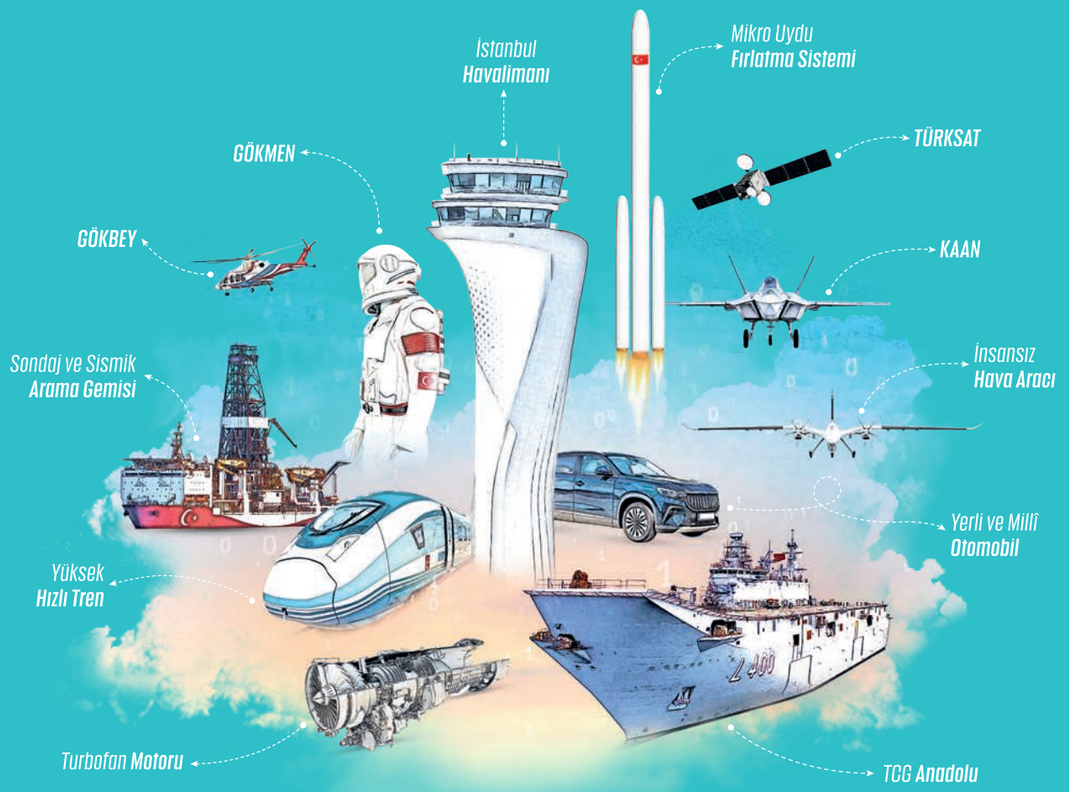
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-975-11-8803-8

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

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI
AYDINLATMADA GÜVENLİK VE VERİM
11-12
DERS MATERYALİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

AYDINLATMADA GÜVENLİK VE VERİM

DERS MATERYALİ

11-12

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

AYDINLATMADA GÜVENLİK VE VERİM

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

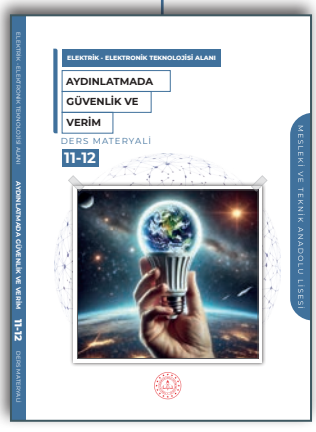
Ahmet KEKİK
Harun EZER
Mehmet Halil KORATEŞ
Nasuf ÇALIŞKAN

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI..... 9868
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ..... 3320

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

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI	Elif BİLGİNSOY
PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI	Fulya ÖLKEN
REHBERLİK UZMANI	Yeliz GENÇTAV
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI	Günay DURUCAN
GÖRSEL TASARIM UZMANI	Ahmet BAŞ



ISBN: 978-975-11-8803-8

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

Bu ders materyalinde uluslararası ölçü birimleri esas alınmıştır.

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

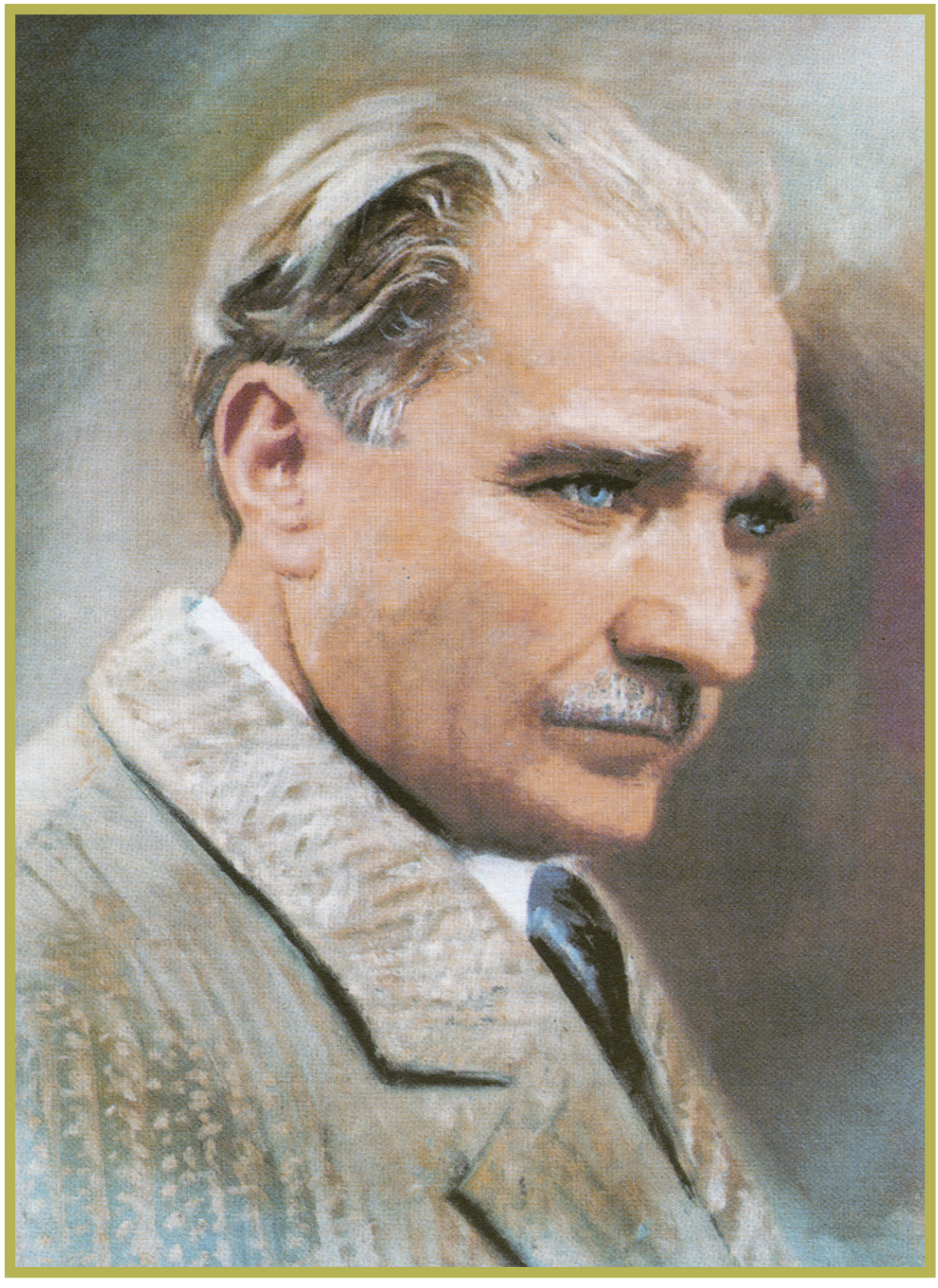
GENÇLİĞE HİTABE

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 Materyalinin Tanıtımı 13

1. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA DONANIMINDA STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

1.1. ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK YÖNERGESİ (EMC) 18
1.1.1. Elektromanyetik Uyumluluk 18
1.1.1.1. EMC'nin Tarihsel Gelişimi 18
1.1.1.2. EMC'nin Önemi ve Uygulama Alanları 19
1.1.1.3. Elektromanyetik Alanlar ve Elektromanyetik Alanların Etkileri 21
1.1.2. EMI Elektromanyetik Girişim ve Yayılım 21
1.1.2.1. İletilen Yayılım 22
1.1.2.2. Radyo Frekansı Yayılımı 23
1.1.3. EMS Elektromanyetik Duyarlılık ve Bağışıklık 23
1.1.3.1. EMS Testleri 25
1.1.3.2. Elektrostatik Deşarj (ESD) 25
1.1.4. EMC Kuruluşları ve Standartları 27
1.1.4.1. EMC Testlerinde Kullanılan Donanım 28
1.1.4.2. EMC Test İşlemleri 30
1.1.4.3. Aydınlatma Ürününe Ait EMC Test Sonuçları 32
1.2. ALÇAK GERİLİM YÖNERGESİ (LVD) 34
1.2.1. LVD'nin Amaçları 34
1.2.2. LVD'nin Temel Gereksinimleri ve Güvenlik İlkeleri 35
1.2.3. LVD Risk Değerlendirmesi ve Uygunluk Beyanı 36
1.2.4. LVD Testleri 36
1.2.5. LVD Standartları 38
1.3. EKO TASARIM VE ENERJİ ETİKETLEMESİ YÖNERGESİ 42
1.3.1. Aydınlatma Sistemlerinde Sürücü ve Armatürlerin Enerji Sınıfı Hesaplamaları 42
1.3.2. Eko Tasarım ve Enerji Etiketlemesinin Kapsamı ve Önemi 43
1.4. AYDINLATMA DONANIMINDA CE İŞARETLEMESİ 46
1.4.1. CE İşaretinin Kapsamı ve Önemi 46
1.4.2. CE Belgelendirmesinin Aydınlatma Ürünlerine Getirdiği Standartlar 46
1.4.3. Aydınlatma Ürünlerinin Teknik Dosya Üzerinden CE Onayının Sorgulanması 47

1.5. TSE İŞARETLEMESİ 50
1.5.1. TSE İşaretinin Kapsamı ve Önemi 50
1.5.2. TSE Belgelendirmesinin Aydınlatma Ürünlerine Getirdiği Standartlar 50
1.5.3. Aydınlatma Ürünlerinin Teknik Dosya Üzerinden TSE Onayının Sorgulanması 51
1.6. AKREDİTE LABORATUVAR 54
1.6.1. Kalibrasyon 54
1.6.2. Kalibrasyonu Yapılan Cihazlardaki Etiket ve Raporun Önemi 54
1.6.3. Kalibrasyonsuz Ölçü Aletleriyle Yapılan Ölçümlerdeki Hata ve Olası Sorunlar 55
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 59

2. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA UYGULAMALARINDA VERİMLİLİK

2.1. AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ 62
2.1.1. Aydınlatma Sistemlerinde Uygun Donanım Seçimi 62
2.1.1.1. Armatürlerin Standartlara Uygunluğu 63
2.1.1.2. Armatürlerin Elektriksel Güvenliği 63
2.1.1.3. Armatürlerin Mekanik Güvenliği 64
2.1.2. Aydınlatma Uygulamalarında Uygun Tasarım Seçimi 66
2.1.2.1. Kullanım Amacına Göre Aydınlatma Çeşitleri 66
2.1.2.2. Işığın Yönlendirilmesine Göre Aydınlatma Çeşitleri 67
2.1.2.3. Aydınlatma Alanına Göre Aydınlatma Çeşitleri 68
2.1.3. Aydınlatma Sistemlerinde Kontrol Yöntemi Belirleme 69
2.1.3.1. Aç-Kapa Anahtarlarla Kontrol 69
2.1.3.2. Dimmer Aydınlatma Elemanlarıyla Kontrol 69
2.1.3.3. Aydınlatma Sensörleriyle Kontrol 70
2.1.3.4. Zaman Saatiyle Kontrol 71
2.1.3.5. Aydınlatma Otomasyonuyla Kontrol 71
2.1.4. Kurulu Aydınlatma Sistemlerinde Verimlilik İçin Yapılması Gerekenler 72
2.1.5. Aydınlatma Sistemlerinde Verimlilik Hesaplamaları 73

2.2. AYDINLATMA DONANIMINDA ENERJİ ETİKETLEMESİ 78
2.2.1. Aydınlatma Sistemi Donanımında Enerji Sınıfı 78
2.2.2. Aydınlatma Enerji Sınıfının Sistem Verimliliğine Etkisi 79
2.3. AYDINLATMA VERİMLİLİĞİ İÇİN GÜN IŞIĞININ KULLANIMI 82
2.3.1. Binalarda Gün Işığı Açıklıkları 83
2.3.1.1. Pencereler 83
2.3.1.2. Çatı Işıklıkları 83
2.3.1.3. Işık Rafları 84
2.3.2. Gün Işığı Yapay Işık Entegrasyonu 85
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 89

3. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GÜVENLİK VE BAKIM

3.1. BAKIM ÇEŞİTLERİ 92
3.1.1. Arıza Bakımı 92
3.1.2. Periyodik Bakım 93
3.1.3. Kestirimci Bakımı 93
3.1.4. Dış Bakım 94
3.2. AYDINLATMA ÜRÜNLERİNE AİT MONTAJ VE KULLANIM KILAVUZU 95
3.2.1. Balast 98
3.2.2. LED Sürücü 99
3.3. ARMATÜRÜN BAĞLANTI KONTROLLERİ 107
3.3.1. Elle ve Gözle Kontrol 107
3.3.2. Ölçümle Kontrol 110
3.4. KABLOLARDA GÜVENLİK 114
3.5. ARMATÜRLERİN TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI 117
3.6. GERİLİM VE AKIM KONTROLÜ 123
3.6.1. Gerilim Ölçme 123
3.6.2. Akım Ölçme 124
3.6.3. Pens Ampermetreyle Akım Ölçme 125

3.7. AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE BAKIM VE ONARIM 143
3.7.1. Aydınlatma Sisteminin Yapısı 143
3.7.2. Sürücülerde Arıza Tespiti 143
3.7.3. Işık Kaynağında Arıza Tespiti 144
3.7.4. Bağlantıda Arıza Tespiti 144
3.7.5. Aydınlatma Sisteminde Arıza Tespiti 144
3.8. KAYIT SAKLAMA PLANI 154
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 157

4. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA DONANIMININ ATIK YÖNETİMİ

4.1. AYDINLATMADA ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ 160
4.1.1. Atık Türleri 161
4.1.1.1. Yapı ve Özelliklerine Göre Atıklar 161
4.1.1.2. Kullanım Alanlarına Göre Atıklar 166
4.1.1.3. Tehlikelilik Durumuna Göre Atıklar 167
4.1.2. Elektronik Atıkların Çevreye Zararları 168
4.1.3. E-Atıkların Geri Dönüşümü ve Geri Dönüşümün Faydaları 169
4.2. ATIK YÖNETİM SÜRECİ 170
4.2.1. Atıkların Değerlendirilmesi 171
4.2.2. E-Atıkların Toplanması ve Geri Kazanılması 172
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 174

CEVAP ANAHTARLARI 176
KAYNAKÇA 177

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin görselini gösterir.

Öğrenme biriminin konularını gösterir.

Öğrenme biriminin kapağını gösterir.

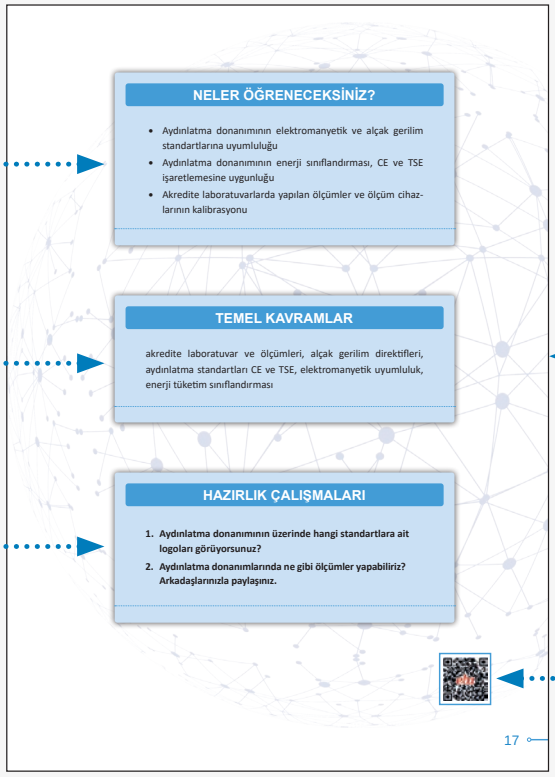
Öğrenme biriminde nelerin öğrenileceği bu bölümde gösterilir.

Öğrenme biriminin temel kavramlarını gösterir.

Öğrenme biriminin hazırlık çalışmalarını gösterir.

Öğrenme biriminin kapağını gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.



Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Konunun numarasını ve adını gösterir.

Konu anlatımı sayfasını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

1. Öğrenme Birimi

AYDINLATMA DONANIMINDA STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

1.1. ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK YÖNERGESİ (EMC)

Elektromanyetik uyumluluk yönergesi (EMU) [EMC (electromagnetic compability directive) (elektromegnetik kompabiliti direktiv)]; elektrikli donanım ve sistemlerin, elektromanyetik olarak güvenli bir şekilde çalışabilmeleri için gerekli değerleri belirleyen yönergedir.

1.1.1. Elektromanyetik Uyumluluk

Elektromanyetik uyumluluk; bir cihazın diğer cihazlara zarar vermeyecek şekilde elektromanyetik dalgalar yaydığı ve dış elektromanyetik dalgaların etkisi altında, doğru bir şekilde çalışmasıdır. Bir cihaz kendi etrafına zarar vermeyecek ve dış etkilere karşı dayanıklı şekilde tasarlanmalıdır.

Elektromanyetik uyumluluk testi; elektrikli bir cihazın etrafa yaydığı elektromanyetik dalgaların, sınır değerleri aşmadığı ve başka kaynaklardan gelen sınır değerlere kadar elektromanyetik dalgalardan etkilenmeden doğru şekilde çalıştığından emin olmak için yapılan bir testtir. EMC testi, elektrikli bir cihazın diğer elektrikli cihazlarla rahatsız edici etkileşime girmeyeceğini doğrulamak amacıyla yapılır.

EMC testinin iki ana bileşeni şunlardır:

Elektromanyetik Girişim ve Yayılım Testi [EMI electromagnetic interference (elektromegnetik interfirens)]: Bu test, bir cihazın elektromanyetik dalgaları nasıl ve hangi seviyede yaydığını ölçer. Yayılım testi, cihazın başka cihazları olumsuz etkileyip etkilemeyeceğini belirlemek için de yapılır.

Elektromanyetik Duyarlılık ve Bağışıklık Testi [EMS electromagnetic susceptibility (elektromegnetik susaptibilidi)]: Bu test, bir cihazın dış elektromanyetik dalgaların etkisine ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. Başka bir cihazın yaydığı elektromanyetik dalgaların bu cihazın çalışmasını olumsuz etkileyip etkilemeyeceğini belirlemek için yapılır.

EMC testleri, cihazların birbirleriyle etkileşime girmeden güvenli ve etkili bir şekilde çalıştığından emin olmak için kullanılır. Birçok ülke ve bölgede, özellikle elektronik ve elektrikli cihazların piyasaya sürülmesi öncesinde bu tür testlere tabi tutulması zorunludur.

1.1.1.1. EMC'nin Tarihsel Gelişimi

EMC, elektronik sistemlerin ve cihazların elektromanyetik ortamlarda bir arada uyum içinde çalışabilmesini sağlamak için geliştirilen bir kavram ve disiplindir. EMC'nin tarihsel gelişimi, elektronik ve telekomünikasyon sistemlerinin yaygınlaşması ve karmaşıklığının artmasıyla birlikte şekillenmiştir.

EMC kavramı, 1900'lü yıllarda elektrikli cihazların birbirleriyle uyumlu şekilde çalışması gerekliliği doğrultusunda şekillenmeye başlamıştır. Elektrikli ve elektronik cihazların artan kullanımı, elektromanyetik parazitlerin (girişimlerin) diğer cihazlara ve sistemlere zarar vererek onların çalışmalarını engellemesine neden olmuştur. 1950'li yıllarda askerî elektronik sistemlerin gelişimi ve kullanımı hızla artmıştır. Askerî alandaki gelişmeler, elektromanyetik girişim ve bağışıklık konularının büyük önem kazanmasına neden olmuştur.

Amerika'da Forrestal uçak gemisinde bulunan park hâlindeki uçağın roketi EMC hatasından ateşlenmiştir. 1967'de meydana gelen bu olay 134 kişinin ölümüne, 21 uçağın kullanılamaz hâle gelmesine neden olmuştur (Görsel 1.1).

Görsel 1.1: EMC hatası sonucunda oluşan kaza

18

Kazanın büyüğü,
ihmalin küçüğü ile başlar.

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili uyarıların bulunduğu kutuları gösterir.

Güvenli ve sağlıklı çalışmanın yolu; dikkatli, disiplinli ve programlı çalışmaktan geçer.

Uygulamanın adını gösterir.

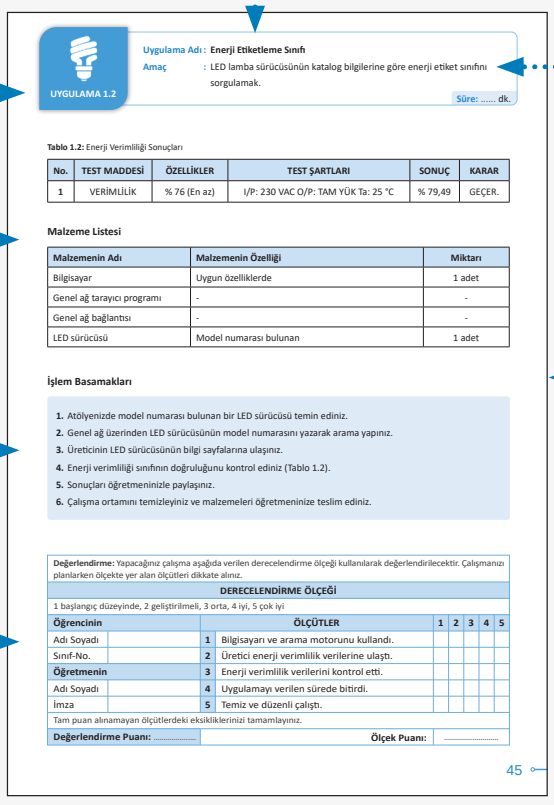
Uygulamanın numarasını gösterir.

Uygulama verilerini gösterir. Şema, Tablo vb.

Uygulamanın işlem basamaklarını gösterir.

Uygulamanın amacını gösterir.

Uygulama sayfasını gösterir.



UYGULAMA 1.2

Uygulama Adı : Enerji Etiketleme Sınıfı

Amaç : LED lamba sürücüsünün katalog bilgilerine göre enerji etiket sınıfını sorgulamak.

Süre: ..... dk.

Tablo 1.2: Enerji Verimliliği Sonuçları

No.	TEST MADDESİ	ÖZELLİKLER	TEST ŞARTLARI	SONUÇ	KARAR
1	VERİMLİLİK	% 76 (En az)	I/P: 230 VAC O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	% 79,49	GEÇER.

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Uygun özelliklerde	1 adet
Genel ağ tarayıcı programı	-	-
Genel ağ bağlantısı	-	-
LED sürücüsü	Model numarası bulunan	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyenizde model numarası bulunan bir LED sürücüsü temin ediniz.
2. Genel ağ üzerinden LED sürücüsünün model numarasını yazarak arama yapınız.
3. Üreticinin LED sürücüsünün bilgi sayfalarına ulaşınız.
4. Enerji verimliliği sınıfının doğruluğunu kontrol ediniz (Tablo 1.2).
5. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		ÖLÇÜTLER		1	2	3	4	5
Adı Soyadı		1	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.					
Sınıf-No.		2	Üretici enerji verimlilik verilerine ulaştı.					
Öğretmenin		3	Enerji verimlilik verilerini kontrol etti.					
Adı Soyadı		4	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		5	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: .....

Ölçek Puanı: .....

45

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		ÖLÇÜTLER		1	2	3	4	5
Adı Soyadı		1	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.		X			
Sınıf-No.		2	Üretici enerji verimlilik verilerine ulaştı.			X		
Öğretmenin		3	Enerji verimlilik verilerini kontrol etti.				X	
Adı Soyadı		4	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					X
İmza		5	Temiz ve düzenli çalıştı.					X

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: .....76..... **Ölçek Puanı:** 2+3+4+5+5=19

Ölçek Puanını 100'lük Sisteme Dönüştürme İşlemi: Tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı, her bir ölçüt için 5 puandır. Tabloda toplam 5 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek ölçek puanı 5 x 5= 25'tir. Öğrenci yukarıdaki ölçekten ölçek puanı olarak 19 almıştır. Bu puanın 100'lük puanlama sistemine çevrilmesi için Değerlendirme Puanı=[(Ölçek Puanı x 100)/Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı] formülü uygulanırsa (19 x 100)/25= 76 eder. Öğrenci, 100'lük sistemde 76 almıştır.

Değerlendirme: Tam puan alınamayan ölçütler için geri dönüş sağlayınız ve ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA DONANIMINDA STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

KONULAR

1.1. ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK YÖNERGESİ (EMC)
1.2. ALÇAK GERİLİM YÖNERGESİ (LVD)
1.3. EKO TASARIM VE ENERJİ ETİKETLEMESİ YÖNERGESİ
1.4. AYDINLATMA DONANIMINDA CE İŞARETLEMESİ
1.5. TSE İŞARETLEMESİ
1.6. AKREDİTE LABORATUVAR

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Aydınlatma donanımının elektromanyetik ve alçak gerilim standartlarına uyumluluğu
- Aydınlatma donanımının enerji sınıflandırması, CE ve TSE işaretlemesine uygunluğu
- Akredite laboratuvarlarda yapılan ölçümler ve ölçüm cihazlarının kalibrasyonu

TEMEL KAVRAMLAR

akredite laboratuvar ve ölçümleri, alçak gerilim yönergesi, aydınlatma standartları CE ve TSE, elektromanyetik uyumluluk, enerji tüketim sınıflandırması

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Aydınlatma donanımının üzerinde hangi standartlara ait logoları görüyorsunuz?**
2. **Aydınlatma donanımlarında ne gibi ölçümler yapabiliriz? Arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1.1. ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK YÖNERGESİ (EMC)

Elektromanyetik uyumluluk yönergesi (EMU) [EMC (electromagnetic compatibility directive) (elektromegnetik kompabiliti direktiv)]; elektrikli donanım ve sistemlerin, elektromanyetik olarak güvenli bir şekilde çalışabilmeleri için gerekli değerleri belirleyen yönergedir.

1.1.1. Elektromanyetik Uyumluluk

Elektromanyetik uyumluluk; bir cihazın diğer cihazlara zarar vermeyecek şekilde elektromanyetik dalgalar yaydığı ve dış elektromanyetik dalgaların etkisi altında, doğru bir şekilde çalışmasıdır. Bir cihaz kendi etrafına zarar vermeyecek ve dış etkilere karşı dayanıklı şekilde tasarlanmalıdır.

Elektromanyetik uyumluluk testi; elektrikli bir cihazın etrafa yaydığı elektromanyetik dalgaların, sınır değerleri aşmadığı ve başka kaynaklardan gelen sınır değerlere kadar elektromanyetik dalgalardan etkilenmeden doğru şekilde çalıştığından emin olmak için yapılır. EMC testi, elektrikli bir cihazın diğer elektrikli cihazlarla rahatsız edici etkileşime girmeyeceğini doğrulamak amacıyla yapılır.

EMC testinin iki ana bileşeni şunlardır:

Elektromanyetik Girişim ve Yayılım Testi [EMI electromagnetic interference (elektromegnetik interfirens)]: Bu test, bir cihazın elektromanyetik dalgaları nasıl ve hangi seviyede yaydığını ölçer. Yayılım testi, cihazın başka cihazları olumsuz etkileyip etkilemeyeceğini belirlemek için de yapılır.

Elektromanyetik Duyarlılık ve Bağışıklık Testi [EMS electromagnetic susceptibility (elektromegnetik susaptibilidi)]: Bu test, bir cihazın dış elektromanyetik dalgaların etkisine ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. Başka bir cihazın yaydığı elektromanyetik dalgaların bu cihazın çalışmasını olumsuz etkileyip etkilemeyeceğini belirlemek için yapılır.

EMC testleri, cihazların birbirleriyle etkileşime girmeden güvenli ve etkili bir şekilde çalıştığından emin olmak için kullanılır. Birçok ülke ve bölgede, özellikle elektronik ve elektrikli cihazların piyasaya sürülmesi öncesinde bu tür testlere tabi tutulması zorunludur.

1.1.1.1. EMC'nin Tarihsel Gelişimi

EMC, elektronik sistemlerin ve cihazların elektromanyetik ortamlarda bir arada uyum içinde çalışabilmesini sağlamak için geliştirilen bir kavram ve disiplindir. EMC'nin tarihsel gelişimi, elektronik ve telekomünikasyon sistemlerinin yaygınlaşması ve karmaşıklığının artmasıyla birlikte şekillenmiştir.

EMC kavramı, 1900'lü yıllarda elektrikli cihazların birbirleriyle uyumlu şekilde çalışması gerekliliği doğrultusunda şekillenmeye başlamıştır. Elektrikli ve elektronik cihazların artan kullanımı, elektromanyetik parazitlerin (girişimlerin) diğer cihazlara ve sistemlere zarar vererek onların çalışmalarını engellemesine neden olmuştur. 1950'li yıllarda askerî elektronik sistemlerin gelişimi ve kullanımı hızla artmıştır. Askerî alandaki gelişmeler, elektromanyetik girişim ve bağışıklık konularının büyük önem kazanmasına neden olmuştur.

Amerika'da Forrestal uçak gemisinde bulunan park hâlindeki uçağın roketi EMC hatasından ateşlenmiştir. 1967'de meydana gelen bu olay 134 kişinin ölümüne, 21 uçağın kullanılamaz hâle gelmesine neden olmuştur (Görsel 1.1).

Görsel 1.1: EMC hatası sonucunda oluşan kaza

1970'li yıllarda, elektromanyetik uyumluluk ilkeleri daha da pekiştirilmiş ve belirli standartlar oluşturulmuştur. Elektronik endüstrisindeki büyüme ve küreselleşme, elektromanyetik uyumluluk alanındaki standardizasyon ihtiyacını artırmıştır. Bu ihtiyaçlar nedeniyle Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ve diğer kuruluşlar, EMC konusunda uluslararası standartların oluşturulması için çalışmalara başlamıştır.

