arkada en az 5-10 cm boşluk bırakmak	**2.** Işık kaynağının doğrudan göze gelmesini önlemek	**3.** 4000 K-5000 K (doğal beyaz) ışık kullanmak
4. Hava giriş ve çıkış deliklerini asla kapatmamak	**5.** Radyatör ve doğrudan güneş ışığından uzak tutmak	**6.** 2700 K-3000 K (sıcak beyaz) ışık seçmek
7. Fan ve filtrelerdeki toz birikimini düzenli temizlemek	**8.** Titreşim [flicker (filikır)] yapmayan kaliteli aydınlatma seçmek	**9.** Kapalı alanlarda doğal veya mekanik hava akışı sağlamak

a) Hangi numaralı kutucuklar sadece havalandırma koşulları ile ilgilidir?

.....

b) Hangi numaralı kutucuklar doğru aydınlatma ilkelerini içermektedir?

.....

c) Cihazların aşırı ısınmasını (ısı = düşman) önlemek ve yangın riskini azaltmak için hangi numaralı kutucuklardaki önlemler uygulanmalıdır?

.....

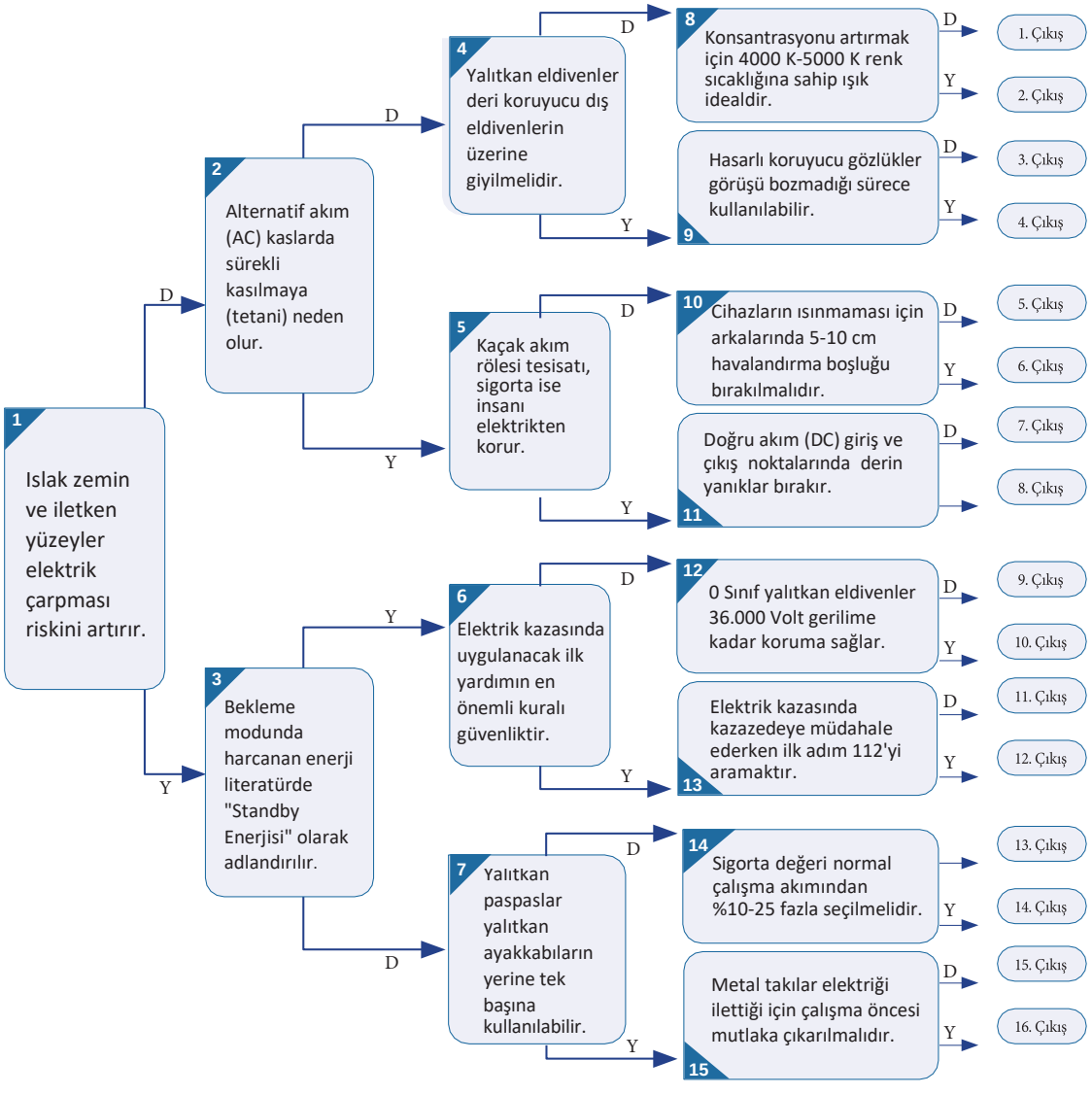
ç) Teknik bir atölyede konsantrasyonu artırmak ve renkleri olduğu gibi görmek için hangi numaralı kutucuktaki ışık sıcaklığı tercih edilmelidir?

.....

d) Dinlenme alanlarında rahatlatıcı bir atmosfer yaratmak için hangi kutucuktaki aydınlatma koşulu uygundur?

.....

8. Aşağıdaki doğru (D) / yanlış (Y) önermeleri içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Verilen önermenin doğru olduğunu düşünüyorsanız D, yanlış olduğunu düşünüyorsanız Y seçeneğini işaretlemeniz gerekmektedir. İlk önermeden başlayarak yapacağınız seçimlerle ve oklar yönünde ilerleyerek bir çıkış noktası belirleyiniz.



9-13. soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi, elektrikli cihazlarla çalışırken uygulanması gereken çevresel koruyucu tedbirlerden biri olan hayalet enerji tüketimini önlemek için yapılması gereken eylemdir?

A) Enerji sınıfı yüksek (A+++) cihazları tercih etmek

B) Bozulan cihazı tamir ettirmek yerine yenisini almak

C) Cihazları sık sık havalandırmak

D) Cihazları, kullanılmadığında tamamen kapatmak veya fişten çekmek

E) Kabloların yıpranmış olup olmadığını düzenli kontrol etmek

10. İnsan vücudunda solunum kaslarında felce neden olabilecek ve temas süresi uzarsa solunum durmasına yol açabilecek akım şiddeti aralığı kaç mA'dir?

A) 0,5-1 B) 5-10 C) 10-20

D) 20-50 E) 100-1000

11. Yüksek gerilim altında oluşabilecek elektrik arkı riskine karşı yüzü ve boynu korumak için hangi kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır?

A) Standart E sınıfı baret

B) İzole tabanlı ayakkabı

C) Yalıtkan eldiven

D) Yalıtkan matlar

E) Yüz siperi / yalıtkan maske

12. Aşağıdaki risk senaryolarından hangisi, koruyucu donanım kullanılmadığında oluşan ve kalıcı görme kaybına yol açabilen sonuçlara örnektir?

A) Yüksek gerilim arkının neden olduğu üçüncü derece yanıklar

B) Yüksek gürültüye bağlı kulak çınlaması

C) Hızla dönen diskten kopan metal parçasının göze saplanması

D) Silika tozlarının akciğerlerde birikmesi sonucu silikozis hastalığı

E) Omurga zedelenmesi veya felç

13. Elektrikli cihazların havalandırma ve aydınlatma koşulları ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Dizüstü bilgisayarları soğutucu ve havalandırma desteği ile kullanmak

B) Cihazları radyatör veya doğrudan güneş ışığı almayan yerlerde kullanmak

C) Cihazların hava giriş-çıkış deliklerini düzenli temizlemek

D) Kalitesiz LED'lerin neden olabileceği titreşimi önlemek için kaliteli aydınlatma ürünleri tercih etmek

E) Isınan cihazların verimli çalışması için hava deliklerini toz birikimine karşı kapatmak

14. Aşağıdaki KKD ve koruma sistemlerinin temel amaçlarını karşılayan doğru harfleri tablonun altındaki numaralı alanlara yazınız.

Temel Amaç	Sistem / KKD
1. Çalışılacak enerjili ekipmanın önünü kaplayarak toprağa karşı yalıtım sağlamak	a) Sigorta
2. Elektrik motorlarını aşırı yüklenmeye karşı ısınmayı algılayarak korumak	b) Koruyucu Başlık (Baret)
3. İçindeki özel tel eriyerek aşırı akım durumunda devreyi açmak	c) Kaçak Akım Koruma Rölesi (KAR)
4. Düşen cisimlere ve elektriksel yalıtıma karşı kafa koruması sağlamak	ç) Termik Röle
5. Faz ile nötr arasındaki akım farkını ölçerek elektrik çarpmasına karşı insanları korumak	d) Koruyucu Gözlük
	e) Yalıtkan Paspas

1.	2.	3.	4.	5.



2.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİKSEL ÖLÇMELER

KONULAR

2.1. ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE DEVRE TEMELLERİ

2.2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER

2.3. PENS AMPERMETRE KULLANIMI

2.4. KONTROL KALEMİ İLE FAZ KONTROLÜ YAPMAK

ANAHTAR KAVRAMLAR

- akım (amper)
- avometre (multimetre)
- birim dönüşümleri
- direnç (Ohm)
- eşdeğer direnç
- faz kontrolü
- frekans
- gerilim (volt)
- güç (watt)
- Kirchhoff kanunları
- kontrol kalemi
- Ohm kanunu
- pens ampermetre
- seri ve paralel bağlantı

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- elektriksel büyüklükleri (direnç, akım, gerilim, güç ve enerji) tanımanız, bu büyüklüklerin sembollerini ve uluslararası birimlerini açıklamanız, ayrıca birimlerin alt ve üst katları arasında doğru matematiksel dönüşümler yapmanız
- seri, paralel ve karışık bağlı direnç devrelerini ayırt etmeniz, bu devrelerde kullanılan eşdeğer direnç hesaplama yöntemlerini uygulamanız ve ilgili formülleri kullanarak eşdeğer direnç değerlerini hesaplamanız
- Ohm kanunu ve Kirchhoff kanunlarını kullanarak elektrik devrelerinde akım, gerilim, alıcılar üzerindeki gerilim düşümleri ve kol akımlarını analiz etmeniz, verilen devreler üzerinde gerekli hesaplamaları yapmanız
- avometrenin teknik yapısını, ölçüm uçlarının renk kodlarını ve kullanım amaçlarını tanımanız; direnç ve gerilim ölçümlerini doğru yöntemlerle gerçekleştirerek ölçüm sonuçlarını değerlendirmeniz
- pens ampermetrenin yapısını ve kullanım amacını tanımanız, farklı yüklerde akım ölçümleri yapmanız, elde edilen ölçüm sonuçlarını kaydedebilmeniz ve yük değişiminin akım üzerindeki etkilerini yorumlamanız
- kontrol kaleminin kullanım amacını ve güvenli kullanım kurallarını açıklamanız, elektrik tesisatlarında faz kontrolü yapmanız ve elde ettiğiniz sonuçları doğru şekilde yorumlamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Evdeki musluk açıldığında suyun akışını sağlayan bir basınç, borunun içinden akan bir su miktarı ve borunun dar olduğu yerlerde suyun karşılaştığı bir zorluk vardır. **Elektrik akımının da kablolarda benzer şekilde ilerlediğini düşündüğünüzde elektrikteki gerilim, akım ve direnç kavramlarını su tesisatındaki hangi unsurlara benzetirsiniz?**

.....

.....

.....

2. Alman fizikçi Georg Simon Ohm (Geyord Zimon Om), 1827 yılında bugün herkes tarafından kabul edilen Ohm kanununu yayımladığında bilim dünyası tarafından başlangıçta reddedilmiş ve ciddiye alınmamıştır. **Sizce bir bilimsel gerçek, ortaya ilk atıldığında neden reddedilebilir? Bilimsel bilginin zamanla değişebilmesi veya düzeltilebilmesi bilimsel yöntemin neden güçlü bir özelliği olarak kabul edilir? Arkadaşlarınızla tartışınız.**

.....

.....

.....

3. Bir elektrik teknisyeninin elinde üç farklı cihaz bulunmaktadır. Biriyle prizde enerji olup olmadığını kontrol etmekte (kontrol kalemi), diğeriyle kabloyu kesmeden akımı ölçmekte (pens ampermetre), üçüncüsüyle ise gerilim ve direnç değerlerini görmektedir (avometre). **Sizce bu ölçümleri yapmak neden hayati önem taşır? Bu ölçümlerden biri yanlış yapılırsa ne tür riskler (cihaz hasarı veya güvenlik riski) ortaya çıkabilir?**

.....

.....

.....

4. Evdeki elektrik prizlerinin üzerinde genellikle 230 Volt yazdığı, buna karşılık cep telefonu şarj cihazları veya bilgisayar adaptörlerinin üzerinde 1 A, 2 A veya 5 A gibi ifadelerin yer aldığı görülür. **Sizce cihazların üzerindeki bu değerler, elektriğin iletiminde hangi farklı görevleri ifade ediyor olabilir?**

.....

.....

.....

2.1. ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE DEVRE TEMELLERİ

Elektrik devrelerinin analizini yapabilmek, devre davranışlarını anlayabilmek ve karşılaşılabilecek arızaları teşhis edebilmek için öncelikle elektriksel büyüklükleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini tanımak gerekir.

1. Gerilim (Voltaj)-Volt (V)

İtalyan fizikçi Alessandro Volta (Alessandıro Volta) (1745-1827) 1800'lü yılların başında, ilk elektrik pili olan **Voltaik pili** icat etti. İki farklı metal (çinko ve bakır) ve tuzlu su kullanarak sürekli elektrik akımı üretti. Onuruna, gerilim biriminin adı **volt** olarak kabul edildi.

Volt, elektrik devresindeki iki nokta arasındaki potansiyel farkıdır. Diğer bir deyişle elektronları hareket ettiren itici güçtür ve **V** ile gösterilir. Su sistemindeki basınç farkı gibi düşünülebilir.

Formül: $V = I \times R$ (Ohm kanunu)

2. Akım (Akım Şiddeti)-Amper (A)

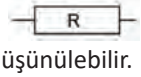
Fransız fizikçi ve matematikçi André-Marie Ampère (Andre Mari Amper) (1775-1836), 1820'li yıllarda Hans Christian Ørsted'in (Hans Kristiyen Örsted) manyetizma deneylerinden etkilenerek, elektrik akımı ile manyetik alan arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak formüle etti. Onuruna, akım şiddeti biriminin adı **amper** olarak kabul edildi.

Amper (A), bir iletkenden birim zamanda geçen elektrik yükü miktarıdır ve **I** ile gösterilir. Su borusundan geçen su miktarı gibi düşünülebilir.

Formül: $I = V \div R$

3. Direnç (Ohm)-(Ω)

Alman fizikçi Georg Simon Ohm (Geyork Zimon Om) (1789-1854), 1827'de basit elektrik devrelerinde gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi keşfetti ve **Ohm kanunu**nu ($V = I \times R$) yayımladı. Buluşu önceleri reddedildi. Bilimsel bilgi; şüpheciliği temel alan, kanıtları ve yanlışlanabilirliği ön planda tutan, ön yargıdan arınmış ve sürekli sınanmaya açık olan bir yöntemle elde edilen bilgidir. Ohm kanunu yanlışlanamadı ve zamanla kabul gördü. Çünkü bilimin temelinde, düştüğü yanılgıyı düzeltme özelliği yatar. Bilimsel bilgi asla tamamlanmış veya dogmatik değildir. Yeni deney sonuçları ve yeni düşünceler, sürekli olarak eskiden giz olan durumları çözümlemekte ve eski bilgileri düzeltmektedir. Bilimsel bilgi, bu sürekli öz eleştiri ve düzeltme sayesinde güvenilirliğini korumaktadır.

Ohm (Ω), elektrik akımının geçişine karşı gösterilen zorluktur. Devrelerde 

veya 

şeklinde gösterilir. Sembolü **R**'dir. Su borusunun daralması veya genişlemesi gibi düşünülebilir.

Formül: $R = V \div I$

4. Güç-Watt (W)

İskoç mucit ve mühendis James Watt (Ceymis Vat) (1736-1819), 1770'te buhar makinesini geliştirdi ve güç ölçümü için standart bir birim ihtiyacı doğdu. Kendisi **beygir gücü** kavramını tanıttı, daha sonra onun onuruna **watt** birimi kabul edildi.

NOT

Elektriksel güç birimi olarak watt, onun adıyla anılmasına rağmen elektriksel gücün matematiksel tanımı ($P = V \times I$) daha sonra geliştirildi.

Watt (W), birim zamanda harcanan veya üretilen enerji miktarıdır. **P** ile gösterilir.

Formüller

- $P = V \times I$
- $P = I^2 \times R$
- $P = V^2 \div R$

Örnek: 100 W'lık bir ampul, 60 W'lık bir ampulden daha fazla enerji tüketir.

Watt'ın Üst Katları (Büyük Birimler)

Kilowatt (kW): 1 kW = **1.000 W** = 10^3 W

Evlerdeki elektrikli cihazlar (buzdolabı, çamaşır makinesi), elektrik motorları, küçük iş yerleri gibi cihaz ve alanlardaki enerji tüketimini ifade etmek için kullanılır.

Megawatt (MW): 1 MW = **1.000.000 W** = 10^6 W

Büyük fabrikalar, rüzgâr türbinleri, büyük gemi motorları, elektrik santrallerinin üretim kapasiteleri gibi cihaz ve alanlardaki enerji tüketim veya üretimini ifade etmek için kullanılır.

Gigawatt (GW): 1 GW = **1.000.000.000 W** = 10^9 W

Çok büyük enerji santrallerinin (nükleer, büyük hidroelektrik) üretim, ülkelerin veya büyük bölgelerin enerji tüketim istatistiklerini ifade etmek için kullanılır.

Terawatt (TW): 1 TW = **1.000.000.000.000 W** = 10^{12} W

Dünyanın toplam enerji tüketimini ve küresel ölçekli enerji akışlarını ifade etmek için kullanılır.

Watt'ın Alt Katları (Küçük Birimler)

Miliwatt (mW): 1 mW = **0,001 W** = 10^{-3} W

LED'ler, küçük sensörler, kablosuz kulaklıklar, taşınabilir elektronik cihazların bazı bileşenleri gibi cihazlardaki enerji tüketimini ifade etmek için kullanılır.

Mikrowatt (µW): 1 µW = **0,000001 W** = 10^{-6} W

Hassas tıbbi sensörler, bazı mikroçip devreleri, çok düşük güçteki radyo alıcıları gibi cihazlardaki enerji tüketimini ifade etmek için kullanılır.

Nanowatt (nW): 1 nW = **0,000000001 W** = 10^{-9} W

Nanoelektronik ve bazı bilimsel ölçüm cihazlarında ölçülen çok hassas sinyalleri ifade etmek için kullanılır.

Elektrik Faturası ve Enerji: Elektrik faturalarında tüketim **kilowatt-saat (kWh)** cinsinden ölçülür. Bu **güç (kW)** ile **zaman (saat)** çarpımıdır ve **enerji** birimidir. 1 kWh, 1.000 W gücündeki bir cihazın 1 saat çalışmasıyla tükettiği enerjidir.

Mekanik ve Isı Gücü: Watt birimi, elektrik motorların mekanik gücü (beygir gücü yerine) ve ısıtıcıların ısıl gücü gibi farklı güç türlerinin ifade edilmesinde kullanılır. Örneğin bir elektrikli ısıtıcı 2.000 W gücündedir.

Dönüşüm: Birimler arasında dönüşüm yaparken her bir kat için 1.000'le (10^3) çarpmak veya bölmek gerekir. **Örnek:** 2,5 MW = 2.500 kW = 2.500.000 W

5. Enerji-Watt-Saat (Wh)

İngiliz fizikçi James Prescott Joule (Ceymis Preskat Coul) (1818-1889), 1840'ta ısının mekanik eşdeğerini keşfetti. Elektrik akımının bir dirençten geçerken ısı ürettiğini gösterdi (Joule yasası: $P = I^2 \times R$). **Joule** birimi onun adını taşır ancak pratik enerji ölçümü için watt-saat birimi yaygın olarak kullanılır.

Enerji birimi watt-saat (Wh) veya kilowatt-saattir (kWh). Belirli bir sürede harcanan toplam enerji miktarıdır ve **E** ile gösterilir.

Formül: E = P × t (Güç × Zaman)

Örnek: 100 W'lık bir ampul 10 saat çalıştığında 100 W × 10 h = 1.000 Wh = 1 kWh enerji tüketir.

Joule'ün Üst Katları (Büyük Birimler)

Kilojoule (kJ): 1 kJ = **1.000 J** = 10^3 J

Gıda enerjisi (Kalorilerle yakından ilişkilidir, 1 kalori ≈ 4,184 J olarak hesaplanır.), küçük egzersizlerde harcanan enerji, küçük kimyasal reaksiyonların ısısı vb. ifade edilirken kullanılır.

Megajoule (MJ): 1 MJ = **1.000.000 J** = 10^6 J

Evlerin günlük enerji tüketimi, bir şimşek çakması, küçük araba akülerinin enerji kapasitesi vb. ifade edilirken kullanılır.

Gigajoule (GJ): 1 GJ = **1.000.000.000 J** = 10^9 J

Büyük sanayi tesislerinin enerji tüketimi, yüksek miktarda doğal gaz tüketimi (metreküp cinsinden), orta ölçekli patlamalar vb. ifade edilirken kullanılır.

Terajoule (TJ): 1 TJ = **1.000.000.000.000 J** = 10^{12} J

Büyük enerji santrallerinin üretimi, şehirlerin kısa süreli enerji tüketimi, orta ölçekli meteor çarpmaları vb. ifade edilirken kullanılır.

Petajoule (PJ): 1 PJ = **1.000 TJ** = 10^{15} J

Ülkelerin enerji istatistikleri, büyük doğal gaz yataklarının enerji içeriği vb. ifade edilirken kullanılır.

Joule'ün Alt Katları (Küçük Birimler)

Milijoule (mJ): 1 mJ = **0,001 J** = 10^{-3} J

Lazer işaretleyiciler, çok küçük elektronik darbeler vb. ifade edilirken kullanılır.

Mikrojoule (μJ): 1 μJ = **0,000001 J** = 10^{-6} J

Hassas tıbbi görüntülemeler (bazı ultrason uygulamaları), çok düşük enerjili lazer darbeleri vb. ifade edilirken kullanılır.

Nanojoule (nJ): 1 nJ = **0,000000001 J** = 10^{-9} J

Nanoelektronik, atom seviyesindeki etkileşimlerin enerjileri vb. ifade edilirken kullanılır.

Joule, bilimsel çalışmaların temel birimi olsa da pratik hayatta enerjiyi ifade etmek için farklı birimler yaygın olarak kullanılır. Bu birimler genellikle belirli bir enerji formu veya sektörle özdeşleşmiştir.

Elektrik Sektörü: Kilowatt-saat (kWh)

1 kWh, 1.000 W gücündeki bir cihazın 1 saat boyunca çalışmasıyla tükettiği enerjidir. **Bu bir güç birimi değil enerji birimidir.**

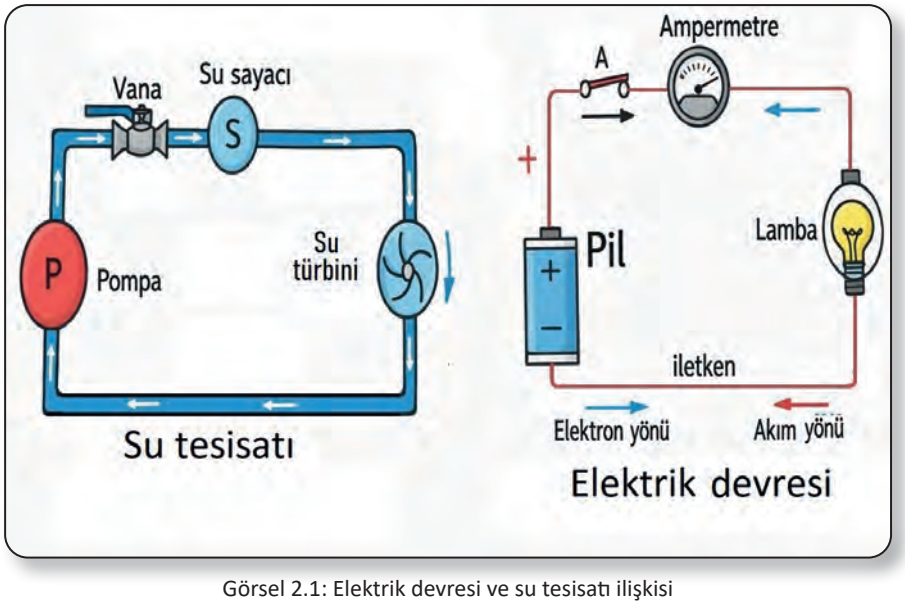
Dönüşüm: 1 kWh = 3.600.000 J = 3,6 MJ

Ev, iş yeri ve sanayi elektrik tüketiminin ölçüldüğü birimdir. Elektrik faturaları kWh cinsindendir.

Yukarıda adı geçen bilim insanlarının çoğu birbirlerinin çalışmalarından haberdardı ve bilimsel keşifler genellikle kademeli olarak ilerledi. Örneğin Ohm, Volta'nın pillerini ve Ampère'in çalışmalarını kullanarak deneyler yaptı. Elektrik teorisi, bu temel taşlar üzerine inşa edilerek modern elektrik mühendisliğinin temelleri atıldı.

Elektrik Devresini Anlamak (Su Tesisatı Benzetmesi)

Elektrik akımı gözle görülemediği için onu anlamak bazen zor olabilir. Kolaylaştırmak için elektrik devresi, evlerdeki su tesisatına benzetilerek ilgili kavramların kolayca kavranması sağlanabilir. Elektrik devresi ve su tesisatı ilişkisi Görsel 2.1'de görüldüğü gibi akım, gerilim ve alıcı ile ilişkilendirilmiştir.



Görsel 2.1: Elektrik devresi ve su tesisatı ilişkisi

1. Gerilim (Volt)-Su Basıncı

Su tesisatında suyun akması için bir pompa veya yüksekte bir su deposu gerekir. Bu pompa suyu ne kadar güçlü iterse basınç da o kadar yüksek olur. Elektrikte de **gerilim**, elektronları hareket ettiren bu **itici güç** veya **basınç**tır.

2. Akım (Amper)-Su Akışı (Debi)

Debi, borunun bir noktasından bir saniyede geçen su miktarıdır. Musluk daha çok açıldığında veya basınç artırıldığında akan suyun miktarı artar. Elektrikte de iletkenden geçen elektron miktarına **akım** denir.

3. Direnç (Ohm)-Boru Çapı veya Vana

Suyun akışına karşı koyan dar bir boru veya kısılmış bir vana, suyun akışını zorlaştırır. Elektrik devrelerinde de akımın geçişini zorlaştıran her türlü engel (lamba, ısıtıcı vb.) **direnç** olarak adlandırılır. Elektrik devrelerindeki temel kavramların daha kolay anlaşılması için su tesisatı sistemi ile yapılan benzetme Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Elektrik Devre Elemanlarının Su Tesisatı Benzetmesiyle Açıklanması

Kavram	Elektrik Karşılığı	Su Tesisatı Benzetmesi
Enerji Kaynağı	Pil / Üreteç	Su Pompası
İletici Yol	Kablo / İletken	Su Borusu
İtici Güç	Gerilim (Volt)	Su Basıncı
Akış Miktarı	Akım (Amper)	Su Akışı (Debi)
Zorluk / Engel	Direnç (Ohm)	Dar Boru / Vana

2.1.1. Elektriksel Büyüklükler, Birimleri ve Birim Dönüşümleri

Tablo 2.2'de bir elektrik devresini tanımlamak ve analiz etmek için kullanılan temel elektriksel büyüklükler, bunların Uluslararası Birimler Sistemi (SI) karşılıkları ve yaygın olarak kullanılan sembolleri listelenmektedir. Gerilim, akım, direnç, güç, enerji gibi temel parametreleri ve birimlerini anlamak, elektrik devrelerinin hesaplanması ve ölçülmesi için zorunlu bir temel oluşturur. Bu büyüklükler arasındaki matematiksel ilişkiler, devre davranışını anlamayı sağlayan yasaları (Ohm kanunu gibi) ortaya koymaktadır.

Tablo 2.2: Elektriksel Büyüklükler ve Sembolleri

Büyüklük	Temel Birim	Sembol
Gerilim	Volt	V
Akım	Amper	A
Direnç	Ohm	Ω
Güç	Watt	W
Enerji	Joule veya Watt-saat	J veya Wh

Gerilim (Volt) Dönüşümleri

Teknolojinin kullanım alanına göre gerilim seviyeleri devasa farklılıklar gösterir. Bir kalp pilinin ürettiği gerilim milivoltlar seviyesindeyken şehirlerarası enerji iletim hatlarında yüz binlerce voltluk gerilimler kullanılır. Bu geniş yelpazedeki değerleri okumayı kolaylaştırmak ve bilimsel gösterimle ifade etmek için **Tablo 2.3**'te yer alan birim dönüşümlerinden yararlanılır. Bu tablo incelenerek nanovolt gibi hassas ölçümlerden gigavolt gibi yüksek enerji seviyelerine kadar olan dönüşüm mantığı kavranır.

Tablo 2.3: Gerilim (Volt) Birim Dönüşüm Tablosu

Büyüklük	Sembol	Volt Karşılığı (V)	Üslü İfade
Gigavolt	GV	1 GV = 1.000.000.000 V	10^9 V
Megavolt	MV	1 MV = 1.000.000 V	10^6 V
Kilovolt	kV	1 kV = 1.000 V	10^3 V
Volt	V	1 V	10^0 V
Milivolt	mV	1 mV = 0,001 V	10^{-3} V
Mikrovolt	µV	1 µV = 0,000001 V	10^{-6} V
Nanovolt	nV	1 nV = 0,000000001 V	10^{-9} V
Pikovolt	pV	1 pV = 0,000000000001 V	10^{-12} V

1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen farklı birimlerdeki gerilim değerlerini inceleyiniz. **Birimler arası dönüşüm kurallarından yararlanarak tabloda boş bırakılan alanları uygun değerlerle tamamlayınız.**

Verilen Değer	Kilovolt (kV)	Volt (V)	Milivolt (mV)	Mikrovolt (µV)
500 V	.....	500	.....	.....
12 V	.....	12	.....	.....
2.500 mV	.....	.....	2.500	.....
0,04 MV	.....	.....	.....	.....
300.000 µV	.....	.....	.....	300.000
1,2 GV	.....	.....	.....	.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Akım (Amper) Dönüşümleri

Farklı ölçekleri doğru ifade edebilmek ve hesaplamalarda hata payını ortadan kaldırmak için Uluslararası Birimler Sistemi'nin **(SI)** sunduğu standart birimler kullanılır.

Tablo 2.4, temel birim olan amperin (A) alt ve üst katlarını göstermektedir. Bu tablo, çok büyük (10^9) veya gözle görülemeyecek kadar küçük değerlerin (10^{-12}) bilimsel bir dille nasıl sadeleştirilebileceğini özetler. Dönüşüm yaparken her bir basamağın akım şiddetini bin kat artırdığını veya azalttığını unutmamak, devre analizlerinde en büyük rehber olacaktır.

Tablo 2.4: Akım Şiddeti (Amper) Birim Dönüşüm Tablosu

Büyüklük	Sembol	Amper Karşılığı (A)	Üslü İfade
Gigaamper	GA	1 GA = 1.000.000.000 A	10^9 A
Megaamper	MA	1 MA = 1.000.000 A	10^6 A
Kiloamper	kA	1 kA = 1.000 A	10^3 A
Amper	A	1 A	10^0 A
Miliamper	mA	1 mA = 0,001 A	10^{-3} A
Mikroamper	µA	1 µA = 0,000001 A	10^{-6} A
Nanoamper	nA	1 nA = 0,000000001 A	10^{-9} A
Pikoamper	pA	1 pA = 0,000000000001 A	10^{-12} A

2. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen farklı birimlerdeki akım değerlerini inceleyiniz. **Birimler arası dönüşüm kurallarından yararlanarak tabloda boş bırakılan alanları uygun değerlerle tamamlayınız.**

Verilen Değer	Megaamper (MA)	Amper (A)	Miliamper (mA)	Mikroamper (µA)
5 A	.....	5	.....	.....
0,2 MA	0,2	.....	.....	.....
450 mA	.....	.....	450	.....
60.000 µA	.....	.....	.....	60.000
0,003 kA	.....	.....	.....	.....
850.000 A	.....	.....	.....	.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Direnç (Ohm) Dönüşümleri

Tablo 2.5, elektriksel direncin temel birimi Ohm'un katları ve askatları arasındaki dönüşüm ilişkilerini özetleyen kapsamlı bir rehber sunar. Bu tablo sayesinde ohm, kiloohm, megaohm, miliohm gibi birimler arasında hızlı ve doğru dönüşüm yapmak mümkün hâle gelir. Devre analizi ve elektronik hesaplamalarında Tablo 2.5 referans alınarak birim karmaşası önlenir.

Tablo 2.5: Direnç (Ohm) Birim Dönüşüm Tablosu

Büyüklük	Sembol	Ohm Karşılığı (Ω)	Üslü İfade
Gigaohm	GΩ	1.000.000.000 Ω	10^9 Ω
Megaohm	MΩ	1.000.000 Ω	10^6 Ω
Kiloohm	kΩ	1.000 Ω	10^3 Ω
Ohm	Ω	1 Ω	10^0 Ω
Miliohm	mΩ	0,001 Ω	10^{-3} Ω
Mikroohm	μΩ	0,000001 Ω	10^{-6} Ω
Nanoohm	nΩ	0,000000001 Ω	10^{-9} Ω
Pikoohm	pΩ	0,000000000001 Ω	10^{-12} Ω

3. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen farklı birimlerdeki direnç değerlerini inceleyiniz. **Birimler arası dönüşüm kurallarından yararlanarak tabloda boş bırakılan alanları uygun değerlerle tamamlayınız.**

Verilen Değer	Megaohm (MΩ)	Kiloohm (kΩ)	Ohm (Ω)	Miliohm (mΩ)
4,7 kΩ	.....	4,7 kΩ	.....	.....
10.000 Ω	.....	.....	10.000 Ω	.....
0,2 MΩ	0,2 MΩ	.....	.....	.....
150 mΩ	.....	.....	.....	150 mΩ
2,2 MΩ	2,2 MΩ	.....	.....	.....
0,05 kΩ	.....	0,05 kΩ	.....	.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.1.2. Elektriksel Büyüklükler Arasındaki Temel İlişkiler ve Ohm Kanunu

Elektrik devrelerinde gerçekleşen olaylar tesadüfi değildir, devredeki her büyüklük belirli bir matematiksel denge-ye dayanır. Bir devrenin nasıl çalıştığını anlamak için gerilim, akım ve direnç büyüklükleri arasındaki üçlü ilişkinin çözülmesi gerekir.

Bir formülün matematiksel bir eşitlikten öteye geçip **bilimsel bir kanun (yasa)** olarak kabul edilmesi için doğanın işleyişini her koşulda, her seferinde ve herkes tarafından doğrulanabilir şekilde açıklaması gerekir. Bir formülün bilimsel olması için **test edilebilir** ve teorik olarak **yanlışlanamaz** olması gerekir. Eğer bir formül hiçbir deneyle sınanamıyorsa bilimsel bir kanun değil inanç veya varsayımdır. Bilimsel kanunlar, milyonlarca kez test edilip hâlâ yanlışlanamadığı için bu statülerini korurlar.

Bilimde **kanunlar**, doğada gözlemlenen düzenlilikleri ve ilişkileri genellikle matematiksel ifadelerle tanımlayan genellemelerdir. Buna karşılık **teoriler**, bu gözlemlenen olguların altında yatan mekanizmaları ve neden-sonuç ilişkilerini açıklayan, deneysel verilerle desteklenmiş kapsamlı kavramsal çerçevelerdir.

Bilimsel Süreç Basamakları

1. **Gözlem:** Bir doğa olayı fark edilir.
2. **Hipotez:** Olayı açıklayan bir varsayım (formül taslağı) oluşturulur.
3. **Deney:** Hipotez farklı değişkenlerle defalarca test edilir.
4. **Teori:** Olayın mekanizması açıklanır.
5. **Kanun:** Matematiksel ilişki, her zaman sabit çıkıyor ve asla yanlışlanamıyorsa bir kanun olarak literatüre geçer.

Alman fizikçi **Georg Simon Ohm**, yaptığı deneyler sonucunda bir iletkenin iki ucu arasındaki gerilimin, üzerinden geçen akıma oranının her zaman sabit olduğunu keşfetti. Bu sabit oran, o iletkenin **direnci**dir.

Bu ilişki şu şekilde formüle edilir:

V = I x R

Burada

V (Gerilim): Volt birimiyle ölçülür.

I (Akım): Amper birimiyle ölçülür.

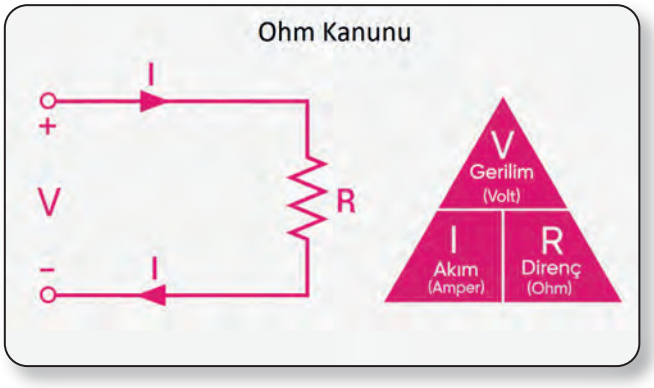
R (Direnç): Ohm birimiyle ölçülür.

Görsel 2.2'deki Ohm kanunu üçgeninde bulmak istenen birim kapatıldığında formül kendiliğinden ortaya çıkar.

V kapatılırsa I x R kalır (Gerilim = Akım x Direnç).

I kapatılırsa V / R kalır (Akım = Gerilim / Direnç).

R kapatılırsa V / I kalır (Direnç = Gerilim / Akım).



Görsel 2.2: Ohm kanunu üçgeni

Örnek Uygulamalar

1. Örnek (Akım Bulma): 10 V'luk bir pil, 5 Ω'luk bir dirence bağlanmıştır. **Devreden geçen akım nedir?**

Çözüm: $I = \frac{V}{R} = \frac{10\ V}{5\ \Omega} = 2\ A$

2. Örnek (Gerilim Bulma): 2 A akım geçiren bir direncin değeri 3 Ω'dur. **Direnç üzerindeki gerilim düşümü nedir?**

Çözüm: $V = I \times R = 2\ A \times 3\ \Omega = 6\ V$

3. Örnek (Direnç Bulma): Üzerinde 12 V ölçülen bir devre elemanından 0,5 A akım geçmektedir. **Elemanın direnci nedir?**

Çözüm: $R = \frac{V}{I} = \frac{12\ V}{0{,}5\ \Omega} = 24\ \Omega$

4. SIRA SİZDE

Bir elektrik teknisyeni elindeki devre elemanının direncini bilmiyor. Elemana bir güç kaynağı bağlayarak iki ölçüm yapıyor.

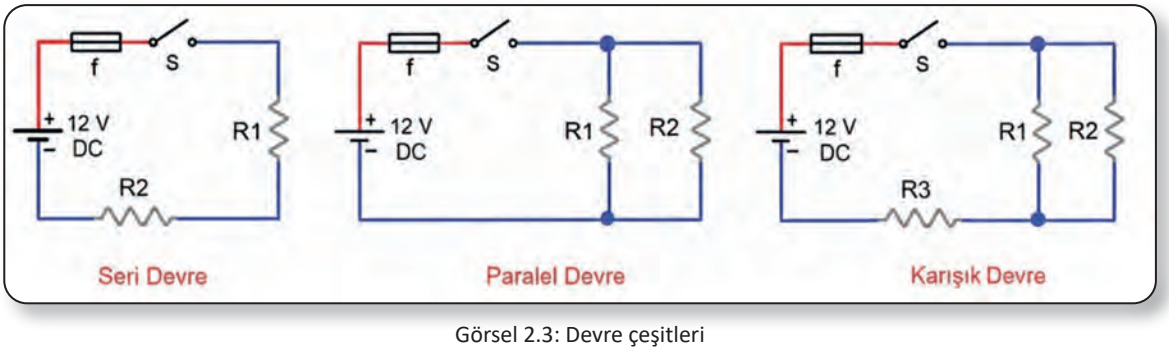
1. Kaynak gerilimini **6 V**'a ayarladığında, devre elemanından geçen akımı **0,3 A** olarak ölçüyor.
2. Kaynak gerilimini **12 V**'a çıkardığında, akımı **0,6 A** olarak ölçüyor.

İki durum için de direnç hesaplaması yapınız. Bu direnç, 220 Volt'a doğrudan bağlanırsa akım ne olur?

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.1.3. Seri, Paralel ve Karışık Elektrik Devreleri

Elektrik devrelerinde bileşenlerin (direnç, lamba, pil vb.) birbirine nasıl bağlandığı, devrenin davranışını belirleyen en temel faktördür. Üç temel bağlantı türü vardır. Eleman bağlantısına göre elektrik devre çeşitleri Görsel 2.3'te seri, paralel ve karışık devre olarak gösterilmiştir.



Görsel 2.3: Devre çeşitleri

Seri Devre: Tüm devre elemanlarının tek bir yol üzerinde, ardışık olarak (arka arkaya) bağlandığı devre şeklidir. Akımın elemandan elemana geçebilmesi için tek bir yol vardır.

Temel Özellikleri

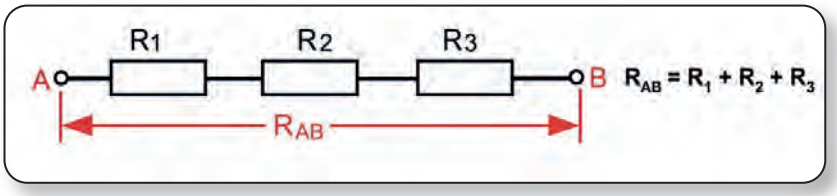
Akım (I): Seri devrenin her noktasından **aynı akım** geçer.

$$I_{toplam} = I_1 = I_2 = I_3$$

Gerilim (V): Kaynağın gerilimi, her bir eleman üzerindeki gerilim düşümlerinin **toplamına** eşittir.

$$V_{toplam} = V_1 + V_2 + V_3$$

Direnç (R): Görsel 2.4'te de gösterildiği gibi toplam direnç, tüm elemanların dirençlerinin toplamıdır.



Görsel 2.4: Seri bağlı dirençler

Direnç sayısı arttıkça toplanan direnç sayısı da artar. Buna göre formül aşağıdaki gibidir.

$$R_{toplam} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$

Seri bağlı bir yoldaki herhangi bir eleman **çıkarılır veya kırılırsa** devrenin akım yolu tamamen **kesilir** ve tüm devre çalışmayı durdurur.

Örnek: El fenerindeki piller (artı uç eksi uca bağlı), bir kısım yılbaşı ışıkları ve diğer eski tip ışık dizileri.

Paralel Devre: Tüm devre elemanlarının uçlarının **aynı iki noktaya** (düğüm noktasına) bağlandığı devre şeklidir. Akımın geçebileceği birden fazla yol vardır.

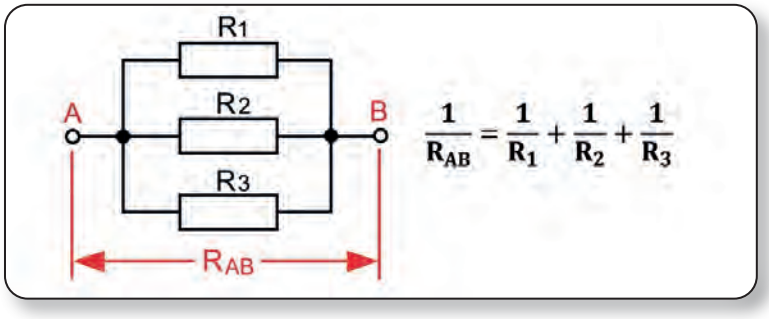
Gerilim (V): Paralel bağlı tüm elemanların **uçlarındaki gerilim aynıdır**.

$$V_{toplam} = V_1 = V_2 = \ldots = V_n$$

Akım (I): Kaynaktan çekilen toplam akım, kollardan geçen akımların **toplamıdır**.

$$I_{toplam} = I_1 + I_2 + \ldots + I_n$$

Direnç (R): Görsel 2.5'te de gösterildiği gibi toplam direncin tersi (1 / R), kollardaki dirençlerin terslerinin (10^{-1}) **toplamıdır**.



Görsel 2.5: Paralel bağlı dirençler

Direnç sayısı arttıkça toplanan 1 / R_n sayısı da artar. Buna göre formül,

$\frac{1}{R_{Toplam}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$ şeklinde düzenlenir.

Paralel bir kola yeni bir direnç eklendiğinde toplam direnç **her zaman azalır**.

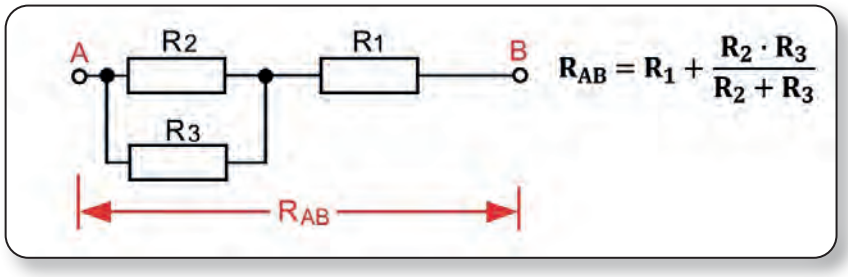
Paralel bağlı bir koldaki eleman **çıkarılırsa** akım diğer kollardan akmaya devam eder. Evlerdeki elektrik tesisatı ve prizler paralel bağlanmıştır. Bir ampul patlasa bile diğerleri yanmaya devam eder.

Örnek: Evdeki tüm prizler, lambalar, araba farları vb.

Karışık (Seri-Paralel) Devre: Bu tip devreler seri ve paralel bağlantıların bir arada bulunduğu devre şekilleridir. Gerçek hayatta karşılaşılan devrelerin büyük çoğunluğu bu türdedir.

Görsel 2.6'daki karışık devrede R_2 ve R_3 birbiriyle paralel, bu paralel grubun tamamı ise R_1 ile seri bağlıdır. Bu durumda eşdeğer direnç,

$$\frac{1}{R_{Toplam}} = \frac{1}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} + R_1 = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$ şeklinde düzenlenir.



Görsel 2.6: Karışık bağlı dirençler

Çözüm Yöntemi

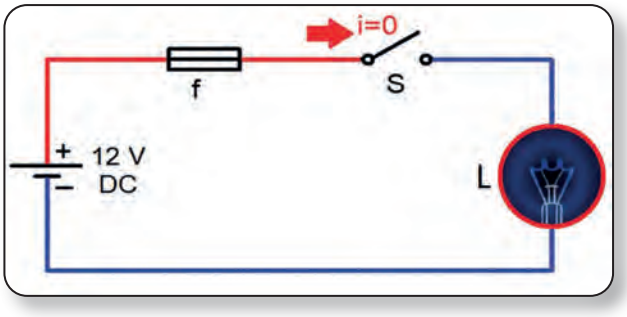
1. Devre, sadeleştirilebilecek **paralel veya seri gruplara** ayrıştırılır.
2. Önce en içteki **paralel grupların eşdeğer direnci** hesaplanır.
3. Bu eşdeğer direnç, seri bağlı diğer dirençlerle birleştirilerek devrenin **toplam eşdeğer direnci** bulunur.
4. Toplam direnç ve kaynak gerilimi kullanılarak **toplam akım** (Ohm kanunu ile) bulunur.
5. Bulunan toplam akım, adım adım geriye gidilerek **kollara bölünür** ve her bir elemandaki gerilim ve akım değerleri hesaplanır.

Örnek: Televizyon, bilgisayar ana kartları gibi karmaşık elektronik cihazların iç devreleri vb.

Devre yapısına göre elektrik devre çeşitleri şunlardır:

a) Açık Devre

Akım yolunda bir **kopukluk, kesinti veya açıklık** bulunan devre hâlidir. Akım için tamamlanmış bir yol olmadığından **akım sıfırdır**. Örneğin Görsel 2.7'deki S anahtarı açık konumda olduğu sürece lamba kapalı kalacaktır. Açık devrelerde iletkenlik sağlanmadığı için direnç sonsuz kabul edilir ve bu durum elektrik akımının geçişini tamamen engeller.



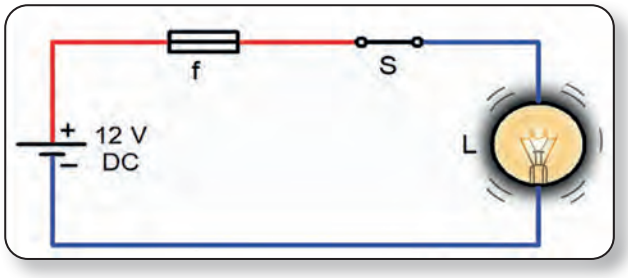
Görsel 2.7: Açık elektrik devresi

Nedenleri

- Anahtarın **AÇIK** konuma getirilmesi (en yaygın neden)
- Bir kablonun kopması
- Bir bağlantının gevşemesi veya çıkması
- Bir devre elemanının (lamba filamanı vb.) yanarak kopması

b) Kapalı (Aktif) Devre

Elektrik akımının **kesintisiz bir yol izleyerek** kaynağın (+) kutbundan (-) kutbuna kadar akabildiği, devrenin **tam ve çalışır durumda** olduğu hâlidir. Örneğin Görsel 2.8'deki S anahtarı kapalı olduğu sürece lamba açık kalacaktır. Bu durumda elektronlar kesintisiz akar ve devre elemanları görevini eksiksiz yerine getirir. Açık devreden farklı olarak kapalı devrede enerji aktarımı süreklidir ve lamba ışık verir.



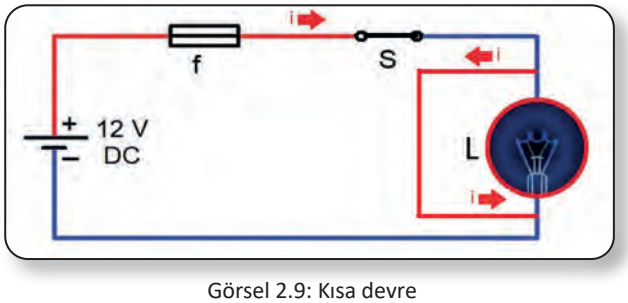
Görsel 2.8: Kapalı elektrik devresi

Özellikleri

- Devre anahtarı **KAPALI** konumdadır.
- Devrede **kopukluk veya kesinti yoktur.** Devre tamamlandığı için lamba açıktır.
- Yük (lamba, motor vb.) çalışır ve **akım normal değerinde** akar.
- Devre tasarlandığı gibi işlev görür.

c) Kısa Devre

Akımın tasarlanan normal yol yerine, **direnci çok daha düşük (neredeyse sıfır) bir kestirme yol** bularak aktığı, istenmeyen ve tehlikeli devre hâlidir. Akım, yükü (direnci) devre dışı bırakır. Bir direncin iki ucu bir kablo ile birleştirilmiş ise direnci sıfır (0) kabul edilir. Örneğin Görsel 2.9'da akım lambaya ulaşamadan daha düşük dirençli kırmızı kablo üzerinden devresini tamamlamaktadır. Bu durumda devredeki sigorta anında tepki vererek devreyi açık konuma getirir ve olası tehlikeleri önler. Ev, iş yeri, apartman gibi çoklu şebeke hatlarında ölümcül kazaları önlemek için mutlaka kaçak akım koruma rölesi bulunmalıdır.



Görsel 2.9: Kısa devre

Nedenleri

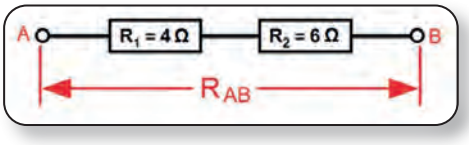
- Yalıtımı bozulmuş veya hasar görmüş kabloların birbirine temas etmesi (en yaygın neden)
- Bir devre elemanının iç arızası
- Yanlış bağlantı yapılması

2.1.4. Seri, Paralel ve Karışık Bağlı Dirençlerde Eşdeğer Direnç Hesaplamaları

Seri, paralel ve karışık bağlı direnç devrelerinde eşdeğer direnç, elektrik devrelerinin analizinde temel bir konudur.

Seri Bağlı Dirençler

1. Soru: Aşağıdaki devrede iki direnç seri bağlıdır. Direnç değerleri $R_1 = 4\ \Omega$ ve $R_2 = 6\ \Omega$'dur. **A ve B noktası arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.**

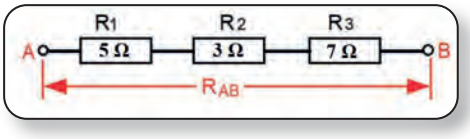


Çözüm

Seri bağlı dirençlerde eşdeğer direnç, direnç toplamlarıdır (R_{Toplam}).

$$R_{AB} = R_1 + R_2 = 4\ \Omega + 6\ \Omega = 10\ \Omega$$

2. Soru: Aşağıdaki devrede üç direnç seri bağlıdır. Direnç değerleri $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$ ve $R_3 = 7\ \Omega$'dur. **A ve B noktası arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.**

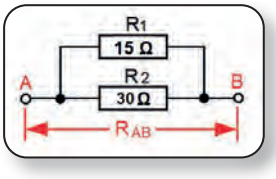


Çözüm

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 = 5\ \Omega + 3\ \Omega + 7\ \Omega = 15\ \Omega$$

Paralel Bağlı Dirençler

3. Soru: Aşağıdaki devrede dirençler paralel bağlıdır. Direnç değerleri $R_1 = 15\ \Omega$ ve $R_2 = 30\ \Omega$'dur. **A ve B noktası arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.**



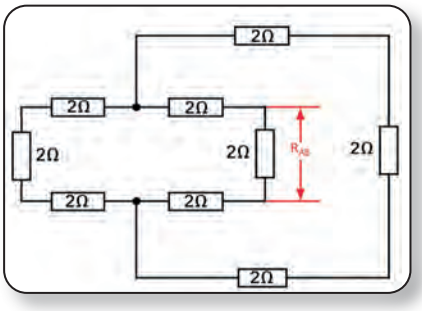
Çözüm

Paralel bağlı dirençlerde eşdeğer direnç aşağıdaki gibidir.

$$\frac{1}{R_{Toplam}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} = 10\ \Omega$$

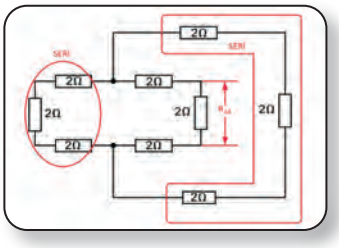
Karışık Dirençler

4. Soru: Aşağıdaki devrede A ve B noktası arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Çözüm

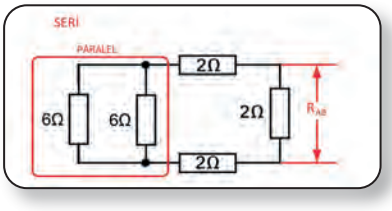
1. Seri olan dirençler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi gruplanır ve yerlerine hesaplanan eşdeğer dirençler konur.



$$R_{eş1} = 2 + 2 + 2 = 6\ \Omega$$

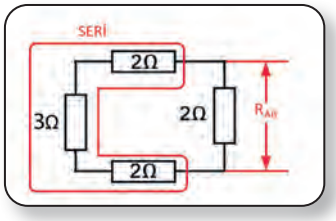
$$R_{eş2} = 2 + 2 + 2 = 6\ \Omega$$

2. Paralel olan dirençler gruplanır ve yerlerine hesaplanan eşdeğer direnç konur.



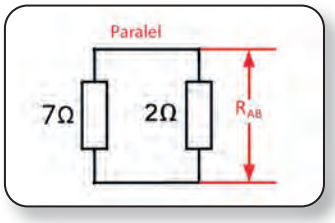
$$R_{eş3} = 6//6 = \frac{6 \cdot 6}{6+6} = 3\ \Omega$$

3. Seri olan dirençler gruplanır ve yerlerine hesaplanan eşdeğer direnç konur.



$$R_{eş4} = 2 + 3 + 2 = 7\ \Omega$$

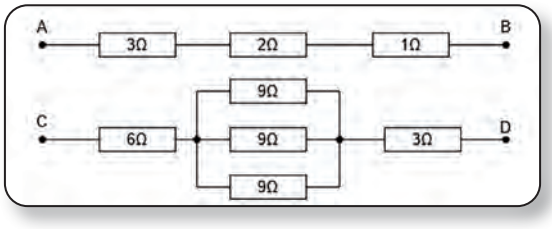
4. Paralel olan dirençler gruplanır ve eşdeğer direnç R_{AB} bulunur.



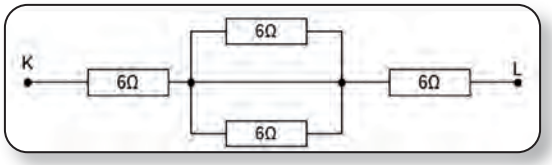
$$R_{AB} = 7//2 = \frac{7 \cdot 2}{7+2} = \frac{14}{9}\Omega$$

5. SIRA SİZDE

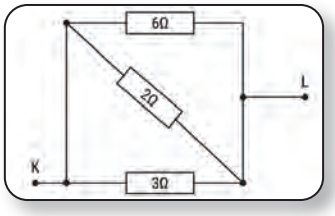
a) AB arasındaki eşdeğer direnç R_{AB}, CD arasındaki eşdeğer direnç R_{CD} olduğuna göre $\frac{R_{AB}}{R_{CD}}$ kaçtır?



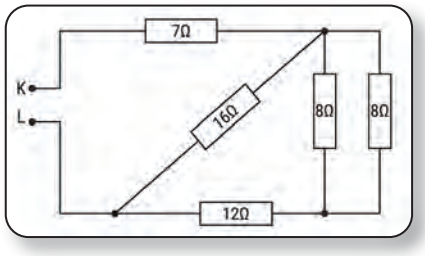
b) Yanda verilen, 6 Ω'luk dirençlerle kurulmuş elektrik devresinde KL noktaları arası eşdeğer direnci hesaplayınız?



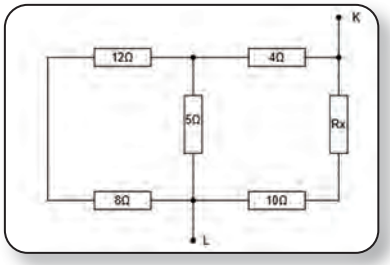
c) Yanda verilen, dirençlerle kurulmuş elektrik devresinde KL noktaları arası eşdeğer direnci hesaplayınız?



ç) Yanda verilen, dirençlerle kurulmuş bir elektrik devresinde KL noktaları arası eşdeğer direnci hesaplayınız.



d) Yanda verilen elektrik devresinde KL noktaları arasındaki eşdeğer direncin 6 Ω olması için R_x kaç ohm olmalıdır?



Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.1.5. Kirchhoff Kanunlarıyla Devre Analizi

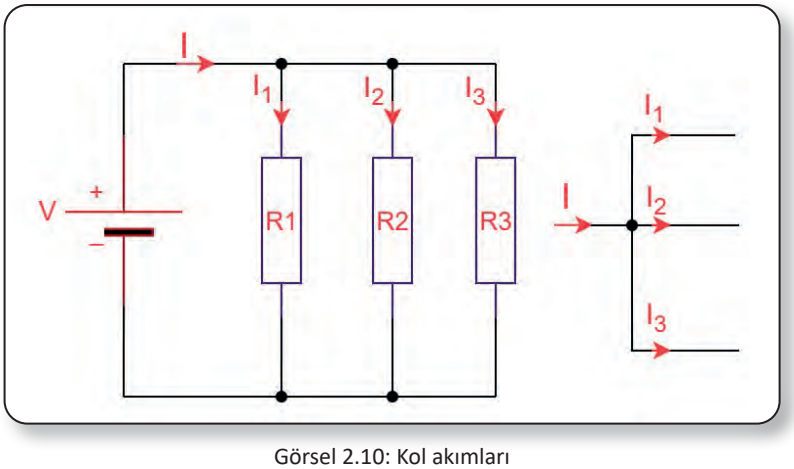
Ohm kanunu, basit seri ve paralel devrelerin analizinde kullanılır. Elemanları seri ve paralel bağlanan veya birden fazla enerji kaynağı içeren karmaşık devrelerde analiz yapmak için daha güçlü araçlara ihtiyaç duyulur. Bu araçlar, **Gustav Robert Kirchhoff (Gustav Rabırt Kirşof)** tarafından 1845'te formüle edilen **Kirchhoff (Kirşof) kanunları**dır.

Kirchhoff Kanunları, elektrik yükünün ve enerjinin korunumu ilkelerine dayanır ve iki temel kanundan oluşur.

1. Kirchhoff'un Akımlar Kanunu

Bir elektrik devresindeki **herhangi bir düğüm noktasına (node)** giren akımların toplamı, o düğüm noktasından çıkan akımların toplamına eşittir. Başka bir ifadeyle bir düğüm noktasında **akım birikmez**. Düğüm noktasına ne kadar akım giriyorsa o kadar akım düğüm noktasından çıkar. Elektrik yükünün korunumu böylece sağlanmış olur.

Görsel 2.10'daki kol akımlarının toplamı ana kol akımına eşittir ve $I = I_1 + I_2 + I_3$ olur.

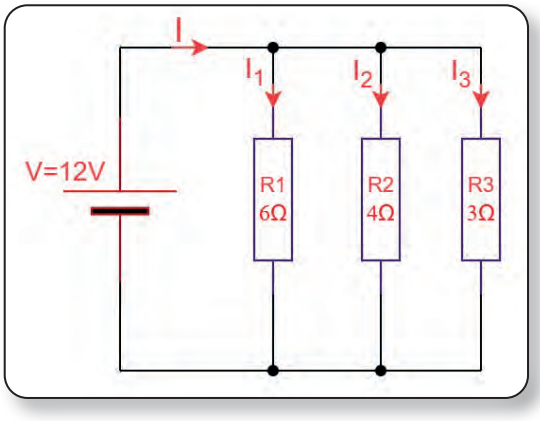


Görsel 2.10: Kol akımları

Matematiksel olarak $\sum I_{giren} = \sum I_{çıkan}$ şeklinde ifade edilir. Görsel 2.10'daki dirençlerin üzerindeki gerilimler sabit, akımlar Ohm kanununa göre değişkendir. Bu akımlar Ohm kanununa göre düzenlendiğinde

$$I_{TOPLAM} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$ şeklinde yazılır.

1. Soru: Aşağıdaki devrede ana kol akımı I'yı ve kol akımları I_1, I_2 ve I_3'ü bulunuz.



Çözüm: Devredeki bütün dirençlerin üzerinde 12 V'luk bir gerilim vardır. Ohm kanununa göre

$I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$, $I_3 = \frac{V}{R_3}$ formülleri ile akımlar hesaplanır ve

$I_1 = \frac{12}{6} = 2\ A,\ I_2 = \frac{12}{4} = 3\ A,\ I_3 = \frac{12}{3} = 4\ A$ bulunur.

Kirchhoff akım kanununa göre ana kol akımı

$I = I_1 + I_2 + I_3 = 2 + 3 + 4 = 9\ A$ olur.

Ana kol akımı eşdeğer direnç hesaplanarak da bulunabilir.

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \qquad \frac{1}{R_E} = \frac{2}{12} + \frac{3}{12} + \frac{4}{12} \qquad R_E = \frac{12}{9}\ \Omega$$

Ana kol akımı Ohm kanununa göre $I = \frac{V}{R_E}$ $I = \frac{12}{\frac{12}{9}}$ $I = 9\ A$ bulunur.

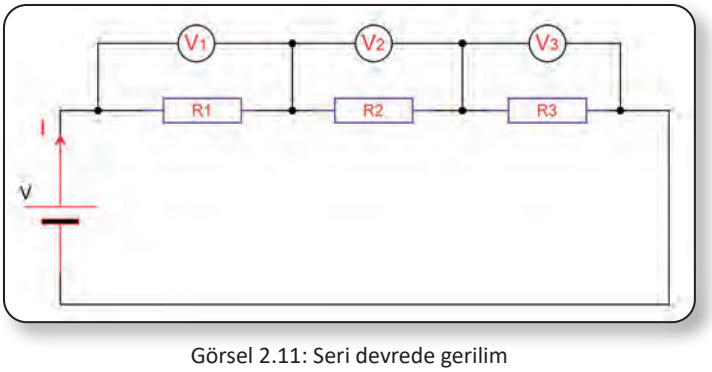
2. Kirchhoff'un Gerilimler Kanunu

Kirchhoff gerilim kanununa göre devredeki toplam gerilim değeri, dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşittir.

Kapalı bir elektrik devresi çevresinde (Görsel 2.11), seri devrede (kapalı bir ilmek veya gözde) tüm gerilim artışlarının ve düşümlerinin cebirsel toplamı sıfırdır. Başka bir ifadeyle, bir kaynağın sağladığı enerji, devredeki elemanlar tarafından tüketilir.

Görsel 2.11'deki devrenin toplam gerilimi **$V = V_1 + V_2 + V_3$** olarak ifade edilir. Burada dirençler üzerinden geçen akım sabit, gerilimler ise Ohm kanununa göre değişkendir. Fiziksel olarak enerjinin korunumu böylece sağlanmış olur.

Görsel 2.11'deki gerilimler Ohm kanununa göre düzenlendiğinde



Görsel 2.11: Seri devrede gerilim

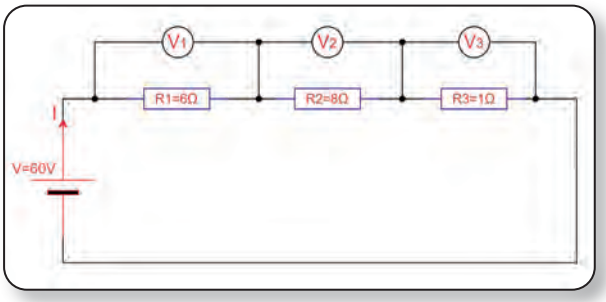
$V = V_1 + V_2 + V_3$

akım sabit olduğu için

$V_{Toplam} = I.R_1 + I.R_2 + I.R_3$

şeklinde yazılır.

2. Soru: Aşağıdaki devrede ana kol akımı I'yı ve dirençlerin üzerine düşen V_1, V_2 ve V_3 gerilimlerini bulunuz.



Çözüm: Ana kol akımı, eşdeğer direnç hesaplanarak bulunur.

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{eş} = 6 + 8 + 1$$

$$R_{eş} = 15\ \Omega$$

Ohm kanunundan ana kol akımı bulunur.

$$I = \frac{V}{R_{eş}} = \frac{60}{15} = 4\ A$$

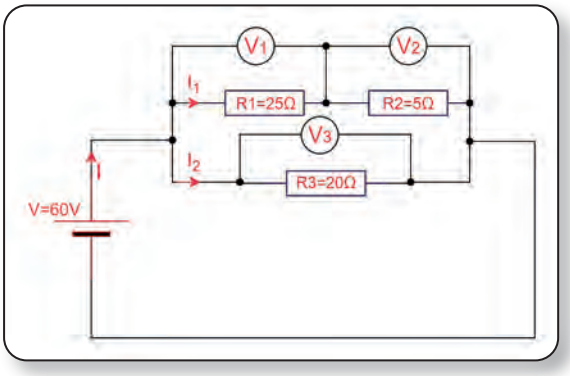
Kirchhoff gerilimler kanununa göre

$$V_1 = R_1 \times I = 6 \times 4 = 24\ V$$

$$V_2 = R_2 \times I = 8 \times 4 = 32\ V$$

$V_3 = R_3 \times I = 1 \times 4 = 4\ V$ ya da $V_3 = V - (V_1 + V_2)$ olur. $V_3 = 60 - (24 + 32) = 4\ V$ bulunur.

3. Soru: Aşağıdaki devrede ana kol akımı I, I_1 ve I_2 ile dirençlerin üzerine düşen V_1, V_2 ve V_3 gerilimlerini bulunuz.



Çözüm: Öncelikle devrenin eşdeğer direnci, sonra da Ohm kanunundan ana kol akımı I bulunur.

R_1 ve R_2 seri olduğundan

$$R_{eş1} = 25 + 5 = 30\ \Omega$$

$R_T = 30 // 20 = \frac{30 \cdot 20}{30 + 20} = 12\ \Omega$ kullanılarak

$I = \frac{V}{R} = \frac{60}{12} = 5\ A$ ana kol akımı bulunur.

$V_3 = 60\ V$ olduğundan $I_2 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{60}{20} = 3\ A$ bulunur.

Kirchhoff akımlar kanununa göre

$I = I_1 + I_2$ olduğundan $5 = I_1 + 3$ ise $I_1 = 2\ A$ veya $I_2 = \frac{V}{R_{eş1}} = \frac{60}{30} = 2\ A$ şeklinde bulunur.

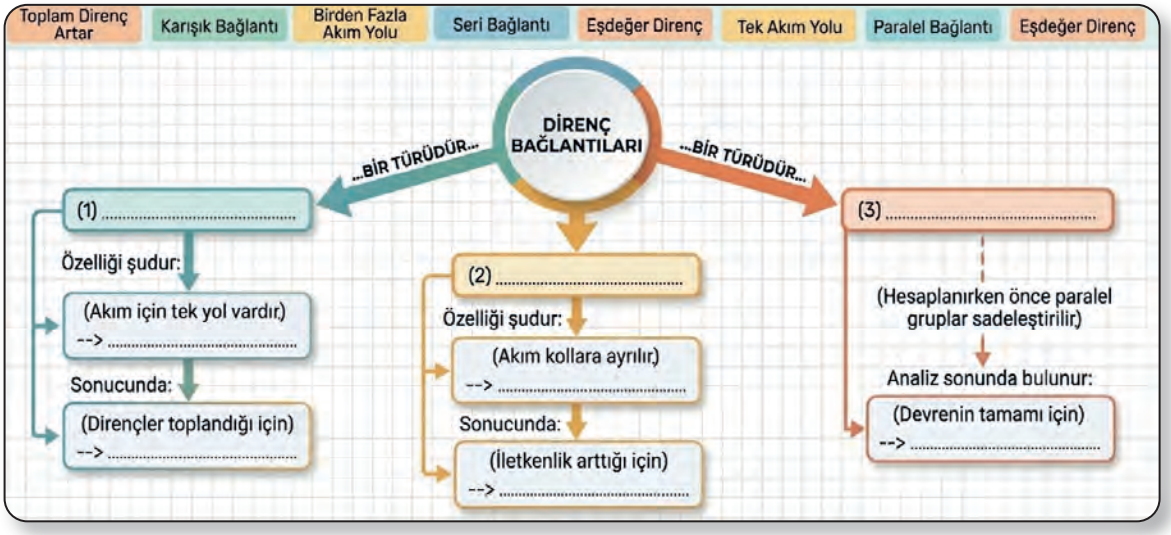
Ohm kanununa göre

$V_1 = R_1 \times I_1$	$V_2 = R_2 \times I_2$
$V_1 = 25 \times 2$	$V_2 = 5 \times 2$
$V_1 = 50\ V$	$V_2 = 10\ V$
bulunur.	bulunur.

6. SIRA SİZDE

Aşağıda elektrik devreleri ile ilgili kavramlar ve kavram haritası iskeleti verilmiştir. **Kavram haritasındaki boşluklara uygun olanları yerleştiriniz.**

Toplam Direnç Artar | Karışık Bağlantı | Birden Fazla Akım Yolu | Seri Bağlantı | Eşdeğer Direnç | Tek Akım Yolu | Paralel Bağlantı | Eşdeğer Direnç

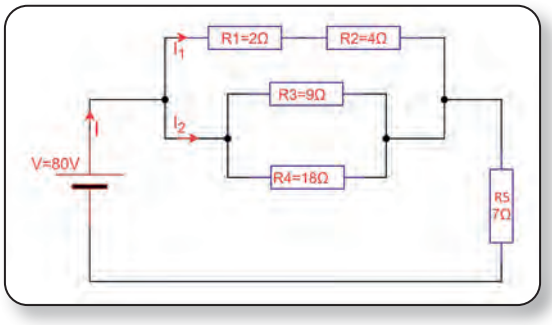


Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

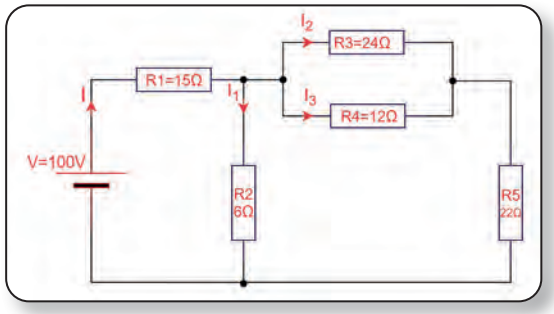
7. SIRA SİZDE

Aşağıdaki sorularda akım gerilim değerlerini istenen şekilde hesaplayınız.

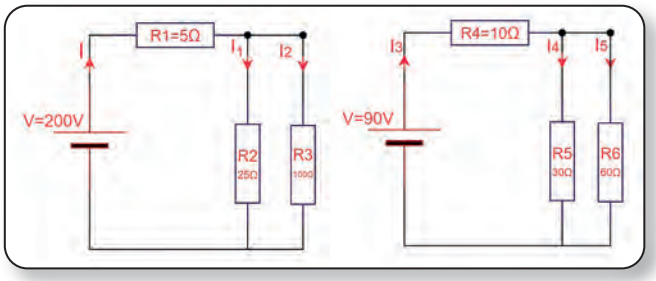
a) Yandaki devrede I, I_1 ve I_2 ile dirençlerin üzerine düşen gerilimleri bulunuz.



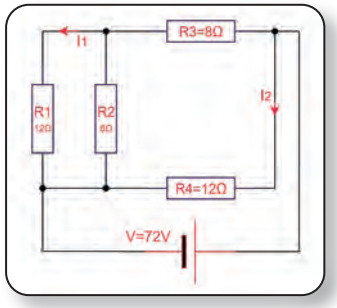
b) Yandaki devrede ana kol akımı I ile V_{R1} ve V_{R2}'yi bulunuz.



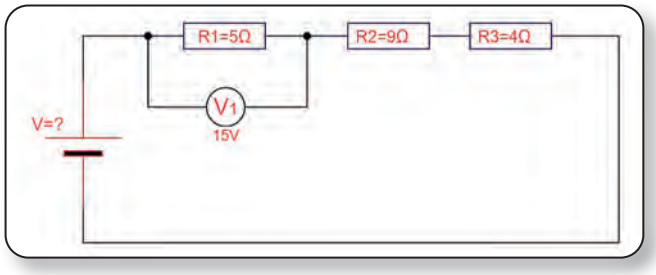
c) Yanda farklı iki devre bulunmaktadır. R_3'ten geçen akım I_2, R_6'dan geçen akım I_5'tir. **Buna göre I_2 / I_5 oranı kaçtır?**



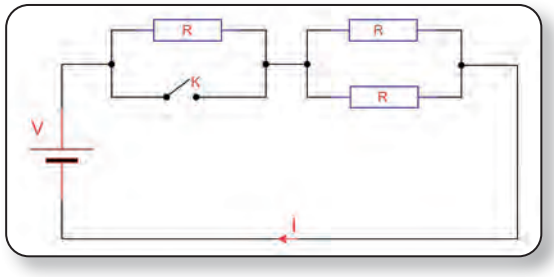
ç) Yandaki devrede I_2 / I_1 oranı kaçtır?



d) Yandaki devrede R_1 direncinin üzerindeki gerilim 15 V'tur. **Buna göre gerilim kaynağının gerilimi kaç volt olur?**



e) Yandaki devre özdeş dirençler ve güç kaynağından oluşturulmuştur. K anahtarı açıkken ana koldan geçen akım I'dır. **K anahtarı kapatıldığında ana kol akımı kaç I olur?**



Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER

Elektrik devrelerinin teorik analizi kadar, bu devrelerin gerçek ortamda test edilmesi, arızalarının tespiti ve çalışma parametrelerinin doğrulanması da büyük önem taşır. Teorik hesaplamalar sonucu bulunan gerilim, akım ve direnç değerlerinin pratikteki karşılığını görebilmek, bir devrenin doğru çalışıp çalışmadığını anlayabilmek veya olası bir arızanın kaynağını bulabilmek için çeşitli ölçüm cihazlarına ihtiyaç duyulur. Elektrik tesisatlarında arıza tespiti ve bakım işlemlerinin doğru yapılabilmesi için elektrik ve elektronik alanında en sık kullanılan ölçüm aletlerinin tanıtımı, kullanım amaçları ve doğru ölçüm teknikleri bilinmelidir.

Elektriksel ölçümlerin güvenilirliği, kullanılan cihazın doğru seçilmesine ve doğru kullanılmasına bağlıdır. Örneğin bir devrenin akımını ölçerken ampermetrenin devreye seri bağlanması gerekirken, gerilim ölçümünde voltmetrenin devreye paralel bağlanması zorunludur. Görsel 2.12'de görülen yüksek gerilim ölçüm cihazları farklı yöntemler ile gerilim ve sıcaklık ölçebilir. Bu gibi ölçümler için temel kurallar istisnasız uygulanmalıdır. Bu temel kurallara uyulmadığı takdirde hatalı ölçüm sonuçları elde edilir ve iç dirençleri düşük ölçüm cihazlarına zarar verilebilir.



Görsel 2.12: Yüksek gerilim ölçüm cihazı

Elektrik tesisatlarında arıza tespiti ve bakım işlemlerinde birden fazla ölçüm fonksiyonunu tek bir cihazda toplayan avometreden (multimetre), akım ölçümünde devreye fiziksel bağlantı gerektirmeyen pens ampermetreye ve devrede gerilim olup olmadığını pratik bir şekilde gösteren kontrol kalemine kadar çeşitli araçların kullanımı büyük önem taşır.

Elektriksel ölçümlerde doğru sonuçlara ulaşabilmek için cihazın doğru bağlanmasıyla birlikte uygun ölçüm aralığının seçilmesi gerekir. Özellikle dijital multimetrelerde yanlış kademe seçimi cihazın sigortasının atmasına ve ölçüm devresinin zarar görmesine neden olabilir. Örneğin bilinmeyen bir gerilim ölçülürken ölçüme en yüksek kademeden başlanmalı, daha sonra daha hassas sonuç elde etmek amacıyla uygun alt kademelere geçilmelidir. Bu yöntem, ölçüm cihazının aşırı yüklenmesini önler ve güvenli çalışmayı sağlar.

Ölçüm yapılacak devrenin enerjili veya enerjisiz durumda olması da kullanılacak yöntemi doğrudan etkiler. Direnç ölçümü yapılırken devrenin enerjisiz olması zorunludur. Enerji altında direnç ölçümü yapılması yanlış sonuçlara ve ölçüm cihazının elektronik devrelerinin hasar görmesine yol açabilir. Bunun yanında kondansatör gibi enerji depolayabilen elemanların ölçüm öncesinde boşaltılması gerekir. Aksi takdirde cihaz üzerinde ani gerilim oluşabilir ve kullanıcı için elektrik çarpması riski ortaya çıkabilir.

Elektrik ölçümlerinde güvenlik açısından dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da ölçüm problarının ve kablolarının sağlamlığıdır. İzolasyonu zarar görmüş, uçları gevşemiş veya kırılmış problar kesinlikle kullanılmamalıdır. Özellikle yüksek gerilimli sistemlerde küçük bir izolasyon hatası bile ölümcül kazalara neden olabilir. Ölçüm öncesinde cihazın gövdesi, bağlantı kabloları ve probları mutlaka kontrol edilmelidir. Ayrıca CAT II, CAT III ve CAT IV gibi güvenlik kategorileri bulunan ölçüm cihazlarının kullanım alanları bilinmeli ve uygun ortamda doğru kategoriye sahip cihaz tercih edilmelidir.

Ölçüm işlemleri sırasında kullanıcıların kişisel koruyucu donanım kullanması da ihmal edilmemelidir. Özellikle yüksek gerilim ortamlarında yalıtkan eldiven, koruyucu gözlük ve uygun iş ayakkabıları kullanılmalıdır. Ölçüm sırasında dikkat dağınıklığı, acelecilik veya yanlış bağlantı yapılması ciddi kazalara neden olabilir. Ölçüm işlemleri planlı, kontrollü ve standartlara uygun şekilde gerçekleştirilmelidir.

2.2.1. Avometreyle Ölçümler

Avometre ya da yaygın adıyla multimetre, elektrik ve elektronik devrelerin vazgeçilmez ölçüm aletidir. **Avo** kelimesi; **a**mper, **v**olt ve **o**hm kelimelerinin baş harflerinden türetilmiştir ve cihazın temel olarak akım, gerilim ve direnç ölçebildiğini ifade etmektedir. Günümüzde dijital göstergeli olanlar (DMM-Dijital Multimetre) yaygın olmakla birlikte, ibreli göstergesi olan analog modeller de hâlâ kullanılmaktadır. Dijital modeller; okuma kolaylığı, yüksek hassasiyet ve gelişmiş özellikler (kapasite ölçme, frekans ölçme, diyot testi vb.) sunarken analog modeller özellikle değişen değerlerin (dalgalanan gerilim vb.) izlenmesinde avantaj sağlayabilir.

2.2.1.1. Avometrenin Yapısı ve Temel Bölümleri

Bir avometreyi etkin ve güvenli kullanabilmek için üzerindeki temel bölümleri tanımak gerekir. Görsel 2.13'te yeni teknolojili dijital bir avometreme ve onun ölçüm bölümleri gösterilmiştir.



Görsel 2.13: Dijital avometre ve bölümleri

1. **Gösterge Ekranı (Display):** Dijital modellerde ölçülen değerin sayısal olarak okunduğu LCD ekrandır. Analog modellerde ise ibreli bir skaladır.
2. **Fonksiyon Seçme Anahtarı (Kadran):** Ölçülecek büyüklüğün [V (gerilim), A (akım), Ω (direnç)] ve ölçüm aralığının seçildiği döner anahtardır.

3. **Problar (Test Uçları):** Ölçüm yapılacak noktaya temas ettirilen, genellikle Görsel 2.14'teki gibi görünen siyah ve kırmızı renkli kablolardır.

   Siyah Prob: Genellikle COM (Common-ortak) soketine takılır. Negatif veya referans ucudur.

   Kırmızı Prob: Ölçülecek büyüklüğe göre farklı soketlere takılır. Gerilim (V), direnç (Ω) ve küçük akım (mA) ölçümlerinde VΩmA soketine; yüksek akım (A) ölçümlerinde ise 10 A veya 20 A soketine takılmalıdır.

4. **Soketler (Giriş Terminalleri):** Probların takıldığı bağlantı noktalarıdır. En az üç soket bulunur: COM, VΩmA ve yüksek akım için ayrılmış bir soket (10 A DC gibi).

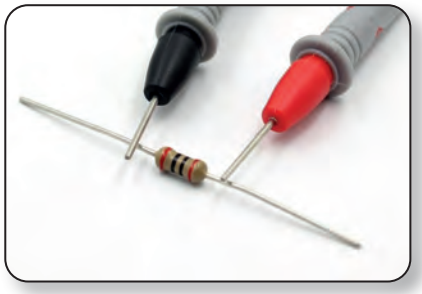


Görsel 2.14: Avometre probları

Analog avometrelerde, ölçülecek değer hakkında önceden bir fikir yoksa ölçüme her zaman en yüksek aralıktan başlanmalı ve hassasiyet artırılarak kademe kademe aralık düşürülmelidir. Dijital avometrelerin çoğunda bulunan Auto-Range (otomatik aralık) özelliği, uygun aralığı otomatik olarak seçip bu riski azaltır.

2.2.1.2. Avometreyle Direnç Ölçmek

Avometrenin direnç ölçme fonksiyonu, bir devre elemanının (direnç vb.) DC direnç değerini bulmak, bir iletken yolun sürekliliğini (bütünlüğünü) test etmek veya bir alıcının sağlamlık kontrolünü yapmak için kullanılır. Direnç ölçümü yapılırken uyulması gereken en kritik kural, ölçüm yapılacak elemanın devre ile olan bağlantısının kesilmiş olması ve eleman üzerinde herhangi bir gerilim bulunmamasıdır. Aksi takdirde avometre zarar görebilir veya ölçüm tamamen hatalı olabilir. Görsel 2.15'teki direnç ölçümünde direnç devrede olmadığından sonuç kendi değerinde, başka bir deyişle tolerans değerleri arasında çıkacaktır.



Görsel 2.15: Direnç ölçümü

Ölçüm Adımları

1. Siyah prob COM, kırmızı prob ise VΩmA soketine takılır.
2. Fonksiyon seçme anahtarı Ω (Ohm) işaretine getirilir. Dijital ekranda 1 veya OL (Over Limit) yazısı görünebilir, bu durum normaldir.
3. Ölçülecek direncin değeri hakkında bir fikir varsa uygun aralık seçilir. Örneğin 10 kΩ'luk bir direnç için 20 kΩ aralığı uygundur. Değeri bilinmiyorsa ve cihaz otomatik aralıklı değilse en yüksek aralıktan başlanır.
4. Ölçülecek direnç devreden sökülür.
5. Probların uçları, direncin iki ucuna herhangi bir polarite gözetmeksizin sağlam bir şekilde temas ettirilir.
6. Ekranda görüntülenen sayısal değer, seçilen birimle (Ω, kΩ, MΩ) birlikte okunur.

Süreklilik Testi (Buzzer): Avometrenin direnç ölçme fonksiyonunun en pratik kullanım alanlarından biri süreklilik testidir. Kadran üzerinde genellikle bir diyot veya dalga sembolü (Wi-Fi sembolüne benzer) ile gösterilen bu modda, problar arasındaki direnç çok düşükse (örneğin iletken bir yol varsa) cihaz sesli bir uyarı verir. Bu özellik, kablolarda kopukluk olup olmadığını kontrol etmek, baskı devre yollarını test etmek veya sigortaların sağlamlığını kontrol etmek için oldukça kullanışlıdır. Birçok avometrede buzzer kademesi, diyot ölçüm kademesi ile birlikte kullanılır.

1. UYGULAMA

Uygulama Adı: Avometreyle Direnç Ölçümü

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Avometrenin direnç kademesini doğru kullanarak sabit dirençlerin değerlerini ölçmek ve ölçüm sonuçlarını nominal direnç değerleri ile karşılaştırmak

Malzeme Listesi

- 1 adet **avometre (dijital multimetre)**
- **Sabit direnç** (100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 1 kΩ, 4,7 kΩ)
- Bağlantı kabloları (problar)
- Uygulama föyü (sonuç tablosu)

İşlem Basamakları

1. Avometre **OFF** konumunda iken probları doğru girişlere takınız.

   Siyah prob → **COM** Kırmızı prob → **VΩ**
2. Kademe anahtarını **Ω (Ohm)** konumuna alınız.
3. Ölçülecek direnç değerine uygun kademe seçiniz (örneğin 1 kΩ için 2 kΩ veya üstü).
4. Ölçüm yapacağınız dirençleri, çalışan bir devrede takılı ise sökünüz.

   Enerjili devrede direnç ölçümü yapılmaz!
5. Direncin iki ucuna probları temas ettiriniz.
6. Ekranda görülen değeri okuyunuz ve aşağıdaki tabloya kaydediniz.
7. Ölçülen değer ile nominal değeri karşılaştırınız. İki değer arasındaki farkı hesaplayıp fark kısmına yazınız.
8. Yüzde hata payı oranını hesaplayınız.

$$\%\text{Hata Payı} = \frac{|\text{ölçülen} - \text{nominal}|}{\text{nominal}} \times 100$$

No.	Nominal Değer (Ω)	Ölçülen Değer (Ω)	%Hata	Ölçülen-Nominal
1				
2				
3				
4				
5				

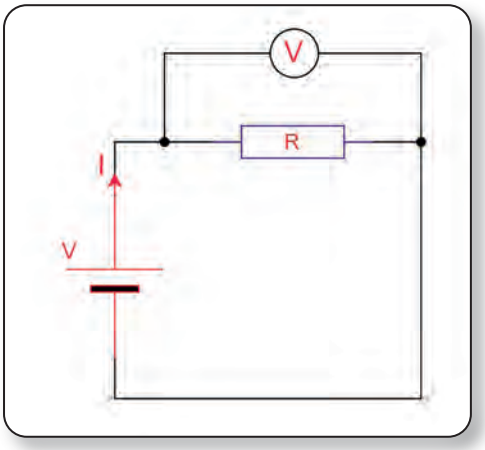
Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.2.1.3. Avometreyle Gerilim Ölçmek

Gerilim ölçümü, bir devredeki iki nokta arasındaki potansiyel farkını belirlemek için yapılır. Avometre, gerilim ölçerken devreye Görsel 2.16'da görüldüğü gibi paralel bağlanır. Avometreden okunan değer, gerilim kaynağının çıkış voltajına eşit olur. Gerilim ölçümü yaparken avometrenin doğru kademede olduğundan emin olunmalı, mümkünse en yüksek aralıktan başlanarak kademe düşürülmelidir. Böylece cihazın zarar görmesi önlenir ve doğru sonuç alınır. Her ölçüm öncesi probların sağlam olduğu kontrol edilmelidir.

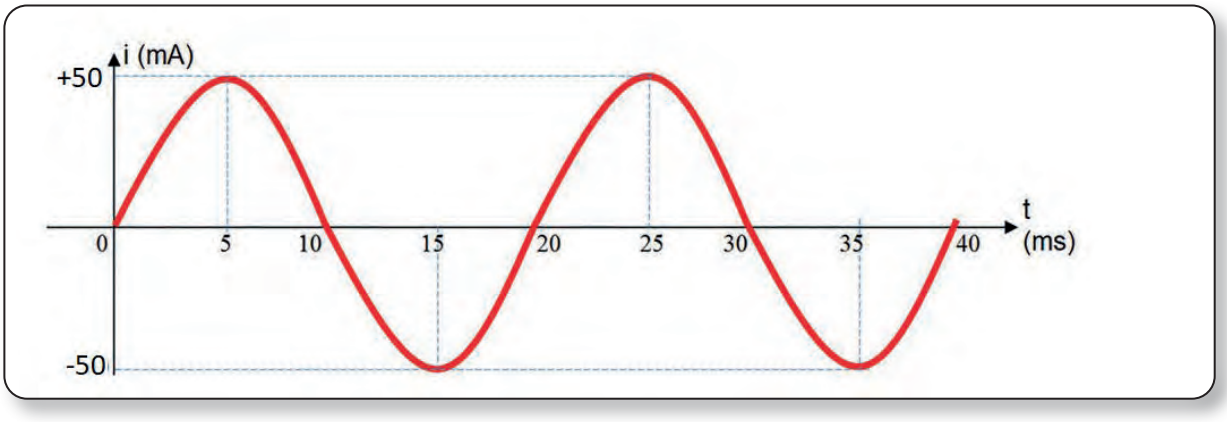


Görsel 2.16: Voltmetre bağlantısı

Ölçüm Adımları

1. Siyah prob COM, kırmızı prob ise VΩmA soketine takılır.
2. Ölçülecek gerilimin türü belirlenir.

Alternatif Akım (AC): Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımdır. Ev ve iş yerlerindeki prizlerde bulunan şehir şebeke gerilimidir. Kadranda genellikle **V~** veya **ACV** sembolü ile gösterilir. Bu tür ölçümler hayati risk taşır ve uygulama esnasında son derece dikkatli olmayı gerektirir. Görsel 2.17'deki sinüs dalgası, alternatif akımın değişimini gösterir.



Görsel 2.17: Alternatif akım

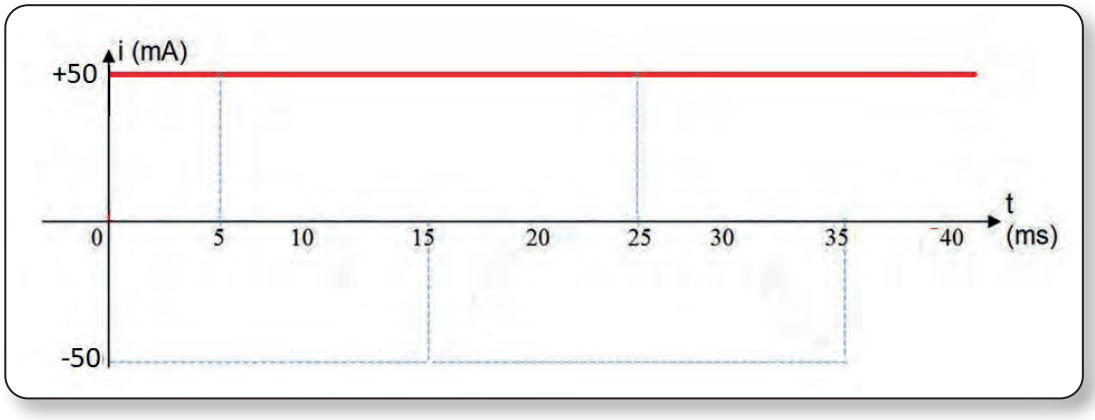
Frekans Nedir?

Frekans, elektrik ve elektronikte alternatif akımın (AC) en temel parametrelerinden biridir. **Frekans**, bir saniyedeki periyot sayısı olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, alternatif akımın bir saniyedeki yön değiştirme (tam çevrim) sayısıdır. Birimi **Hertz (Hz)**, sembolü **f**'dir.

Türkiye'de şehir şebeke geriliminin frekansı **50 Hz**'dir. Bu, gerilimin bir saniyede 50 kez yön değiştirdiği (50 tam çevrim yaptığı) anlamına gelir. ABD gibi bazı ülkelerde bu değer 60 Hz'dir. Frekans, motorların dönüş hızından transformatörlerin çalışmasına, ses ve radyo sinyallerinden mikroişlemcilerin saat hızına kadar birçok alanda kritik öneme sahiptir.

Frekans düşük veya yüksek olduğunda, elektrikli cihazların performansı olumsuz etkilenebilir. Örneğin 50 Hz yerine 60 Hz uygulanan bir motor, nominal hızından daha hızlı döner ve aşırı akım çekerek zarar görebilir. Cihazların tasarlandığı frekans değerine dikkat edilmelidir. Frekans ölçümü için osiloskop veya frekansmetre kullanılır.

Doğru Akım (DC): Zamanın fonksiyonu olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akımdır. Doğru akım, DC gerilim kaynağı tarafından beslenen devrelerde oluşur. Görsel 2.18'deki akım sinyali doğru akımdır. Doğru akımın en yaygın kaynakları piller ve akülerdir. DC gerilim; pil, akü, bilgisayar devreleri gibi kaynaklarda bulunur. Kadranda genellikle V⎓ veya DCV sembolü ile gösterilir.



Görsel 2.18: Doğru akım

Doğru akımın en önemli özelliklerinden biri, zamanla büyüklüğünün ve yönünün sabit kalmasıdır. Bu sayede elektronik devrelerde güvenilir ve kararlı bir enerji kaynağı sağlar. Örneğin cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, radyolar ve oyuncaklar gibi birçok taşınabilir cihaz doğru akımla çalışır. Ayrıca araçlardaki marş motoru, far ve teyp gibi sistemler de aküden sağlanan doğru akımı kullanır. Doğru akım devrelerinde akım, daima (+) kutuptan (-) kutba doğru aynı yönde akar. Bu akışa geleneksel akım yönü denir. Gerçekte elektronlar ise (-) kutuptan (+) kutba doğru hareket eder. Doğru akımın bir diğer kullanım alanı da güneş panelleridir. Güneş panelleri, güneş ışığını doğrudan doğru akım elektriğine dönüştürür. Elde edilen bu DC enerji, evlerde kullanılmadan önce invertörler sayesinde alternatif akıma (AC) çevrilir. Elektronik devre kartlarında mikroişlemciler, sensörler ve entegre devreler gibi bileşenlerin tamamı doğru akım ile beslenir. Doğru akım, modern elektroniğin temel yapı taşı olarak kabul edilir.

Ölçüm Adımları

1. Siyah prob COM, kırmızı prob ise VΩmA soketine takılır.
2. Ölçülecek gerilimin türü belirlenir.
3. Ölçülecek gerilimin maksimum değerinden yüksek bir aralık seçilir (örneğin 12 V'luk bir akü için 20 V DC aralığı).
4. Siyah prob devrenin negatif (-) veya ortak (toprak) noktasına, kırmızı prob ise gerilimi ölçülecek pozitif (+) noktaya temas ettirilir.
5. Ekrandaki değer okunur. DC ölçümde problar ters bağlanırsa dijital ekranda değerin önünde eksi (-) işareti görünür. Bu durum, probların yer değiştirmesi gerektiğini gösterir. Analog ölçümde ise ibre ters yöne sapacağından hasara yol açabilir.

NOT

AC gerilim ölçümünde probların polaritesi önemli değildir.

2. UYGULAMA

Uygulama Adı: DC Devrede Gerilim Ölçmek

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

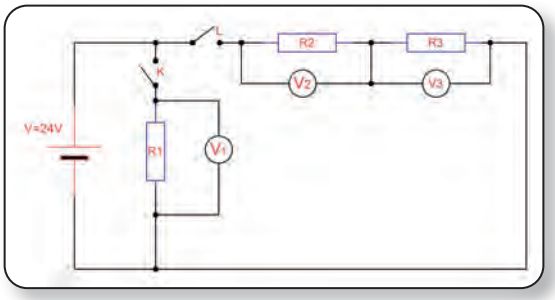
Voltmetreyi doğru şekilde devreye bağlayarak kapalı devredeki elemanların gerilimlerini ölçmek ve ölçüm sonuçlarını teorik değerlerle karşılaştırmak

Malzeme Listesi

- 24 V DC güç kaynağı
- 1 adet DC voltmetre (veya dijital multimetre)
- R1 = 20 Ω
- R2 = 10 Ω
- R3 = 10 Ω
- 2 adet anahtar (K ve L)
- Bağlantı kabloları

İşlem Basamakları

1. Devreyi Görsel 2.19'daki gibi kurunuz.



Görsel 2.19: Voltmetre ile gerilim ölçmek

2. Güç kaynağını 24 V DC'ye ayarlayınız.
3. Voltmetreyi DC Volt kademesine alınız.
4. 1. senaryoyu uygulayarak ölçümleri yapınız.
5. 2. senaryoyu uygulayarak ölçümleri yapınız.
6. 3. senaryoyu uygulayarak ölçümleri yapınız.
7. Ölçülen değerleri uygun tabloya kaydediniz.
8. Teorik olarak sonuçları hesaplayıp tabloya kaydediniz ve pratik sonuçlar ile karşılaştırınız.

1. Senaryo (K Açık-L Kapalı)			
Ölçüm Noktası	**Teorik (V)**	**Ölçülen (V)**	**Fark**
V1			
V2			
V3			

2. Senaryo (K Kapalı-L Açık)			
Ölçüm Noktası	**Teorik (V)**	**Ölçülen (V)**	**Fark**
V1			
V2			
V3			

3. Senaryo (K Kapalı-L Kapalı)			
Ölçüm Noktası	**Teorik (V)**	**Ölçülen (V)**	**Fark**
V1			
V2			
V3			

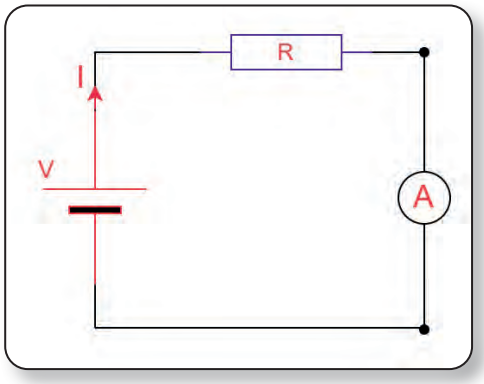
Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.2.1.4. Avometreyle Akım Ölçmek

Akım ölçümü, bir devre noktasından geçen elektron akışının (yük miktarının) belirlenmesidir. Akım ölçerken avometre devreye seri bağlanır. Bu, ölçüm yapılacak noktadaki iletken yolun kesilerek avometrenin iki ucunun bu kesilen yolun arasına eklenmesi anlamına gelir. Görsel 2.20'deki bağlantıda ampermetre, direnç üzerinden geçen I akımını ölçmektedir. Devrede yük olmazsa avometrenin (ampermetre) iç direnci çok düşük olduğundan avometre yanar. Akım ölçümü, yanlış bağlantı yapıldığında (örneğin gerilim kaynağına paralel bağlandığında) cihaza ve devreye ciddi hasar verebilecek en riskli ölçüm türüdür. Ayrıca probun doğru sokete takıldığından emin olunmalıdır.



Görsel 2.20: Ampermetre bağlantısı

Ölçüm Adımları

1. Beklenen akım değeri küçükse (genellikle 200-400 mA veya altı) kırmızı prob VΩmA soketine, büyükse (örneğin 1 A ve üzeri) 10 A veya 20 A soketine takılır. Siyah prob her zaman COM soketindedir. Akım ölçerken probun gerilim soketinde olmadığına dikkat edilir.
2. Fonksiyon seçme anahtarı A (Amper) işaretine getirilir. Ölçüm türü (AC veya DC) seçilir.
3. Ölçüm yapmak istenen noktadaki iletken yol fiziksel olarak ayrılır veya bağlantı kesilir.
4. Avometrenin siyah probu kesilen yolun bir ucuna (genellikle kaynağa daha yakın olan veya negatif tarafa), kırmızı probu ise diğer ucuna temas ettirilir. Böylece akım, cihazın üzerinden geçerek devresini tamamlamış olur.
5. Ekranda görüntülenen akım değeri okunur.

Avometre Kullanırken Dikkat Edilmesi Gereken Güvenlik Kuralları

1. Ölçüme başlanmadan önce prob kablolarının yalıtımında herhangi bir çatlak veya hasar olup olmadığı kontrol edilir.
2. Prob uçlarının, ölçüm noktalarına temas dışında hiçbir yere (başka birine, başka bir metale, kullanıcının vücuduna) değmediğinden emin olunur.
3. Yüksek gerilim (AC şebeke gibi) ölçümlerinde, mümkünse tek el kullanarak problar tutulur. Diğer el kullanıcının vücuduna veya toprağa temas etmemelidir. Bu tedbirler, olası bir kaçak akımda akımın kalp üzerinden geçme riskini azaltır.
4. Ölçüm bittikten sonra cihaz, bir sonraki kullanım için güvenli bir moda alınır. Bunun için fonksiyon seçme anahtarı en yüksek DC gerilim (DCV) aralığına getirilir. Bu işlem bir sonraki kullanımda, akım ölçüm soketindeyken probların gerilim kaynağına yanlışlıkla bağlanma riskini azaltır.

NOT

Asla bir gerilim kaynağının iki ucu arasına, akım ölçmek için bağlı olan (özellikle amper soketindeki) problarla temas edilmemelidir. Bu durum, kısa devreye ve ciddi hasara yol açar.

1. ÖRNEK

Basit Bir Lambalı Devrede Akım Ölçümü

Bir pil, bir anahtar ve bir lambadan oluşan basit bir devre vardır. Devredeki akımı ölçmek için öncelikle devrenin enerjisi kesilir (anahtar açık konuma getirilir). Daha sonra lambanın pilden gelen besleme uçlarından biri sökülerek araya avometre, ampermetre modunda seri bağlanır. Siyah prob pilden gelen kabloya, kırmızı prob ise lambaya bağlanır. Anahtar kapatıldığında lamba yanar ve avometre üzerinden geçen akım değeri ekranda okunur. Bu değer, pilin voltajına ve lambanın direncine bağlı olarak genellikle birkaç miliamper ile birkaç amper arasında değişir.

2. ÖRNEK

Bir Motorun Çalışma Akımının Ölçülmesi

DC motorlar, çalışma sırasında farklı akım seviyeleri çekerler. Motor dururken ilk çalıştırma anında çekilen akıma kalkış akımı (inrush current (inraş kurent)] denir. Bu akım, nominal akımdan birkaç kat daha yüksek olabilir. Motor normal hıza ulaştığında akım düşer. Akım ölçümü yapılırken motorun en yüksek akım değerini karşılayacak bir aralık seçilmelidir. Eğer avometre yeterli aralığa sahip değilse ayrı bir pens ampermetre kullanmak daha güvenli olabilir.

3. UYGULAMA

Uygulama Adı: DC Devrede Akım Ölçmek

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

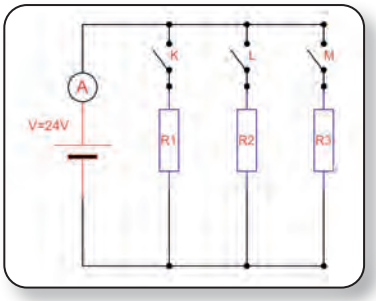
Ampermetreyi doğru şekilde devreye bağlayarak kapalı devredeki elemanların çektiği akımı ölçmek ve ölçüm sonuçlarını teorik değerlerle karşılaştırmak

Malzeme Listesi

- 24 V DC güç kaynağı
- 1 adet DC ampermetre
- R1 = **12 Ω**
- R2 = **6 Ω**
- R3 = **4 Ω**
- 3 adet anahtar (K, L, M)
- Bağlantı kabloları

İşlem Basamakları

1. Devreyi Görsel 2.21'deki şekle uygun kurunuz.



Görsel 2.21: Ampermetre ile akım ölçmek

2. Ampermetreyi **seri** olarak devreye bağlayınız.
3. Güç kaynağını 24 V'a ayarlayınız.
4. Önce tüm anahtarları açık konuma getiriniz.
5. Senaryolara göre anahtarları kapatarak ölçüm yapınız.
6. Ampermetrede okunan değeri tabloya kaydediniz.
7. Teorik değer ile karşılaştırınız.

Senaryo	K	L	M	Teorik Toplam Akım (A)	Ölçülen Akım (A)	Fark
1	Açık	Açık	Açık			
2	Kapalı	Açık	Açık			
3	Kapalı	Kapalı	Açık			
4	Kapalı	Kapalı	Kapalı			
5	Açık	Kapalı	Kapalı			

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.3. PENS AMPERMETRE KULLANIMI

Pens ampermetre (pense ampermetre, akım pensi, klempmetre), özellikle elektrik tesisatlarında, panolarda ve motor devrelerinde akım ölçümü yapmak için kullanılan pratik bir ölçü aletidir. En belirgin özelliği, akım ölçmek için devreye fiziksel olarak seri bağlantı yapma zorunluluğunu ortadan kaldırmasıdır. Cihazın üst kısmında bulunan pens (çene) açılır ve akımı ölçülecek iletken (tek bir kablo) bu çene içine alınır. İletkenden geçen akımın manyetik indüksiyon prensibi ile oluşturduğu manyetik alan temassız biçimde ölçülerek akım değeri belirlenir.

Modern pens ampermetreler, akım ölçümünün yanı sıra gerilim (AC / DC), direnç, frekans, sıcaklık ölçümü hatta devre süreklilik testi gibi birçok fonksiyonu da bünyesinde barındıran çok amaçlı cihazlar hâline gelmiştir. Bazı gelişmiş modeller, motor devrelerinde güç ve enerji analizi yapabilme yeteneğine de sahiptir.

Çalışma Prensibi

Pens ampermetrenin temel çalışma prensibi, **elektromanyetik indüksiyon** kanununa dayanır. İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik bir alan oluşur. Pens ampermetrenin çeneleri, bu manyetik alanı algılayan bir transformatör görevi görür.

1. **Alternatif Akım (AC) Ölçümü:** Alternatif akımın (AC) oluşturduğu değişken manyetik alan, pens içindeki manyetik çekirdek üzerine sarılı ikincil bobinde bir gerilim indükler. Cihaz, bu indüklenen gerilimi ölçerek ve kalibrasyon faktörünü kullanarak iletkenden geçen akım değerini hesaplar.
2. **Doğru Akım (DC) Ölçümü:** Doğru akımın (DC) oluşturduğu sabit manyetik alanı ölçmek için pens ampermetrelerde **Hall (Hal) etkisi** sensörleri kullanılır. Bu sensörler, manyetik alan şiddetiyle orantılı bir gerilim üretir ve bu gerilim işlenerek DC akım değeri elde edilir. DC akım ölçebilen pens ampermetreler, genellikle AC / DC ölçüm özelliğine sahip olarak etiketlenir.



Görsel 2.22: Pens ampermetre bağlantısı

Pens ampermetre kullanımında akımı ölçülecek kablo Görsel 2.22'deki gibi tek olarak pens ampermetreye bağlanır.

Pens ampermetre kullanırken doğru ve güvenli ölçüm yapabilmek için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1. Ölçüm Öncesi Hazırlık

- Cihaz pilinin yeterli seviyede olduğundan emin olunur.
- Pens çenelerinin temizliği ve kapanışı kontrol edilir. Çeneler arasında kir veya boşluk varsa ölçüm hatası oluşur.
- Ölçüm yapılacak ortamda güvenlik önlemleri alınır (yalıtkan eldiven, paspas vb.).

2. Fonksiyon ve Aralık Seçimi

- Fonksiyon seçme anahtarı A~ (AC Akım) veya gerekliyse A⎓ (DC Akım) konumuna getirilir.
- Ölçülecek akım değeri hakkında fikir varsa uygun aralık seçilir. Cihaz otomatik aralıklı [auto-ranging (oto rencing)] değilse ve değer bilinmiyorsa en yüksek aralıktan başlanır.

3. İletkeni Pens İçine Alma

Ölçüm yapılacak iletken, faz (L) ve nötr (N) kablolarından ayrılmalıdır. Çenelerin içine aynı anda birden fazla kablo alınırsa (örneğin faz ve nötr birlikte) oluşan manyetik alanlar birbirini iptal edeceğinden ölçüm sıfır veya çok düşük okunur.

- Sadece tek bir iletken (faz hattı) pens çenelerinin tam ortasına gelecek şekilde yerleştirilir.
- Pens çeneleri sıkıca kapatılır. Çenelerin tam olarak kapandığından emin olunur.

4. Ölçüm Değerini Okuma

- Ekranda görüntülenen akım değeri not edilir.
- Gerekiyorsa daha hassas ölçüm için aralık düşürülebilir veya **HOLD** tuşu ile değer ekranda sabitlenebilir.

Pratik Uygulamalar ve Örnekler

Pens ampermetre, özellikle aşağıdaki durumlarda büyük kolaylık sağlar.

Yüklü Devrelerde Akım Ölçümü: Bir motorun, ısıtıcının veya aydınlatma devresinin çalışırken çektiği akım, devreye müdahale etmeden kolayca ölçülebilir. Örneğin bir asenkron motorun nominal akımını kontrol etmek için motor çalışırken faz hatlarından biri pens içine alınır.

Kaçak Akım Tespiti: Bir devrede kaçak akım olup olmadığını kontrol etmek için faz ve nötr iletkenleri birlikte pens içine alınır. Normal şartlarda bu iki iletkenden geçen akımlar eşit ve zıt yönlü olduğu için toplam manyetik alan sıfır olmalıdır. Eğer ekranda bir akım değeri okunuyorsa bu durum toprağa doğru bir kaçak akım olduğunu gösterir.

Panolarda Yük Dağılımı Kontrolü: Bir elektrik panosunda sigortalara veya kontaktörlere giden faz hatlarının akımları tek tek ölçülerek yüklerin dengeli dağılıp dağılmadığı kontrol edilebilir.

Pens ampermetre, sağladığı pratiklik sayesinde elektrik teknisyenleri, mühendisleri ve bakım personeli için vazgeçilmez bir araçtır. Doğru ve güvenli kullanımıyla devrelerin çalışma koşulları hakkında hızlı ve etkili bilgi edinmeyi sağlar.

8. SIRA SİZDE

Ayşe, çalışan bir elektrikli ısıtıcının akımını ölçmek için pens ampermetreyi ısıtıcının besleme kablolarının (faz ve nötr bir arada) etrafına geçiriyor ancak ekranda 0 değerini görüyor. **Isıtıcının normal çalıştığından emin olduğuna göre Ayşe'nin ölçümde yaptığı teknik hata nedir? Oluşan manyetik alanların birbirini iptal etme durumunu dikkate alarak açıklayınız.**

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4. UYGULAMA

Uygulama Adı: Pens Ampermetreyle Akım Ölçmek

Uygulama Süresi
Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç
Pens ampermetreyi kullanarak atölye giriş panosundaki yük dağılımını doğru ölçmek ve fazlar arası dengesizliği analiz etmek

Hazırlık ve Güvenlik Önlemleri
- KKD Hazırlığı: Uygulama öncesi yalıtkan eldiven, izole tabanlı ayakkabınızı giyip koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Ortam Kontrolü: Panonun önünde yalıtkan paspas bulunduğundan ve zeminin kuru olduğundan emin olunuz.
- Cihaz Kontrolü: Pens ampermetrenin pil seviyesini ve çenelerin tam kapanıp kapanmadığını kontrol ediniz.

İşlem Basamakları
1. Pens ampermetrenin fonksiyon seçme anahtarını AC Akım (A~) konumuna getiriniz.
2. Beklenen akım değerine göre en uygun aralığı seçiniz (Otomatik aralıklı değilse en yüksek kademeden başlayınız.).
3. Panoda giriş iletkenlerini (L1, L2, L3) tespit ediniz.

Önemli: Ölçüm yaparken pens içine sadece tek bir iletken (faz hattı) alınız.

4. L1 fazı kablosunu pensin tam ortasına gelecek şekilde yerleştirip çeneyi kapatınız ve okunan değeri tabloya kaydediniz.
5. Aynı işlemi sırasıyla L2 ve L3 fazları için tekrarlayınız.
6. Ölçüm bittikten sonra cihazı kapatıp panoyu güvenli şekilde kilitleyiniz.

Veri Kayıt Tablosu

Ölçüm Noktası	Ölçülen Akım Şiddeti (Amper)	Notlar (Cihazların çalışma durumu vb.)
1. Faz (L1)		
2. Faz (L2)		
3. Faz (L3)		

- **Ölçtüğünüz değerler arasında belirgin bir fark var mı? Bu durum, panodaki yüklerin (aydınlatma, makine vb.) dağılımı hakkında size ne söyler?**
- **Eğer pensin içine yanlışlıkla faz ve nötr kablosunu aynı anda alsaydınız ekranda neden 0 değerini görürdünüz? Manyetik alan prensibiyle açıklayınız.**

Değerlendirme
Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2.4. KONTROL KALEMİYLE FAZ KONTROLÜ YAPMAK

Kontrol kalemi (faz kalemi, neon kalem, arıza kalemi), bir elektrik devresinde gerilim olup olmadığını pratik bir şekilde test etmek için kullanılan en basit ve en yaygın ölçü aletlerinden biridir. Özellikle elektrik tesisatlarında, prizlerde, anahtarlarda ve kablolarda faz hattını (enerjili hat) tespit etmek, sigortaların sağlamlığını kontrol etmek veya bir devrede gerilim bulunup bulunmadığını hızlıca anlamak için kullanılır. Küçük boyutu, taşıma kolaylığı ve kullanım basitliği nedeniyle elektrikçilerin, teknisyenlerin hatta ev kullanıcılarının sıklıkla tercih ettiği bir araçtır.

Kontrol kalemi kullanımı oldukça basittir ancak güvenli ve doğru sonuç almak için aşağıdaki adımlara dikkat edilmelidir.

1. Kalemin Sağlamlık Kontrolü

- Kullanmadan önce kontrol kalemi bilinen bir faz hattında (örneğin çalışan bir prizde) test edilir. Neon lambanın yandığından emin olunur. Bu, kalemin çalıştığını teyit eder.
- Kalemin gövdesinde çatlak, kırık veya hasar olup olmadığı kontrol edilir.
- Kontrol kalemi yalıtkan eldiven ile çalışmaz.

2. Doğru Tutuş

- Kontrol kalemi, başparmak veya işaret parmağı kalemin arka ucundaki **temas plakasına (alınlık) değecek** şekilde tutulur (Görsel 2.23). Bu, devrenin tamamlanması için gereklidir.
- Parmaklar kalemin metal ucundan ve gövdenin alt kısımlarından uzak tutulur.



Görsel 2.23: Kontrol kalemi ile faz kontrolü

3. Ölçüm Yapma

- Kalemin metal ucu, kontrol edilmek istenen noktaya (prizdeki delik, kablo ucu, sigorta girişi vb.) temas ettirilir. Önce ana hat, sonra alt hatlar sırası ile kontrol edilir.
- Neon lamba yanıyorsa temas edilen nokta **faz (enerjili, L)** hattıdır. Neon lamba yanmıyorsa temas edilen nokta **nötr (N)** veya **toprak (PE)** hattıdır ya da o noktada gerilim yoktur.

4. Sonuçların Yorumlanması

- **Işık Yanıyor:** Noktada gerilim var (Faz tespit edildi.).
- **Işık Yanmıyor:** Noktada gerilim yok veya nötr / toprak hattıdır ancak neon lambanın yanmaması her zaman gerilim olmadığı anlamına gelmez. Kalemin sağlamlığından veya temas plakasına dokunulduğundan emin olunmalıdır.

1. ETKİNLİK

Aşağıdaki sıralamayı takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Basamakları tamamladıktan sonra soruları cevaplayınız.

Faz mı? Nötr mü?

Atölyede yeni kurulan bir priz hattı bulunmaktadır. Priz bağlantısı yapılmıştır ancak iletkenlerin yerleri karışmış olabileceğinden şüphe edilmektedir.

Atölye şefi öğrencilerden şu görevi yapmalarını ister:

Bu priz hattında hangi iletkenin faz, hangisinin nötr olduğunu güvenli bir şekilde tespit edin. Yanlış bağlantı varsa raporlayın.

Prizde kahverengi, mavi ve sarı-yeşil olmak üzere üç iletken vardır ancak bağlantı sırasının doğru olup olmadığı bilinmemektedir.

Öğrencilerden istenen

1. Ölçüm sırasında güvenlik önlemlerini alınız.

2. Kontrol kalemini kullanarak faz iletkenini tespit ediniz.

3. Ölçüm sonuçlarını sonuç tablosuna kaydediniz.

Ölçüm Sonuçları

İletken Rengi	Kontrol Kalemi Işığı	Sonuç (Faz / Nötr / Toprak)
Kahverengi		
Mavi		
Sarı-Yeşil		

1. Kontrol kalemi neden sadece faz iletkende ışık verir?

.....

2. Nötr ve toprak hattında neden ışık yanmaz?

.....

3. Toprak hattının görevi nedir?

.....

4. Ölçüm sırasında hangi iş güvenliği kurallarına dikkat ettiniz?

.....

Etinlik çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

9. SIRA SİZDE

Bir işletmedeki ana panoda, üretimin durmaması için kablolar kesilmeden veya vidalar sökülmeden akım değerlerinin kontrol edilmesi gerekmektedir.

Buna göre **neden avometre (ampermetre modu) yerine pens ampermetre tercih edilmelidir?**

Cevabınızda her iki cihazın devreye bağlanma şekillerini (seri, paralel, fiziksel temas) karşılaştırarak gerekçelendiriniz.

.....

.....

.....

.....

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

10. SIRA SİZDE

Aşağıdaki kutucuklarda elektriksel ölçmelerle ilgili kavramlar verilmiştir.

A	B	C
seri	paralel	manyetik alan
voltmetre	ampermetre	pens ampermetre
direnç ölçümü	enerji	devre
kısa devre	faz	nötr

Aşağıdaki ifadelerde bırakılan boşlukları tablodan uygun kavramları kullanarak doldurunuz.

a) Ampermetre devreye ..... bağlanır.

b) Voltmetre devreye ..... bağlanır.

c) Pens ampermetre akımı ölçerken ..... prensibiyle çalışır.

ç) Direnç ölçümü yapılırken ..... kesilmelidir.

d) Devrede akım ..... ile ölçülür.

e) Ampermetre paralel bağlanırsa devrede ..... oluşabilir.

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

11. SIRA SİZDE

Avometre ile direnç ölçümü yapılırken izlenmesi gereken adımları, güvenli ve doğru ölçüm ilkelerini dikkate alarak mantıksal bir sıraya koyunuz.

Sıra No.	İşlem
	Değeri ekrandan okuyunuz.
	Kadranı Ohm (Ω) konumuna getiriniz.
	Ölçülecek elemanın devre bağlantısını kesiniz.
	Probları direnç uçlarına değdiriniz.

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

12. SIRA SİZDE

Atölyede üç öğrenci bir elektrik panosunda akım ölçümü yapacaktır. Üretim devam etmektedir ve pano enerjilidir.

1. **Öğrenci:** Kabloyu sökelim ve avometreyi ampermetre moduna alıp araya bağlayalım.

2. **Öğrenci:** Enerjiyi kesmeden pens ampermetre ile ölçelim.

3. **Öğrenci:** Ölçmeye gerek yok, tahmini değer yeterlidir.

Öğrenciler görüşlerini bu şekilde belirtse de son kararı grup lideri olarak sizin vermeniz gerekmektedir. **Buna göre**

1. **Hangi yöntemi seçersiniz? Neden?**

.....

2. **Seçmediğiniz diğer yöntemlerin risklerini açıklayınız.**

.....

3. **Karar verirken hangi güvenlik ve etik sorumlulukları göz önünde bulundurdunuz?**

.....

4. **Bu karar işletme, çalışan güvenliği ve ekipman açısından nasıl sonuçlar doğurur?**

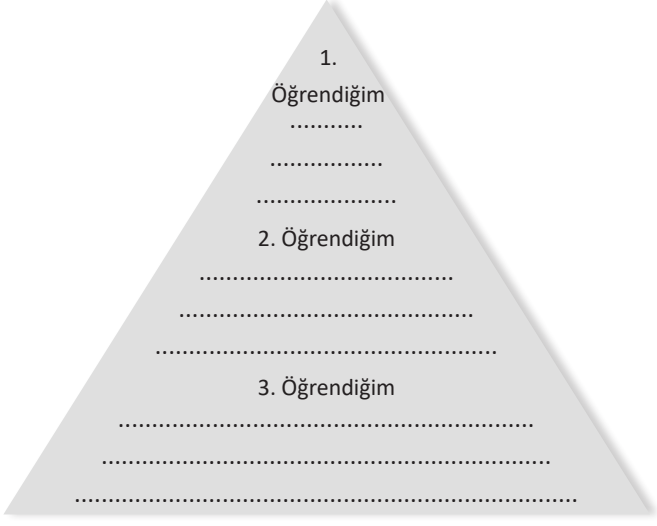
.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

13. SIRA SİZDE

Elektriksel ölçmeler öğrenme biriminde edindiğiniz bilgileri ve uygulama deneyimlerinizi düşünerek aşağıdaki geometrik şekillerdeki ilgili alanları doldurunuz.

- **ÜÇGEN (Öğrenilen 3 Nokta):** Üçgenin içine, öğrenme birimi sonunda tam olarak öğrendiğiniz **üç bilgiyi** yazınız.
- **KARE (Öğrenilen 4 Temel Kavram):** Karenin içine, bu öğrenme biriminde öğrendiğiniz ve meslek hayatınızda en çok kullanacağınızı düşündüğünüz **dört temel kavramı** yazınız.
- **ÇEMBER (Akla Takılan Soru):** Çemberin içine konuyla ilgili hâlâ merak ettiğiniz, aklınıza takılan **bir soruyu** yazınız.



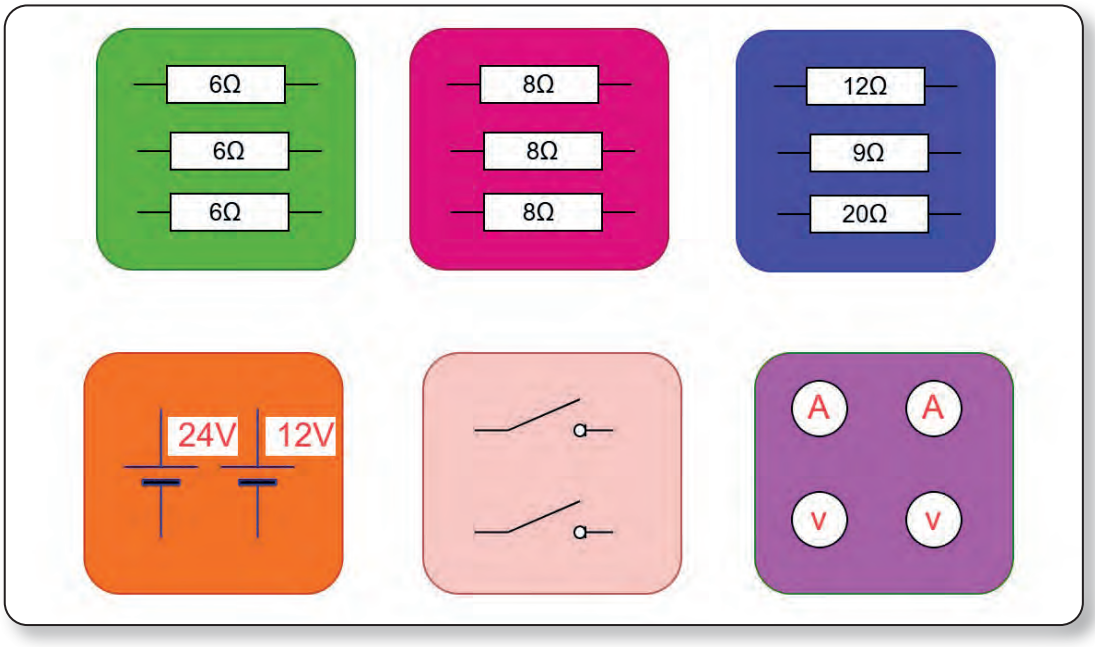




ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-4. soruları aşağıdaki görselden yararlanarak cevaplayınız.

Aşağıdaki deney setinin içinde dirençler, güç kaynakları, açma kapama anahtarları, voltmetreler ve ampermetreler vardır.