1980'li yıllarda dijital teknolojinin hızla gelişmesi ve yaygınlaşması, elektromanyetik uyumluluğun daha da karmaşık hâle gelmesine neden olmuştur. Dijital cihazların hızlı geçişleri ve yüksek frekanslı çalışmaları, EMC konusunda yeni zorluklar ortaya çıkarmıştır.

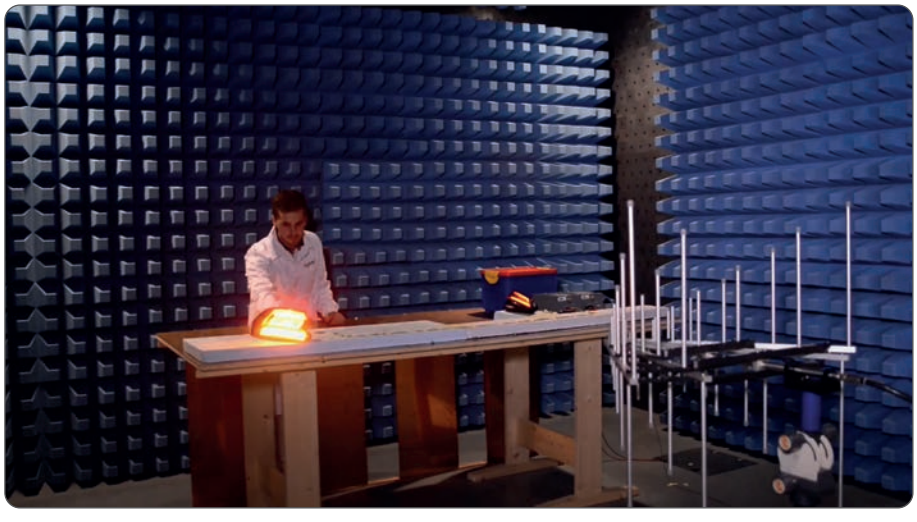
Günümüzde kablosuz iletişim, IoT (nesnelerin interneti), yüksek hızlı iletişim teknolojileri ve elektronik cihazların yaygın kullanımı, EMC'nin daha da önemli hâle gelmesine neden olmuştur. EMC, sürekli gelişen ve karmaşıklaşan teknolojiye ayak uydurmak ve cihazların uyumlu şekilde çalışmasını sağlamak için sürekli güncellenen standartlar ve yönergelerle evrimleşmektedir. Bugün EMC, elektronik cihazların ve sistemlerin tasarım aşamasından başlayarak test ve sertifikasyon süreçlerine kadar geniş bir yelpazede ele alınmaktadır.

1.1.1.2. EMC'nin Önemi ve Uygulama Alanları

EMC elektronik cihazların ve sistemlerin elektromanyetik ortamlarda bir arada uyum içinde çalışmasını sağlama disiplinidir. EMC giderek artan bir şekilde kabul görmektedir. Çünkü elektronik sistemlerin ve cihazların yaygın kullanımı, elektromanyetik girişimlerin ve uyumsuzlukların olasılığını artırmaktadır.

EMC'nin önemli olduğu ve uygulandığı alanlardan bazıları şunlardır:

Elektronik Cihazlar ve Donanımlar: Elektronik cihazlar için bilgisayar, telefon, televizyon, endüstriyel kontrol sistemleri, tıbbi cihazlar, aydınlatma ürünleri ve daha fazlası EMC gereksinimlerine uygun olmalıdır. Bu durum, cihazların diğer elektronik sistemlerle ve ortamlarla uyum içinde çalışabilmesini ve elektromanyetik girişimlerden etkilenmemesini sağlar. Bu kapsamda EMC testleri yansımasız odada yapılır (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Aydınlatma armatürünün EMC testlerinin yansımasız odada yapılması

Telekomünikasyon Sistemleri: Mobil cihazlar, baz istasyonları, kablosuz ağlar ve diğer telekomünikasyon sistemleri, elektromanyetik uyumluluğa uygun olmalıdır. Bu durum, güvenilir ve kesintisiz iletişimi sağlamak için önemlidir. Elektromanyetik uyumsuzluk, bu sistemlerin yanlış çalışmasına veya veri kaybına neden olabilir.

Tıbbi Cihazlar: Tıbbi cihazlar; hastaların güvenliği, doğru teşhis ve tedavi için elektromanyetik uyumluluk gereksinimlerini karşılamalıdır. EMC uyumsuzlukları, tıbbi cihazların yanlış çalışmasına ve hatta hastalar üzerinde olumsuz etkiler yaratmasına neden olabilir.

Otomotiv ve Ulaşım Sistemleri: Otomobillerdeki elektronik bileşenler, uçaklardaki aviyonik sistemler, trenler ve diğer ulaşım araçları EMC standartlarına uymalıdır (Görsel 1.3).

Görsel 1.3: Elektrikli otomobilin EMC testlerinin yansımasız odada yapılması

Endüstriyel Otomasyon ve Kontrol Sistemleri: Endüstriyel kontrol sistemleri, fabrikalardaki otomasyon için kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerin elektromanyetik uyumluluk ölçütlerini karşılaması, üretim süreçlerinin güvenli ve kesintisiz bir şekilde işlemesini sağlar.

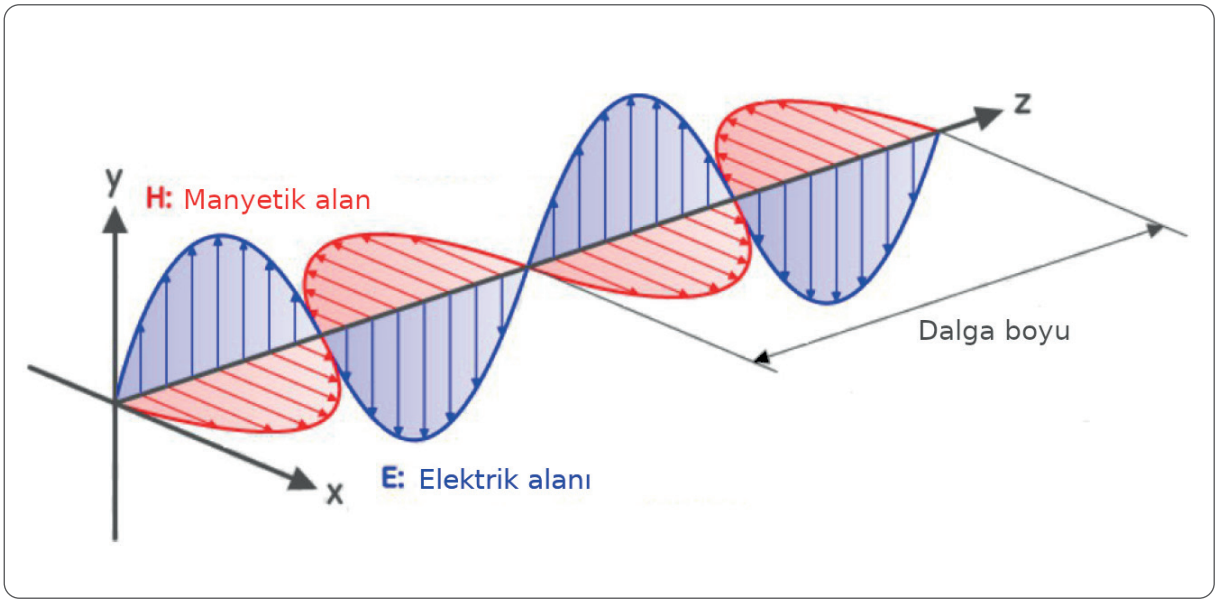
Savunma ve Güvenlik Uygulamaları: Askerî sistemler, güvenlik donanımı ve diğer savunma uygulamaları, elektromanyetik uyumluluk standartlarına uygun olmalıdır. EMC uyumsuzlukları, bu sistemlerin güvenilirliği ve etkinliği üzerinde ciddi etkiler yaratabilir (Görsel 1.4).

Görsel 1.4: Savunma donanımının EMC testlerinin yansımasız odada yapılması

EMC bu uygulama alanlarında güvenlik, güvenilirlik, performans, verimlilik vb. temel unsurları güvence altına alarak modern toplumun günlük yaşamında büyük bir rol oynamaktadır. EMC uyumluluğu, elektronik cihazların ve sistemlerin birbiriyle uyumlu şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca elektromanyetik girişimlerin minimum düzeyde tutulmasını sağlayarak karmaşık ve bağlantılı teknolojilerin güvenli ve etkin bir şekilde kullanımını mümkün kılar.

1.1.1.3. Elektromanyetik Alanlar ve Elektromanyetik Alanların Etkileri

Elektromanyetik alanlar, elektrik yüklerinin hareketinden veya değişen manyetik alanlardan kaynaklanan enerjiyi taşır. Bu alanlar, elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılır ve ışık hızında (yaklaşık 300.000 km/s) hareket eder. Elektromanyetik dalgalar, bir elektrik yükünün hareketi veya değişen bir manyetik alan tarafından üretilir. Elektriksel yüklerin hızlıca değişen konumları veya akımları, elektromanyetik dalgaların kaynağıdır. Elektromanyetik dalgalar, elektrik alanları (E alanları) ve manyetik alanlar (H alanları) tarafından oluşturulur. Bu alanlar, birbirine dik ve bağlıdır (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Elektrik alanı ve manyetik alan

Elektromanyetik dalgalar, boşlukta ışık hızında hareket eder. Herhangi bir madde içinde elektromanyetik dalgaların hızı ve yönelimi, maddenin özelliklerine bağlıdır. Elektromanyetik dalgalar bir yüzeye çarptığında yansıyabilir, kırılabilir veya emilebilir. **Yansıma**, dalgaların geri dönmesidir. **Kırılma**, farklı bir ortama geçişte dalgaların yön değiştirmesidir. **Emilme** ise dalgaların enerjisinin maddenin içine çekilmesidir. Elektromanyetik dalgalar, frekanslarına bağlı olarak elektromanyetik spektrum içinde farklı türlerde bulunur. Bu spektrum, radyo dalgalarından gama ışınlarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Elektromanyetik dalgalar, antenler ve iletim hatları aracılığıyla yayılabilir. Antenler, elektromanyetik enerjiyi alır ya da yayar ve bu enerjiyi belirli yönlere odaklar.

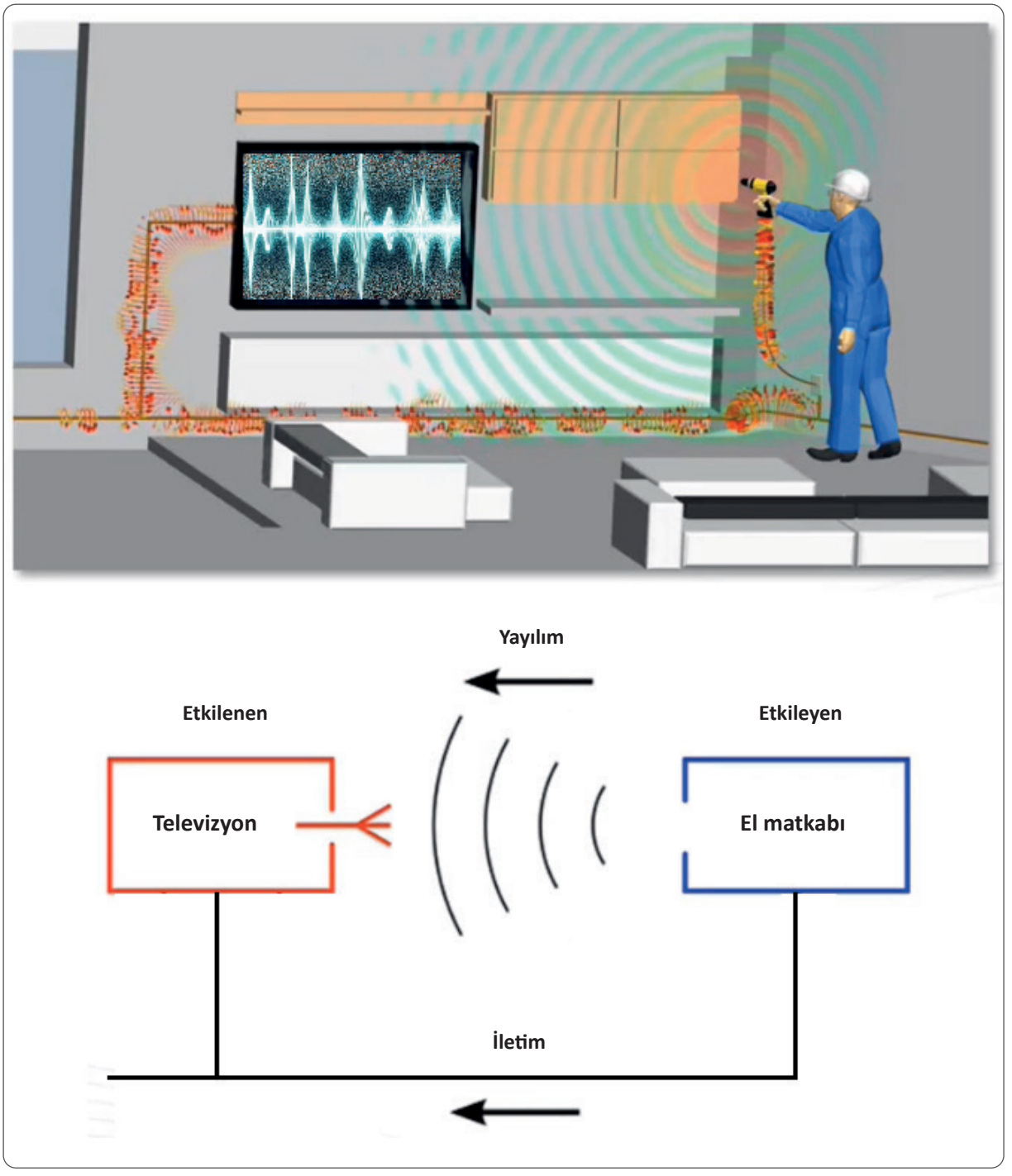
Elektromanyetik dalgalar; modern iletişim, radyo, televizyon, kablosuz teknolojiler, radyoterapi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi pek çok alanda kullanılır. Yayılma mekanizmaları ve etkileri, bu alanlarda bulunan teknolojilerin ve uygulamaların temelini oluşturur.

1.1.2. EMI Elektromanyetik Girişim ve Yayılım

Elektromanyetik alanların iletim ve yayılma mekanizmalarını anlamak için temel fiziksel ilkeleri göz önünde bulundurmak gerekir. Elektromanyetik alanlar, elektrik ve manyetizmanın etkileşimi sonucu oluşur ve bu alanlar elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılır.

Elektromanyetik dalgalar, bir elektrik alanının bir manyetik alan üretmesi ve bir manyetik alanın bir elektrik alanı üretmesiyle oluşur. Bu değişen alanlar, elektromanyetik dalgaların birbirini takip eden döngülerini başlatır. Elektrik alanının bir değişimi, bu değişimle orantılı bir manyetik alanın oluşmasına neden olur. Bu manyetik alan da diğer elektrik alanlarından yeni bir değişime sebep olur. Manyetik alanın bir değişimi ise bir elektrik alanının oluşmasına yol açar. Bu elektrik alanı da tekrar bir manyetik alanın oluşmasına neden olur.

Elektromanyetik girişim, yayılım (havadan) ve iletim hatlarından olmak üzere iki şekilde gerçekleşir (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Yayılım ve iletim yoluyla etkileyen ve etkilenen cihazlar

1.1.2.1. İletilen Yayılım

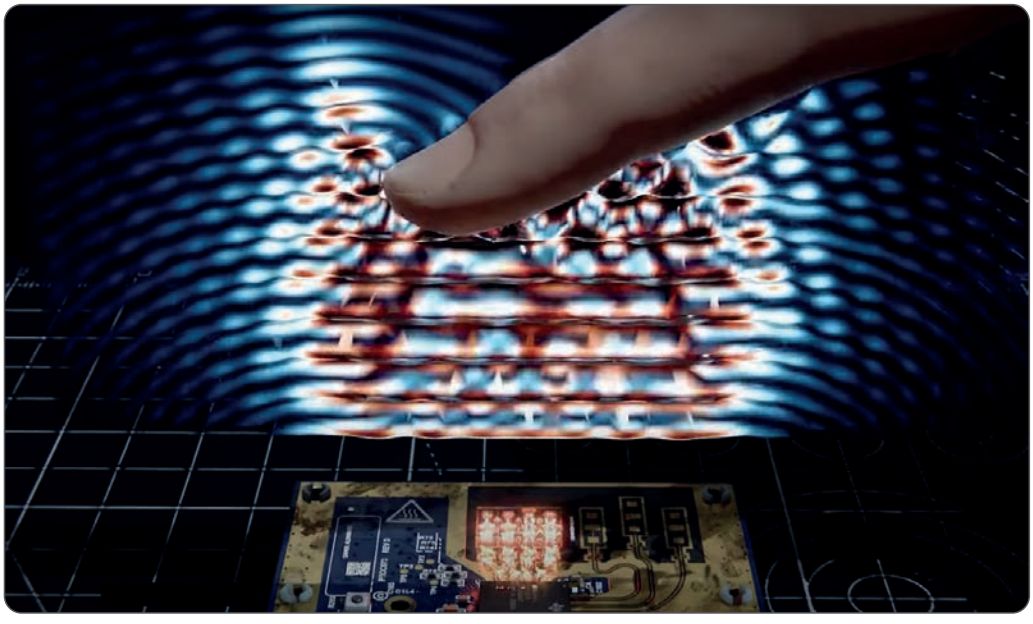
İletilen yayılım [conducted emissions (kondaktıd emişins)], elektromanyetik uyumluluk (EMC) kavramı içinde, elektriksel veya elektronik cihazlardan kaynaklanan ve teller veya kablolar aracılığıyla yayılan elektromanyetik parazitler anlamına gelir. İletilen yayılım, genellikle bir cihazın bağlı olduğu güç kaynağı veya diğer iletişim hatları aracılığıyla diğer cihazlara ve sistemlere yayılan elektromanyetik parazit sinyallerini ifade eder. Bu parazit sinyaller;

harmonikler, anahtarlama frekansları, transistör anahtarlamalarının etkileri ve diğer elektriksel gürültüler gibi farklı türde olabilir.

İletilen yayılımın kontrol edilmesi ve sınırlanması, elektrikli ve elektronik cihazların diğer cihazlarla uyumlu şekilde çalışmasını sağlamak için önemlidir. Bu, bir cihazın diğer cihazlara zarar vermemesi veya diğer cihazlar tarafından etkilenmemesi için gereklidir. Ayrıca iletilen yayılımın belirli standartlara uygun olması gereklidir. Bu standartlar, sınırlayıcı limitler belirler ve EMC uyumluluğunu sağlamak için kullanılır.

1.1.2.2. Radyo Frekansı Yayılımı

Radyo frekansı (RF) yayılımı, elektromanyetik spektrumun bir bölümünde yer alan ve genellikle 3 KHz ile 300 GHz arasında olan elektromanyetik dalgaların yayılmasıdır. RF yayılımı; kablosuz iletişim, radyo yayınları, televizyon, cep telefonları, uydu haberleşmesi, radar sistemleri ve diğer iletişim teknolojilerinde yaygın bir şekilde kullanılır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: 60 GHz RF yayılım simülasyonu

RF yayılımı, elektromanyetik spektrumun bir parçası olan radyo frekanslarında gerçekleşir. RF dalgaları, elektrikli ve manyetik alanların birleşimiyle oluşur. Dalga boyu ve frekans açısından oldukça geniş bir aralıkta bulunur. Bu nedenle farklı uygulamalarda farklı frekansta RF dalgaları kullanılır. Cep telefonları, Wi-Fi, bluetooth, NFC vb. kablosuz iletişim teknolojileri RF dalgalarını kullanır. Radyo ve televizyon istasyonları RF dalgalarını kullanarak yayın yapar ve bu dalgalar TV veya radyo alıcıları tarafından alınır. Uydu haberleşmesinde, uydudan yeryüzüne ve yeryüzünden uydulara RF dalgalarıyla iletişim sağlanır. Radarlar, RF dalgalarını kullanarak nesnelerin konumunu ve hareketini tespit eder. Bazı tıbbi cihazlar, teşhis ve tedavi amaçları için RF dalgalarını kullanır. RF haberleşme yapan cihazlar istenen frekanslarda yayılım ve alım yapar. Yayılım yapması istenmeyen cihazların yayılımı standartlara göre sınırlandırılır.

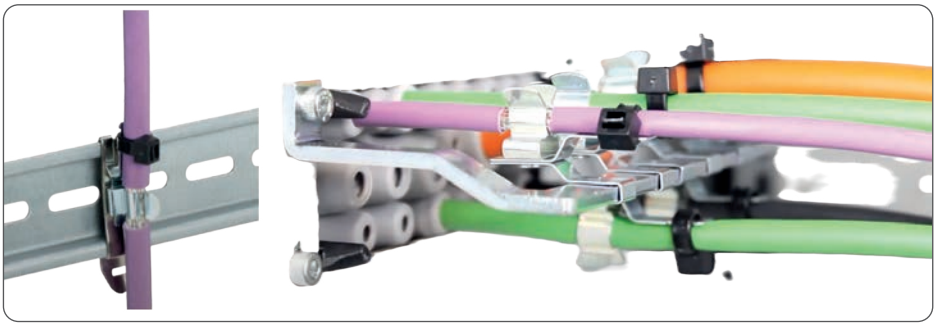
1.1.3. EMS Elektromanyetik Duyarlılık ve Bağışıklık

EMS; elektrikli ve elektronik cihazların, sistemlerin veya donanımların, dış elektromanyetik alanlardan kaynaklanan olumsuz etkilerden korunma kabiliyetidir. Bu alanlar; diğer cihazlar, enerji iletim hatları veya radyo dalgaları gibi kaynaklardan gelebilir. Elektromanyetik bağışıklık, belirli standartlara uygunlukla başlar. Uluslararası standartlar (CISPR, EN, IEC vb.) ve yerel yasal düzenlemeler, cihazların belirli elektromanyetik seviyelerde çalışmasını gerektirir.

Elektromanyetik bağışıklık sağlamak için kullanılan bazı temel ilkeler şunlardır:

İyi Topraklama ve Bağlantılar: Elektrik ve elektronik donanımı, iyi topraklama ve bağlantılar kullanılarak elektromanyetik girişimleri en aza indirebilir. Topraklama ve bağlantılar, gürültüyü azaltmada önemli bir rol oynar.

Ekranlama ve Kalkanlama: Elektromanyetik bağışıklığı artırmak için cihazlar ve donanım, elektromanyetik girişimlerden korunmak için uygun şekilde ekranlanmış veya kalkanlanmış olmalıdır. Bu durum dış elektromanyetik alanların iç cihazlara nüfuzunu engeller. Elektromanyetik girişimlerden etkilenmemek için ekranlanmış kablolar topraklanmalıdır (Görsel 1.8).

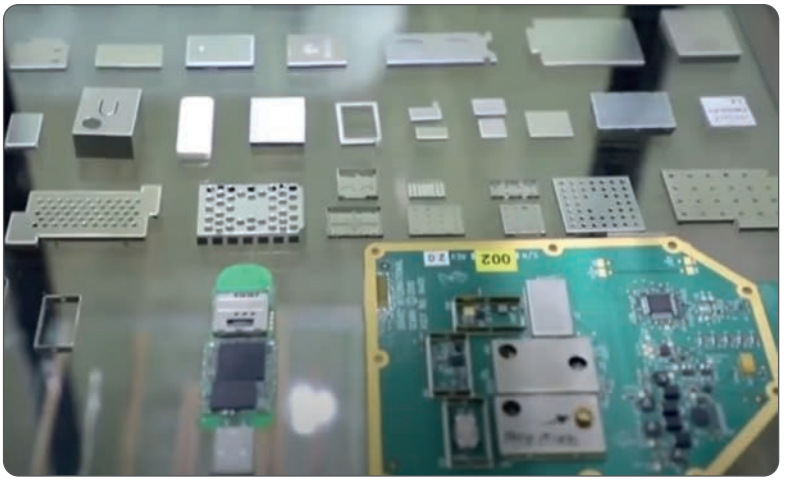


Görsel 1.8: Ekranlı kabloların topraklanması

Filtreleme: Filtreler, elektronik cihazlarda elektromanyetik girişimleri kontrol etmek için kullanılır. Bu filtreler, istenmeyen frekansta sinyalleri engeller ve temiz bir güç sağlar.

Düzgün Tasarım: Elektromanyetik bağışıklık, cihazların ve sistemlerin doğru şekilde tasarlanmasıyla da sağlanır. Uygun yerleşim, kablolama, bileşen seçimi, düzenleme vb. etkenler elektromanyetik etkileşimleri azaltır.

Yeterli Mesafe ve Yerleşim: Elektromanyetik bağışıklık sağlamak için cihazlar ve antenler arasında yeterli mesafe sağlanmalıdır. Antenlerin, enerji kaynaklarının ve diğer cihazların uygun yerleşiminde elektromanyetik etkileşimler azaltılabilir. EMC'yi iyileştirmek için baskılı devre üzerindeki devre elemanları metal kutu içerisine alınır. Bu işleme **ekranlama (kalkanlama)** denir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Baskılı devre üzerindeki elemanların ekranlaması

Dirençli Malzemelerin Kullanımı: Elektromanyetik bağışıklık, cihazlarda ve yapısal unsurlarda elektromanyetik etkileri soğurma veya yansıtma kapasitesine sahip dirençli malzemelerin kullanılmasıyla sağlanabilir. Bu temel ilkeler, elektrikli ve elektronik cihazların elektromanyetik bağışıklığını sağlama ve elektromanyetik girişimlere karşı koruma konusunda rehberlik sağlar.

1.1.3.1. EMS Testleri

EMS testleri, elektrik ve elektronik donanımının dış elektromanyetik alanlardan kaynaklanan olumsuz etkilerden korunma ölçüsünü ve cihazların elektromanyetik girişimlere dirençlilik durumunu değerlendirmek için yapılan testlerdir. Bu testler, donanımın belirli standartlara uygun olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilir. Testler elektromanyetik alanlardan kaynaklanabilecek parazitlerin ve girişimlerin cihazlara etkisini belirler. Ayrıca cihazın elektromanyetik uyumluluk standartlarına uygun olup olmadığını belirler.

Duyarlılık Testleri: Bu testlerde, cihazın dış elektromanyetik alanlara duyarlılık miktarı ölçülür. Standartların belirlediği seviyede elektromanyetik alanlar yansımasız odada uygulanır. Cihazın bu elektromanyetik alanlar altında etkilenmeden çalışması beklenir.

Elektrostatik Deşarj (ESD) Testleri: Bu testlerde, cihazın statik elektrik deşarjına karşı dayanıklılığı değerlendirilir.

1.1.3.2. Elektrostatik Deşarj (ESD)

ESD, yüksek voltajdaki elektrostatik enerjinin ani şekilde bir nesneden diğerine akması sürecidir. Bu akış, bir nesnenin yükünün başka bir nesneye transferiyle gerçekleşir (Görsel 1.10).

ESD oluşumu

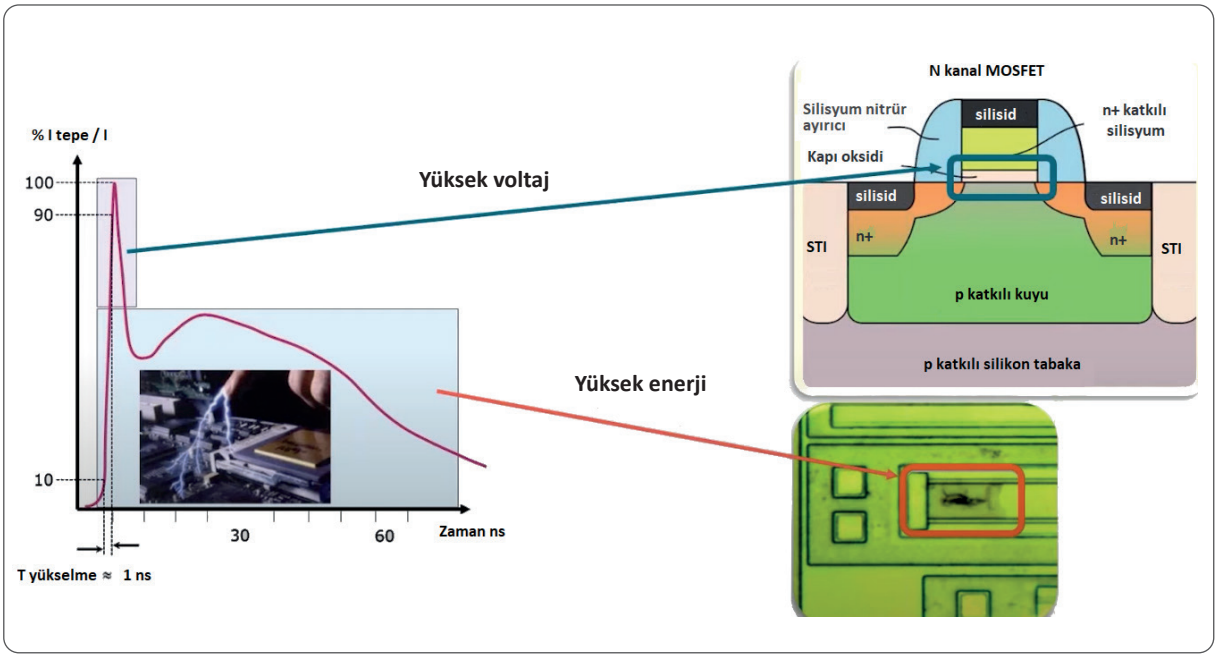
ESD uyarı işareti

Görsel 1.10: ESD oluşumu ve ESD uyarı işareti

SIRA SİZDE

Kalp pili taşıyan kişilerin X-Ray arama cihazlarından geçmemeleri ve uçaklarda cep telefonu kullanmamalarının nedenleri nelerdir? Araştırınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

ESD, genellikle insanlar veya nesneler arasında meydana gelir. Elektronik bileşenler, entegre devreler, yarı iletkenler, hassas elektronik cihazlar, diğer elektrik ve elektronik donanımı için ciddi zarara yol açabilir. ESD olayları, statik elektrik yüklerinin bir nesneden diğerine boşalması sonucu oluşur ve boşalma ani bir elektrik akımı yaratır. Bu akım, hassas bileşenlerde geçici veya kalıcı arızalara neden olabilir (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: ESD'nin yarı iletkenlere zararı

ESD, insanlar ve cihazlarda şu şekilde görülür:

İnsanlar: Bir kişi, elektrostatik yük birikimine sahip olduğunda ve temas ettiği bir cihaza dokunduğunda bu yükler cihaza aktarılabilir.

Cihazlar: Elektronik cihazlar veya bileşenler, statik elektrik yüklerini toplayabilir ve bu yükler bir nesneden diğerine geçerek ESD'ye yol açabilir.

ESD'nin zararları şunlardır:

Cihaz Arızası: ESD, elektronik bileşenlerde geçici veya kalıcı arızalara neden olabilir. Bu durumda cihazın işlevselliğini kaybetmesine veya performansının düşmesine yol açar.

Üretim Kayıpları: ESD, üretim sürecindeki cihazların başarısız olmasına neden olarak üretim kayıplarına ve maliyetlere sebep olabilir.

Garanti Sorunları: ESD kaynaklı arızalar garanti süreçlerini etkileyebilir ve cihazların garanti kapsamında onarılmamasına veya değiştirilmemesine neden olabilir.

ESD'yi önlemek ve elektrostatik yükleri kontrol altında tutmak için şu önlemler alınabilir:

Antistatik Donanımlar: Elektrostatik yükleri azaltmak için tasarlanmış antistatik donanım kullanılmalıdır. Bu donanım, yükleri toplamak ve kontrollü bir şekilde boşaltmak için kullanılır.

Eğitim ve Farkındalık: Personel, ESD'nin potansiyel risklerini anlamalı ve uygun şekilde eğitilmelidir. ESD'ye karşı alınması gereken önlemler ve uygun davranışlar konusunda farkındalık yaratılmalıdır.

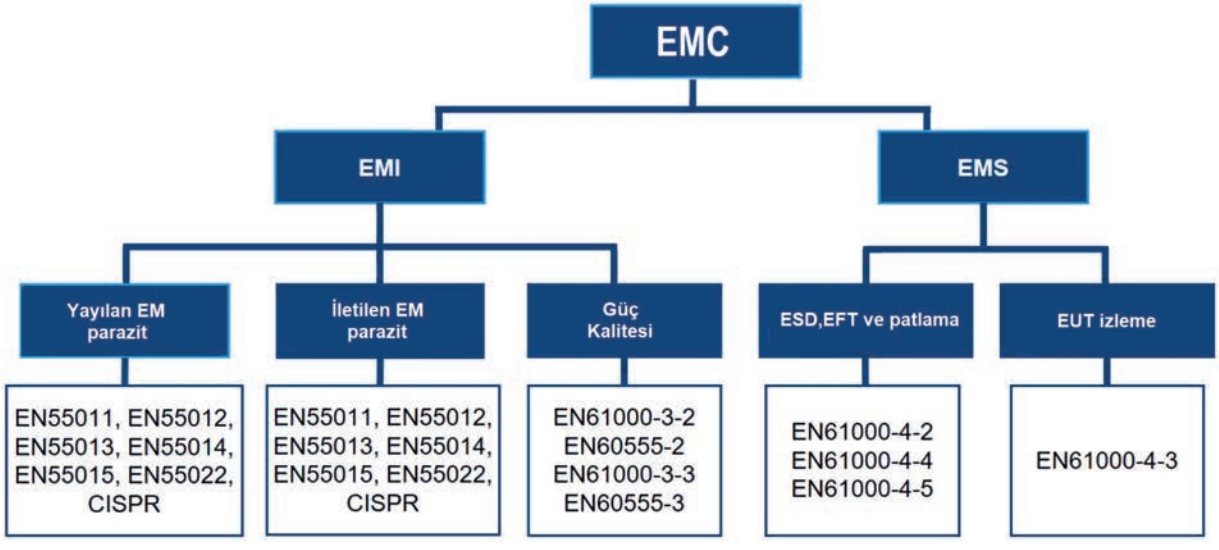
ESD Kontrol Merkezleri: ESD kontrol merkezleri, elektrostatik yüklerin kontrol edildiği ve boşaltıldığı alanlardır. Elektronik cihazların ESD kontrol merkezlerinde işlem görmesi, ESD'nin zararlı etkilerini azaltabilir.

ESD Kontrol Donanımı: Bu donanım, elektrostatik yükleri toplayan ve kontrollü bir şekilde boşaltan özel cihazlardır. ESD matları ve bileklikleri bu tür donanıma örnektir.

ESD'nin kontrol altına alınması ve azaltılması, elektronik bileşenlerin dayanıklılığını artırarak kaliteli ürünlerin üretilmesine yardımcı olur. Elektronik endüstrisi için hayati bir öneme sahip olan ESD kontrolü, sürekli göz önünde bulundurulması ve uygulanması gereken bir konudur.

1.1.4. EMC Kuruluşları ve Standartları

EMC test standartları, elektrik ve elektronik donanımının elektromanyetik yayılım ve elektromanyetik duyarlılık açısından belirli ölçütlere uygunluğunu değerlendirmek için tanımlanmış teknik standartlardır (Şema 1.1). Bu standartlar, cihazların ve sistemlerin elektromanyetik uyumluluğunu sağlamak, elektromanyetik girişimleri sınırlamak ve kontrol etmek amacıyla oluşturulmuştur. EMC test standartları, ürünlerin diğer cihazlarla uyumlu şekilde çalışmasını ve elektromanyetik ortamda kararlı olmasını sağlamayı amaçlar.



Şema 1.1: EMC standartları

EMC standartlarını belirleyen ulusal ve uluslararası kuruluşlardan bazıları şunlardır:

CISPR Standartları: CISPR (Uluslararası Radyo Girişim Ölçüm Komitesi), elektromanyetik uyumluluk için standartlar geliştiren önemli bir kuruluştur. CISPR standartları, cihazların elektromanyetik girişimlerini ve parazitlerini değerlendirmek için kullanılır.

IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu): Dünya genelinde elektromanyetik uyumluluk için standartlar geliştiren ve yayımlayan uluslararası bir kuruluştur. Özellikle IEC 61000 serisi EMC standartları önemlidir.

EN (Avrupa Normları): Avrupa Birliği ülkelerinde elektromanyetik uyumluluk için belirlenen standartları içerir.

MIL-STD Standartları: MIL-STD (askerî standartlar), askerî elektronik cihazlar ve sistemler için elektromanyetik uyumluluk gereksinimlerini belirler.

EMC standartları ülkeden ülkeye farklar içerse de genel olarak birbirine yakındır. Türkiye EN Avrupa normlarını temel alır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından kullanılan standartlar küçük farklılıklar gösterse de EN XXXX kodlu standardının Türkçeleştirilmesiyle elde edilir ve TS EN XXXX koduyla kodlanır.

TSE'nin EMC ile ilgili standart örneklerinden bazıları şunlardır:

TS EN 61000-6-1: EMC duyarlılık standardı, konut, ticari ve hafif sanayi ortamlarında kullanılmak üzere tasarlanmış elektrikli ve elektronik cihazlar için geçerlidir.

TS EN 61000-6-2: EMC duyarlılık standardı, endüstriyel ortamlarda kullanılmak üzere tasarlanmış elektrikli ve elektronik cihazlar için geçerli olan standarttır.

TS EN 61000-6-3: EMC girişim standardı, konut, ticari ve hafif sanayi ortamlarında kullanılmak üzere tasarlanmış elektrikli ve elektronik cihazlar için geçerlidir.

TS EN 61000-6-4: EMC girişim standardı, endüstriyel ortamlarda kullanılmak üzere tasarlanmış elektrikli ve elektronik cihazlar için geçerlidir.

TS EN IEC 61204-3: Alçak gerilim anahtarlamalı güç kaynakları Bölüm 3: EMC (IEC 61204-3:2016) ile ilgili standarttır.

TS EN 62920/A11: Fotovoltaik güç üreten sistemler, EMC gereksinimleri ve güç dönüştürme donanımı için test yöntemleri bu standarttadır.

TS EN IEC 62040-2: Kesintisiz güç sistemleri (UPS) Bölüm 2: EMC gereklilikleri (IEC 62040-2:2016) ile ilgili standarttır.

1.1.4.1. EMC Testlerinde Kullanılan Donanım

EMC testlerinde kullanılan donanım, elektromanyetik girişimleri ölçmek, elektromanyetik alanlara karşı duyarlılığı değerlendirmek ve elektromanyetik uyumluluğu belirlemek için kullanılır. EMC laboratuvar donanımı, EMC testlerinin doğru ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Ayrıca ürünlerin elektromanyetik uyumluluğunu değerlendirmek için önemlidir (Görsel 1.12).

Görsel 1.12: EMC laboratuvarı

EMC Test Odaları: Elektromanyetik testlerin gerçekleştirildiği, dış elektromanyetik etkilerden izole edilmiş özel odalardır. Bu odalar, elektromanyetik girişimleri kontrol etmek için kullanılır.

Antenler: Elektromanyetik alanları iletmek ve almak için kullanılır. Hem iletim hem de alım antenleri, elektromanyetik alanların ölçülmesi ve test edilen cihazlarla etkileşimin izlenmesi için kullanılır.

Sinyal Üreteci: Belirli frekansta sinyaller üretmek için kullanılır. EMC testlerinde elektromanyetik girişimlerin ve duyarlılığın test edilmesinde önemlidir.

EMI Alıcıları: Elektromanyetik uyumluluk testlerinde elektromanyetik girişimleri ölçmek için kullanılır. Buna iletim ve alım testleri dâhildir.

Osiloskoplar: Elektriksel sinyalleri zaman içinde görselleştirmek ve analiz etmek için kullanılır. EMC testlerinde sinyal şekillerini incelemek için önemlidir.

Akım Propları: Akımın geçtiği hatlarda elektromanyetik girişimleri ölçmek için kullanılır.

Gerilim Propları: Gerilim değerlerini ölçmek ve analiz etmek için kullanılır. EMC testlerinde girişimlerin izlenmesi için kullanılır.

Spektrum Analizörler: EMC testlerinin ana ölçü aletidir. Elektromanyetik spektrumu görselleştirmek için kullanılır. Frekans düzlemine göre sinyallerin seviyelerini gösterir. RF sinyallerini analiz eder ve belirli frekanslarda elektromanyetik yayılımı ölçer (Görsel 1.13).

Görsel 1.13: Spektrum analizör

Geçici Sinyal Oluşturucular: ESD ve diğer geçici olayların simülasyonu için kullanılır. Elektrostatik deşarj testleri için önemlidir.

Hat Empedans Düzenleyiciler: Güç hattından gelen elektromanyetik girişimleri ölçmek ve standartlara uygun şekilde test etmek için kullanılır.

Yapay Şebeke Ağı: Elektromanyetik uyumluluk testlerinde güç hattı üzerinden gelen girişimleri simüle etmek için kullanılır.

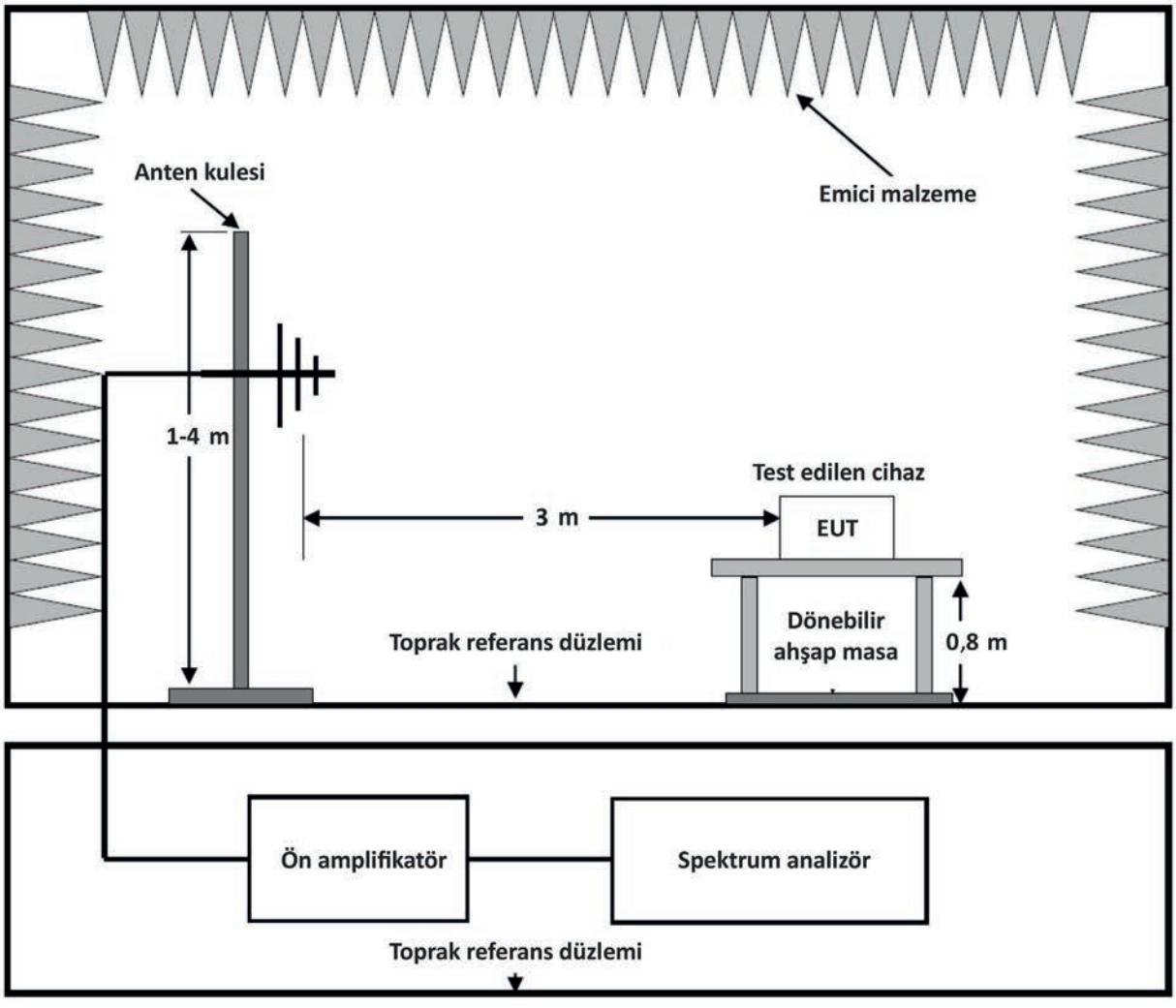
Yayınım Test Alıcıları: Elektromanyetik yayılımı ölçmek, elektromanyetik uyumluluk ve cihazların gereksinimlere uygunluğunu değerlendirmek için kullanılır.

RF Anahtar: Sinyallerin yönlendirilmesi için kullanılır.

RF Kablolar: Antenler ve analizörler arasındaki bağlantıyı kurmak için kullanılır.

1.1.4.2. EMC Test İşlemleri

EMC test işlemleri, elektrik ve elektronik donanımının elektromanyetik girişimlere ve yayılıma karşı uyumluluğunu değerlendirmek amacıyla belirlenmiş teknik adımlar ve test süreçleridir (Görsel 1.14). Bu prosedürler belirli standartlara uygunluğu sağlamak, ürünlerin elektromanyetik uyumluluğunu değerlendirmek ve elektromanyetik bağışıklık seviyelerini belirlemek için yapılır.



Görsel 1.14: EMC girişim testinin blok diyagramı

EMC testlerinin gerçekleştirilmesi, elektrik ve elektronik donanımının elektromanyetik girişimlere ve yayılıma karşı uyumluluğunu değerlendirmek amacıyla belirli standartlara uygun şekilde yürütülen bir süreçtir.

EMC testlerini gerçekleştirmek için yapılan işlemler ve süreçler şunlardır:

Hazırlık: Testlerin gerçekleştirileceği laboratuvarın seçilerek hazırlanması, test edilecek ürünlerin belirlenmesi ve bu ürünlerin teknik belgelerinin toplanması, gereken test donanımının ve ölçüm cihazlarının hazırlanmasıdır.

Standartların Belirlenmesi: Uygulanacak EMC standartlarının belirlenmesidir. Bu standartlar, test edilecek ürünün tipine, kullanım amacına ve coğrafi konumuna bağlı olarak değişebilir.

Testlerin Düzenlenmesi: Test odası ve donanımın doğru şekilde konumlandırılarak kalibrasyonlarının kontrol edilmesi, test düzeninin oluşturulması, test senaryolarının belirlenmesi ve uygulanacak testlerin sırasının planlanmasıdır.

Gerçekleştirilecek EMC testleri şunlardır:

Yayınım Testleri: Elektromanyetik yayılımın ölçülmesi ve belirli sınırlar içinde olup olmadığının kontrol edilmesidir.

Duyarlılık Testleri: Cihazın dış elektromanyetik alanlara karşı duyarlılığının ölçülmesi ve normal çalışmasını etkileyip etkilemediğinin değerlendirilmesidir (Görsel 1.15).

Görsel 1.15: Spektrum analizörün test ölçüm ekranı

İletken Girişim Testleri: İletken girişimlerin ölçülmesi ve kontrol edilmesidir.

Manyetik Alan Testleri: Manyetik alanlara karşı duyarlılığın ölçülmesidir.

ESD Testleri: ESD olaylarının simülasyonu ve cihazın buna karşı dayanıklılığının değerlendirilmesidir.

Veri Toplama ve Analiz: Test sırasında elde edilen verilerin kaydedilmesi ve analiz edilmesi, elde edilen verilerin belirlenen EMC standartlarına uygunluk değerlendirmesi için kullanılmasıdır.

Test Sonuçlarının Raporlanması ve Uygunluk Değerlendirmesi: Elde edilen test sonuçlarının yazılı bir rapor hâlinde sunulması ve raporun, test edilen ürünlerin belirlenen EMC standartlarına uygunluğunun değerlendirmesidir.

Uygunluk Belgesi ve Sertifikasyon: Test sonuçlarına göre ürünlerin belirlenen EMC standartlarına uygun olup olmadığının değerlendirilmesi, uygunluk belgesinin alınması ve ürünlerin piyasaya sürülmesine izin verilmesidir.

Tehlikeyi önlemenin ilk aşaması, tehlike kaynaklarını bilmektir.

EMC testlerinin doğru şekilde gerçekleştirilmesi, ürünlerin elektromanyetik uyumluluğunu sağlamak ve ürünleri elektromanyetik girişimlerden korumak için kritiktir. Bu süreçte doğru donanımın kullanılması, standartlara uygun şekilde testlerin yapılması ve sonuçların doğru şekilde yorumlanması önemlidir (Görsel 1.16).

Görsel 1.16: Ölçüm sonuçlarının raporlanması

1.1.4.3. Aydınlatma Ürününe Ait EMC Test Sonuçları

LED lamba sürücüsüne ait test sonuçlarının bazıları şunlardır:

EMC Test Raporu

Ürün Adı: XXX LED güç kaynağı
Üretici: XXX Elektronik
Test Tarihi: 15.05.2023
Ortam sıcaklığı: 22 °C
Ortam nemi: %54 nem

1. EMI Girişim Test Sonuçları

Radyo Frekansı Yayımı (hava yoluyla)
Frekans Aralığı: 30 MHz-1 GHz
Maksimum Yayım Seviyesi: 42 dB µV/m @ 10 m (85 MHz'te)
Standart Sınır: 48 dB µV/m @ 10 m
Sonuç: Kabul edilir.

2. İletilen Yayılım (Güç Hattı Üzerinden)

Frekans Aralığı: 0,15 MHz-30 MHz
Maksimum Yayım Seviyesi: 56 dBµV
Standart Sınır: 65 dBµV
Sonuç: Kabul edilir.

3. EMS Duyarlılık Test Sonuçları

Radyo Frekansı Elektromanyetik Alan (RF EMF)

Frekans Aralığı: 80 MHz-1 GHz

Uygulanan Seviye: 3 V/m

Tepki: Lambadaki parlaklıkta herhangi bir değişiklik gözlenmedi.

Sonuç: Kabul edilir.

4. Elektrostatik Deşarj (ESD)

Uygulanan Voltaj: ± 4 kV (direkt), ± 8 kV (hava)

Tepki: Lambada yanma veya ışık yoğunluk kaybı gözlenmedi.

Sonuç: Kabul edilir.

Genel Değerlendirme: XXX LED lamba güç kaynağı, test edilen tüm EMC ölçütlerinden başarıyla geçmiştir.

LED lambaları, sürücüleri ve kontrol devreleri nedeniyle elektromanyetik parazit üretebilir. Bu nedenle, LED lambaların EMC testlerinin sonuçları, lambanın elektromanyetik parazit yaymamasını ve dış elektromanyetik gürültüden etkilenmemesini garanti eder.

SIRA SİZDE

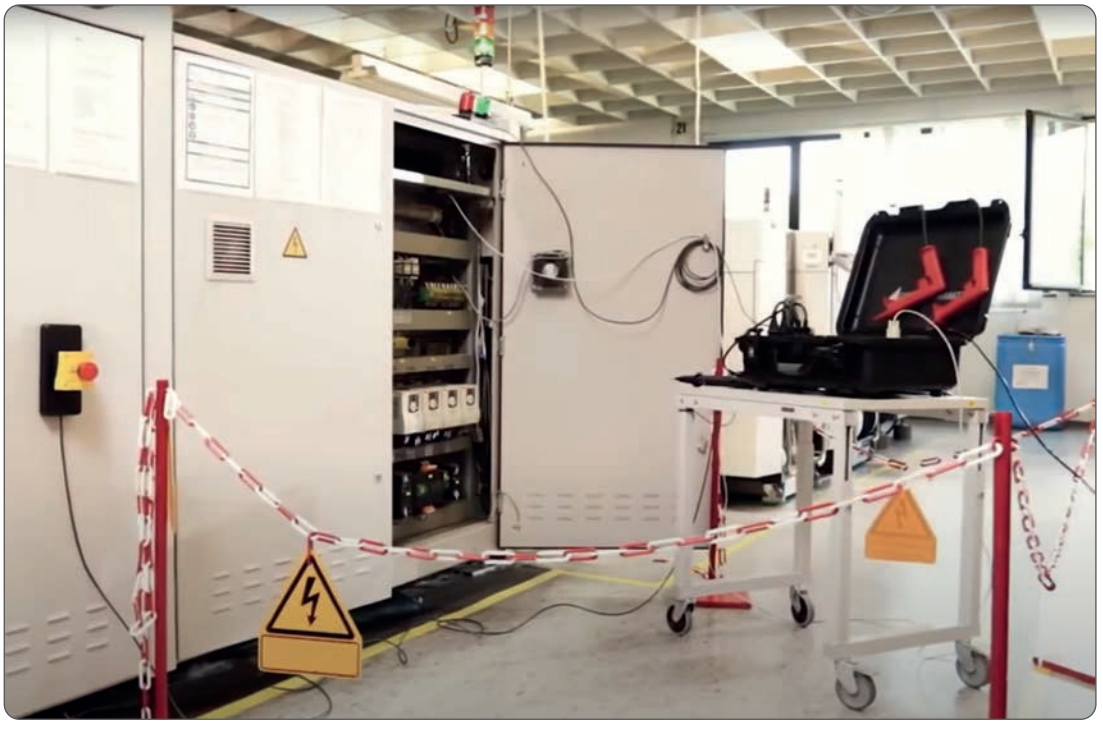
Türkiye'deki EMC laboratuvarlarını ve laboratuvarların hizmet verdiği sektörleri araştırınız. Elde ettiğiniz araştırma sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kazanın büyüğü,
ihmalin küçüğü ile başlar.

1.2. ALÇAK GERİLİM YÖNERGESİ (LVD)

Elektrik ve elektronik donanımının düşük gerilim direktifi LVD [low voltage directive (lov voltıc direktiv)], Avrupa Birliği (AB) tarafından kabul edilen ve AB içerisinde satılan elektrik ve elektronik donanımının güvenliğini sağlamak için oluşturulmuş bir yönergedir.

LVD, düşük gerilime (50-1.000 VAC ve 75-1.500 VDC arası) sahip elektrikli donanımların güvenliğini sağlamak için belirli asgari güvenlik gereksinimlerini içerir. Bu kapsam; enerji üreten, ileten ve dağıtan cihazlar, ev aletleri, elektrikli araçlar, tıbbi cihazlar, endüstriyel makineler, ofis donanımı vb. elektrikli ürünler için geçerlidir (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Elektrik panosunun LVD testlerin yapılması

1.2.1. LVD'nin Amaçları

LVD, belirli amaçlar doğrultusunda oluşturulmuş bir yönergedir. LVD'nin temel amaçları şunlardır:

Kullanıcı Güvenliğini Sağlamak: LVD'nin en önemli amacı, elektrik ve elektronik donanımının güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Kullanıcıların ve diğer ilgili kişilerin güvende olmasını temin etmek için belirli güvenlik gereksinimlerini belirler. Böylece ürünlerin kullanımı sırasında kullanıcıların güvende olması sağlanır.

Seri Ürünler Arasında Uyum Sağlamak: LVD, AB içinde satılan tüm elektrik ve elektronik donanımı için uygunluk ölçütlerini belirler. Bu durum, AB içindeki pazarın uyumlu olmasını ve AB pazarında serbest dolaşımı teşvik ederek ticaretin engelsiz olmasını sağlar.

Teknik Uyumun Sağlanması: Farklı ülkelerde farklı teknik standartlar ve gereksinimler olması ticareti zorlaştırabilir. LVD, bu tür teknik engelleri azaltarak serbest ticareti kolaylaştırır. AB üyesi ülkelerdeki teknik düzenlemelerin uyumlu olmasını sağlar. LVD, ürünlerin güvenliğini temin etmek ve belirli asgari güvenlik ölçütlerine uygunluğunu belgelemek için tasarım, üretim, test ve değerlendirme süreçlerini içerir. Üretici; ürünün uygunluğunu beyan etmeli, gerekli teknik dosyayı hazırlamalı ve uygunluk değerlendirmesi yapmalıdır. CE işareti, ürünün LVD'ye uygun olduğunu belirtir. Bu işareti taşıyan ürünler AB içinde serbestçe satılabilir ve kullanılabilir anlamına gelir.

Üreticilere Yönelik Standartlar Belirlemek: Üreticilere, ürünlerini belirli güvenlik ve performans standartlarına uygun bir şekilde tasarlamaları ve üretmeleri için rehberlik sağlar.

Ürün Kalitesini ve Güvenilirliğini Artırmak: LVD, belirli güvenlik ve performans ölçütlerini karşılayan ürünlerin piyasada olmasını sağlayarak ürün kalitesini artırmayı ve güvenilirliği sağlamayı amaçlar.

Sürdürülebilirlik ve Çevresel Faktörleri Göz Önünde Bulundurmak: LVD; enerji verimliği, çevresel etkiler vb. konularda belirli standartlara uyum sağlamayı hedefler. Bu şekilde çevresel sürdürülebilirliği destekler.

Küresel Uyum ve Rekabeti Artırmak: LVD uyumluluğu, AB dışında da kabul edilerek küresel rekabeti artırabilir ve AB ürünlerinin küresel pazarda daha fazla talep görmesini sağlayabilir.

Belirlenen amaçlar doğrultusunda LVD; elektrik ve elektronik donanımının güvenliği, uygunluğu ve pazar erişimini kolaylaştırmayı hedefler.

1.2.2. LVD'nin Temel Gereksinimleri ve Güvenlik İlkeleri

LVD, temel gereksinimlerle güvenlik ilkelerini belirleyerek elektrik ve elektronik donanımının güvenliği ve uygunluğunu sağlamayı amaçlar. Bu temel gereksinimler ve güvenlik ilkeleri, LVD'nin uygulanmasını ve ürünlerin uygunluk değerlendirmesini yönlendirir.

LVD'nin temel gereksinimleri ve güvenlik ilkeleri şunlardır:

Elektriksel Güvenlik: Donanımın güvenli bir şekilde çalışabilmesi için izolasyon, topraklama ve diğer elektriksel güvenlik önlemleri sağlanmalıdır. Elektrikli donanım, kullanıcılar için elektrik çarpmalarına karşı korunmalıdır.

Mekanik Güvenlik: Donanımın mekanik dayanıklılığı ve dayanıklılık özellikleri, düşme, darbe ve titreşime karşı test edilmelidir. Bu durum kullanıcıların ve çevresindekilerin güvenliğini sağlamak için önemlidir.

Isı ve Alev Direnci: Donanımın aşırı ısınma ve alev almayı önleyici özelliklere sahip olması gereklidir. Donanım, yük altında veya normal kullanım koşullarında aşırı ısınmaya karşı korunmalıdır.

Kimyasal Güvenlik: Donanımın kimyasal maddeler veya yanıcı malzemelerle teması durumunda güvenli olması ve zararlı maddelerin yayılmasını engellemesi gerekir.

Koruma Sınıfları: Donanımın suya, toza ve darbeye karşı dayanıklılığını belirlemek için belirli koruma sınıfları sağlanmalıdır. Bu sınıflar, donanımın kullanım koşullarına uygun olmasını sağlar.

Elektromanyetik Uyumluluk: Donanımın elektromanyetik yayılım ve bağışıklık açısından belirli standartlara uygun olması gerekir. EMC, elektromanyetik ortamda donanımın doğru çalışmasını ve diğer donanımlara zarar vermemesini sağlar.

Temizlik ve Bakım Kolaylığı: Donanımın temizlenmesi ve bakımı kolay olmalıdır. Bu durum, uzun ömürlü kullanım ve güvenli bakım için önemlidir.

Bu temel gereksinimler ve güvenlik ilkeleri, LVD uyumluluğu için belirli standartlara uygunluğun değerlendirilmesinde kullanılır. Test ve belgelendirme süreçleri bu ilkeleri izleyerek gerçekleştirilir. Üreticiler, bu gereksinimlere uygun olarak tasarım ve üretim yaparak ürünlerini güvenli ve uygun hâle getirmelidir.

Zamanı geçmiş bir önlem, zamanı gelmiş bir kazanın habercisidir.

1.2.3. LVD Risk Değerlendirmesi ve Uygunluk Beyanı

LVD, üreticilerin ve ithalatçıların ürünlerinin uygunluğunu değerlendirmelerini ve belirtmelerini gerektirir. Bu süreçte risk değerlendirmesi ve uygunluk beyanı önemli rol oynar.

Risk Değerlendirmesi: Üretici, ürününün tasarım ve üretim aşamalarında risk değerlendirmesi yapmalıdır. Bu değerlendirme; ürünün potansiyel risklerini belirlemeyi, değerlendirmeyi ve riskleri yönetmeyi içerir. Potansiyel tehlikelerin, zararların ve tehlike seviyelerinin belirlenmesi bu sürecin temelini oluşturur.