1. **Deney setinden seçeceğiniz güç kaynağı ve dirençler ile bir devre tasarlayınız. Tasarladığınız devrede ampermetreyi 2 A, voltmetreyi ise 18 V gösterecek şekilde uygun noktalara yerleştirerek devre şemasını çiziniz.**

2. Deney setinden kullanacağınız üç farklı direnç ile eşdeğer direnci en küçük olan devreyi tasarlayınız. Devrenin şemasını çiziniz ve dirençlerin bağlanma şekline nasıl karar verdiğinizi açıklayınız.

3. Deney setinden kullanacağınız üç farklı direnç ile eşdeğer direnci en büyük olan devreyi tasarlayınız. Devrenin şemasını çiziniz ve dirençlerin bağlanma şekline nasıl karar verdiğinizi açıklayınız.

4. **Deney setinden güç kaynağı, dirençler, ampermetre, voltmetre ve anahtar kullanarak bir devre tasarlayınız. Devrede K anahtarı kapalı, L anahtarı açıkken ampermetre 3 A'i; K anahtarı açık, L anahtarı kapalıyken ampermetre 1 A'i, V1 voltmetresi 4 V'u, V2 voltmetresi 20 V'u göstermektedir. Tasarladığınız devrenin şemasını çiziniz.**

5-7. soruları aşağıdaki tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde, elektriksel ölçümler ve cihaz kullanımı ile ilgili 9 farklı teknik talimat / bilgi verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak ilgili soruları yanıtlayınız. (Bir kutucuğu birden fazla sorunun cevabı olarak kullanabilirsiniz.)

Direnç ölçümü yapmadan önce elemanın devre ile olan enerji bağlantısını kesinlikle kesiniz. 1	Voltmetreyi ölçüm yapılacak noktaya seri bağlayarak gerilim değerini okuyunuz. 2	Pens ampermetre ile akım ölçerken faz ve nötr iletkenlerini aynı anda pens içine alınız. 3
Kontrol kalemi ile faz kontrolü yaparken yalıtkan eldiven kullanarak güvenliğinizi sağlayınız. 4	Ampermetre ile akım ölçerken kırmızı probu beklenen akım değerine göre mA veya 10 A soketine takınız. 5	Ohm kanunu formülüne göre gerilim, akım ile direncin çarpımına eşittir (V = I x R). 6
Multimetrenin siyah probunu her zaman VΩmA soketine, kırmızı probunu COM soketine takınız. 7	Kontrol kaleminin ışığının yanması için arka uçtaki temas plakasına parmağınızla dokunmalısınız. 8	Avometreyi buzzer (süreklilik) moduna alarak kabloda kopukluk olup olmadığını test edebilirsiniz. 9

5. **Yukarıdaki kutucuklardan hangileri teknik ve güvenlik açısından <u>tamamen doğru</u> talimatlar içermektedir?**

.....

6. **Yukarıdaki kutucuklardan hangileri <u>cihazın hasar görmesine veya hatalı ölçüm yapılmasına</u> neden olacak teknik hatalar içermektedir?**

.....

7. **Yukarıdaki kutucuklardan hangileri devrenin tamamlanmaması veya yalıtım nedeniyle <u>cihazın çalışmamasına</u> veya <u>yanlış sonuç vermesine</u> yol açan hatalı adımlardır?**

.....

8. Aşağıda, bir avometre (multimetre) kullanılarak bir devre elemanının **direncini ölçmek** için izlenmesi gereken işlem basamakları karışık olarak verilmiştir. **Bu basamakları, güvenli ve teknik açıdan doğru bir ölçüm süreci oluşturacak şekilde sıralayınız.**

- (...) Probların uçlarını, direncin iki ucuna sağlam bir şekilde temas ettiriniz.
- (...) Siyah probu COM, kırmızı probu ise VΩmA soketine takınız.
- (...) Ekranda görüntülenen sayısal değeri, seçilen birimle (Ω, kΩ, MΩ) birlikte okuyunuz.
- (...) Fonksiyon seçme anahtarını (kadran) Ω (Ohm) sembolüne getirerek uygun aralığı seçiniz.
- (...) Ölçüm yapılacak elemanın devre ile olan bağlantısını (enerjisini) kesiniz.

9-11. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bir elektrik teknisyeni, çalışırken aniden duran bir DC motorun arızasını tespit etmekle görevlendirilmiştir. Teknisyenin elinde sadece bir **dijital avometre** bulunmaktadır. Motorun etiket değerleri **24 V DC / 2 A**'dir.

9. Teknisyenin arızayı bulmak ve güvenli ölçüm yapmak için izlemesi gereken süreci yazınız.

.....

10. Teknisyen, devredeki gerilimi 24 V, motorun üzerinden geçen akımı ise 0,5 A olarak ölçmüştür. Motorun o anki iç direncini hesaplayınız.

.....

11. Teknisyen motorun iç direncini ölçmek istediğinde cihazı Ohm kademesine almadan önce mutlaka hangi temel güvenlik işlemini yapmalıdır?

.....

12. Aşağıda verilen açıklamaları, karşılarındaki kavramlarla uygun şekilde eşleştiriniz ve doğru harfleri ilgili boşluklara yazınız.

Açıklamalar	Kavramlar
1. Bir iletkenin üzerinden birim zamanda geçen elektrik yükü miktarıdır.	a) Direnç
2. Elektrik devresindeki elektronları hareket ettiren itici güç veya potansiyel farktır.	b) Gerilim
3. Elektrik akımının bir devre üzerinde ilerlemesine karşı gösterilen her türlü zorluktur.	c) Akım
4. Bir elektrik devresindeki herhangi bir düğüm noktasına giren ve çıkan akımların eşitliği kuralıdır.	ç) Pens ampermetre
5. Akımı ölçmek için devreyi kesmeden manyetik indüksiyon prensibiyle çalışan ölçü aletidir.	d) Kirchhoff akımlar kanunu
	e) Voltmetre

1.	2.	3.	4.	5.

13-17. soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

13. Elektrik devrelerini anlamak için kullanılan su tesisatı analojisinde, suyun borudan akışına karşı zorluk gösteren dar boru veya vana elektrikteki hangi kavrama karşılık gelmektedir?

A) Akım B) Direnç C) Enerji

D) Gerilim E) Güç

14. 20 Ω direnci olan bir devre elemanının uçlarına 60 V gerilim uygulandığında devreden geçen akım şiddeti kaç amper (A) olur?

A) 3 B) 12 C) 40

D) 80 E) 120

15. Avometre (multimetre) ile yapılan elektriksel ölçümlerle ilgili aşağıdaki teknik kurallardan hangisi doğrudur?

A) Ampermetre devreye her zaman paralel bağlanmalıdır.

B) Voltmetre ile gerilim ölçülürken devreye seri bağlantı yapılmalıdır.

C) Direnç ölçümü (ohmmetre) kesinlikle enerjili devrede yapılmalıdır.

D) Voltmetre devreye paralel, ampermetre ise seri bağlanmalıdır.

E) Akım ölçülürken problar her zaman VΩmA soketinde kalmalıdır.

16. Pens ampermetre ile akım ölçümü yapılırken cihazın ekranında 0 (sıfır) değeri okunuyorsa bunun teknik nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Pensin içine sadece faz iletkeni alınmıştır.

B) Pensin içine faz ve nötr iletkenleri aynı anda alınmıştır.

C) Ölçülen akım alternatif akımdır (AC).

D) Cihazın Hold tuşuna basılmıştır.

E) İletkenin etrafında manyetik alan oluşmaktadır.

17. Kontrol kalemi ile bir prizde faz kontrolü yapılırken neon lambanın yanmamasının nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Teknisyenin yalıtkan eldiven kullanıyor olması

B) Başparmağın arkadaki temas plakasına değiyor olması

C) Kontrol edilen noktanın faz hattı olması

D) Kontrol kaleminin sağlamlık testinden geçmiş olması

E) Devrenin insan vücudu üzerinden tamamlanması



3.

ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK DEVRE KORUYUCULARI

KONULAR

3.1. SİGORTALAR

3.2. KAÇAK AKIM RÖLELERİ

3.3. AŞIRI AKIM RÖLELERİ

3.4. AŞIRI GERİLİM RÖLELERİ

3.5. TOPRAKLAMA

3.6. ARIZA RAPORLAMA

ANAHTAR KAVRAMLAR

- arıza
- aşırı akım rölesi
- aşırı gerilim rölesi
- aşırı yük
- izolasyon
- kaçak akım
- kaçak akım rölesi (KAR)
- kesme kapasitesi
- kısa devre
- nominal akım
- sigorta
- süreklilik
- teknik raporlama
- topraklama

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- elektrik devrelerinde kullanılan sigorta ve röle çeşitlerini tanıyıp sınıflandırmanız
- kaçak akım, aşırı akım ve aşırı gerilim röleleri ile diğer koruma elemanlarının çalışma prensiplerini açıklamanız
- devre akımına uygun koruma elemanı seçmeniz
- topraklama sisteminin önemini açıklamanız
- topraklama ve koruma sistemlerinde karşılaşılan basit arızaları analiz etmeniz

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Evde sigortanın atması ne anlama gelir?**

.....

.....

.....

2. **Elektrik çarpmasını önlemek için hangi önlemler alınabilir?**

.....

.....

.....

3. **Daha önce karşılaştığınız bir elektrik arızasını düşünerek bu durumun sebebinin ne olabileceğini belirtiniz.**

.....

.....

.....

3.1. SİGORTALAR

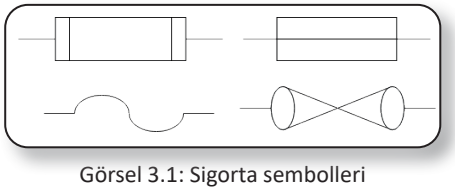
Elektrik tesisatlarında güvenliğin sağlanması amacıyla kullanılan koruma elemanlarının başında sigortalar gelmektedir. Bir elektrik teknisyeninin güvenli tesisat kurabilmesi için sigortaların görevleri, çeşitleri, devre sembolleri, elektrik tesisatlarındaki kullanım amaçları, sağlamlık kontrol yöntemleri ve doğru sigorta seçimi hakkında bilgi sahibi olması gerekir. Ayrıca avometre ile sigorta kontrol uygulaması yapılarak teorik bilgiler uygulamayla pekiştirilecektir.

3.1.1. Sigortalar ve Sembolleri

Sigorta, elektrik devrelerini ve elektrikli cihazları aşırı akım veya kısa devre durumunda koruma amacıyla kullanılan anahtarlama elemanıdır. İçinden, belirlenen akımdan daha yüksek bir akım geçtiğinde içerisindeki iletken tel eriyerek veya mekanik tetikleme (anahtarlama) ile devreyi açarak devredeki elektrik akımının kesilmesini sağlar. Böylece yangın riski engellenir. Ayrıca devreyi veya cihazı kullanan kişiler de elektrik çarpmasına karşı korunur.

Sigortalar devreye seri olarak bağlanır. Böylece sigorta attığında tüm devrenin veya cihazın elektrik akımının kesilmesi sağlanır.

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI), Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) gibi kurumların güvenlik standartlarına göre farklı semboller kullanılabilmektedir. Sigortaların, elektrik devre şemalarında yaygın olarak kullanılan temel sembolleri Görsel 3.1'de görülmektedir.



Görsel 3.1: Sigorta sembolleri

3.1.2. Sigortaların Elektrik Devresindeki Görevleri

Sigortalar, elektrik devrelerinde oluşabilecek aşırı akım ve kısa devre gibi tehlikeli durumlara karşı koruma sağlayarak can ve mal güvenliğinin korunmasında önemli bir görev üstlenir.

Kısa Devre Koruması

Faz ve nötr hatlarının veya artı ve eksi uçların yanlışlıkla birbirine değmesi durumunda **kısa devre** oluşur. Bu durum anlık olarak çok yüksek bir akım patlamasına neden olur. Sigorta, nanosaniyeler içinde tepki vererek akışı durdurur ve elektrik yangınlarını önler.

Aşırı Akım Koruması

Bir devreye kapasitesinden fazla cihaz bağlandığında veya sistem zorlandığında kablolardan geçen akım artar. Sigorta, bu akım değerinin belirlenen güvenli sınırı aşması durumunda devreyi keserek kabloların aşırı ısınmasını ve erimesini engeller.

Cihaz Güvenliği

Sigorta, şebeke hattındaki ani dalgalanmalar esnasında enerjiyi keserek televizyon, bilgisayar gibi hassas elektronik cihazların arızalanıp zarar görmesini önler.

Yangın Önleme

Elektrik yangınlarının en büyük sebebi, aşırı ısınan kabloların etrafındaki yalıtkan malzemeyi tutuşturmasıdır. Sigortalar, ısı henüz tehlikeli seviyeye ulaşmadan devreyi açtığı için yangın riskini en aza indirir.

3.1.3. Sigorta Çeşitleri

Sigortalar, kullanım alanlarına, çalışma prensiplerine ve yapısal özelliklerine göre farklı türlerde üretilir ve elektrik devrelerinin güvenli şekilde korunmasını sağlar.

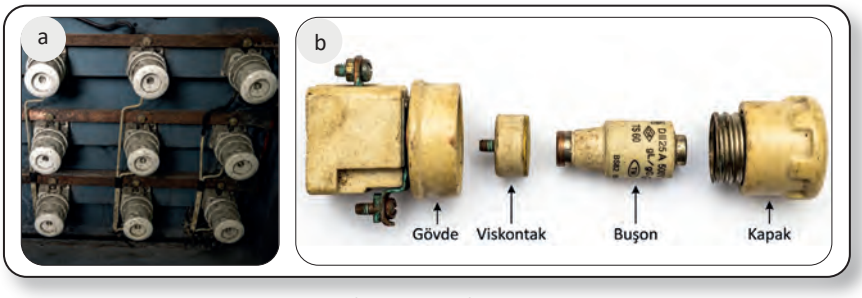


Görsel 3.2: Cam tipi sigorta

Cam Tipi Sigortalar: Genellikle elektronik cihazlarda kullanılan cam tipi sigortalar, elektrik devrelerini aşırı akım ve kısa devre durumlarına karşı korumak amacıyla kullanılan koruma elemanlarıdır (Görsel 3.2). Gövdeleri şeffaf camdan üretildiği için iç yapıları görülebilir. Bu sayede sigortanın sağlam mı yoksa atmış mı olduğu kolayca anlaşılır.

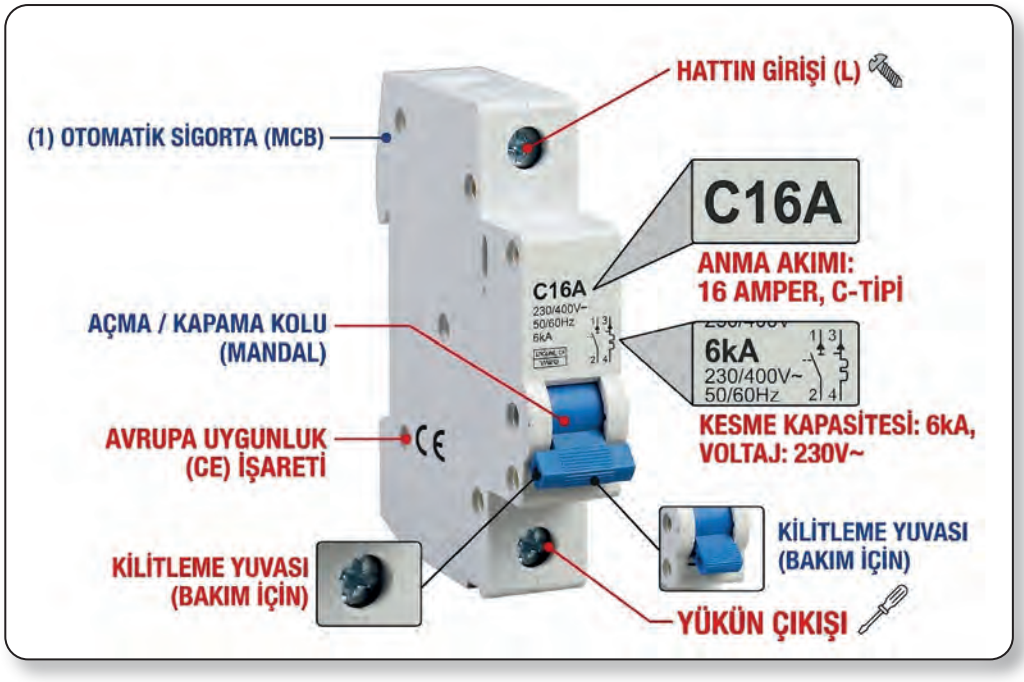
Elektrik devresinden geçen akım, sigortanın taşıyabileceği değerin üzerine çıktığında sigorta içerisindeki tel eriyerek kopar. Telin erimesiyle birlikte devre açılır ve elektrik akımı kesilir. Böylece devrede bulunan cihazlar zarar görmekten korunur.

Buşonlu (Erime Telli) Sigortalar: Eski yapılarda kullanılan sigorta türüdür (Görsel 3.3). Porselenden yapılan gövde ve içerisinde erime teli (sigorta görevi gören) olan buşon isimli parçadan oluşur. Aşırı bir akım olması durumunda içerisindeki tel eriyerek devreyi açar. Buşon gövdeden çıkarılıp içerisindeki eriyen tel değiştirilir ve yeniden kullanılmak üzere gövdeye takılır.



Görsel 3.3: Buşonlu sigorta

Otomatik Sigortalar: Günümüzde yaygın olarak kullanılan sigorta türüdür. Konutlarda ve ticari işletmelerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Otomatik sigorta

NH (Bıçaklı) Sigortalar: Yüksek akımlı endüstriyel tesislerde kullanılan sigorta türüdür. Kontakları porselen gövdeden bıçak şeklinde çıkarılmıştır (Görsel 3.5). NH sigorta içinde bulunan erime teli, devrede aşırı akım oluştuğunda ısınarak farklı noktalardan kopar. Erime telinin kopan parçaları arasındaki boşluklara kuvartz kumu dolarak elektrik iletimini tamamen keser.



Görsel 3.5: NH sigorta

NH sigortalar; sanayi tesislerinde, enerji dağıtım panolarında, motor koruma devrelerinde ve yüksek güçlü elektrik sistemlerinde yaygın olarak kullanılır. Bu sigortalar yüksek kesme kapasitesine sahip oldukları için büyük kısa devre akımlarında güvenli koruma sağlar. Ayrıca arızalı sigorta kolayca değiştirilerek sistemin tekrar çalışması sağlanabilir.

3.1.4. Sigortaların Sağlamlık Kontrolü

Sigortaların sağlamlık kontrolü, koruma elemanının görevini yerine getirip getirmediğini belirlemek amacıyla yapılır. Kontrole başlamadan önce devrenin enerjisi kesilmeli ve gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Sigortaların sağlamlığı aşağıdaki yöntemlerle kontrol edilebilir:

Gözle Kontrol: Sigortada çatlak, yanık izi, renk değişimi, erime veya mekanik hasar olup olmadığı incelenir. Otomatik sigortalarda açma-kapama kolunun durumu kontrol edilir.

Avometreyle Süreklilik Kontrolü: Sigortanın giriş ve çıkış uçları arasında süreklilik testi yapılır. Avometre bip sesi veriyor veya düşük direnç gösteriyorsa sigorta sağlam kabul edilir. Süreklilik yoksa sigorta arızalı olabilir.

Gerilim Ölçümüyle Kontrol: Devrede enerji varken sigortanın giriş ve çıkış uçlarındaki gerilim ölçülür. Girişte gerilim bulunup çıkışta bulunmuyorsa sigortanın açmış veya arızalanmış olabileceği değerlendirilir.

Çalışma Kontrolü: Sigortanın koruduğu devre veya cihazın çalışması gözlemlenir. Devreye enerji ulaşmıyorsa sigorta arızası ihtimali araştırılır ancak kesin sonuç için ölçüm yapılmalıdır.

NOT

Sigortaların sağlamlık kontrolünde en güvenilir yöntem, uygun ölçü aleti kullanılarak giriş-çıkış uçlarında süreklilik veya gerilim ölçümü yapılmasıdır. Bu işlemler yalnızca elektrik güvenliği konusunda eğitim almış kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir.

1. SIRA SİZDE

Bir prize; ütü, su ısıtıcı ve fırın aynı anda bağlanmıştır. Bir süre sonra sigorta atmıştır.

Verilen duruma göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. **Bu durum hangi arıza türüdür?**

.....

.....

.....

2. **Sigorta neden atmıştır?**

.....

.....

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.1.5. Yanlış Sigorta Seçiminde Karşılaşılabilecek Riskler

Yanlış sigorta seçimi, bir elektrik tesisatında koruma sisteminin devre dışı kalmasına veya yetersiz çalışmasına neden olan en kritik hatalardan biridir. Bu durum cihazların bozulmasına ve ciddi güvenlik risklerine yol açar.

Doğru bir sigorta seçimi yapabilmek; hattın çekeceği normal çalışma akımı, alıcıların devreye giriş anındaki anlık (kalkış / demeraj) akımları ve tesisatta kullanılan kablo kesitleri arasında kusursuz bir denge kurmayı gerektirir. Eğer seçilen sigorta hat akımına göre çok büyükse açma yapamaz ve devreyi koruyamaz, çok küçük veya yanlış tipte ise sistemde hiçbir arıza yokken bile gereksiz yere açma yapar. Dolayısıyla sigorta parametrelerinin hatasız belirlenmesi, tesisat güvenliğinin temelini oluşturur.

Sigorta seçiminde dikkat edilmesi gereken kritik noktalar Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Sigorta Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Kritik Noktalar

Kritik Faktörler	Açıklama	Uygulama Örnekleri
Nominal Akım (In-Amper)	Sigortanın nominal akım değeri, normal çalışma koşullarında devredeki cihazın çekeceği akımı taşıyabilecek seviyede ancak hattı koruyan kablonun maksimum akım taşıma kapasitesinden düşük olmalıdır.	**B tipi:** Aydınlatma → Genellikle 10 A **B veya C tipi:** Priz Hatları → Genellikle 16 A-Ana sigorta **(Ev):** Genellikle 6 A-32 A
Açma Karakteristiği (Tipi)	Sigortanın ani akım (kısa devre veya aşırı yük) durumunda devreyi ne kadar hızlı keseceğini belirleyen eğridir.	**B tipi:** Ev aydınlatma, priz, fırın gibi düşük ani akım çeken yükler **C tipi:** Klima, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi motorlu veya ilk kalkışta yüksek akım çeken cihazlar **D tipi:** Kaynak makineleri, büyük motorlar gibi çok yüksek kalkış akımı gerektiren yerler
Kablo Kesitine Uygunluk	Sigorta, kablonun taşıyabileceği maksimum akımdan daha büyük bir değere sahip olmamalıdır.	**Yangın riski:** Yüksek akım çekildiğinden sigortanın atmaması yangın çıkması
Kesme Kapasitesi (kA-Kiloamper)	Sigortanın kısa devre anında devreyi güvenli bir şekilde kesebileceği maksimum akım miktarıdır.	**Evsel panolar:** Genellikle 6 kA **Sanayi:** Genellikle 10 kA, 16 kA veya daha yüksek kapasite

Yanlış sigorta seçiminde karşılaşılabilecek temel riskler şunlardır:

Yangın Riski: Kablo akım taşıma kapasitesinden daha büyük bir nominal akıma (In) sahip sigorta seçildiğinde hat aşırı yüklense bile sigorta devreyi kesmez. Isınan kablonun izolasyonu eriyerek çevresindeki malzemeleri tutuşturur ve elektrik kaynaklı yangınlara sebep olur.

Elektrik Çarpması: Kısa devre veya gövdeye kaçak durumlarında, yanlış karakteristikte (yavaş açan) veya çok büyük akım değerinde seçilen sigorta zamanında açma yapamaz. Bu gecikme, hata akımının cihaz gövdesinde kalmasına ve insanların dokunması hâlinde ölümcül elektrik çarpmalarına yol açar.

Cihaz Arızaları: Özellikle elektrik motorları ve hassas elektronik kart barındıran cihazlar, aşırı akıma maruz kaldıklarında hızla zarar görür. Koruma elemanı doğru seçilmediğinde cihaz sargıları yanar ve yüksek maliyetli arızalar meydana gelir.

Kablo Hasarı: Sigortanın geç açması veya hiç atmaması, hat boyunca uzanan kabloların kalıcı olarak kavrulmasına ve yalıtım özelliklerini kaybetmesine neden olur. Bu durum, tüm tesisatın duvarlar kırılarak yenilenmesini gerektirebilir.

Sürekli Sigorta Atması (Gereksiz Açma): Alıcının kalkış (demeraj) akımı veya normal çalışma akımı hesaplanmadan, gereğinden küçük veya yanlış tipte (örneğin motor devresine B tipi) sigorta seçilirse sistemde hiçbir arıza olmamasına rağmen sigorta sürekli atar. Bu durum iş, üretim ve zaman kaybına neden olur.

1. UYGULAMA

Uygulama Adı: Avometreyle Sigorta Sağlamlık Kontrolü

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

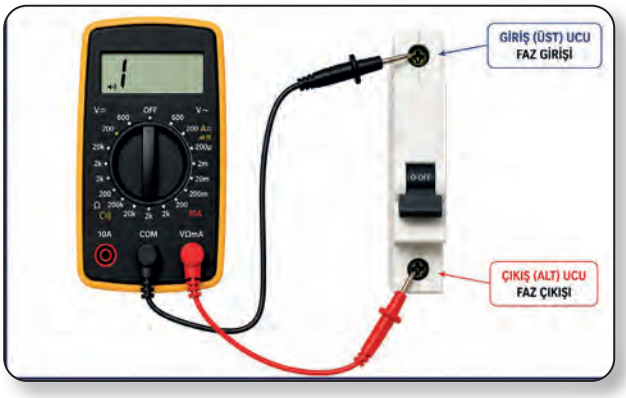
Avometre kullanarak sigortanın sağlamlık kontrolünü yapmak ve açık devre ile süreklilik durumlarını belirleyebilmek

Malzeme Listesi

- Basit elektrik panosu (metal)
- Farklı tip sigortalar (otomatik, cam vb.)
- Dijital avometre (multimetre)
- İzoleli eldiven
- Yalıtkan paspas (plastik)

İşlem Basamakları

1. Güvenlik
   - Enerjiyi kesiniz (Ana şalter kapalı olmalı.).
   - Avometrenin sağlam olduğunu kontrol ediniz.
   - İzoleli eldiven kullanınız.
   - Nemli ortamda çalışmayınız.
   - Yetkisiz müdahale yapmayınız.
2. Panoyu Hazırlama
   - Panonun enerjisini kesiniz.
   - Sigorta yuvasını kontrol ediniz.
3. Sigortayı Devreden Ayırma
   - Sigortayı dikkatli şekilde çıkarınız.
   - Fiziksel olarak kontrol ediniz (Yanık veya kararma var mı?).
4. Avometreyi Ayarlama (Görsel 3.6)
   - Siyah probu COM girişine takınız.
   - Kırmızı probu VΩ girişine takınız.
   - Kadranı Direnç (Ω) veya Buzzer (sesli test) kademesine alınız.
5. Ölçüm Yapma (Görsel 3.6)
   - Probları sigortanın iki ucuna değdiriniz.
   - Sigorta mandalını **ON** (Açık) konumuna getiriniz.
   - Probları sigortanın giriş ve çıkış klemenslerine değdiriniz.
   - Ses geliyorsa veya direnç 0'a yakınsa sigorta sağlamdır.
   - Sigorta mandalını **OFF** (Kapalı) konumuna getiriniz.
   - Probları klemenslere tekrar değdiriniz.
   - Ses gelmemeli ve ekranda **OL** (Açık Hat) görünmelidir.



Görsel 3.6: Avometre ile sigortanın sağlamlık kontrolünün yapılması

6. Sonuçları aşağıdaki tabloya işleyerek yorumlayınız.

Sigorta No.	Tip (B / C)	Mandal Konumu	Buzzer Sesi / Direnç Değeri	Sonuç (Sağlam / Arızalı)
1	B	ON		
2	C	ON		
3	Cam			
4	NH			
5	Buşonlu			

7. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz.

Değerlendirme

Uygulama sürecindeki başarı ölçütlerinizi ve puanlama detaylarını görmek için aşağıdaki karekodu okutunuz. Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Çalışmanızı tamamladıktan sonra da aşağıdaki karekodu okutup öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Analitik dereceli puanlama anahtarı

Öz değerlendirme formu

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.2. KAÇAK AKIM RÖLELERİ

Kaçak akım röleleri; elektrik tesisatlarında oluşabilecek kaçak akımları algılayarak insanları elektrik çarpmasına, tesisatları ise yangın ve arıza risklerine karşı koruyan önemli güvenlik elemanlarıdır. Bir elektrik teknisyeninin güvenli tesisat kurabilmesi için kaçak akım rölelerinin çalışma prensibi, görevleri, çeşitleri, devre bağlantı şekilleri, üzerindeki teknik bilgiler ve güvenli kullanım kuralları konusunda yeterli bilgiye sahip olması gerekir. Ayrıca kaçak akım rölesinin ayarlanması ve test edilmesine yönelik uygulama çalışmalarıyla teorik bilgilerin uygulamada pekiştirilmesi amaçlanmaktadır.

3.2.1. Kaçak Akım Rölesinin Çalışması

Kaçak akım röleleri (KAR) tesisattaki kaçak akımları tespit edip devreyi açmak için kullanılmaktadır. KAR, tesisattaki faz ve nötr arasındaki akım farkını ölçer. Normalde fazdan gelen ve nötrden geri dönen akımın eşit olması gerekir ancak tesisatta bir kaçak (yalıtımsızlık, insanın kablolara teması, su teması vb.) olması durumunda bu denge bozulur. KAR bu durumu algılayarak hemen devreyi açar ve enerjiyi keser. KAR; elektrik çarpmasını önlemek, yangın tehlikesini azaltmak, ekipman ve maliyet zararını en aza indirgemek ve iş güvenliğini en üst düzeyde tutmak için elektrik tesisatında kullanılan çok önemli bir bileşendir.

Kaçak Akım Rölesi ile Sigorta Arasındaki Fark: KAR ve sigorta elektrik güvenliğini sağlamak için kullanılan cihazlardır. Zaman zaman birbiriyle karıştırılan bu cihazların kullanım amaçları ve çalışma şekilleri farklıdır. Sigortalar aşırı akım ve kısa devre durumunda çalışıp enerjiyi keser, KAR ise toprak kaçaklarını algılayıp enerjiyi keser. Faz ve nötr akımları arasındaki farka göre KAR devreye girer ancak sigortaların bunu algılama imkânı yoktur.

3.2.2. Kaçak Akım Rölesinin Görevleri

KAR'ın iki temel görevi vardır.

Hayat Kurtarmak: İnsan hayatı için kritik eşik 30 mA'dir. 30 mA'lik kaçak akım rölesi insanların elektrik akımıyla çarpılmasını önlemek üzere tasarlanmıştır.

Yangını Önlemek: 300 mA'lik kaçak akım röleleri yangın tehlikesini önlemek amacıyla tasarlanmıştır.

3.2.3. Kaçak Akım Rölelerinin Çeşitleri

Kaçak akım röleleri; kutup sayılarına ve algılayabildikleri kaçak akım türlerine (tiplerine) göre sınıflandırılmaktadır. Uygun tipte röle seçimi, tesisatın güvenli ve verimli çalışması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kutup Sayılarına Göre Kaçak Akım Rölesi Çeşitleri

İki Kutuplu KAR: Monofaze şebekelerde kullanılmaktadır. Bir faz ve bir nötr iletkenini kontrol edecek şekilde iki kutuplu olarak üretilmektedir. Konutlar, küçük iş yerleri ve tek fazlı elektrik tesisatlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dört Kutuplu KAR: Trifaze şebekelerde kullanılmaktadır. Üç faz (R, S, T) ve bir nötr iletkenini aynı anda kontrol edebilmektedir. Sanayi tesisleri, atölyeler, büyük ticari yapılar ve trifaze çalışan cihazların bulunduğu sistemlerde tercih edilmektedir.

Tiplerine (Algıladıkları Dalga Formuna) Göre Kaçak Akım Rölesi Çeşitleri

AC Tipi KAR: Sadece alternatif akım (AC) kaynaklı kaçakları algılayabilmektedir. İçerisinde elektronik kart veya doğrultucu (diyot / köprü diyot) içermeyen temel ev aletleri (akkor flamanlı lambalar, elektrikli ısıtıcılar, tost makineleri, fırınlar vb.) için ideal ve ekonomik bir çözümdür.

A Tipi KAR: Alternatif akım (AC) ve darbeli doğru akım (PDC) kaçaklarını algılayabilmektedir. Elektronik devre içeren cihazların kullanımının yaygınlaşması nedeniyle günümüzde en sık tercih edilen tiplerden biridir. Dizüstü bilgisayar adaptörleri, LED sürücüler, çamaşır makineleri, inverter kontrollü cihazlar, asansörler ve yürüyen merdivenlerde kullanılabilmektedir.

F Tipi KAR: AC ve darbeli DC kaçaklarının yanı sıra yüksek frekanslı kaçakları da algılayabilmektedir. Genellikle tek fazlı frekans dönüştürücüleri (inverter) barındıran endüstriyel ortamlarda ve yeni nesil ev aletlerinde tercih edilir. Değişken hızlı motor sürücülerine sahip çamaşır makineleri, inverterli klimalar ve ısı pompaları gibi yüksek frekanslı parazit üreten cihazların korunmasında zamansız açmaları önleyerek kararlı bir koruma sağlar.

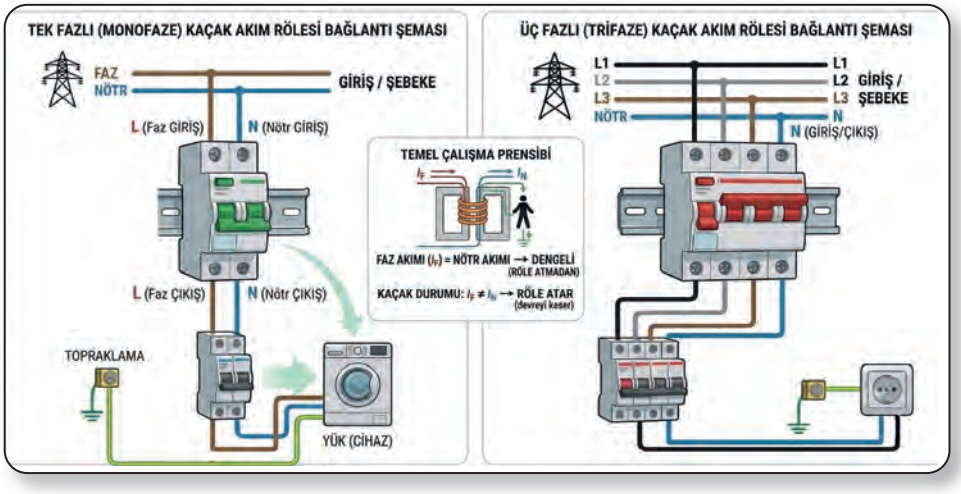
B Tipi KAR: En gelişmiş ve en hassas kaçak akım rölesi tipidir. AC, DC ve darbeli DC dâhil olmak üzere tüm kaçak akım türlerini algılayabilmektedir. AC / DC motor sürücüleri, fotovoltaik (güneş enerjisi) santralleri, büyük güçteki UPS (kesintisiz güç kaynağı) üniteleri, kaynak makineleri ve elektrikli araç (EV) şarj istasyonları gibi saf DC hata akımı riski barındıran tüm kritik noktalarda en üst düzey emniyeti sağlar.

S Tipi (Seçici / Selektif) KAR: Birden fazla kaçak akım rölesinin ardışık bağlı olduğu tesisatlarda seçicilik (selektivite) sağlamak amacıyla kullanılan gecikmeli tip rölelerdir. Bu cihazlar, alt kademedeki (tali panodaki) standart rölenin

arızayı temizlemesine fırsat tanımak adına zaman gecikmeli olarak çalışır. Standart bir KAR, kaçağı algıladığı an milisaniyeler içinde devreyi keserken S tipi (seçici) röle, kaçağın devam etmesi durumunda belirlenen bir süre bekledikten sonra açma yapar. Böylece sadece arızanın bulunduğu bölge devre dışı kalır ve tüm tesisatın enerjisiz kalması önlenir.

3.2.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri

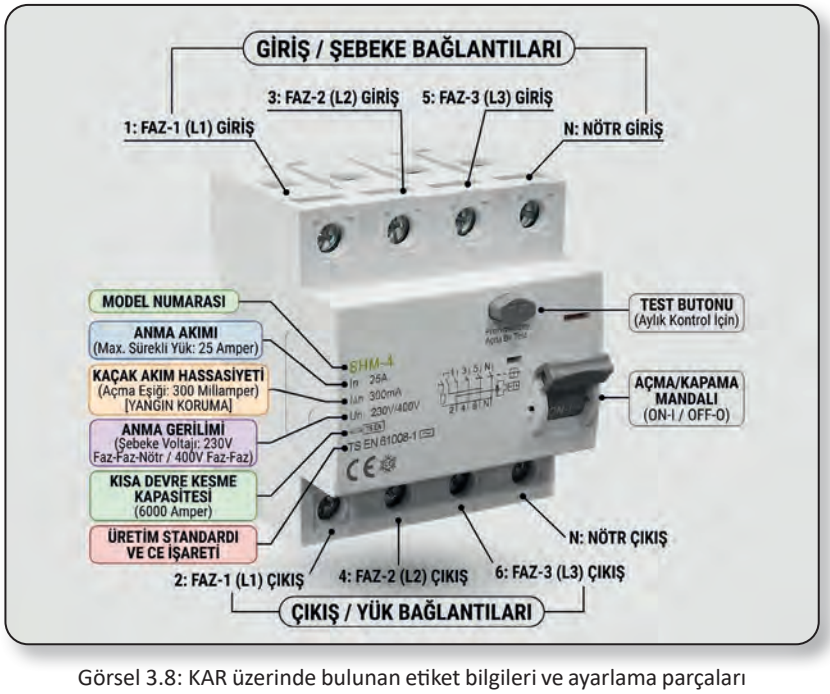
KAR, tesisatın monofaze (tek fazlı) ve trifaze (üç fazlı) olmasına göre bağlanır. KAR bağlantısı bir fazlı (monofaze) tesisatta 2 kutuplu, üç fazlı (trifaze) tesisatta ise 4 kutuplu olarak yapılır (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Kaçak akım rölesi bağlantı şekilleri

3.2.5. Kaçak Akım Rölesi Üzerindeki Bileşenler ve Etiket Bilgileri

KAR'ın üzerinde; elektriksel özelliklerini, dayanım sınırlarını ve uluslararası standartlara uygunluğunu gösteren etiket değerleri, test butonu, açma-kapama mandalı, giriş-çıkış bağlantıları vb. bulunur (Görsel 3.8). Üretici firmaya göre bu bilgilerin konumları farklılık gösterebilmektedir.



Görsel 3.8: KAR üzerinde bulunan etiket bilgileri ve ayarlama parçaları

Etiket Üzerindeki Teknik Bilgiler

In 25 A (Anma Akımı): Röle üzerinden sürekli olarak en fazla 25 amper akım geçmesine izin verir. Devreden geçecek toplam akımın bu değeri aşmaması gerekir.

IΔn 300 mA (Kaçak Akım Hassasiyeti): Bu değer cihazın hassasiyetini belirtir. Tesisatta 300 miliamper veya üzeri bir kaçak akım algıladığında röle devreyi keser. Bu değer yangın koruma sınıfına girer (Can güvenliği için ise 30 mA kullanılır.).

Un 230 V / 400 V (Anma Gerilimi): Cihazın standart çalışma voltajıdır. 230 V faz-nötr, 400 V ise faz-faz arası gerilimi ifade eder.

6000 (Kesme Kapasitesi): Cihazın kısa devre anında dayanabileceği maksimum akımı (6000 amper) gösterir.

TS EN 61008-1: Cihazın uyması gereken üretim standardıdır.

CE: Avrupa uygunluk işaretidir.

Bağlantı Uçları (Klemensler)

Kaçak akım rölesi üstten ve alttan bağlantı noktalarına sahiptir. Doğru bağlantı için bu numaralar ve harfler kritik öneme sahiptir.

Üst Klemensler (Giriş Uçları): Şebekeden gelen kablolar buraya bağlanır.

1 (Faz-1 Giriş): L1 fazının girişi

3 (Faz-2 Giriş): L2 fazının girişi

5 (Faz-3 Giriş): L3 fazının girişi

N (Nötr Giriş): Şebeke nötr kablosunun girişi.

Alt Klemensler (Çıkış Uçları): Tesisata (yüke) giden kablolar buradan çıkar.

2 (Faz-1 Çıkış): L1 fazının çıkışı

4 (Faz-2 Çıkış): L2 fazının çıkışı

6 (Faz-3 Çıkış): L3 fazının çıkışı

N (Nötr Çıkış): Tesisatın nötr kablosunun çıkışı

Diğer Parçalar

Test Butonu (T Harfi): Üzerinde **Ayda Bir Test** veya **Test Monthly** yazar. Ayda bir kez basarak rölenin mekanik olarak çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Basınca mandal aşağı düşmelidir.

Anahtar Kolu (On-I / Off-O): Röleyi manuel olarak açıp kapatmaya yarar.

3.2.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları

Genel olarak rölelerin montaj ve kontrolünde aşağıdaki güvenlik kurallarına dikkat edilmelidir.

- Elektrikli ekipmanlara müdahale sadece eğitimli, kalifiye ve yetkili elektrik personeli tarafından yapılmalıdır. Yetkili olmayan kişiler asla müdahale etmemelidir.

- Çalışmadan önce rölenin kullanım kılavuzu ve panonun elektrik şemaları incelenerek cihazın terminalleri ve beklenen fonksiyonları anlaşılmalıdır.
- En güvenli çalışma yöntemi, enerjisiz ortamda çalışmaktır. Cihaz panoya bağlanırken, panodan sökülürken veya kablo bağlantıları sıkılırken **mutlaka enerji kesilmelidir**.
- Rölenin beslendiği ana sigorta kapatılmalıdır.
- Enerji kesildikten sonra, rölenin besleme terminallerinde gerilim olmadığı bir ölçü aletiyle (voltmetre) test edilmelidir.

Canlı Panelde Çalışma (Zorunlu Durumlarda)

Rölenin ayarlarını (potansiyometrelerini) kontrol etmek veya LED'leri gözlemlemek için bazen panelin enerjili olması gerekebilir. Bu, en riskli çalışma şeklidir ve daha fazla dikkat gerektirir.

- Ayar düğmelerini çevirmek için sadece 1000 V izoleli sapı olan tornavidalar kullanılmalıdır.
- Ayar yapılırken veya ölçü aleti ile ölçüm yapılırken ellerin veya ölçü aleti problarının çıplak terminal uçlarına veya çıplak iletkenlere temas etmemesine dikkat edilmelidir.

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

Çalışma ortamınınrisk seviyesine göre duruma uygun KKD kullanılmalıdır.

- Çalışma gerilimine uygun sınıfta **yalıtkan eldivenler** giyilmelidir.
- Pano önünde durulan yerde **yalıtkan** (kauçuk) bir **paspas** bulunduğundan emin olunmalıdır.
- Elektrik işlerine uygun **izolasyonlu iş ayakkabıları** giyilmelidir.
- Yüksek ark patlaması riski olan panolarda yüzü koruyan **ark vizörlü baret** ve **ark koruyucu giysiler** kullanılmalıdır.

Çevresel Faktörler

- Asla ıslak veya nemli ellerle, ıslak zeminlerde veya nemli ortamlarda elektrikli kontrol yapılmamalıdır. Eller ve ortam kuru olmalıdır.
- Temizlik yapılacaksa cihaz veya pano kuru bez ile temizlenmelidir.
- Pano içi yeterli ve net bir şekilde aydınlatılmış olmalıdır.

Son Kontroller ve Enerji Verme

- Pano içinde tornavida, kablo parçası veya ölçü probları kalmadığından emin olunmalıdır.
- Gözle veya izoleli aletle tüm vida bağlantılarının sıkı olduğu kontrol edilmelidir.
- Pano kapağı kapatılıp kilitlenmelidir. Yetkisiz kişilerin bölgeden uzaklaştığından emin olunmalıdır.
- Enerji kontrollü bir şekilde verilmelidir.

3.2.7. Kaçak Akım Rölelerinin Kontrolü

Kaçak akım rölelerinin (KAR) can ve mal güvenliğini sağlayabilmesi için belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir. Zamanla mekanik parçaların aşınması, bağlantı hataları veya çevresel etkenler nedeniyle rölenin koruma işlevinde aksaklıklar meydana gelebilir. Kaçak akım rölelerinin düzenli olarak test edilmesi, elektrik tesisatlarının güvenli işletimi açısından büyük önem taşır.

Kaçak akım rölesinin kontrolü için röle üzerinde bulunan T veya test butonu kullanılır. Test işlemi sırasında tesisatta enerji bulunmalıdır. Test butonuna basıldığında röle içerisinde yapay bir kaçak akım oluşturulur ve rölenin koruma mekanizmasının doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Röle sağlam ve çalışır durumda ise açma-kapama mandalı anında OFF (Kapalı) konumuna geçerek devrenin enerjisini keser

Test butonuna basılmasına rağmen mandalın düşmemesi veya rölenin devreyi kesmemesi, kaçak akım rölesinin görevini yerine getiremediğini gösterebilir. Böyle bir durumda rölenin kullanılması güvenlik açısından risk oluşturur. Arızanın nedeninin belirlenmesi ve gerekli kontrollerin yapılması için yetkili elektrik teknisyenlerinden destek alınmalıdır.

Test işlemi tamamlandıktan sonra, herhangi bir arıza tespit edilmemişse açma-kapama mandalı tekrar ON (Açık) konumuna getirilerek tesisatın normal çalışması sağlanır. Kaçak akım rölesinin güvenilir şekilde çalıştığından emin olmak için bu kontrolün ayda en az bir kez yapılması tavsiye edilir. Düzenli test uygulamaları, olası elektrik kaçaklarının erken tespit edilmesine yardımcı olur ve elektrik çarpması ile yangın risklerinin azaltılmasına yardımcı olur.

Önemli: Test butonu yalnızca kaçak akım rölesinin çalışma mekanizmasını kontrol eder. Tesisattaki topraklama sisteminin uygunluğu veya kaçak akım korumasının tüm koşullarda yeterliliği hakkında tek başına kesin bilgi vermez. Tesisatın periyodik olarak uzman kişiler tarafından kontrol edilmesi gerekir.

2. SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadeleri inceleyiniz. İfade doğru ise başındaki paranteze (D), yanlış ise (Y) yazınız. Yanlış ifadeleri, altındaki boşluğa doğrusunu yazarak düzeltiniz.

1. (.....) Kaçak akım rölesi aşırı akım durumunda devreyi keser.

.....

2. (.....) Faz ve nötr akımı eşitse sistem güvenlidir.

.....

3. (.....) 30 mA KAR yangın koruma amaçlı kullanılır.

.....

4. (.....) Sigorta kaçak akımı algılayabilir.

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2. UYGULAMA

Uygulama Adı: KAR Kontrolü

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

KAR üzerindeki test butonunu ve açma kapama mandalını kullanarak güvenli şekilde KAR kontrolü yapmak

Malzeme Listesi

- Kaçak akım rölesi (30 mA)
- Eğitim panosu
- Otomatik sigorta
- Lamba veya priz çıkışı
- Dijital avometre
- İzoleli tornavida
- Kontrol kalemi
- Yalıtkan eldiven
- Bağlantı kabloları

İşlem Basamakları

Görev: Görsel 3.9'da gösterilen kaçak akım rölesinin kontrolünü yapmanız beklenmektedir.



Görsel 3.9: KAR kontrolünün yapılması

1. Enerjinin kapalı olduğunu kontrol ediniz.
2. Sigortayı pano rayına monte ediniz.
3. KAR'ı pano rayına monte ediniz.
4. Faz hattını sigortaya bağlayınız.
5. Sigorta çıkışını KAR girişine bağlayınız.
6. Nötr hattını KAR nötr girişine bağlayınız.
7. KAR çıkışını lamba veya prize bağlayınız.
8. Bağlantıları öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Panoya kontrollü bir şekilde enerji veriniz.
10. KAR'ı ON konumuna alınız.
11. Test butonuna basınız.
12. Avometre ile faz-nötr arasındaki gerilimi ölçünüz.
13. Sonuçları ölçüm tablosuna kaydediniz.
14. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Kullanılmayacak hâle gelen iletkenleri geri dönüşüm kutusuna atınız.

Aşağıdaki ölçüm tablosuna sonuçları işleyerek yorumlayınız.

İşlem No.	Kontrol Noktası	Gözlem / Ölçüm	Sonuç
1	Röle ON konumunda mı?	Evet / Hayır	
2	Lamba / priz çalışıyor mu?	Evet / Hayır	
3	Test butonuna basıldığında mandal düştü mü?	Evet / Hayır	
4	Röle attığında enerji kesildi mi?	Evet / Hayır	
5	Röle tekrar ON konumuna alınabildi mi?	Evet / Hayır	
6	Faz-nötr gerilimi	 V	

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.3. AŞIRI AKIM RÖLELERİ

Aşırı akım röleleri; elektrik motorlarını, tesisatları ve devre elemanlarını aşırı yük ve kısa devre gibi durumlarda oluşabilecek yüksek akımlara karşı koruyan önemli güvenlik elemanlarıdır. Elektrik teknisyeninin motor koruma devrelerini doğru kurabilmesi için aşırı akım rölelerinin çalışma prensibi, görevleri, çeşitleri, devre bağlantıları, ayar kademeleri ve güvenli kontrol yöntemlerini iyi bilmesi gerekir.

3.3.1. Aşırı Akım Rölesinin Çalışması

Bir elektrik güç sisteminde **aşırı akım**, beklenenden daha büyük bir elektrik akımı bulunduğunda aşırı ısı üretilmesi ve bunun da yangın veya ekipman hasarına yol açılması durumudur. Aşırı akıma sebep olan nedenler aşırı yük, yanlış tasarım veya topraklama hatasıdır.

Akım koruma rölesi, sistemlerin akımını ölçmesi ve ölçülen akım değerlerinin ayarlanan seviyenin üstünde olması durumunda sistemleri kapatması için tasarlanmış cihazdır.

Aşırı akım röleleri, özellikle elektrik motorlarını aşırı yüklenmelere karşı koruyarak ömrünü uzatmaya katkısı olduğu için motor korumada yaygın olarak kullanılır.

3.3.2. Aşırı Akım Rölesinin Görevleri

Aşırı akım rölesi, özellikle elektrik motorlarının çalışması sırasında belirlenen akım değerinin üzerinde bir akımın gelmesi durumunda devreyi keserek yüksek ısı ve yanmalara karşı motoru ve devreyi korur.

Motorların ilk kalkış anında kısa süreli ani akım yükselmeleri olabilmektedir. Aşırı akım rölesinin devreye girmesinde kısa bir gecikme süresi planlanır. Aşırı akımın devamlı olması durumunda röle devreye girer. Kısa süreli anlık yükselmelerde röle devreye girmez.

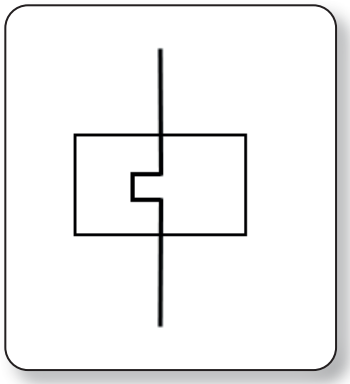
3.3.3. Aşırı Akım Rölelerinin Çeşitleri

Aşırı akım röleleri iki çeşittir.

Termik Aşırı Akım Rölesi

Termik aşırı akım rölesi, elektrik motorlarını ve tesisatlarını uzun süreli aşırı yüklenmelere (aşırı akım) ve bunun sonucunda oluşabilecek tehlikeli aşırı ısınmalara karşı korumak amacıyla tasarlanmış elektromekanik bir güvenlik elemanıdır.

Termik röle içerisinde uzama katsayıları farklı iki metal çiftinin birleştirilmesi ile oluşan bimetal eleman bulunur. Bimetal elemanın üzerine ısıtma bobini sarılır. Böylece aşırı akımların oluşması durumunda ısıtma bobini aşırı ısınarak bimetal elemanın genleşmesine ve dolayısıyla uzama katsayısı küçük olan metal yönünde bükülmesine neden olur. Sonuç olarak aşırı akımların oluşturduğu ısı etkisi mekanik harekete dönüşerek normalde kapalı kontakları açar, açık kontakları kapatır. Böylece motorun enerjisinin zarar görmesini engeller. Termik aşırı akım rölesinin, devre sembolü Görsel 3.10'da görülmektedir.



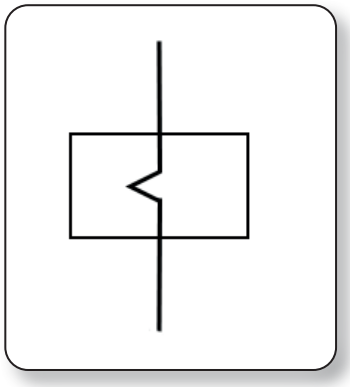
Görsel 3.10: Termik aşırı akım rölesi sembolü

Manyetik Aşırı Akım Rölesi

Manyetik aşırı akım rölesi, elektrik tesisatlarını ve motorları aniden oluşan çok yüksek akımlara ve özellikle kısa devre durumlarına karşı koruyan manyetik alan prensibi ile çalışan elektromekanik bir güvenlik elemanıdır. Bu röle, akımın oluşturduğu **manyetik alan etkisi** ile çalıştığı için manyetik olarak adlandırılır.

Manyetik aşırı akım rölesinin içinde bir elektromıknatıs (bobin) bulunur. Devreden normal akım geçtiğinde manyetik alan zayıftır. Akım aniden çok yükseldiğinde (örneğin kısa devre olduğunda) manyetik alan çok güçlenir. Elektromıknatıs hareketli bir mekanizmayı çeker. Kontaktör veya şalter açılarak devrenin enerjisi kesilir.

Manyetik aşırı akım rölesinin elektrik devre sembolü Görsel 3.11'de görülmektedir.



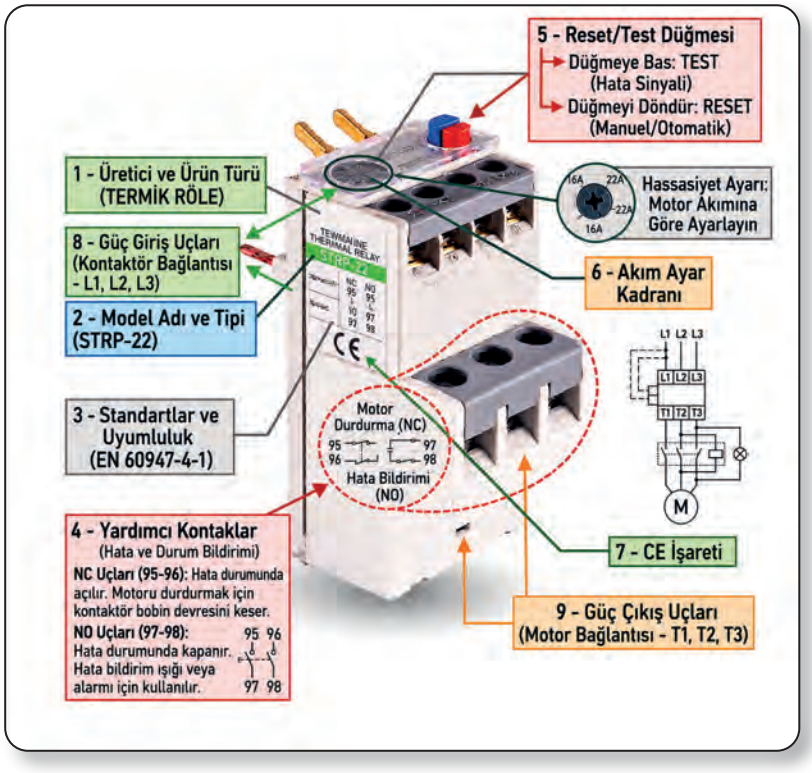
Görsel 3.11: Manyetik aşırı akım rölesi sembolü

3.3.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri

Aşırı akım rölesi motor devresine seri olarak bağlanır. Böylece motor üzerinden geçen akım röle üzerinden de geçer. Motorun çalışması sırasında oluşan aşırı akım, röle üzerinden de geçtiği için röle kontakları açılır ve motor akımı kesilir. Böylece motor korunmuş olur.

3.3.5. Röle Üzerinde Bulunan Ayar Kademeleri

Rölelerin üzerinde doğru şekilde kullanılması, ayarların yapılabilmesi vb. durumlar için yol gösterici teknik bilgiler yer almaktadır. Görsel 3.12'de bir termik aşırı akım rölesinin ayar kademeleri ve teknik bilgileri görülmektedir.



Görsel 3.12: Termik aşırı akım rölesinin ayar kademeleri ve teknik bilgileri

3.3.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları

Aşırı akım röleleri test edilirken iş güvenliği kurallarına dikkat edilmelidir. 3.2.6. numaralı konu başlığında verilen rölelerin montaj ve kontrolünde dikkat edilecek güvenlik kurallarına, aşırı akım rölelerinin kontrollerinde de riayet edilmelidir (127-128. sayfa).

3. SIRA SİZDE

Bir elektrik motorunun nominal akımı 12 A'dır. Motoru korumak için kullanılan aşırı akım rölesinin ayar değeri yanlışlıkla 20 A olarak ayarlanmıştır. **Bu durum motorun güvenliği açısından ne gibi riskler oluşturabilir? Kısaca açıklayınız.**

.....

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.3.7. Aşırı Akım Rölelerinin Kontrolü

Aşırı akım rölelerinin motorları güvenilir şekilde koruyabilmesi için belirli aralıklarla kontrol edilmesi ve ayarlarının doğrulanması gerekir.

Aşırı Akım Rölesi Kontrol Adımları

Aşırı akım rölesinin çalışma durumunu değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen kontrol işlemleri sırasıyla uygulanmalıdır.

Fiziksel ve Görsel Kontrol: Röle gövdesinde yanık izi, çatlama, erime, renk değişimi veya mekanik hasar olup olmadığı incelenir. Bimetal plakalarda herhangi bir deformasyon olup olmadığı gözlemlenir. Ayrıca bağlantı terminallerinin gevşek olup olmadığı kontrol edilir. Gevşek bağlantılar, ark oluşumuna ve aşırı ısınmaya yol açacağından rölenin bağlantı terminallerinin sıkılığı kontrol edilmeli, gerekiyorsa terminaller yeniden sıkılmalıdır.

Test Butonuyla Manuel Kontrol (Mekanik Test): Aşırı akım rölesinin mekanik olarak işlevini yerine getirip getirmediğini anlamak amacıyla, cihaz üzerinde yer alan test butonuna basılır. Bu işlem sırasında, normalde kapalı olan NC (95-96) kontağının konum değiştirerek açılıp açılmadığı ve buna bağlı olarak motoru besleyen kontaktörün enerjisini kesip kesmediği (bırakıp bırakmadığı) gözlemlenir. Bu işlem sırasında kontaktörün enerjisiz kalarak bırakması beklenir. Böylece rölenin koruma mekanizmasının fiziksel olarak çalışıp çalışmadığı doğrulanmış olur.

Avometreyle Kontrol

- Ölçmeye başlanmadan önce rölenin ve bağlı bulunduğu devrenin enerjisi tamamen kesilmeli ve panoda enerji olmadığı teyit edilmelidir.
- Avometre (multimetre), direnç ölçüm konumuna veya kısa devre / sesli uyarı (buzzer) kademesine getirilir.
- **95-96 NC (Normalde Kapalı) Kontak Testi:** Normal çalışma durumunda röle atmamışken 95-96 terminalleri arasında süreklilik bulunmalıdır. Bu durumda avometre ses vermeli veya sıfıra yakın direnç değeri göstermelidir. Test butonuna basılarak röle açtırıldığında ise sürekliliğin kesilmesi ve avometrenin ses vermemesi beklenir. Bu durum NC kontağın doğru çalıştığını gösterir.
- **97-98 NO (Normalde Açık) Kontak Testi:** Normal durumda bu kontak arasında süreklilik bulunmamalıdır. Avometre ses vermemeli veya yüksek direnç göstermelidir. Test butonuna basıldığında ise kontak kapanmalı, avometre ses vermeli veya düşük direnç değeri göstermelidir. Bu sonuç NO kontağın sağlıklı çalıştığını gösterir.

Akım Ayar Kontrolü: Aşırı akım rölesinin koruma görevini doğru şekilde yerine getirebilmesi için akım ayar değeri, koruma altına alınan motorun elektriksel sınırlarına göre ayarlanmalıdır. Röle üzerindeki ayar skalası incelenir ve ayarlanan değer, motor etiketinde belirtilen nominal akım değeri ile karşılaştırılır. Ayar değerinin gereğinden düşük olması gereksiz açmalara, yüksek olması ise motorun yeterince korunamamasına neden olabilir.

Reset (Sıfırlama) Butonu Kontrolü: Röle tarafından açma işlemi gerçekleştirildikten sonra cihaz, reset butonu kullanılarak tekrar çalışmaya hazır hâle getirilir. Reset butonuna basıldığında mekanizmanın normal konumuna dönüp dönmediği kontrol edilir. Ayrıca rölenin manuel veya otomatik reset modunda çalışıp çalışmadığı da doğrulanmalıdır. Manuel modda röle, reset butonuna basılmadan eski hâline dönmezken otomatik modda belirli bir süre sonra kendiliğinden normal konuma geçebilir.

3. UYGULAMA

Uygulama Adı: Aşırı Akım Rölesinin Kontrolü

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Termik aşırı akım rölesi üzerindeki bağlantı uçlarını ve ayar elemanlarını kullanarak röleyi kontrol edebilmek

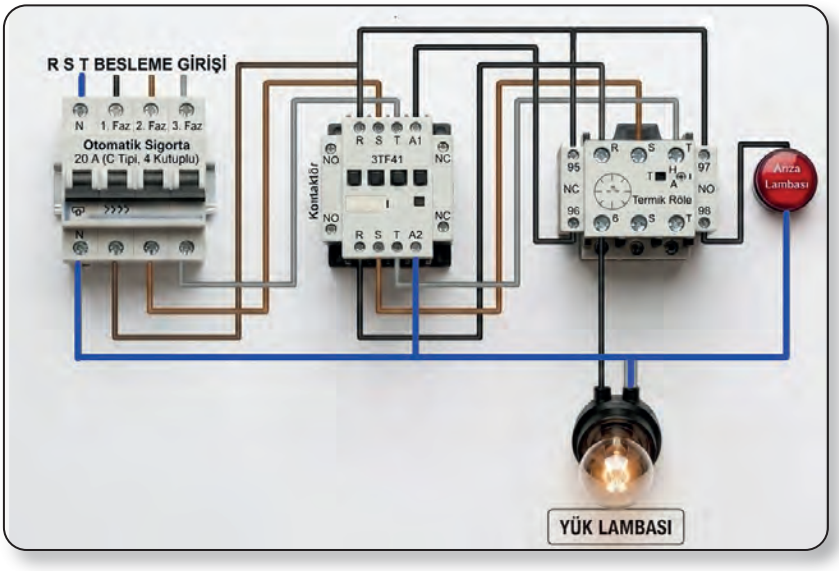
Malzeme Listesi

- Eğitim panosu
- Otomatik sigorta
- Kontaktör
- Termik aşırı akım rölesi
- Yük lambası
- Start butonu
- Stop butonu
- Çalışma lambası
- Arıza lambası
- Dijital avometre
- İzoleli tornavida
- Bağlantı kabloları
- Yalıtkan eldiven

İşlem Basamakları

Görev: Görsel 3.13'te gösterilen aşırı akım rölesinin kontrolünü yapmanız beklenmektedir.