Risk Kontrolü: Üretici, belirlenen riskleri kontrol etmek için uygun önlemleri almalıdır. Bunlar; tasarım değişiklikleri, yalıtım, topraklama, koruyucu kaplamalar vb.dir. Bu adımlar, riskleri kabul edilebilir düzeylere düşürmeyi amaçlar.

Risk Azaltma ve Teknik Dosya: Üretici, ürünün güvenliği için alınan tüm önlemleri belgelemeli ve teknik dosya oluşturmalıdır. Bu dosya; risk değerlendirmesi, risk azaltma yöntemleri, test sonuçları ve uygunluk beyanını içerir. Yetkilendirilmiş kuruluşlar veya yetkili merciler tarafından incelenmek üzere dosya hazır tutulmalıdır.

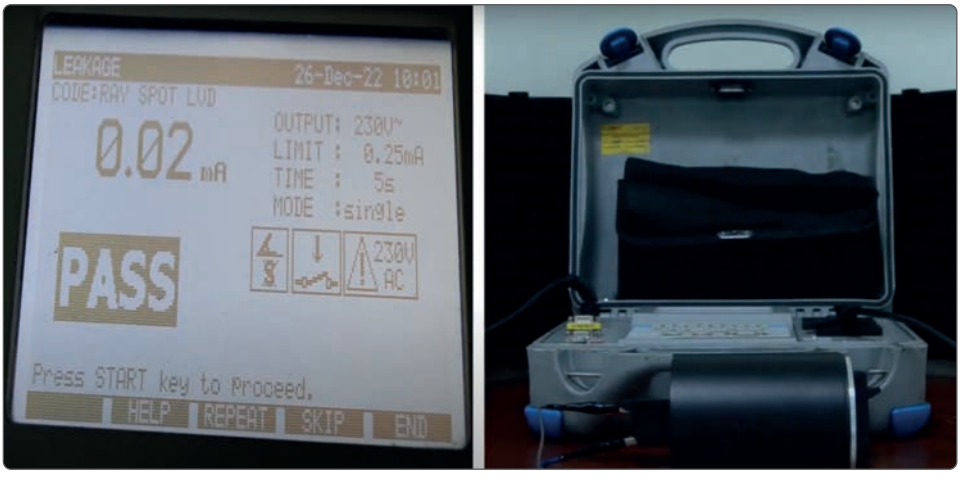
Uygunluk Beyanı: Üretici, risk değerlendirmesi ve alınan önlemler sonucunda ürününün uygun olduğunu beyan etmelidir. Uygunluk beyanı, ürünün yönergelere uygun olduğunu belirtir ve teknik dosyayla uygunluk konusundaki kesin ifadeleri içerir. Ayrıca uygunluk beyanında ürünün adı, modeli, standartlara uygunluğu gibi detaylar da yer alır.

CE İşareti: Uygunluk beyanının verilmesinden sonra üretici, ürününe CE işaretini koymalıdır. CE işareti, ürünün AB yönergelerine uygun olduğunu gösterir. Bu işaretle birlikte, teknik dosya yetkilendirilmiş mercilere veya talep edenlere sunulmalıdır. Üretici, bu süreçleri titizlikle takip etmeli, ürünlerin güvenliği ve uygunluğunu sağlamak için gereken adımları atmalıdır. Bu kullanıcı güvenliği, ürünlerin serbest dolaşımını sağlamak için önemlidir.

1.2.4. LVD Testleri

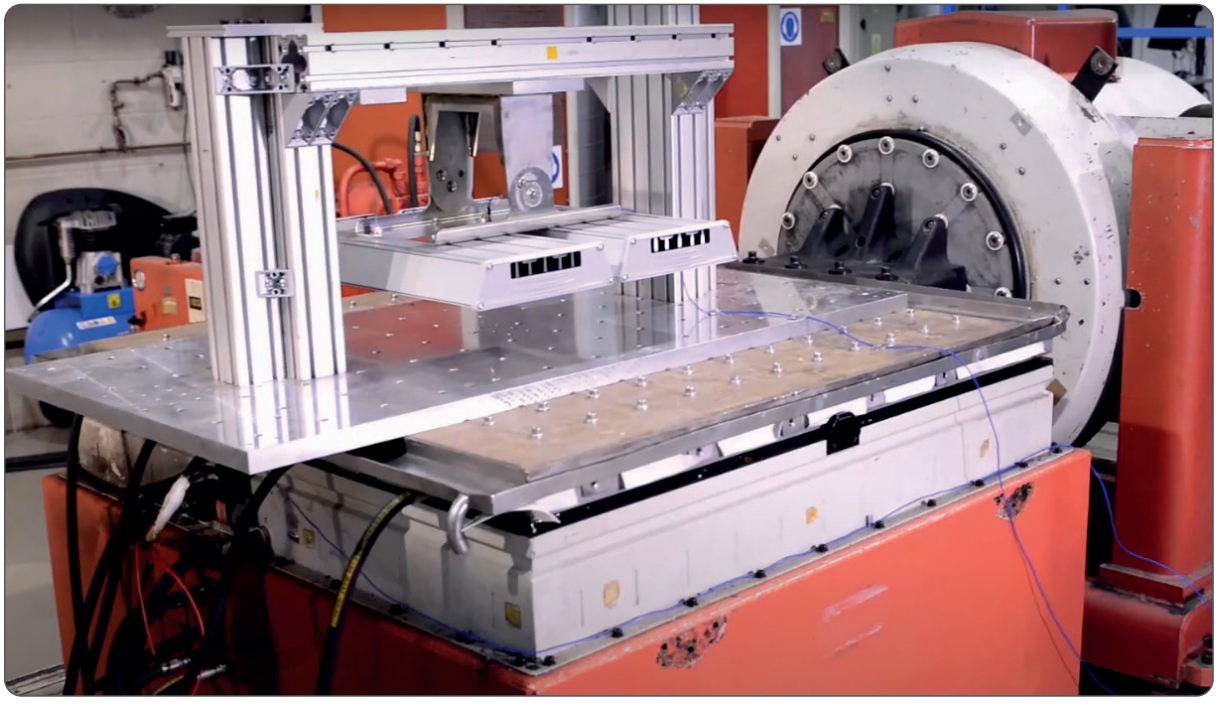
LVD elektrik ve elektronik donanımının güvenliğini sağlamak için belirli testler ve değerlendirmeler yapılması önemlidir. LVD uyumluluğunu sağlamak için yapılan ana testler şunlardır:

Elektriksel Güvenlik Testleri: Donanımın temel güvenlik testlerini içerir. Elektrik çarpması riskine karşı koruma, yalıtım direnci, dielektrik dayanıklılık, topraklama sürekliliği vb. özellikler bu testlerle değerlendirilir (Görsel 1.18). Yönetmelik, arıza veya beklenmeyen durumlar sırasında donanımın nasıl davranacağını da dikkate alır. Aşırı yük veya kısa devre durumlarında, donanımın hasar görmesi veya yangın çıkarması gibi riskler en aza indirilmelidir. Bu tür durumlar için donanım içinde koruma devreleri veya otomatik kesiciler gibi güvenlik mekanizmaları bulunabilir.



Görsel 1.18: Kaçak akım testinin yapılması

Mekanik Dayanıklılık Testleri: Donanımın dayanıklılığını ve mekanik olarak güvenli olmasını sağlamak için testler içerir. Düşme, titreşim ve darbe testleri bu grupta değerlendirilir (Görsel 1.19).

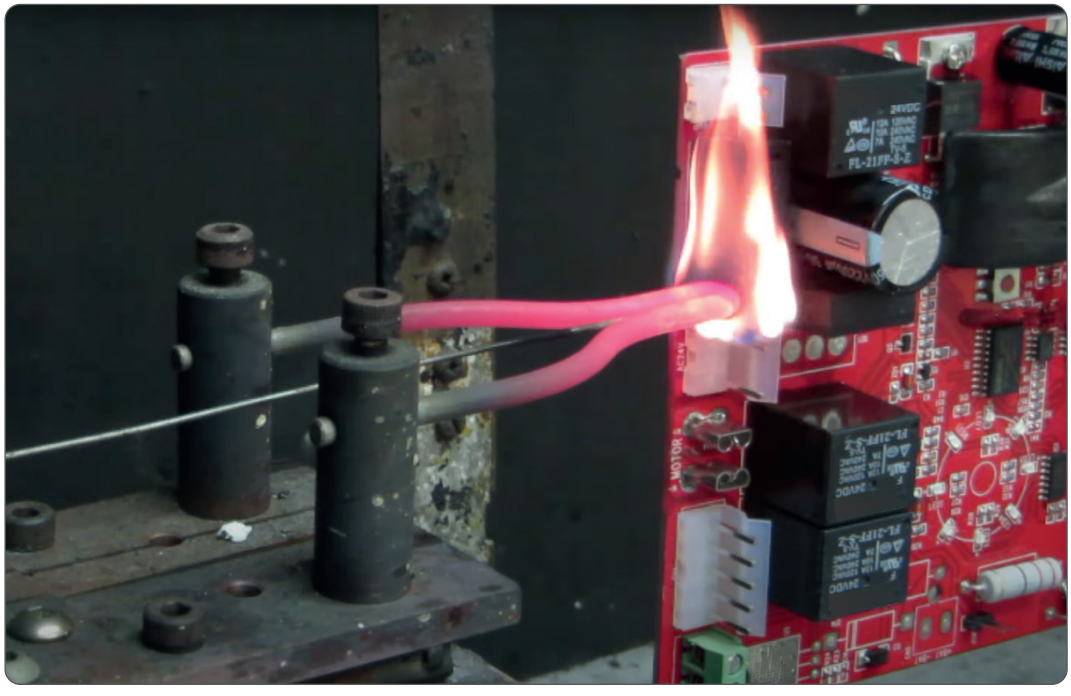


Görsel 1.19: Mekanik titreşim testlerinin yapılması

Koruma Sınıfı (IP Derecelendirme) Testleri: Ürünün su, toz, darbe vb. diğer dış etkenlere karşı koruma sınıfını belirler (Görsel 1.20).

Görsel 1.20: IP testlerinin yapılması

Isı ve Alev Testleri: Aydınlatma donanımının aşırı ısınma ve alev almayı önlemesi gereken özelliklerini belirlemek için testler içerir. Bu testlerin yapılma amacı; aydınlatma ürününün çalışması esnasında ulaşabileceği üst sıcaklık değerinin bulunması, ortam sıcaklıklarındaki oluşabilecek en düşük ve en yüksek sıcaklıklara dayanıklılığın bulunması ve alevli ortamlarda donanımın davranışının belirlenmesidir (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Kızaran test deneyinin yapılması

Elektriksel Performans: Elektriksel performansın belirlenmesi amacıyla giriş ve çıkış voltajları, akım değerleri gibi parametreler test edilir.

Elektromanyetik Uyumluluk Testleri: Ürünün elektromanyetik alanlar oluşturmadığını veya bu tür alanlardan etkilenmediğini kontrol eder. EMC testleri genellikle LVD'den bağımsız olsa da elektrikli cihazların genel güvenlik değerlendirmesinin bir parçasıdır.

Fonksiyonel Testler: Donanımın belirli işlevleri (açma, kapama, parlaklık kontrolü) gibi işlevsel testleri içerir. Üretici bu testlerin sonuçlarını sağlar ve uygunluk beyanında bulunarak CE işaretini alır.

1.2.5. LVD Standartları

LVD standartları, elektrik ve elektronik donanımının güvenliğini sağlamak için belirli asgari güvenlik gereksinimlerini belirtir. Bu gereksinimlere uygunluk, ürünlerin serbest dolaşımını sağlamak ve kullanıcı güvenliğini temin etmek için büyük önem taşır.

Önemli aydınlatma standartlarından bazıları şunlardır:

TS EN 60838-2-1: Lamba duyları-Çeşitli lambalar için-Bölüm 2: Özel kurallar-Kısım 1: S14 lamba duyları.

TS EN 61347-2-11: Lamba kontrol düzeni-Bölüm 2-11: Aydınlatma armatürlerinde kullanılan çeşitli elektronik devreler-Belirli özellikler.

TS EN 60969: Lambalar-Kendinden balastlı-Genel aydınlatmada kullanılan-Performans özellikleri.

TS EN 60598-2-13: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-13: Belirli özellikler-Zemine gömülen aydınlatma armatürleri.

TS EN 60598-2-14: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-14: Belirli özellikler-Soğuk katotlu tüp biçimli boşalmalı lambalar (neon tüplü) vb. teçhizat için aydınlatma armatürleri.

TS EN 60598-2-2: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-2: Özel kurallar-Gömme armatürler.

TS EN 60598-2-3/AC: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-3: Belirli özellikler-Yol ve cadde aydınlatması için.

TS EN 61347-2-7: Lamba kontrol düzeni-Bölüm 2-7: Acil aydınlatmada kullanılan (bağımsız) bataryadan beslenen elektronik kontrol düzeni için özel kurallar.

TS EN 62560: Lambalar-Kendinden balastlı LED lambalar-Gerilimi 50 V'tan büyük olan genel aydınlatmada kullanılan-Güvenlik özellikleri.

TS EN 62504: Genel aydınlatma-Işık yayan diyot (LED) ürünleri ve ilgili donanım-Terimler ve tarifleri.

TS EN 60598-2-8: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-8: Özel kurallar-El lambaları.

TS EN 60598-2-24: Aydınlatma armatürleri-Bölüm 2-24: Özel kurallar-Yüzey sıcaklıkları sınırlı olan aydınlatma armatürleri.

TS EN 62612/AC: Genel aydınlatma amaçlı, besleme gerilimi 50 V üzerinde olan kendinden balastlı LED lambalar-Performans gereklilikleri.

TS EN 62922: Organik ışık yayan diyot (OLED) panelleri-Genel aydınlatma için-Performans kuralları.

TS EN 13032-5: Işık ve aydınlatma-Lamba ve aydınlatma armatürlerinin fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunumu-Bölüm 5: Yol aydınlatmasında kullanılan aydınlatma armatürleri için verilerin sunulması.

TS 834: Aydınlatma armatür camları.

TS EN 60335-1/A11: Güvenlik kuralları-Ev vb. yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için-Bölüm 1: Genel kurallar.

Bu standartlar, LVD kapsamında yer alan farklı ürün sınıfları için güvenlik gereksinimlerini belirler ve bu gereksinimlere uyulmasını sağlar. Üreticiler, belirli ürünler için standartlara uygunluk sağlamalı ve ürünlerini bu standartlara göre tasarlamalıdır. Bu standartlar, AB pazarına erişim için önemlidir ve CE işareti almak için uyulması gereken asgari güvenlik gereksinimlerini belirler.

TS EN 60598 standardı, "Aydınlatma Donanımı-Genel Gereksinimler ve Testler" başlığını taşıyan EN tarafından yayımlanmış ve TSE tarafından düzenlenip Türkçeleştirilerek kabul edilmiştir. Bu standart, aydınlatma donanım güvenliği ve performansını sağlamak için genel gereksinimleri ve testleri belirler. Aydınlatma donanımının güvenliği ve uygunluğu için temel bir rehberdir. Ayrıca üreticilerin, test laboratuvarlarının ve düzenleyici kurumların referans alması gereken bir kaynaktır. Bu standardın kapsamı; taşınabilir lambalar, sabit lambalar, tavan lambaları, duvar lambaları, zemin lambaları, su altı lambaları, bahçe lambaları, aydınlatma zincirleri, tüpler, floresan lambalar vb. çeşitli aydınlatma donanımını içerir.

TS EN 60598 standardının bölümleri şunlardır:

- TS EN 60598-1 Aydınlatma Armatürleri-Bölüm 1: Genel Kurallar ve Deneyler.
- TS EN 60598-2 Aydınlatma Armatürleri-Bölüm 2: Özel Kurallar.
- TS EN 60598-2-1 ... Kısım 1: Genel Amaçlı, Sabit.
- TS EN 60598-2-2 ... Kısım 2: Gömme Armatürler.
- TS EN 60598-2-3 ... Kısım 3: Yol ve Cadde Aydınlatması İçin.
- TS EN 60598-2-4 ... Kısım 4: Genel Amaçlı, Taşınabilir.
- TS EN 60598-2-5 ... Kısım 5: Projektörler.

1.1. UYGULAMA

Uygulama Adı : **EMC Uyumluluğu**

Amaç : LED lamba güç kaynağının elektromanyetik uyumluluk yönergesi (EMC) kapsamındaki mevzuat hükümlerine uygunluğunu sorgulamak.

Süre: ..... dk.

Tablo 1.1: EMC Test Sonuçları

No.	TEST MADDESİ	STANDART ŞARTLARI	TEST ŞARTLARI	SONUÇ	KARAR
1	HARMONİK	EN61000-3-2 CLASS A	I/P: 220 V/230 V/240 VAC (50 Hz) O/P: %100, %75, %50, %25 YÜK Ta: 25 °C	GEÇER.	GEÇER.
2	İLETİM	EN55015	I/P: 230 VAC (50 Hz) /115 V (60 Hz) O/P: %100, %50 YÜK Ta: 25 °C	GEÇER.	GEÇER.
3	YAYILIM	EN55015	I/P: 230 VAC (50 Hz) /115 V (60 Hz) O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	GEÇER.	GEÇER.
4	ESD	EN61000-4-2 HAVA: 8 kV TEMAS: 4 kV	I/P: 230 VAC (50 Hz) O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	ÖLÇÜT A	GEÇER.
5	EFT	EN61000-4-4 GİRİŞ: 1 kV	I/P: 230 VAC (50 Hz) O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	ÖLÇÜT A	GEÇER.
6	DARBE	EN61000-4-5 L-N: 2 kV	I/P: 230 VAC (50 Hz) O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	ÖLÇÜT A	GEÇER.

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Uygun özelliklerde	1 adet
Genel ağ tarayıcı programı	-	-
Genel ağ bağlantısı	-	-
LED sürücüsü	Model numarası bulunan	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyenizde model numarası bulunan bir LED sürücüsü temin ediniz.
2. Genel ağ üzerinden LED sürücüsünün model numarasını yazarak arama yapınız.
3. Üreticinin LED sürücüsünün bilgi sayfalarına ulaşınız.
4. EMC test sonuçlarının doğruluğunu kontrol ediniz (Tablo 1.1).
5. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.					
Sınıf-No.		**2**	Üretici EMC verilerine ulaştı.					
Öğretmenin		**3**	EMC verilerini kontrol etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

1.3. EKO TASARIM VE ENERJİ ETİKETLEMESİ YÖNERGESİ

Aydınlatma ürünleri için Eko Tasarım ve Enerji Etiketlemesi Yönergesi, AB tarafından enerji tüketimini azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu yönergeler, ürünlerin enerji verimliliği ve çevresel performansı hakkında tüketicilere bilgi vermek ve üreticileri enerji verimliliği yüksek ürünler tasarlamaya teşvik etmek için kullanılır.

Eko Tasarım Yönergesi: Enerjiyle ilgili ürünlerin çevresel performansını iyileştirmeyi amaçlar. Aydınlatma ürünleri için minimum enerji verimliliği standartları ve diğer çevresel gereksinimleri belirler. Örneğin belirli tarihlerden itibaren, belirli tipteki halojen ampullerin satışının yasaklanması gibi özel gereksinimler bu yönerge kapsamında belirlenmiştir.

Enerji Etiketlemesi Yönergesi: Enerjiyle ilgili ürünlerin enerji verimliliği ve diğer kaynak tüketimi parametreleri hakkında tüketicilere bilgi verilmesini zorunlu kılar. Aydınlatma ürünleri için enerji verimliliği etiketleri bu yönerge kapsamında oluşturulmuştur. Bu etiketler ürünlerin enerji verimliliği sınıfını (A, B, C, D, E, F, G) gösterir. Bu yönergelerin uygulanması, enerji tüketiminin azaltılmasına, enerji maliyetlerinin düşürülmesine ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca tüketicilere enerji verimli ürünleri seçmeleri için rehberlik eder ve üreticileri enerji verimli ürünler tasarlama konusunda teşvik eder.

Eko Tasarım ve Enerji Etiketlemesi Yönergeleri, AB üyesi ülkelerde ulusal düzeyde uygulanır ve bu ülkelerin ulusal mevzuatlarına entegre edilir. Bu yönergelerin uygulanmasına ilişkin detaylar ve özel gereksinimler, ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilir.

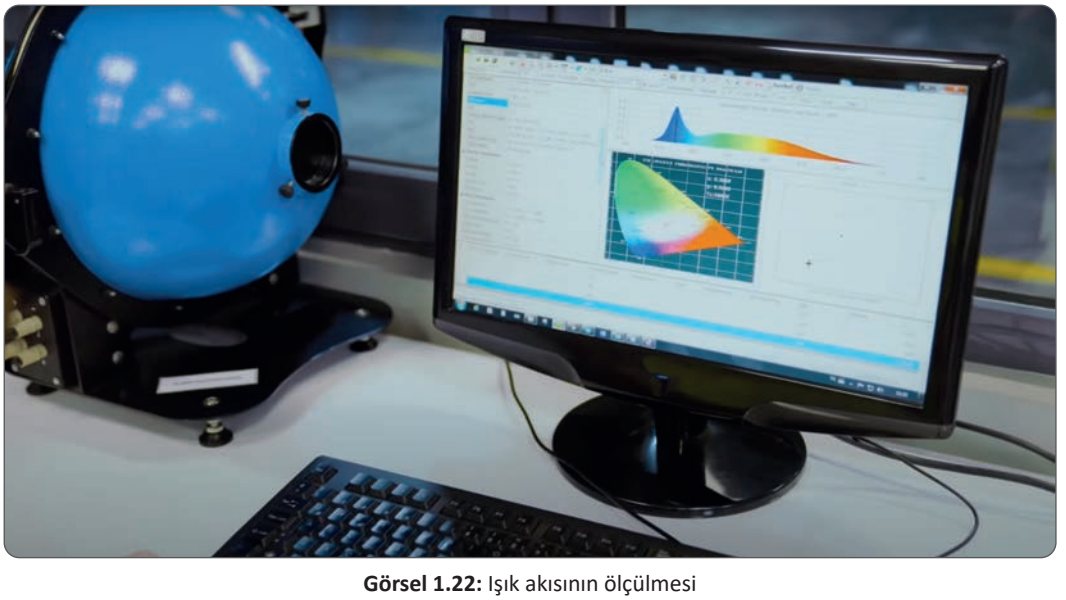
1.3.1. Aydınlatma Sistemlerinde Sürücü ve Armatürlerin Enerji Sınıfı Hesaplamaları

Aydınlatma sistemlerinde enerji sınıfı hesaplamaları; genellikle ışık kaynağı, sürücü (driver) ve armatürlerin enerji verimliliği ve performansına dayanır.

Işık kaynağının (ampul-lamba) enerji sınıfı hesaplaması şu şekildedir:

Enerji Tüketimi: Işık kaynağının watt cinsinden enerji tüketimi ölçülür.

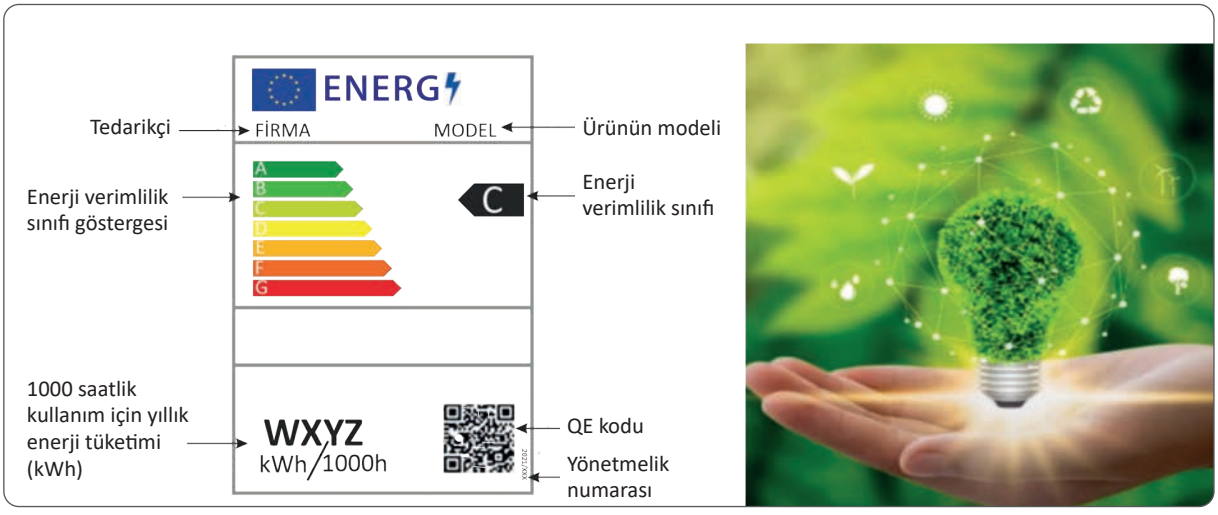
Işık Akısı: Işık kaynağının lümen cinsinden ışık akısı ölçülür (Görsel 1.22).



Görsel 1.22: Işık akısının ölçülmesi

Enerji Verimliliği: Işık akısı, enerji tüketimine bölünerek enerji verimliliği (lm/W) hesaplanır.

Enerji Sınıfı: Hesaplanan enerji verimliliği değeri, belirlenen enerji sınıfı ölçütlerine göre bir sınıfa (A, B, C, D, E, F, G) atanır (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Enerji sınıfı etiketlemesi

Sürücünün (driver) enerji sınıfı hesaplaması şu şekilde yapılır:

Giriş ve Çıkış Gücü: Sürücünün giriş ve çıkış gücü watt cinsinden ölçülür.

Verimlilik: Çıkış gücü, giriş gücüne bölünerek sürücünün verimliliği yüzde olarak hesaplanır.

Enerji Sınıfı: Hesaplanan verimlilik değeri, belirlenen enerji sınıfı ölçütlerine göre bir sınıfa atanır.

Armatürün enerji sınıfı şu şekilde hesaplanır:

Toplam Tüketim: Armatürün toplam watt cinsinden enerji tüketimi, ışık kaynağı ve sürücünün tüketimleri toplanarak bulunur.

Işık Akısı: Armatürün lümen cinsinden toplam ışık akısı ölçülür.

Enerji Verimliliği: Işık akısı, toplam tüketim değerine bölünerek enerji verimliliği (lm/W) hesaplanır.

Enerji Sınıfı: Hesaplanan enerji verimliliği değeri, belirlenen enerji sınıfı ölçütlerine göre bir sınıfa atanır.

Enerji sınıfı hesaplamaları; ülke veya bölgeye göre değişiklik gösterebilir, belirli standartlara veya yönetmeliklere dayanabilir.

1.3.2. Eko Tasarım ve Enerji Etiketlemesinin Kapsamı ve Önemi

Eko tasarım ve enerji etiketlemesi, enerji tüketimini azaltma, enerji verimliliğini artırma ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etme amacıyla oluşturulan kavramlardır.

Kapsam: Eko tasarım, enerjiyle ilgili ürünlerin (ev aletleri, aydınlatma ürünleri, endüstriyel donanım) tasarım aşamasında çevresel etkilerini azaltmayı amaçlar. Bu ürünlerin enerji tüketimini, atık miktarını ve diğer çevresel etkilerini en aza indirmek için tasarım stratejilerini içerir.

Enerji Tasarrufu: Eko tasarım, ürünlerin enerji tüketimini azaltarak enerji tasarrufu sağlar.

Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması: Enerji verimli ürünler sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunur.

Kaynakların Korunması: Eko tasarım, malzeme kullanımını en uygun hâle getirerek doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur.

Enerji Etiketlemesi: Enerjiyle ilgili ürünlerde enerji verimliliğini gösteren etiketlerin kullanılmasını ifade eder. Bu etiketler, ürünlerin enerji tüketimini ve performansını gösterir. Böylece tüketiciler enerji verimli ürünleri seçebilir.

Bilinçli Tüketim: Enerji etiketleri, ürünlerin enerji verimliliği hakkında tüketicilere bilgi vererek bilinçli satın alma kararlarına yardımcı olur.

Enerji Maliyetlerinin Düşürülmesi: Enerji verimli ürünlerin seçilmesi uzun vadede enerji maliyetlerini düşürür.

Piyasa Rekabeti: Enerji etiketlemesi, üreticileri daha enerji verimli ürünler tasarlamaya teşvik eder ve piyasa rekabetini artırır.

Sonuç olarak eko tasarım ve enerji etiketlemesi; enerji verimliliğini artırmak, enerji maliyetlerini düşürmek, çevresel etkileri azaltmak ve tüketicilere bilinçli satın alma kararları için rehberlik etmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu kavramlar sürdürülebilir bir gelecek için önemlidir.

İşiniz için uygun olan kişisel koruyucu donanımını mutlaka kullanınız.

Başlık, gözlük, kulaklık, solunum maskesi, eldiven gibi donanım kullanılmalıdır.

1.2. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Enerji Etiketleme Sınıfı**

Amaç : LED lamba sürücüsünün katalog bilgilerine göre enerji etiket sınıfını sorgulamak.

Süre: ..... dk.

Tablo 1.2: Enerji Verimliliği Sonuçları

TEST MADDESİ	ÖZELLİKLER	TEST ŞARTLARI	SONUÇ	KARAR
VERİMLİLİK	% 76 (En az)	I/P: 230 VAC O/P: TAM YÜK Ta: 25 °C	% 79,49	GEÇER.

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Uygun özelliklerde	1 adet
Genel ağ tarayıcı programı	-	-
Genel ağ bağlantısı	-	-
LED sürücüsü	Model numarası bulunan	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyenizde model numarası bulunan bir LED sürücüsü temin ediniz.
2. Genel ağ üzerinden LED sürücüsünün model numarasını yazarak arama yapınız.
3. Üreticinin LED sürücüsünün bilgi sayfalarına ulaşınız.
4. Enerji verimliliği sınıfının doğruluğunu kontrol ediniz (Tablo 1.2).
5. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin			ÖLÇÜTLER	1	2	3	4	5
Adı Soyadı		1	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.					
Sınıf-No.		2	Üretici enerji verimlilik verilerine ulaştı.					
Öğretmenin		3	Enerji verimlilik verilerini kontrol etti.					
Adı Soyadı		4	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		5	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

1.4. AYDINLATMA DONANIMINDA CE İŞARETLEMESİ

CE işareti, Avrupa Birliği'nde ürünlerin belirli sağlık, güvenlik ve çevresel koruma standartlarına uygun olduğunu gösteren bir işarettir (Görsel 1.24).