1. Pano enerjisinin kesik olduğunu kontrol ediniz.
2. Sigorta, kontaktör ve termik röleyi gözle kontrol ediniz.
3. Topraklama bağlantısını kontrol ediniz.
4. Termik röle akım ayarını kontrol ediniz.
5. 95-96 NC kontağını ölçünüz.
6. 97-98 NO kontağını ölçünüz.
7. Start butonuna basınız.
8. Stop butonuna basınız.
9. Test butonuna basınız.
10. Çalışma lambasını kontrol ediniz.
11. Arıza lambasını kontrol ediniz.
12. Reset butonuna basınız.
13. Yukarıdaki durumlara göre sonuçları ölçüm tablosuna kaydediniz.
14. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Kullanılmayacak hâle gelen iletkenleri geri dönüşüm kutusuna atınız.



Görsel 3.13: Aşırı akım rölesi kontrolünün yapılması

Aşağıdaki gözlem tablosuna sonuçları işleyerek yorumlayınız.

İşlem No.	Kontrol Noktası	Beklenen Sonuç	Gözlem	Sonuç
1	Topraklama hattı	Bağlantı vardır.		
2	95-96 NC kontak	Süreklilik vardır.		
3	97-98 NO kontak	Süreklilik yoktur.		
4	Start butonu	Kontaktör çeker.		
5	Yük lambası	Lamba yanar.		
6	Test butonu	Röle devreye girer.		
7	Çalışma lambası	Çalışma lambası söner.		
8	Arıza lambası	Arıza lambası yanar.		
9	Reset butonu	Sistem normale döner.		

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.4. AŞIRI GERİLİM RÖLELERİ

Aşırı gerilim röleleri; elektrik tesisatlarını ve elektrikli cihazları gerilim dalgalanmalarına, faz hatalarına ve düşük / yüksek gerilim durumlarına karşı koruyan önemli güvenlik elemanlarıdır. Elektrik tesisatlarının güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde korunabilmesi adına; aşırı gerilim rölelerinin çalışma prensipleri, işlevleri, çeşitleri, devre bağlantıları, ayar kademeleri ve emniyetli kontrol yöntemleri hakkında eksiksiz bir bilgi birikimine sahip olunması zorunludur.

3.4.1. Aşırı Gerilim Rölesinin Çalışması

Gerilim koruma röleleri (GKR), elektrik sistemlerindeki gerilim dalgalanmalarını takip ederek, daha önce belirlenmiş üst ve alt sınır değerlerinin dışına çıkıldığında elektrik enerjisini keser.

3.4.2. Aşırı Gerilim Rölesinin Görevleri

GKR'nin görevi cihazları ve sistemi gerilim dalgalanmalarına karşı korumaktır. Bunun için sürekli olarak üzerinden geçen gerilimi takip eder (ölçer). Ölçtüğü gerilim değerleri ile daha önce belirlenmiş olan nominal çalışma gerilimi

değerlerini karşılaştırır. Bunun sonucunda nominal değerlerin dışında bir gerilim değeri meydana geldiğinde elektrik enerjisini kesip sistemi veya cihazları korur.

3.4.3. Aşırı Gerilim Rölelerinin Çeşitleri

Gerilim koruma rölesi farklı amaçlar ve değişken devreler üzerindeki kullanımlarına göre adlandırılır. Gerilim ayar aralığı, faz sıralama kontrolü, çekmede ya da açmadaki gecikme seçimine göre farklı çeşitlere ayrılır. Gerçekleştirdiği fonksiyonlara göre GKR çeşitleri aşağıdaki gibidir.

- Faz Yokluğu Koruması Rölesi
- Faz Sırası Koruması Rölesi
- Ayarlanabilir Gerilim Koruması Rölesi
- Aşırı ve Düşük Gerilim Koruması Rölesi

3.4.4. Rölelerin Devreye Bağlantı Şekilleri

Aşırı gerilim koruma röleleri, şebeke gerilimini sürekli ölçerek ayarlanan yüksek veya düşük voltaj seviyelerinde devreyi keser. Genellikle pano rayına monte edilen bu cihazlar, tesisatın ana girişine (sigorta kutusu girişi), fazlar ve nötr arasına **paralel** olarak bağlanır. Faz hatları röle üzerinden geçirilerek yükü korur.

3.4.5. Röle Üzerinde Bulunan Ayar Kademeleri

GKR'nin doğru kullanılması ve kontrolünün yapılabilmesi için üzerinde bulunan ayar kademelerindeki verilere dikkat edilmelidir (Görsel 3.14).

GKR'nin üzerindeki ayar kademelerinin açıklamaları aşağıdaki gibidir.

Aşırı Gerilim Sınırı (U>): Sistemdeki gerilim, potansiyometre ile ayarlanan değerin (Görsel 3.14'te ~470 V) üzerine çıktığında röle hata verir.

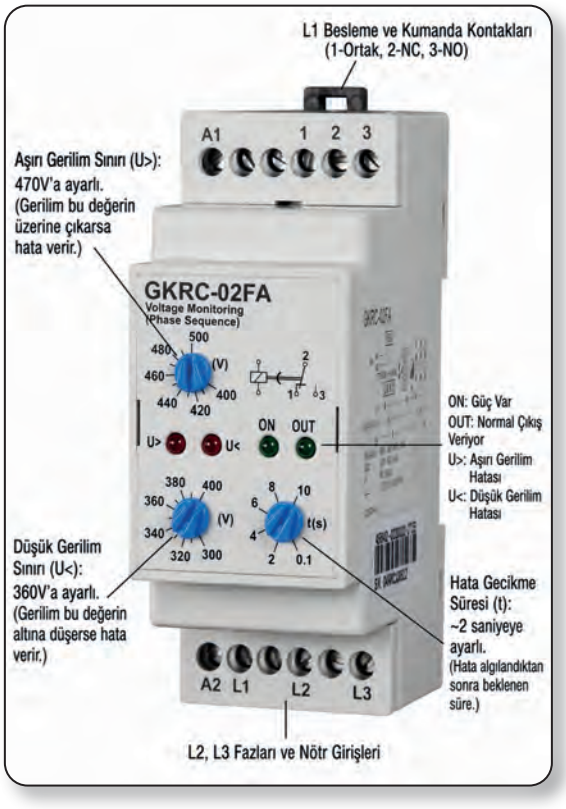
Düşük Gerilim Sınırı (U<): Sistemdeki gerilim, potansiyometre ile ayarlanan değerin (Görsel 3.14'te tam 360 V) altına düştüğünde röle hata verir.

Hata Gecikme Süresi (t): Voltaj hatası algılandıktan sonra rölenin çıkışı kesmek için ne kadar süre beklemesi gerektiğini (Görsel 3.14'te 2 saniye) belirler.

LED Göstergeler: ON cihazda güç olduğunu, **OUT** normal çalıştığını, **U>** aşırı gerilim hatası olduğunu, **U<** ise düşük gerilim hatası olduğunu gösterir.

L1 Besleme ve Kumanda Kontakları: Cihazın güç beslemesi ile sistemin elektriğini kesen kontak uçlarının bulunduğu üst terminallerdir.

L2, L3 Fazları ve Nötr Girişleri: Üç fazlı sistemin diğer fazlarının ve nötr hattının bağlandığı ölçüm giriş terminalleridir.



Görsel 3.14: GKR ayar kademeleri

3.4.6. Röle Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları

3.2.6. numaralı konu başlığında verilen rölelerin montaj ve kontrolünde dikkat edilecek güvenlik kurallarına, GKR kontrollerinde de riayet edilmelidir (127-128. sayfa).

4. SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz. **Her bir ifadenin doğru veya yanlış olduğuna karar veriniz. Doğru ifadelerin karşısına (D), yanlış ifadelerin karşısına (Y) yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadelerin doğrusunu ilgili alana yazınız.**

Sıra No.	İfade	D / Y	Yanlış ise Doğrusu
1	Aşırı gerilim röleleri, elektrik tesisatlarını yüksek ve düşük gerilim durumlarına karşı korur.		
2	GKR, gerilim değerlerini sürekli izleyerek önceden belirlenmiş sınırlarla karşılaştırır.		
3	Gerilim koruma rölesi yalnızca aşırı yüksek gerilim durumlarında çalışır.		
4	Gerilim değeri belirlenen sınırlar dışına çıktığında GKR devreyi keserek sistemi korur.		
5	GKR'nin temel görevi devredeki kaçak akımları algılamaktır.		
6	Aşırı gerilim koruma röleleri pano rayına monte edilerek kullanılabilir.		
7	GKR bağlantılarında faz ve nötr uçları ölçüm amacıyla kullanılır.		
8	Aşırı Gerilim Sınırı (U>) ayarı, sistemde izin verilen en düşük gerilim değerini belirler.		
9	Düşük Gerilim Sınırı (U<) ayarı, gerilimin alt sınırını belirlemek için kullanılır.		
10	Hata Gecikme Süresi (t), hata algılandıktan sonra rölenin çıkışı kesmeden önce bekleyeceği süreyi belirler.		
11	ON LED'i cihazın enerjili olduğunu gösterir.		
12	OUT LED'i rölenin normal çalışma durumunda olduğunu gösterir.		

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.4.7. Aşırı Gerilim Rölelerinin Kontrolü

Aşırı gerilim rölelerinin (gerilim koruma rölelerinin) elektrik tesisatlarını ve bağlı cihazları güvenli şekilde koruyabilmesi için belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir. Yapılan kontroller sayesinde rölenin doğru çalışıp çalışmadığı, ayar değerlerinin sistem gereksinimlerine uygun olup olmadığı ve olası arızaların bulunup bulunmadığı değerlendirilebilir. Kontrol işlemleri sırasında cihazın fiziksel durumu, ayar kademeleri, LED göstergeleri ve röle çıkışlarının çalışma durumu incelenir.

Görsel Kontrol ve Ayar Doğrulama

Kontrole başlanmadan önce rölenin dış yüzeyinde çatlak, kırık, yanık izi, aşırı ısınma belirtisi veya bağlantı terminallerinde gevşeklik olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ardından cihaz üzerindeki minimum gerilim, maksimum gerilim, faz sırası ve gecikme süresi gibi ayar değerlerinin korunan sistemin özelliklerine uygun olup olmadığı doğrulanmalıdır. Yanlış ayarlanan eşik değerleri, rölenin gereksiz açma yapmasına veya tehlikeli durumlarda devreyi koruyamamasına neden olabilir.

LED Göstergelerinin Kontrolü

Aşırı gerilim rölelerinde bulunan LED göstergeler, sistemin çalışma durumu hakkında kullanıcıya anlık bilgi verir. Cihazın modeline göre göstergelerin işlevleri farklılık gösterebilmekle birlikte genellikle enerji durumu, röle çıkışı, aşırı gerilim, düşük gerilim ve faz hatası gibi durumlar LED'ler aracılığıyla izlenebilir.

LED göstergeler düzenli olarak kontrol edilerek sistemin normal çalışıp çalışmadığı değerlendirilmelidir. Örneğin enerji LED'inin yanmaması besleme geriliminin olmadığını veya cihazda bir arıza bulunduğunu gösterebilir. Benzer şekilde arıza LED'inin sürekli yanması, sistemde gerilim sınırlarının dışında bir durumun meydana geldiğini gösterir.

Test ve Doğrulama

Rölenin ayarlarının doğruluğunu ve koruma fonksiyonlarının çalışıp çalışmadığını doğrulamanın en etkili yolu kontrollü test uygulamalarıdır. Bu amaçla ayarlanabilir bir gerilim kaynağı kullanılarak röleye farklı gerilim değerleri uygulanabilir. Gerilim değeri, ayarlanan minimum ve maksimum sınırların dışına çıkarıldığında rölenin belirlenen gecikme süresi sonunda devreyi kesmesi beklenir.

Test sırasında şu durumlar gözlemlenmelidir:

- Gerilim normal çalışma aralığında iken röle çıkışının aktif olması
- Gerilim ayarlanan üst sınırın üzerine çıktığında rölenin devreyi kesmesi
- Gerilim ayarlanan alt sınırın altına düştüğünde rölenin devreyi kesmesi
- Faz sırası koruma özelliği bulunan modellerde faz sırası değiştirildiğinde rölenin çıkış vermemesi
- Gerilim normal değerlere döndüğünde rölenin ayarlanan gecikme süresi sonunda tekrar devreye girmesi

Bu kontroller sonucunda rölenin ayarlanan sınır değerlerinde ve belirtilen sürelerde doğru şekilde çalıştığı doğrulanabilir. Düzenli olarak yapılan kontrol ve test işlemleri, elektrik tesisatlarının güvenliğini artırır, cihaz arızalarını azaltır ve sistemin kesintisiz çalışmasına yardımcı olur.

4. UYGULAMA

Uygulama Adı: Aşırı Gerilim Koruma Rölesinin Kontrolü ve Ayarlanması

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Aşırı gerilim koruma rölesi üzerindeki gerilim ve zaman eşik ayar potansiyometrelerini kullanarak cihazın nominal ve hata durumlarındaki çalışma fonksiyonlarını güvenli bir şekilde kontrol ve test etmek

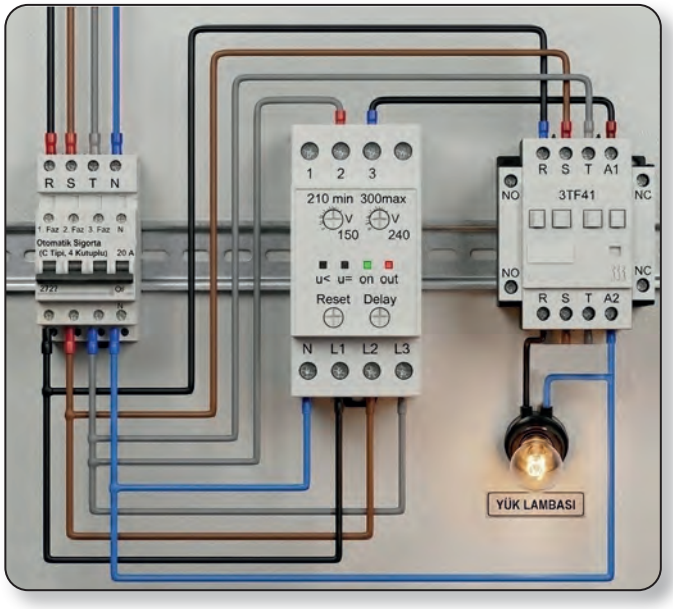
Malzeme Listesi

- Eğitim panosu
- Aşırı gerilim koruma rölesi (GKR)
- Otomatik sigorta
- 230 V yük lambası
- Dijital avometre
- İzoleli tornavida
- Bağlantı kabloları
- Yalıtkan eldiven

İşlem Basamakları

Görev: Görsel 3.15'te gösterilen aşırı gerilim koruma rölesinin kontrolünü yapmanız beklenmektedir.

1. Pano enerjisinin kesik olduğunu kontrol ediniz.
2. Otomatik sigorta ve GKR'yi gözle kontrol ediniz.
3. L1, L2, L3 ve N giriş bağlantılarını kontrol ediniz.
4. GKR'nin 2 ve 3 numaralı çıkış uçlarını kontrol ediniz.
5. Yük lambası bağlantısını kontrol ediniz.
6. GKR üzerindeki ayar kademelerini inceleyiniz.
7. Sisteme enerji veriniz.
8. ON ve OUT göstergelerini kontrol ediniz.
9. Yük lambasını gözlemleyiniz.
10. Faz sırası veya gerilim hatası durumu oluşturunuz.
11. Yük lambasını tekrar gözlemleyiniz.
12. Sistemi normal duruma getiriniz.
13. Sonuçları aşağıdaki ölçüm tablosuna işleyiniz.
14. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Kullanılmayacak hâle gelen iletkenleri geri dönüşüm kutusuna atınız.



Görsel 3.15: Aşırı gerilim rölesi kontrolünün yapılması

Aşağıdaki gözlem tablosuna sonuçları işleyerek yorumlayınız.

İşlem No.	Kontrol Noktası	Beklenen Sonuç	Gözlem	Sonuç
1	GKR girişleri	Bağlantılar doğrudur.		
2	Röle çıkışı	Bağlantı var.		
3	ON göstergesi	ON göstergesi yanar.		
4	OUT göstergesi	OUT göstergesi yanar.		
5	Yük lambası	Lamba yanar.		
6	Hata durumu	Röle çıkışı keser.		
7	Yük lambası	Lamba söner.		
8	Normal duruma dönüş	Lamba tekrar yanar.		

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

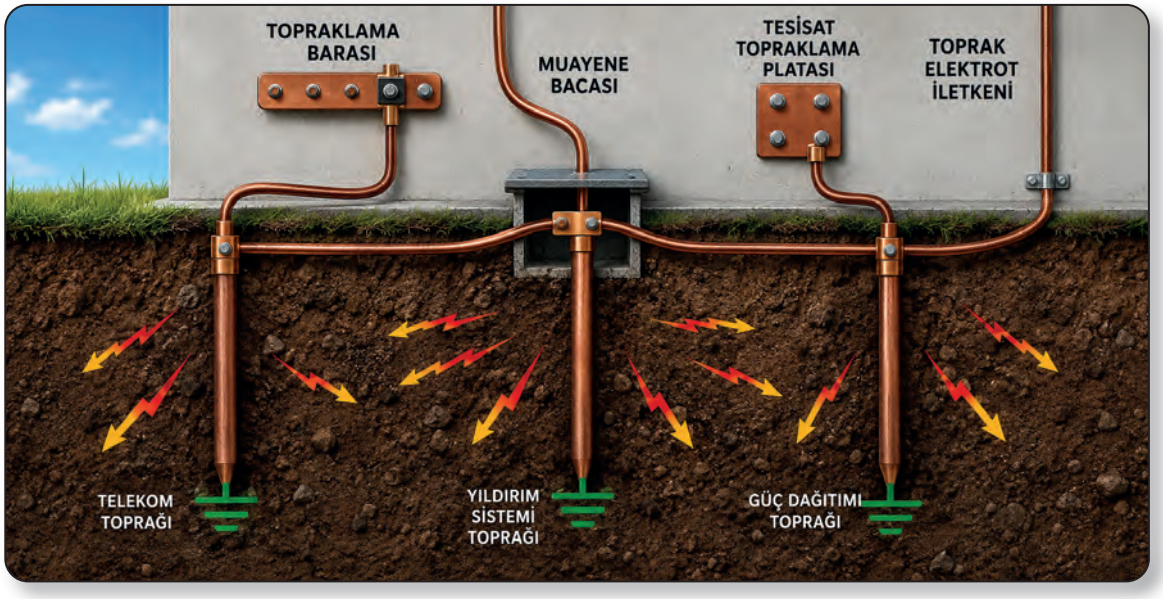
3.5. TOPRAKLAMA

Elektrik tesisatlarında güvenliğin sağlanması ve elektrik kaynaklı tehlikelerin önlenmesinde topraklama sistemleri önemli bir yere sahiptir. Topraklama uygulamaları; insanları elektrik çarpmasına karşı korumaya, elektrikli cihazların güvenli çalışmasını sağlamaya ve tesisatın güvenilirliğini artırmaya yardımcı olur. Güvenli ve standartlara uygun tesisat kurabilmesi için topraklamanın tanımı, önemi, çeşitleri, tesisatta kullanılan elemanlar ve sık karşılaşılan arızalar konusunda yeterli bilgiye sahip olması gerekir. Ayrıca güvenli çalışma kuralları, topraklama kontrol yöntemleri ve uygulama çalışmalarıyla teorik bilgilerin pekiştirilmesi amaçlanmaktadır.

3.5.1. Topraklamanın İşlevi

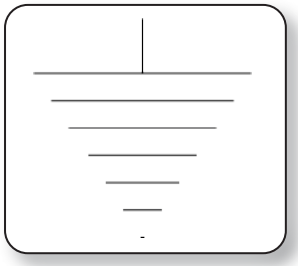
Topraklama, işletme akım devresinin bir noktasının veya bir tesisin akım taşımayan iletken kısımları ile toprak arasında iletken bir bağlantı kurmak olarak tanımlanabilir. Elektriksel devrelerde ve cihazlarda oluşabilecek aşırı gerilimlerin güvenli bir şekilde toprağa iletilmesi işlemidir.

Bir toprak elektrodu (topraklama kazığı, topraklama levhası vb.) iletken bir parça olarak toprağa gömülür ve toprak ile elektriksel bir bağlantı oluşturur (Görsel 3.16).



Görsel 3.16: Topraklama tesisatı

Topraklama, insanların elektrik çarpmasına karşı korunmasında en önemli güvenlik uygulamalarından biridir. Elektrikli cihazların metal gövdelerinde meydana gelebilecek kaçak akımların güvenli bir şekilde toprağa aktarılmasını sağlar. Doğru şekilde yapılmış bir topraklama, sigorta ve kaçak akım rölesi gibi koruma elemanlarının etkin çalışmasına yardımcı olur. Yıldırım düşmesi veya şebekede oluşan ani gerilim yükselmeleri sonucunda meydana gelen tehlikeli gerilimlerin etkisini azaltır. Konutlarda, iş yerlerinde, sanayi tesislerinde ve enerji üretim sistemlerinde elektrik güvenliğinin temel unsurlarından biri olarak kullanılmaktadır. Topraklamanın elektrik devrelerinde kullanılan sembolü Görsel 3.17'deki gibidir.



Görsel 3.17: Elektrik devresinde topraklama sembolü

3.5.2. Topraklamanın Elektrik Tesisatlarındaki Önemi

Topraklama; enerji üretim, iletim ve dağıtım şebekelerinde insan hayatı ve elektrikli cihazların korunması bakımından alınan çok etkili önlemlerden biridir. Topraklama, elektrik enerjisinin güvenli bir şekilde yönlendirilmesini sağlayan bir güvenlik önlemidir. Elektrik tesisatında oluşabilecek kaçak akımları, topraklama kablosu aracılığıyla toprağa ileterek insanları ve ekipmanları yüksek gerilimden korur. İnsanları, hayvanları ve elektrikli cihaz ve makineleri elektrik çarpmasına ve yangın riskine karşı korumak için yapılır.

3.5.3. Topraklama Çeşitleri

Topraklama uygulamaları, kullanım amacı ve sağladığı koruma işlevine göre farklı türlere ayrılır ve elektrik tesisatlarının güvenli, kararlı ve verimli çalışmasına katkı sağlar.

Koruma Topraklaması

Olası bir tehlike anında insanları ve diğer canlıları dokunma gerilimine karşı korumak için yapılan ek topraklama çeşididir. Elektronik aletlerin elektrik akımı geçen aktif kısımlarının yanında, akım geçmeyen ama olası bir kaçak durumunda akımı dokunma yolu ile insana iletme tehlikesi olan dış metal kısımlarının da topraklanmasıdır. Metal çitler, tanklar, yürüyen merdivenler gibi insanların temas etmesi beklenen bütün metal yüzeyler koruma topraklamasına dâhildir.

İşletme Topraklaması

İşletmelerde elektrik akım değerinin istenen değerlerde olması için yapılan topraklama çeşididir. Alçak gerilim şebekelerinde sistem ile toprak arasındaki gerilimin belirli bir değerin üzerine çıkmaması için yapılırken orta ve yüksek gerilim şebekelerinde uygulanan yöntem ülke yönetmeliklerine göre değişiklik gösterir. Söz konusu şebekelerde topraklama işlemi, bir direnç üzerinden veya doğrudan topraklama şeklinde yapılabilmektedir.

Fonksiyon Topraklaması

Belirgin bir amaca yönelik yapılan topraklama çeşididir. Telekomünikasyon ve elektronik cihazlarda sinyal kalitesini korumak ve elektromanyetik parazitleri önlemek için yapılan topraklamadır. Yıldırımdan korunma sistemleri, raylı ulaşım şebekeleri, baz istasyonları, telekomünikasyon tesisleri, bilgisayar sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır.

3.5.4. Topraklama Tesisatında Kullanılan Elemanlar

Topraklama tesisatının güvenli ve etkin bir şekilde çalışabilmesi için farklı görevler üstlenen çeşitli iletken, bağlantı ve elektrot elemanları kullanılır.

Topraklama Çubukları (Elektrotlar): Toprağa dikey olarak gömülen, genellikle bakır kaplama veya galvanizli çelikten yapılan çubuklardır.

Topraklama Şeridi (Galvaniz): Genellikle 30x3,5 mm ebatlarında, temel topraklamalarında yatay olarak kullanılan galvanizli çelik şeritlerdir.

Topraklama İletkeni (Kablo): Cihazların gövdesini topraklama elektroduna bağlayan, genellikle sarı-yeşil renkli, çok damarlı bakır kablolardır.

Topraklama Barası (Levhası): Bağlantıların yapıldığı, panolarda bulunan iletken metal baralardır.

Bağlantı Klemensleri ve Ekipmanları: Şerit-çubuk veya kablo-şerit bağlantılarını sağlayan, korozyona dayanıklı klemensler ve cıvatalardır.

Zemin İyileştirme Malzemeleri (Zemin Elektroliti): Toprak direncinin yüksek olduğu yerlerde, toprağın iletkenliğini artırmak için kullanılan özel kimyasal tozlar veya beton katkılarıdır.

3.5.5. Topraklama Hattında Sık Görülen Arızalar

Topraklama hattında sık görülen arızaların sebep ve sonuçları Tablo 3.2'de görülmektedir. Topraklama hattı çekilirken arızaların meydana gelmemesi için bu durumlara dikkat etmek gerekir.

Tablo 3.2: Topraklama Hattında Sık Görülen Arızalar

Arıza Türü	Sebep	Sonuç
Topraklama iletkeni ve bağlantı hataları	Gevşek bağlantı, kopuk hat, paslı veya boyalı temas yüzeyleri	Topraklama sürekliliği bozulur, arıza akımı toprağa iletilemez.
Yüksek topraklama direnci	Yetersiz elektrot, kuru zemin, hatalı uygulama	Koruma zayıflar, kaçak ve arıza akımları etkili şekilde uzaklaştırılamaz.
Nötr-toprak bağlantı hataları	Nötr ve toprak hatlarının yanlış noktada birleştirilmesi	Kaçak akım rölesi hatalı çalışır, gövdelerde gerilim oluşabilir.
Yetersiz veya eksik topraklama	İnce kesitli iletken kullanımı, cihazların topraklanmaması	Elektrik çarpması ve yangın riski artar.
Ölçüm ve sistem kontrol eksiklikleri	Topraklama ölçümü yapılmaması, sistemlerin düzensiz bağlanması	Koruma durumu bilinmez, sistem güvenliği düşer.

5. SIRA SİZDE

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. **Topraklamanın elektrik tesisatlarındaki temel amacı nedir?**

   .....

   .....

   .....

2. **Koruma topraklaması ile fonksiyon topraklaması arasındaki temel fark nedir?**

   .....

   .....

   .....

3. **Topraklama tesisatında kullanılan topraklama iletkeni (kablo) ne işe yarar?**

   .....

   .....

   .....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

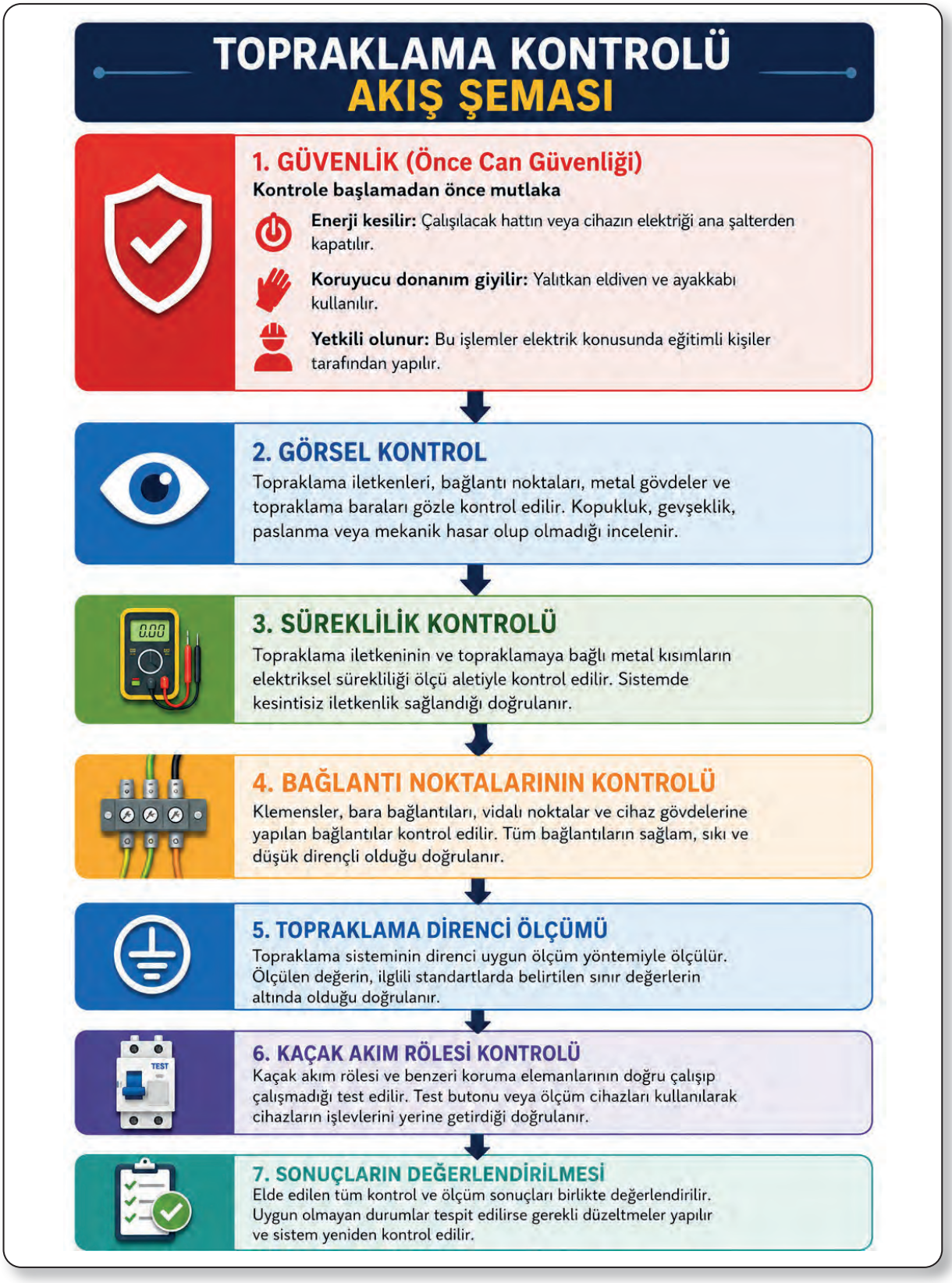
3.5.6. Topraklama Kontrolünde Dikkat Edilecek Güvenlik Kuralları

Topraklama kontrolü sırasında güvenli çalışma; **enerji kontrolü**, **kişisel koruma**, **doğru ölçüm** ve **çalışma disiplini** esaslarına dayanır.

1. **Enerji Güvenliği:** Çalışmaya başlanmadan önce ilgili tesisat enerjisiz hâle getirilmeli ve tekrar enerjilenmeye karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
2. **Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı:** Çalışma sırasında yalıtkan eldiven, uygun iş ayakkabısı ve gerekli diğer koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
3. **Ölçüm ve Ekipman Güvenliği:** Kullanılan ölçüm cihazlarının sağlam, kalibrasyonu yapılmış ve uygun yöntemle kullanılıyor olması gerekir.
4. **Çalışma Alanı Güvenliği:** Ölçüm yapılan alan kontrol altına alınmalı, yetkisiz kişilerin girişine izin verilmemelidir.
5. **Tesisat Kontrolü:** Topraklama iletkenlerinin sürekliliği, bağlantı noktalarının sağlamlığı ve sistemin genel durumu kontrol edilmelidir.
6. **Çevresel Koşullar:** Nemli ve ıslak ortamlarda çalışırken elektrik çarpması riskine karşı ekstra dikkat gösterilmelidir.
7. **Kayıt ve Periyodik Kontrol:** Yapılan ölçümler kayıt altına alınmalı ve belirli aralıklarla tekrar edilmelidir.

3.5.7. Topraklama Bağlantıları ve İşlev Kontrolü

Topraklama bağlantıları ve işlev kontrolü Şema 3.1'deki akış şemasına göre yapılmalıdır.



Şema 3.1: Topraklama kontrolü akış şeması

5. UYGULAMA

Uygulama Adı: Yetersiz Topraklama Tespiti

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Yetersiz topraklama durumlarını tespit ederek kaçak akım rölesinin çalışma durumunu değerlendirmek

Malzeme Listesi

- Örnek makine sistemi
- Multimetre
- Topraklama ölçüm cihazı (varsa)
- Kaçak akım rölesi bulunan pano
- İzole eldiven
- Yalıtkan paspas

İşlem Basamakları

Görev: Atölyede kullanılan metal gövdeli bir makinede, kullanıcıları hafif düzeyde elektrik çarpması ve kaçak akım rölesinin devreye girmemesi gibi bazı arızalar tespit edilmiştir. Ayrıca atölyede ortamın bazen nemli olması, topraklama bağlantısının gevşemesi ve topraklama direncinin yüksek çıkması gibi durumlar da gözlenmiştir. Bu atölyedeki (Görsel 3.18) sorunları, verilen işlem basamaklarını takip ederek güvenli bir şekilde gidermeniz beklenmektedir.

1. İzole eldiveni takınız, enerjiyi kesiniz.
2. Yalıtkan paspası makine sisteminin yanında yere koyunuz.
3. Örnek makine sistemini görsel olarak kontrol ediniz.
4. Multimetre ile gövde-kaçak kontrolü (ölçümü) yapınız.
5. Topraklama bağlantılarını kontrol ediniz.
6. Topraklama ölçüm cihazı ile topraklama direncini ölçünüz.
7. KAR test butonunu kontrol ediniz.
8. Sonuçları aşağıdaki ölçüm tablosuna işleyiniz.
9. Sorunların nedenlerini belirleyerek çözüm önerileri geliştiriniz.
10. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz.



Görsel 3.18: Topraklaması yetersiz yapılan cihazlar

Aşağıdaki ölçüm tablosuna sonuçları işleyerek yorumlayınız.

İşlem No.	Kontrol Noktası	Durum	Ölçüm	Yorum
1	Ortam durumu			
2	Gövdede kaçak kontrolü			
3	Topraklama bağlantısı			
4	Topraklama direnci			
5	KAR çalışması			

Değerlendirme

Uygulama sürecindeki başarı ölçütlerinizi ve puanlama detaylarını görmek için aşağıdaki karekodu okutunuz. Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Çalışmanızı tamamladıktan sonra da aşağıdaki karekodu okutup öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Analitik dereceli puanlama anahtarı

Öz değerlendirme formu

3.6. ARIZA RAPORLAMA

Elektrik tesisatlarında koruma elemanlarının (sigorta, röle vb.) devreye girmesi bir risk durumunun sonucudur. Önemli olan, bu koruma elemanlarını harekete geçiren temel sorunu tespit etmek ve kayıt altına almaktır.

3.6.1. Arıza Kavramı

Arıza; bir elektrik devresinin veya cihazın, tasarlanan normal çalışma standartlarının dışına çıkması, işlevini kısmen ya da tamamen yerine getirememesi durumudur. Elektrik teknolojisinde arıza olgusu; yalnızca bir lambanın ışık vermemesi, elektrik motorunun devreye girmemesi veya sigortanın sürekli olarak atması gibi belirgin işlev kayıplarıyla (çalışmama) sınırlandırılmamalıdır. Bunların yanı sıra sistemde meydana gelen aşırı ısınma, normalin dışında gürültü oluşumu, can ve mal güvenliği açısından risk teşkil edebilecek tüm olağan dışı durumlar da arıza kapsamında değerlendirilmektedir.

3.6.2. Elektrik Devrelerinde Sık Görülen Arıza Türleri

Elektrik devrelerinde en yaygın arızalar şunlardır:

Kısa Devre Arızası: Faz hattının nötr veya toprakla doğrudan temas etmesi sonucu aşırı akımın oluşmasıdır.

Açık Devre Arızası: Devrede kopukluk oluşması sonucu akımın geçmemesidir.

Aşırı Yüklenme: Devrelere kapasitelerinin üzerinde cihaz bağlanması vb. nedenler, sistemden belirlenmiş sınır değerlerin üzerinde akım çekilmesine yol açar. Bu durum da kabloların ve devre elemanlarının aşırı ısınmasına neden olur.

Yalıtım Hataları: Kablo izolasyonunun bozulması veya sıvı teması nedeniyle akımın istenmeyen yollardan (örneğin cihaz gövdesinden) toprağa akması durumudur.

Bağlantı Hataları: Gevşek veya yanlış bağlantı yapılması sonucu ark oluşması durumudur. Klemens vidalarının yeterince sıkıştırılmaması sonucu ortaya çıkan ısınma ve kıvılcımlar bu arıza türüne örnek olarak verilebilir.

3.6.3. Arıza Raporunun Bölümleri

Bir arıza raporu şu üç temel bölümden oluşur:

Bulgu: Sorunun dışarıdan nasıl göründüğüdür. Örnek: C16 sigorta sürekli atıyor. Motor gövdesinde elektrik var.

Neden: Arızanın kaynağıdır. Örnek: Priz hattına bağlı fırın rezistansı gövdeye kaçak yapıyor.

Çözüm Önerisi / İşlem: Sorunu gidermek için yapılan veya yapılması gereken işlemdir. Örnek: Rezistans değiştirildi, yalıtım (izolasyon) testi yapıldı.

3.6.4. Arıza Raporunda Kullanılacak Teknik Dil ve Semboller

Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Günlük dil yerine teknik terimler kullanılmalıdır.
- Standart elektrik sembolleri tercih edilmelidir.
- Gereksiz uzun cümlelerden kaçınılmalıdır.

Örnek Teknik İfadeler

- Gerilim yok.
- Devrede süreklilik yok.
- Kısa devre tespit edildi.

Bir rapor yazılırken bozulmuş, yanmış gibi genel ifadeler yerine teknik terimlerin kullanılması gerekir.

Nominal akım, kısa devre akımı, eşik değer, izolasyon direnci, amper, ark, volt vb. terimler ve sembolleri kullanılmalıdır. Kullanılması gereken terim ve semboller Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Arıza Raporunda Kullanılacak Terimler ve Sembolleri

Terim	Sembol / Gösterim
Gerilim	V
Akım	I
Direnç	R (Ω)
Kısa devre	K.D.
Açık devre	∞
Kaçak akım	IΔ
Aşırı yük	I > In
Süreklilik	0 Ω

Tablo 3.4: Elektrik Devresinde Kullanılan Elemanlar ve Sembolleri

Eleman	Sembol
Sigorta	F
Motor	M
Lamba	L
Anahtar	S
Faz	L
Nötr	N
Toprak	PE

3.6.5. Arıza Raporunun Hazırlanması

Elektrik tesisatlarında ve elektrikli cihazlarda meydana gelen arızaların sistemli bir şekilde kayıt altına alınması, arıza nedenlerinin doğru belirlenmesi ve yapılan işlemlerin izlenebilmesi açısından önemlidir. Aşağıda örnek bir arıza kayıt ve teknik tespit formu verilmiştir. Temel arıza kayıt raporu örneği aşağıda (Form 3.1.) verilmiştir ancak kullanıcılara göre içerik kısmı geliştirilip değiştirilebilir.

Form 3.1: Arıza Kayıt ve Teknik Tespit Formu

ARIZA KAYIT VE TEKNİK TESPİT FORMU	
BÖLÜM	**BİLEŞENLER VE VERİ GİRİŞ ALANLARI**
1. KAYIT BİLGİLERİ	Kayıt No: ..... Tarih: ..... / ..... / 202... Arızayı Bildiren: ..... Cihaz/Tesisat: ..... Konum (Mahal): .....
2. ARIZA BULGUSU	Gözlemlenen Durum [ ] Çalışmıyor [ ] Sigorta/KAR Atıyor [ ] Isınma/Koku [ ] Ark/Gürültü Arıza Detayı: .....
3. TEKNİK ÖLÇÜM	Gerilim (V): ..... V (Faz-Nötr / Faz-Faz) Akım (A): ..... A (Yük altındaki akım) Yalıtım Direnci (Ω): ..... Ω (Toprak-Nötr direnci) Süreklilik Testi: [ ] Uygun [ ] Hat Kopuk (Buzzer)
4. ANALİZ VE NEDEN	Hata Türü [ ] Kısa Devre [ ] Aşırı Yük [ ] Gevşek Bağlantı [ ] Yalıtım Hatası Teknik Analiz: .....
5. ÇÖZÜM VE İŞLEM	Yapılan İşlem: ..... Değişen Parça: .....
6. SONUÇ VE ONAY	Sistem Durumu: [ ] Güvenli ve Çalışır [ ] Onarım Bekliyor Kontrol: [ ] Koruma Elemanları Test Edildi [ ] Kaçak Akım Kontrolü

Örnek Arıza Kayıt Raporu: Aşağıda Form 3.2'de örnek bir arıza kayıt ve teknik tespit formu görülmektedir.

Form 3.2: Arıza Kayıt Raporu

ARIZA KAYIT VE TEKNİK TESPİT FORMU	
FORM ALANI	**TEKNİK KAYIT VE AÇIKLAMALAR**
Arıza Kayıt No	2026 / 001
Tarih	02 / 03 / 2026
Yer / Bölüm	1. Atölye / B Panosu
Arızayı Bildiren	A** A**
Bildirilen Arıza	Kaçak akım rölesi (KAR) sürekli açma yapıyor.
Arıza Bulgusu	Kaçak akım rölesi resetlenemiyor, manuel kurulmaya çalışıldığında anında açma (trip) yapıyor.
Yapılan Ölçümler	Nötr ve toprak hattı arasında avometre (buzzer modu) ile yapılan kontrolde süreklilik (0 Ω) tespit edildi.
Tespit Edilen Neden	Buat kutusu içerisindeki nötr iletkeninin yalıtımı fiziksel hasar görmüş ve toprak hattına temas ederek kaçak oluşturmaktadır.
Uygulanan Çözüm	İş güvenliği gereği ana şalterden enerji kesildi. Buat bağlantıları standartlara uygun şekilde düzenlendi, hasarlı klemensler yenilendi.
Son Kontrol	Enerji verildi; KAR üzerindeki T (Test) butonuna basılarak mekanik çalışma doğrulandı, sistemin kararlı çalıştığı görüldü.
Kontrol Eden	A** D** (Elektrik Teknisyeni) İmza:

3.6.6. Arıza Raporlamada Yapılan Yaygın Hatalar

Arıza raporlarının doğru, eksiksiz ve anlaşılır şekilde hazırlanması, arızanın nedeninin belirlenerek ve benzer sorunların tekrar yaşanmaması açısından büyük önem taşır. Arıza raporlamalarında karşılaşılan yaygın hatalar aşağıda açıklanmıştır.

Teknik Olmayan Belirsiz İfadeler Kullanmak

Arıza raporlarında kullanılan ifadeler açık, net ve teknik açıdan doğru olmalıdır. Belirsiz ifadeler, arızanın gerçek nedeninin anlaşılmasını zorlaştırır. Örneğin "Elektrik gitti." yerine "L1 fazında gerilim yok. (0 V ölçüldü.)", "Sigorta attı." yerine ise "C16 otomatik sigorta aşırı yük nedeniyle açma yaptı." ifadeleri kullanılmalıdır.

Ölçüm Verisi Yazmamak

Arıza tespitinde yapılan ölçümler, raporun en önemli kanıtlarını oluşturur. Ölçüm sonuçları mutlaka rapora eklenmelidir. "Devre kontrol edildi." veya "Her şey normal!" gibi ifadeler yerine "Faz-nötr arası 230 V ölçüldü." ya da "Topraklama direnci 8 Ω olarak ölçüldü." gibi somut ölçüm sonuçları yazılmalıdır.

Neden-Sonuç İlişkisi Kurmamak

Arıza raporlarında sadece sonucu belirtmek yeterli değildir. Arızaya neden olan temel sebep de açıklanmalıdır. Örneğin "Sigorta kaldırıldı." ifadesi yerine "Sigortanın atma nedeni priz hattındaki aşırı yük olarak tespit edildi." şeklinde yazılmalıdır. Benzer şekilde, "Cihaz çalıştırıldı." yerine "Arıza giderildikten sonra devre test edilerek tekrar devreye alındı." ifadesi tercih edilmelidir.

Eksik Rapor Yazmak

Eksik hazırlanan raporlar teknik açıdan yetersiz kabul edilir ve arızanın izlenebilirliğini ortadan kaldırır. Her arıza raporunda en az üç temel bilgi bulunmalıdır: bulgu, neden ve çözüm. Bu bölümlerden herhangi birinin boş bırakılması raporun etkinliğini azaltır.

Güvenlik Bilgilerini Belirtmemek

Arıza giderme sürecinde alınan güvenlik önlemleri raporda mutlaka belirtilmelidir. Güvenlik kayıtları iş sağlığı güvenliği ve hukuki sorumluluk açısından önemlidir. Örneğin "Çalışma öncesinde ana şalter kapatıldı.", "Enerjisiz ortamda ölçüm yapıldı." ve "Yalıtkan eldiven kullanıldı." gibi bilgiler raporda yer almalıdır.

Tahmine Dayalı Yorum Yapmak

Teknik raporlar tahminlere değil ölçüm ve test sonuçlarına dayanmalıdır. "Muhtemelen kablo yanmış." veya "Büyük ihtimalle motor arızalı." gibi ifadeler yerine "Kablo süreklilik testi sonucunda açık devre tespit edildi." ya da "Motor sargı direnci ölçümünde kopukluk bulundu." şeklinde doğrulanmış bilgiler yazılmalıdır.

Standart Format Kullanmamak

Arıza raporlarının belirli bir formatta hazırlanması gerekir. Standart bir raporlama yönteminin kullanılması; raporların karşılaştırılmasını kolaylaştırır, takip edilebilirliği artırır ve kurumsal düzenin sağlanmasına katkıda bulunur.

Teknik Terim ve Sembolleri Kullanmamak

Elektrik alanında kullanılan teknik terimler ve semboller, mesleki iletişimin önemli bir parçasıdır. Raporlarda uygun teknik ifadeler kullanılmalıdır. Örneğin "Motor çalışmıyor." ifadesi yerine "M1 motoruna enerji gelmiyor." ifadesi daha doğru ve profesyonel bir kullanım olacaktır.

Arıza Sonrası Test Yapmamak

Arıza giderildikten sonra sistemin doğru çalıştığını doğrulamak amacıyla test yapılmalıdır. Test yapılmadan işlem tamamlanmış sayılmaz. "Bu nedenle tamir edildi." yerine "Onarım sonrası devre yük altında test edildi ve normal çalıştığı doğrulandı." şeklinde bir ifade kullanılmalıdır.

Kayıt Tutmamak ve Arşivlememek

Arıza kayıtları, gelecekte oluşabilecek benzer arızaların çözümünde önemli bir bilgi kaynağıdır. Tüm arıza raporları eksiksiz olarak doldurulmalı, tarih ve rapor numarası verilerek düzenli şekilde arşivlenmelidir. Böylece bakım süreçlerinin takibi kolaylaşır ve kurumsal hafıza oluşturulur.

6. SIRA SİZDE

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. **Bir arıza raporunda bulunması gereken üç temel bölüm nedir?**

.....

.....

.....

2. **Sigorta attı. ifadesi yerine kullanılabilecek daha teknik bir ifade yazınız.**

.....

.....

.....

3. **Arıza giderildikten sonra neden test yapılmalıdır?**

.....

.....

.....

4. **Arıza raporlarında ölçüm sonuçlarının belirtilmesi neden önemlidir?**

.....

.....

.....

5. **Elektrik devrelerinde sık görülen iki arıza türü yazınız.**

.....

.....

.....

6. **Kısa devre arızası nedir?**

.....

.....

.....

7. **Açık devre arızası nedir?**

.....

.....

.....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

6. UYGULAMA

Uygulama Adı: Elektrik Tesisatlarında Arıza Tespiti ve Teknik Raporlama

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Elektrik devrelerinde meydana gelen yaygın arıza türlerini test cihazları vasıtasıyla güvenli bir şekilde saptamak ve elde edilen ölçüm verilerini teknik dil, terim ve sembolleri kullanarak standart bir arıza kayıt formuna eksiksiz raporlamak

Malzeme Listesi

- Eğitim panosu (Öğretmen tarafından arıza oluşturulmuş şekilde olacaktır.)
- Otomatik sigorta
- Kaçak akım rölesi
- Dijital avometre
- İzoleli tornavida
- Bağlantı kabloları
- Yalıtkan eldiven
- Boş arıza kayıt ve teknik tespit formu (Form 3.1)

İşlem Basamakları

Görev: Senaryoya göre bir okul koridorunda bulunan aydınlatma devresinde arıza meydana gelmiştir. Koridordaki lambalar yanmamakta ve kullanıcılar aydınlatma sisteminin çalışmadığını bildirmektedir. Sizden, öğretmen tarafından düzenlenen uygulama panosundaki bu senaryoya uygun arızayı verilen işlem basamaklarını takip ederek güvenli bir şekilde tespit edip raporlamanız beklenmektedir.

1. Pano enerjisinin kesik olduğundan emin olunuz.
2. KKD kullanımını kontrol ediniz.
3. Devre elemanlarını gözle kontrol ediniz.
4. Sigorta ve röle durumlarını kontrol ediniz.
5. Faz-nötr gerilimini ölçünüz.
6. Süreklilik testi yapınız.
7. Topraklama bağlantısını kontrol ediniz.
8. Arıza bulgusunu kayıt altına alınız.
9. Arızanın nedenini analiz ediniz.
10. Çözüm önerisini yazınız.
11. Son kontrol testlerini yapınız.
12. Arıza kayıt formunu doldurunuz.
13. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz.

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyunuz. Cümledeki ifade doğru ise parantez içine (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Sigorta kaçak akımı algılar.

2. (.....) KAR faz ve nötr akımı arasındaki farkı ölçer.

3. (.....) Aşırı akım rölesi sadece kısa devrede çalışır.

4. (.....) Aşırı gerilim rölesi voltajı sürekli izler.

5. (.....) Aşırı gerilim rölesi sadece yüksek gerilimde çalışır.

6. (.....) Topraklama insan güvenliği için yapılır.

7. (.....) Açık devrede akım akmaz.

8. (.....) Kısa devrede akım çok düşüktür.

9. (.....) Sigorta paralel bağlanır.

10. (.....) 30 mA KAR insan koruma içindir.

11. (.....) 300 mA KAR yangın koruma içindir.

12. (.....) Topraklama direnci yüksek olmalıdır.

13. (.....) Gevşek bağlantılar ısınmaya neden olur.

14. (.....) Aşırı akım rölesi motorları korur.

15. (.....) Aşırı gerilim rölesi düşük gerilimde de devreyi kesebilir.

16. (.....) Açık devrede direnç sonsuzdur.

17. (.....) Süreklilik varsa direnç sıfıra yakındır.

18. (.....) Gerilim rölesi faz sırasını kontrol edebilir.

19. (.....) Sigorta kısa devreyi engeller.

20. (.....) KAR olmadan da kaçak akım güvenle kesilebilir.

Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşlukları, cümlenin bağlamını ve teknik doğruluğunu dikkate alarak en uygun ifadelerle doldurunuz.

21. Sigorta devreye ..... bağlanır.

22. Sigortadan anma akımı üzerinde ..... sigorta devreyi keser.

23. Aşırı gerilim rölesi ..... değerini kontrol eder.

24. Avometrede süreklilik testi için ..... modu kullanılabilir.

25. Aşırı akım rölesinin termik bölümü ..... yüklere karşı koruma sağlar.

26. Topraklama hattı ile meydana gelen bir kaçak akım güvenli şekilde ..... iletilir.

27. Aşırı akım rölesi ..... korur.

28. Aşırı gerilim rölesi tesisatı gerilim ..... karşı korur.

29. Otomatik sigortalar açtıktan sonra tekrar..... getirilebilir.

30. Topraklama iletkeni elektrik tesisatlarında genellikle..... renkle gösterilir.

31. Süreklilik varsa direnç ..... olur.

32. Gevşek bağlantılar ..... oluşturur.

33. Aşırı gerilim rölesi düşük veya ..... gerilimde çalışır.

34. Topraklama direnci ..... olmalıdır.

35. Sigorta attığında devre ..... olur.

36. İzolasyon hatasında akım ..... akar.

37. Aşırı gerilim rölesi genellikle ..... bağlanır.

38. Faz sırası hatası ..... rölesi ile kontrol edilir.

39. Aşırı akım rölesi ..... akımı algılar.

40. KAR devreyi ..... açar.

Aşağıdaki gerçek hayat senaryolarını ve teknik vaka analizlerini inceleyiniz. Karşılaşılan problemleri çözmek, arıza tespiti yapmak veya sistem tasarımı geliştirmek amacıyla yöneltilen soruları boş bırakılan alanlara net ve teknik bir dille cevaplayınız.

41. Bir priz hattına aynı anda klima, elektrikli ısıtıcı ve bilgisayar bağlanmıştır. Bir süre sonra sigorta atmıştır. **Bu senaryoda arıza türü nedir, neden olmuştur ve buna çözüm öneriniz nedir?**

.....

.....

42. Kaçak akım rölesi (KAR) bulunmayan bir tesiste, makinenin metal gövdesine dokunan bir kişi elektrik akımına kapılmıştır. **Bu senaryoda problem nedir, risk nedir, çözüm nedir?**

.....

.....

43. Bir motor çalışırken sürekli aşırı akım rölesi atmaktadır. **Buna göre olası nedenler nelerdir ve hangi kontrol yapılmalıdır?**

.....

.....

44. Gerilim dalgalanmalarının yaşandığı bir işletmede, hat üzerindeki sigortalar açma yapmadığı hâlde elektronik cihazlar sık sık arızalanmaktadır. **Buna göre sorunun nedeni nedir, hangi koruma fonksiyonu eksiktir ve çözüm nedir?**

.....

.....

45. Topraklama direnci yüksek ölçülmüştür. **Bu ne anlama gelir ve buradaki risk nedir?**

.....

.....

46. Bir lambanın yanmadığı tespit edilmiştir. Ölçümde devrede süreklilik yoktur. **Buna göre arıza türü nedir ve sebebi ne olabilir?**

.....

.....

47. Bir devrede sigorta aniden atmakta ve yüksek akım oluşmaktadır. **Buna göre arızanın türü ve oluşma sebebi nedir?**

.....

.....

48. Bir hatta olması gerekenden daha yüksek amperli bir sigorta takılmıştır. **Bu durumun sonucu ve oluşabilecek risk nedir?**

.....

.....

49. KAR test butonuna basıldığında röle açmamaktadır. **Bu durum neyi gösterir ve sorunu gidermek için ne yapılmalıdır?**

.....

.....

50. Voltajın düşük ölçüldüğü ortamdaki bir cihaz düşük performansla çalışmaktadır. **Buna göre sorun nedir ve çözüm için ne yapılmalıdır?**

.....

.....

51. Bir pano bağlantı noktasında ısınma ve kıvılcım gözlemlenmiştir. **Bu durumun sebebi ve oluşabilecek risk nedir?**

.....

.....

52. Bir sistemde KAR vardır ancak topraklama zayıftır. **Bu durumda ne olur ve risk nedir?**

.....

.....

53. Bir makine normalden fazla akım çekmektedir. **Bu durumda sebep nedir ve hangi koruma fonksiyonu devreye girer?**

.....

.....

54. Bir teknisyen rapora "Cihaz bozuk!" yazmıştır. **Bu ifade neden hatalıdır ve doğrusu nasıl olmalıdır?**

.....

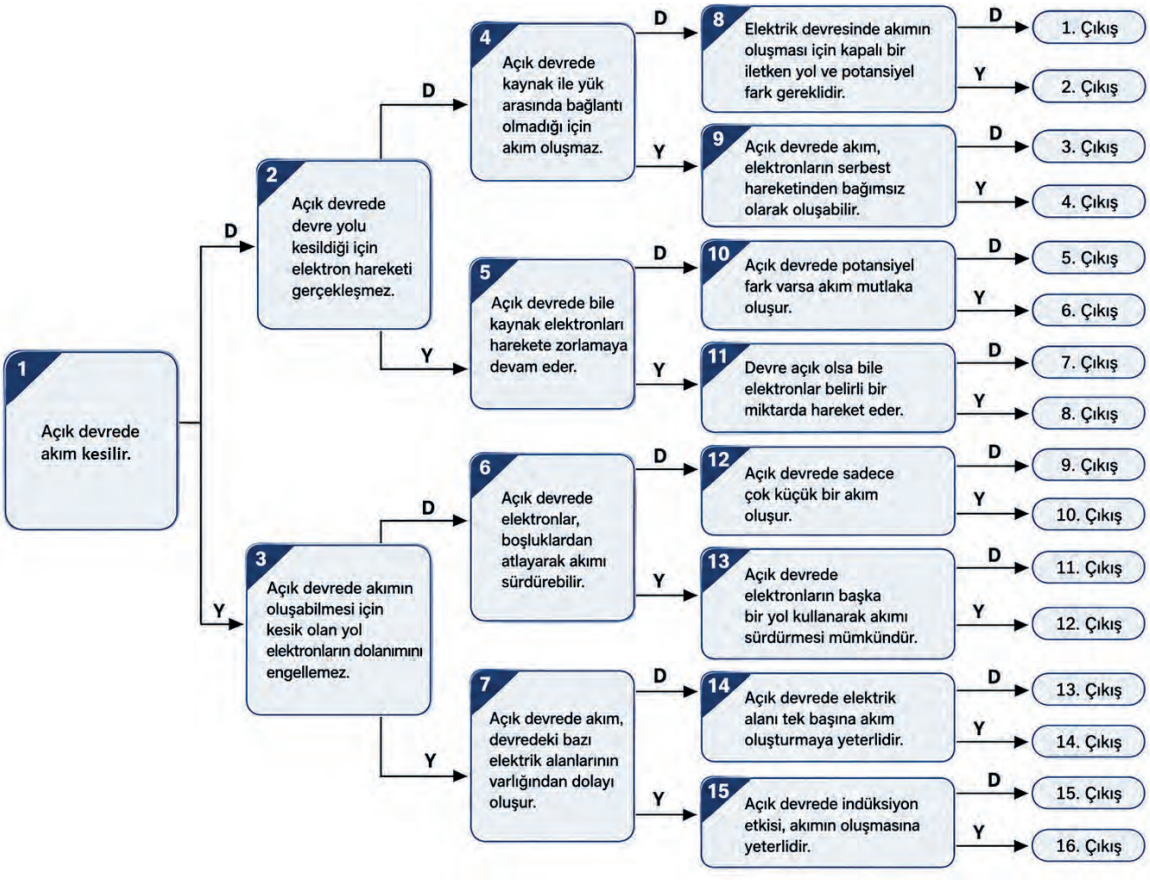
.....

55. Nemli ortamda çalışan bir cihazda kaçak oluşmuştur. **Bu durumda risk ve önlem nedir?**

.....

.....

56. Aşağıdaki şemada doğru (D) / yanlış (Y) önermeleri içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Verilen önermenin doğru olduğunu düşünüyorsanız D, yanlış olduğunu düşünüyorsanız Y seçeneğini işaretleyiniz. İlk önermeden başlayarak yapacağınız seçimlerle ve oklar yönünde ilerleyerek bir çıkış noktası belirleyiniz.

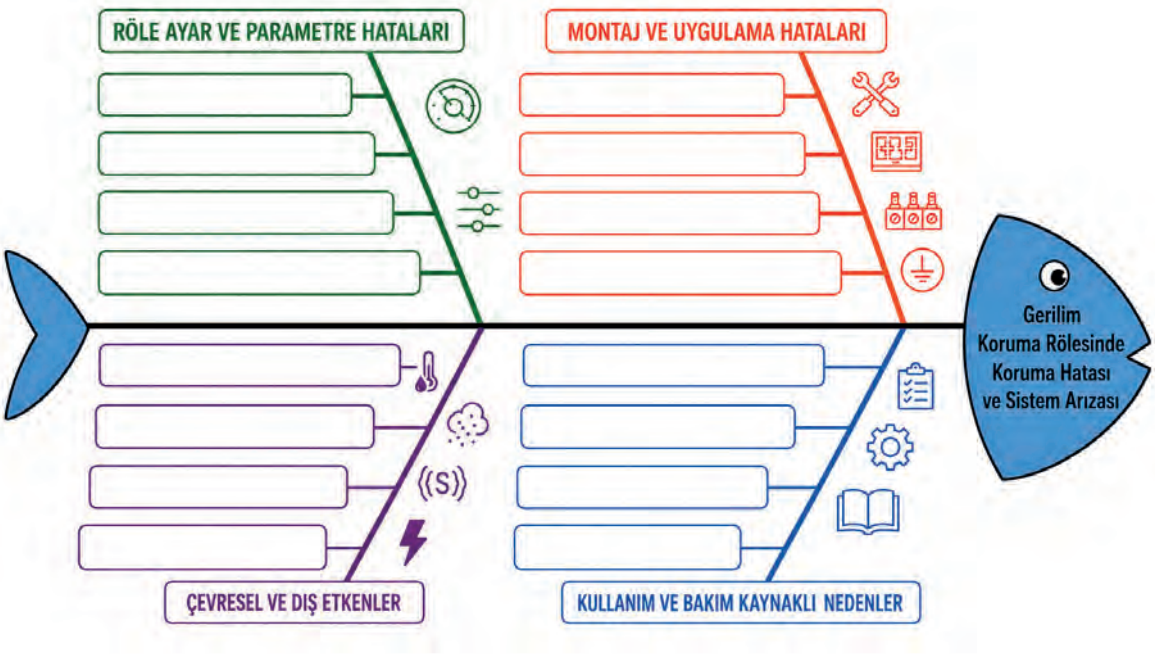


57. Aşağıdaki Venn şemasında, otomatik sigorta ile kaçak akım rölesi (KAR) karşılaştırılmaktadır. Bu iki koruma elemanının teknik özelliklerini analiz ederek; sadece otomatik sigortaya ait olan özellikleri A bölümüne, sadece kaçak akım rölesine ait olan özellikleri B bölümüne ve her ikisi için ortak olan özellikleri C bölümüne yerleştiriniz.



58. Bir elektrik panosunda kullanılan gerilim koruma rölesinin düşük gerilim, yüksek gerilim, faz kesilmesi veya faz sırası hatası durumlarında devreyi zamanında kesmediği tespit edilmiştir. Bu durum bağlı cihazların zarar görmesine, motorların düzensiz çalışmasına, aydınlatma ve priz devrelerinde gerilim kaynaklı arızaların meydana gelmesine neden olabilecek önemli bir güvenlik riski oluşturmaktadır.

Bu güvenlik riskine ve arızaya neden olabilecek faktörleri, aşağıda verilen ana kategorileri dikkate alarak balık kılçığı diyagramı üzerindeki ilgili bölümlere yerleştiriniz.



59. Aşağıdaki tabloda verilen koruma ve çalışma özelliklerini, ilgili elektrik devre elemanları ile eşleştiriniz. Her özelliğe karşılık gelen kavramın harfini belirleyerek alttaki cevap kutularına yazınız.

Özellik	Devre Elemanları
1. Aşırı akımda devreyi keser.	a) KAR
2. Kaçak akımı algılar.	b) Topraklama
3. Motoru aşırı akıma karşı korur.	c) Sigorta
4. Gerilim sınırlarını kontrol eder.	ç) Aşırı akım rölesi
5. Kaçak akımı toprağa iletir.	d) Aşırı gerilim rölesi
	e) Kontaktör

1.	2.	3.	4.	5.



4.

ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL ELEKTRİK DEVRELERİ

KONULAR

4.1. İLETKENLER VE EKLER

4.2. PRİZLERİN BAĞLANTISI VE MONTAJI

4.3. DUYLAR VE LAMBALAR

4.4. AYDINLATMA ANAHTARLARI

4.5. SEYYAR PRİZ MONTAJI

4.6. SEYYAR LAMBA MONTAJI

ANAHTAR KAVRAMLAR

- anahtar
- duy
- düz ek
- iletken uç
- klemens
- monofaze
- nötr
- polarite
- seyyar lamba
- seyyar priz
- süreklilik testi
- T ek
- topraklama
- trifaze

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- iletken çeşitlerini ve kesit-seçim ilişkisini tanımanız
- tek damarlı ve çok damarlı iletkenlerde düz ek ve T ek uygulamalarını yapmanız
- priz çeşitlerini, sembollerini, faz, nötr ve toprak iletkenlerini ve kablo renk kodlarını ayırt etmeniz
- adi, komütatör ve vaviyen anahtarların görevlerini ve bağlantı şemalarını açıklamanız, duy çeşitlerini tanımanız
- seyyar priz ve seyyar lamba uygulamalarında uygun kablo, fiş, priz ve duy seçimini yapmanız
- süreklilik, işlev, izolasyon ve polarite kontrollerini uygun ölçüm ve test yöntemleriyle yapmanız
- gevşek klemens, faz-toprak karışması ve diğer hatalı bağlantı durumlarının oluşturabileceği riskleri analiz etmeniz

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Evlerde, özellikle uzun koridor veya merdiven boşluklarında, bir lambayı iki farklı noktadan (girişten ve çıkıştan) açıp kapatabilmek günlük hayatta ne gibi faydalar ve güvenlik avantajları sağlar?**

.....

.....

.....

2. **Bir elektrik devresinde kablo ek yerlerinin veya klemens bağlantılarının gevşek bırakılması ya da tekniğine uygun yalıtılmaması durumunda, devrenin çalışması ve iş güvenliği açısından ne tür riskler oluşabilir?**

.....

.....

.....

3. **Günlük hayatta sıklıkla kullanılan seyyar priz ve lamba donanımlarının uzun ömürlü ve güvenli olması için bu donanımları oluşturan kablo, fiş, duy gibi malzemelerin seçiminde nelere dikkat edilmelidir?**

.....

.....

.....

4. **Ütü, fırın, çamaşır makinesi gibi yüksek güçle çalışan cihazların kablolarının, masa lambası veya şarj aleti kablolarına göre neden daha kalın ve dayanıklı olması gerekir?**

.....

.....

.....

4.1. İLETKENLER VE EKLER

Elektrik enerjisinin güvenli, verimli ve kesintisiz bir şekilde iletilmesi, modern yaşamın temel taşlarından biridir. Enerji taşımacılığının en kritik unsurları ise hiç şüphesiz iletkenlerdir. İletkenler, bir binanın içindeki prizden devasa bir enerji nakil hattına kadar her ölçekteki elektrik tesisatının omurgasını oluşturan, üzerlerinden elektrik akımının geçmesine olanak tanıyan teller veya kablolar olarak tanımlanabilir. Bir iletkenin varlığı tek başına yeterli değildir. Önemli olan, onun sistemin diğer elemanlarıyla doğru ve güvenli bir biçimde bütünleşmesidir. İşte bu noktada iletken çeşitleri, özellikleri ve bunlara uygulanan ek işlemleri devreye girer.

4.1.1. İletken Çeşitleri ve Özellikleri

Elektrikte iletken, elektrik akımını (elektron akışını) üzerinden geçirebilen malzemelere verilen genel addır. Fiziksel olarak bakıldığında atomlarının son yörüngesinde serbest elektron bulunduran maddeler iletken özelliği gösterir. **Elektrik tesisatı bağlamında iletken**, enerjiyi bir noktadan başka bir noktaya taşımak için kullanılan teller veya kablolardır.

Bir iletkenin kalitesi, elektrik akımına karşı gösterdiği direncin düşüklüğü ile ölçülür. Direnç ne kadar düşükse iletken o kadar iyidir ve enerji kaybı (ısı) o kadar az olur.

İletkenler, elektrik enerjisinin olduğu her yerde kullanılır. Kullanım alanları çok geniştir.

Enerji İletimi ve Dağıtımı: Yüksek gerilim hatları (elektrik direklerindeki kablolar), trafo merkezleri, şehir şebekeleri vb.

Bina İçi Tesisatlar: Konut, ofis, fabrika gibi yapıların iç tesisatı (priz, aydınlatma, anahtar bağlantıları) vb.

Elektrik-Elektronik Cihazlar: Beyaz eşyalar, bilgisayarlar, televizyonlar, makinelerin iç devreleri vb.

Topraklama Sistemleri: Can ve mal güvenliği için yapılan topraklama hatları vb.

Taşıtlar: Otomobil, uçak, gemi gibi araçların elektrik sistemleri vb.

İletkenler; yapıldıkları malzemeye, iletken (tel) sayısına ve yapısına, yalıtkan türüne ve kullanım amacına göre sınıflandırılır.

1. Yapıldıkları Malzemeye Göre Kablolar

Bakır İletkenler (Cu): En yaygın kullanılan iletken türüdür. Elektrik iletkenliği çok yüksektir, gümüşten sonra en iyi iletkendir. Esnektir, lehimlenmesi kolaydır ve oksitlenmeye karşı dayanıklıdır.

Alüminyum İletkenler (Al): Bakıra göre daha hafif ve daha ucuzdur ancak iletkenliği bakırın yaklaşık %60'ı kadardır. Aynı akımı taşımak için daha kalın kesitte kullanılmalıdır. Genellikle yüksek gerilim enerji nakil hatlarında (havai hatlar) tercih edilir.

Diğer Malzemeler: Çelik (mekanik dayanım için alüminyum iletkenlerin içinde taşıyıcı olarak), altın (korozyona dayanıklı olduğu için çok ince elektronik devrelerde) gibi malzemeler de özel durumlarda kullanılır.

2. İletken Sayısına Göre Kablolar

Elektrik kabloları, içerisinde bulunan iletken tel (damar) sayısına göre farklı isimler alır ve her biri farklı bağlantı türleri için üretilmiştir. Kablolar içerdiği iletkenlerin sayılarına göre tek telli ve çok telli olarak iki kısma ayrılır.

a) Tek Telli İletkenler (Monolitik / Solid): Tek bir kalın telden oluşur. Kesiti genellikle daire şeklindedir. Bükülmeye karşı dayanıklı değildir, tekrar tekrar bükülürse kırılır. Daha çok sabit tesisatlarda (bina içi gömülü hatlar) kullanılır (Görsel 4.1). Bu özellikleri nedeniyle tek telli (monolitik) iletkenler, mekanik zorlanmaların ve hareketin minimum olduğu, akım taşıma kapasitesinin istikrarlı kalması gereken alanlarda ilk tercihtir. Sıva altı tesisatlarda, boru içlerinde veya dağıtım panolarının sabit bağlantılarında yıllarca bozulmadan hizmet verebilir.



Görsel 4.1: Tek telli iletkenler

b) Çok Telli İletkenler (Stranded / Fleksibl): Birçok ince telin bir araya getirilip bükülmesiyle oluşur. İnce teller sayesinde çok esnektir ve titreşime dayanıklıdır. Taşınabilir cihazlarda (ütü, elektrikli süpürge), makinelerde ve hareketli yerlerde kullanılır (Görsel 4.2). Çok telli iletkenlerin yüksek esnekliği; ev aletlerinde, endüstriyel otomasyon sistemlerinde, robotik kollarda, sürekli titreşime maruz kalan otomotiv ve havacılık sektörlerinde kullanımını vazgeçilmez kılar.

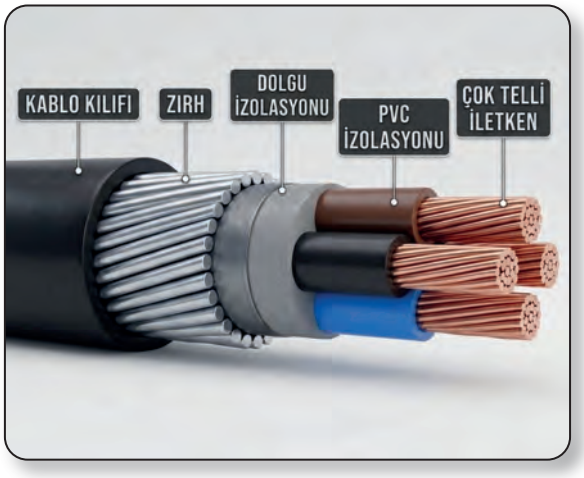


Görsel 4.2: Çok telli iletkenler

4.1.2. Kablolar ve Yapıları

Bir iletkenin etrafı yalıtkan bir malzeme ile kaplanırsa buna **kablo** denir. Kablolar şu katmanlardan oluşur (Görsel 4.3):

1. **İletken:** Elektriği taşıyan metal kısımdır (bakır veya alüminyum).
2. **Yalıtkan:** İletkeni dış etkenlerden ve temaslardan koruyan, akımın dışarı sızmasını önleyen plastik (PVC), kauçuk, XLPE (çapraz bağlı polietilen) gibi malzemelerdir.
3. **Dolgu (Gerektiğinde):** Çok damarlı kablolarda boşlukları doldurarak kabloya yuvarlak form kazandırır.
4. **Kablo Zırhı:** Kablonun en dış kılıfının altında yer alan, çelik tel veya şeritlerden oluşan ve kabloyu mekanik darbelere, ezilmeye, kemirgenlere ve dış basınca karşı koruyan metalik tabakadır.

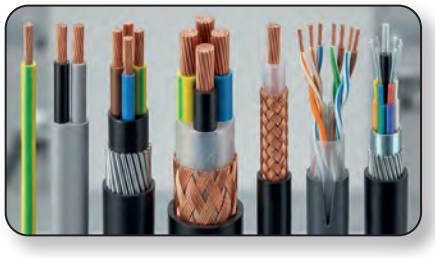


Görsel 4.3: Kablo yapısı

5. **Dış Kılıf (Koruyucu):** Tüm iç katmanları dış etkilerden (nem, darbe, kimyasal) koruyan en dış katmandır.

İletkenlerin Standart Kesitleri ve Kullanım Yerleri

İletken kesiti, iletkenin kalınlığını ifade eder ve mm² (milimetrekare) birimi ile gösterilir. Kesit büyüdükçe iletkenin taşıyabileceği akım (amper) miktarı artar. Görsel 4.4'te farklı kesit ve yapıdaki kablolar gösterilmiştir.



Görsel 4.4: Farklı kesit ve yapıdaki kablolar

Aşağıdaki Tablo 4.1'de en sık kullanılan standart kesitler ve tipik kullanım alanları verilmiştir.

Tablo 4.1: Kablo Kesitleri ve Kullanım Alanları

Kesit (mm^2)	Kullanım Alanları
0,5-0,75 mm^2	Çok zayıf akımlar (elektronik devreler, zil tesisatı, sensör kabloları)
1 mm^2	Eski tip aydınlatma tesisatlarında (Günümüzde minimum 1,5 mm^2 kullanılır.)
1,5 mm^2	Aydınlatma tesisatları (Lambalar ve avizeler; ev içi sabit tesisatta en çok kullanılan kesitlerdendir.)
2,5 mm^2	Priz tesisatları (Buzdolabı, çamaşır makinesi, televizyon gibi normal ev aletleri için standart priz hattı kesitidir.)
4 mm^2	Ani su ısıtıcıları (şofben), fırın, ocak gibi yüksek güçlü cihazların bağlantılarında veya uzun mesafe hatlarında gerilim düşümünü önlemek için
6 mm^2	Kombi, klima, elektrikli ocak gibi daha yüksek güçlü cihazlar ve apartman giriş panoları
10-16 mm^2	Apartman giriş kabloları, ana pano bağlantıları, şalt malzemeleri
16-25 mm^2	Bina ana kolon hatları, büyük makinelerin beslendiği panolar arası bağlantılar
25-630 mm^2 ve üzeri	Enerji nakil hatları (elektrik direkleri), trafo merkezleri, fabrika ana girişleri (Bu kesitler genellikle alüminyumdur.)

4.1.3. İletkenlerin Genel Özellikleri

İletkenler yapıldığı malzemenin yapısına göre faklı özellikler taşır. Bakır ve alüminyum iletkenlerin teknik özellikleri ve kullanım alanlarına ilişkin karşılaştırmalı bilgiler Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

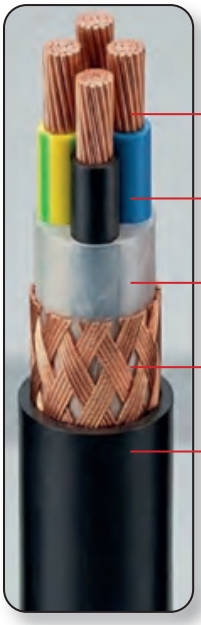
Tablo 4.2: Bakır ve Alüminyum İletkenlerinin Genel Özellikleri

Özellik	Bakır (Cu)	Alüminyum (Al)
İletkenlik	Yüksek (Referans)	Düşük (Bakırın ~%60'ı)
Ağırlık	Ağır	Hafif
Maliyet	Yüksek	Düşük
Esneklik	İyi (çok damarlıda çok iyi)	Daha kırılgan, esnekliği az
Kullanım Yeri	Bina içi tesisat, cihazlar	Enerji nakil hatları (havai hatlar)

Bu bilgiler, bir elektrik tesisatı projesinde hangi iletkenin nerede ve neden kullanılacağını anlamak için temel oluşturur. Doğru iletken seçimi, tesisatın güvenliği, verimliliği ve uzun ömürlü olması için önemlidir.

1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki kabloyu oluşturan bölümleri okların yanına yazınız.



Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

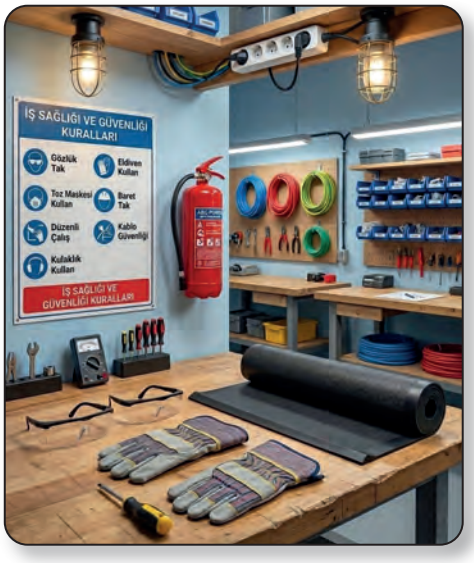
4.1.4. İletken Ucu Hazırlama

Çalışmaya başlanmadan önce atölyenin güvenliği ve düzeni sağlanmalıdır. Düzenli ve güvenli bir atölye iş kazalarını önleyen bir kalkan ve verimli çalışmayı sağlayan profesyonel bir disiplinin yansımasıdır (Görsel 4.5). Çalışma alanında aşağıdaki kontroller düzenli olarak yapılmalıdır.

Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD): Koruyucu gözlük, çalışma eldivenleri ve yalıtımlı mat kullanılmalıdır. Gözlük, sıyırma sırasında sıçrayabilecek yalıtkan parçalarına karşı gözleri korur. Eldivenler, kesici ağızlara karşı elleri korurken yalıtımlı mat olası bir kaçak akıma karşı güvenlik sağlar.

Atölye Düzeni: Çalışma tezgâhı temiz ve düzenli olmalıdır. Gereksiz malzemeler tezgâhtan kaldırılmalı, kullanılacak aletler düzenli bir şekilde hazır bulundurulmalıdır. Aydınlatma yeterli düzeyde olmalı, acil durum çıkışları ve yangın tüpü erişilebilir konumda bulunmalıdır.

Alet Kontrolü: Kullanılacak sıyırma pensi, krimp pensi ve diğer el aletlerinin yalıtkan saplarının sağlamlığı, ağız kısımlarının keskinliği kontrol edilmelidir.



Görsel 4.5: Düzenli ve temiz iş alanı

Kablo uçlarının hazırlanması sürecinde; kablo soyucu, terminal, sıkma pensesi gibi yardımcı ekipmandan faydalanılarak güvenli bir bağlantı sağlanır.

1. **Kablo Sıyırmada Kullanılan Kesici ve Kablo Soyucuları:** Kablo soyma işlemi, kablonun dış koruyucu kılıfı ve iç dolgu malzemesi kaldırıldıktan sonra ortaya çıkan yalıtımlı iletkenlerin, belirli bir uzunluk boyunca yalıtımlarının kesip atılarak iletken kısmın açığa çıkarılması işlemidir. Bu işlem sırasında Görsel 4.6'daki kablo soyma penseleri ve özel kesme makineleri kullanılır.



Görsel 4.6: Kablo soyucular ve kesiciler

2. **Terminaller:** Kablo uçlarının devre elemanlarına, klemens bloklarına veya bir başka iletkene sabitlenmesini sağlayan bağlantı parçalarına **terminal** adı verilir. Montaj teknolojilerine göre bu parçalar mekanik sıkıştırmalı veya lehimlemeye uygun yapıda tasarlanır. Mekanik sıkıştırma prensibiyle çalışan terminal grubu; standart geçmeli uçlar, yalıtkan kılıflı izoleli terminaller, uç uca ekleme sağlayan yüksükler, iğne uçlu (pin) modeller gibi geniş bir ürün yelpazesine sahiptir.

a) **Geçmeli Terminaller:** Elektrik devrelerinde kabloların klemenslere, anahtarlara veya diğer cihazlara hızlı, güvenli ve kolayca sökülüp takılabilir şekilde bağlanmasını sağlayan bağlantı elemanlarıdır. Sanayide ve atölyelerde yaygın olarak **kablo pabucu** adıyla da bilinir. Görsel 4.7'de düşük akımlarda kullanılan izolasyonlu ve izolasyonsuz geçmeli terminal çeşitlerinin bazıları gösterilmiştir.



Görsel 4.7: İzolasyonlu ve izolasyonsuz geçmeli terminal çeşitleri

b) **Yüksük Terminaller:** Çok damarlı iletkenlerin uç kısımlarını toparlayarak vidalı bağlantı noktalarına (klemenslere) girişi kolaylaştıran aparatlara **yüksük** adı verilir (Görsel 4.8). Tasarımları gereği izoleli veya çıplak (izolesiz) yapıda bulunabilir. Kablo ucuna montajı, mekanik bir sıkıştırma işlemi olan krimp yöntemiyle, yüksük penseleri veya endüstriyel makineler aracılığıyla yapılır. Bu elemanlar çoğunlukla 0,5 mm² ile 6 mm² aralığındaki kablo tiplerinde yüksek verimle kullanılır.

Yüksük terminaller, özellikle titreşimin olduğu veya bakım / onarım sırasında kablonun sık sık yerinden çıkarılması gereken bağlantı noktalarında tercih edilir.



Görsel 4.8: Yüksük terminaller

Temel Özellikleri ve Yapısı

Bağlantı Şekli: Bir **bağlantı ucu** ve bir **karşılık gelen** parçadan oluşur. Birbirine sıkıca geçerek elektriksel iletimi sağlar.

Montaj: Kabloya genellikle bir **pabuç sıkma pensi** yardımıyla mekanik olarak sıkıştırılarak (krimp yöntemi) monte edilir.

Malzeme: İletkenliği artırmak için genellikle bakır veya pirinçten üretilir, korozyona karşı kalay veya nikel ile kaplanır.

3. **Kablo Sıkma Penseleri:** Kablo sonlandırma işlemlerinde kullanılan yüksük, pin terminal, pabuç gibi parçaların iletkenle kalıcı olarak birleştirilmesini sağlayan el aletleri kablo sıkma pensesi olarak tanımlanır. Görsel 4.9'da en çok kullanılan kablo sıkma penseleri gösterilmiştir. Bu aletler, terminali kablo ucuyla presleyerek güvenli bir temas noktası meydana getirir. Uygulama alanının genişliğine ve iş hacmine bağlı olarak el gücüyle çalışan penselerin yerine daha hızlı işlem yapabilen motorlu veya elektrikli terminal sıkma makineleri de kullanılabilmektedir.

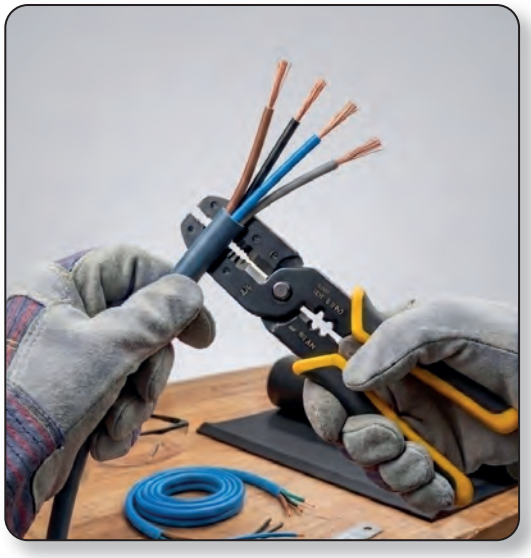


Görsel 4.9: Kablo sıkma penseleri

4.1.4.1. Kablo Sıyırma

Kablo damarlarını açığa çıkarmak için genellikle standart mekanik el aletleri (kablo sıyırma penseleri, penseler, kesiciler) kullanılır. Endüstriyel ölçekteki operasyonlarda ise bu yöntemlerin yanı sıra ısı odaklı, kimyasal içerikli veya tam otomatik makineleşmiş sistemler de devreye girer. Yalıtkan kılıfın uzaklaştırılması esnasında; kablonun yapısal özelliklerine zarar verecek esneme, ezilme, deformasyon gibi hatalardan kaçınılmalıdır. İletkenin zarar görmemesi için sıyırma işleminin düz bir hat boyunca ve dik bir açıyla yapılması teknik açıdan kritik öneme sahiptir.

Soyma işlemi, iletkenin dış yalıtkanının, bakır damarlara zarar vermeden uygun uzunlukta sıyrılmasıdır. Görsel 4.10'da soyma pensesi ile çok damarlı iletkenlerin soyulması örneklendirilmiştir.



Görsel 4.10: Kablo soyma işlemi

Dikkat Edilecek Hususlar

! Bükümlü iletkenlerde, sıyırma sırasında bakır tellerin kesilmemesi veya koparılmaması gerekir. Tellerde kesinti olması, iletken kesitini azaltarak ısınmaya yol açar.

! Sıyırma uzunluğu pabuç boyundan fazla olmamalıdır. Fazla sıyrılan kısım, pabuç dışında açıkta kalarak kısa devre riski oluşturur.

İletkenin fiziksel yapısına zarar vermeden gerçekleştirilecek standart bir bağlantı hazırlığı için izlenmesi gereken prosedür, Tablo 4.3'de anlatılmıştır.

Tablo 4.3: Kablo Ucu Sıyırma İşlemi Uygulama Adımları

Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem
1	Ayarlama	Sıyrılacak iletkenin kesiti belirlenir ve sıyırma pensinin ağız kısmındaki uygun kanala (mm² cinsinden) ayar yapılır.
2	Yerleştirme ve Ölçülendirme	Kablo, pensin ağzına yerleştirilir. Sıyırma mesafesi, kullanılacak pabucun veya klemensin metal gövde uzunluğuna (genellikle 8-12 mm) eşit olacak şekilde ayarlanır.
3	Kesme	Pensin kolları sıkılarak yalıtkan (izole) tabaka dairesel olarak kesilir. Bu esnada içteki bakır tellerin zarar görmemesine ve pürüzlenmemesine dikkat edilir.
4	Sıyırma ve Temizlik	Kesilen yalıtkan parça pens veya el yardımıyla çekilerek iletkenden ayrılır. Atık yalıtkan parçası iş güvenliği ve atölye düzeni için toplama kutusuna atılır.

1. ETKİNLİK

Tek Damarlı Kablonun Soyulması

Görev: Tek damarlı kabloları, iletken bütünlüğünü bozmadan, teknik standartlara ve belirlenen ölçülere uygun şekilde, aşağıdaki işlem basamaklarını izleyerek soymanız beklenmektedir.

İşlem Basamakları

1. Uygulamaya başlamadan önce gerekli iş güvenliğini sağlayınız.
2. 1,5 mm² kabloyu kablo demetinden seçiniz. Onar cm uzunlukta 3 parça kesiniz.
3. Görsel 4.11'deki kablo sıyırma pensesi üzerindeki sıyırma mesafesi ayar kolunu çevirerek mesafeyi 2,5 cm olarak ayarlayınız.
4. Kabloyu pense çenelerine yerleştiriniz. Pense sapından tutarak, kollarına sıkıca bastırıp kablo izolesini sıyırınız.
5. İzolesi sıyrılan kabloyu penseden çıkartınız.
6. Aynı işlemleri 1 cm, 2 cm ve 3 cm mesafe ayarlarını yaparak tekrarlayınız.
7. Kullanılan iletkenleri sıfır atık projesi kapsamında geri dönüşüm kutularına atınız.



Görsel 4.11: Kablo sıyırma pensesi

4.1.4.2. Kablo Sonlandırma

İletkenlerin daha düzenli hâle getirilmesi, birbirine eklenmesi veya uç kısımlarına pabuç, pin, konnektör gibi bağlantı elemanlarının monte edilmesi sürecidir. Bu yöntem, kablo uçlarının bağlantı yuvalarına en güvenli şekilde yerleştirilmesini sağlamak amacıyla uygulanır. Özellikle çok damarlı (ince telli) kabloların vidalı terminallere doğrudan bağlanması sırasında karşılaşılan teknik aksaklıkları önlemek için tercih edilir.

Sıkıştırma İşlemi Yapılmadığında Oluşabilecek Riskler

- İnce iletken tellerin tamamının bağlantı yuvasına girmemesi ve dışarıda kalarak kısa devre riski oluşturması
- Vidalı bağlantılarda baskı uygulandığında, ince tellerin ezilerek kopması veya deforme olması
- Kablo ucundaki tellerin dağılması sonucu bağlantı noktasından taşan kısımların izolasyon zafiyeti yaratması

Bu olumsuzlukları engellemek adına bağlantılarda mutlaka uygun konnektör pinleri veya kablo pabuçları kullanılmalıdır.

Sıkıştırma Yönteminin Uygulandığı Başlıca Alanlar

Güvenli Montaj: Görsel 4.12'deki gibi çok damarlı iletkenler, bağlantı öncesinde pabuç içerisine tam oturacak şekilde yerleştirilerek sabitlenir.

Onarım ve Gruplandırma: Kabloların düzenlenmesi, demetlenmesi veya zarar görmüş bölümlerin fonksiyonel tamiratı sırasında bu teknikten yararlanılır.

Konnektör Bağlantıları: Kabloların endüstriyel konnektör gövdelerine takılması aşamasında sıkıştırma yapılarak elektriksel süreklilik sağlanır.

İletken Ekleme: İki ayrı kablonun birbirine eklenerek uzatılması işlemlerinde mekanik sıkıştırma (ek mufları vb.) kullanılır.



Görsel 4.12: Geçmeli terminallerde hatasız kablo sıkıştırılması

Sıkma işlemi, pabucun metal kısmının özel krimp pensesi ile sıkıştırılarak iletkene mekanik ve elektriksel olarak bağlanmasıdır.

Sıkma işlemi sırasında pabuç izolatörüne zarar vermemek ve doğru krimp (sıkıştırma) formunu elde etmek için Tablo 4.4'teki uygulama adımları takip edilmelidir.

Tablo 4.4: Geçmeli Terminallerde Kablo Sıkıştırılması Adımları

Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem	
1	Konumlandırma	Krimp pensinin ağız kısmı, pabucun metal gövdesinin üzerine, pensin üzerinde belirtilen kesit değerine uygun kanala gelecek şekilde Görsel 4.13'teki gibi yerleştirilir.	 Görsel 4.13: Yüksük terminalin sıkılması
2	Hizalama	Pens, pabucun metal kısmına tam oturacak şekilde konumlandırılır. Yalıtkanlı pabuçlarda, pens sadece metal kısmı sıkmalı, plastik manşon sıkılmamalıdır.	
3	Sıkma (Presleme)	Pens kolları, bir veya iki hamlede tam olarak sıkılır. Sıkma işlemi sırasında pabucun deforme olmamasına, simetrik şekilde sıkışmasına dikkat edilir.	
4	Kontrol	Sıkma tamamlandıktan sonra, bağlantının sağlam olduğunu kontrol etmek için pabuç hafifçe çekilerek test edilir.	

Kontrol Kriterleri

- Sıkma sonrası pabucun metal kısmı düzgün bir şekilde sıkışmış olmalı, çatlak veya aşırı deformasyon olmamalıdır.
- Bakır teller pabucun dışına taşmamalıdır.
- Pabuç ile iletken arasında hareket olmamalıdır.

Hazırlanan iletken ucu, terminal veya bağlantı elemanına monte edilir. Vidalı terminallerde vida uygun tork ile sıkılmalı, yaylı terminallerde pabuç tam olarak oturmalıdır.

Montaj Sonrası Yapılacaklar

- Tüm bağlantıların mekanik olarak sağlam olduğu kontrol edilir.
- Açıkta kalan bakır tel olup olmadığı incelenir.
- Görsel 4.14'teki komşu terminallerle kısa devre riski oluşturacak bir durum bulunmadığından emin olunur.



Görsel 4.14: Hazırlanmış ve monte edilmiş iletken ucu (son hâli)

Tüm kontrol ve montaj adımlarının eksiksiz tamamlanması, kurulan elektrik tesisatının uzun ömürlü ve iş güvenliği standartlarına uygun olmasını sağlar. Doğru torkla sıkılmamış vidalar veya hatalı krimp (sıkma) işlemleri; zamanla ısınma, gevşeme, ark oluşumu gibi ciddi elektriksel arızalara yol açabileceği gibi yangın riskini de beraberinde getirir. Hazırlanan iletkenlerin terminallere montajı bittikten sonra sisteme enerji vermeden önce son kez gözle kontrol yapılmalı ve çok damarlı kabloların pabuç gövdesinden ya da klemens kenarından dışarıya taşan tek bir ince telinin bile kalmadığından emin olunmalıdır. Hatasız bir sıkıştırma ve montaj süreci, elektriksel sürekliliğin korunmasını sağlarken, olası kısa devre ve yalıtım zafiyetlerini daha başlamadan engeller. Ayrıca, endüstriyel tesislerde ve yoğun titreşime maruz kalan otomasyon panolarında krimp (sıkıştırma) kalitesinin sürekliliği için kullanılan el aletlerinin ve penslerin periyodik olarak kalibre edilmesi kritik önem taşır. Zamanla aşınan veya mekanik ayarı bozulan sıkma pensleri, dışarıdan düzgün görünse bile iletken ile pabuç arasında mikro boşluklar bırakarak geçiş direncini artırabilir. Bu durum, özellikle yüksek akım çeken hatlarda zaman ayarlı bir ısınma problemine dönüşerek izolasyon malzemelerinin erimesine neden olur. Kablo hazırlama süreci, doğru işlem basamaklarının uygulanmasıyla birlikte standartlara uygun ve bakımlı teknik ekipmanların kullanılmasını gerektiren profesyonel bir bütündür.

1. UYGULAMA

Uygulama Adı: İzoleli Geçmeli Terminalle İletken Ucu Hazırlama

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Lehim gerektirmeyen, izoleli, sağlam ve tekrarlanabilir kablo bağlantıları oluşturmak

Malzeme Listesi

- Mesafesi ayarlanabilen kablo sıyırma pensesi
- El aletleri (yan keski, pense ve tornavida)
- Sıkma pensesi (AWG 22-13)
- AWG17 standardında çok iletkenli kablo (20 cm)
- 5 adet izoleli geçmeli terminal (1,5 mm kırmızı)

İşlem Basamakları

1. Çalışmaya başlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği (İSG) protokollerini uygulayarak düzenli ve emniyetli bir çalışma sahası oluşturunuz.
2. Sıkma pensesinin çenelerini kontrol ederek işlem için gerekli olan AWG 22-13 aralığındaki uygun çenelerin takılı olduğunu teyit ediniz (Görsel 4.15).
3. AWG17 standardındaki kabloyu yan keski kullanarak tam 200 mm uzunluğunda kesiniz.
4. Kablo sıyırma pensesinin derinlik ayarını 6 mm olacak şekilde sabitleyiniz ve iletkenin ucunu bu ölçüye göre açınız.
5. Açılan kablo ucundaki çok telli iletkenleri, dağılmalarını önlemek ve terminale rahat girmesini sağlamak amacıyla kendi ekseni etrafında burkarak toplu bir forma getiriniz.
6. Sıkma pensesinin baskı ayarını kontrol ettikten sonra, kırmızı izoleli terminali pensenin üzerindeki kırmızı renk kodlu sıkma yuvasına yerleştiriniz.
7. Hazırladığınız kablo ucunu, terminalin metal yuvasına tam oturacak şekilde (yalıtım pabuç sınırına dayanmalı) yerleştiriniz. Ardından penseyi tam kapatarak terminali iletken üzerine kusursuz şekilde sabitleyiniz.
8. İzole kısmını Görsel 4.15'teki gibi öne getiriniz.



Görsel 4.15: İzoleli geçmeli terminal ve el aletleri

9. Uygulamanızı bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Metal ve plastik atıkları uygun geri dönüşüm kutusuna atınız.

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.1.5. İletkenlerin Eklenme Yöntemleri

Elektrik devrelerinde iletken boyunu artırmak veya mevcut bir hat üzerinden enerji çıkışı sağlamak amacıyla ekleme işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem, iletkenlerin belirli tekniklerle birbirine dolanması ya da yardımcı bağlantı elemanlarının (klemens vb.) kullanılması yoluyla yapılır. Uygulamada genellikle ince kesitli kablolar elle veya pense, kargaburnu gibi aletler yardımıyla birbirine sarılarak eklenir. Daha yüksek kesitli ve kalın iletkenlerin birleştirilmesindeyse güvenli bir temas için klemens kullanımı tercih edilir.

Dikkat Edilmesi Gereken Teknik Kurallar

Boru İçi Yasağı: Tesisat borularının içerisinde kesinlikle ek yapılmamalıdır, ekler her zaman buat kutuları içinde olmalıdır.

İletkenlik ve Sağlamlık: Bağlantı noktalarında elektriksel direnci minimuma indirmek ve teması kuvvetlendirmek için ek yerleri lehimlenmelidir. Zayıf akım kabloları devrelere lehimlendiği gibi uzatmaları da lehimlenir, üzerleri makaron ile yalıtılır.

Yalıtım: İşlem tamamlandıktan sonra, açıkta kalan iletken kısımlar elektrik izolasyon bandı kullanılarak tamamen yalıtılmalıdır.

4.1.5.1. Tek ve Çok Telli İletkenlerde Düz Ek Yapımı

İnce kesitli kablolarda düz ek uygulaması, genellikle el yordamıyla veya pense, kargaburnu gibi yardımcı el aletleri kullanılarak gerçekleştirilir. İletkenin tek veya çift damarlı olması, ekleme tekniğinin temel prensibini etkilemez. Çift damarlı kablolarda kısa devre riskini önlemek için her iki damarın ek noktaları aynı hizada olmamalı, birbirine göre kaydırılmalıdır. İşlem sonunda bağlantı noktası mutlaka izolasyon bandı ile koruma altına alınmalıdır.

Düz ek uygulamasında en kritik nokta, bağlantının mekanik olarak sağlam ve elektriksel olarak sıkı olmasıdır. Gevşek bırakılan ek yerleri zamanla birbirinden ayrılabilir veya temas yüzeyi yetersiz kaldığı için ark (kıvılcım) oluşmasına neden olabilir. Yangın riskine yol açabilecek bu durum, elektrik tesisatlarında kesinlikle kaçınılması gereken bir hatadır.

Güvenli Bir Düz Ek İçin Kurallar

Simetri ve Sıkılık: Sarımların birbirine tam kenetlenmesi, direnci düşürür ve ısınmayı engeller.

Kademeli Ek (Çift Damar): İki damarlı kablolarda ek yerlerini karşılıklı getirmeyerek (şaşırtmalı ek) yalıtım güvenliğini artırınız.

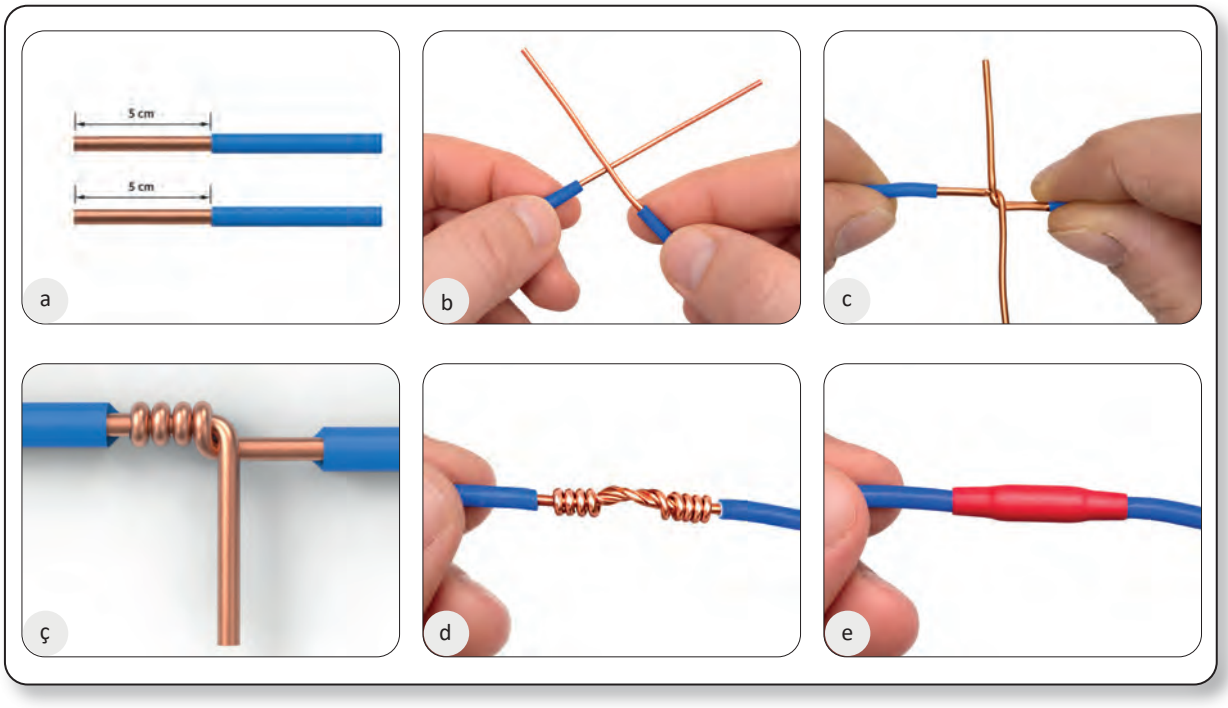
Ark Önleme: Temas yüzeyini en yüksek düzeyde tutarak ark oluşumunun önüne geçiniz.

Son Kontrol: Bantlama öncesi ekin fiziksel dayanımını elinizle kontrol ediniz.

Uygulama adımları bütün dünyada ülke standartlarını karşılamak zorundadır. Tablo 4.5'teki teknik adımlar sırasıyla uygulanır.

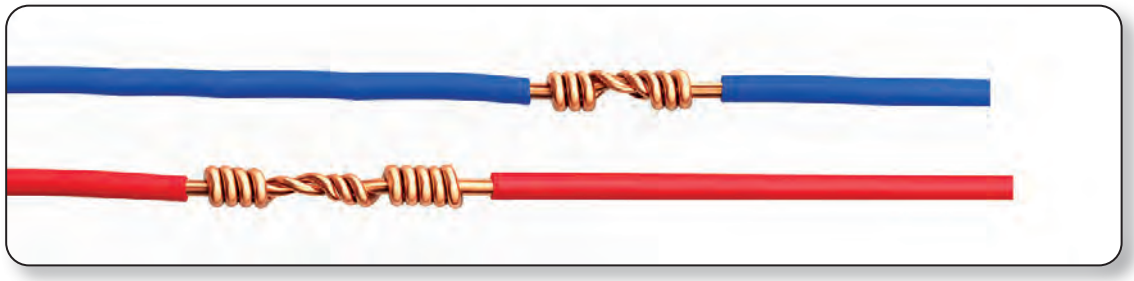
Tablo 4.5: Tek Telli İletkenlerde Düz Ek Yapımı Uygulama Adımları

Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem
1	Hazırlık ve İSG Kontrolü	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır. Çalışma tezgâhı temizlenir. Kullanılacak aletler (yan keski, sıyırma pensi, pense, yalıtım bandı veya makaron) hazırlanır.
2	Gerilim Kesme ve Kontrol	Eklenecek iletkenlerin enerjisiz olduğu kontrol kalemi veya multimetre ile teyit edilir. Enerji kesme kilidi uygulanır.
3	Sıyırma (Soyma)	Her iki iletkenin uçları, ek boyunun yaklaşık 4-5 katı kadar (genellikle 40-50 mm) sıyrılır. Sıyırma pensi kullanılarak, bakır yüzeye zarar verilmeden yalıtkan dikkatlice çıkarılır (Görsel 4.16a).
4	Temizleme	Sıyrılan bakır yüzeyler, zımpara bezi veya tel fırça ile parlak hâle gelinceye kadar temizlenir. Oksit tabakası uzaklaştırılır.
5	Büküm Hazırlığı	İki iletkenin sıyrılan kısımları çapraz olarak 90 derece olacak şekilde üst üste getirilir. Her iki ucun orta noktası işaretlenir (Görsel 4.16b).
6	Büküm İşlemi (Alın Büküm)	İletkenler, pense yardımıyla birbirine sıkıca sarılır. Büküm işlemi şu şekilde yapılır: • İletkenler birbirine çapraz bir tur atılır (Görsel 4.16c). • Bir iletken diğerinin etrafına en az 3-4 tur sarılır (Görsel 4.16ç). • Diğer iletken de aynı şekilde sarılır (Görsel 4.16d). • El ile sarılamayan kısım kargaburnu veya pense ile sarılır. Boşluklar sıkılaştırılır (Görsel 4.16d). • Büküm simetrik ve sıkı olmalıdır.
7	Lehimleme (Opsiyonel / Tercihen)	Büküm tamamlandıktan sonra ek yeri lehimlenir. Lehimleme işleminin aşamaları şunlardır: • Ek yeri lehim pastası ile temizlenir. • Havya ile ısıtılır. • Kalaylı lehim teli eritilerek bükümün her tarafına nüfuz etmesi sağlanır. • Lehimin pürüzsüz ve parlak olmasına dikkat edilir.
8	Yalıtım	Ek yeri iki yöntemle yalıtılır: **Isıyla Daralan Makaron:** Ek yerine uygun çapta makaron geçirilir, ısı tabancası ile daraltılır (Görsel 4.16e). **Yalıtım Bandı:** Ek yerine önce yarım bindirme yöntemiyle bir kat, ardından geri dönülerek ikinci kat yalıtım bandı sarılır.
9	Kontrol	Ek yeri mekanik olarak çekme testine tabi tutulur. Yalıtımın tam ve düzgün olup olmadığı kontrol edilir.



Görsel 4.16: Düz ek yapım aşamaları

Çift düz ek, paralel ilerleyen iki ayrı iletken çiftini birbirine bağlamak amacıyla uygulanan bir ekleme yöntemidir. Bu işlem sırasında en kritik teknik detay, her iki damarın ekleme noktalarının Görsel 4.17'deki gibi tam karşılıklı gelmemesini sağlamaktır.



Görsel 4.17: Çift düz ek

İletkenlerde çift düz ek uygulaması yapılırken işlemin hatasız tamamlanması için Tablo 4.6'da belirtilen kurallar dikkate alınır.

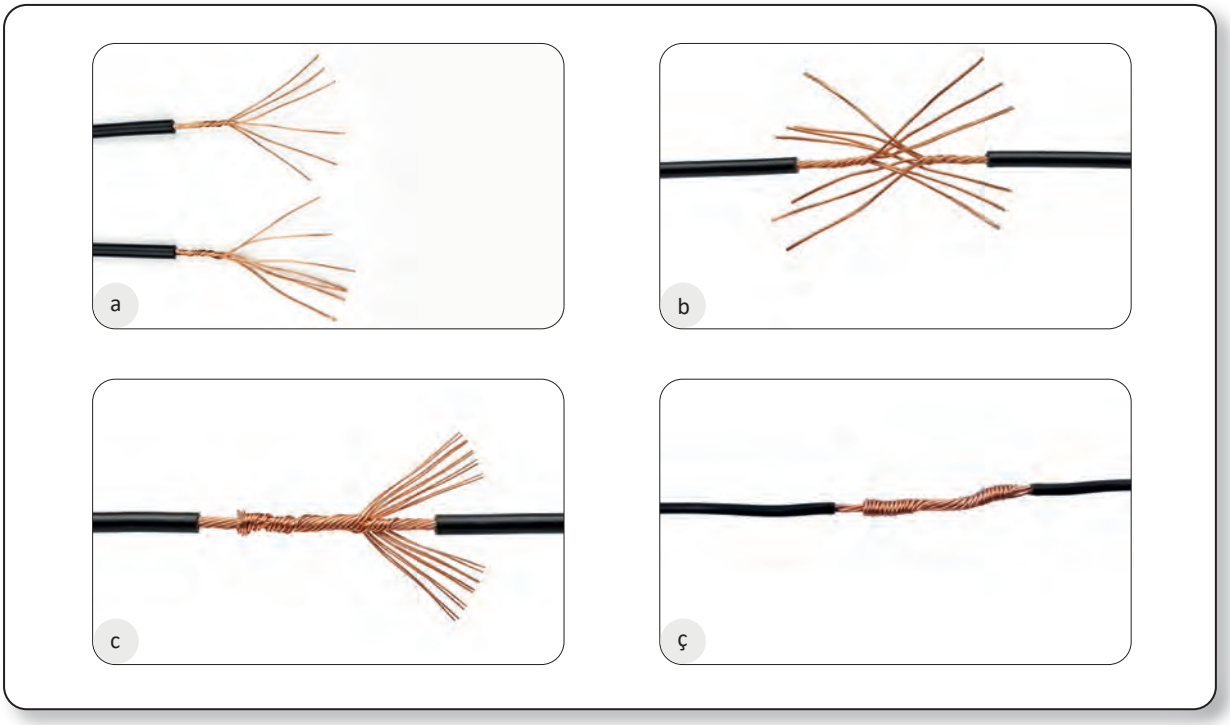
Tablo 4.6: İletkenlerde Çift Düz Ek Yapımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Prensip	Açıklama
Şaşırtmalı Konumlandırma	Kısa devre riskini ortadan kaldırmak için damarların ek yerleri birbirinden farklı hizalarda (kademeli olarak) konumlandırılmalıdır.
İzolasyon ve Hacim Güvenliği	Ek noktalarının çakışmaması, yalıtım bandı sarıldığında bölgenin aşırı kalınlaşmasını önler ve elektriksel atlamalara karşı ekstra koruma sağlar.
Mekanik ve Elektriksel Dayanım	İletkenlerin birbirine sıkıca sarılması, çekme kuvvetlerine karşı direnç oluşturur ve temas yüzeyini en üst seviyede tutarak ısınmayı engeller.

Çok telli iletkenlerin birbirine eklenmesi sırasında takip edilecek teknik işlem sırası ve uygulama teknikleri Tablo 4.7'de açıklanmıştır.

Tablo 4.7: Çok Telli İletkende Düz Ek Yapımı Aşamaları

Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem
1	Hazırlık ve İSG Kontrolü	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır. Çalışma tezgâhı temizlenir. Kullanılacak aletler (yan keski, sıyırma pensi, pense, yalıtım bandı veya makaron) hazırlanır.
2	Gerilim Kesme ve Kontrol	Eklenecek iletkenlerin enerjisiz olduğu kontrol kalemi veya multimetre ile teyit edilir. Enerji kesme kilidi uygulanır.
3	Sıyırma (Soyma)	Birleştirilecek iletkenlerin uçları yaklaşık 10 cm uzunluğunda dikkatlice soyulur. Bu aşamada içteki damarlara zarar vermemeye ve telleri koparmamaya özen gösterilir.
4	Temizleme	İletkenlerin oksitlenmiş tabakasını gidermek ve daha iyi bir temas sağlamak için açıkta kalan metal kısımları zımpara yardımıyla temizlenir.
5	Örme	Temizlenen iletkenlerin yalıtkan kılıfa yakın olan ilk 3 cm'lik bölümü kendi içinde örülerek sabitlenir (Görsel 4.18a).
6	Birleştirme ve Form Verme	• Kalan 7 cm'lik serbest damarlar bir yelpaze formu alacak şekilde dışa doğru açılır (Görsel 4.18a). • İki ayrı kablonun yelpaze gibi açılmış uçları, damarlar birbirinin arasından geçecek şekilde karşı karşıya getirilir (Görsel 4.18b). • İletkenlerin uç kısımları üst üste gelecek şekilde çapraz tutulur, bu esnada iletkenlerin yaklaşık 1 / 3 oranında birbiriyle temas etmesine dikkat edilir (Görsel 4.18b).
7	Bükme ve Sabitleme	• Kesişme noktasından itibaren bir iletken diğeri üzerine 90 derecelik bir açıyla yatırılır. • İlk iletken, diğerinin üzerine tamamen dolanana kadar sıkıca sarılır. Ardından, ikinci iletken birinci sarımın aksi yönünde aynı titizlikle dolanır (Görsel 4.18c). • Sarma sırasında ana gövdenin bükülmemesine, sarımların ise boşluk kalmayacak şekilde sıkı olmasına dikkat edilir (Görsel 4.18ç).
8	Lehimleme (Opsiyonel)	Büküm tamamlandıktan sonra, opsiyonel olarak ek yeri lehimlenir.
9	Yalıtım	• Sarım bittikten sonra uçlarda kalan fazlalık iletkenler, mevcut ek yerine zarar vermeden yan keski ile temizlenir. • Bağlantının doğruluğundan ve sağlamlığından emin olduktan sonra, uygun izolasyon malzemesiyle ek yeri kapatılır. Estetik ve teknik standartlar gereği, eklenen kabloların aynı renk yalıtkan kılıfa sahip olmasına dikkat edilir. Makaron, dışarıda bakır kalmayacak şekilde geçirilip ısı tabancası ile ısıtılır.
10	Kontrol	Ek yeri mekanik olarak çekme testine tabi tutulur. Yalıtımın tam ve düzgün olup olmadığı kontrol edilir.



Görsel 4.18: Çok telli iletkende düz ek yapım aşamaları

4.1.5.2. Tek ve Çok Telli İletkenlerde T Ek Yapımı

T ek; ana iletken hattını kesmeden, bu hattan yeni bir dal hattı ayırmak amacıyla yapılan ek türüdür. Bu ek türü, enerji hattının devamlılığını koruyarak yeni bir besleme noktası oluşturmayı mümkün kılar. T ek, özellikle aydınlatma tesisatları, priz dağıtım hatları ve pano içi besleme bağlantılarında sıkça kullanılır. Tablo 4.8'deki uyarılara dikkat edilerek T ek işlemi yapılmalıdır.

Tablo 4.8: İletkenlerde T Ek Yapımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

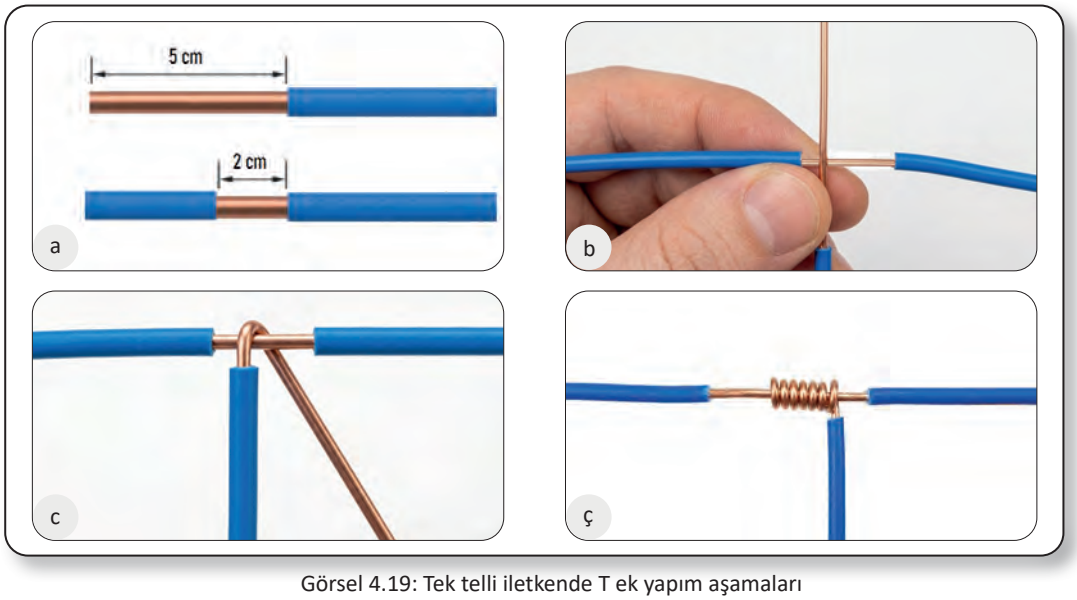
Prensip	Açıklama
Ana Hat Devamlılığı	Ana hat kesilmez, sadece sıyrılarak dal hattı bağlanır. Ana hattın taşıdığı akım kapasitesi korunmalıdır.
Mekanik Dayanım	Ek yeri, mekanik zorlanmalara karşı dayanıklı olmalı, çekme ve titreşimlerde açılmamalıdır.
Elektriksel İletkenlik	Geçiş direnci minimum olmalı, ısınmaya neden olmamalıdır.
Yalıtım	Ek yeri, orijinal yalıtımdan daha düşük yalıtım özelliği göstermemelidir.
Kesit Uyumu	Dal hattı kesiti, ana hat kesitinden büyük olmamalıdır (genellikle eşit veya küçük).

Tek Telli İletkenlerde T Ek Yapımı

Tek damarlı iletkenlerde T ek, genellikle **sarılarak bağlama (alın sarım)** yöntemi ile yapılır. Bu yöntemde ana hat sıyrılır, dal hattı ana hattın etrafına sarılır. Tablo 4.9'daki teknik adımlar sırasıyla uygulanır.

Tablo 4.9 Tek Telli İletkenlerde T Ek Yapımı Uygulama Adımları

Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem
1	Hazırlık ve İSG Kontrolü	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır. Çalışma tezgâhı temizlenir. Aletler (sıyırma pensi, yan keski, düz uçlu pense, havya, lehim, yalıtım bandı veya makaron) hazırlanır.
2	Gerilim Kesme ve Kontrol	Çalışılacak hattın enerjisiz olduğu kontrol kalemi veya multimetre ile teyit edilir. Enerji kesme kilidi uygulanır.
3	Ana Hattın Sıyrılması	Ana hat üzerinde, dal bağlantısı yapılacak bölge belirlenir. Bu bölgede, yalıtkan tabaka yaklaşık 20-30 mm uzunluğunda dikkatlice sıyrılır. Sıyırma sırasında bakır damara zarar verilmemelidir (Görsel 4.19a).
4	Dal Hattının Sıyrılması	Dal hattının ucundan, ana hattın etrafına en az 3-4 tur sarılabilecek uzunlukta (yaklaşık 40-50 mm) yalıtkan sıyrılır (Görsel 4.19a).
5	Temizleme	Sıyrılan bakır yüzeyler, zımpara bezi veya tel fırça ile parlak hâle gelinceye kadar temizlenir. Oksit tabakası uzaklaştırılır.
6	Dal Hattının Ana Hatta Sarılması	Sıyrılan dal hattı, ana hattın sıyrılan kısmına dik olarak getirilir (Görsel 4.19b). Dal hattı, ana hattın etrafına sıkı ve düzgün bir şekilde sarılır. Sarım en az **3-4 tur** olmalı, teller üst üste binmeli ve sıkı olmalıdır (Görsel 4.19c).
7	Sarımın Sıkıştırılması	Sarım tamamlandıktan sonra, düz uçlu pense ile sarım sıkıştırılır. Tüm sarımların birbirine temas etmesi sağlanır (Görsel 4.19ç).
8	Lehimleme (Opsiyonel)	Ek yerinin güvenliği ve düşük geçiş direnci için opsiyonel lehimleme yapılır.
9	Yalıtım	Ek yeri makaron yöntemi veya bant yöntemi kullanarak yalıtılır.
10	Kontrol	Ek yeri mekanik olarak çekme testine tabi tutulur. Yalıtımın tam ve düzgün olduğu kontrol edilir. Görsel olarak düzgünlük incelenir.



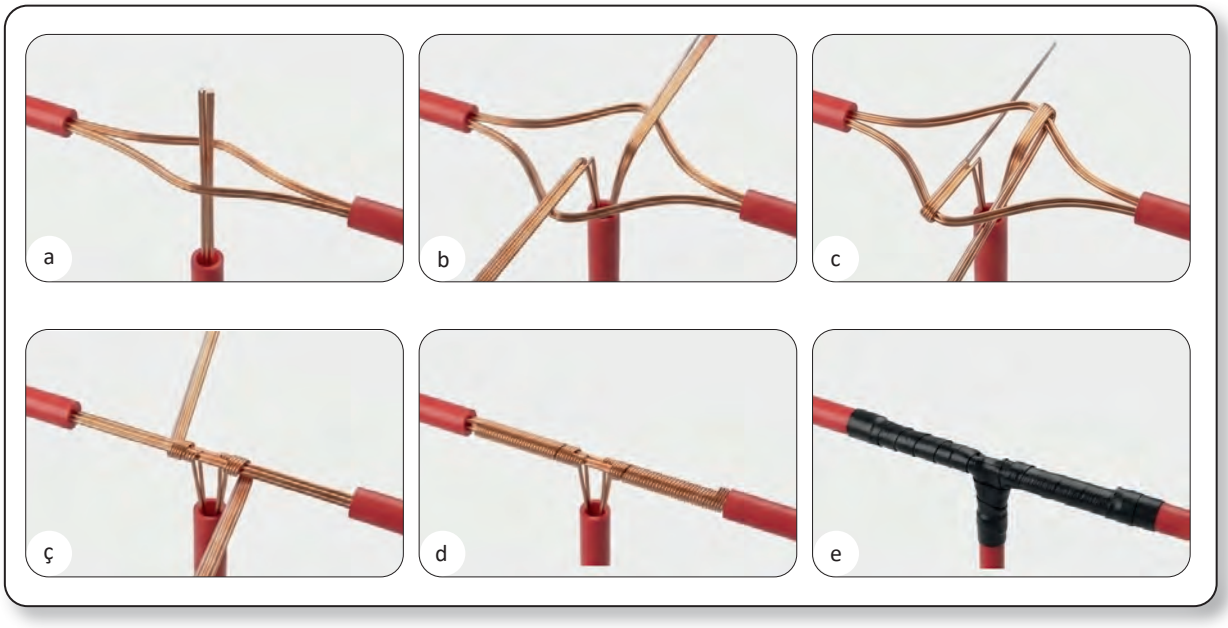
Görsel 4.19: Tek telli iletkende T ek yapım aşamaları

Çok Telli İletkende T Ek Yapımı

Çok telli iletkenlerin fiziksel yapısına zarar vermeden sağlam bir T ek yapım aşamaları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 Çok Telli İletkenlerde T Ek Yapımı Uygulama Adımları

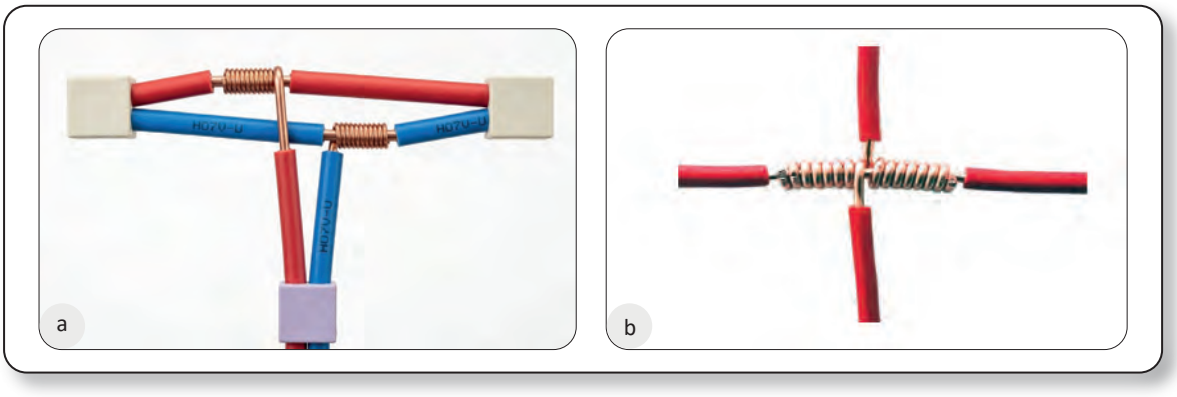
Adım No.	Aşama	Yapılacak İşlem
1	Hazırlık	İSG için uygun şekilde giyinilir. Bu ilk adımda, ana kablo (yatay) ve branşman kablosu (dikey) hazırlanır. Ana kablonun ortasındaki izolasyon soyulur ve çok telli bakır iletken ikiye bölünerek bir delik oluşturulur. Eklenecek kablonun ucu da soyularak dikey bir şekilde, ana kablonun bu deliğine yerleştirilir (Görsel 4.20a).
2	Ek yapılacak kablonun sarılması	Branşman kablosunun dikey çıplak ucu, ana kablonun çıplak iletkenlerinden birinin üzerinden ve altından geçirilerek sıkıca sarılmaya başlanır (Görsel 4.20b).
3	Halka Oluşturulması	Branşman iletkeninin ucu, oluşturulan halka boyunca sıkı spiraller hâlinde sarılmaya başlanır. Bu sarma işlemi, iletkenlerin ana kablo üzerinde sıkıca birleşmesini sağlar (Görsel 4.20c).
4	Halka Boyunca Sarma	Sıkma işlemi bittikten sonra, bağlantı mukavemetini ölçmek amacıyla pabuç hafifçe çekilerek fiziksel sağlamlık testi yapılır (Görsel 4.20ç).
5	Sarma Tamamlanması ve Sıkıştırma	Branşman iletkeninin tüm damarları ana hat üzerinde, her iki yöne doğru boşluk kalmayacak şekilde sarılarak işlem tamamlanır. Bağlantının mekanik dayanımını artırmak ve elektriksel ark riskini önlemek amacıyla ek yeri düz uçlu bir pense ile iyice sıkıştırılarak sarımların birbirine tam teması sağlanır (Görsel 4.20d).
6	Yalıtım	Bağlantının elektriksel yalıtımını sağlamak ve korozyonu önlemek için tamamlanan bağlantı noktası, siyah renkli yalıtım bandı (izole bant) ile kaplanır. Bantlama işlemi, ana kablonun her iki tarafına ve ek kablosuna doğru devam ettirilerek tam sızdırmazlık sağlanır (Görsel 4.20e).