Görsel 1.24: CE işareti

1.4.1. CE İşaretinin Kapsamı ve Önemi

CE işareti, ürünlerin AB'nin ilgili yönergelerine ve düzenlemelerine uygun olduğunu ve AB içerisinde serbestçe dolaşabileceğini simgeler. CE işareti, Avrupa uyumluluğu [Conformité Européenne (konformiti yuropeen)] sözcüklerinin baş harflerinden türetilmiştir. Bu işareti taşıyan ürünler, AB pazarında ve Türkiye'de satılmak üzere yeterli standartlara sahiptir. Bu işaret, çeşitli ürün grupları için geçerli olup üreticilerin ürünlerinin ilgili AB mevzuatına uygun olduğunu beyan etmelerini gerektirir. CE işareti taşıyan bir ürün, üreticisi veya ithalatçısı tarafından belirli AB yönetmeliklerine ve standartlarına uygun olduğunu beyan eder. Bu durum, ürünün belirli güvenlik, sağlık ve çevresel standartlara uygun olduğunu gösterir.

CE işareti, oyuncaklardan medikal cihazlara, elektrikli aletlerden inşaat malzemelerine kadar birçok farklı ürün sınıfı için geçerlidir. CE işareti taşıyan ürünler için bir teknik dosya hazırlanması gerekir. Bu dosya, ürünün belirli standartlara uygunluğunu gösteren test sonuçları, sertifikalar ve diğer teknik bilgileri içerir.

AB üyesi ülkelerde ve Türkiye'de satılan birçok ürün için CE işareti zorunludur. Bu işarete sahip olmayan ürünler, AB ve Türkiye pazarına giremez. CE işareti, farklı AB üyesi ülkeler arasında ve Türkiye'de ürünleri standartlaştırır. Bu durum, ürünlerin tüm AB içinde serbestçe dolaşmasını sağlar ve iç pazarın düzgün işleyişini destekler. CE işareti, ürünlerin belirli çevresel ve sağlık standartlarına uygun olduğunu göstererek üreticilere ve ithalatçılara rekabet üstünlüğü sağlar. Böylece çevresel sürdürülebilirlik ve tüketici sağlığının korunmasına katkıda bulunur.

1.4.2. CE Belgelendirmesinin Aydınlatma Ürünlerine Getirdiği Standartlar

CE belgelendirmesi, aydınlatma ürünlerinin AB ve Türkiye'de serbestçe satılabilmesi için belirli standartlara ve yönetmeliklere uygun olmasını gerektirir. Aydınlatma ürünleri için CE belgelendirmesi; ürünlerin güvenlik, enerji verimliliği, çevresel etkileri vb. konularda belirli standartlara uygun olduğunu gösterir. Bu standartlar; aydınlatma ürünlerinin güvenli, enerji verimli ve çevre dostu olmasını sağlar. CE belgelendirmesi, üreticilere ve tüketicilere, aydınlatma ürünlerinin bu standartlara uygun olduğu konusunda güvence verir.

CE belgelendirmesinin aydınlatma ürünlerine getirdiği temel standartlardan bazıları şunlardır:

Güvenlik Standartları: Aydınlatma ürünlerinin elektriksel güvenliği, kullanıcıların ve çevrenin korunması için esastır. Ürünler elektrik şokuna, aşırı ısınmaya veya yangına neden olmamalıdır. CE belgelendirmesi, aydınlatma ürünlerinin EN 60598 gibi belirli güvenlik standartlarına uygun olduğunu gösterir.

Enerji Verimliliği ve Eko Tasarım: Aydınlatma ürünlerinin enerji verimliliği, enerji tüketiminin azaltılması, sürdürülebilirliğin artırılması ve enerji maliyetlerinin düşürülmesi için öneme sahiptir. Eko Tasarım Direktifi (2009/125/EC) kapsamında, aydınlatma ürünlerinin enerji verimliliği ve diğer çevresel etkileri değerlendirilir. Enerji Etiketlemesi Direktifi (2010/30/EU) kapsamında, aydınlatma ürünlerinin enerji verimliliği sınıfı belirlenir ve tüketicilere enerji etiketi aracılığıyla bilgi verilir.

Elektromanyetik Uyumluluk (EMC): Aydınlatma ürünlerinin diğer elektronik cihazlarla etkileşime girmemesi ve elektromanyetik parazit oluşturmaması gerekir. Elektromanyetik Uyumluluk Direktifi (2014/30/EU) kapsamında, aydınlatma ürünlerinin elektromanyetik parazitlere karşı korunması ve diğer cihazlara parazit oluşturmaması gerekir.

RoHS (Belirli Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Kısıtlanması): Elektrikli ve elektronik ürünlerin üretiminde belirli tehlikeli maddelerin kullanımı sınırlandırılır. RoHS yönergesi (2011/65/EU) kapsamında kurşun, cıva, kadmiyum vb. tehlikeli maddelerin aydınlatma ürünlerindeki kullanımı sınırlandırılmıştır. RoHS yönergesine uyan ürünlerin işareti Görsel 1.25'te gösterilmiştir.

Görsel 1.25: RoHS işareti

Avrupa Birliği'nde, Atık Elektrikli ve Elektronik Donanım (AEEE) yönergesi atık yönetimiyle ilgili bir yönetmeliktir. Bu yönerge elektrik ve elektronik donanımının üretim, kullanım ve atık aşamalarında çevreye olan etkilerini azaltmayı amaçlar.

1.4.3. Aydınlatma Ürünlerinin Teknik Dosya Üzerinden CE Onayının Sorgulanması

Aydınlatma ürünlerinin CE onayı için teknik dosya, ürünün belirli Avrupa standartlarına ve yönetmeliklerine uygun olduğunu gösteren belgeleri ve bilgileri içerir.

Teknik dosya üzerinden CE onayı sorgulamasının adımları şunlardır:

Teknik Dosyanın İncelenmesi: İlk adım, teknik dosyanın tam ve eksiksiz olup olmadığını kontrol etmektir. Dosya; ürünün tasarımı, üretimi, işleyişi ve uygunluk değerlendirmesi hakkında detaylı bilgi içermelidir.

Belgelerin Kontrolü: Teknik dosya, ürünün CE uygunluk değerlendirmesi için gerekli olan tüm belgeleri içermelidir. Bu belgeler arasında uygunluk beyanı, test raporları, kullanım kılavuzu ve risk değerlendirmesi bulunabilir.

Test Raporlarının İncelenmesi: Ürünün ilgili Avrupa standartlarına uygun olduğunu gösteren test raporları teknik dosyada bulunmalıdır. Bu raporlar, bağımsız ve akredite edilmiş test laboratuvarları tarafından hazırlanmış olmalıdır.

Uygunluk Beyanının Kontrolü: Uygunluk beyanı, üreticinin veya ithalatçının ürünün belirli AB yönetmeliklerine ve standartlarına uygun olduğunu beyan ettiği bir belgedir. Bu belge, teknik dosyada bulunmalı ve imzalanmış olmalıdır.

Risk Değerlendirmesinin İncelenmesi: Ürünle ilgili potansiyel risklerin ve bu risklerin ele alınış biçiminin detaylı bir değerlendirmesi teknik dosyada yer almalıdır.

Kullanım Kılavuzunun Kontrolü: Aydınlatma ürününün doğru ve güvenli bir şekilde kullanım şekline dair talimatlar içeren kullanım kılavuzu teknik dosyada bulunmalıdır.

Ürün Etiketlemesi ve İşaretlemesi: Aydınlatma ürününün üzerinde CE işareti, üretici bilgileri ve diğer gerekli bilgilerin bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Tüm bu adımların ardından teknik dosyanın ve ürünün CE standartlarına uygun olup olmadığına karar verilir.

Uygulama Adı : **CE Belgesi**

Amaç : LED lamba güç kaynağının CE mevzuat hükümlerine uygunluğunu sorgulamak.

Süre: ..... dk.

CE

Declaration of conformity

For the following equipment:

Product Name: Switching Power Supply
Model Designation: APC-x-y (x=12, y=240OL, 350, 700; x= 16, y=350, 700)
APV-x-y (x=12, 16; y=5, 12, 15, 24)

is herewith confirmed to comply with the requirements set out in the Council Directive, the following standards were applied:

RoHS Directive (2011/65/EU)、(EU)2015/863

Low Voltage Directive (2014/35/EU):

EN62368-1:2014+A11:2017 — LVD report No : MW-2020-002 for APC series, MW-2020-001 for APV series

Electromagnetic Compatibility Directive (2014/30/EU) :

EMI (Electro-Magnetic Interference)

Conducted emission	EN 55032:2015		Class B
Radiated emission	EN 55032:2015		Class B
Harmonic current	EN 61000-3-2: 2014		
Voltage flicker	EN 61000-3-3: 2013		

EMS (Electro-Magnetic Susceptibility)

EN 55024:2010+A1:2015

ESD air	EN 61000-4-2:2009	Level 3	8KV
ESD contact	EN 61000-4-2:2009	Level 2	4KV
RF field susceptibility	EN 61000-4-3:2006+A1:2008+A2:2010	Level 2	3V/m
EFT bursts	EN 61000-4-4:2012	Level 2	1KV/5KHz
Surge susceptibility	EN 61000-4-5:2014	Level 4	2KV/Line-Line
Conducted susceptibility	EN 61000-4-6:2014	Level 2	3V
Magnetic field immunity	EN 61000-4-8:2010	Level 2	3A/m
Voltage dip, interruption	EN 61000-4-11:2004	>95% dip 0.5 periods	30% dip 25 periods, 95% interruptions 250 periods

Note:
Component power supply will be operated with a final equipment. Since EMC performance will be affected by the complete installatio the final equipment manufacturers must re-qualify EMC Directive on the complete installation again.
For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to TDF (Technical Documentation File).

This Declaration is effective from serial number HC0xxxxxxx

Person responsible for marking this declaration:

ABC Ltd.
(Manufacturer Name)

Xxxxxxxxx.xxxxxxxxxxxxxx
(Manufacturer Address)

Xxxxxx xxxxxxxxxx/ Manager, Certification Center (Name / Position) (Signature)

Xxxxxxx xxxxxxxx/Director, Product Strategy Center (Name / Position) (Signature)

(Place)

Dec. 11th, 2020
(Date)

Görsel 1.26: CE belgesi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Uygun özelliklerde	1 adet
Genel ağ tarayıcı programı	-	-
Genel ağ bağlantısı	-	-
LED sürücüsü	Model numarası bulunan	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyenizde model numarası bulunan bir LED sürücüsü temin ediniz.
2. Genel ağ üzerinden LED sürücüsünün model numarasını yazarak arama yapınız.
3. Üreticinin LED sürücüsünün bilgi sayfalarına ulaşınız.
4. Görsel 1.26'daki gibi LED sürücüsünün CE belgesini bulunuz.
5. CE belgesinin ürüne ait olup olmadığını değerlendiriniz.
6. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Çalışırken önlem al sağlıkla hayatta kal!

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.					
Sınıf-No.		**2**	Üretici CE verilerine ulaştı.					
Öğretmenin		**3**	CE verilerini kontrol etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

1.5. TSE İŞARETLEMESİ

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) 1954'te kurulmuş, 1955'te Uluslararası Standart Teşkilatı (ISO) ve 1956'da Uluslararası Elektroteknik Komisyonuna üye olmuştur. 1960 tarih ve 132 sayılı Kanun ile tüzel kişiliğe sahip kuruluş sürecini tamamlamıştır.

TSE işareti, bir ürünün Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen standartlara uygun olduğunu gösteren bir kalite ve uygunluk işaretidir. Bu işaret, Türkiye'de üretilen veya ithal edilen ürünler için önemli bir kalite belirtecidir (Görsel 1.27).

Görsel 1.27: TSE işareti

1.5.1. TSE İşaretinin Kapsamı ve Önemi

TSE işareti, bir ürünün ilgili Türk standardına uygun olduğu, belirli kalite, güvenlik ve performans ölçütlerini karşıladığı anlamına gelir. TSE işareti, gıda ürünlerinden inşaat malzemelerine, elektronik cihazlardan tekstil ürünlerine kadar birçok farklı ürün grubu için geçerlidir. TSE işareti taşıyan ürünler, Türk Standartları Enstitüsü tarafından düzenli olarak denetlenir ve test edilir. Böylece ürünlerin belirtilen standartlara sürekli uygun olduğunu garanti eder.

TSE işareti taşıyan ürünler, piyasada rekabet avantajı elde eder. Bu işaret, tüketicilerin ve iş ortaklarının güvenini kazanmalarına yardımcı olur. Bazı sektörlerde, TSE işareti taşıyan ürünlerin piyasaya sürülmesi zorunludur. Ürünlerin belirli kalite ve güvenlik standartlarını karşılamasını garanti eder. TSE, uluslararası standart organizasyonlarıyla iş birliği yapar. TSE işareti taşıyan ürünlerin yurt dışında da tanınmasını ve kabul görmesini sağlar. TSE işareti, ürünün güvenli ve kaliteli olduğu konusunda tüketicilere güvence vererek onların bilinçli satın alma kararları almalarına yardımcı olur. TSE, çalışmalarının sonucunda Türk standartlarını yazılı olarak ve TSE genel ağ sayfasında yayımlar.

1.5.2. TSE Belgelendirmesinin Aydınlatma Ürünlerine Getirdiği Standartlar

TSE belgelendirmesi, aydınlatma ürünlerinin belirli kalite, güvenlik ve performans standartlarına uygun olduğunu doğrular. Aydınlatma ürünleri için TSE belgelendirmesi, ürünlerin güvenli ve etkili bir şekilde çalıştığından emin olmak için önemlidir (Görsel 1.28).

TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD
TS EN 60598-2-5
ICS 29.140.40
AYDINLATMA ARMATÜRLERİ - BÖLÜM 2: ÖZEL KURALLAR - KISIM 5: PROJEKTÖRLER
Luminaires - Part 2-5: Particular requirements – Floodlights

Görsel 1.28: Aydınlatma armatürlerinin TSE standardı

TSE belgelendirmesinin aydınlatma ürünlerine getirdiği bazı temel standartlar şunlardır:

Elektriksel Güvenlik: Aydınlatma ürünlerinin tasarımı ve yapısı, kullanıcıları elektrik şokundan korumalıdır. Ürünler aşırı voltaj, kısa devre, aşırı yüklenme vb. durumlarda güvenli şekilde çalışmalıdır.

Performans ve Enerji Verimliliği: Aydınlatma ürünlerinin enerji tüketimi ve ışık verimliliği, belirli standartlara uygun olmalıdır. Ürünler, enerji tasarrufu ve yüksek ışık verimliliği sağlamalıdır.

Ürün Ömrü ve Dayanıklılık: Aydınlatma ürünlerinin belirtilen bir kullanım ömrü olmalıdır. Ürünler sık kullanıma, normal aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

Elektromanyetik Uyumluluk: Aydınlatma ürünleri, diğer elektronik cihazlarla etkileşime girmemeli ve elektromanyetik parazit oluşturmamalıdır.

Malzeme ve Bileşenler: Aydınlatma ürünlerinde kullanılan malzemeler insan sağlığına ve çevreye zarar vermemelidir. Tehlikeli maddelerin kullanımı belirli standartlara uygun olmalıdır.

Kullanım Kılavuzu ve Etiketleme: Aydınlatma ürünleri, kullanıcıların ürünü doğru ve güvenli şekilde kullanmalarını sağlamak için açık ve anlaşılır bir kullanım kılavuzuyla birlikte gelmelidir. Ürünler; enerji verimliliği, güç tüketimi ve diğer önemli bilgileri içeren etiketlerle etiketlenmelidir.

TSE standartları aydınlatma ürünlerinin güvenli, etkili ve enerji verimli bir şekilde çalışmasını sağlar. TSE belgelendirmesi üreticilere ve tüketicilere, aydınlatma ürünlerinin bu standartlara uygun olduğu konusunda güvence verir. Ancak belirli bir aydınlatma ürünü veya kategoriye özel TSE standartlarına başvurmak için Türk Standartları Enstitüsünün resmî dokümantasyonuna veya web sitesine başvurulmalıdır.

TSE tarafından aydınlatma ürünleri için belirlenen standartlar ürünün türüne, kullanım amacına ve teknik özelliklerine bağlı değişiklik gösterebilir.

Lamba Standartları: Farklı tipte lambalar (LED, floresan, halojen vb.) için performans, enerji verimliliği, lambanın ömrü ve güvenlikle ilgili standartlar bulunmaktadır.

Armatür Standartları: Aydınlatma armatürleri için mekanik ve elektriksel özellikler, koruma sınıfları, malzeme standartları gibi konularda belirlenmiş standartlar vardır.

Balast ve Sürücüler: Elektronik veya manyetik balastlar, LED sürücüleri gibi aydınlatma donanımı için güvenlik ve performans standartları belirlenmiştir.

Acil Aydınlatma Sistemleri: Acil durum aydınlatma sistemleri için minimum aydınlatma süresi, şarj süresi, enerji tüketimi gibi ölçütlere dair standartlar bulunmaktadır.

Dış Mekân Aydınlatma Donanımı: Sokak lambaları, park aydınlatmaları gibi dış mekân aydınlatma donanımı için belirlenmiş özel standartlar vardır.

Özel Alan Aydınlatmaları: Havuzlar, saunalar, patlamaya karşı korumalı alanlar gibi özel alanlar için aydınlatma standartları belirlenmiştir.

1.5.3. Aydınlatma Ürünlerinin Teknik Dosya Üzerinden TSE Onayının Sorgulanması

Aydınlatma ürünlerinin TSE onayı için teknik dosya, ürünün TSE tarafından belirlenen standartlara uygun olduğunu gösteren belgeleri ve bilgileri içerir. Üretici veya ithalatçı, aydınlatma ürünü için kapsamlı bir teknik dosya hazırlar. Bu dosya; ürünün tasarımı, üretimi, işleyişi ve uygunluk değerlendirmesi hakkında detaylı bilgi içermelidir.

Teknik dosya; ürünün TSE standartlarına uygun olduğunu gösteren test raporları, risk değerlendirmesi, kullanım kılavuzu, montaj talimatları ve diğer gerekli belgeleri içermelidir. Hazırlanan teknik dosya TSE'ye sunulur. TSE, dosyayı inceler ve eksiklikler varsa üreticiye veya ithalatçıya geri dönüş yapar. TSE, ürünün belirli standartlara uygun olup olmadığını doğrulamak için testler yapar. Bu testler, TSE'nin kendi laboratuvarlarında veya Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından onay almış laboratuvarlarda gerçekleştirilir. TSE, test sonuçlarına ve teknik dosyanın içeriğine göre ürünün standartlara uygun olup olmadığına karar verir. Ürün belirlenen standartlara uygunsa TSE onayı verilir. Onay alındıktan sonra ürünün üzerine TSE işareti konulabilir. Bu işaret, ürünün TSE standartlarına uygun olduğunu gösterir. TSE onayı alındıktan sonra da ürünlerin belirlenen standartlara uygun olduğundan emin olmak için periyodik denetimler yapılır. TSE onayı belirli bir süre için geçerlidir. Bu süre sonunda, onayın yenilenmesi için tekrar başvuru ve uygun testlerin yapılması gerekebilir.

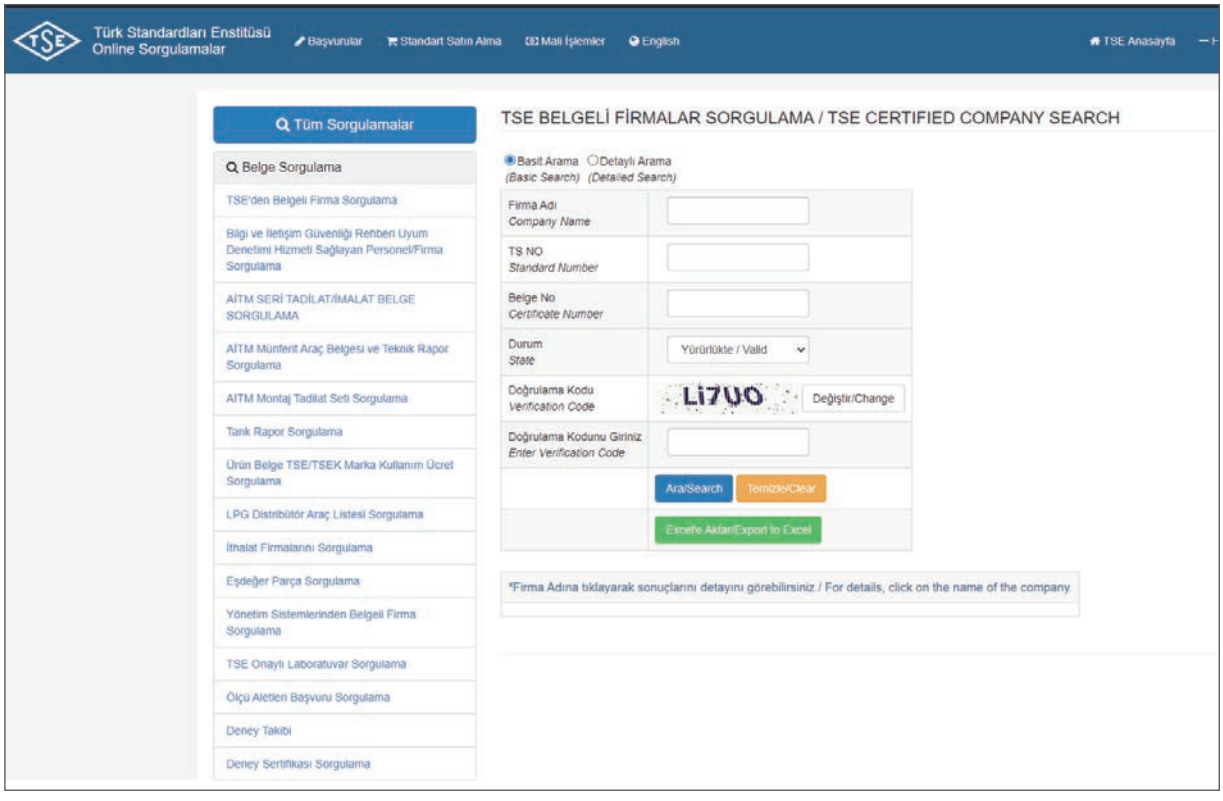
TSE onayı sorgulama süreci, ürünün belirli kalite ve güvenlik standartlarına uygun olduğundan emin olmak için önemlidir. Bu süreçte, üreticinin veya ithalatçının TSE'ye tüm gerekli belge ve bilgileri sağlaması gerekir.

1.4. UYGULAMA

Uygulama Adı: **TSE Standardı Sorgulama**

Amaç : Aydınlatma ürününün TSE standartlarına uygunluğunu sorgulamak.

Süre: ..... dk.



Görsel 1.29: TSE web sayfasında sorgulama işlemi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Uygun özelliklerde	1 adet
Genel ağ tarayıcı programı	-	-
Genel ağ bağlantısı	-	-
TSE belgeli aydınlatma ürünleri	TSE belgesi bulunan	2 adet

Güvenliği önemse sağlıkla gülümse!

İşlem Basamakları

1. Atölyenize TSE belgeli aydınlatma ürünlerini temin ediniz.
2. Görsel 1.29'daki gibi TSE sorgulama sayfasındaki firma adı, doğrulama kodu, TSE No. gibi boşlukları doldurunuz ve ara butonuyla arama yapınız.
3. Arama sonuçlarında üretici adının olup olmadığını değerlendiriniz.
4. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
5. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Bilgisayarı ve arama motorunu kullandı.					
Sınıf-No.		**2**	TSE firma sorgulama sayfasını kullandı.					
Öğretmenin		**3**	TSE belgesi verilerini sorguladı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

1.6. AKREDİTE LABORATUVAR

Akreditasyon, laboratuvarların muayene belgelendirme ve yeterliliklerinin ulusal ve uluslararası kabul görmüş teknik ölçütlere göre değerlendirilmesi, yeterliliğinin onaylanması ve düzenli aralıklarla denetlenmesidir. Türkiye'de bu denetleme işini Türk Akreditasyon Kurumu yapmaktadır.

Türkiye'deki kalibrasyon laboratuvarlarının yasal üst denetleme kurumu TÜRKAK'tır. TÜRKAK 1999 yılında, 4457 sayılı Kanun ile kurulmuştur. 2002'de Avrupa Akreditasyon Birliği'ne (EA), 2006 yılında Uluslararası Laboratuvar ve Akreditasyon Birliği'ne (ILAC) tam üye olmuştur. TÜRKAK tüm dünyada tanınan akreditasyon kurumudur.

Türkiye'de kalibrasyon hizmeti üreten laboratuvarların sonuçlarının tanınması için TÜRKAK tarafından denetlenmesi ve akredite edilmesi gerekir. Kalibrasyonlar TÜRKAK tarafından akredite edilmiş laboratuvarlar tarafından yapılmalıdır. TÜRKAK'ın kendi adını veya akreditasyon programlarını tanıtmak için kullandığı sembol Görsel 1.30'da verilmiştir.

Görsel 1.30: TÜRKAK işareti

1.6.1. Kalibrasyon

Kalibrasyon, bir ölçü aletinin hassasiyetinin ve gösterdiği değerlerin doğruluğunun kontrol edilmesi ve gerektiğinde ayarlanması işlemidir. Bu işlem, ölçü aletinin referans bir standartla karşılaştırılmasını içerir. Kalibrasyon, ölçüm sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak, hatalı ölçümlerden kaynaklanabilecek problemleri önlemek ve ölçü aletinin performansını en iyi hâle getirmek için yapılır.

Elektriksel ölçü aletleri; voltmetre, ampermetre, osiloskop, multimetre vb. cihazları içerir ve bu aletlerin düzenli olarak kalibre edilmesi gerekir. Kalibrasyon işlemi için kalibre edilecek ölçü aletinden daha hassas ve doğru bir referans standart olarak seçilir. Kalibrasyon işleminin sıcaklık, nem vb. çevresel etkenlerden etkilenmemesi için stabil bir ortamda yapılması gerekir. Ölçü aleti, referans standarda bağlanır ve gerekli ayarlamalar yapılır. Ölçü aleti belirli değerlerde ölçümler yapar ve bu değerler referans standartla karşılaştırılır.

Ölçü aletinin gösterdiği değerlerle referans standart arasındaki farklar belirlenir. Bu farklar, aletin doğruluğunu ve hassasiyetini etkileyebilir. Gerekirse ölçü aleti ayarlanarak doğruluğu ve hassasiyeti artırılır. Kalibrasyon sonuçları detaylı bir rapor hâlinde kaydedilir ve kalibrasyon sertifikası düzenlenir. Kalibre edilmiş ölçü aleti üzerine bir etiket konur ve kalibrasyon tarihi belirtilir. Ölçü aleti düzenli aralıklarla tekrar kalibre edilmelidir. Kalibrasyon periyotları, aletin kullanım sıklığına ve önemine bağlı olarak belirlenir.

Elektriksel ölçü aletlerinde kalibrasyon, ölçüm sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak, hatalı ölçümlerden kaynaklanabilecek problemleri önlemek ve aletin performansını optimize etmek için oldukça önemlidir. Kalibrasyon işlemi, uzman kişiler tarafından ve uygun kalibrasyon donanımı kullanılarak yapılmalıdır. Bu süreç, ölçü aletinin sürekli olarak doğru ve hassas ölçüm yapabilmesini garanti eder.

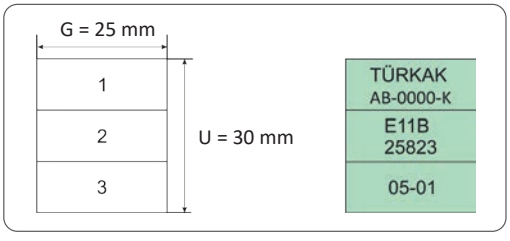
1.6.2. Kalibrasyonu Yapılan Cihazlardaki Etiket ve Raporun Önemi

Aydınlatma sistemlerinin ölçümlerinde kullanılan cihazların kalibrasyonu, bu cihazların doğru ve tutarlı ölçüm sonuçları verdiğinden emin olmak için yapılır. Kalibrasyon, cihazın doğru ölçüm yapmasını sağlar. Bu ölçüm, aydınlatma sistemlerinin performansının ve güvenliğinin doğru şekilde değerlendirilmesi için esastır. Farklı ölçüm cihazları arasında tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlar ve farklı zamanlarda veya farklı yerlerde yapılan ölçümlerin karşılaştırılabilir olmasını garanti eder. Kalibrasyon, cihazın güvenilir bir şekilde çalıştığından emin olmayı sağlar ve ölçüm sonuçlarına olan güveni artırır.

Kalibrasyon etiketi ve raporu, cihazın ne zaman ve kim tarafından kalibre edildiğini, sonraki kalibrasyonun ne zaman olması gerektiğini gösterir. Kalibrasyon raporu, cihazın belirli standartlara uygun olduğunu gösterir. Bu durum, özellikle yasal gereksinimler veya endüstri standartları söz konusu olduğunda önemlidir. Kalibrasyon etiketi ve raporu, kalite kontrol süreçlerinde önemli rol oynar. Bu süreç, ürünlerin veya hizmetlerin belirli kalite

standartlarına uygun olduğundan emin olmak için gereklidir. Doğru ölçüm sonuçları, aydınlatma sistemlerinin tasarımı, bakımı veya yükseltme kararları hakkında bilgilendirici olabilir. Kalibrasyon raporu, bu kararların doğru ve bilinçli bir şekilde alınmasına yardımcı olur.

Kalibrasyon etiketi ve raporu, müşterilerle iş ortaklarına cihazın doğru ve tutarlı ölçüm yaptığına dair güvence verir. Sonuç olarak aydınlatma sistemlerinin ölçümlerinde kullanılan cihazların kalibrasyonu, doğru, tutarlı ve güvenilir ölçüm sonuçları elde etmek için esastır. Kalibrasyon etiketi ve raporu, bu sürecin şeffaflığını ve doğruluğunu sağlar. Kalite kontrolüne katkıda bulunur ve müşteri güvenini artırır. Kalibre edilen her cihaza TÜRKAK etiketi uygulanır (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: TÜRKAK kalibrasyon etiketi

TÜRKAK kalibrasyon etiketinde bulunan numaraların anlamı şu şekildedir:

1. TÜRKAK tarafından akredite edilen laboratuvarlara tahsis edilen akreditasyon numarası (AB-0000-K).
2. Her kalibrasyon sertifikası için laboratuvar tarafından verilen numara.
3. Kalibrasyonun yapıldığı tarih (Kalibrasyonun yapıldığı ayın ve yılın son iki rakamı. Mayıs 2001 = 05-01).

Küçük gövdeli cihazlara uygulanması gerektiğinde G = 14 mm, U = 20 mm olarak kullanılabilir.