Görsel 4.20: Çok telli iletkende T ek yapım aşamaları

Tek ve çok telli iletkende çift T ek, ana bir hat üzerinden tek yöne veya iki ayrı yöne doğru enerji veya sinyal dağıtımı yapmak amacıyla uygulanan bir bağlantı tekniğidir. Bu yöntemde, ana iletkenin yalıtkan kısmı açıldıktan sonra, ek yapılacak olan diğer iki iletkenin uçları bu bölgeye getirilir. Tasarıma bağlı olarak eklenen bu iletkenler, ana hat üzerine aynı yönde veya zıt yönlere doğru birbirini takip edecek şekilde sarılabilir. Aynı hat üzerinden farklı yönlere iki farklı T ek alınabilir. Bu durumda ek alınacak hat kablosu biraz daha fazla soyulur ve hattın güvenliği için izolasyon işlemleri çift taraflı yapılır.

Görsel 4.21a'da mavi ve kırmızı kablolar üzerinde, tek hattan aynı yöne iki farklı kablonun çift T eki gösterilmiştir. Görsel 4.21b'de ise tek iletkenden iki farklı yöne çift T ek alınmıştır.



Görsel 4.21: Çift T ek örnekleri

Bağlantının elektriksel sürekliliğini korumak, mekanik direncini artırmak ve oksitlenmeyi önlemek adına ek noktasının lehimlenmesi kritik önem taşır. Son aşamada, kısa devre riskini ortadan kaldırmak için bağlantı bölgesi uygun bir izolasyon bandı ile tamamen yalıtılmalıdır. Elektrik tesisatlarında akımın güvenli ve kayıpsız bir şekilde taşınabilmesi için ek yerlerinin mekanik ve elektriksel kalitesi en belirleyici unsurdur. Çift T ek yöntemi uygulanırken, ana iletkenin yalıtkan katmanı soyulurken içteki bakır tellere zarar verilmemesi, çizgisel kesikler veya çentikler oluşturulmaması gerekir. Özellikle çok telli [fleksibl (fileksibıl)] kablolarda, soyma esnasında birkaç ince telin kopması bile hattın o noktadaki toplam kesitini daraltarak elektriksel direncin artmasına ve dolayısıyla aşırı ısınmaya yol açar. Ana hatta sarılacak olan ek iletkenlerin uçları, pense yardımıyla gevşeklik kalmayacak şekilde sıkıca ve ardışık spiraller hâlinde bükülmelidir. Eğer sarım işlemi gevşek bırakılırsa üzerinden akım geçen bağlantı noktasında zamanla elektriksel arklar (kıvılcımlar) meydana gelir. Bu durum sinyal iletiminde parazit ve kayıplara sebep olur ve tesisat güvenliğini ciddi derecede tehlikeye atar. Özellikle titreşimli veya sıcaklık değişimlerinin yoğun olduğu ortamlarda çift T ekin mekanik mukavemetini pekiştirmek adına sarım boyunun ve tur sayısının standartlara uygun seçilmesi zorunludur.

Mekanik sarım aşaması tamamlandıktan sonra, bağlantının elektriksel sürekliliğini ömür boyu korumak amacıyla profesyonel tesisatlarda lehimleme işlemine geçilir. İyi bir lehimleme, bakır yüzeyler arasında oksijen temasını tamamen keserek zamanla oluşabilecek korozyon ve oksitlenmenin önüne geçer. Lehimleme esnasında havya ucu ile ek noktası yeterince ısıtılmalı ve lehim telinin, iletkenlerin arasına kılcal etkiyle tamamen nüfuz etmesi sağlanmalıdır. Soğuk lehim olarak tabir edilen hatalı uygulamalardan kaçınılmalıdır. İşlemin son ve en kritik adımı ise elektriksel yalıtımdır. Çift T eklerin yapısı gereği, ana hattan dışarıya doğru çıkıntı yapan kollara sahip olması yalıtım işlemini zorlaştırabilir. Bu noktada, gerilime ve ısıya dayanıklı izole bantlar, ana hattın yalıtkan kısmından başlanarak ek kollarını da tamamen içine alacak şekilde, en az iki kat ve hava boşluğu kalmayacak biçimde sarılmalıdır. Nemli veya endüstriyel ortamlarda gerçekleştirilen uygulamalarda ise standart izole bantların yerine, ısı ile büzüşen makaronlar veya kendiliğinden eriyen kauçuk bantlar tercih edilmelidir. Böylece sızdırmazlık maksimum seviyeye çıkarılmalı ve komşu hatlarla meydana gelebilecek olası kısa devre riskleri tamamen elimine edilmelidir.

2. UYGULAMA

Uygulama Adı: İletkenlerde Düz Ek Yapımı

Uygulama Süresi
Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç
Farklı yapıdaki (tek ve çok damarlı) iletkenlerin düz ek ile güvenli bağlantılarını yapmak

Malzeme Listesi
- Tek damarlı NYA kablo (1,5 veya 2,5 mm²)
- Çok damarlı / esnek NYAF kablo (1,5 mm²)
- İzoleli kombine pense
- Küçük boy yan keski
- Ayarlı kablo soyma pensesi
- PVC esaslı izole bant
- 30 cm çelik cetvel

Uygulamaya başlamadan önce dijital kaynaklardan malzeme görsellerini ve bunların teknik özelliklerini kontrol ediniz.

İşlem Basamakları
1. Uygulama öncesi dijital platformlardan veya teknik kitaplardan **düz ek** standartlarını inceleyiniz.
2. İletkenlerin kesitlerini ve damar yapılarını kontrol ederek hangi aletin (pense / soyma pensesi) hangi aşamada kullanılacağını planlayınız.
3. Güvenlik önlemlerini alınız.

A) Tek Damarlı İletkenlerde Düz Ek (NYA)

4. İki iletkenin ucundan yaklaşık 4-5 cm'lik kısmı cetvel ile işaretleyiniz.
5. Kablo soyma pensesi ile iletkenin bakır kısmına çentik atmadan yalıtkanı sıyırınız.
6. İletkenleri birbirine 90 derece açı yapacak şekilde (X formu) üst üste getiriniz.
7. Parmaklarınızla veya pense yardımıyla iletkenleri birbirinin üzerine sıkıca ve boşluk kalmayacak şekilde sarınız.
8. Uçta kalan sivri kısımları pense ile bastırarak düzeltiniz. Fazlalık varsa yan keski ile kesiniz.

B) Çok Damarlı İletkenlerde Düz Ek (NYAF)

9. İletken uçlarını 5-6 cm soyunuz.
10. Çok telli yapıyı yelpaze gibi açarak tellerin birbirine geçmesini sağlayınız. Karşılıklı gelen telleri birbirinin içine geçirerek her iki yöne doğru ana iletken üzerine sıkıca sarınız.

C) Yalıtım ve Kontrol

11. Ek noktasının 1 cm gerisinden başlayarak, bandı hafifçe gerdirip yarı yarıya üst üste gelecek şekilde sarınız. Bandı gereğinden fazla sarmayınız.
12. Eki iki elinizle zıt yönlere çekerek sağlamlığını test ediniz.
13. İşlemlerinizi bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Metal ve plastik atıkları uygun geri dönüşüm kutusuna atınız.

Değerlendirme
Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3. UYGULAMA

Uygulama Adı: İletkenlerde T Ek Yapımı

Uygulama Süresi
Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç
Ana iletkenin sürekliliğini bozmadan hattan kol alma; tek ve çok damarlı kablolarda standartlara uygun soyma, sarma ve yalıtım işlemlerini yaparak güvenli T ek bağlantısı yapmak

Malzeme Listesi
- 2 adet tek damarlı NYA kablo (2,5 mm²)
- 2 adet çok damarlı / esnek NYAF kablo (1,5 mm²)
- Hassas ayarlı kablo soyma pensesi
- İzoleli kombine pense
- VDE onaylı elektrikçi bıçağı
- Isıya dayanıklı izole bant

Uygulama öncesi dijital kataloglardan iletken türlerini ve kesitlerini tekrar gözden geçiriniz.

İşlem Basamakları
1. Ana hattın neresinden ek alacağınızı belirleyiniz ve bu noktada yalıtkanın ne kadar açılması gerektiğini hesaplayınız.
2. Ek alınacak kablonun (branşman hattı) ucunun ne kadar soyulacağını planlayınız.
3. Güvenlik önlemlerini alınız.

A) Tek Damarlı İletkenlerde T Ek (NYA)

4. Ek yapılacak iletkenin orta kısmındaki yalıtkanı, iletkenin bakırına zarar vermeden kablo soyma pensesi ile 3-4 cm boyunca sıyırınız.
5. Ek alınacak iletkenin ucunu yaklaşık 5-6 cm soyunuz.
6. Branşman iletkenini ana iletkene dik (90 derece) gelecek şekilde yerleştiriniz.
7. Branşman iletkenini ana iletkenin üzerine, tellerin arasından boşluk kalmayacak şekilde yan yana ve sıkıca sarınız.
8. Sarım bittikten sonra pense ile uç kısmı çıkıntı yapmasın diye ana iletkene iyice bastırınız.

B) Çok Damarlı İletkenlerde T Ek (NYAF)

9. Ana iletkenin soyulmuş orta kısmındaki telleri iki eşit parçaya ayırarak ortada bir boşluk oluşturunuz.
10. Ek alınacak kablonun soyulmuş uçlarını bu boşluktan geçiriniz.
11. Boşluktan geçen telleri ikiye ayırınız ve ana iletken üzerinde zıt yönlere doğru (sağa ve sola) sıkıca sarınız. Bu yöntem çekmelere karşı en dirençli T ekidir.

C) Yalıtım ve Kontrol

12. Ek alınan kabloyu çekerek oynamadığından emin olunuz.
13. Bandı ana iletkenin yalıtkanından başlayarak T birleşim yerini çapraz geçişlerle (8 figürü çizer gibi) tamamen kapatınız. Bandı gereğinden fazla sarmayınız.
14. İşlemlerinizi bitirdikten sonra tezgâhınızı temizleyiniz. Metal ve plastik atıkları uygun geri dönüşüm kutusuna atınız.

Değerlendirme
Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.2. PRİZLERİN BAĞLANTISI VE MONTAJI

Elektrik tesisatında prizler, elektrikli cihazların güvenli bir şekilde enerjiye bağlanmasını sağlayan sabit tesisat elemanlarıdır. Doğru bağlantı ve montaj, can ve mal güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Prizlerin tanımı, çeşitleri, sembolleri, bağlantı şemaları ve montaj sonrası test yöntemleri doğru ve güvenli bir elektrik tesisatı oluşturmanın temel kavramlarıdır.

4.2.1. Priz Tanımı, Çeşitleri ve Sembolleri

Priz, elektrik tesisatında enerjinin alıcıya (cihaz) ulaştırılmasını sağlayan, genellikle duvar veya yüzey üzerine monte edilen, dişi (soket) kontaklara sahip bağlantı elemanıdır. Fişin giriş yapmasıyla devre tamamlanır.

Prizler kullanım alanına, akım değerine, koruma sınıfına ve faz sayısına göre çeşitlere ayrılır. Bu kapsamda, elektriksel güvenlik gereksinimleri ve fiziksel ortam şartları dikkate alınarak yaygın olarak kullanılan priz çeşitleri şunlardır:

Topraklı ve Topraksız Prizler

Topraklı prizler, üçüncü bir topraklama kontağı sayesinde kaçak akımı toprağa ileterek sigortanın veya kaçak akım rölesinin devreyi hızla kesmesini sağlar ve can güvenliğini artırır (Görsel 4.22).

Topraksız prizler, yalnızca iki kontağa (faz ve nötr) sahiptir ve eski tip tesisatlarda bulunur. Günümüz elektrik güvenlik yönetmeliklerine göre yeni binalarda kullanılması yasaktır (Görsel 4.23).

Korumalı prizler, mekanik veya otomatik kapaklı, çocukların yabancı cisim sokmasını engelleyen tiplerdir.

Su ve toza dayanıklı prizler (IP44, IP67), bu prizler, IP44 veya daha yüksek koruma sınıfına sahip olup, kapak kapalıyken su sıçramalarına, neme ve toza karşı dayanıklıdır; banyo, mutfak tezgâhı, bahçe gibi riskli ortamlar için üretilmiştir (Görsel 4.24).

Üç fazlı prizler (380 V / 400 V), sanayi tipi, 16 A, 32 A, 63 A gibi akım değerlerinde, 5 kontaklı (L1, L2, L3, N, PE) prizlerdir (Görsel 4.25). Üç fazlı prizler, genellikle dört veya beş kontağa sahiptir (üç faz, bir nötr, bir toprak) ve 380 V-400 V şebeke geriliminde çalışan endüstriyel makineler, kompresörler, büyük motorlar ve kaynak makineleri için kullanılır.

Bu prizler, yüksek akım taşıma kapasitesine göre tasarlanmış olup atölye, fabrika, şantiye ve tarımsal sulama gibi üç fazlı enerjinin bulunduğu yerlerde kullanılır.



Görsel 4.22: Topraklı priz (Tip F) IP20



Görsel 4.23: Topraksız priz (Tip F) IP20



Görsel 4.24: Dış mekân priz IP44



Görsel 4.25: Sanayi tipi 5 pimli 400 V AC priz (3P+N+E) IP67

2. ETKİNLİK

Prizlerdeki IP Kodları

1. **Gözlem ve Odaklanma**
   - Evinizde bulunan prizleri, uzatma kablolarını veya elektrikli cihazları inceleyiniz.
   - Üzerlerinde **IP20, IP44, IP67** gibi ifadeler olup olmadığını kontrol ediniz.
   - Gördüğünüz kodları bir deftere not ediniz.
2. **Bilgi Araştırma**
   - İnternet, ders kitabı veya güvenilir dijital kaynakları kullanarak IP [Ingress Protection (inggres protekşın)] kodlarının ne anlama geldiğini araştırınız.
   - IP kodunda kullanılan iki rakamın neyi ifade ettiğini öğreniniz.
3. **Sınıflandırma**
   - Evinizde bulduğunuz veya araştırdığınız IP kodlarını aşağıdaki gibi sınıflandırınız.
     * Düşük koruma (örneğin IP20)
     * Orta koruma (örneğin IP44)
     * Yüksek koruma (örneğin IP67)
   - Bu ürünlerin nerelerde kullanıldığını belirten tablo hazırlayınız (oda, banyo, dış ortam vb.).

Priz Sembolleri (Tek Hat ve Montaj Şemalarında)

Elektrik projelerinde prizler Tablo 4.11'deki sembollerle gösterilir.

Tablo 4.11: Standart Priz Sembolleri

Toprak sembolü (koruma iletkeni)	Topraksız priz	Bir fazlı topraklı priz	Üç fazlı topraklı priz

4.2.2. Fiş Tanımı, Çeşitleri ve Sembolleri

Elektrik enerjisinin şebekeden alınarak cihazlara aktarılmasında köprü görevi gören fişler, iletken uçlarının priz kontaklarına güvenli bir şekilde temas etmesini sağlayan temel bağlantı elemanlarıdır. Teknik yapıları gereği prizlerin özellikleriyle uyumlu olacak şekilde tasarlanan bu fişler, Görsel 4.26'da gösterildiği gibi farklı elektriksel ihtiyaçlara ve kullanım alanlarına göre kategorilere ayrılmaktadır.



Görsel 4.26: Fiş çeşitleri

Fişleri sınıflandırırken kullanılan temel ölçütler şu şekilde detaylandırılabilir:

Besleme Türüne Göre: Elektriksel kapasitelerine bağlı olarak monofaze (tek fazlı) ve trifaze (üç fazlı) fişler olarak iki temel gruba ayrılır.

Güvenlik ve Topraklama: Uzatma ve ara kablo bağlantılarında kullanılan fişler, güvenlik standartlarına göre topraklı veya topraksız (normal) olarak üretilir.

Bağlantı Yapısına Göre: Prizlere takılan standart erkek fişlerin yanı sıra özellikle seyyar hatlarda uç uca ekleme yapılması gerektiğinde dişi priz yuvası görevi üstlenen özel yapıda fişler de mevcuttur.

Kullanıcılar kullanım amacına uygun fiş modelini seçmek için ilgili üreticilerin teknik kataloglarından destek alabilir, tesisatın gereksinimlerine ve cihazlarının teknik özelliklerine göre doğru ürün seçimi yapabilir.

4.2.3. Faz, Nötr ve Toprak Ayrımı, Kablo Renk Kodları ve Klemens Blokları

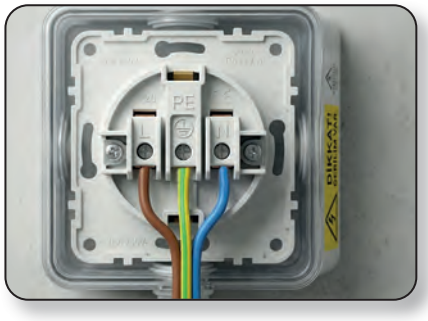
Priz bağlantısında en önemli güvenlik unsuru, faz (L), nötr (N) ve toprak (PE) iletkenlerinin doğru şekilde ayrılmasıdır. Türkiye ve Avrupa'da geçerli kablo renk kodları (TS HD 308 S2 standardı) Tablo 4.12'deki gibidir.

Tablo 4.12: Kablo Renk Kodları

İletken	Renk	Sembol
Faz	Siyah, Kahverengi veya Gri	L
Nötr	Açık Mavi	N
Toprak (Koruma)	Sarı-Yeşil	PE

Klemens Blokları Üzerinde Gösterim

Prizlerin arkasında bulunan klemensler (bağlantı terminalleri) üzerinde genellikle L, N, PE işaretleri bulunur. Görsel 4.27'de standart bağlantı şekli gösterilmiştir. Kablonun soyulan kısmı klemensin içine dışarıda kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.



Görsel 4.27: Prizin standart kablo bağlantısı

L (Line): Faz iletkeni kahverengi kablo bağlanır.

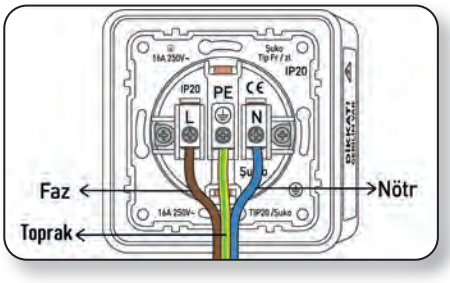
N (Neutral): Nötr iletkeni mavi kablo bağlanır.

PE (Protective Earth): Toprak iletkeni sarı yeşil kablo bağlanır.

4.2.4. Bir Fazlı Topraklı Priz Bağlantısı

Bir fazlı topraklı priz bağlantısı, ev ve ofis gibi alanlarda en sık kullanılan bağlantıdır. Bağlantı adımları şu şekildedir:

1. Enerji kesilir (İlgili sigorta indirilir.).
2. Kablo sıyrılır (yaklaşık 10-12 mm).
3. Faz (kahverengi / siyah) ucu L terminaline, nötr (açık mavi) ucu N terminaline, toprak (sarı-yeşil) ucu PE terminaline sıkıştırılır.
4. Vidalar iyice sıkılır, iletkenlerin dışarı taşması engellenir. Kablonun soyulan kısmı klemensin içine dışarıda kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Görsel 4.28'de verilen bir fazlı topraklı priz bağlantısında kabloların soyulmadığı düşünülebilir ancak kabloların soyulan kısmı klemensin içine olması gerektiği gibi yerleştirilmiştir.
5. Priz gözüne yerleştirilir, montaj vidaları ile duvara sabitlenir.
6. Kapak takılır ve enerji açılarak test yapılır.



Görsel 4.28: Bir fazlı topraklı priz bağlantı şekli [Schuko(Şuko)]

4. UYGULAMA

Uygulama Adı: Bir Fazlı Topraklı Priz Bağlantısı ve Montajı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

Bir fazlı elektrik tesisatında birden fazla priz bağlantısını (paralel bağlantı) ve güvenli elektrik tesisatını yapmak

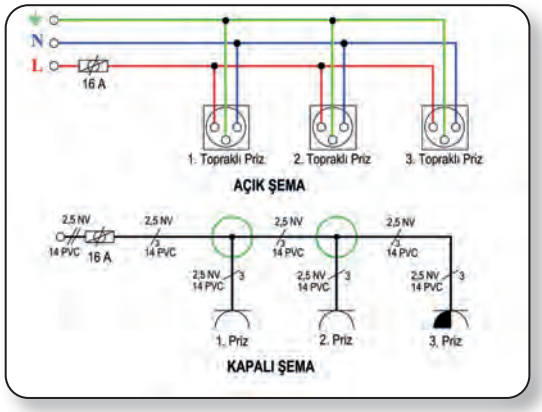
Malzeme Listesi

- 2 adet topraklı priz
- 1 adet kapaklı topraklı priz
- 1 adet otomatik sigorta (16 A)
- 2,5 mm² kesitli elektrik kablosu (NYM / NV)
- 2 adet buat (bağlantı kutusu)
- Yeterli uzunlukta PVC boru veya kablo kanalı
- Tornavida seti
- Yan keski
- Kablo soyma pensesi
- Kontrol kalemi ve multimetre
- 12 adet klemens
- İzole bant

Uygulama öncesi dijital kataloglardan priz türlerini ve standartlarını tekrar gözden geçiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği önlemlerini alarak kişisel KKD'lerinizi kullanınız. Görsel 4.29'da detayları sunulan devre şemasını baz alarak deney seti üzerinde gerekli tüm kablo bağlantılarını eksiksiz bir şekilde tamamlayınız.



Görsel 4.29: Topraklı priz tesisatı açık ve kapalı şeması

2. Hazırladığınız devreyi çalıştırmadan önce mutlaka atölye öğretmenine inceletiniz.
3. Prizlerin işlevselliğini doğrulamak adına, ilk etapta kontrol kalemi yardımıyla terminallerde elektrik akımının varlığını teyit ediniz.
4. Ölçü aletini (multimetre) uygun alternatif akım (AC) kademesine getirdikten sonra, priz uçlarındaki gerilim değerlerini hassas bir şekilde ölçerek kaydediniz.
5. Ölçüm süreci başarıyla tamamlandıktan sonra güvenliğiniz için fişi prizden çekiniz ve kurduğunuz devreyi düzenli bir biçimde sökünüz.
6. Kullanılmayacak hâle gelen iletkenleri geri dönüşüm kutusuna atınız.

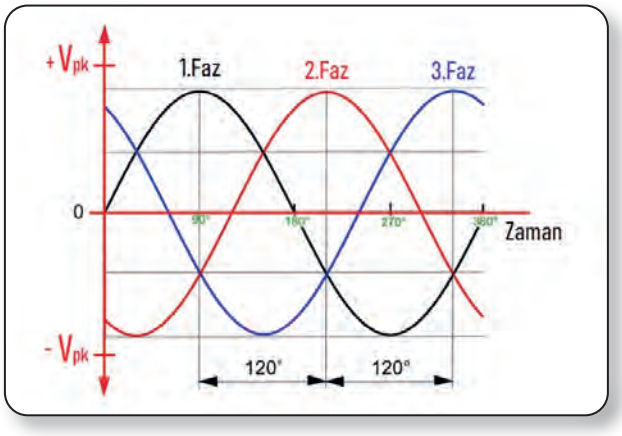
Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.2.5. Üç Fazlı Priz Bağlantısı

Üç faz, elektrik enerjisinin üretiminden iletim ve dağıtımına kadar kullanılan, birbirinden 120° ($\frac{2\pi}{3}$ radyan) faz farkı ile ayrılmış üç alternatif akım dalgasından oluşan sistemdir. Tek fazlı sistemde bir faz iletkeni (L) ve nötr (N) bulunurken üç fazlı sistemde üç ayrı faz iletkeni (L1, L2, L3) ile nötr (N) ve toprak (PE) iletkeni yer alır. Fazlar arası gerilim Türkiye ve Avrupa standartlarında 400 V, faz ile nötr arası gerilim ise 230 V'tur. Üç fazlı sistemin en önemli avantajları; aynı kablo kesiti ile tek faza göre yaklaşık üç kat daha fazla güç iletimi sağlaması, motorlarda kendi kendine çalışma özelliği sunması ve enerji iletiminde daha düşük kayıplarla yüksek verimlilik elde etmeye imkân vermesidir. Sanayi makineleri, asansörler, elektrikli ocaklar, kompresörler ve büyük güçlü motorlar üç fazlı sistemle çalışır. Üç fazlı priz bağlantısı yapılırken faz sırasının (rotasyon) doğru olması, kablo renk kodlarına (L1: kahverengi, L2: siyah, L3: gri, N: açık mavi, PE: sarı-yeşil) uyulması ve dengeli yük dağılımına dikkat edilmesi güvenlik ve verimlilik açısından kritik öneme sahiptir. Üç fazlı sistemde L1, L2 ve L3 fazlarının birbirine göre 120° faz farkı ile konumlandığını gösteren sinüs dalga diyagramı Görsel 4.30'da verilmiştir.



Görsel 4.30: Üç fazlı sistemde dalga diyagramı

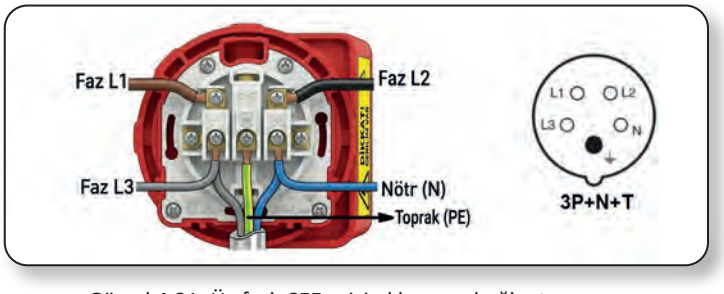
Üç fazlı prizler (CEE tipi, 5 kontaklı); sanayi makineleri, elektrikli ocaklar ve yüksek güçlü cihazlar için kullanılır. Bağlantıda renk kodları ve faz sırası Tablo 4.13'teki gibidir.

Tablo 4.13: Üç Fazlı Sitemlerde Kablo Renk Kodları

Kontak	İletken	Renk
L1	1. Faz	Kahverengi
L2	2. Faz	Siyah
L3	3. Faz	Gri
N	Nötr	Açık Mavi
PE	Toprak	Sarı-Yeşil

Bağlantı Adımları

1. Sigortalar indirilip enerji kesilir.
2. Görsel 4.31'deki gibi prizin arka kısmındaki klemenslere kablolar L1, L2, L3, N, PE şeklinde yerleştirilir.
3. İletkenler renk kodlarına uygun şekilde bağlanır.
4. Faz sırası kontrol edilir.
5. Priz gövdesi montaj kutusuna sabitlenir, kapak takılır. **Not:** Kablonun soyulan kısmı klemensin içine tamamen dışarıda kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.



Görsel 4.31: Üç fazlı CEE prizin klemens bağlantı şeması

5. UYGULAMA

Uygulama Adı: Üç Fazlı Topraklı Priz Bağlantısı ve Montajı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 80 dakikadır.

Amaç

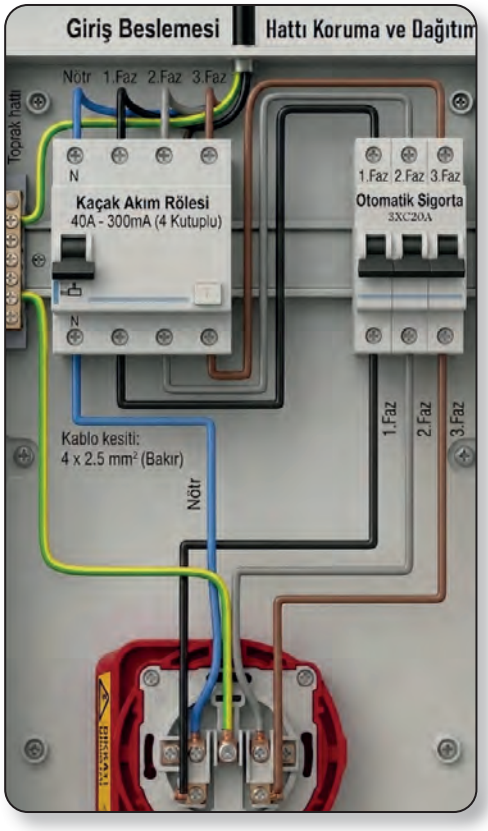
Üç fazlı bir dağıtım sisteminde; kaçak akım koruma rölesi, grup sigortalar ve CEE tipi priz bağlantılarını standartlara uygun, hatasız bir şekilde kurmak ve elektriksel güvenlik testlerini tamamlamak

Malzeme Listesi

- Kaçak akım rölesi [4 kutuplu (3P+N), 40 A, 30 mA]
- Otomatik sigorta (MCB) (20 A, 4'lü grup)
- Sanayi tipi priz (CEE) [5 pimli (3P+N+PE), 16 A / 32 A, 400 V]
- Montaj rayı (W otomat) (15-20 cm, galvanizli)
- NYAF kablo seti (2,5 mm² kesitinde; kahverengi, siyah, gri, mavi ve sarı-yeşil renkli)
- Montaj ve el aletleri (kablo kesitine uygun yüksükler ile kablo soyma, kesme ve montaj aletleri)

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği önlemlerini alarak kişisel KKD'lerinizi kullanınız. Görsel 4.32'deki devre şemasını inceleyerek akışın; **Giriş-KAR-Sigortalar-Priz** şeklinde olacağını çözümleyiniz.



Görsel 4.32: Kaçak akım koruma rölesi, grup sigorta, toprak hattı ve üç faz priz bağlantısı

2. Kabloları uygun uzunluklarda kesiniz. Çok damarlı iletkenlerin uçlarını soyup uygun kesitteki yüksükleri takınız.

3. Ana besleme uçlarını (L1, L2, L3 ve N) kaçak akım rölesinin üst girişlerine bağlayınız. Nötr klemensinin yerini (Genellikle en sağda veya solda N harfiyle belirtilir.) doğru belirleyiniz.

4. KAR çıkışından gelen üç fazı, grup sigortaların girişlerine paralel veya baralı bir şekilde dağıtınız.

5. Tüm klemens vidalarını uygun torkta sıkınız. Gevşek bağlantı, üç fazlı sistemlerde ark oluşumuna ve cihaz arızalarına neden olur.

6. Sigorta çıkışlarından gelen L1 (kahve), L2 (siyah) ve L3 (gri) kablolarını prizin ilgili terminallerine bağlayınız. Kabloları gereğinden uzun bırakmayınız.
7. KAR çıkışından gelen nötrü (mavi) ve ana baradan gelen toprağı (sarı-yeşil) prizdeki sembollere uygun şekilde monte ediniz.
8. Kablo renk kodlarının standartlara uygunluğunu ve yalıtkanların klemens içine girip girmediğini kontrol ediniz.
9. İş güvenliği önlemlerini ve izinleri alarak devreye enerji veriniz.
10. Multimetre ile fazlar arası 400 V, faz-nötr arası 230 V değerlerini okuyarak bağlantının doğruluğunu kanıtlayınız.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Nötr ile toprak iletkeni yer değiştirseydi kaçak akım rölesi nasıl tepki verirdi?**
2. **Fazlardan birinin bağlantısı gevşek kalsaydı bu prizden beslenen üç fazlı bir motor için ne gibi riskler oluşurdu?**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

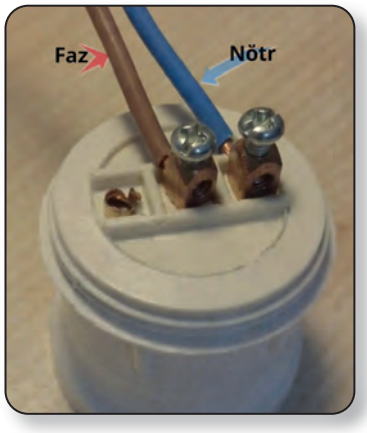
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.3. DUYLARIN BAĞLANTISI VE MONTAJI

Duy, elektrik enerjisini ampulün içerisine ileterek ışık kaynağının devreye bağlanmasını sağlayan temel donanımdır. Ampulü ve ilgili soket bağlantılarını bir arada kapsayan, estetik ve işlevsel koruyucu ünitelere ise armatür adı verilir.

İç tesisat uygulamalarında ve güvenlik standartlarında duy bağlantısında anahtar üzerinden kesilen iletkenin **faz** olması gerekir. Görsel 4.33'teki gibi lambanın dip kısmına faz kablosu gelmelidir. Faz (L) duyun orta dip kontak ucuna bağlanır, nötr (N) ise duyun vidalı dış gövde kısmına bağlanır.

Duylar; üretimlerinde kullanılan materyallere, montaj yöntemlerine ve kullanım amaçlarına göre geniş bir çeşitliliğe sahiptir.



Görsel 4.33: Duy klemens bağlantısı

Uygulama alanlarına göre kategorize edilen temel duy tipleri Görsel 4.34'te verilmiştir.

Kullanım Yerlerine Göre Duy Çeşitleri

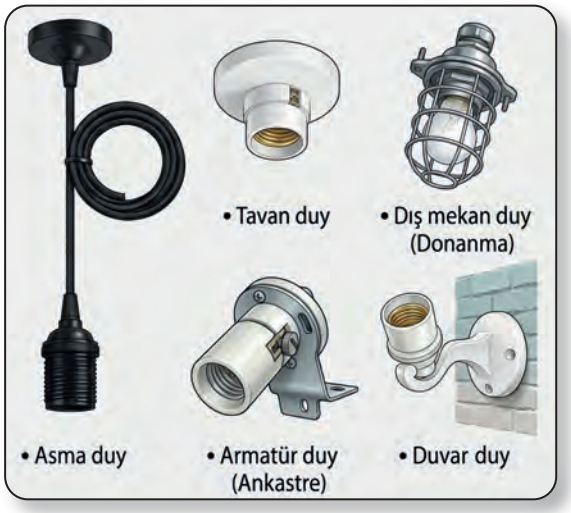
Asma Duy: Kablo yardımıyla tavandan sarkıtılarak kullanılan, daha çok dekoratif veya geçici aydınlatma ihtiyaçlarında tercih edilen tiptir.

Tavan Duy: Doğrudan tavan yüzeyine sabitlenen, klasik ve dayanıklı bağlantı sağlayan modeldir.

Dış Mekan (Donanma) Duy: Genellikle endüstriyel veya özel mekanik sistemlerde, titreşime karşı dirençli olması hedeflenen bağlantı noktalarında kullanılır.

Armatür (Ankestre) Duy: Duvar veya mobilya kenarlarına monte edilerek aydınlatmanın belirli bir noktaya odaklanmasını sağlayan yönlendirilebilir duylardır.

Duvar Duy: Duvar yüzeyine sabitlenerek kullanılan, genellikle koridor veya baş ucu aydınlatmasında tercih edilen duylardır.



Görsel 4.34: Duy çeşitleri

Lamba, elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren aydınlatma gerecidir. İlk dönem aydınlatma teknolojilerinde harcanan elektriğin sadece %40'lık bir kısmı ışığa dönüşürken güncel teknolojik gelişmelerle birlikte bu verimlilik oranı %90 seviyelerinin üzerine çıkmış ve enerji kaybı minimize edilmiştir. Görsel 4.35'te farklı lamba çeşitleri görülmektedir. Kullanılan teknoloji ve çalışma prensiplerine göre lambalar genel olarak dört ana kategoride sınıflandırılır.


Görsel 4.35: Lamba çeşitleri

Akkor Flamanlı Lambalar: İçindeki flamanın elektrik akımıyla ısınarak akkorlaşması sonucu ışık veren klasik sistemdir.

Floresan Lambalar: Gaz deşarjı yoluyla UV ışınları üreten ve bu ışınların iç çeperdeki fosfor tabakasıyla görünür ışığa dönüştüğü lamba türüdür.

Gaz Deşarjlı Lambalar: İçerisinde bulunan özel gazların elektrikle uyarılmasıyla ışık yayan, genellikle yüksek aydınlatma gücü gerektiren alanlarda tercih edilen modellerdir.

LED Lambalar: Yarı iletken diyot teknolojisi ile çalışan, günümüzün en verimli, uzun ömürlü ve az enerji harcayan aydınlatma çözümüdür.

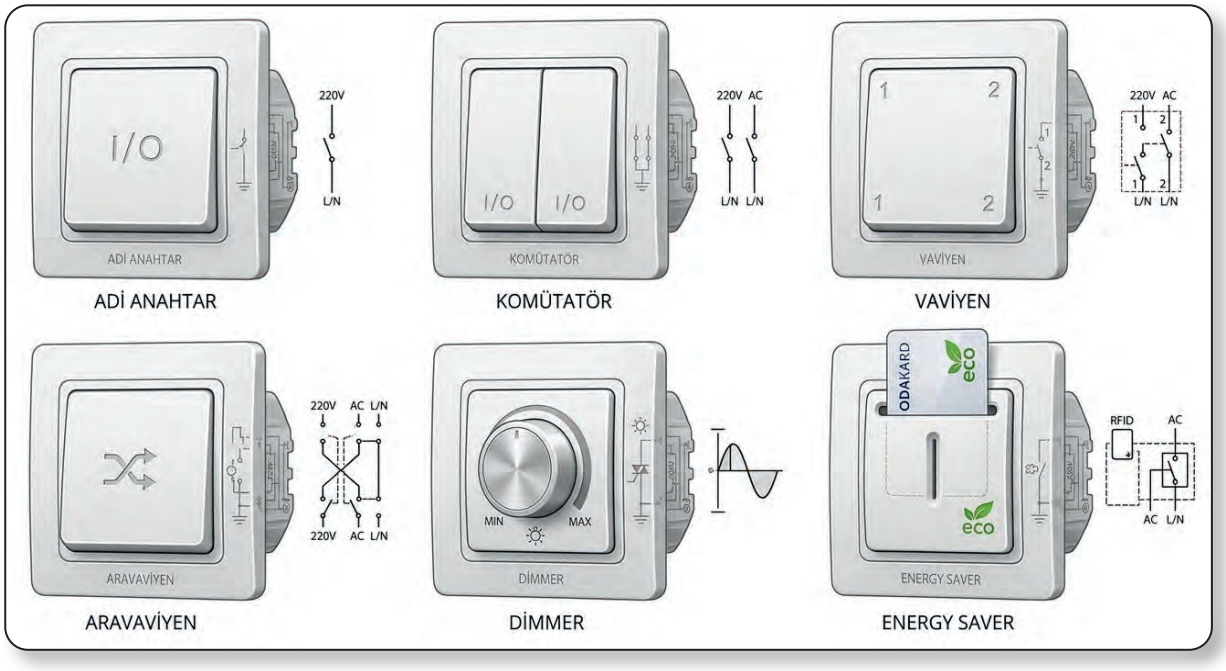
Aydınlatma sektörünün zirvesini temsil eden LED lambalar, optoelektronik (ışık yayan yarı iletken) yapısı sayesinde enerji tasarrufunda devrim yaratmıştır. Filament, gaz deşarjı gibi dolaylı yöntemlere ihtiyaç duymadan, elektronların yarı iletken katmanlar arasındaki hareketiyle doğrudan ışık (foton) üreten bu teknoloji, ısınma kaynaklı enerji kayıplarını neredeyse tamamen ortadan kaldırır. Akkor lambalara kıyasla yaklaşık %80 ile %90 arasında daha az enerji tüketen ve 50 bin saati aşan çalışma ömürleri sunan LED'ler, akıllı ev otomasyon sistemlerine ve dimmer (ışık şiddeti ayarlayıcı) devrelerine de tam uyum sağlar. Çevre dostu olmaları, anında tam performansla yanabilmeleri ve çok düşük gerilimlerle (DC) güvenle çalışabilmeleri sayesinde LED teknolojisi; konutlardan endüstriyel tesislere, sinyalizasyon sistemlerinden modern mimari tasarımlara kadar güncel aydınlatma projelerinin standart ve vazgeçilmez seçeneği hâline gelmiştir.

4.4. AYDINLATMA ANAHTARLARI VE MONTAJI

Elektrik tesisatlarında anahtar, bir devre üzerindeki akışın sürekliliğini denetleyen, alıcıya (örneğin bir lambaya) giden enerjiyi başlatıp kesmeye yarayan temel kontrol elemanıdır. Montaj yöntemlerine göre sıva altı ve neme karşı dayanıklı (sıva üstü) olmak üzere iki temel yapıda üretilirler. Kullanım ihtiyaçlarına göre çeşitlenen bu elemanlar, aydınlatma sistemlerinin yönetiminde kritik rol oynar.

Temel Anahtar Çeşitleri

Piyasada sıkça karşılaşılan anahtar grupları şunlardır: **adi anahtar**, **komütatör**, **vaviyen**, **aravaviyen**, **dimmer** ve **energy saver (enerji seyvır)**. Görsel 4.36'da öne çıkan başlıca modeller gösterilmiştir. İşlevleri şöyledir:



Görsel 4.36: Anahtar çeşitleri

Adi Anahtar: Tek bir noktadan tek bir lambayı veya lamba grubunu yakıp söndürmek için kullanılan en basit anahtar türüdür.

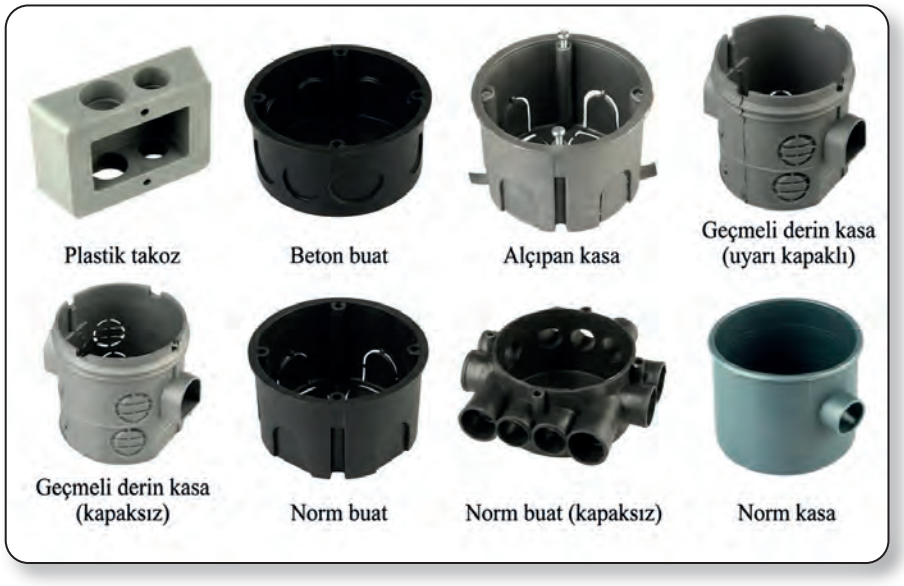
Komütatör Anahtar: Tek bir merkezden, birbirinden bağımsız iki farklı lamba hattını kontrol etmeyi sağlayan anahtardır.

Vaviyen Anahtar: Bir aydınlatma devresini, birbirinden farklı iki ayrı noktadan (örneğin bir koridorun iki ucundan) yönetmek gerektiğinde kullanılan anahtar türüdür.

Dimmer Anahtar: Sadece açıp kapatma yapmakla kalmayan, lambaya iletilen gerilimi değiştirerek ışık şiddetini istenen seviyeye düşürüp yükseltmeye yarayan ayarlı anahtardır.

Elektrik tesisat projelerinde iletkenlerin birbirine bağlanması (ek yapılması) ve farklı yönlere dağıtılması amacıyla kullanılan koruyucu muhafazalara **buat** adı verilir. Teknik literatürde **ek kutusu** olarak da adlandırılan bu elemanlar, bağlantı noktalarını dış etkenlerden koruyarak düzenli bir tesisat altyapısı oluşturur.

Görsel 4.37'de, uygulandıkları yerin yapısına ve kullanım gereksinimlerine göre farklı tiplerde üretilen buatlar görülmektedir.



Görsel 4.37: Buat çeşitleri

Buat Çeşitleri ve Kullanım Amaçları

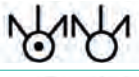
Sıva Altı Buatlar: Duvar içerisine gömülerek estetik bir görünüm sağlar, genellikle betonarme yapılarda tercih edilir.

Sıva Üstü Buatlar: Duvar yüzeyine monte edilen, kablo kanalları veya borularla bağlantısı kolay olan modellerdir.

Kasa Tipi (Derin) Buatlar: Anahtar ve priz gruplarının arkasında ek yapmak için kullanılan daha derin yapıdaki kutulardır.

Aydınlatma devre elemanlarına ait semboller Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.14: Aydınlatma Devre Elemanlarına Ait Semboller

İsmi	Kapalı Şema Sembolü	Açık Şema Sembolü
Sigorta		
Adi Anahtar		
Komütatör		
Vaviyen		
Lamba		
Priz		
Buat		

2. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda, öğrendiğiniz iletken ekleme yöntemleri ve priz çeşitlerine ait bazı teknik özellikler verilmiştir. Bu özelliklerin hangi eleman veya yöntemle ilişkili olduğunu belirleyerek ilgili kutucukları (✓) ile işaretleyiniz.

İletken Ekleme Yöntemleri ve Priz Çeşitleri	Düz Ek Yapımı	T Ek Yapımı	Bir Fazlı Topraklı Priz	Üç Fazlı Priz
Enerji hattının boyunu uzatmak için kullanılır.				
Ana hattan branşman (kol) almak için yapılır.				
Gövdesinde faz, nötr ve toprak olmak üzere 3 klemens bulunur.				
Genellikle 400 V gerilimle çalışan cihazlar için kullanılır.				
Yapılan işlem mutlaka bir buat içerisinde muhafaza edilmelidir.				
Bağlantısında sarı-yeşil renkli iletken kullanımı zorunludur.				
Mekanik sağlamlığı artırmak için iletkenler birbirine paralel sarılır.				

- **Yaptığınız işaretlemelerden yola çıkarak bir ev tesisatında buat içerisinde neden ek ve priz hattı bulunabileceğini tartışınız.**
- **Eğer bir priz bağlantısında toprak hattını yanlışlıkla faz klemensine bağlasaydınız bu durum İSG açısından ne gibi riskler doğururdu? Tartışınız.**

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.4.1. Adi Anahtar Tesisatı

Adi anahtar tesisatı, bir lamba veya lamba grubunu tek bir noktadan açıp kapatmak (kumanda etmek) amacıyla kullanılan, aydınlatma teknolojilerindeki en temel ve yaygın devre tipidir. Tesisatın çalışma prensibi, sigortadan gelen faz (enerji) hattının adi anahtarın giriş klemensine bağlanması ve anahtarın çıkışından alınan kesik faz (kumanda) hattının lambaya ulaştırılması esasına dayanır; devrenin tamamlanması için lambanın diğer ucu doğrudan nötr hattına bağlanır. Genellikle küçük odalar, tuvaletler, banyolar, depolar gibi tek bir giriş-çıkış noktası olan küçük hacimli mekânlarda tercih edilen bu tesisat yapısında, anahtara basıldığında iç mekanizma mekanik olarak kapanarak akımın geçişine izin verir ve aydınlatma sağlanır. Yapımının ekonomik, arıza tespitinin kolay ve montajının son derece basit olması sebebiyle bina içi elektrik tesisatlarının vazgeçilmez yapı taşıdır.

6. UYGULAMA

Uygulama Adı: Adi Anahtar Tesisatı Yapımı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 80 dakikadır.

Amaç

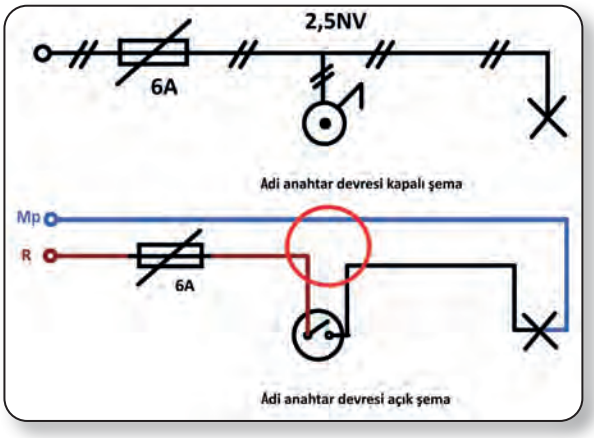
Bir lambayı tek bir noktadan kumanda etmeyi sağlayan adi anahtar tesisat devresini yapıp çalıştırmak

Malzeme Listesi

- 1 adet sigorta (10 A)
- 3 metre iletken (1,5 mm² NV / NYA)
- 1 adet standart buat
- 1 adet standart duy (E27)
- 1 adet adi anahtar (tekli kontrol)
- 2 metre PVC boru (18'lik)
- 1 adet PVC dirsek (18'lik)
- 22 adet kroşe (plastik veya antigron)
- 1 adet ikili klemens

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygun KKD'lerinizi kullanınız, gerekli araç gereci hazırlayıp devre elemanlarının sağlamlığını avometre ile kontrol ediniz.
2. Kapalı şemaya göre eleman yerlerini belirleyiniz; buat, boru ve kasaları kroşeler yardımıyla projeye uygun şekilde yüzeye sabitleyiniz.
3. Görsel 4.38'deki açık şemayı esas alarak iletkenleri boru içerisinden geçiriniz; sigorta kutusu, anahtar, buat ve alıcı noktaları arasındaki hat kurulumunu gerçekleştiriniz.



Görsel 4.38: Adi anahtar kapalı ve açık şeması

4. Sigortadan gelen fazı anahtara, nötr hattını doğrudan duya ve prize bağlayınız; anahtardan çıkan dönüş ucunu ise duyun orta kontağına sabitleyiniz.
5. Tüm klemens ve cihaz vidalarını, iletkeni ezmeyecek ancak gevşek kalıp ark yapmayacak (çıkmayacak) şekilde ideal torkla sıkınız; kablo uçlarının bağlantı noktasından taşmamasına dikkat ediniz.
6. Öğretmen denetimi olmadan devreye kesinlikle enerji vermeyiniz, onay sonrası sigortayı açarak devrenin çalışma fonksiyonlarını test ediniz.
7. İş bitiminde önce enerjiyi kesiniz ve sigortanın kapalı olduğunu teyit ediniz. Devreyi söküp malzemeleri kontrol ederek yerlerine kaldırınız ve çalışma alanını temizleyiniz.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Bir diyagram çiziniz. Kurduğunuz adi anahtar devresinde, anahtara bastığınızda lambanın yanmasını sağlayan elektriksel süreci (fazın akışı ve devrenin tamamlanması) kendi cümlelerinizle açıklayınız.**
2. **Bir prizin enerji beslemesini kontrol etmek istediğinizde multimetreyi (avometre) hangi kademeye getirmelisiniz? Ölçüm uçlarını prize nasıl yerleştirmeniz gerektiğini gösteren bir şema çizerek neden bu ölçüm yöntemini kullandığınızı güvenlik gerekçeleriyle belirtiniz.**
3. **Adi anahtarın çalışma prensibinden yola çıkarak bir odanın aydınlatmasını tek bir noktadan denetlemek yerine, bu anahtarın devredeki konumunu nasıl değiştirirsiniz? Adi anahtarın kesici rolünü, bir tesisatın güvenliği açısından neden zorunlu olduğunu tartışınız.**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.4.2. Komütatör Anahtar Tesisatı

Komütatör anahtar tesisatı, iki ayrı lamba veya lamba grubunu, tek bir noktadan bağımsız olarak veya aynı anda açıp kapatmak amacıyla kullanılan aydınlatma devresidir. Yapısal olarak yan yana gelmiş iki adi anahtarın tek bir gövdede birleşmiş hâli olarak düşünülebilir. Üzerinde iki adet hareketli düğme (tuş) bulunan bu anahtar mekanizması; özellikle büyük salonlar, iki lambalı avizeler, koridorlar veya mutfak gibi tek bir noktadan kademeli ya da bölgesel aydınlatma ihtiyacı duyulan mekânlarda sıklıkla tercih edilir.

Tesisatın elektriksel bağlantı prensibi, şebekeden gelen faz hattının anahtarın ortak (giriş) klemensine köprülenmesi esasına dayanır. Anahtarın arkasında yer alan diğer iki çıkış klemensinden ise her bir lamba grubuna gitmek üzere ayrı ayrı iki adet kesik faz (kumanda) hattı çekilir. Aydınlatma elemanlarının devreyi tamamlayabilmesi için diğer uçları panodan gelen nötr hattına doğrudan bağlanır. Bu sayede kullanıcı, anahtarın birinci düğmesine bastığında sadece birinci lamba grubunu, ikinci düğmesine bastığındaysa sadece ikinci lamba grubunu yakabilir; her iki düğmeye birden basıldığında ise tüm mekân tam güçle aydınlatılmış olur.

Komütatör anahtar tesisatının kullanılması, sadece konfor ve esneklik sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ciddi bir enerji tasarrufu avantajı da sunar. Gün ışığının kısmen yeterli olduğu veya tam aydınlatmaya ihtiyaç duyulmayan anlarda, ortamdaki lambaların sadece yarısını yakarak gereksiz güç tüketiminin önüne geçilir. Montajı esnasında klemens bağlantılarının gevşek bırakılmaması, faz ve kumanda hatlarının doğru klemenslere vidalanması, tesisatın uzun ömürlü ve ark riskinden uzak bir şekilde çalışması açısından büyük önem arz eder.

7. UYGULAMA

Uygulama Adı: Komütatör Anahtar Tesisatı Yapımı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 80 dakikadır.

Amaç

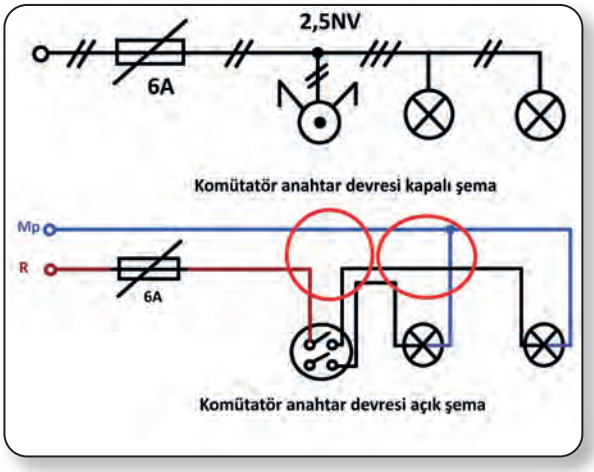
Farklı noktalarda bulunan iki farklı lambayı tek bir noktadan kumanda etmeyi sağlayan komütatör anahtar tesisat devresini yapıp çalıştırmak

Malzeme Listesi

- 1 adet sigorta (10 A)
- 3 metre iletken (1,5 mm² NV / NYA)
- 1 adet standart buat
- 1 adet standart duy (E27)
- 2 adet komütatör anahtar (ikili kontrol)
- 2 metre PVC boru (18'lik)
- 1 adet PVC dirsek (18'lik)
- 22 adet kroşe (plastik veya antigron)
- 1 adet ikili klemens

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygun KKD'lerinizi kullanınız, gerekli araç gereci hazırlayıp devre elemanlarının sağlamlığını avometre ile test ediniz.
2. Görsel 4.39'daki kapalı şemayı baz alarak eleman yerlerini işaretleyiniz; buat, boru ve kasaları kroşeler yardımıyla projeye uygun biçimde yüzeye sabitleyiniz.
3. Görsel 4.39'daki açık şemaya göre iletkenleri boru içlerinden geçiriniz; sigorta, buat ve anahtar kasası arasındaki hatları bağlantıya hazır hâle getiriniz.



Görsel 4.39: Komütatör anahtar kapalı ve açık şeması

4. Sigortadan gelen faz iletkenini komütatör anahtarın **ortak (köprülü) ucuna** bağlayınız, anahtarın diğer iki çıkış ucundan lambalara gidecek **dönüş** hatlarını çekiniz.
5. Anahtardan gelen iletkenleri duyların orta kontağına, şebekeden gelen nötr hattını ise duyların kenar kontağına bağlayınız.
6. Tüm vidaları iletkeni ezmeyecek ancak gevşeklik de yaratmayacak şekilde ideal torkla sıkınız, kablo uçlarının bağlantı noktalarından taşmadığından emin olunuz.
7. Öğretmen onayından sonra devreye enerji vererek çalışmasını test ediniz, iş bitiminde sigortayı kapatıp bağlantıları söktükten sonra malzemeleri düzenleyerek alanı temizleyiniz.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Kurduğunuz komütatör anahtar devresinde, anahtarın birinci tuşuna ve ikinci tuşuna bastığınızda elektrik akımının faz hattı üzerinden alıcılara (lambalara) ulaşma sürecini bir akış şeması üzerinde gösteriniz. Bu devrenin çalışma mantığını adi anahtar devresiyle karşılaştırarak bağımsız kontrol kavramını açıklayınız.**
2. **Adi anahtar ve komütatör anahtarın temel görevlerini göz önünde bulundurduğunuzda evinizde salonu, koridoru ve balkonu aydınlatmak için hangi anahtar türlerini seçerdiniz? Seçimlerinizi enerji tasarrufu ve kullanım pratikliği ölçütlerine göre gerekçelendiriniz.**
3. **Komütatör anahtar aynı enerji kaynağı üzerinden iki farklı noktayı bağımsız olarak yönetebilen bir kontrol merkezi olarak tanımlanırsa bu anahtarın iç yapısındaki köprüleme mantığını nasıl açıklarsınız? Komütatör anahtarın doğru şekilde bağlanmaması durumunda ortaya çıkabilecek elektriksel riskleri veya çalışma hatalarını (örneğin iki lambanın birlikte yanması) tesisat güvenliği açısından tartışınız.**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.4.3. Vaviyen Anahtar Tesisatı

Vaviyen anahtar tesisatı, bir lambayı veya lamba grubunu iki ayrı noktadan bağımsız olarak açıp kapatmak (kumanda etmek) amacıyla kullanılan, özellikle konfor ve güvenliğin ön planda olduğu aydınlatma devresidir. Yapısal olarak üç adet bağlantı klemensine sahip olan vaviyen anahtarlar; uzun koridorların giriş ve çıkışlarına, iki katlı merdiven boşluklarının alt ve üst katlarına, yatak odalarında kapı girişine ve yatak başına yerleştirilir. Bu tesisat sayesinde kullanıcı, uzun bir koridorun bir ucundan lambayı yakıp koridoru geçtikten sonra diğer uçtaki anahtardan söndürebilir; böylece karanlıkta geri yürümek zorunda kalmadan güvenli bir geçiş sağlar.

Sistemin çalışması iki anahtar arasına çekilen çift hat (köprü hatları) üzerinden şekillenir. Dağıtım kutusundan (buat) gelen faz hattı, birinci vaviyen anahtarın ortak (ortadaki) klemensine bağlanır. Her iki anahtarın geriye kalan ikişer adet çıkış klemensleri ise birbirine karşılıklı iki adet iletkenle köprülenir. İkinci vaviyen anahtarın boşta kalan ortak klemensinden alınan kesik faz (kumanda) hattı lambaya ulaştırılırken, lambanın diğer ucu ise doğrudan nötr hattına bağlanarak devre tamamlanır. Bu akıllı hat tasarımı, her iki anahtarın da konumundan bağımsız olarak akım yolunun diğer anahtar vasıtasıyla kesilebilmesini veya yeniden birleştirilebilmesini sağlar.

8. UYGULAMA

Uygulama Adı: Vaviyen Anahtar Tesisatı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 80 dakikadır.

Amaç

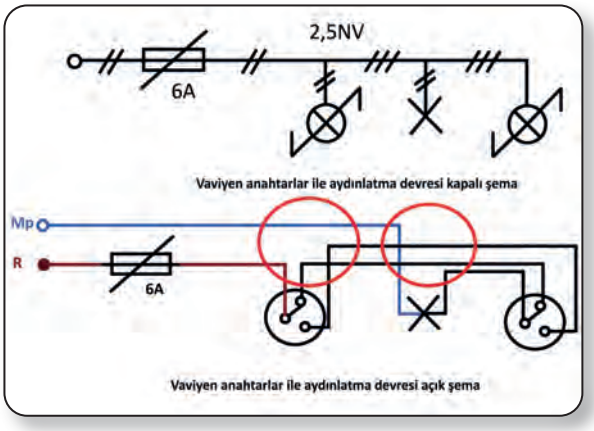
Bir lamba veya lamba grubunu iki farklı noktadan kumanda etmeyi sağlayan vaviyen anahtar tesisatını kurmak ve çalıştırmak

Malzeme Listesi

- 1 adet sigorta (10 A)
- 3 metre iletken (1,5 mm² NV / NYA)
- 1 adet standart buat
- 1 adet standart duy (E27)
- 1 adet vaviyen anahtar (üç terminalli)
- 2 metre PVC boru (18'lik)
- 1 adet PVC dirsek (18'lik)
- 22 adet kroşe (plastik veya antigron)
- 1 adet ikili klemens

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygun KKD'lerinizi kullanınız, tüm araç gereci hazırlayıp devre elemanlarının (anahtar, duy vb.) sağlamlığını avometre ile kontrol ediniz.
2. Görsel 4.40'taki kapalı şemayı baz alarak eleman yerlerini belirleyiniz; buat, boru ve kasaları kroşeler yardımıyla projeye uygun şekilde yüzeye sabitleyerek montajı tamamlayınız.
3. Görsel 4.40'taki açık şemaya uygun iletkenleri boru içlerinden geçiriniz; enerji hattı, anahtarlar arası geçiş hatları ve lamba dönüş hattını bağlantıya hazır hâle getiriniz.