Turkuaz mavisi zemin üzerine siyah renkte, okunabilir netlik ve büyüklükte yazı kullanılmalıdır. Turkuaz mavisinin renk kodları RGB (102, 255, 204), CMYK (33, 0, 31, 0) olmalıdır.

1.6.3. Kalibrasyonsuz Ölçü Aletleriyle Yapılan Ölçümlerdeki Hata ve Olası Sorunlar

Kalibrasyonu yapılmamış ölçü aletleriyle yapılan ölçümler, bir dizi hata ve olası soruna yol açabilir. Bu hatalar ve sorunlar, ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini ve doğruluğunu etkileyebilir.

Kalibrasyonu yapılmamış aletlerle yapılan ölçümlerde karşılaşılabilecek bazı hatalar ve olası sorunlar şunlardır:

Doğruluk Sorunları: Kalibrasyonu yapılmamış bir alet, gerçek değerden sapma gösterebilir. Bu da ölçülen değerin gerçek değerden farklı olması anlamına gelir.

Tutarlılık Sorunları: Aynı ölçüm tekrar tekrar yapılırken kalibrasyonu yapılmamış bir alet farklı sonuçlar verebilir. Bu durum, ölçüm sonuçlarının tutarlı olmadığı anlamına gelir.

Hassasiyet Sorunları: Kalibrasyonu yapılmamış aletler küçük değişikliklere duyarlı olmayabilir. Bu durum, hassas ölçümlerin yanıltıcı olabileceği anlamına gelir.

Yanıltıcı Sonuçlar: Yanlış ölçüm sonuçları, yanıltıcı bilgilere yol açabilir. Bu durum tasarım, üretim, kalite kontrol veya diğer kritik süreçlerde hatalı kararlar alınmasına neden olabilir.

Ek Maliyetler: Yanlış ölçüm sonuçları, ürünlerin geri çağrılması, hatalı üretim veya ek testler gibi ek maliyetlere neden olabilir.

Güvenlik Sorunları: Özellikle kritik sistemlerde veya tehlikeli ortamlarda, yanlış ölçüm sonuçları güvenlik risklerine yol açabilir. Bu durum donanım arızaları, kazalar veya yaralanmalarla sonuçlanabilir.

Yasal ve Düzenleyici Sorunlar: Bazı endüstrilerde ölçüm aletlerinin düzenli olarak kalibre edilmesi yasal bir gereklilik olabilir. Kalibrasyonu yapılmamış aletlerle yapılan ölçümler, yasal yaptırımlara veya cezalara neden olabilir.

Müşteri Güveninin Kaybı: Yanlış ölçüm sonuçları, müşteri şikayetlerine veya ürün iadelerine neden olabilir. Bu hata, müşteri güveninin kaybına ve marka imajının zarar görmesine yol açabilir.

1.5. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Ölçüm Cihazlarının Kalibrasyonu**

Amaç : Kullanılan ölçüm cihazının kalibrasyonunu sorgulamak.

Süre: ..... dk.

TÜRKAK

AB-0156-K

19-02998

03-19

Kalibrasyon Sertifikası
Calibration Certificate

Cihazın Sahibi / Adresi :
Customer / Address

İstek Numarası : 3621
Order No.

Makine / Cihaz : MULTİMETRE
Instrument / Device

İmalatçı :
Manufacturer

Tip :
Type

Seri Numarası :
Serial Number

Envanter No : —
Inventory Number

Kalibrasyon Tarihi : 20.03.2019
Date of Calibration

Bulunduğu Yer : —
Place

Sertifikanın Sayfa Sayısı : 4
Number of pages of the Certificate

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standardlarına izlenebilirliği belgeler.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International Systems of Units (SI).

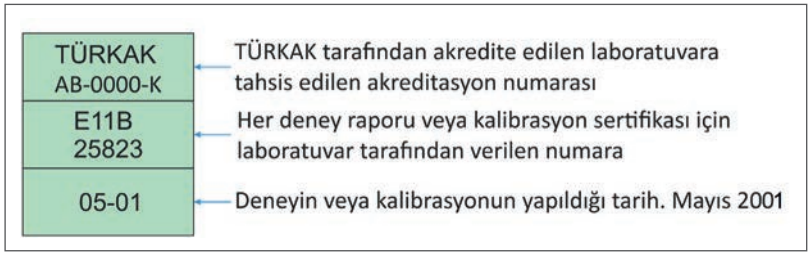
Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınırlığı konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalamıştır.
Turkish Accreditation Agency (TURKAK) is a signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of calibration certificates
Ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metotları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takib eden sayfalarda verilmiştir.
The measurements, the uncertainities with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.

Mühür / Kaşe	Tarih	Kalibrasyonu Yapan	Onaylayan
Seal	*Date of Issue*	*Calibrated by*	*Approval*
	20.03.2019		

F-037 Rev02

Bu sertifika, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz kalibrasyon sertifikalar geçersizdir.
This certificate shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Görsel 1.32: Kalibrasyon sertifikası



Görsel 1.33: TÜRKAK cihaz kalibrasyon etiketi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Kalibrasyonlu ölçü aleti	Uygun özelliklerde	1 adet
Kalibrasyon sertifikası	Onaylı	1 adet
Kalibrasyon etiketi	Onaylı	1 adet

İşlem Basamakları

1. Kalibrasyonu yapılmış ölçü aletinin üzerinde Görsel 1.33'teki gibi kalibrasyon etiketinin olup olmadığını kontrol ediniz.
2. Kalibrasyon bitiş tarihini kalibrasyon sertifikası üzerinden kontrol ediniz (Görsel 1.32).
3. Kalibrasyon tarihinin süresinin geçip geçmediğini kontrol ediniz.
4. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.
5. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Kalibrasyonu kontrol edilecek ölçü aletini seçti.					
Sınıf-No.		**2**	Kalibrasyon veri etiketini buldu.					
Öğretmenin		**3**	Kalibrasyon verilerini kontrol etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

İŞ GÜVENLİĞİ İÇİN KİŞİSEL DONANIM

BARET: Gezer vincin olduğu ve yüksekte çalışılan alanlarda, zemin-çatı arası gibi başı çarpma durumu olan yerlerde ve inşaatta çalışanlar tarafından baret kullanılmalıdır.

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

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

SİPERLİK: Talaş, kıvılcım ve toz çıkaran işlerde (döner yüksek devirli testereler, taşlama işleri vb.) kullanılır. Ayrıca çalışma esnasında deriyi etkileyen sıvılar veya maddelerle temas edilmesi hâlinde cilt koruyucu ilaçların tedavi edici olmadığı ve ilaçların deriyi tahriş etmeden kullanılması gerektiği bilinmelidir.

ELDİVEN: İş eldivenleri, çalışanların ellerini potansiyel tehlikelerden korur.

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

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (…) EMC elektromanyetik uyumluluğun kısaltmasıdır.

2. (…) LED lambanın EMC testlerinin yapılması gerekir.

3. (…) LVD, düşük voltaj yönergesinin kısaltmasıdır.

4. (…) Topraklama testleri EMC direktifinde bulunur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Cihazın başka cihazları olumsuz etkileyip etkilemeyeceğini belirlemek için ..... testleri yapılır.

6. Yalıtım ve direnç testleri ..... kapsamında yapılan testlerdir.

7. LVD ..... VAC arasında çalışan cihazlar için geçerlidir.

8. Türkiye'deki elektrikli bir ürün LVD testlerinden geçtiğinde ..... işaretiyle işaretlenebilir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi EMC testlerinin ana ölçü aletidir?

A) Ampermetre B) Avometre C) Osiloskop D) Voltmetre E) Spektrum analizör

10. Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'de laboratuvarları akredite eden kurumdur?

A) CE B) TS C) TSE D) TÜRKAK E) VDE

11. Aşağıdaki yönergelerden hangisi kurşun, cıva, kadmiyum vb. tehlikeli maddelerin aydınlatma ürünlerindeki kullanımını sınırlandırmıştır?

A) EMC B) EMF C) EMI D) LVD E) ROSH

12. Aşağıdakilerden hangisi kalibrasyonu yapılmamış bir ölçü aletinin oluşturacağı sorunlardan değildir?

A) Doğruluk

B) Hassasiyet

C) Tutarlılık

D) Yanıltıcı sonuçlar

E) Estetik

2. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA UYGULAMALARINDA VERİMLİLİK

KONULAR

2.1. AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

2.2. AYDINLATMA DONANIMINDA ENERJİ ETİKETLEMESİ

2.3. AYDINLATMA VERİMLİLİĞİ İÇİN GÜN IŞIĞININ KULLANIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Aydınlatma uygulamalarında verimlilik hesabı
- Aydınlatma donanımında enerji etiket değerlerinin okunması
- Aydınlatma verimliliği için gün ışığı kullanımının önemi

TEMEL KAVRAMLAR

aydınlatma sistemleri, enerji etiket değeri, enerji verimliliği, gün ışığı, verimlilik hesabı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Aydınlatma lambalarında enerji verimliliği sizce neye göre belirlenir?**
2. **Aydınlatma lambaları üzerindeki enerji etiketinde hangi bilgiler bulunmaktadır? Arkadaşlarınızla paylaşınız.**

2.1. AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Aydınlatma sistemlerinde verim, aydınlatma için kullanılan lambadan alınan ışık enerjisinin lambanın harcadığı elektrik enerjisine oranıdır. Lambadan alınan ışık miktarı ve harcanan güç, verim için temel değerlerdir. Yüksek verimli bir lambanın en az enerjiyle en yüksek parlaklığı vermesi beklenir. Bu sebeple aydınlatma için uygun lamba seçimi aydınlatma verimliliği için ilk adımdır. Aynı zamanda lamba ömrü de verimliliğin önemli etkenlerindendir.

Verimliliğin diğer bir unsuru armatürün tipi ve konumudur. Mekânın özelliğine göre uygun armatür tipi seçilmeli ve armatür, homojen bir dağılımın sağlanacağı konuma yerleştirilmelidir. Bu aşamalardan sonra armatür kontrolünün yapılacağı yöntem belirlenir. Aydınlatma alanının uygun bölümlerinde sensörlü veya zaman saatli kontrol yapılarak sürekli aydınlatmanın gerekli olmadığı zamanlarda aydınlatmanın kapatılmasıyla verimlilik sağlanabilir. Akıllı ev sistemleriyle birlikte aydınlatma otomasyonunun yapılması da bu konudaki en iyi çözümdür.

Gerekli verimlilik hesaplamalarının yapılması da şarttır. Alanın büyüklüğüne göre uygun güç ve ışık miktarını sağlayan lambalar tespit edilerek uygun aydınlatma sağlanmalıdır. Verimlilik öncelenirken güvenlik ihmal edilmemeli ve istenen görsel konfor sağlanmalıdır. Tüm bunlarla birlikte kullanılan donanımın TSE ve CE gibi uygun standartlara da sahip olması gerekir.

2.1.1. Aydınlatma Sistemlerinde Uygun Donanım Seçimi

Aydınlatma sistemlerinde lamba, armatür ve bunların bileşenleri en önemli donanımdır. Lamba ışık verme görevini üstlenir. Armatür; bileşenleri bir arada tutar, ışık kaynaklarını dış etkilerden korur ve dekoratif bir görünüm sağlar. Lamba sürücüsü, balast, starter, duy, yansıtıcı, özel yardımcı elemanlar (spotlar için ray vb.) ve kablolar diğer bileşenlerdir. Armatürler içlerinde bir ya da birden fazla lamba barındırabilir. Kullanıldıkları alan ya da mekânın fiziksel özelliğine göre çok sayıda armatür mevcuttur (Görsel 2.1).

Görsel 2.1: Çeşitli armatürler

2.1.1.1. Armatürlerin Standartlara Uygunluğu

Aydınlatma uygulamalarında donanım seçerken yürürlükteki standartlar dikkate alınmalıdır. Standartlara göre armatürler normal kullanımda güvenle çalışacak, kişiler ve çevresi için tehlike oluşturmayacak biçimde tasarlanmalı ve üretilmelidir. Armatürlerle ilgili **TS EN 60598** standardı kullanılır. Bu standart, 2014/35/EU LVD direktifi kapsamında elektrik ışık kaynakları ile birleşik ve 1.000 V'a kadar olan besleme gerilimleriyle çalışan armatürlerle ilgili genel kuralları kapsar. Bu standarttaki ilgili deneyler ve kurallar; sınıflandırma, işaretleme, mekanik yapılış, elektriksel yapılış ve fotobiyolojik güvenlikle ilgilidir.

Aydınlatma armatüründe içerisinde bulunan besleme kablosu, duy, klemens, ampul, LED, LED sürücü gibi farklı bileşenlerin de kendilerine özgü standartlara göre test edilmiş olması gerekir. Bununla birlikte tüm bu bileşenlerin, sistem içerisinde uyumlu çalışma durumu **TS EN 60598-1** testleriyle kontrol edilmiş olmalıdır.

2.1.1.2. Armatürlerin Elektriksel Güvenliği

Tüm elektrikli cihazlar gibi armatürler de elektrik çarpmasına karşı koruma sağlamalıdır. Kullanım sırasında armatüre temas edilecek dış yüzeylerde herhangi bir kısa devre veya gövdeye kaçak olmamalıdır. Elektriksel koruma yönüyle armatürler üç sınıftır.

Sınıf I: Elektrik çarpmasına karşı korumada yalnızca temel yalıtım uygulamasının yeterli görülmeyip bu yalıtımın arızalanması durumunda, aygıtın erişilebilir iletken bölümlerinin gerilim altında kalmalarını önleyecek biçimde tedbir alındığı armatür sınıfıdır. Tedbir olarak armatür üzerinde bulunan topraklama bağlantı terminali, sabit tesisatın topraklama iletkenine bağlanır. Topraklama bağlantısı; bu armatürlerde güvenli biçimde yapılmalı, güvenliği bozabilecek arızalara sebep olmamalıdır (Görsel 2.2a).

Sınıf II: Elektrik çarpmasına karşı korumada üstün nitelikli yalıtım malzemeleriyle korumanın sağlandığı ve topraklama bağlantısı gerektirmeyecek şekilde tasarımlanan armatür sınıfıdır. Bu armatürler sürekli, çift veya güçlendirilmiş yalıtımlıdır. Bu yalıtımla gövdeye temas önlendiği için bu cihazlar topraklama bağlantısı gerektirmez (Görsel 2.2b).

Sınıf III: Elektrik çarpmasına karşı korumanın temel yalıtım ve düşük gerilimle sağlandığı armatür sınıfıdır. Bu armatürler düşük gerilimle çalıştıkları için çarpılma riski yoktur (Görsel 2.2c).

Sınıf I
a) Sokak armatürü

Sınıf II
b) Ray tipi LED armatürü

Sınıf III
c) Havuz ve akvaryum armatürü

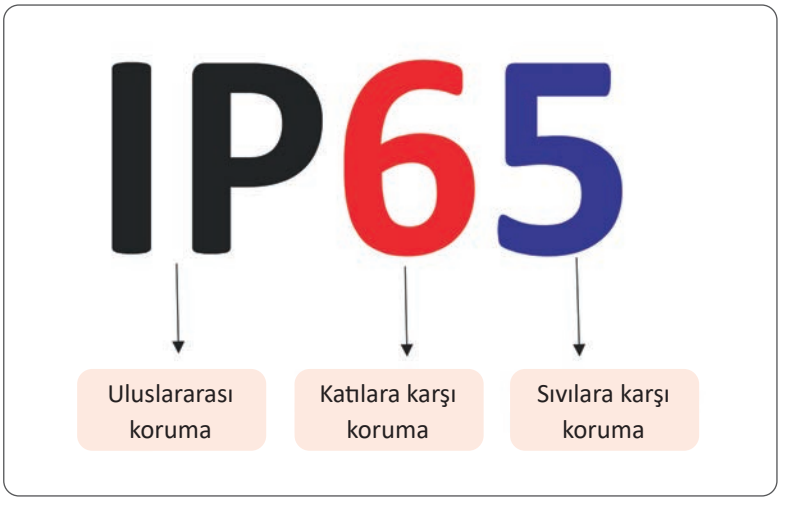
Görsel 2.2: Elektriksel koruma yönüyle armatürler

2.1.1.3. Armatürlerin Mekanik Güvenliği

Armatürler mekanik yönden toz, katı cisimler ve nem girişine karşı korunaklı olmalıdır. Çalışma ortamları gereği armatürlerin içine yabancı madde girişi olabilir. Yabancı maddeler, zamanla birbirinden ayrılması gereken bölümlerin arasını doldurarak olması gereken asgari yalıtım mesafesini düşürür. Bu durumda kısa devre gibi tehlikeler ortaya çıkabilir. Özellikle dış aydınlatma armatürleri bu tehlikelere açık olduğu için dış aydınlatmada yüksek koruma derecesine sahip armatürler kullanılmalıdır (Görsel 2.3).

Görsel 2.3: Dış ortam armatürleri

Armatürlerin toza ve neme karşı korunma biçimi **IEC 60529** standardıyla belirlenmiştir. Bu standart, elektrik muhafazasına eller ve parmaklar gibi vücut parçaları dâhil katı nesnelerin, tozun ve suyun girmesine karşı sağlanan koruma derecelerini sınıflandırır. Standarda göre koruma sınıfı **IP** harfleri ve ardından gelen iki rakamla ifade edilir. İlk rakam katı cisimlere karşı korumayı, ikinci rakam ise sıvı girişine karşı korumayı temsil eder (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Armatürlerin katı ve sıvılara karşı koruma sınıfı işareti

Armatürler, yanıcı veya yanıcı olmayan yüzeylerin üzerine monte edilmek için tasarlanır ve buna göre sınıflara ayrılır. Armatür seçiminde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm armatürlerin metal olan bölümler dışındaki yalıtkan bölümleri ısıya karşı dayanıklı olmalıdır. Ayrıca normal kullanım veya ağır hizmet şartlarına göre kullanım gibi farklılıkları vardır. Kullanım alanının özelliğine uygun mekanik özelliklere sahip armatür seçilmelidir.

Armatürlerin toza ve neme karşı koruma sınıfı işaretleri ve anlamları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Armatürün Toza ve Neme Karşı Koruma Sınıfı Rakamları ve Anlamları

KATILAR		SIVILAR	
Koruma Sınıfı	**Anlamı**	**Koruma Sınıfı**	**Anlamı**
0	Nesnelerin temasına ve girmesine karşı koruma yok.	**0**	Koruma yok.
1	Çapı 50 mm'den büyük katı cisimlere karşı koruma (Ancak vücudun herhangi bir kısmıyla kasıtlı temasa karşı koruma yok.)	**1**	Dikey düşen su damlalarına karşı koruma
2	Çapı 12 mm'den büyük katı cisimlere karşı koruma (Parmak veya aynı büyüklükteki nesneler için koruma)	**2**	15°ye kadar eğimli su damlalarına karşı koruma (Ekipmanın üzerinden dikey akan su, normal konumundan 15° eğildiğinde olumsuz bir etki oluşturmayacaktır.)
3	Çapı 2,5 mm'den büyük katı cisimlere (kalın tel vb.) karşı koruma	**3**	60°ye kadar eğimli su damlalarına karşı koruma
4	Çapı 1 mm'den büyük katı cisimlere (tel, vida vb.) karşı koruma	**4**	Her yönden sıçrayan su damlalarına karşı koruma
5	Kısmi toz koruması (Toz girişi tamamen engellenemez ancak donanımın düzgün çalışmasını engelleyecek kadar da giremez.)	**5**	Su püskürtmesine karşı koruma (Ne yönden olursa olsun püskürtülen suyun zararlı etkileri olmayacaktır.)
6	Toza ve temasa karşı tam koruma	**6**	Güçlü su püskürtmesine karşı koruma (Ne yönden olursa olsun güçlü bir şekilde püskürtülen suyun zararlı etkileri olmayacaktır.)
		7	Suya daldırmaya karşı koruma (Suya daldırmada zararlı miktarlarda su girişi mümkün olmayacaktır.)
		8	Uzun süreli suya daldırmaya karşı koruma (Basınç altında uzun süreli suya daldırılmaya uygundur.)

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen toza ve neme karşı koruma ile elektrik çarpmasına karşı koruma sınıflarının anlamını karşılarında verilen boşluklara yazınız.

IP20-Sınıf I .....

IP20-Sınıf II .....

IP40-Sınıf II .....

IP68-Sınıf III .....

IP65-Sınıf I .....

2.1.2. Aydınlatma Uygulamalarında Uygun Tasarım Seçimi

Aydınlatma uygulamalarının önemli basamaklarından biri de tasarım aşamasıdır. Aydınlatma tasarımı, iç ve dış mekânlarda aydınlatma yönteminin belirlenmesini amaçlar. İç aydınlatma; ev, ofis, depo, iş yeri vb. kapalı ortamların aydınlatılmasıdır. Dış aydınlatma; bahçe, yol, sokak, meydan, park vb. alanların aydınlatılmasını ifade eder. Yani aydınlatma tasarımı klasik ev aydınlatmasından köprü, otoyol aydınlatmasına kadar geniş bir yelpazeyi içeren çalışma alanıdır. İyi bir tasarımda, alanda aydınlatma için yeterli ışık miktarı sağlanırken tüketilen enerji miktarı düşürülür ve ışığın kamaşma oluşturması engellenir.

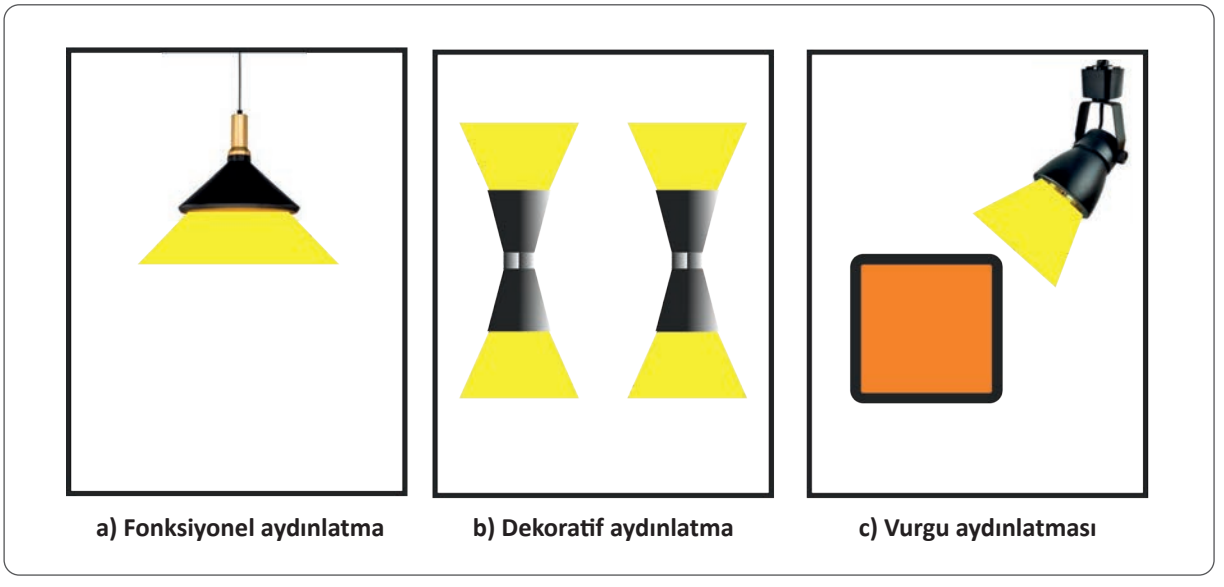
2.1.2.1. Kullanım Amacına Göre Aydınlatma Çeşitleri

Aydınlatma tasarımının temel amacı, kullanıcıların rahat ve net bir şekilde görmelerini sağlamaktır. Bunun için mekânlara göre farklı uygulamalar yapılır. Buna göre aydınlatma çeşitleri şunlardır:

Fonksiyonel (Fizyolojik) Aydınlatma: Cisimlerin rahat ve hızlı bir şekilde şekil, renk vb. ayrıntılarıyla görülebilmesini sağlayan aydınlatma çeşididir. İç ve dış mekânlardaki işlevsel aydınlatmalar fizyolojik aydınlatmadır. Evdeki odaların normal aydınlatması buna örnektir (Görsel 2.5a).

Dekoratif Aydınlatma: Aydınlatma mekânı ve farklı işlevlere sahip çevre elemanlarının doğal görünümlerinden farklı olarak istenen biçim ve renkte görülmesini hedefleyen aydınlatma çeşididir. Dekoratif aydınlatmadaki amaç, cisimlerin rahat ve ayrıntılı bir şekilde görünmesi değil estetik görünümdür. Mağaza vitrini, lokanta, lobi gibi alanlardaki estetik amaçlı aydınlatmalar buna örnektir (Görsel 2.5b).

Vurgu Aydınlatması: Aydınlatma alanına ışık kullanılarak dikkat çekmek amacıyla yapılan aydınlatma çeşididir. Bu aydınlatmada belirli bölge veya nesneler odağa alınır. Işığın rengi, yansıması ve özellikleri kullanıcının istekleri doğrultusunda değiştirilebilir. Bir tablonun aydınlatılması buna örnektir. Bu aydınlatmada ray spot LED armatürler sıklıkla kullanılır (Görsel 2.5c).

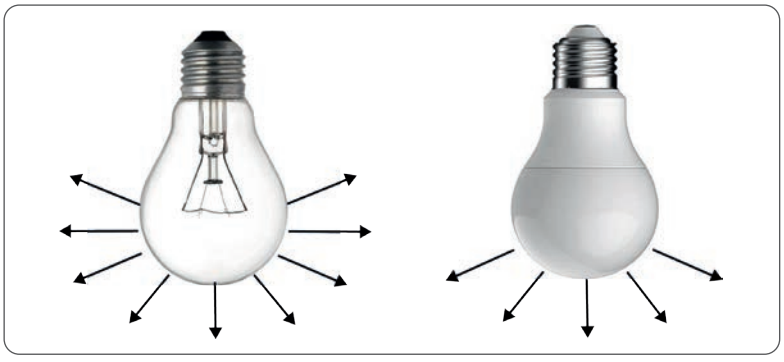


Görsel 2.5: Kullanım amacına göre aydınlatma çeşitleri

Bu aydınlatma yöntemleri farklı mekânlarda uygun şekilde kullanılır. Konutlarda ve resmî kurumlarda genellikle fonksiyonel aydınlatma kullanılmakla birlikte dekoratif aydınlatma da görülebilir. Otel, mağaza, AVM vb. mekânlarda dekoratif aydınlatmaya sıklıkla rastlanır. Sinema, tiyatro, sanat galerisi gibi gösteri merkezlerinde de vurgu aydınlatması ön plandadır.

2.1.2.2. Işığın Yönlendirilmesine Göre Aydınlatma Çeşitleri

Aydınlatma tasarımının önemli konularından biri de ışık dağılımıdır. Kaynağından çıkan ışığın hangi yöne dağılacağı da tasarım aşamasında belirlenir. Floresan ve akkor lambalarda ışık, istenmeyen yönlere de gidebilir. Işık, LED lambalarda istenen yönde yayıldığı için aydınlanma daha iyi sağlanır ve ışık kirliliği azaltılmış olur (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Akkor flamanlı ve LED lambalarda ışık dağılımı

Işık dağılımının dengeli ve istenen açılarda gerçekleştirilmesi için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Buna göre aydınlatma yöntemleri şunlardır:

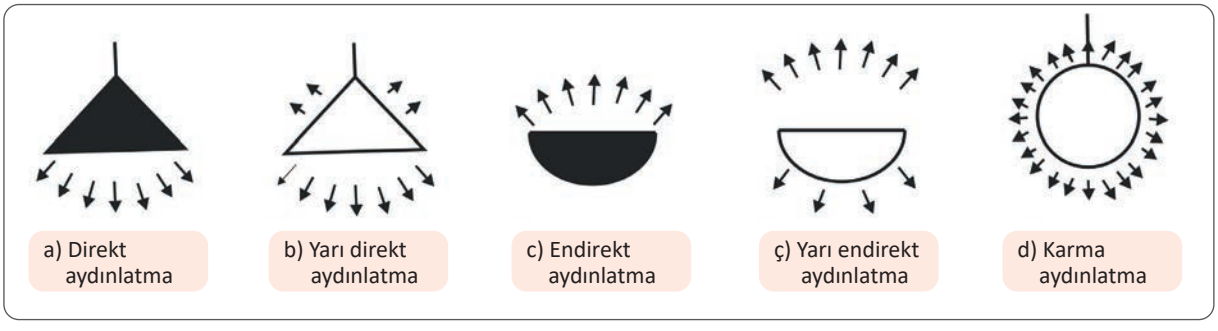
Direkt Aydınlatma: Armatür ışığının çoğunluğunun (%90-%100) doğrudan aydınlatma alanına yönlendirildiği aydınlatma şeklidir. Genellikle yüksek tavanlı mekânlar için uygun ve verimli bir yöntemdir (Görsel 2.7a).

Yarı Direkt Aydınlatma: Armatürden yayılan ışığın yarıdan fazlasının (%60-%90) aydınlatma alanına yönlendirildiği aydınlatma şeklidir. Işık, armatür yüzeyinden yansıyarak çalışma alanına gelir (Görsel 2.7b).

Endirekt Aydınlatma: Armatürden yayılan ışığın büyük çoğunluğunun (%90) duvar ve tavandan yansıyarak aydınlatma alanına ulaştığı aydınlatma şeklidir. Bu aydınlatma yöntemi, yansıtma faktörünün yüksek olduğu mekânlarda tercih edilir (Görsel 2.7c).

Yarı Endirekt Aydınlatma: Armatürden yayılan ışığın çoğunluğunun (%60-%90) aydınlatma alanına yansıyarak ulaştığı aydınlatma şeklidir. Aydınlatma alanında yumuşak gölgeler oluşur ve kamaşma meydana gelmez. Bu yöntemde amaç loş ve huzur verici bir ortamın sağlanmasıdır. Tavan ve duvar yansıtması orta veya iyi olan yerlerde kullanılır (Görsel 2.7ç).

Karma (Homojen) Aydınlatma: Armatürden yayılan ışığın homojen dağıldığı aydınlatma şeklidir. Işığın %40 ila %60'ı çalışma alanına yansıma yoluyla ulaşır. Bu aydınlatma yöntemi, yansıtma faktörü az veya orta seviyede olan mekânlarda tercih edilir. Tüm aydınlatma uygulamalarında göze rahatsızlık verebilecek kamaşma gibi etkilerden kaçınılmalıdır (Görsel 2.7d).



Görsel 2.7: Işığın yönlendirilmesine göre aydınlatma çeşitleri

2.1.2.3. Aydınlatma Alanına Göre Aydınlatma Çeşitleri

Cadde, sokak, yol, köprü, tünel gibi farklı özelliklere sahip pek çok aydınlatma alanı vardır. Bu alanların aydınlatılmasında kendine özgü yapısı gereği farklı yöntemler kullanılır.

Endüstriyel Aydınlatma: Endüstriyel tesislerde uygulanan aydınlatma yöntemidir. Petrol rafinerileri başta olmak üzere tüm sanayi tesisleri ile barajlar, enerji santralleri vb. yapılar bu kapsamdadır. Burada mal ve hizmet üretiminin özelliklerine göre her yapıda ayrı aydınlatma sistemi kurulur.

Yol Aydınlatması: Şehirlerarası yollar, şehir içi caddeler ile sokakların ulaştırma ve güvenlik amaçlı aydınlatılmasıdır. Burada temel amaç öncelikle kara yolu ulaşımının güvenli şekilde gerçekleştirilmesidir. İkincil amaç ise sokak güvenliği ve yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesidir.

Yer Altı Aydınlatması: Yer altı maden ocaklarında yapılan aydınlatmadır. Bu aydınlatma ile yer altı çalışmaları sırasında yeterli bir görme alanı oluşturularak iş emniyeti sağlanır.

Araç Aydınlatması: Başta motorlu kara taşıtları olmak üzere hava, deniz ve demir yolu ulaştırma araçlarında yapılan aydınlatmadır. Burada amaç öncelikle sürüş güvenliğidir. Farlar ve iç mekân aydınlatma unsurları en çok kullanılan donanımdır.

Acil Aydınlatma: Normal aydınlatma sisteminin devre dışı kalması durumunda devreye giren aydınlatmadır. Yangın, deprem, su baskını, elektrik arızası gibi nedenlerle oluşan elektrik kesintisi nedeniyle ışıkların kapanması durumunda devreye girecek şekilde tasarlanmış, pil destekli veya bağımsız çalışan armatürler kullanılır. Bina karanlıkta kaldığında armatür üzerindeki yazı veya grafiklerle çıkış noktaları gösterilir (Görsel 2.8).

Görsel 2.8: Acil aydınlatma

Arka Plan Aydınlatma: Başta televizyonlar olmak üzere bilgisayar, tablet, cep telefonu, oyun konsolu gibi birçok elektronik cihazın arka plan aydınlatması için yapılan aydınlatmadır. Beyaz eşya vb. elektrikli cihazların iç aydınlatmaları da bu kapsamda değerlendirilir.

Aydınlatma tasarımı yapılırken maksimum konfor ve minimum enerji kullanımı hedeflenir. Buna göre iyi bir aydınlatmanın yapılabilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Aydınlatma mekânı her yönüyle iyi analiz edilmelidir.
- Armatür yerleşiminde kamaşma oluşmamasına dikkat edilmelidir.
- Doğru aydınlatma yöntemi (direkt, endirekt) kullanılmalıdır.
- Fiziksel ortam, gün ışığından yararlanacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Dekoratif ve vurgu aydınlatması yapılırken verimlilik göz önünde tutulmalıdır.

2.1.3. Aydınlatma Sistemlerinde Kontrol Yöntemi Belirleme

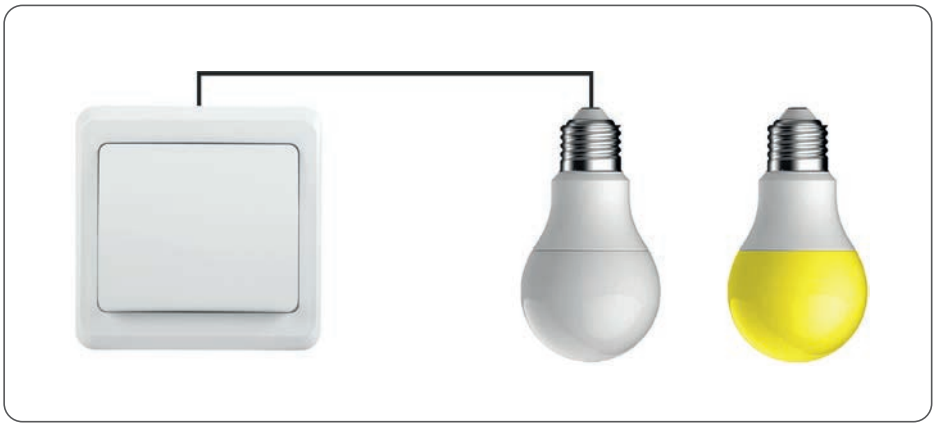
Aydınlatma kontrolü, klasik aydınlatmada sadece açma-kapama amacıyla kullanılırken LED aydınlatmanın yaygınlaşmasıyla daha fazla enerji tasarrufu, konfor ve işlevsellik elde etmeye yönelik bir kullanıma dönüşmüştür. Yeni sistemlerle armatürlerin açılıp kapatılmasının yanında, ışık yoğunluğunun kontrolü, renk kontrolü, harekete ve gün ışığına göre kontrol, aydınlatma otomasyonu gibi çeşitli görevler aydınlatma kontrol sistemleriyle yönetilebilir. Bu yönetim ihtiyaca göre tek bir armatürün kontrolünden binanın tüm iç ve dış aydınlatmasına, hatta farklı binaların aydınlatmalarının birbirine bağlı olacak şekilde kontrolüne kadar gidebilir.

Aydınlatma kontrolünde sinyal iletimi kablolu, kablosuz ya da karma olarak yapılabilir. Kablolu kullanım hâlâ en çok uygulanan yöntem olmakla birlikte tarihî binalarda, yüksek tavan uygulamalarında ya da kablo çekilmesi zor olan sokak, cadde uygulamalarında kablosuz kontrol sistemleri tercih edilir. Bu sistemlerde zaman zaman karma uygulamalar da yapılabilir. Örneğin yüksek tavanlı bir uygulamada armatürler arası sinyal kablosu çekilerek bir kontrolöre bağlanır. Kontrolör ile duvar kontrol paneli ya da cep telefonu arasında kablosuz iletişim sağlanabilir.

Aydınlatma kontrol yöntemlerinde temel amaç verimlilik, enerji tasarrufu, estetik ve esnekliktir. Genel olarak aydınlatma kontrol yöntemleri aç-kapa anahtarlar, sensörler, zaman saatleri ve aydınlatma otomasyonu sistemleridir.

2.1.3.1. Aç-Kapa Anahtarlarla Kontrol

Mekanik açma-kapama anahtarlarıyla yapılan kontroldür (Görsel 2.9). Armatürler elle kontrol edilir. Elle kontrol gerektirmesi sebebiyle unutma vb. beşerî zafiyetlerden lambaların açık kalması enerji israfına sebep olur.



Görsel 2.9: Aç-kapa anahtarlarla kontrol

2.1.3.2. Dimmer Aydınlatma Elemanlarıyla Kontrol

Lambaların isteğe göre ışık ayarının yapıldığı kontrol yöntemidir. Lamba ışık ayarının yapılabilmesine **dim edilebilme** veya **dimleme** denir. Aydınlatmada ışık parlaklığının kontrol edilebildiği lambalara **dim edilebilir lambalar** denir. İngilizce dim sözcüğünün anlamı karartmak veya loşlaştırmaktır. Dim edilebilir lambalar aydınlatma seviyesinin kontrol edilmesini, alanın görsel görünümünün değiştirilmesini ve enerji tasarrufu sağlar. Aynı zamanda aydınlatma elemanlarının ömrünü uzatır.

Akkor flamanlı lambalar dimmer devreleriyle kolayca dim edilebilir. Ancak kompakt floresan ve LED lambaların hepsi dim edilemez. Yapısına göre bazı LED'ler ve özel balastlı floresan lambalar dim edilebilir. LED lambaların dim edilebilmesi için triyak, 1-10 V ve kablolu / kablosuz PWM gibi yöntemler kullanılır.

Basit dimmer anahtarlar daha çok ev, restoran, ofis gibi kısmi aydınlatma kontrolü gereken yerlerde kullanılır (Görsel 2.10). Daha büyük alanların aydınlatma kontrolleri; DALI, DMX, SCADA, PWM veya analog 1-10 V ile kablolu veya kablosuz merkezî kontrollü olarak yapılmaktadır.

Görsel 2.10: Dimmer anahtarla kontrol

2.1.3.3. Aydınlatma Sensörleriyle Kontrol

Bir mekânda ışık veya hareket olup olmadığına göre aydınlatmayı kontrol eden sensörlerle yapılan kontroldür. Sensörlerin asıl görevi ortamdaki canlı hareketine veya ışık durumuna göre lambaları açıp kapatarak enerji tasarrufu sağlamaktır. Hareket sensörlerinin görüş açısı, etki alanı, gecikme süresi ve aydınlık düzeyi ayarlanabilir. Bu sensörlerle optimal bir aydınlatma elde etmek mümkündür. Hareket ve ışık sensörü olmak üzere iki çeşit sensör vardır (Görsel 2.11).

Görsel 2.11: Hareket sensörü ve ışık sensörü

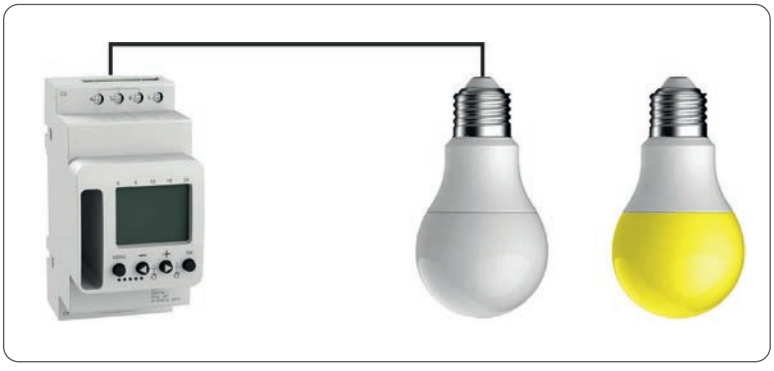
Hareket Sensörleri: Ortamdaki canlı hareketine duyarlı olarak aydınlatmayı kontrol eden sensörlerdir. Ortamda insan varsa sensör lambayı açar, yoksa kapatır. Düzenli çalışma saatleri olmayan mekânlarda kullanılır. Kullanım alanlarından bazıları şunlardır:

- Tüm iç ve dış mekânlarda bina girişleri
- Merdiven aydınlatması
- Banyo, tuvalet, lavabo, koridor, kiler, tavan arası, soyunma kabini gibi geçici iç mekân kullanım alanları
- Bahçe, garaj, bekçi kulübesi, tüp geçit, ATM gibi geçici dış mekân kullanım alanları

Işık Sensörleri: Ortamdaki ışık seviyesine duyarlı olarak aydınlatmayı kontrol eden sensörlerdir. Ortam karanlıksa sensör lambayı açar, aydınlıksa kapatır. Çalışma saatleri gün ışığına bağlı olan yerlerde kullanılır. Buna sensörlü gece lambaları örnek verilebilir.

2.1.3.4. Zaman Saatiyle Kontrol

Zamana göre kontrol sağlayan elemanlara **zaman saati** denir. Zaman saatleri gerçek zamanı baz alır ve üzerinde ayarlı olan zamana göre çıkış sağlar. Dijital ve analog çeşitleri vardır. Günlük veya haftalık programlama imkânı sunar. Enerjiye ihtiyaç duyulmayan zamanlarda aydınlatmayı kapatarak enerji tasarrufu eder. Zaman saatleri genellikle toplumsal açık alanlar, tabela ve reklam alanları, banka, otel ve mağazaların aydınlatmalarının kontrolünde kullanılır (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Zaman saatiyle kontrol

2.1.3.5. Aydınlatma Otomasyonuyla Kontrol

Aydınlatmanın gün ışığı ve mekânın ihtiyacına göre otomatik kontrol edildiği sistemlere aydınlatma **otomasyonu** denir. Sistem; kontrol cihazları (dokunmatik anahtar, senaryo anahtarı, dokunmatik panel, PIR dedektör vb.), aktüatörler (on/off, dimmer), ara yüz modülleri (web server, DALI dimmer vb.), armatürler, güç kaynağı, kablo, bilgisayar, cep telefonu ve izleme yazılımı gibi bileşenlerden oluşur (Görsel 2.13).

Görsel 2.13: Aydınlatma otomasyonu elemanları

Gün ışığına göre aydınlatma; lambaların dim edilmesi, sensörlerin belirli kurallara göre çalıştırılması gibi yöntemlerle otomasyon işlemi gerçekleştirilir. Geleneksel açma-kapama yöntemiyle, uzaktan kumandayla, dokunmatik kontrol ünitesiyle, senaryo anahtarıyla veya uzaktan erişimle (genel ağ, Palm/PDA, cep telefonu vb.) her biri teker teker kontrol edilebileceği gibi gruplar hâlinde de kontrol edilebilir.

Aydınlatma otomasyonunda Web tabanlı çalışma mümkündür. Raporlama sistemi sayesinde armatürlerin tüketim ve arıza bilgileri izlenebilir. Oluşturulan raporlarla bakım ve ömür bilgileri görülür. Kamu binaları, fabrikalar, ofisler, mağaza, AVM vb. alanlarda aydınlatma otomasyonu kullanılabilir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanlarda hangi aydınlatma kontrol yöntemleri uygulanabilir? Nedenleriyle açıklayınız.

- Konut
- Okul
- Ofis
- Otel
- Aydınlatma ürünleri satış mağazası

2.1.4. Kurulu Aydınlatma Sistemlerinde Verimlilik İçin Yapılması Gerekenler

Enerji verimliliği, harcanan her bir birim enerjinin daha çok konfor, hizmet ve ürüne dönüşmesidir. Herhangi bir mekânın aydınlatma sisteminin dönüşümünde temel amaç; verimlilik, enerji tasarrufu, görsel konfor, esneklik, bakım ve işletme maliyetlerinin düşürülmesidir. Etkin bir aydınlatma sistemiyle bu amaçlar gerçekleştirilebilir. Aydınlatmada enerjinin etkin kullanımı, maliyeti en aza indirerek armatür, kontrol elemanları, gün ışığı gibi parametrelerin birlikte değerlendirilmesiyle sağlanabilir.

Konutlar, mağazalar, oteller, kamu binaları, ticari binalar, iş merkezleri vb. alanlar geliştirilebilir. Geliştirme yönüyle evlerde önce konfor sonra enerji tasarrufu gelir. İşletmelerde ise önce tasarruf sonra konfor düşünülür. Akıllı ev ve otomasyon sistemleri gelişmeye açık alanlardır. Akıllı evlerde hem armatür hem de kontrol alanlarında verimlilik yönüyle değişim potansiyeli yüksektir. Özellikle büyük hacimli aydınlatma alanlarında aydınlatma otomasyon sistemleri kullanılarak geliştirme yapılabilir.

Aydınlatma elemanları yönüyle LED armatürler ve uygun kontrol yöntemleriyle verimlilik önemli ölçüde artırılabilir. Değişim istenen çalışma alanının büyüklüğüne göre öncelikle sensörler, zaman saatleri, dimleme elemanları tek başlarına kullanılarak belirli oranlarda enerji tasarrufu elde edilebilir (Görsel 2.14).

Görsel 2.14: Kurulu sistemde değişim yapılabilecek elemanlar

Endüstriyel tesislerde verimlilik ve tasarruf kavramlarını farklı değerlendirmek mümkündür. Enerji tasarrufu, harcanan enerji miktarında azalmayla sağlanır. Enerji verimliliği ise yeni teknoloji kullanma yoluyla üretimi, kaliteyi ve performansı düşürmeden enerji tasarrufu edilmesidir. Daha verimli ürünlerle oluşturulan bir aydınlatma sistemi tasarruf sağlarken tasarruf amacıyla yapılan her değişim, enerji verimliliği anlamına gelmeyebilir. Örneğin bir aydınlatma alanında bulunan on armatürden üçünü söndürerek tasarruf sağlanabilir.

Ancak bu değişimle görsel konfor bozuluyorsa enerji verimliliği olmaz. Ayrıca bakım, gün ışığından yararlanma ve aydınlatma otomasyonu da enerji verimliliğini önemli ölçüde etkiler.

Doğru ve verimli bir aydınlatmada dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İhtiyaçlar doğrultusunda armatür seçilmelidir.
- Lambalar seçilirken lümen/watt oranı yüksek ve uzun ömürlü olanlar tercih edilmelidir.
- Gözü yormayan, kamaşma oluşturmayan, aydınlatılacak objelere uygun renkte, titreşim yapmayan ve kullanım amacına uygun armatürler seçilmelidir.
- Lambanın gücünü artırmak yerine sayısını artırmak daha doğru bir karardır.
- İç ve dış aydınlatma lambaları, tasarlandığı alanlar için kullanılmalıdır.

SIRA SİZDE

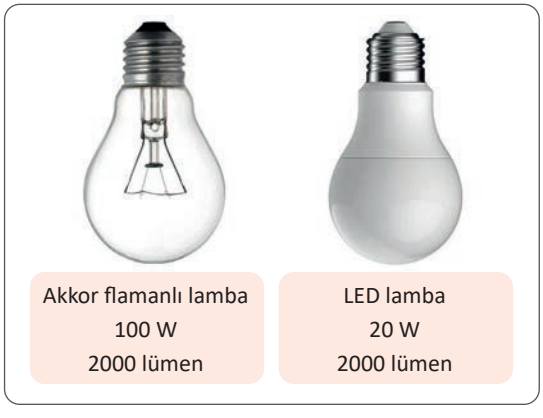
Bir aydınlatma ürünleri satış mağazasında enerji tasarrufu ve verimlilik amacıyla yenileme yapılması planlanmıştır. Pencerelerden giren ışık miktarı kısıtlıdır. Giriş alanı daha çok ışık alırken arka kısımlar karanlıkta kalmaktadır. Mağazada toplamda 100 adet dim edilemeyen LED lamba bulunmaktadır. Lamba kontrolleri aç-kapa mekanik anahtarlarıyla yapılmıştır. Mağazanın çalışma saatlerine göre müşteri hareketliliği şu şekildedir:

- Sabah saat 10.00'da mağaza açılmakta ve 12.00'ye kadar fazla müşteri olmamaktadır.
- Öğle 12.00-16.00 saatleri arasında müşteri hareketi artmaktadır.
- Akşam 16.00'dan sonra kapanışa kadar yoğun müşteri hareketliliği olmaktadır.

Buna göre mağazada verimlilik için hangi düzenlemeler - değişiklikler yapılabilir? Açıklayınız.

2.1.5. Aydınlatma Sistemlerinde Verimlilik Hesaplamaları

Aynı tipte bir lambanın gücü arttıkça verdiği ışık miktarı da artar. Ancak aynı ışık miktarı için LED lambanın harcadığı güç ile akkor flamanlı lambanın harcadığı güç eşit değildir. Aynı ışık miktarı için bazı lambalar daha az güç tüketir. Örneğin bir mekânda 100 W'lık akkor flamanlı lamba yerine 20 W'lık LED lamba kullanılırsa aynı ışık miktarı elde edilir ancak daha az güç tüketilir (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: Işık verimi

Aydınlatma uygulamalarında iyi bir verim için verimlilik hesaplamaları yapılmalıdır. Çalışma alanına göre uygun güç ve ışık miktarı oranı hesaplamalar sonucunda ortaya çıkarılır. Hesaplamalar güç tüketiminin düşük, ışık çıktısının yüksek olması ilkesine göre yapılır. Buna **ışık verimi** denir. Işık verimi, bir aydınlatma elemanının elektrik gücünü ışığa ne kadar verimle dönüştürdüğünü belirtir. Birimi lümen/watt (lm/W)'tır. Bir ışık kaynağı, bir W güç harcayarak kaç lümen ışık çıktısı sunuyorsa bu ışık verimidir. Bu sebeple aydınlatma için uygun lamba seçilirken lm/W değerinin büyük olmasına dikkat edilmelidir.

Aydınlatma hesaplamaları büyüklüğüne göre elle veya yazılımla yapılabilir. Bu yazılımlar sadece hesaplama değil armatürlerin sayı ve yerleşimlerini kararlaştırmak için de kullanılır. Özellikle büyük aydınlatma projelerinde önemli avantajlar sağlar. Ücretli ve ücretsiz sürümleri vardır. Bu yazılımlarla tek bir odanın, bütün katın, tüm binanın, dış mekânların aydınlatma hesapları ve tasarımları, aydınlatma ve sensör planlamaları yapılabilir. Programlar farklı ara yüzlere sahiptir ancak programların genel kullanımları benzerdir.

Farklı özellikteki lambaların çektikleri güç ve verdikleri ışık miktarı aynı değildir. Bununla ilgili yaklaşık değerler Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2: Tip ve Güçlerine Göre Lambalardan Alınan Işık Miktarları

Lamba Çeşitleri					**Lamba Işık Miktarı (lm)**
	Akkor Flamanlı Lamba	**Halojen Lamba**	**Kompakt Floresan (CFL)**	**LED Lamba**	
Lamba Gücü (W)	40 W	29 W	9 W	7-8 W	450-800
	60 W	43 W	14 W	10-13 W	800-1.100
	75 W	53 W	19 W	17 W	1.100-1.600
	100 W	72 W	23 W	20 W	1.600-2.200
Tasarruf	-	%30	%75	%80	-
Lamba Ömrü	1 yıl 1.000 saat	1-3 yıl 3.000 saat	5-10 yıl 10.000 saat	15-25 yıl 50.000 saat	-

1. ÖRNEK

40 W güce sahip bir akkor flamanlı lamba 490 lm ışık vermektedir. Lambanın verimini hesaplayınız.

Lamba verimi = 490/40

Lamba verimi = **12,25 lm/W**

2. ÖRNEK

9 W güce sahip bir kompakt floresan lamba 580 lm ışık vermektedir. Lambanın verimini hesaplayınız.

Lamba verimi = 580/9

Lamba verimi = **64,4 lm/W**

3. ÖRNEK

8 W güce sahip bir LED lamba 806 lm ışık vermektedir. Lambanın verimini hesaplayınız.

Lamba verimi = 806/8

Lamba verimi = **100,75 lm/W**

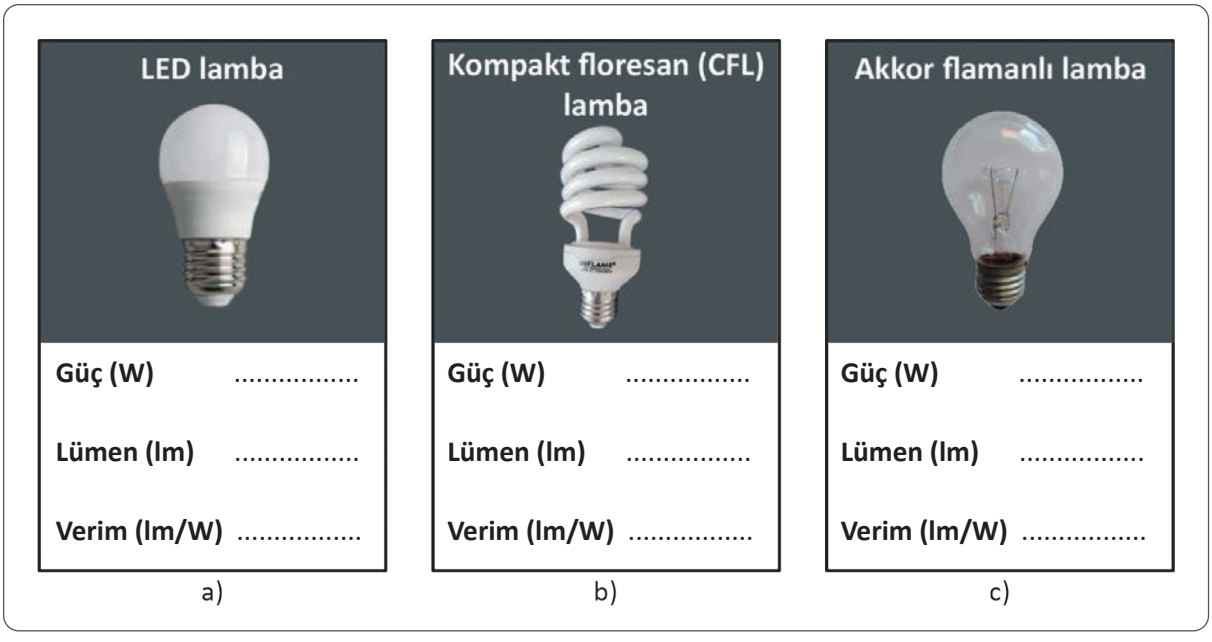
İŞ GÜVENLİĞİ İLKESİ İLE YAŞA, ZOR GÜNLER YAŞAMA!

2.1. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Aydınlatma Verimlilik Hesaplamaları**

Amaç : Aydınlatma uygulamalarında verimlilik hesaplamalarını yapmak.

Süre: ..... dk.



Görsel 2.16: Lamba çeşitlerinin elektriksel değerleri

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
LED lamba	5-20 W uygun elektriksel değerde	1 adet
Kompakt floresan lamba (CFL)	5-20 W uygun elektriksel değerde	1 adet
Akkor flamanlı lamba	50-100 W uygun elektriksel değerde	1 adet

İşlem Basamakları

1. Atölyenizde bulunan üç adet farklı lambanın güç ve lm değerlerini Görsel 2.16'da bulunan yerlerine yazınız.
2. Yazdığınız değerlere göre lambaların verimlerini hesaplayınız.
3. Hesapladığınız verim değerlerini Görsel 2.16'da bulunan yerlerine yazınız.
4. Hesapladığınız değerlere göre lamba verimlilik sıralamasını yapınız.
5. Sonuçları yorumlayınız ve öğretmeninizle paylaşınız.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Güvenliğin ne kadar önemli olduğunu kazaların öğretmesine izin vermeyiniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Lambaların değerlerini doğru yazdı.					
Sınıf-No.		**2**	Verimlilik hesaplamalarını doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Verimlilik sıralamasını doğru yaptı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

2.2. AYDINLATMA DONANIMINDA ENERJİ ETİKETLEMESİ

Enerji sınıfı, elektrikli cihazları enerji verimliliği bakımından kategorize edip sıralayan bir sınıflandırma biçimidir. Sınıflandırma, cihaz üzerine yapıştırılan bir etiketle belirtilir. Bu etiketler beyaz eşya cinsinden buzdolabı, çamaşır ve bulaşık makinesi gibi elektrikli cihazların enerji verimliliğini belirlemede kullanılır.

Enerji verimliliği 2021 yılından önce A+++ etiketinden başlayarak A++, A+, A, B, C ve D sınıfı şeklinde bir sıralamayla belirlenmekteydi. 2021 yılında yapılan değişiklikle bu sıralama A, B, C, D, E, F ve G şeklinde olmuştur. Yeni çizelgede, 2021 yılı itibarıyla verimliliği en yüksek enerji etiketi A sınıfı olmuştur. Bu değişiklikle üretici markaların daha fazla enerji tasarrufu sağlayan ve çevre dostu teknolojik ürünler geliştirmeye yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Enerji etiketleri bu elektrikli cihazlarda kullanılmakla birlikte ışık kaynakları için de geçerlidir. Işık kaynağı üzerindeki etiket, o kaynağın verimlilik oranını belirtir.

2.2.1. Aydınlatma Sistemi Donanımında Enerji Sınıfı

Lambalar ve diğer aydınlatma ürünleri LED teknolojilerinin gelişmesiyle çok daha verimli hâle gelmiştir. Verimliliğinin kolayca görülebilmesi için de etiketlenir. Etiketleme daha verimli ışık kaynağı seçimini kolaylaştırır. Yeni etiketleme dizilimine göre ışık kaynakları A, B, C, D, E, F ve G şeklinde sınıflandırılır. Tablo 2.3'te enerji sınıfı, sınıf rengi ve ışık kaynağı verimleri verilmiştir.

Tablo 2.3: Işık Kaynağı Enerji Sınıfı ve Verimleri

Enerji Sınıfı	Işık Kaynağı Verimi (lm/W)
A	>210
B	185-210
C	160-185
D	135-160
E	110-135
F	85-110
G	<85

4. ÖRNEK

9 W güce sahip bir uzaktan kumandalı RGB LED lamba 420 lm ışık vermektedir. Lambanın verimini hesaplayarak enerji sınıfını belirtiniz.

Lamba verimi = 420/9

Lamba verimi = **46,66 lm/W**

Enerji sınıfı: **G** (tablodan)

5. ÖRNEK

12 W güce sahip bir LED lamba 1.080 lm ışık vermektedir. Lambanın verimini hesaplayarak enerji sınıfını belirtiniz.

Lamba verimi = 1.080/12

Lamba verimi = **90 lm/W**

Enerji sınıfı: **F** (tablodan)

SIRA SİZDE

20 W güce sahip bir LED projektör 2.000 lm ışık vermektedir. Projektörün verimini hesaplayarak enerji sınıfını belirtiniz.

Lamba verimi = ...

Lamba verimi = ...

Enerji sınıfı: ..... (tablodan)

2.2.2. Aydınlatma Enerji Sınıfının Sistem Verimliliğine Etkisi

Herhangi bir ürün alınırken fiyatı, markası ve kalitesine bakılır. Genel olarak fiyat / performans ürünleri tercih edilir. Kullanıcı, fiyatına göre en kaliteli ürünü almak ister. Aynı durum aydınlatma donanımı için de geçerlidir. Ancak aydınlatma ürünlerinde seçeneklerin içine enerji verimliliği de eklenir. Verimli bir ürün daha az enerji harcayarak dolaylı yoldan fiyatı etkiler.

Enerji sınıfı etiketleri, verimlilik konusunda kullanıcıları bilgilendirerek en verimli ürünü almalarını kolaylaştırır. Ürün üzerindeki etiketler, daha verimli aydınlatma elemanı alınması konusunda kolaylık sağlar ve kullanıcıyı teşvik eder. Verimli aydınlatma elemanı, kullanıcı açısından düşük fatura ve para tasarrufu demektir.

Enerji verimliliğinin kullanıcıya etkisi bütçe tasarrufu olmakla birlikte genel etki bununla sınırlı kalmaz. Küresel ölçekte düşünüldüğünde sera gazı emisyonlarının ve karbon ayak izinin azaltılmasıyla sürdürülebilir bir yaşama katkıda bulunur.