Görsel 4.40: Vaviyen anahtar kapalı ve açık şeması

4. Sigortadan gelen fazı ilk vaviyen anahtarın orta (ortak) ucuna bağlayınız, ikinci vaviyen anahtarın orta ucundan lamba duyuna hat çekiniz.
5. Her iki vaviyen anahtarın boşta kalan kenar uçlarını karşılıklı olarak birbirine bağlayınız, şebekeden gelen nötr hattını ise doğrudan duyun kenar kontağına sabitleyiniz.
6. Tüm vidaları iletkeni ezmeyecek ancak gevşeklik de yaratmayacak şekilde ideal torkla sıkınız, iletken uçlarının bağlantı noktalarından taşmadığından emin olunuz.
7. Öğretmen onayıyla devreye enerji verip iki noktadan kontrolü test ediniz. İş bitiminde sigortayı kapatıp devreyi söktükten sonra malzemeleri düzenleyerek alanı temizleyiniz.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Vaviyen devre sisteminde, elektrik akımının iki anahtar arasındaki yol alışını bir akış şeması üzerinde gösteriniz. Bu devrenin, bir koridorun başından yakıp sonundan söndürme işlevini nasıl yerine getirdiğini, akımın yön değiştirmesi (anahtarların konumuna göre alternatifli yol seçimi) üzerinden açıklayınız.**
2. **Bir priz üzerindeki gerilimi multimetre (avometre) kullanarak ölçerken hangi güvenlik protokollerini (ölçüm kademesi, probların tutuş şekli vb.) uyguladığınızı açıklayınız. Ölçüm sırasındaki probların priz yuvasındaki konumunu gösteren bir şema çizerek bu ölçümün prizin çalışır durumda olduğunu nasıl kanıtladığını tartışınız.**
3. **Vaviyen anahtar, tek bir noktadan kontrolün yetersiz kaldığı alanlarda esneklik sağlayan bir mekanizma olarak tanımlanırsa evinizin hangi bölümlerinde bu sistemin kullanımı hayatınızı kolaylaştırır? Vaviyen anahtarın iç yapısındaki kontak değişim mantığını, adi anahtar ile kıyaslayarak bu anahtar türünün tesisat projelerindeki stratejik önemini değerlendiriniz.**

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.5. SEYYAR PRİZ MONTAJI

Elektrikli cihazların sabit prizlere uzak kaldığı durumlarda kullanılan seyyar kablolar, ihtiyaç duyulan noktaya enerji taşınmasını sağlayan taşınabilir ara bağlantı gereçleridir. Bu kablolar, ihtiyaca bağlı olarak serbest hâlde veya kullanım kolaylığı sağlayan makaralı sistemler içerisinde tercih edilebilir. Görsel 4.41'de çeşitli uzatma kabloları gösterilmiştir. Bu taşınabilir sistemlerin güvenli bir şekilde hizmet verebilmesi için montaj esnasında kablo kesitinin taşınacak güce uygun seçilmesi ve bağlantı noktalarının gevşek bırakılmaması kritik önem taşır.



Görsel 4.41: Çeşitli uzatma prizleri

Teknik Özellikler ve Seçim Kriterleri

Seyyar kablo seçiminde, cihazın tükettiği akım değeri ve kullanım amacı belirleyici rol oynar. Bu tür uygulamalarda genellikle esnek yapısı nedeniyle **NYAF** veya piyasada **TTR** olarak bilinen çok telli, bakır iletkenli kablolar tercih edilir. Kablo kesiti, hattın uzunluğuna ve çekilen güce göre değişiklik göstermelidir çünkü yetersiz kesit seçimi enerji kaybına ve aşırı ısınmaya yol açabilir.

Güvenlik ve Isı Yönetimi: Kablo sargı makaraları, akım geçişi sırasında oluşan ısınmayı yönetmek üzere tasarlanmalıdır. Aşırı ısınma riskine karşı, profesyonel makaralar mutlaka bir termik koruma (aşırı ısıya karşı koruyucu) ile donatılmalıdır. Kablo yapısı, yumuşak plastik veya kauçuk yalıtkanlarla kaplı olmalı; dış kılıfı genellikle dayanıklılığı artıran siyah, gri veya beyaz renkte malzemelerden üretilmelidir. Kullanılmadan önce, sargılı kablonun endüktans oluşturarak aşırı ısınmasını engellemek için kablonun sargı makarasından tamamen çözülmesi mecburidir.

Güvenli kullanım için bir kablo makarasının üzerinde yer alması zorunlu olan teknik bilgiler şunlardır:

Tip ve Kullanım Yeri: Makaranın kullanım amacına uygun olduğunu gösteren tip işaretleri.

Kuru Ortam: Sadece kuru ve nemsiz iç mekanlar için kullanıma uygundur.

Suya Dayanıklılık: Dış mekan veya ıslak zeminlerde kullanıma uygundur.

Elektriksel Değerler: Nominal gerilim (V), nominal akım (A), maksimum nominal güç (W) ve akım türü gibi veriler.

Kablo Uzunluğu: Makara üzerine sarılı olan kablonun metre cinsinden toplam uzunluğu.

Mekanik Mukavemet ve Çevresel Koşullara Uyumluluk

Seyyar kablo ve makara sistemlerinin seçiminde elektriksel parametreler kadar sistemin kullanılacağı fiziki ortamın şartları da büyük önem taşır. Şantiye, atölye gibi ağır endüstriyel ortamlarda plastik gövdeli ve zayıf kılıflı seyyar prizler mekanik darbelere, ezilmelere ve aşınmaya karşı dayanıksız kalır. Bu tür zorlu alanlarda, darbe mukavemeti yüksek, kırılmaz, kauçuk veya metal gövdeli makaralar ile dış kılıfı mekanik aşınmalara, yağlara ve kimyasallara karşı dirençli olan H07RN-F tipi polimer / kauçuk kabloların tercih edilmesi yasal bir zorunluluktur. Ayrıca açık alanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda sistemin toza ve katı cisimlere karşı koruma düzeyini belirleyen IP [Ingress Protection (ingıres protekşın)] koruma sınıfı kodlamalarına dikkat edilmelidir. Örneğin dış mekân uygulamalarında ve nemli ortamlarda kullanılacak seyyar prizlerin en az IP44 veya üzeri koruma standardına sahip olması, priz yuvalarının ise yaylı kapak mekanizmalarıyla donatılması şebeke güvenliği ve can sağlığı açısından kritik önem taşır.

Elektriksel Güvenlik, Etiket Okuma ve Periyodik Bakım

Makara üzerinde yer alan teknik verilerin doğru analiz edilmesi, aşırı yüklenme kaynaklı kazaların önüne geçmedeki en önemli adımdır. Üreticiler, makaraların üzerinde genellikle iki farklı maksimum güç (Watt) değeri belirtirler: İlki kablo tamamen sarılıyken güvenle çekilebilecek güç, ikincisi ise kablo tamamen açıldığında taşınabilecek maksimum güçtür. Kablo makaradan tamamen çözülmediğinde, üst üste binen katmanlar ısının havaya yayılmasını engeller ve kablo bobin gibi davranarak endüktif bir direnç oluşturur; bu durum termik koruma rölesinin sürekli açma yapmasına veya rölesiz sistemlerde kablonun tamamen erimesine sebep olur.

9. UYGULAMA

Uygulama Adı: Seyyar Uzatmalı Priz Yapımı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 80 dakikadır.

Amaç

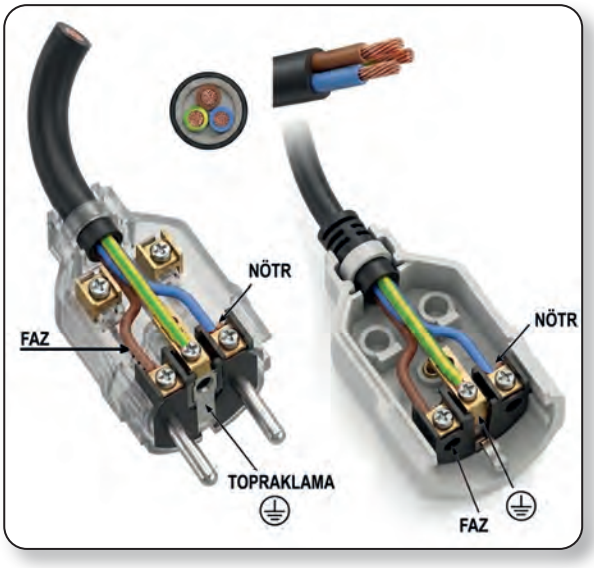
Fiş ve priz içindeki klemens bağlantılarını standartlara (faz, nötr, toprak) uygun şekilde yapmak

Malzeme Listesi

- 2 metre TTR kablo (3x1,5mm²)
- 1 adet erkek fiş (monofaze, topraklı)
- 1 adet seyyar dişi priz (monofaze, topraklı)
- Yan keski (izoleli sap)
- Kablo soyma pensesi (ayarlanabilir uç)
- Tornavida seti (izoleli)
- Klemens tornavidası (ince uçlu, düz)

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygun KKD'lerinizi kullanınız, araç gereci hazırlayınız.
2. TTR kablosunu mümkün olduğunca kısa kesiniz. Tekrar kullanılabilmesi için kabloya zarar vermeden uygulama aşamalarını tamamlayınız. Kablonun her iki ucundaki dış kılıfı (mantoyu) yaklaşık 3 cm mesafeden, içindeki iletkenlere zarar vermeden soyunuz.
3. İçerideki üç adet iletkenin (kahverengi / siyah, mavi, sarı-yeşil) uçlarını yaklaşık 5-8 mm kadar soyup telleri burkarak hazırlayınız.
4. Erkek fişin gövdesini açınız. Görsel 4.42'deki gibi kabloyu fişin kablo tutucu kısmından geçiriniz. Sarı-yeşil (toprak) iletkeni orta klemense, diğer iki iletkeni (faz ve nötr) yanlardaki klemenslere bağlayınız.

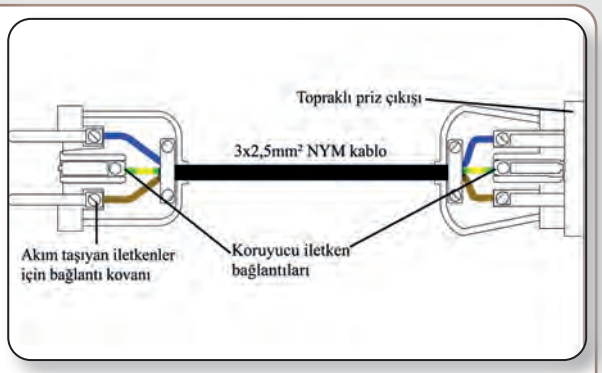


Görsel 4.42: Fiş ve priz iç bağlantı şeması

5. Seyyar dişi prizin gövdesini açınız. Aynı renk kodlamasına sadık kalarak (toprak her zaman orta / yaylı kısma) bağlantıları yapınız ve vidaları iyice sıkınız.

6. Kablo tutucu kelepçeleri sıkarak çekme anında yükün klemenslere binmesini engelleyiniz. Görsel 4.43'teki bağlantıların tamamlandığından emin olunuz.

7. Fiş ve prizin kapaklarını kapatıp vidalarını sıkınız. Bir multimetre ile kısa devre ve süreklilik testi yaptıktan sonra öğretmen onayıyla devreye enerji veriniz.



Görsel 4.43: Fiş ve priz iç bağlantı şeması

Değerlendirme

Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

4.6. SEYYAR LAMBA MONTAJI

Seyyar lambalar, sabit aydınlatmanın yetersiz kaldığı veya ulaşılması güç olan kapalı, karanlık ve dar alanlarda (atölye, bodrum, makine içi, araç motoru vb.) ihtiyaç duyulan taşınabilir aydınlatma malzemesidir. Günümüzde şarj edilebilir pil teknolojileri geliştiği için kullanımları zamanla azalmaktadır. Fakat yüksek aydınlatma istenen yerler için kullanımı hâlâ yaygındır.

Seyyar lambaların güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için gövde yapısının darbelere, düşmelere ve nemli ortam şartlarına dayanıklı malzemelerden üretilmiş olması gerekir. Özellikle çalışma esnasında lambanın kırılması durumunda etrafa cam parçalarının dağılmasını ve kullanıcıya elektrik temas etmesini önlemek amacıyla, ampulün etrafında mutlaka koruyucu bir tel kafes veya şeffaf bir muhafaza bulundurulmalıdır. Kablolu seyyar lambalarda, sürekli hareket ve sürtünme nedeniyle dış kılıfı aşınmaya karşı dirençli olan esnek TTR veya kauçuk kablolar tercih edilmeli ve kablo giriş noktalarında gerilme önleyici rekorlar kullanılmalıdır. Dar ve nemli metal alanlarda (makine içi, araç altı gibi) gerçekleştirilen çalışmalarda ise elektrik çarpma riskini tamamen ortadan kaldırmak için 24 V veya 12 V gibi düşük gerilimle çalışan seyyar lamba modelleri seçilmelidir. Montaj ve kullanım öncesinde kablo boyunca herhangi bir sıyrık veya çatlak olup olmadığı titizlikle kontrol edilmeli, yalıtım zafiyeti gösteren hiçbir ekipman kesinlikle devreye alınmamalıdır.

Seyyar lambalar; enerji kaynaklarına, lamba tiplerine ve yapısal özelliklerine göre çeşitlilik gösterir.

1. Enerji Kaynağına Göre Seyyar Lambalar

Şebeke Beslemeli (Kablolu) Seyyar Lambalar: Genellikle 230 V AC ile çalışır. Uzun süreli ve yüksek güç gerektiren işler için idealdir. Atölyelerde, şantiyelerde ve sabit çalışma tezgâhlarında kullanılır. En büyük dezavantajı kablo nedeniyle hareket özgürlüğünün kısıtlanması, takılma ve elektrik çarpması riskleridir. Günümüzde 24 V ve 42 V gibi düşük voltajlı şebeke tipleri de üretilmektedir.

Akülü / Şarj Edilebilir Seyyar Lambalar: İçerisinde lityum-iyon, lityum-polimer veya kurşun-asit batarya bulunur. Kablosuz çalışma imkânı sağladığı için dar alanlar, araç altları, asansör boşlukları, bodrum katları gibi elektrik prizine ulaşmanın zor olduğu yerlerde tercih edilir. Gelişen batarya teknolojisiyle birlikte şarj süreleri kısalmış, ışık verme süreleri 8-10 saate kadar çıkmıştır. Çoğu modelde şarj durumu göstergesi ve acil durumda taşınabilir güç kaynağı (powerbank) özelliği de bulunmaktadır.

Jeneratör veya Güç İstasyonuyla Çalışan Seyyar Lambalar: Şantiye ve açık alan çalışmalarında, elektrik şebekesinin bulunmadığı arazilerde kullanılır. Portatif güç istasyonları üzerinden beslenen LED projektör tipi seyyar lambalar yaygındır. Özellikle gece çalışmaları, kurtarma operasyonları ve doğa sporları kamp aydınlatmalarında tercih edilir.

2. Lamba Tipine Göre Seyyar Lambalar

Akkor (Halojen) Seyyar Lambalar: Geçmişte en yaygın kullanılan aydınlatma türü olan ve sarı renk tonunda sıcak ışık yayan bu lambalar; yüksek enerji tüketimi (300-1.000 W), kısa kullanım ömrü (yaklaşık 2.000 saat) ve aşırı ısınma problemleri nedeniyle günümüzde yerini LED ve floresan teknolojilerine bırakmaktadır.

Floresan (Kompakt) Seyyar Lambalar: Düşük ısı yayması, geniş aydınlatma alanı ve uzun ömrü (10.000 saat) ile öne çıkmaktadır. Özellikle boya işleri, teşhir üniteleri ve ince işçilik gerektiren montaj hatlarında kullanılmaktadır. Dezavantajı ise soğuk havalarda ışık vermekte gecikmesi ile toza ve neme karşı hassas olmasıdır. Elektronik balastlı modelleri daha kararlı ışık vermektedir.

LED Seyyar Lambalar: Güncel hayattaki en yaygın kullanılan lambalardır. Yüksek ışık akışı (100-5.000 lümen), düşük güç tüketimi (5-50 W), uzun kullanım ömrü (50.000 saat), anında tam parlaklığa ulaşma özelliği, darbe ve titreşime karşı yüksek dayanıklılığı gibi üstün nitelikleri sebebiyle tüm alanlarda tercih edilmektedir. COB [Chip on Board (Çip on Bord)] ve SMD [Surface Mount Diode (Sörfis Mauvnt Diyot)] teknolojileri ile imal edilen bu sistemlerde, farklı çalışma ortamlarına uygun ışık rengi seçenekleri (soğuk beyaz, doğal beyaz, sıcak beyaz) sunulmaktadır.

Yapısal Özelliklerine Göre Seyyar Lambalar

Klasik Saplı Lambalar / Saplı Seyyar Lambalar: Tutma yeri ve yönlendirilebilir kafasıyla en bilinen tiptir. Elde taşınır veya bir noktaya asılır.

Manyetik Tabanlı Seyyar Lambalar: Araç motoru, kasa, şase gibi ferromanyetik yüzeylere yapışarak kullanıcıya eller serbest biçimde çalışma olanağı sunmaktadır. Servisler ve oto tamircileri tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir.

Tripodlu (Sehpalı) Seyyar Aydınlatmalar: Büyük alanları aydınlatmak için 1-3 metre yüksekliğe ayarlanabilen üç ayaklı sistemlerdir. Genelde 2-4 adet LED projektör barındırır. Şantiye, gece çalışması, spor sahası gibi yerlerde kullanılır.

Esnek Boyunlu / Borulu Seyyar Lambalar: Silikon veya metal körüklü boynu sayesinde ışığı istenen her noktaya yönlendirme imkânı verir. Tezgâh altı, makine içi, dolap arkası gibi ulaşılması zor noktalar için idealdir.

Şerit (LED Strip) Seyyar Lambalar: Esnek bir şerit formunda olan, çoğunlukla şarj edilebilir batarya ve manyetik uç donanımlarıyla imal edilen lambalardır. Boru içi, kablo kanalı, panel içi gibi doğrusal dar alanlarda tercih edilir.

10. UYGULAMA

Uygulama Adı: Seyyar Lamba Yapımı

Uygulama Süresi

Uygulama süresi 40 dakikadır.

Amaç

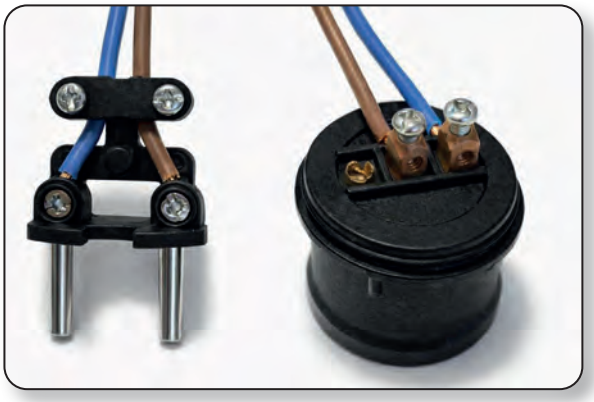
Fiş ve duy içindeki klemens bağlantılarını standartlara uygun şekilde yapmak

Malzeme Listesi

- 3 metre TTR iletken (2x1,5 mm²)
- 1 adet erkek fiş (monofaze, standart)
- 1 adet askılı seyyar duy
- 1 adet koruyucu kafes (plastik veya metal saplı)
- 1 adet LED veya tasarruflu ampul (E27)
- 1 adet uygun boyutta klemens (opsiyonel)

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygun KKD'lerinizi kullanınız, araç gereci hazırlayınız.
2. TTR kablonun her iki ucundaki dış kılıfı yaklaşık 3 cm soyunuz, içteki damarları 1 cm açarak bakır uçları elinizle büküp dışarıda bakır iletken kalmayacak şekilde sıkılaştırınız. Görsel 4.44'te bir kısım bakır kablonun soyulduğunu göstermek için dışarıda bırakılmıştır.



Görsel 4.44: Fiş ve duyun klemens bağlantıları

3. Erkek fişin kapağını açınız, iletkenleri fişin kontak vidalarına yerleştirip iyice sıkınız ve kablo tutucu kelepçeyi sabitleyerek kapağı kapatınız.
4. Kullandığınız kafes duya geçmeli ise kablonun fiş tarafını önce seyyar lambanın koruyucu kafes sapından Görsel 4.45'teki gibi geçiriniz.
5. İletkenleri duyun klemens uçlarına bağlayınız. Vidayı sıkarken bakır tellerin klemens dışına taşmamasına ve vidanın kablo yalıtımına basmamasına dikkat ediniz.
6. Duyun dış muhafazasını kapatınız, sapı yerine oturtunuz ve koruyucu kafesi sabitleyip ampulü takınız.



Görsel 4.45: Seyyar lamba örneği

7. Devreyi prize takmadan önce avometre ile kısa devre kontrolü yapınız. Öğretmen onayından sonra enerji vererek lambanın çalışmasını test ediniz.

Aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. **Seyyar lamba yapımında neden tek damarlı sert (NYA) kablo yerine çok damarlı esnek (TTR) kablo tercih edilir? Hareketli kullanım koşullarını düşünerek açıklayınız.**
2. **Koruyucu kafesin çıkarıldığı bir senaryoda, lambanın yere düşmesi durumunda oluşabilecek elektriksel ve fiziksel riskleri (ark, çarpılma, cam patlaması vb.) tartışınız.**
3. **Hazırladığınız seyyar lambanın üzerine bir de açma-kapama anahtarı (puar anahtar) eklemek isteseniz bu anahtarı devrenin hangi noktasına ve hangi iletken (faz / nötr) üzerine bağlamalısınız? Nedenini iş güvenliği açısından gerekçelendiriniz.**
4. **Hazırladığınız seyyar lambada akkor flamanlı lamba yerine LED lamba kullanmanın enerji tasarrufu açısından avantajlarını açıklayınız.**
5. **Akkor flamalı lambalar ile LED lambaların kullanım ömrünü ve ışık verimliliğini karşılaştırınız.**
6. **Uygulama sırasında montajını yaptığınız kablo tutucu kelepçelerin seyyar donanımlardaki kritik önemini açıklayınız. Eğer bu kelepçeler kullanılmazsa hareketli kullanım koşullarında klemens bağlantılarında ne gibi elektriksel riskler (ark, kısa devre vb.) oluşabilir?**
7. **Tamamladığınız seyyar lamba enerji verildiği hâlde yanmıyorsa multimetre (avometre) kullanarak arızanın kaynağını (fiş, kablo veya duy) bulmak için izleyeceğiniz hata arama basamaklarını güvenlik kurallarına uygun şekilde sıralayınız.**

Değerlendirme

Uygulama sürecindeki başarı ölçütlerinizi ve puanlama detaylarını görmek için aşağıdaki karekodları okutunuz. Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Çalışmanızı tamamladıktan sonra da aşağıdaki karekodu okutup öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Analitik dereceli puanlama anahtarı

Öz değerlendirme formu

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1 ve 2. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

İki katlı (dubleks) bir evin merdiven boşluğunda bulunan bir lambayı alt katta yakıp üst kata çıktığınızda söndürmek ya da üst katta yakıp alt kata indiğinizde söndürmek istiyorsunuz. **Buna göre**

1. **Bu tesisatı kurabilmek için hangi tip anahtardan kaç adet kullanmanız gerekir?**

.....
.....
.....

2. **Bu anahtarların uçları arasındaki bağlantıyı sağlayan iletkenler için yönetmeliklere uygun hangi renk kabloyu tercih etmelisiniz?**

.....
.....
.....

3 ve 4. soruyu aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Bir elektrik teknisyeni, müşterisinin şikâyeti üzerine gittiği bir evde, buat (ek kutusu) içerisindeki kabloların yalıtkanlarının eridiğini ve buat kapağının karardığını fark etmiştir. Yaptığı detaylı incelemeyle de kablo eklerinin elle sadece birkaç kez bükülerek yapıldığını tespit etmiştir. **Buna göre**

3. **Bu arıza senaryosunda ark oluşmasına ve aşırı ısınmaya neden olan temel hata nedir?**

.....
.....
.....

4. **Tek damarlı iletkenlerde mekanik sağlamlığı ve elektriksel iletkenliği en üst düzeye çıkarmak için hangi ek tekniği uygulanmalı ve ek yeri ne ile yalıtılmalıdır?**

.....
.....
.....

5 ve 6. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Yeni bir çocuk odası için çocuk korumalı topraklı priz montajı yapacaksınız. Duvardan çıkan iletkenlerin sırasıyla kahverengi, mavi ve sarı-yeşil renkte olduğunu gözlemliyorsunuz. **Buna göre**

5. **İSG kuralları ve standart renk kodlarına göre hangi renkteki kabloyu prizin koruma kontağına (toprak terminaline) bağlamalısınız?**

.....
.....
.....

6. Montaj bittikten sonra prizde enerji olup olmadığını ve hangi ucun faz olduğunu belirlemek için hangi ölçme cihazını kullanmalısınız?

.....
.....
.....

7 ve 8. soruyu aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Uzun süre güvenle kullanabilmek için mekanik sağlamlığını en üst düzeyde tuttuğunuz bir seyyar lamba donanımını, iş yerindeki tamirat işlerinizde kullanmak üzere hazırlıyorsunuz. **Buna göre**

7. İletkenin fiş veya duy içerisindeki klemenslerden çekilerek kopmasını engellemek için hangi işlem veya yardımcı parçayı kullanmalısınız?

.....
.....
.....

8. Seyyar lamba ve priz yapımında hareketli cihazlara uygun olduğu için tercih edilen çok damarlı ve PVC kaplı kablo türü hangisidir?

.....
.....
.....

9 ve 10. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Bir oturma odasında bulunan avizenin 5 lambasından 2'sini ayrı, 3'ünü ayrı veya hepsini aynı anda tek bir noktadan kontrol etmek istiyorsunuz. **Buna göre**

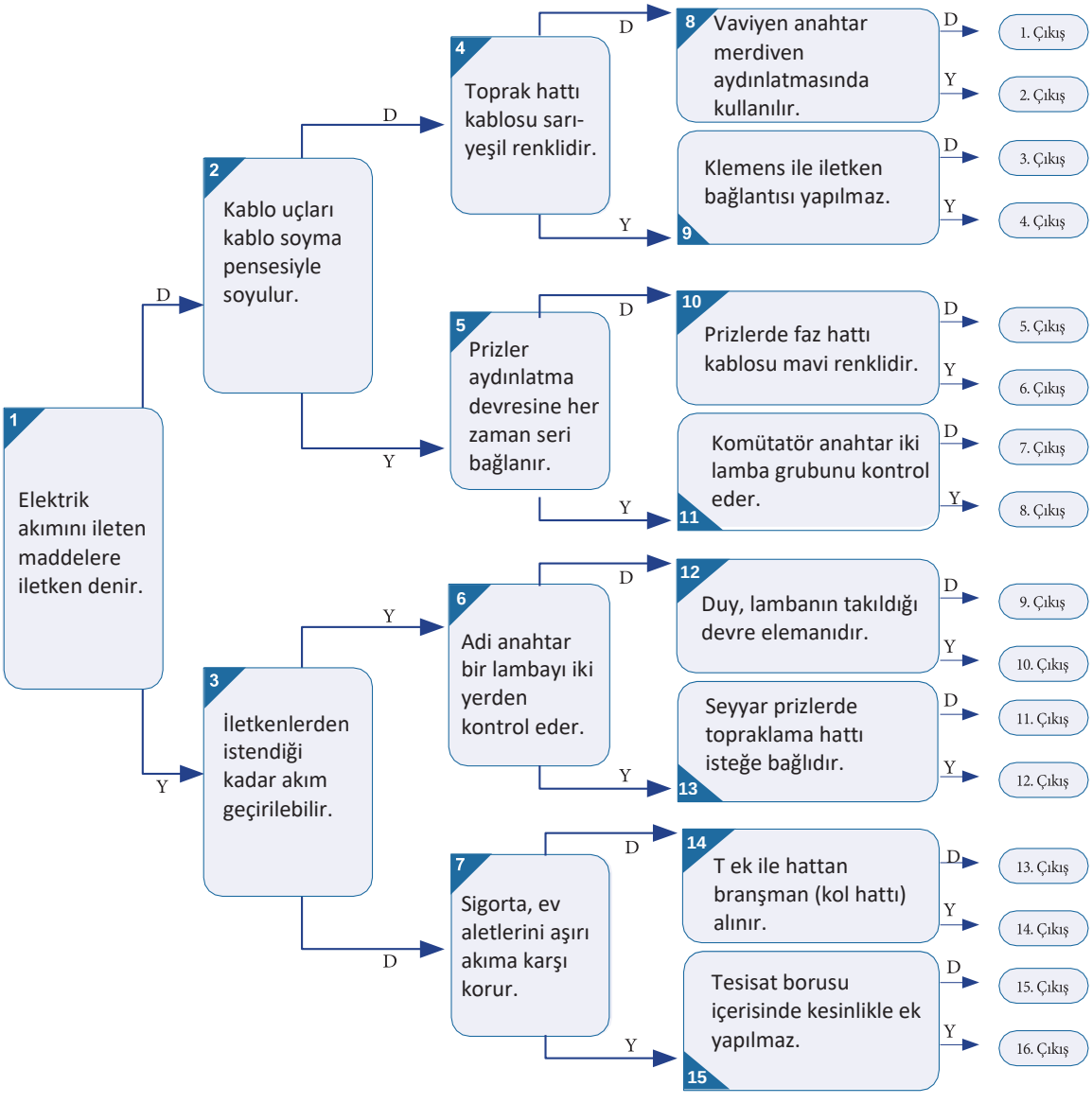
9. Bu ihtiyacı karşılayacak olan anahtar çeşidi ve bu anahtara ait şematik sembol nasıldır?

.....
.....
.....

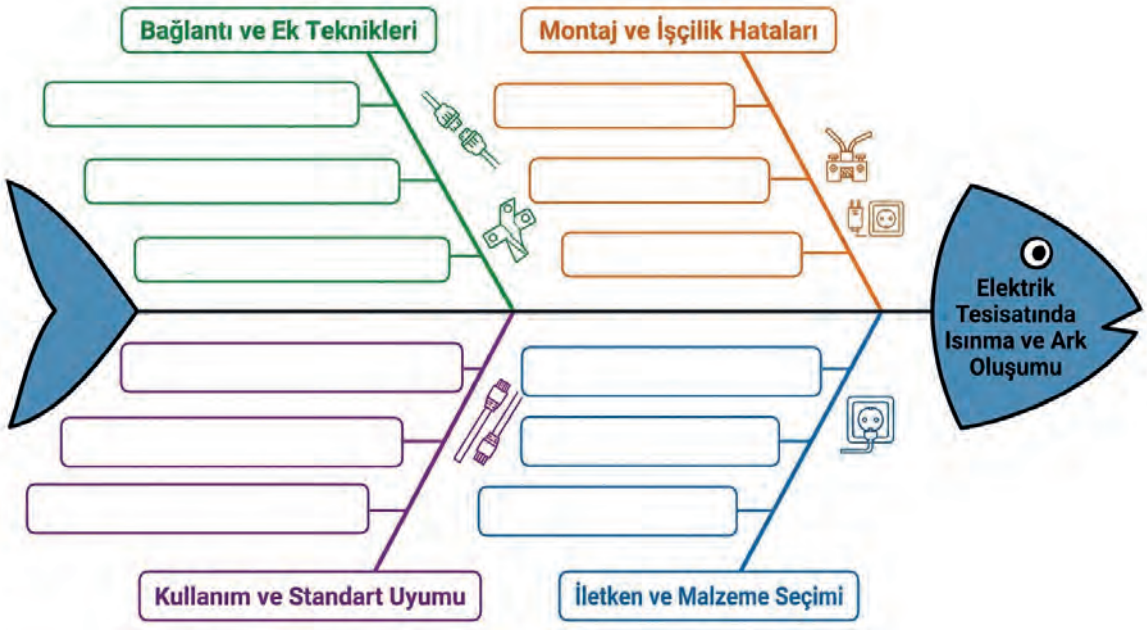
10. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre bu anahtarın bağlı olduğu aydınlatma linyesinde kullanılacak sigortanın akım değeri ve kablo kesiti ne olmalıdır?

.....
.....
.....

11. Aşağıdaki şemada doğru (D) / yanlış (Y) önermeleri içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Verilen önermenin doğru olduğunu düşünüyorsanız D, yanlış olduğunu düşünüyorsanız Y seçeneğini işaretleyiniz. İlk önermeden başlayarak yapacağınız seçimlerle ve oklar yönünde ilerleyerek bir çıkış noktasını belirleyiniz.



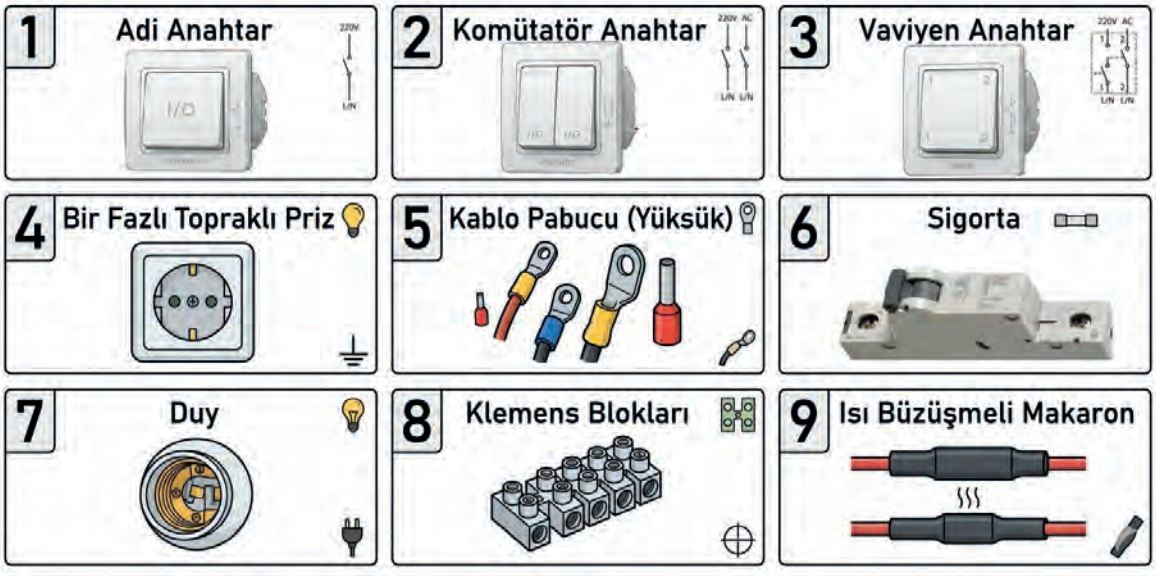
12. Bir konutun aydınlatma ve priz tesisatında, devre elemanlarının (anahtar, priz, duy) aşırı ısınması ve bağlantı noktalarında ark (kıvılcım) oluşması tespit edilmiştir. **Güvenlik riskine ve arızaya neden olabilecek faktörleri, aşağıda verilen ana kategorileri dikkate alarak balık kılçığı diyagramı üzerinde ilgili bölümlere yerleştiriniz.**



13. Aşağıdaki tabloda, temel elektrik devrelerinde kullanılan anahtar çeşitleri ve prizlerin teknik özellikleri ile kullanım amaçları verilmiştir. **Devre elemanları ile özellikleri arasındaki ilişkiyi analiz ederek elemanın sahip olduğu özelliklere ait kutucukları (✓) işareti ile işaretleyiniz.**

Devre Elemanları	Tek bir lambayı tek noktadan kontrol eder.	İki ayrı lamba grubunu tek noktadan kontrol eder.	Bir lambayı iki farklı noktadan kontrol eder.	Gövdesinde 2 adet bağlantı klemensi bulunur.	Gövdesinde 3 adet bağlantı klemensi bulunur.	Alıcılara elektrik enerjisi aktarmak için kullanılır.
Adi Anahtar						
Komütatör Anahtar						
Vaviyen Anahtar						
Topraklı Priz						

Aşağıdaki resimlerde temel elektrik devrelerinde kullanılan bazı elemanlar, bağlantı gereçleri ve teknik terimler numaralandırılarak verilmiştir. **Numaraları kullanarak 14-19 arasındaki soruları cevaplayınız. Bir numarayı birden fazla sorunun cevabı için kullanabilirsiniz.**



14. Yukarıdaki kutucuklardan hangileri, bir lambayı kontrol etmek amacıyla kullanılabilir?

.....
.....
.....

15. Çok damarlı iletkenlerin uçlarının dağılmasını önlemek ve klemense güvenli bağlantı yapmak için hangi parça iletken ucuna sıkılır?

.....
.....
.....

16. Hangileri yapılan iletken eklerinin güvenli olmasını sağlamak için kullanılır?

.....
.....
.....

17. Bir aydınlatma armatüründe lambanın takıldığı ve akım girişinin sağlandığı devre elemanı hangisidir?

.....
.....
.....

18. İki ayrı lamba grubunu tek bir noktadan bağımsız olarak açıp kapatmaya yarayan anahtar tesisatı için hangileri kullanılmalıdır?

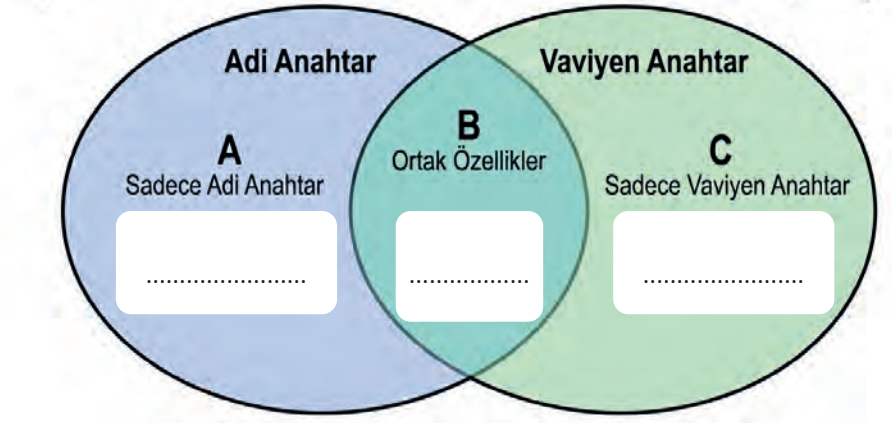
.....
.....
.....

19. İletkenlerin buat içerisinde birbirine güvenli bir şekilde bağlanmasını (eklenmesini) sağlayan gereç hangisidir?

.....
.....
.....

20. Aşağıdaki Venn şemasında, aydınlatma tesisatında sıkça kullanılan **adi anahtar** ve **vaviyen anahtar** karşılaştırılmaktadır. **Tabloda verilen özellikleri, numaraları kullanarak Venn şemasının uygun yerlerine yerleştiriniz (Sadece adi anahtara ait olanları A, her ikisi için ortak olanları B ve sadece vaviyen anahtara ait olanları C bölümlerine yerleştiriniz.).**

No.	Özellikler
1	Bir lambayı veya lamba grubunu tek bir noktadan açıp kapatır.
2	Bir lambayı iki farklı noktadan (örneğin koridorun başından ve sonundan) kontrol etmeyi sağlar.
3	Elektrik devre sembolü ile ifade edilir.
4	Gövdesinde bağlantı için toplam 2 adet klemens bulunur.
5	Gövdesinde bağlantı için toplam 3 adet klemens bulunur.
6	Aydınlatma devrelerinde alıcıyı (lambayı) kontrol etmek amacıyla kullanılır.
7	Tesisat yönetmeliğine göre faz hattı üzerine bağlanmalıdır.



5.

ÖĞRENME BİRİMİ



ELEKTRİK ENERJİSİ TASARRUFU

KONULAR

5.1. ENERJİ TASARRUFUNUN ÖNEMİ

5.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARIN ENERJİ TÜKETİMİ

5.3. ELEKTRİK ENERJİSİ KULLANIMINDA TASARRUF İÇİN GEREKLİ KURALLAR

ANAHTAR KAVRAMLAR

- aydınlatma verimi
- bekleme modu
- elektrik enerjisi
- enerji etiketi
- enerji tüketimi
- enerji verimliliği
- güç
- kilowatt
- kilowatt-saat
- lümen
- periyodik bakım
- sürdürülebilirlik
- tasarruf
- watt
- watt-saat

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- elektrik enerjisi tasarrufunun ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir yaşam açısından önemini açıklamanız
- elektrikli cihazların güç değerleri ve kullanım sürelerinden yararlanarak günlük ve aylık enerji tüketimlerini hesaplamanız
- elektrikli cihaz etiketlerinde yer alan güç, gerilim, akım ve enerji tüketimi bilgilerini okumanız
- enerji etiketi sınıflarını (A–G) ve verimlilik göstergelerini açıklamanız
- eşit aydınlatma sağlayan farklı ampul türlerini enerji tüketimi bakımından karşılaştırmanız
- atölyede elektrik enerjisinin tasarruflu kullanımına yönelik kurallar oluşturmanız
- elektrikli cihazlarda periyodik bakım uygulamalarının enerji verimliliğine etkisini açıklamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Evinizde kullandığınız beş farklı elektrikli cihazın adını yazınız. Sizce bu cihazlardan hangisi elektrik enerjisini diğerlerinden daha çok tüketiyor olabilir? Neden?**

.....

.....

.....

2. **Aşağıdaki görselde üç farklı elektrikli cihaz ve altlarında harcadıkları güç değerleri verilmiştir.**



Bu bilgilere dayanarak hangi cihazın çalışırken elektrik enerjisini en hızlı tükettiğini düşünüyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

3. **Aileniz, elektrik faturasını düşürmek için evde hangi önlemleri alıyor veya hangi kurallara uyuyor? Bu önlem veya kurallardan size en mantıklı gelen üçünü yazınız.**

.....

.....

.....

5.1. ENERJİ TASARRUFUNUN ÖNEMİ

Enerjinin gereksiz yere harcanması aile bütçesine zarar verir ve doğal kaynakların daha hızlı tükenmesine neden olur. Elektrik enerjisini verimli kullanmak, çevrenin korunmasına ve ülke ekonomisine katkı sağlar. Enerji tasarrufu, bireysel bir tercih olmanın yanında toplumsal bir sorumluluktur.

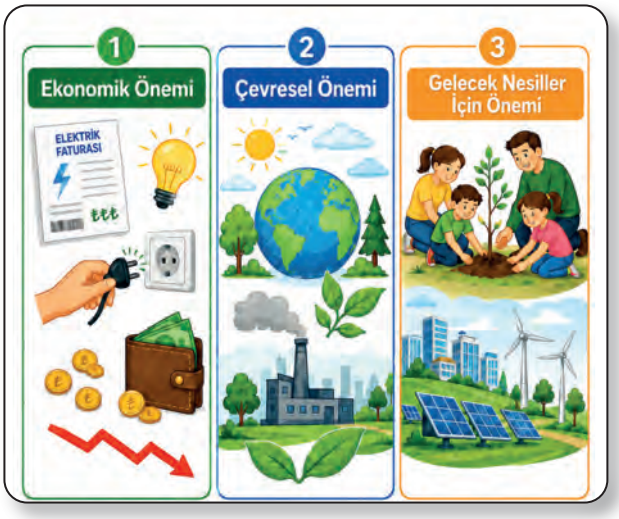
5.1.1. Enerji Tasarrufu Nedir?

Enerji tasarrufu; elektrik, su, fosil yakıt ve benzeri enerji kaynaklarının gereksiz tüketimini önlemek ve bu kaynakları ihtiyaç ölçüsünde, bilinçli ve verimli bir şekilde kullanmaktır. Enerji tasarrufu, daha az enerji harcamakla birlikte enerjinin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru yöntemle kullanılmasıdır.

Enerji tasarrufu ekonomik açıdan önemlidir çünkü gereksiz enerji tüketimi faturaların artmasına neden olur. Örneğin kullanılmayan lambaların açık bırakılması, boştaki adaptörlerin prizde kalması veya elektrikli cihazların bekleme modunda çalışmaya devam etmesi zamanla aile bütçesine ek yük getirir.

Çevresel açıdan enerji tasarrufu, doğal kaynakların korunmasına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olur. Elektrik üretiminde kullanılan kömür, doğal gaz ve petrol gibi kaynakların fazla tüketilmesi havaya daha fazla zararlı gaz salınmasına neden olabilir. Gereksiz enerji kullanımını azaltmak, doğayı korumak ve daha temiz bir çevre oluşturmak için önemlidir.

Gelecek nesiller açısından enerji tasarrufu kritik bir sorumluluktur. Bugün enerji kaynaklarını bilinçsizce tüketmek, gelecekte yaşayacak insanların bu kaynaklara ulaşmasını zorlaştırabilir. Örneğin suyu, elektriği ve yakıtı tasarruflu kullanmak; çocuklara ve gençlere daha yaşanabilir, temiz ve sürdürülebilir bir dünya bırakmayı sağlar. Enerji tasarrufu bireysel bir davranış olmanın yanında toplumsal ve ahlaki bir görevdir. Enerjinin verimli kullanılması ise bireylerin ve ülkenin ekonomik kaynaklarının korunmasına yardımcı olur (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Enerji tasarrufunun önemi

5.1.2. Enerji Tasarrufunun Ekonomik Faydaları

Enerji tasarrufu, enerji giderlerinin azalmasını sağlayarak aile bütçesini korur. Gereksiz enerji tüketiminin önlenmesi, faturaların düşmesine ve ekonomik kaynakların daha verimli kullanılmasına yardımcı olur. Enerjinin bilinçli kullanılması bireylerin, işletmelerin ve ülke ekonomisinin tasarruf etmesini sağlar. Enerji tasarrufu, ekonomik açıdan önemli ve sürdürülebilir bir davranıştır.

Aydınlatma Ürünlerinde Güç ve Işık Miktarı

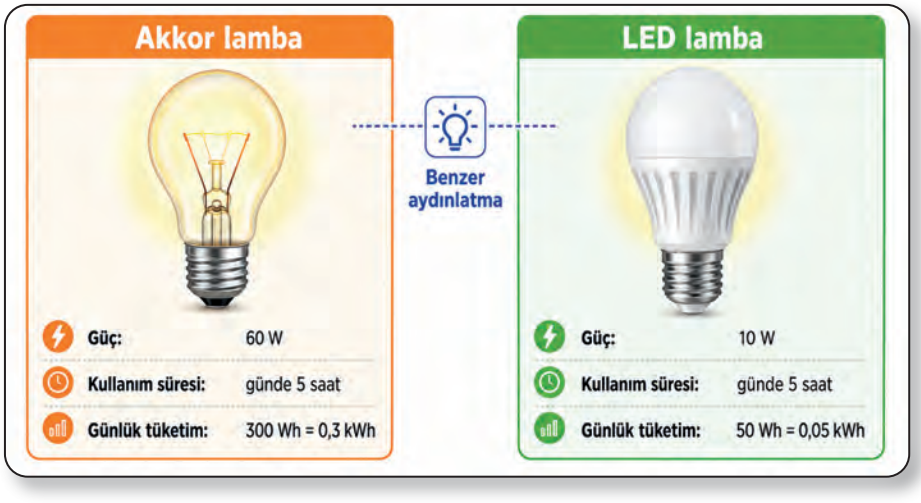
Bir lambanın üzerinde yazan W değeri, lambanın elektriksel güç değerini gösterir. Lambanın yaydığı ışık miktarı ise **lümen (lm)** birimiyle ifade edilir. Enerji tasarrufu açısından ideal olan, daha az watt tüketerek yeterli lümen

değerini sağlayan aydınlatma ürünlerini seçmektir. Tablo 5.1'de elektrik enerjisini ışığa dönüştürürken ısı kayıplarını en aza indiren LED lambaların, akkor ve floresan lambalara kıyasla israftan kaçınmada ve enerji tüketimini düşürmede en verimli teknoloji olduğu görülmektedir.

Tablo 5.1: Lamba Türlerinin Enerji Verimliliği ve Tasarruf Özellikleri Karşılaştırması

Lamba Türü	Genel Özelliği	Enerji Tüketimi
Akkor lamba	Elektrik enerjisinin önemli bir kısmını ısıya dönüştürür.	Yüksektir.
Floresan lamba	Akkor lambaya göre daha verimlidir.	Orta düzeydedir.
LED lamba	Aynı aydınlık için daha az enerji tüketir.	Düşüktür.

Görsel 5.2'de günlük hayatta kullanılan iki lamba karşılaştırılmıştır. 60 W akkor lamba ve 10 W LED lamba günde 5 saat çalışırsa akkor lamba 0,3 kWh, LED lamba 0,05 kWh enerji tüketir. Aynı aydınlık düzeyi sağlanıyorsa LED lamba daha tasarruflu seçenektir.



Görsel 5.2: Akkor lamba ve LED lambanın enerji tüketimi karşılaştırması

Aydınlatma ürünleri seçilirken watt değerine ve lümen değerine dikkat edilmelidir. Daha düşük güç tüketimiyle yeterli ışık sağlayan lambalar elektrik faturasını azaltır ve enerji kaynaklarının verimli kullanılmasına katkı sağlar.

5.1.3. Enerji Tasarrufunun Çevresel Faydaları

Enerji tasarrufu, doğal kaynakların korunmasına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına önemli katkı sağlar. Elektrik üretiminde kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlar kullanıldığında atmosfere zararlı gazlar salınır. Enerji tüketiminin azaltılması, bu kaynakların daha az kullanılmasını sağlayarak hava kirliliğini ve sera gazı salımını düşürür. Ayrıca enerji tasarrufu sayesinde su, orman, maden ve yakıt gibi doğal kaynaklar daha bilinçli kullanılır. Enerjiyi verimli kullanmak, daha temiz bir çevre ve sürdürülebilir bir yaşam için önemli bir sorumluluktur.

5.1.4. Enerji Tasarrufunun Gelecek Nesiller İçin Önemi

Enerji tasarrufu, gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmak için büyük önem taşır. Elektrik, fosil yakıt, su ve benzer doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, gelecekte bu kaynaklara ulaşmayı zorlaştırabilir. Fosil yakıtların aşırı kullanımı ayrıca sera gazlarını artırarak küresel iklim değişikliğini hızlandırır ve kuraklık, sel, yangın gibi afetlerin artmasına neden olur. Enerjiyi verimli kullanmak, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken yarının insanlarının temiz hava, su ve benzeri doğal kaynaklara erişim hakkını da korumaktır.

Gereksiz yanan lambaları kapatmak, kullanılmayan cihazları fişten çekmek, LED ampul ve enerji verimliliği yüksek ürünler tercih etmek önemli tasarruf adımlarıdır. Ayrıca cihazları bekleme modunda bırakmamak, enerji etiketi yüksek ürünler seçmek, çamaşır ve bulaşık makinelerini tam dolmadan çalıştırmamak da enerji tüketimini azaltır.

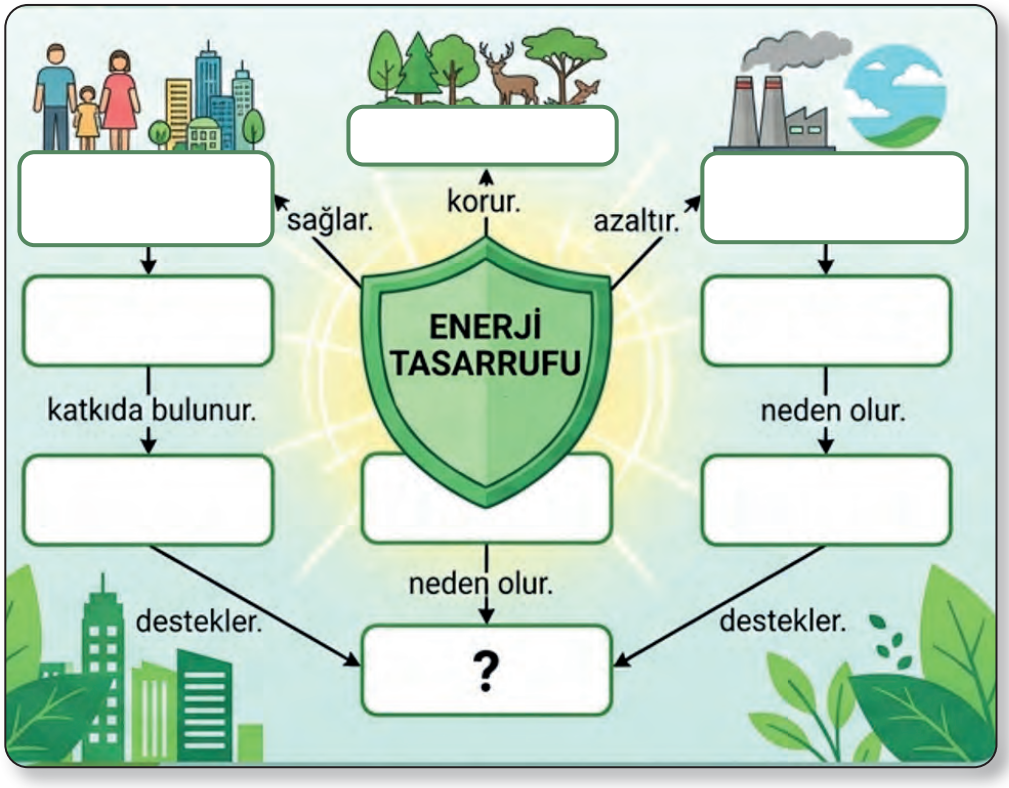
Enerji tasarrufu; bireysel bir davranıştır, toplumsal bir bilinçtir ve gelecek nesillere karşı bir sorumluluktur. Okulda ve sosyal çevrede farkındalık oluşturmak, bu bilincin yayılmasına katkı sağlar. Unutulmamalıdır ki yarının dünyası, bugün alınacak küçük kararlarla şekillenecektir.

1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki listede, *Enerji Tasarrufunun Önemi* bölümünde öğrendiğiniz temel kavramlar yer almaktadır. Bu kavramlar arasındaki hiyerarşik ve mantıksal ilişkileri analiz ediniz ve aşağıdaki şemada merkezde verilen temel kavramdan yola çıkarak boş bırakılan kutucukları bu kavramlarla tamamlayınız.

Kavram Listesi

- enerji tasarrufu
- sağlıklı yaşam
- fosil yakıt kullanımı
- aile bütçesi
- doğal kaynaklar
- sera gazı salımı
- gelecek nesiller
- ülke ekonomisi
- hava kirliliği
- sürdürülebilir yaşam



Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1. ETKİNLİK

Gelecek Nesiller İçin Enerji Tasarrufu: Acil Eylem Planı Afişi Tasarımı

Görev Tanımı

Okulunuzda ve sosyal çevrenizde enerji israfı, sürdürülebilirlik ve yeşil beceriler konusunda farkındalık oluşturmak amacıyla, gelecek nesillerin enerji krizinden etkilenmemesi için alınması gereken somut önlemleri içeren bir acil eylem planı afişi hazırlayınız. Afişinizin, enerji tasarrufunun ekonomik ve çevresel boyutlarını teknik veriler ve dikkat çekici görsel ögelerle aktarmasına dikkat ediniz.

Etkinlikte Kullanılacak Malzemeler

- Büyük boy fon kartonu, renkli el işi kâğıtları, eski teknik dergiler
- Renkli keçeli kalemler, yapıştırıcı ve makas
- Araştırma için bilgisayar veya akıllı tahta

İşlem Basamakları

1. Ailenizin mevcut enerji tüketim alışkanlıklarının olumsuz yanlarını (gereksiz aydınlatma, bekleme modu, eski cihazlar vb.) belirleyiniz. Bu alışkanlıklar sebebiyle aile bütçesine yansıyan israf miktarını ve bunların doğal kaynaklar üzerindeki etkilerini (sera gazı salımı, iklim değişikliği) araştırınız. Bu analize dayalı, dinamik bir slogan oluşturunuz.
2. Afişinizin öncelikle kime hitap edeceğini (öğrenciler, öğretmenler, aileler) netleştiriniz. Her hedef kitleye uygun dil ve görsel stratejileri belirleyiniz.
3. Gelecek nesillerin enerjiye ulaşım hakkını korumak için en az dört acil önlemi maddeler hâlinde yazınız (bekleme modunu kapatma, LED lamba kullanma, periyodik bakım, yalıtım vb.).
4. Öğrenilen teknik terimleri (kWh, verimlilik basamakları, lümen-watt ilişkisi, enerji kimlik belgesi vb.) araştırınız. Konunun ciddiyetini vurgulayacak en çarpıcı 3-5 veriyi seçiniz.
5. Oluşturduğunuz sloganı, teknik verilerle uyumlu ve dikkat çekici hâle getiriniz. Sloganınızın acil eylem planı vurgusuna sahip olduğundan emin olunuz.
6. Fon kartonu üzerinde metin, görsel ve boşluk alanlarının yerleşimini kurşun kalemle taslak olarak önceden çiziniz. Görsel hiyerarşiyi (başlık > önlemler > teknik veri > slogan) planlayınız.
7. Eski teknik dergilerden enerji tasarrufu, doğa, elektrik faturası, LED, termal kamera görüntüsü gibi kupürlerden afişiniz için uygun olanlarını kesiniz. Renkli el işi kâğıtlarıyla ok ve semboller oluşturunuz.
8. Taslağa uygun şekilde kupürleri yapıştırınız. Keçeli kalemlerle başlık, önlem maddeleri ve teknik verileri yazınız. Zemin ile yazı rengi arasında yüksek kontrast sağlayınız (örneğin koyu mavi zemin üzerine turuncu yazı).
9. Afişe 2-3 metre uzaktan bakarak okunabilirliğini test ediniz. Varsa yazım yanlışlarını, kontrast sorunlarını veya görsel dağınıklığı düzeltiniz. İsraftan kaçınma ve sürdürülebilirlik ilkelerine aykırı bir unsur olup olmadığını kontrol ediniz.
10. Afişi sınıfta akıcı, ikna edici ve teknik verilere dayalı bir dille sununuz (en fazla 3 dakika). Sunum sonrası okul koridorunda veya atölyedeki bülten panosuna asarak farkındalık çalışmasını tamamlayınız.
11. **Değerlendirme Süreci:** Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.2. ELEKTRİKLİ CİHAZLARIN ENERJİ TÜKETİMİ

Elektrikli cihazların çalışabilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Elektrikli cihazların enerji tüketimi, cihazın gücüne ve kullanım süresine bağlı olarak değişir. Gücü yüksek olan cihazlar kısa sürede daha fazla enerji harcayabilirken gücü düşük olan cihazlar uzun süre kullanıldığında önemli miktarda enerji tüketebilir. Bir cihazın ne kadar elektrik harcadığını anlamak için etiketinde yazan güç değeri ve günlük kullanım süresi birlikte değerlendirilmelidir. Bilgisayar, klima, ısıtıcı, ütü, buzdolabı ve aydınlatma araçları günlük yaşamda sık kullanılan elektrikli cihazlara örnektir. Bu cihazların bilinçli kullanılması, gereksiz yere çalıştırılmaması ve enerji verimliliği yüksek olanlarının tercih edilmesi elektrik tasarrufu sağlar.

5.2.1. Güç ile Enerji Arasındaki İlişki

Güç, bir elektrikli cihazın birim zamanda harcadığı veya dönüştürdüğü enerji miktarıdır. Güç birimi **watt** (W) olup **P** sembolü ile gösterilir. Elektrikli cihazların üzerinde yer alan güç değeri, cihazın çalışırken enerjiyi ne kadar hızlı tükettiğini gösterir.

Enerji (iş) ise bir cihazın belirli bir süre boyunca harcadığı toplam elektrik enerjisi miktarıdır. Elektrik enerjisi günlük kullanımda **watt-saat (Wh)** veya **kilowatt-saat (kWh)** birimleriyle ifade edilir ve **E** sembolü ile gösterilir. Bir cihazın enerji tüketimi, cihazın gücü ile çalışma süresinin çarpılmasıyla bulunur.

Formül: E = P x t şeklindedir.

Burada **E** enerji tüketimini, **P** cihazın güç değerini, **t** ise cihazın çalışma süresini ifade eder. Güç, watt (W); süre, saat (h) olarak alınırsa sonuç watt-saat (Wh) cinsinden bulunur. Güç, kilowatt (kW); süre, saat olarak alınırsa sonuç kilowatt-saat (kWh) cinsinden bulunur.

Elektrik faturalarında enerji tüketimi genellikle kWh birimiyle gösterilir. Wh cinsinden bulunan değerleri kWh'e çevirmek için 1000'e bölmek gerekir.

Örnek: 100 W gücündeki bir lamba 2 saat çalışırsa harcadığı enerji kaç Wh olur?

Çözüm: E = P x t =100 W x 2 saat = 200 Wh = 0,2 kWh olur

2. SIRA SİZDE

Bir temel elektrik atölyesinde 12 adet 60 W akkor lamba kullanılmaktadır. Aynı aydınlatma düzeyi 12 adet 10 W LED lamba ile sağlanabilmektedir. Lambalar günde 5 saat çalışmaktadır.

Verilen bilgiler doğrultusunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. **Akkor lambaların toplam güç değerini hesaplayınız.**
2. **Akkor lambaların günlük enerji tüketimini Wh ve kWh cinsinden hesaplayınız.**
3. **LED lambaların toplam güç değerini hesaplayınız.**
4. **LED lambaların günlük enerji tüketimini Wh ve kWh cinsinden hesaplayınız.**
5. **Aydınlatma LED lambalarla sağlandığında günlük enerji tasarrufu kaç kWh olur?**
6. **Bu tasarruf ayda 20 gün devam ederse toplam tasarruf kaç kWh olur?**

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen cihazların günlük enerji tüketimlerini kWh cinsinden hesaplayınız. Daha sonra sonuçları karşılaştırarak tüketim tablosunu çiziniz, en çok ve en az enerji tüketen cihazları yorumlayınız.

Cihaz Adı	Etiket Gücü	Günlük Kullanım Süresi
Bilgisayar	300 W	4 saat
Lehimleme istasyonu	80 W	3 saat
Matkap	600 W	1 saat
Aydınlatma lambası	40 W	6 saat
Sıcak hava tabancası	1600 W	30 dakika
Ölçü aleti	20 W	5 saat

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.2.2. Elektrikli Cihazların Etiket Bilgilerinden Güç Değerlerinin Not Edilmesi

Elektrikli cihazların üzerinde, cihazın güvenli ve verimli kullanılabilmesi için bazı teknik bilgiler bulunur. Bu bilgiler cihaz etiketi, ürün etiketi veya teknik etiket olarak adlandırılır. Cihaz etiketi okunmadan yapılan kullanım enerji kaybına ve güvenlik risklerine yol açabilir. Cihazın şebeke uyumluluğunu gösteren gerilim ve frekans gibi nominal değerlerin yanı sıra birim zamanda harcanan elektriksel gücün ve enerji sınıfının bilinmesi, tüketiciye cihazların seçiminde bilgi okuryazarlığı sağlayarak enerji verimliliğini doğrudan etkiler. Elektrikli cihazların etiketlerinde bulunan bu bilgiler ve teknik anlamları Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2: Elektrikli Cihazların Etiket Bilgileri ve Teknik Anlamları

Etiket Bilgisi	Anlamı
Gerilim (V)	Cihazın çalışması için gereken elektriksel potansiyel farkıdır.
Güç (W veya kW)	Cihazın birim zamanda harcadığı enerji miktarını gösterir.
Akım (A)	Cihaz çalışırken devreden geçen elektrik akımıdır.
Frekans (Hz)	Alternatif akımın bir saniyedeki yön değiştirme sayısıdır.
Enerji tüketimi	Cihazın belirli sürede harcadığı elektrik enerjisidir.
Enerji sınıfı	Cihazın verimlilik düzeyini gösterir.

Kullanıcı bir elektrikli cihazı kullanmadan önce etiket bilgilerini okumalı ve özellikle güç değerini not etmelidir. Güç değeri, cihazın ne kadar elektrik enerjisi tüketeceğini hesaplamak için temel verilerden biridir. Örneğin aynı işi yapan iki cihazdan güç değeri düşük olan, kullanım süresi de dikkate alındığında genellikle daha az enerji tüketir. Cihaz etiketlerinin doğru yorumlanması güvenli kullanım ve enerji tasarrufu açısından bilinçli karar vermeyi sağlar.

Bir elektrikli ısıtıcı cihazının etiketi Görsel 5.3'te gösterilmiştir. Cihazın çalışma gerilimi 220-240 V, çalışma frekansı 50 Hz ve gücü 1000 W'tır. Şehir şebekesinde kullanılan alternatif akımla çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu cihaz 1 saat çalıştırılırsa yaklaşık 1 kWh enerji tüketmektedir. Cihazın etiketinde yer alan bu teknik veriler, güvenli bir işletim ve bilinçli bir enerji yönetimi için büyük önem taşır. Nominal gücü 1000 W (1 kW) olan bu ısıtıcının tükettiği elektrik enerjisi, cihazın çalışma süresiyle doğru orantılı olarak artış gösterir. Dolayısıyla, ısıtıcının ihtiyaç duyulmadığı anlarda açık bırakılması veya oda sıcaklığının gereğinden yüksek bir değere ayarlanarak cihazın aralıksız çalıştırılması bireysel elektrik faturalarına ek bir yük getirecek ve küresel ölçekte enerji kaynaklarının israf edilmesine yol açacaktır.



Görsel 5.3: Örnek bir cihaz etiketi

4. SIRA SİZDE

Evinizde, okulunuzda veya atölyenizde kullanılan bir elektrikli cihazın etiketini inceleyiniz. Etikette yer alan bilgileri aşağıdaki tabloya not ediniz ve alttaki soruları buna göre cevaplayınız.

İncelenen Cihaz	Etikette Yer Alan Bilgi
Cihaz adı	
Gerilim değeri	
Güç değeri	
Akım değeri	
Frekans değeri	
Enerji sınıfı (varsa)	

1. Cihazın güç değeri nedir?

.....

2. Cihaz günde 2 saat çalışırsa günlük enerji tüketimi kaç kWh olur?

.....

3. Cihazın daha tasarruflu kullanılması için hangi önerilerde bulunabilirsiniz?

.....

5.2.3. Güç Değerleri ve Çalışma Süresi Kullanılarak Enerji Hesabı Yapma

Elektrikli cihazların ne kadar enerji harcadığını belirlemek için cihazların etiketlerinde yazan güç değerleri ile günlük kullanım süreleri birlikte değerlendirilerek enerji tüketimleri analiz edilir.

Enerji hesabı yapılırken önce cihazın güç değeri kontrol edilir. Güç değeri watt (W) cinsinden verilmişse gerektiğinde kilowatt (kW) değerine çevrilir. Daha sonra cihazın günlük kullanım süresi belirlenir ve enerji tüketimi hesaplanır.

Enerji tüketimi hesaplanırken aşağıdaki işlem sırası takip edilir.

1. Cihazın etiketindeki güç değeri okunur.
2. Güç değeri watt cinsinden verilmişse kilowatta çevrilir.
3. Cihazın günlük kullanım süresi saat cinsinden belirlenir.
4. Güç değeri ile kullanım süresi çarpılarak günlük enerji tüketimi bulunur.
5. Günlük tüketim değerinden haftalık veya aylık tüketim hesaplanabilir.
6. Bulunan sonuçlara göre en çok ve en az enerji tüketen cihazlar karşılaştırılır.

Watt değerini kilowatt değerine çevirmek için 1000'e bölmek gerekir.

Örnek: 250 W gücündeki bir masaüstü bilgisayar günde 4 saat çalıştırılmaktadır. Bu bilgisayarın 20 günlük enerji tüketimini kWh cinsinden hesaplayınız.

Çözüm: Önce güç değeri kilowatta çevrilir : 250 W = 0,25 kW

Daha sonra günlük enerji tüketimi hesaplanır : 0,25 kW x 4 saat = 1 kWh

20 günlük tüketim bulunur : 1 kWh x 20 = 20 kWh

Bu bilgisayar günde 4 saat kullanıldığında 20 günde 20 kWh elektrik enerjisi tüketir. Bu sonuç, uzun süre kullanılan cihazların toplam enerji tüketiminde, kullanım süresinin ne kadar önemli olduğunu gösterir.

Enerji tüketimi hesaplanırken cihazın güç değeri ve kullanım süresi birlikte dikkate alınmalıdır. Düşük güçlü bir cihaz uzun süre çalıştırıldığında yüksek güçlü bir cihaz kadar enerji tüketebilir. Cihazların gereksiz yere açık bırakılmaması, enerji tasarrufu açısından önemlidir. Yapılan hesaplamalar, elektrikli cihazların tüketiminin karşılaştırılmasını ve bu sayede bilinçli kullanım alışkanlığının kazanılmasını sağlar.

Örnek: Gücü 2000 W olan bir elektrikli ısıtıcı günde 3 saat çalıştırıldığında oluşan günlük elektrik enerjisi tüketimini kilowatt-saat cinsinden hesaplayınız.

Çözüm: 2000 W = 2 kWh

Günlük enerji = 2 kW x 3 saat = 6 kWh

Bu elektrikli ısıtıcı günde 6 kWh enerji tüketir. Bu sonuç, gücü yüksek cihazların kısa süre çalışsa bile fazla enerji harcayabileceğini gösterir.

5. SIRA SİZDE

Bir iş yeri çalışanları, cihazların üzerindeki güç etiketlerini okuyarak aşağıdaki bilgileri belirlemiştir. **Tabloya göre atölyedeki cihazların günlük enerji tüketimlerini kWh cinsinden hesaplayınız. Daha sonra bulunan sonuçları karşılaştırarak hangi cihazın daha fazla enerji tükettiğini yorumlayınız. Hesaplanan günlük enerji (iş) tablosunu hazırlayınız.**

Cihaz Adı	Etiket Gücü	Günlük Kullanım Süresi
Lehimleme istasyonu	60 W	2 saat
Matkap	500 W	1 saat
Bilgisayar	300 W	4 saat
Aydınlatma lambası	40 W	6 saat
Sıcak hava tabancası	1600 W	30 dakika
Ölçü aleti	20 W	3 saat

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

6. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen cihazların günlük enerji tüketimini hesaplayınız ve alttaki soruları buna göre cevaplayınız.

Cihaz	Güç Değeri	Günlük Kullanım Süresi	Günlük Enerji Tüketimi
LED lamba	12 W	6 saat	..... Wh
Lehim istasyonu	60 W	2 saat	..... Wh
Masaüstü bilgisayar	250 W	4 saat	..... Wh
Fan	40 W	3 saat	..... Wh
Elektrikli ısıtıcı	2000 W	1 saat	..... Wh

1. **En fazla enerji tüketen cihaz hangisidir? Neden?**

   .....

2. **Güç değeri düşük olduğu hâlde uzun süre çalıştığında enerji tüketimi artan bir cihaz var mıdır? Açıklayınız.**

   .....

3. **Atölyede gereksiz enerji tüketimini önlemek için ders sonunda hangi cihazları kontrol etmek gerekir?**

   .....

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.2.4. Farklı Cihazların Enerji Tüketimlerinin Karşılaştırılması

Farklı elektrikli cihazların enerji tüketimleri karşılaştırılırken cihazların **güç değerleri** ile **çalışma süreleri** birlikte değerlendirilmelidir. Çünkü gücü yüksek bir cihaz kısa sürede fazla enerji tüketebilirken gücü düşük bir cihaz uzun süre çalıştığında toplam enerji tüketimi artabilir. Örneğin bir elektrikli ısıtıcı kısa süre çalıştırılsa bile yüksek gücü nedeniyle fazla enerji tüketebilir. Buna karşılık LED lamba düşük güçlü olduğu için uzun süre açık kalsa bile daha az enerji harcayabilir.

5.3. ELEKTRİK ENERJİSİ TASARRUF KURALLARI

Elektrik enerjisi, günlük yaşamda en çok kullanılan ve en bilinçli tüketilmesi gereken kaynaklardan biridir. Gereksiz yere açık bırakılan cihazlar, boşa çalışan aydınlatmalar ve yanlış kullanım alışkanlıkları enerji israfına neden olur. Elektrik enerjisinin tasarruflu kullanılması için belirli kurallara uymak aile bütçesine ve doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur.

5.3.1. Enerji Tasarrufu Sağlayan Kullanım Alışkanlıkları

Elektrik enerjisinin verimli kullanılması, teknolojik cihazların özellikleriyle birlikte diğer faktörlere de bağlıdır. Günlük yaşamda edinilen kullanım alışkanlıkları da enerji tüketimini doğrudan etkiler. Evde, okulda, atölyede veya iş yerinde farkında olmadan yapılan bazı davranışlar gereksiz elektrik tüketimine neden olabilir. Elektrikli aletleri tasarruflu işletmek kişisel bütçeyi doğrudan korur. Doğal kaynakların ve enerjinin israf edilmemesi ise millî serveti güvenceye alır. Bu yüzden evdeki her cihazı tüketim bilinciyle çalıştırmak ortak geleceğe büyük bir katkıdır. Örneğin prizde unutulan telefon, tablet veya bilgisayar adaptörleri cihaz bağlı olmasa bile az da olsa elektrik tüketmeye devam eder. Benzer şekilde televizyon, yazıcı, bilgisayar ve bazı elektronik cihazların bekleme modunda bırakılması da uzun süre içinde önemli miktarda enerji kaybına yol açabilir. Bu tür gereksiz tüketimlerin önlenmesi, israftan kaçınmanın günlük yaşamdaki önemli örneklerinden biridir.

Aydınlatma, enerji tasarrufu açısından dikkat edilmesi gereken alanlardan biridir. Gün ışığından yeterince yararlanılmasına rağmen lambaların açık bırakılması; boş sınıf, koridor veya atölyelerde gereksiz aydınlatma yapılması elektrik enerjisinin boşa harcanmasına neden olur. Kullanılmayan alanların ışıklarının kapatılması ve ihtiyaç duyulan yerlerde enerji verimli aydınlatma ürünlerinin tercih edilmesi tasarruf bilincini geliştirir.

Isıtma ve soğutma sistemlerinde doğru sıcaklık ayarı yapmak önemli bir kullanım alışkanlığıdır. Klima, elektrikli ısıtıcı veya soğutucuların gereğinden yüksek ya da düşük sıcaklıklarda çalıştırılması enerji tüketimini artırır. Ortam sıcaklığının ihtiyaca uygun ayarlanması, kapı ve pencerelerin gereksiz yere açık bırakılmaması, cihazların daha verimli çalışmasını sağlar. Bu davranışlar bireyin sorumluluk bilincini geliştirir ve toplumun ortak kaynaklarının korunmasına katkıda bulunur.

Enerji tasarrufu sağlayan alışkanlıkların kalıcı hâle gelmesi için bu davranışların günlük yaşamın doğal bir parçası olması gerekir. Küçük gibi görünen bu davranışlar, uzun vadede enerji tüketimini ve çevreye verilen zararı azaltır. Elektrikli cihazları kullanırken ihtiyaç, süre ve verimlilik birlikte düşünülmelidir. Bilinçli kullanım alışkanlıkları, bireyin sorumluluk duygusunu güçlendirirken sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adım oluşturur.

7. SIRA SİZDE

Elektrik atölyesindeki ders sonrasında öğrenciler çıkmış ancak masalardaki aydınlatmalar açık bırakılmış, bilgisayarlar bekleme modunda kalmış, prize takılı kullanılmayan adaptörler ve klima gereğinden düşük sıcaklıkta çalışır hâlde terk edilmiştir. Ertesi gün durumu fark eden öğretmen, bu israfın önüne geçmek için öğrencilerden bir kural listesi hazırlamalarını istemiştir.

Bu senaryodaki öğrencilerden biri de siz olsaydınız hazırlayacağınız listede hangi kurallara yer verirdiniz? Maddeler hâlinde yazınız.

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.3.2. Enerji Verimliliği Etiketleri ve Cihaz Seçimi

Enerji verimliliği etiketi incelenirken öncelikle cihazın enerji sınıfına bakılmalıdır. Etikette yer alan **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ve **G** harfleri cihazın enerji performansını gösterir. A sınıfına yakın cihazlar daha verimli, G sınıfına yakın cihazlar ise daha fazla enerji tüketen cihazlardır ancak yalnızca harf sınıfına bakmak yeterli olmayabilir. Cihazın yıllık enerji tüketimi, kapasitesi, ses seviyesi ve kullanım amacına uygunluğu da değerlendirilmelidir. Örneğin büyük hacimli bir buzdolabı, küçük hacimli bir buzdolabına göre daha fazla enerji tüketebilir. Cihazlar karşılaştırılırken benzer kapasite ve özellikteki ürünler birlikte değerlendirilmelidir.

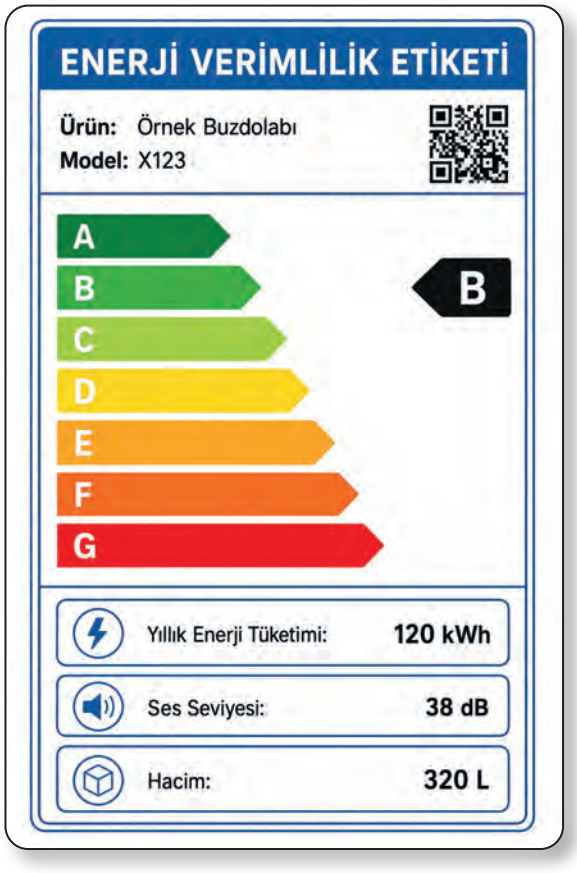
Cihaz Seçiminde Enerji Etiketine Bakarken Dikkat Edilecek Noktalar

1. **Enerji sınıfı kontrol edilmelidir.**
   A sınıfına yakın cihazlar daha yüksek verimlilik sağlar.
2. **Yıllık enerji tüketimi incelenmelidir.**
   Etikette yer alan kWh değeri, cihazın yaklaşık ne kadar elektrik tüketeceğini gösterir.
3. **Benzer özellikteki cihazlar karşılaştırılmalıdır.**
   Aynı kapasite ve kullanım amacına sahip cihazlar arasında karşılaştırma yapmak daha doğru sonuç verir.
4. **Cihaz ihtiyaca uygun seçilmelidir.**
   Gereğinden büyük veya fazla güçlü cihazlar gereksiz enerji tüketimine neden olabilir.
5. **Satın alma fiyatı ile kullanım maliyeti birlikte düşünülmelidir.**
   Ucuz ancak düşük verimli bir cihaz, uzun vadede daha pahalıya mal olabilir.
6. **Ses seviyesi ve kapasite gibi ek bilgiler dikkate alınmalıdır.**
   Etiket üzerinde yer alan bu bilgiler, cihazın kullanım konforu hakkında bilgi verir.
7. **Çevreye etkisi değerlendirilmelidir.**
   Daha az enerji tüketen cihazlar doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar.

Verimlilik Etiketlerinin Anlamları

Verimlilik etiketleri, elektrikli cihazların enerji tüketimini ve enerji verimliliğini kolayca karşılaştırmak için kullanılan bilgilendirme etiketleridir. Bu etiketlerde yer alan **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** gibi harfler cihazın enerji sınıfını gösterir. A sınıfı en yüksek enerji verimliliğini, **G sınıfı** ise en düşük enerji verimliliğini ifade eder. Eski etiketleme sisteminde **A+**, **A++** ve **A+++** gibi sınıflar da kullanılmıştır ancak yeni sistemde tüketicilerin ürünleri daha kolay karşılaştırabilmesi için daha sade olan **A'dan G'ye** sınıflandırma kullanılmaktadır. Aynı işi yapan iki cihazdan enerji sınıfı daha yüksek olan cihaz, genellikle daha az elektrik tüketir ve uzun vadede enerji tasarrufu sağlar. Elektrikli cihaz seçerken fiyatıyla birlikte enerji verimliliği sınıfına da dikkat edilmelidir.

Görsel 5.4'te bir elektrikli cihaz üzerinde bulunabilecek enerji verimlilik etiketi örneği görülmektedir. Bu etiket genellikle dikdörtgen biçimindedir. Üst bölümde ürünün enerji etiketi olduğu belirtilir ve yeni etiketlerde sağ üst bölümde ürün hakkında ayrıntılı bilgiye ulaşmayı sağlayan **karekod** yer alabilir. Orta bölümde renkli oklar ve harfler bulunur. **A sınıfı**, genellikle yeşil renkle gösterilir ve en verimli cihazları ifade eder. Harfler **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ve **G** şeklinde aşağı doğru ilerledikçe cihazın enerji verimliliği azalır. En alt bölümlerde ise cihazın yıllık ya da kullanım başına enerji tüketimi, ses seviyesi, kapasitesi ve ürün türüne göre değişen teknik bilgiler yer alır. Bu sayede kullanıcılar aynı türdeki cihazları karşılaştırarak daha az enerji tüketen ürünü seçebilir.



Görsel 5.4: Enerji verimlilik etiketi

Enerji verimlilik etiketi, tüketicinin bilinçli tercih yapmasına yardımcı olan önemli bir bilgi kaynağıdır. Örneğin aynı kapasiteye sahip iki buzdolabından enerji sınıfı daha yüksek olan model, yıl boyunca daha az elektrik tüketebilir. İlk satın alma fiyatı biraz daha yüksek olsa bile uzun süreli kullanımda elektrik faturasını azaltarak ekonomik avantaj sağlayabilir. Cihaz seçimi yapılırken ürünün dış görünüşü, markası ve fiyatıyla birlikte enerji tüketim değeri de dikkate alınmalıdır.

Enerji sınıfı düşük olan cihazlar aynı işi yapmak için daha fazla elektrik enerjisi harcayabilir. Bu durum aile bütçesine ek yük getirir ve enerji kaynaklarının daha hızlı tüketilmesine neden olur. Özellikle buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, klima ve fırın gibi sık kullanılan cihazlarda enerji sınıfı seçimi daha büyük önem taşır. Çünkü bu cihazlar uzun süre veya düzenli aralıklarla çalıştığı için toplam enerji tüketiminde belirleyici olabilir.

Günlük yaşamda elektrikli cihazların enerji etiketlerini inceleyerek hangi cihazın daha verimli olduğunu karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırma yapılırken cihazın enerji sınıfı, yıllık enerji tüketimi, kapasitesi ve kullanım amacı birlikte değerlendirilmelidir. Enerji etiketi okuma alışkanlığı, bireylerin tasarruf bilinci kazanmasına ve çevreye duyarlı seçimler yapmasına katkı sağlar. Böylece ekonomik ve sürdürülebilir bir enerji kullanımı desteklenmiş olur.

Enerji verimliliği etiketi, satın alma sırasında ve cihazın kullanım ömrü boyunca sağlayacağı tasarrufu görmeyi kolaylaştırır. Elektrikli cihaz seçerken enerji sınıfı, yıllık tüketim değeri ve kullanım ihtiyacı birlikte değerlendirilmelidir. Böylece aile bütçesine katkı sağlanır ve enerji kaynaklarının daha bilinçli kullanılmasına destek olunur.

2. ETKİNLİK

Bilinçli Tüketici Atölyesi: Enerji Etiketi ve Verimlilik Afişi Tasarımı

Görev Tanımı

Okulunuzdaki öğrencileri ve ailelerini elektrikli cihaz satın alırken bilinçli tercihler yapmaya teşvik etmek amacıyla, seçeceğiniz bir beyaz eşya veya elektronik cihaza ait teknik verileri içeren örnek bir enerji etiketi tasarlamanız ve bu etiketin önemini açıklayan bilgilendirici bir afiş hazırlamanız beklenmektedir. Afişinizde, enerji sınıflarının aile bütçesine sağladığı katkıları ve çevrenin korunmasına olan etkilerini vurgulamaya özen gösteriniz.

Etkinlikte Kullanılacak Malzemeler

- Büyük boy fon kartonu, cetvel, renkli kalemler
- İnternetten alınmış cihaz görselleri veya dergi kupürleri
- Örnek enerji etiketi şablonları
- Yapıştırıcı, makas ve yazıcı çıktıları

İşlem Basamakları

1. **Teknik Araştırma:** Elektrikli cihazlarda kullanılan enerji etiketi sınıflarını (A-G) araştırınız. A sınıfının en yüksek verimliliği, G sınıfının ise en düşük verimliliği temsil ettiğini; renk skalasının anlamını (yeşilden kırmızıya) analiz ediniz.
2. **Cihaz Seçimi ve Veri Analizi:** Günlük hayatta sık kullanılan bir cihaz (buzdolabı, çamaşır makinesi, klima vb.) seçiniz. Bu cihaz için yıllık enerji tüketimi (kWh), ses seviyesi, kapasite ve cihaz türü gibi teknik bilgileri belirleyiniz.
3. **Etiket Tasarımı:** Seçtiğiniz cihaz için ünitede öğrendiğiniz standartlara uygun, üzerinde karekod alanı bulunan özgün bir enerji etiketi tasarlayınız. Enerji sınıflarını renkli oklar veya basamaklar şeklinde görselleştiriniz.
4. **Afiş İçeriği Geliştirme:** Enerji verimliliği yüksek bir cihaz tercih etmenin; elektrik tasarrufuna, aile bütçesine ve sera gazı salımını azaltarak çevrenin korunmasına sağladığı katkıları belirten kısa ve etkileyici cümleler hazırlayınız.
5. **Görselleştirme ve Organizasyon:** Fon kartonu üzerinde görselleri (cihaz resmi, tasarlanan etiket), sloganları ve teknik yazıları dikkat çekici bir başlık altında düzenli bir şekilde birleştiriniz.
6. **Sunum ve Farkındalık:** Hazırladığınız afişi sınıfta sunarak enerji etiketi okuryazarlığının cihaz seçimindeki kritik rolünü açıklayınız. Sunum sonrası afişleri okulun ortak alanlarında sergileyiniz.
7. Afişinizde yer alan **kWh** değerinin yıllık toplam maliyet üzerindeki etkisini bir örnekle somutlaştırınız.
8. **Değerlendirme Süreci:** Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.3.3. Elektrikli Cihazların Kullanımında Uyulacak Tasarruf Kuralları

Elektrikli cihazların kullanımında tasarruf kuralları, cihazların gereksiz yere çalıştırılmasını önleyerek elektrik enerjisinin verimli kullanılmasını ve israfın azaltılmasını sağlayan davranışlardır.

Elektrikli Cihazların Kullanımında Tasarruf Kuralları

1. Kullanılmayan elektrikli cihazlar kapatılmalıdır.
2. Cihazlar bekleme modunda bırakılmamalı, mümkünse tamamen kapatılmalıdır.
3. Telefon, tablet ve bilgisayar adaptörleri kullanılmadığında prizden çıkarılmalıdır.
4. Boş odaların, sınıfların ve atölyelerin ışıkları kapatılmalıdır.
5. Gün ışığından mümkün olduğunca yararlanılmalıdır.
6. Klima ve ısıtıcılar uygun sıcaklık değerlerinde çalıştırılmalıdır.
7. Kapı ve pencereler açıkken klima veya ısıtıcı kullanılmamalıdır.
8. Çamaşır ve bulaşık makineleri tam dolmadan çalıştırılmamalıdır.
9. Buzdolabının kapağı uzun süre açık bırakılmamalıdır.
10. Enerji verimliliği yüksek cihazlar tercih edilmelidir.
11. Cihazların bakım ve temizliği düzenli yapılmalıdır.
12. Arızalı veya fazla enerji tüketen cihazlar yetkililere bildirilmelidir.
13. Atölyeden ya da sınıftan çıkmadan önce prizler, aydınlatmalar ve cihazlar kontrol edilmelidir.
14. Elektrik enerjisinin ortak bir kaynak olduğu unutulmamalı, tasarruflu kullanım alışkanlık hâline getirilmelidir.

Tasarruf kurallarının uygulanması, elektrik enerjisinin daha verimli kullanılmasına yardımcı olur. Günlük yaşamda küçük gibi görünen tasarruf davranışları, uzun vadede önemli sonuçlar ortaya çıkarır. Örneğin kullanılmayan bir lambanın kapatılması, adaptörlerin prizden çıkarılması veya cihazların gereksiz yere çalıştırılmaması elektrik tüketimini azaltır ve israfın önüne geçer.

Okul, atölye ve iş yerleri gibi ortak kullanım alanlarında enerji tasarrufu daha fazla önem kazanır. Çünkü bu alanlarda çok sayıda kişi aynı anda elektrikli cihazlardan yararlanır. Sınıf veya atölyeden çıkmadan önce aydınlatmaların, prizlerin ve cihazların kontrol edilmesi ortak sorumluluk bilincini geliştirir. Her bireyin dikkatli davranması, toplu kullanım alanlarında enerji kaybını azaltır.

Elektrikli cihazların tasarruflu kullanımı ekonomik ve çevresel açıdan önemlidir. Gereksiz enerji tüketiminin azaltılması, enerji üretiminde kullanılan doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar. Aynı zamanda çevre kirliliğinin ve sera gazı salınımının azalmasına yardımcı olur. Tasarruflu kullanım alışkanlıkları, sürdürülebilir bir yaşam için önemli bir adımdır.

Tasarruf kuralları günlük yaşamda uygulanarak enerji tasarrufu konusunda farkındalık kazanılabilir. Aile bireylerini ve arkadaşlarını da bu konuda bilinçlendirmek, tasarruf kültürünün yaygınlaşmasına katkı sağlar. Elektrik enerjisinin ortak bir kaynak olduğu unutulmadan hareket edilmelidir. Böylece bugünün ihtiyaçları karşılanır ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakılır.

5.3.4. Elektrikli Cihazlarda Periyodik Bakım

Elektrikli cihazların düzenli ve periyodik bakımları, cihazların daha verimli çalışmasını sağlar. Tozlanan, kirlenen veya arızaları giderilmeyen cihazlar daha fazla enerji tüketir. Örneğin klimaların filtrelerinin temizlenmesi, buzdolabının arka ızgarasının tozdan arındırılması, aydınlatma armatürlerinin temizlenmesi, motor ve fanların yağlanması cihazın yükünü azaltır ve daha az elektrik harcamasına yardımcı olur.

Periyodik bakım, arızaların önceden fark edilmesini sağlar, cihazın ömrünü uzatır ve beklenmeyen enerji kayıplarını önler. Böylece enerji tasarrufu sağlanır ve işletme maliyetleri azalır. Görsel 5.5'te belirtilen bakım kontrol kartı belirli periyotlar ile doldurularak, iş güvenliği uzmanları tarafından kontrol edilip arşivlenir.

BAKIM KONTROL KARTI ÖRNEĞİ

Cihaz Adı	: Klima (Split Tip)	Bakım Periyodu	: 3 Ayda Bir
Marka / Model	: ABC / XYZ 12000	Son Bakım Tarihi	: ...../...../.....
Seri Numarası	: 123456789	Sorumlu Kişi	:
Bulunduğu Yer	: Elektrik Atölyesi	Sonraki Bakım Tarihi	: ...../...../.....

No.	Kontrol Edilecek Bakım Maddeleri	Uygun (✓)	Uygun Değil (X)	Gerekiyor	Açıklama / Notlar
1	İç ünite filtrelerinin temizliği	✓			Filtreler temizlendi.
2	Dış ünitenin toz ve kir kontrolü	✓			Dış ünite ızgarası temiz.
3	Gaz basıncı kontrolü	✓			Gaz basıncı normal.
4	Elektrik bağlantıları kontrolü	✓			Bağlantılar sağlam.
5	Fan motoru ve pervane kontrolü	✓			Fan sesi normal.
6	Drenaj hattı kontrolü	✓			Drenaj hattı açık.
7	Yalıtım ve kaçak akım kontrolü	✓			Kaçak akım yok.
8	Genel çalışma performansı	✓			Cihaz verimli çalışıyor.

Genel Değerlendirme:
Cihazın genel durumu iyidir, verimli çalışmaktadır.

Kontrol Eden: **Tarih:** ...../...../.....

Görsel 5.5: Bakım kontrol kartı örneği

Bakım Kontrol Kartı Nasıl Hazırlanır?

1. **Cihaz bilgileri yazılır.**

   Cihazın adı, marka ve modeli, seri numarası, bulunduğu yer gibi bilgiler karta yazılır.

2. **Kontrol edilecek bakım maddeleri belirlenir.**

   Cihaza özel yapılması gereken bakım işlemleri liste hâline getirilir.

3. **Kontrol sonuçları işaretlenir.**

   Her bakım maddesi için **Uygun**, **Uygun Değil** veya **Gerekiyor** gibi sütunlar oluşturulur.

4. **Tarih ve sorumlu kişi yazılır.**

   Bakımın yapıldığı tarih ve kontrolü yapan kişinin adı soyadı karta işlenir.

5. **Açıklama ve notlar bölümü eklenir.**

   Gerekli görülen durumlarda yapılacak işlemler veya dikkat edilmesi gereken notlar bu bölüme yazılır.

6. **Kart düzenli takip edilir.**

   Belirli aralıklarla, örneğin aylık, üç aylık veya yıllık bakım kontrolü yapılarak kart güncellenir ve kayıt altına alınır.

3. ETKİNLİK

Atölyede Sürdürülebilirlik: Dijital Bakım Kontrol Kartı Tasarımı

Görev Tanımı

Okulunuzun elektrik atölyesinde kullanılan cihazların (klima, buzdolabı, lehim istasyonu vb.) enerji verimliliğini artırmak, cihaz ömrünü uzatmak ve güvenli çalışma ortamı sağlamak amacıyla bilgisayar ortamında profesyonel bir Bakım Kontrol Kartı hazırlayınız. Hazırlayacağınız kartın, periyodik bakımın hayalet enerji israfını önlemedeki kritik rolünü vurgulayan teknik bir disipline sahip olmasına dikkat ediniz.

Etkinlikte Kullanılacak Malzemeler

- Büyük boy fon kartonu, renkli el işi kâğıtları, eski teknik dergiler
- Renkli keçeli kalemler, yapıştırıcı ve makas
- Araştırma için bilgisayar veya akıllı tahta

İşlem Basamakları

1. Tasarım yapacağınız kelime işlemci veya tablo yazılımını (MS Word, Excel, Google Dokümanlar, Canva vb.) başlatarak sayfa düzenini (A4, dikey / yatay) ve kenar boşluklarını (en az 2 cm) ayarlayınız.
2. Sayfanın üst kısmına atölyenizin adını içeren bir kart başlığı (örnek: Elektrik-Elektronik Atölyesi-Teknik Bakım Takip Sistemi) ve uygun bir logo alanı ekleyiniz.
3. Cihazın adı, marka ve modeli, seri numarası, bulunduğu yer (atölye, laboratuvar, sınıf vb.) ve bakım periyodu (aylık, üç aylık, altı aylık vb.) gibi bilgilerin yazılacağı ayrı bir bilgi kutusu oluşturunuz.
4. En az dört kritik teknik bakım maddesini listeleyiniz.
5. Bakım maddelerini satırlara, kontrol aşamalarını sütunlara yerleştireceğiniz bir tablo ekleyiniz. Tabloda en az şu sütunları tasarlayınız: Sıra Numarası, Bakım Maddesi, Kontrol Yöntemi, Durum (Uygun / Uygun Değil / Gerekiyor), Açıklama.
6. Her bir bakım maddesi için durum sütunlarını işaretlenebilir şekilde ekleyiniz. Uygun Değil veya Gerekiyor durumlarında yapılacak işlem için ayrı bir aksiyon sütunu oluşturunuz.
7. Tablonun yanına veya altına, hangi bakım maddesinin hangi zaman aralığında (günlük, haftalık, aylık, üç aylık, yıllık) yapılması gerektiğini gösteren küçük bir takvim veya periyot tablosu ekleyiniz.
8. Tablonun altına, bakım sırasında dikkat edilmesi gereken teknik notlar ve güvenlik uyarıları yazınız.
9. Kartın en altına şu alanları ekleyiniz: Bakım tarihi (gün/ay/yıl), bakımı yapan sorumlu kişinin adı soyadı,imza alanı, kontrol eden yetkilinin adı ve imzası (opsiyonel).
10. Tablo hücrelerini hizalayınız (metinler ortala veya sola yaslı). Başlık satırını kalın ve koyu renk yapınız. Önemli uyarıları (örneğin Uygun Değil durumunda yapılacaklar) kırmızı veya turuncu renkle vurgulayınız. Kenarlıklar (border) ekleyerek tabloyu netleştiriniz.
11. Yazılımın Dosya > Baskı Ön İzleme bölümüne girerek sayfaya sığmayan taşmaları, yazı tipi okunabilirliğini ve renklerin baskıda nasıl görüneceğini kontrol ediniz.
12. Çalışmanızın çıktısını alınız (renkli veya siyah-beyaz). Çıktıyı şeffaf dosyaya koyarak atölyedeki bakım panosuna asınız veya cihazın yanında bulunan bakım dosyasına ekleyiniz. Dijital kopyayı ise *Atölye_Bakım_Kartı_CihazAdı.xlsx* formatında yedekleyiniz.
13. **Değerlendirme Süreci:** Değerlendirmeniz karekodda yer alan analitik dereceli puanlama anahtarı esas alınarak yapılacaktır. Analitik dereceli puanlama anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.3.5. Atölyede Uygulanabilecek Elektrik Enerjisi Tasarruf Kuralları

Atölyede uyulması gereken elektrik enerjisi tasarruf kuralları şu şekildedir:

1. Kullanılmayan adaptörler prizden çıkarılmalıdır.
2. Bilgisayar, yazıcı ve benzeri cihazlar ders sonunda tamamen kapatılmalıdır.
3. Boş kalan sınıf, koridor ve atölyelerde aydınlatmalar kapatılmalıdır.
4. Gün ışığından mümkün olduğunca yararlanılmalıdır.
5. Klima ve ısıtıcılar ihtiyaç duyulan uygun sıcaklıkta çalıştırılmalıdır.
6. Kapı ve pencereler açıkken ısıtma veya soğutma cihazları çalıştırılmamalıdır.
7. Enerji tüketimi yüksek cihazlar gereksiz yere kullanılmamalıdır.
8. Arızalı, fazla ısınan veya gereksiz enerji tüketen cihazlar öğretmene bildirilmelidir.
9. Atölyeden çıkmadan önce prizler, aydınlatmalar ve elektrikli cihazlar kontrol edilmelidir.
10. Elektrik enerjisinin ortak bir kaynak olduğu unutulmamalı, tasarruflu kullanım alışkanlık hâline getirilmelidir.

Bu kuralların uygulanması, öğrencilerin atölyede ve günlük yaşamlarında enerji tasarrufu bilinci kazanmalarını sağlar. Elektrik enerjisini bilinçli kullanmak, israftan kaçınmak ve çevreye duyarlı davranmak her bireyin topluma karşı sorumluluklarındandır.

8. SIRA SİZDE

Aşağıda elektrik enerji tasarruf kurallarıyla ilgili metin verilmiştir.

Elektrik bölümü öğrencileri atölyede gruplara ayrılarak devre bağlantıları kurmuş, ölçü aletleriyle deneyler yapmış ve bilgisayarlarda çizim programlarını kullanmışlardı. Zil çaldığında öğrenciler aceleyle eşyalarını toplamaya başladı. Kimi arkadaşına yetişmek istiyor, kimi de servisi kaçırmamak için hızlıca atölyeden çıkıyordu. Öğrenciler çıktıktan bir süre sonra atölyeye öğretmenleri girdi. İçeri girdiğinde ilk olarak bazı lambaların hâlâ yandığını fark etti. Oysa atölyede kimse yoktu. Masalardan birinde telefon şarj adaptörü prize takılı kalmıştı. Bilgisayarlardan bazıları tamamen kapatılmamış, bekleme modunda bırakılmıştı. Klima ise ortam yeterince serin olmasına rağmen düşük sıcaklık ayarında çalışmaya devam ediyordu. Ertesi gün derse geldiğinde öğrencilerine önceki gün gördüğü durumu anlattı. Öğrencilere, "Atölyede kimse yokken lambaların açık kalması, adaptörlerin prizde unutulması, bilgisayarların bekleme modunda bırakılması ve klimanın yanlış sıcaklıkta çalıştırılması sizce neye yol açar?" diye sordu. Öğrencilerden bazıları bunun elektrik faturasını artıracağını söyledi. Bazıları ise enerji kaynaklarının gereksiz yere tüketileceğini belirtti. Öğretmen, verilen cevapları dinledikten sonra elektrik enerjisinin yalnızca kişisel bir kaynak olmadığını, toplumun ortak değeri olduğunu vurguladı. Enerjiyi bilinçli kullanmanın israftan kaçınmak ve çevreyi korumak açısından önemli olduğunu anlattı. Daha sonra öğretmen öğrencilerden küçük gruplar oluşturmalarını istedi. Her gruba, atölyede elektrik enerjisinin tasarruflu kullanılması için alınabilecek önlemleri düşünme görevi verdi. Öğrenciler atölyedeki cihazları, aydınlatmaları, prizleri ve klima kullanımını gözden geçirdi. Kendi aralarında tartışarak hangi davranışların enerji israfına neden olduğunu belirlediler. Dersin sonunda her grup önerilerini sınıfla paylaştı. Böylece öğrenciler, atölyede uyulması gereken elektrik enerjisi tasarruf kurallarını birlikte hazırlamaya karar verdiler. Enerji etiketlerini kontrol ettiler.

Yukarıdaki metne göre, elektrik atölyesinde uyulması gereken elektrik enerjisi tasarruf kurallarını liste hâlinde hazırlayınız.

Sıra sizde çalışmasının cevaplarına ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

9. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yönergeleri takip ederek üçgen, kare ve çember etkinliğindeki boşlukları doldurunuz.

- **ÜÇGEN (Öğrenilen 3 Nokta):** Üçgenin içinde size verilen yerlere; **enerji tasarrufunun önemi**, **elektrikli cihazların enerji tüketimi**, **güç ile enerji arasındaki ilişki**, **enerji tüketimi hesabı veya elektrik enerjisinin tasarruflu kullanımı** hakkında öğrendiğiniz üç önemli bilgiyi yazınız.
- **KARE (Öğrenilen 4 Temel Kavram):** Karenin içine, bu öğrenme biriminde ilk defa karşılaştığınız veya en önemli bulduğunuz dört temel kavramı yazınız.
- **ÇEMBER (Akla Takılan Soru):** Çemberin içine, öğrenme birimi bittikten sonra hâlâ aklınıza takılan bir soruyu veya daha ayrıntılı öğrenmek istediğiniz bir konuyu yazınız.

1.
Öğrendiğim
.....
.....
.....
2. Öğrendiğim
.....
.....
.....
3. Öğrendiğim
.....
.....
.....

1. Kavram
.....
2. Kavram
.....
3. Kavram
.....
4. Kavram
.....

Aklıma Takılan Soru
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-5. soruları aşağıda verilen metne ve tablolara göre cevaplayınız.

Kerem, okulun elektrik atölyesinde enerji tasarrufu üzerine bir proje yürütmektedir. Yaptığı ilk incelemede atölyedeki eski tip akkor lambaların çok ısındığını, bazı bilgisayar ve ölçü aletlerinin ders bitiminde bekleme (standby) modunda bırakıldığını ve klimaların dış ünitelerinin tozlandığını fark etmiştir. Kerem, atölye için yeni cihazlar alınmasının planlandığı duyumunu alınca mevcut durumu analiz etmek ve yeni seçimler için öneriler hazırlamak amacıyla aşağıdaki tabloyu ve veri setini oluşturmuştur.

Atölye Mevcut Cihaz Listesi

Cihaz Adı	Güç Değeri	Günlük Kullanım Süresi
10 Adet Akkor Lamba	Her biri 60 W	5 saat
Bilgisayar Sistemi	300 W	4 saat
Lehim İstasyonu	80 W	2 saat
Bekleme Modundaki Cihazlar	Toplam 10 W	18 saat (Ders dışı süre)

Satın Alınması Düşünülen Buzdolabı Seçenekleri

Özellik	X Cihazı	Y Cihazı
Satın Alma Fiyatı	9.000 TL	7.500 TL
Enerji Sınıfı	A	E
Yıllık Enerji Tüketimi	150 kWh	320 kWh

(Not: 1 kWh enerji bedeli yaklaşık 3 TL olarak kabul edilecektir.)

1. **Kerem'in atölyede yaptığı gözlemler ve oluşturduğu tablo dikkate alındığında, atölyede hayalet enerji (standby) tüketimine neden olan durumun toplam günlük enerji kaybı kaç Wh'tir?**

   .....

2. **Atölyedeki 10 adet akkor lambanın tamamı, aynı aydınlatma düzeyini sağlayan 10 W'lık LED lambalarla değiştirilirse günlük toplam enerji tasarrufu kaç Wh olur?**

   .....

3. **Kerem, okul yönetimine yeni buzdolabı seçimi için bir rapor sunacaktır. Sadece yıllık enerji tüketim maliyetleri (1 kWh = 3 TL) baz alındığında, X cihazının yıllık işletme maliyeti Y cihazından kaç TL daha azdır?**

   .....

4. **Kerem'in gözlemlediği klimaların dış ünitelerinin tozlanmış olması durumu düşünülürse periyodik bakımın enerji tasarrufuna etkisi nedir?**

   .....

5. **Kerem'in atölye öğrencileri için hazırlayacağı israftan kaçınma ve görev bilinci temalı enerji kontrol listesinde, ders sonunda uygulanmak üzere yer alabilecek bir madde yazınız.**

   .....

6-10. soruları aşağıda verilen metne ve tablolara göre cevaplayınız.

Elif, okulunda yürüttüğü **Sürdürülebilir Gelecek** projesi kapsamında kendi evinde bir enerji denetimi yapmaya karar verir. Denetim sırasında bazı lambaların ihtiyaç dışı yandığını, bilgisayarın kullanılmadığı hâlde fişe takılı (standby) bırakıldığını ve eski buzdolabının çok gürültülü çalıştığını fark eder. Elif, ailesine tasarruf önerileri sunmak amacıyla aşağıdaki verileri toplar (Hesaplamalarınızda kolaylık sağlaması için 1 kWh elektrik bedeli 3 TL olarak kabul edilecektir.).

Evdeki Mevcut Durum Tablosu

Cihaz / Durum	Güç Değeri	Günlük Kullanım Süresi
5 Adet Akkor Lamba	Her biri 60 W	6 saat
Bilgisayar (Bekleme Modu)	10 W	20 saat
Elektrikli Isıtıcı	2000 W	2 saat

Yeni Buzdolabı Seçenekleri (Yıllık Tüketim)

Özellik	X Cihazı	Y Cihazı
Enerji Sınıfı	A	E
Yıllık Enerji Tüketimi	160 kWh	340 kWh

6. **Elif'in hazırladığı tabloya göre, bekleme (standby) modunda bırakılan bilgisayarın neden olduğu hayalet enerji tüketimi nedeniyle aile bütçesinden 30 günde yaklaşık kaç TL fazladan para çıkmaktadır?**

.....

7. **Elif, atölye dersinde öğrendiği eşit aydınlatma sağlayan farklı ampul türlerini karşılaştırma becerisini kullanarak evdeki 5 adet 60 W'lık akkor lambayı, aynı ışığı veren 10 W'lık LED lambalarla değiştirmeyi önermiştir. Bu değişim yapıldığında evin günlük toplam aydınlatma enerjisi tüketimi kaç Wh azalır?**

.....

8. **Elif'in ailesi yeni bir buzdolabı almaya karar vermiştir. Sadece yıllık işletme maliyeti farkı (elektrik faturasına etkisi) düşünüldüğünde, A sınıfı olan X cihazını tercih etmek E sınıfı olan Y cihazına göre yıllık kaç TL tasarruf sağlar?**

.....

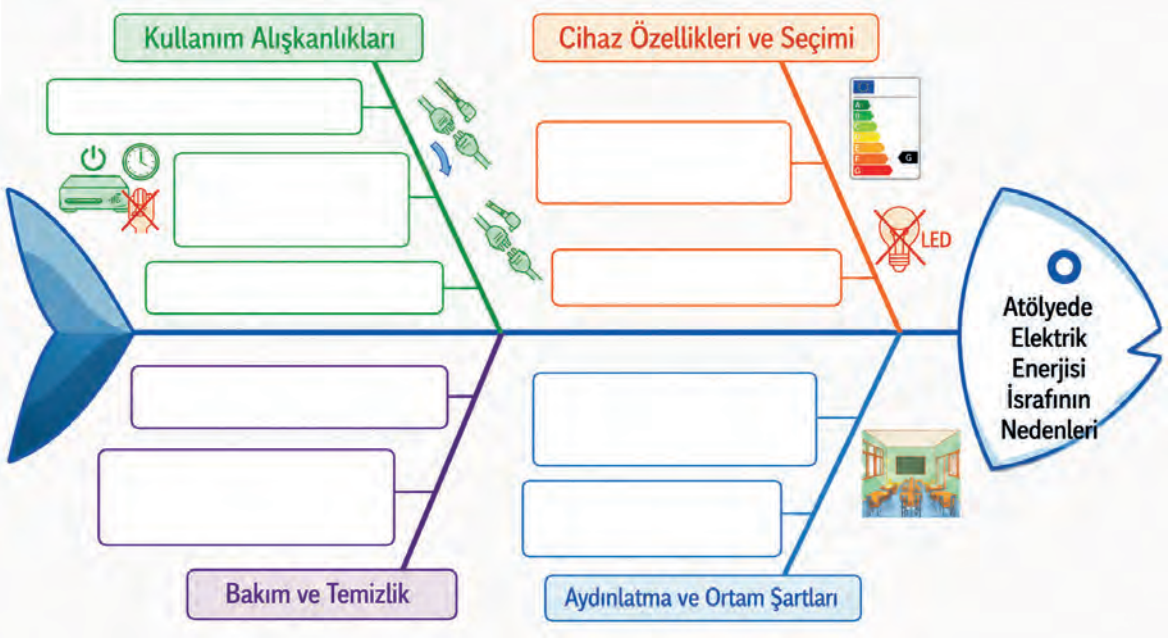
9. **Elif denetim sırasında klimaların dış ünitelerinin ve buzdolabının arka ızgaralarının aşırı tozlandığını fark etmiştir. Bu durumun enerji tüketimine etkisi nedir?**

.....

10. **Elif'in gerçekleştirdiği enerji denetimi sonrasında hazırlayacağı atölye ve ev kontrol listesinde, israftan kaçınma ve görev bilinci temasını en iyi yansıtan öncelikli madde ne olmalıdır? Yazınız.**

.....

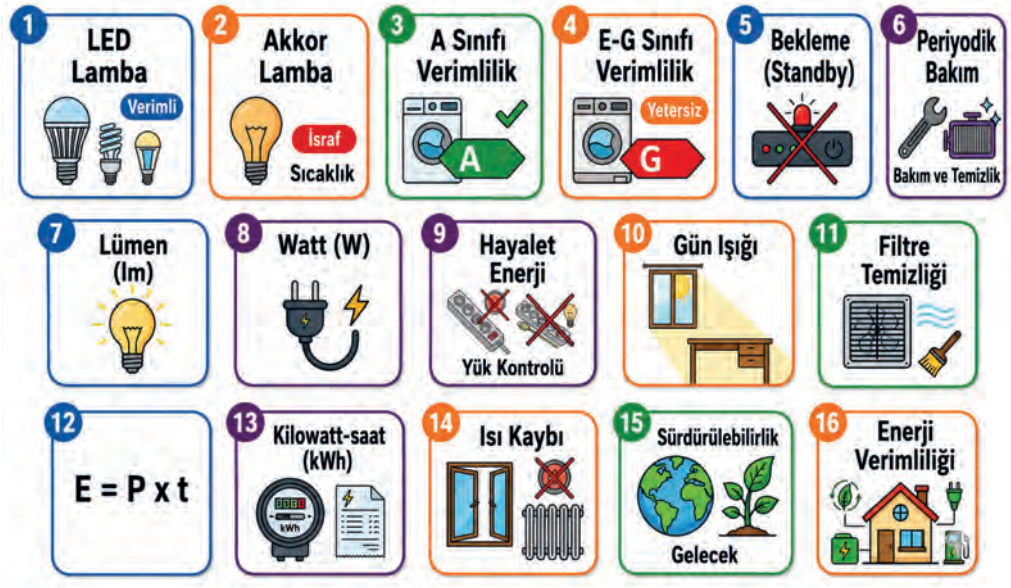
11. Elektrik enerjisi tasarrufu konularından edindiğiniz bilgileri kullanarak atölyedeki elektrik enerjisi israfı problemine yol açan ana kategorileri ve bu kategorilere ait alt nedenleri balık kılçığı diyagramı üzerinde ilgili bölümlere yazınız.



12. Aşağıdaki tabloda, aydınlatma araçlarının ve cihazların enerji tüketim durumlarına ait teknik özellikler ve verimlilik göstergeleri verilmiştir. **Cihaz ve durumlar ile bu özellikler arasındaki ilişkiyi analiz ederek ilgili elemanın sahip olduğu özelliklere ait kutucukları (✓) işareti ile işaretleyiniz.**

Cihaz / Durum	Enerjinin önemli kısmını ısıya dönüştürür.	Aynı aydınlık için daha az enerji harcar.	Hayalet enerji tüketimine neden olur.	Enerji verimliliği en yüksek sınıftır.	Bakımı yapılmadığında tüketimi artar.
Akkor Lamba					
LED Lamba					
A Sınıfı Cihaz					
Bekleme (Standby) Modu					
Tozlanmış Klima Filtresi					

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklarda elektrik enerjisi tasarrufu ile ilgili kavramlar, birimler ve durumlar verilmiştir. **Kutucuk numaralarını kullanarak 13-19 numaralı soruları cevaplayınız. Bir sorunun cevabı için birden fazla kutucuk numarası seçebilir, aynı kutucuk numarasını birden fazla sorunun cevabında kullanabilirsiniz.**



13. Yukarıdaki kutucuklardan hangileri aydınlatma verimi ve birim yüzeye düşen ışık miktarı ile doğrudan ilişkilidir?

.....

14. Cihazların fişe takılı olduğu ancak aktif olarak kullanılmadığı durumlarda oluşan gereksiz tüketim ile ilgili kutucuklar hangileridir?

.....

15. Bir elektrikli cihazın harcadığı toplam enerji miktarını hesaplamak için kullanılan birimler ve matematiksel bağıntı hangileridir?

.....

16. Yeni bir elektrikli cihaz satın alınırken en yüksek verimliliği ve düşük işletme maliyetini temsil eden göstergeler hangileridir?

.....

17. Klimaların veya buzdolaplarının motor yükünü azaltarak enerji tasarrufu sağlayan uygulama ve yöntemler hangileridir?

.....

18. Gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmak için enerjiyi bilinçli kullanma anlayışını temsil eden kavramlar hangileridir?

.....

19. Elektrik enerjisinin önemli bir kısmını ışığa dönüştürmek yerine çevreye ısı yayarak israfa neden olan durumlar hangileridir?

.....

20. Aşağıdaki kümeleme şemasının merkezinde yer alan ana kavramdan yola çıkarak öğrenme biriminde öğrendiğiniz bilgileri (aydınlatma, cihaz kullanımı, bakım ve enerji etiketleri) kümeleme şemasında boş kutucuklara yerleştiriniz.



KAYNAKÇA

Kaynakça atıf sistemi, APA 7 kaynak gösterme kurallarına göre düzenlenmiştir.

- Millî Eğitim Bakanlığı. (2026). *Endüstriyel kalite kontrol alanı çerçeve öğretim programı*
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2026). Temel elektrik dersi çerçeve eğitim programı
- Birsen Yayınevi. (2024). *Elektrik - elektronik kitapları kataloğu*. İstanbul: Birsen Yayınevi. [Bölüm: Teknik Referanslar]
- BS 7671. (2018). *Requirements for electrical installations (IET wiring regulations)*. Institution of Engineering and Technology. [Bölüm: Elektrikli Cihazlarla Çalışırken Çevresel Koruyucu Tedbirler]
- Bolton, W. (2015). *Instrumentation and control systems (2nd ed.)*. Elsevier. [Bölüm: Pens Ampermetre Kullanımı]
- Boylestad, R. L. (2015). *Introductory circuit analysis* (13th ed.). Pearson. [Bölüm: Elektriksel Büyüklükler Arasındaki Temel İlişkiler ve Ohm kanunu].
- Cadick, J., Capelli-Schellpfeffer, M., Neitzel, D. K., & Winfield, A. (2012). *Electrical safety handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education. [Bölüm: Elektrikli Cihazlarda ve Hatlarda Koruma Sistemleri]
- Çolakoğlu, M. H. (2021). *Elektrik devre analizi-1*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. [Bölüm: Seri, Paralel ve Karışık Elektrik Devreleri].
- Gençer, N. C. (2021). *Elektrik sistemlerinde güvenlik*. İstanbul: Birsen Yayınevi. [Bölüm: Acil Durum Hareket Tarzı]
- Health and Safety Authority. (2023). *Safety signs at places of work*.
- Helfrick, A. D., & Cooper, W. D. (1990). *Modern electronic instrumentation and measurement techniques*. Prentice Hall. [Bölüm: Direnç, Gerilim ve Akım Ölçmek].
- HÜRER, Ali. (1990). *Elektrik tesisat bilgisi I*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi. [Bölüm: Sigortalar]
- HÜRER, Ali. (1991). *Elektrik tesisat bilgisi II*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi. [Bölüm: Korumalar, Topraklama, Aşırı Gerilimden Korunma, Aşırı Akımdan Korunma]
- IEC 60204. (2016). *Safety of machinery: electrical equipment of machines. International electrotechnical commission*. [Bölüm: Elektrikli Cihazların Havalandırma Koşulları]
- IEC 61508. (2010). *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*. International Electrotechnical Commission. [Bölüm: Sigortalar ve Kaçak Akım Koruma Röleleri]
- IEEE C2. (2022). *National electrical safety code (NESC)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. [Bölüm: İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları]
- Kaşıkçı, İ. (2023). *Elektrik tesisleri: Güvenlik, koruma ve uygulama esasları*. İstanbul: Birsen Yayınevi. [Bölüm: Elektrik Uyarı Levhalarının Yerleştirilmesi]
- Keller, K. (2010). *Electrical safety code manual: A plain language guide to national electrical code, OSHA and NFPA 70E. Butterworth-Heinemann*. [Bölüm: Kullanma Talimat Tablolarının Yerleştirilmesi]
- KKD Portalı. (t.y.). *KKD ürün kategorileri*. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. https://kkdportal.csgb.gov.tr/ [Bölüm: Kişisel Koruyucuların Periyodik Kontrolü]
- LSU. (t.y.). *Electrical safety and protection* [Teknik Rapor]. Louisiana State University. [Bölüm: Elektrik Çarpması Durumunda İlk Yardım]
- Maxwell Adams, J. (1994). *Electrical safety: A guide to the causes and prevention of electrical hazards*. Institution of Engineering and Technology. [Bölüm: Elektriğin Canlılar Üzerindeki Etkileri]
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Elektrik-elektronik teknolojisi alanı çerçeve öğretim programı*. Temel Elektrik Elektronik Atölyesi. [Bölüm: Elektriksel Büyüklükler, Birimleri ve Birim Dönüşümleri].
- NFPA 70E. (2024). *Standard for electrical safety in the workplace*. National Fire Protection Association. [Bölüm: Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)] . [Bölüm: Avometre Kullanırken Dikkat Edilmesi Gereken Güvenlik Kuralları].

- Nilsson, J. W., & Riedel, S. (2014). *Electric circuits* (10th ed.). Pearson. [Bölüm: Kirchhoff Kanunları ile Devre Analizi].
- PEŞİNT, Adnan. (1995). *Elektrik santralları enerji iletimi ve dağıtımı*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi [Bölüm:- Topraklama ve Topraklama Çeşitleri, Sigortalar ve Parafudurlar]
- Türk Standartları Enstitüsü. (2018). *Alçak gerilim elektrik tesisleri* - Bölüm 5-52: Elektrikli donanımın seçilmesi ve montajı - Kablo tesisatları (TS HD 60364-5-52). https://vds.tse.org.tr/
- Üçüncü, A. (2020). *Elektriksel ölçme ve enstrümantasyon*. İstanbul: Birsen Yayınevi. [Bölüm: Avometrenin Yapısı ve Temel Bölümleri].
- Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley. [Bölüm: Bilimsel Bilginin Doğası ve Ohm kanunu].
- Wright, V. E. (2010). *Circuit analysis*. Nova Science Publishers, Inc. [Bölüm: Risk Senaryoları ve Analiz] [Bölüm: Seri, Paralel ve Karışık Elektrik Devreleri].
- Yılmaz, A. (2020). *Elektronik güvenlik sistemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık. [Bölüm: Elektrikli Cihazlarda Koruma Sistemleri]
- Zachariason, R. (2011). *Electrical safety: An introductory text*. Cengage Learning. [Bölüm: Elektrik Çarpmasında Risk Faktörleri]

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI KAREKODU

Kitabın görsel kaynakçası ve genel ağ kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



CEVAP ANAHTARI KAREKODU

Cevap anahtarlarına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.




TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE
KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT
Ankara
İL MERKEZİ
Elazığ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400
Km
KARADENİZ
AKDENİZ
EGE DENİZİ
MARMARA DENİZİ
HAZAR DENİZİ
ROMANYA
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
BULGARİSTAN
YUNANİSTAN
GÜRCİSTAN
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
SURİYE
IRAK
LİBYA
MISIR
İSRAİL
LÜBNAN
FİLİSTİN
Batı Şeria
Doğu Kudüs
Gazze Şeridi
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
Sofya
Bükreş
Atina
Beyrut
Şam
Bağdat
Tel Aviv
Tiflis
Erivan
İstanbul
Ankara
İzmir
Bursa
Antalya
Adana
Konya
Kayseri
Sivas
Erzincan
Erzurum
Trabzon
Samsun
Sinop
Zonguldak
Kastamonu
Çankırı
Amasya
Tokat
Çorum
Yozgat
Kırşehir
Nevşehir
Aksaray
Niğde
Mersin
Karaman
Eskişehir
Afyonkarahisar
Kütahya
Uşak
Manisa
Aydın
Denizli
Muğla
Isparta
Burdur
Balıkesir
Çanakkale
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
Kocaeli
Sakarya
Düzce
Bolu
Karabük
Bartın
Kırıkkale
Yalova
Bilecik
Gökçeada
Ordu
Giresun
Rize
Artvin
Ardahan
Kars
Ağrı
Iğdır
Gümüşhane
Bayburt
Tunceli
Elazığ
Bingöl
Muş
Bitlis
Van
Siirt
Batman
Şırnak
Hakkâri
Diyarbakır
Mardin
Şanlıurfa
Gaziantep
Adıyaman
Kahramanmaraş
Osmaniye
Kilis
Hatay
Malatya
Van Gölü
Tuz Gölü
Urumiye Gölü
Tuna N.
Meriç N.
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Çoruh N.
Kura N.
Aras N.
Fırat N.
Dicle N.
Seyhan N.
Ceyhan N.
Göksu N.
Büyük Menderes N.
Küçük Menderes N.
Gediz N.
Bakırçay N.
Nil N.
Süveyş K.
NAHÇIVAN O.C. (AZERBAYCAN)
AĞARA Ö.C.


TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1,000 1,500 2,000 Km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İS
KARADAĞ KD
KOSOVA KS
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SR
RUSYA FEDERASYONU
KAZAKİSTAN
TÜRKİYE
İRAN
AFGANİSTAN
PAKİSTAN
HİNDİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
MOĞOLİSTAN
SAHA (YAKUT) C.
TÜVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
Norveç Denizi
Barents Denizi
Kara Denizi
Bering Denizi
Ohotsk Denizi
Baltık Denizi
Kuzey Denizi
Akdeniz
Karadeniz
Hazar Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi
Kızıldeniz
Moskova
Astana
Taşkent
Bişkek
Aşkabat
Tahran
Kabil
İslamabad
Yeni Delhi
Pekin
Ulanbator
Bakü
Tiflis
Erivan
Ankara
İstanbul
Bağdat
Şam
Ammann
Riyad
Doha
Abu Dabi
Muskat
Sana
Trablus
Tunus
Cezayir
Rabat
Madrid
Paris
Berlin
Varşova
Kiev
Minsk
Bükreş
Sofya
Belgrad
Atina
Lefkoşa
Helsinki
Stockholm
Oslo
Dublin
Londra
Amsterdam
Brüksel
Kopenhag
Viyana
Budapeşte
Prag
Bratislava
Ljubljana
Zagreb
Sarayevo
Priştine
Üsküp
Tiran
Podgorica
Vaduz
Bern
Lizbon
Rabat
Cezayir
Trablus
Kahire
Hartum
Bamako
Niamey
Abuja
Bangui
Kinşasa
Luanda
Windhoek
Gaborone
Harare
Lusaka
Dodoma
Nairobi
Addis Ababa
Asmara
Cibuti
Mogadişu
Kampala
Kigali
Bujumbura
Maputo
Antananarivo
Port Louis
Canberra
Wellington
Port Moresby
Jakarta
Kuala Lumpur
Singapur
Manila
Bangkok
Hanoi
Vientiane
Phnom Penh
Yangon
Dakka
Katmandu
Thimphu
Seul
Tokyo
Ottawa
Washington
Mexico City
Havana
Kingston
Port-au-Prince
Santo Domingo
Caracas
Bogota
Quito
Lima
La Paz
Asunción
Montevideo
Brasília
Buenos Aires
Santiago
Reykjavik
Nuuk
Ottawa
Anchorage
Juneau
Honolulu
Wellington
Canberra
Port Moresby
Jakarta
Kuala Lumpur
Singapur
Manila
Bangkok
Hanoi
Vientiane
Phnom Penh
Yangon
Dakka
Katmandu
Thimphu
Seul
Tokyo
Ottawa
Washington
Mexico City
Havana
Kingston
Port-au-Prince
Santo Domingo
Caracas
Bogota
Quito
Lima
La Paz
Asunción
Montevideo
Brasília
Buenos Aires
Santiago
Reykjavik
Nuuk
Ottawa
Anchorage
Juneau
Honolulu