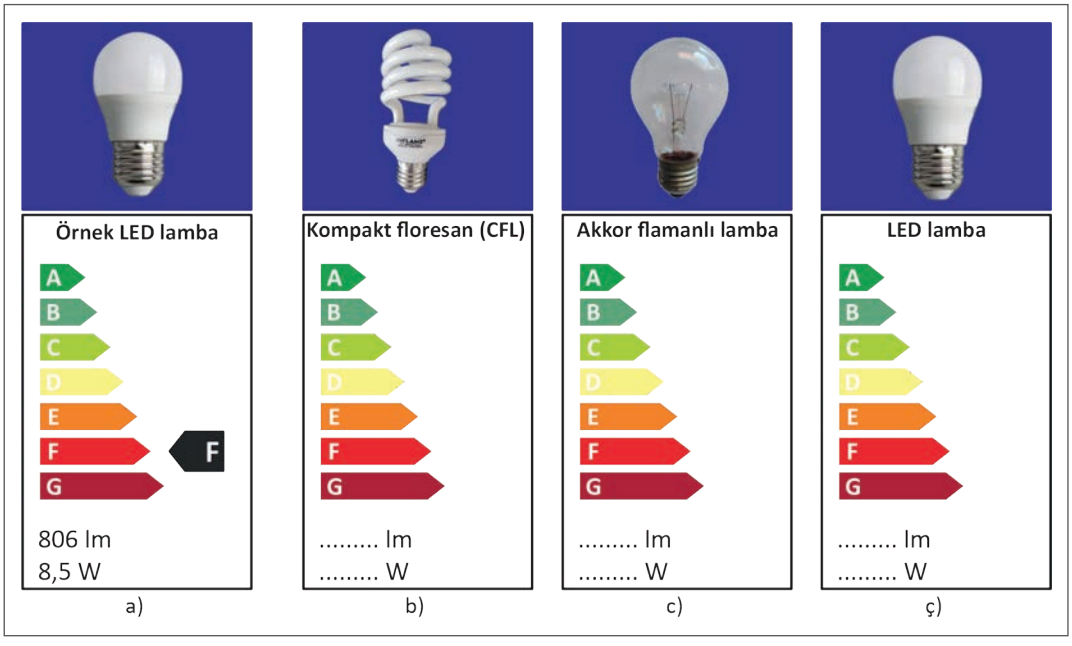
Elektrikle çalışırken daima güvenli yalıtımlı aletleri kullanınız.

2.2. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Farklı Aydınlatma Elemanlarının Enerji Sıralamasına Göre Etiketlenmesi**

Amaç : LED, CFL ve akkor flamanlı lambaların enerji sıralamasına göre etiketlemesini yapmak.

Süre: ..... dk.



Görsel 2.17: Lamba enerji sınıfı etiket bilgileri

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
LED lamba	5-20 W uygun elektriksel değerde	1 adet
Kompakt floresan lamba	5-20 W uygun elektriksel değerde	1 adet
Akkor flamanlı lamba	50-100 W uygun elektriksel değerde	1 adet

İşlem Basamakları

1. Görsel 2.17a'da verilen örnek bir LED lambaya ait etiket bilgilerini inceleyiniz.
2. LED lambanın nasıl sınıflandırıldığına dikkat ediniz.
3. Öğretmeninizin verdiği LED, CFL ve akkor flamanlı lambanın etiket bilgilerini inceleyiniz.
4. Kompakt floresan lambaya ait lm ve güç değerlerini Görsel 2.17b'ye yazınız.
5. Akkor flamanlı lambaya ait lm ve güç değerlerini Görsel 2.17c'ye yazınız.
6. LED lambaya ait lm ve güç değerlerini Görsel 2.17ç'ye yazınız.
7. Her üç lambanın verimini hesaplayınız.
8. Tablo 2.3'ten lambaların enerji sınıflarını bulunuz.
9. Bulduğunuz enerji sınıflarını, her lambaya ait ilgili renk sınıfının karşısına Görsel 2.17a'daki gibi yerleştiriniz.
10. Sonuçları öğretmeninizle paylaşınız.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Keşke dememek için iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Lambaların elektriksel değerlerini doğru yazdı.					
Sınıf-No.		**2**	Verim hesaplamalarını doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Enerji sınıflandırmasını doğru yaptı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

2.3. AYDINLATMA VERİMLİLİĞİ İÇİN GÜN IŞIĞININ KULLANIMI

Işık kaynakları, doğal ve yapay ışık kaynağı olmak üzere iki çeşittir. Doğal ışık kaynağı, güneş gibi kendiliğinden ışık yayan kaynaklardır. Yapay ışık kaynağı ise insanlar tarafından çeşitli yöntemlerle ışık yayması sağlanan (elektrik lambası vb.) kaynaklardır (Görsel 2.18).

Görsel 2.18: Doğal ve yapay ışık kaynakları

Aydınlatma verimliliği ve enerji tasarrufu için gün ışığından faydalanmak aydınlatmanın temel esaslarından biridir. Gün ışığını kullanmanın en önemli iki nedeninden biri psikolojik ihtiyaçlar diğeri ise enerji tasarrufudur. Bir mekân tasarlanırken doğru doğal aydınlatma yöntemleri kullanılırsa daha huzurlu ve verimli bir ortam oluşturmak mümkündür. Gün ışığı insanların kendini daha mutlu, huzurlu hissetmesine ve üretken olmasına yardımcı olur. Aynı zamanda doğayla bütünleşme duygusu uyandırır ve sürekli değişen doğa olaylarının hissedilmesini sağlar.

Gün ışığı kullanmanın diğer bir faydası ise yapay ışık kaynaklarından sağlanan aydınlatma ihtiyacının düşürülerek enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Gün ışığı, doğal aydınlatmayla enerji harcanmadan mekânlara taşınır ve gündüz saatlerinde yapay aydınlatmanın kullanımına olan gereksinimi en aza indirir. Böylece enerji tüketimi ve maliyeti düşer. Enerji verimliliğinin yanı sıra doğal aydınlatma, son derece çevre dostu ve sürdürülebilir bir uygulamadır. Etkili ve verimli bir aydınlatma için ana hedefler doğrultusunda bütüncül bir yaklaşım benimsenerek iyi bir doğal aydınlatma tasarımı yapılmalıdır.

Gün ışığı ile aydınlatmanın ana hedefleri şunlardır:

- Gündüz aydınlatmayı sağlamak.
- Homojen gün ışığı dağılımıyla kamaşmayı önlemek.
- Değişen doğa olaylarının algılanmasını sağlamak.
- Enerji tasarrufu yapan verimli bir sistem oluşturmak.

Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için iyi bir gün ışığı tasarımı yapılmalıdır. Tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Binanın konumu ve bulunduğu iklim bölgesi
- Binanın işlevi, kullanım saatleri
- Gün ışığı açıklıklarının boyut, form ve konumları
- Gün ışığı ve yapay ışığın en uygun seviyede birleştirilmesi

2.3.1. Binalarda Gün Işığı Açıklıkları

Binaların gün ışığıyla aydınlatılması genellikle pencereler veya çatı ışıklıkları kullanılarak gerçekleştirilir. Binalarda gündüz saatlerinde pencerelerden içeriye giren güneş ışığı genellikle ana ışık kaynağı olarak kullanılır. Gün ışığının yetersiz kaldığı zamanlarda ve akşam saatlerinde ise elektrikle çalışan yapay ışıklar kullanılır. Bunun yanında ışık rafı ve ışık tüpü gibi sistemler de vardır.

2.3.1.1. Pencereler

Pencereler, binanın dış duvarlarında bulunan ve mevcut alanın doğal aydınlatmasını sağlayan gün ışığı açıklıklarıdır. Yapay ışık kullanımının azaltılmasında ve kullanıcı performansının yükseltilmesinde en önemli doğal ışık yoludur (Görsel 2.19a).

2.3.1.2. Çatı Işıklıkları

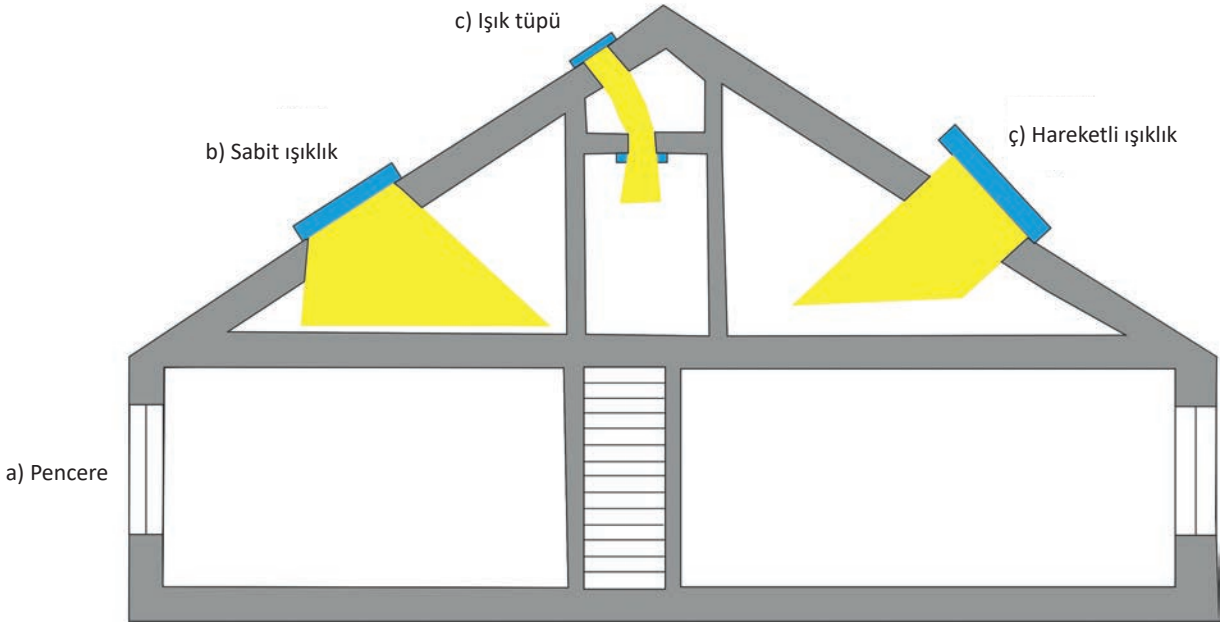
Çatı ışıklıkları, çatıda bulunan ve yeterli gün ışığı alınmasını hedefleyen açıklıklardır. Kullanım şekline, çatı ve oda tipine göre pek çok çeşidi vardır. Çatı ışıklıklarından bazıları şunlardır:

Sabit Işıklık: En çok kullanılan ışıklık türüdür. Çatıya sabitlenmiştir ve havalandırma amacıyla açılamaz. Bu ışıklıklar merdiven boşluğu ve çatı katı gibi az aydınlatılmış alanlarda kullanılır (Görsel 2.19b).

Işık Tüpleri: Işık tüpleri, gün ışığını taşıyarak bir yerden başka bir yere ileten sistemlerdir. Üstte bir kubbeyle kaplanmış tüp şeklinde borudan oluşur. Bu kubbe, ışığı toplar ve tüpe iletir. Tüpün içi yansıtıcı malzemeden yapılmıştır. Dolayısıyla alınan gün ışığı, yansıma yoluyla aydınlatma alanının tavanına taşınır, ışık kaybı olmadan aktarım gerçekleştirilir (Görsel 2.19c).

Işık tüpleri, sabit ve havalandırmalı ışıklık için gerekli çatı alanının bulunmadığı veya alanın çok küçük olduğu durumlarda tercih edilir. Özellikle dışa kapalı olan ve gün ışığının ulaşamadığı bölümlerde iyi sonuçlar verir.

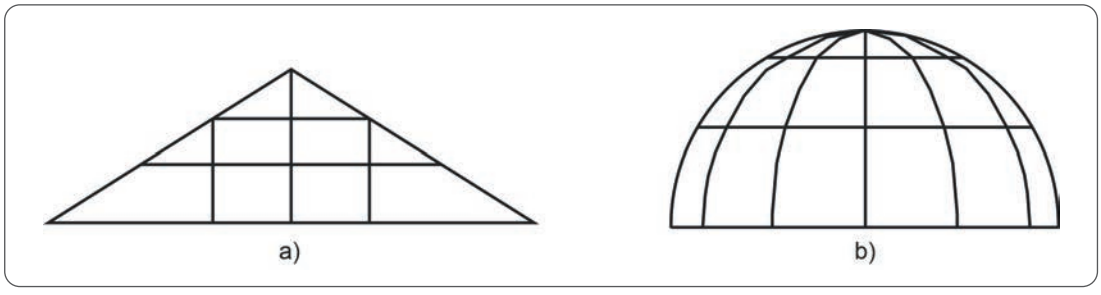
Hareketli Işıklık: Çok amaçlı bir ışıklık türüdür. Penceresi açılabilir. Bu sebeple ışıklık olarak kullanıldığı gibi havalandırma amacıyla da kullanılabilir. Mutfak ve banyolar için uygundur. Binada sürekli temiz hava akışını sağlarken mekânı aydınlatır. Elle veya otomatik kontrol edilebilir (Görsel 2.19ç).



Görsel 2.19: Pencere ve çatı ışıklıkları

Piramit Işıklık: Piramit şeklindeki ışıklıklardır. Kullanım ihtiyacına göre istenen büyüklükte yapılabilir. Genellikle lobi ve giriş gibi alanlarda tercih edilir (Görsel 2.20a).

Kubbe Işıklık: Kubbe şeklinde, güçlü ve esnek plastikten yapılan ışıklıklardır. Kubbe şekli nedeniyle güneş ışığı odaya eşit şekilde dağılır. Güneş ışığı az gelse veya doğrudan gelmese de iyi bir aydınlatma sağlayabilir. Işıklık, koruma ve yalıtım için genellikle iki katman hâlinde gelir. Bu ışıklıklar aydınlatmanın yanında duvar resimleri, tablolar ve saksılar gibi bina girişlerinde kullanılabilir (Görsel 2.20b).

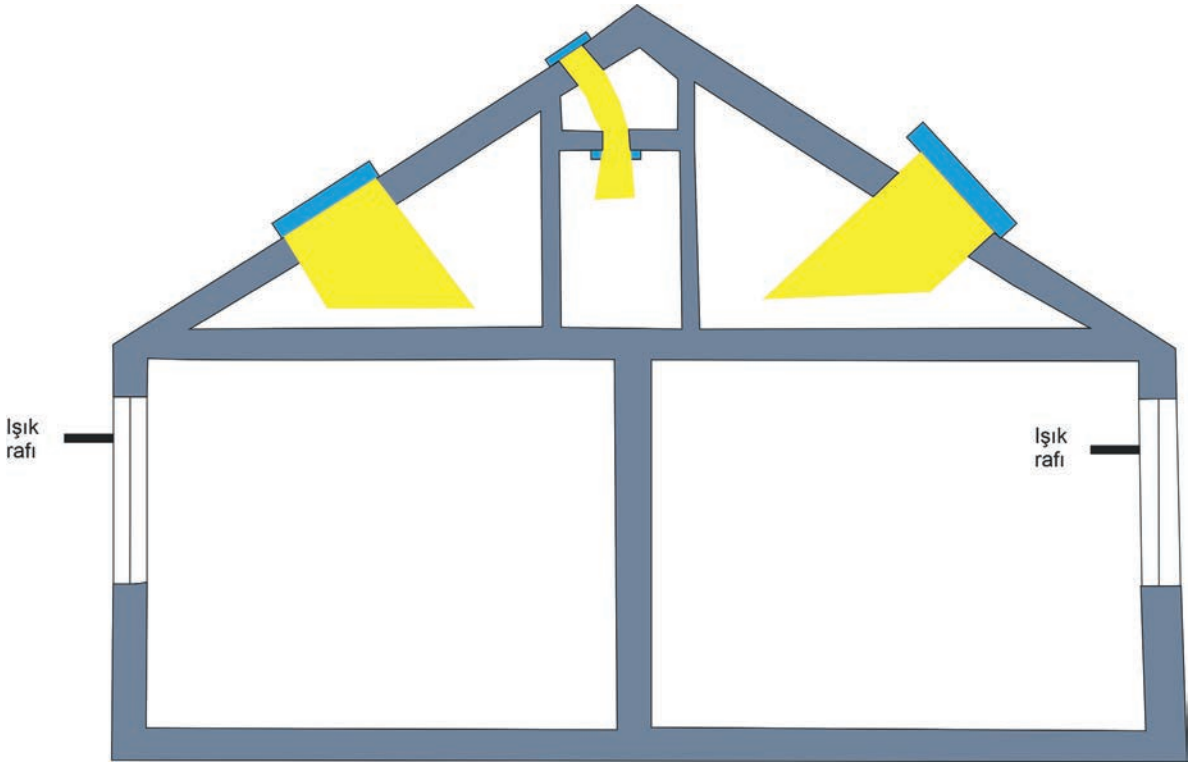


Görsel 2.20: Piramit ve kubbe tipi ışıklık

Özel Işıklık: Çatı yapısının yaygın kullanılan ışıklık tiplerinden herhangi birine izin vermediği durumlarda tercih edilen ve binanın mevcut yapısına göre şekillendirilen ışıklık çeşididir. Bu ışıklık türü genellikle binanın estetik görünümünün iyileştirilmesine katkıda bulunur. İhtiyaca göre herhangi bir geometrik şekil ve boyutta olabilir.

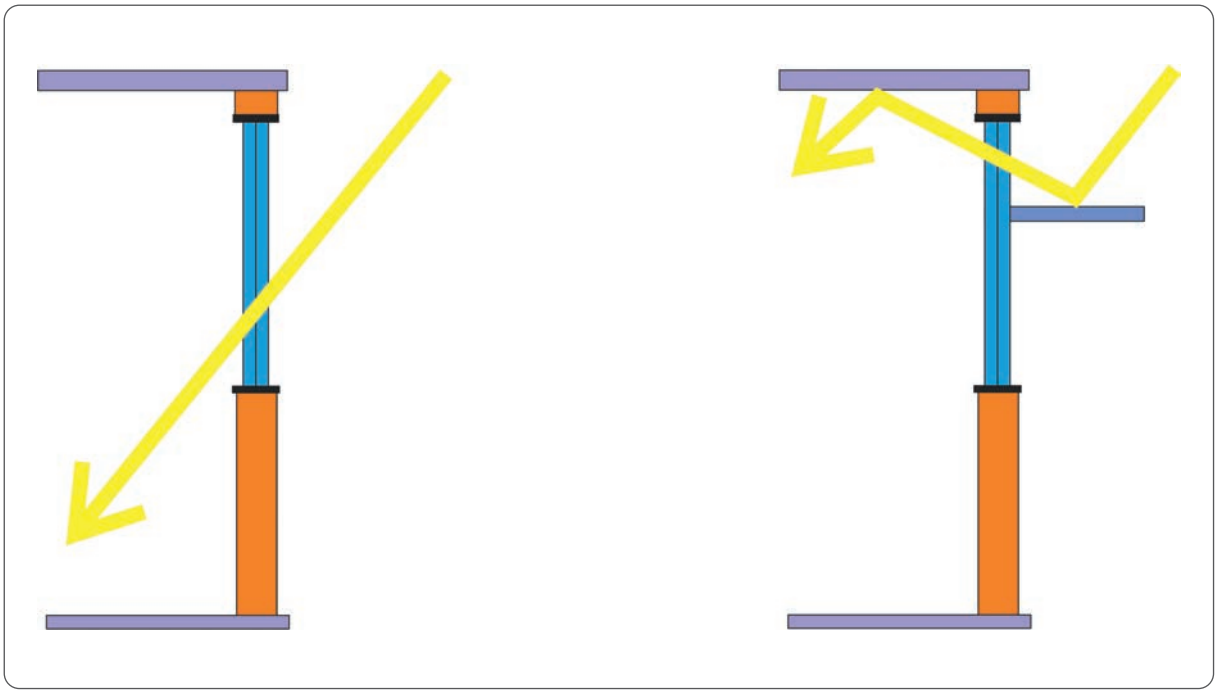
2.3.1.3. Işık Rafları

Güneş ışığını yönlendirmek amacıyla tasarlanan pencere raflarıdır. Pencerenin iç veya dış yüzeyine yerleştirilebilir (Görsel 2.21).



Görsel 2.21: Dış ve iç yüzeye yerleştirilen ışık rafları

Işık raflarının hem yatay hem de eğimli yerleştirilmesi mümkündür. Cepheyle bütünleşik olabileceği gibi sonradan da yerleştirilebilir. Işık raflarının işlevlerini yerine getirebilmeleri için yüksek bir tavana ihtiyaç vardır. Bu sebeple mimari tasarım ve taşıyıcı sistemle birlikte düşünülmelidir. Raf konumu belirlenirken alan hacmi dikkate alınmalıdır. Bulunduğu konumda pencerenin alt kısmı dış görüşü, üst kısmı ise ışığın içeri alınmasını sağlar. Raf ne kadar alta konumlandırılırsa tavana yansıtılan ışık miktarı o kadar fazla olur. Böylece pencerenin üst bölümünden gelen gün ışığı aydınlatma alanının daha derin bölgelerine iletilebilir (Görsel 2.22).



Görsel 2.22: Gün ışığının ışık rafından yansıması

Sağlanan dolaylı aydınlatma, özellikle bilgisayarla çalışılan ortamlarda çalışma konforunu yükseltir. Işık rafları, güneş ışığının bol olduğu bölgelerde, güneşe bakan yüksek tavanlı binalar için uygundur.

2.3.2. Gün Işığı Yapay Işık Entegrasyonu

Gün ışığı kullanmak yapay ışık ihtiyacını dolayısıyla enerji tüketimini azaltır. Doğru bir gün ışığı planlamasıyla enerji verimliliği önemli ölçüde artırılabilir. Verimlilik, işlevsellik ve konfor için aydınlatma yöntemlerinin (doğal, yapay) bütünleşik olarak kullanılması gereklidir.

Pencereler, çatı ışıklıkları ve gün ışığı kontrol sistemleriyle iç aydınlatma için gerekli doğal ışık sağlanabilir. Gün ışığının durumuna göre aydınlatma alanında ışık kaynaklarının dimlenmesi veya tamamen devre dışı bırakılması verimliliği artırır. Aynı şekilde gün içinde az kullanılan alanlarda hareket sensörlerinin kullanılması enerji tasarrufu açısından uygun bir çözümdür. Bu işlem kullanıcıları rahatsız etmeyecek kadar yumuşak, ani değişimlere tepki verebilecek kadar da hızlı olmalıdır. Yapılan işlemlerde gün ışığı miktarı, kullanıcı sayısı ve kullanım süresi dikkate alınmalıdır. Bu tekniklerin hedefi, binalarda yetersiz aydınlatma olan bölgelere gün ışığını ileterek istenen aydınlık düzeyine gün ışığıyla ulaşmak ve elektrik harcamalarını azaltmaktır.

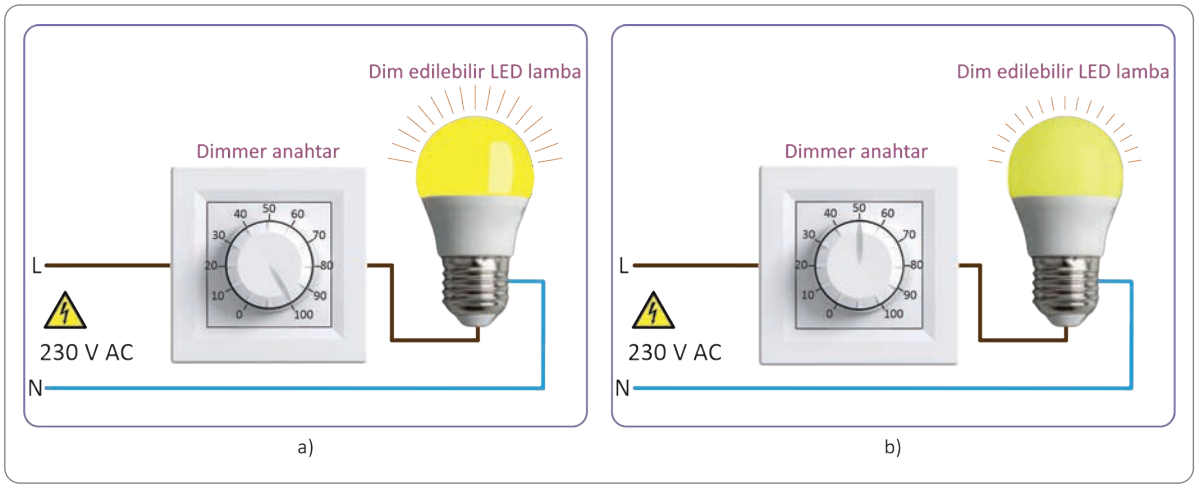
Kontrol sistemleri en fazla tasarrufu sağlayabilecek ve kullanıcı memnuniyetini karşılayabilecek biçimde seçilmelidir. Binalarda enerji tasarrufu, uygun kontrol yöntemlerinin seçilerek gün ışığı ve yapay ışığın görsel konfor şartlarını sağlayabilecek biçimde entegrasyonuyla mümkündür.

2.3. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Gün Işığı ve Yapay Işık Entegrasyonu**

Amaç : Gün ışığını ve yapay ışığı birlikte kullanarak verimliliği artırmak.

Süre: ..... dk.



Görsel 2.23: Dimmer anahtarlı LED lamba devresi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
LED lamba	5-20 W dim edilebilir özellikte	1 adet
Dimmer anahtar	Döner tip	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 2.23a'da verilen dimmer anahtarlı LED lamba devresini kurunuz.
3. Öğretmeninizin kontrolünde devreye enerji veriniz.
4. Dimmer anahtarı %100 (tam güç) ayarlayınız.
5. Lambayı bir müddet tam güçte çalıştırınız ve lamba parlaklığını gözlemleyiniz.
6. Dimmer anahtarı Görsel 2.23b'deki gibi %50 (yarı güç) ayarlayınız ve lamba parlaklığını gözlemleyiniz.
7. Devrenin enerjisini kesiniz.
8. Lambanın günde dört saat tam güçte çalışmasıyla harcadığı enerjiyi hesaplayınız.
9. Hesaplama sonucunu Tablo 2.4'teki ilgili alana yazınız.
10. Gün ışığından yararlanmak için lambanın günde dört saat yarı güçte çalışmasıyla harcadığı enerjiyi hesaplayınız.
11. Hesaplama sonucunu Tablo 2.4'teki ilgili alana yazınız.
12. Gün ışığıyla elde edilen enerji tasarrufunu hesaplayınız ve Tablo 2.4'teki ilgili alana yazınız.

Tablo 2.4: Enerji ve Tasarruf Hesaplaması

Tam Güç (%100)	Yarı Güç (%50)	Yarı Güç (%50)
Dört Saat Çalışma Sonunda Harcanan Enerji Miktarı	**Dört Saat Çalışma Sonunda Harcanan Enerji Miktarı**	**Dört Saat Çalışma Sonunda Tasarruf Edilen Enerji Miktarı**
.....	.....	.....

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

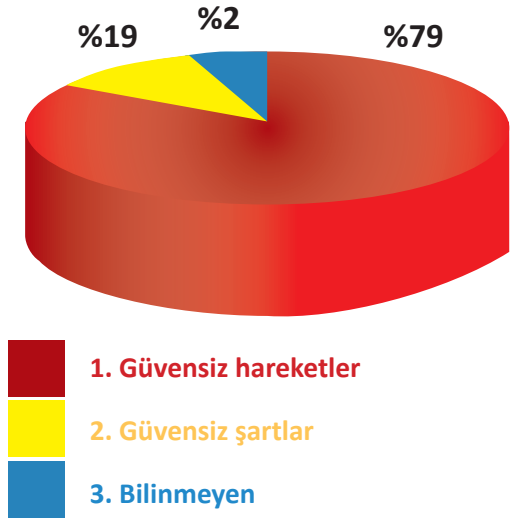
1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Devreyi doğru şekilde çalıştırdı.					
Sınıf-No.		**2**	Harcanan enerji miktarlarını doğru hesapladı.					
Öğretmenin		**3**	Tasarruf edilen enerji miktarını doğru hesapladı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

İŞ KAZALARI



"İŞ KAZALARININ %98'İ ÖNLENEBİLİR."

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (…) Lamba bir ışık kaynağıdır.

2. (…) Armatürler içlerinde yalnızca bir lamba barındırabilir.

3. (…) LED lambalarda ışık, istenmeyen yönlere de gitmektedir.

4. (…) Aydınlatma sensörleri, ortama göre lambaları açıp kapatarak enerji tasarrufu eder.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Topraklama işlemi ..... armatürlerde yapılır.

6. Rahat ve hızlı bir şekilde görüş sağlayan aydınlatma çeşidi ..... aydınlatmadır.

7. Verim değeri ..... olan bir lamba A enerji etiketine sahiptir.

8. Binalarda gün ışığı açıklıkları çatı ışıklıkları, ... ve ışık raflarıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi armatür ışığının %90-%100 oranında aydınlatma alanına yönlendirildiği aydınlatma şeklidir?

A) Direkt B) Endirekt C) Karma D) Yarı direkt E) Yarı endirekt

10. Aşağıdakilerden hangisi aydınlatma sisteminin devre dışı kalmasıyla devreye giren aydınlatmadır?

A) Acil B) Araç C) Endüstriyel D) Yer altı E) Yol

11. Aşağıdakilerden hangisi 20 W güce ve 2.000 lm ışık çıktısına sahip bir LED lambanın verimidir?

A) 10 B) 100 C) 1.000 D) 10.000 E) 100.000

12. Aşağıdakilerden hangisinde IP20 koruma sınıfına sahip bir armatürün koruma anlamı doğru verilmiştir?

A) Toza ve su girişine karşı koruma yok.

B) 50 mm'den büyük cisimlere ve suya karşı koruma var.

C) 12 mm'den büyük cisimlere karşı koruma var, suya karşı koruma yok.

D) 2,5 mm'den büyük cisimlere karşı koruma var, suya karşı koruma yok.

E) Toza ve su girişine karşı tam koruma var.

3. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GÜVENLİK VE BAKIM

KONULAR

3.1. BAKIM ÇEŞİTLERİ
3.2. AYDINLATMA ÜRÜNLERİNE AİT MONTAJ VE KULLANIM KILAVUZU
3.3. ARMATÜRÜN BAĞLANTI KONTROLLERİ
3.4. KABLOLARDA GÜVENLİK
3.5. ARMATÜRLERİN TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI
3.6. GERİLİM VE AKIM KONTROLÜ
3.7. AYDINLATMA SİSTEMLEMLERİNDE BAKIM VE ONARIM
3.8. KAYIT SAKLAMA PLANI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Aydınlatma sistemlerinde uygulanacak bakım yöntemleri
- Aydınlatma ürünlerini monte etme
- Armatörlerin bağlantısını yapma
- Armatürlerde kullanılan kabloyu seçme
- Armatürlerde topraklama bağlantısını yapma
- Armatürlerin çalışma gerilimi ve akım değerlerini ölçme
- Aydınlatma sisteminde oluşabilecek arızaları onarma
- Aydınlatma sistemlerinde gerçekleştirilen bakım ve onarımları kaydetme

TEMEL KAVRAMLAR

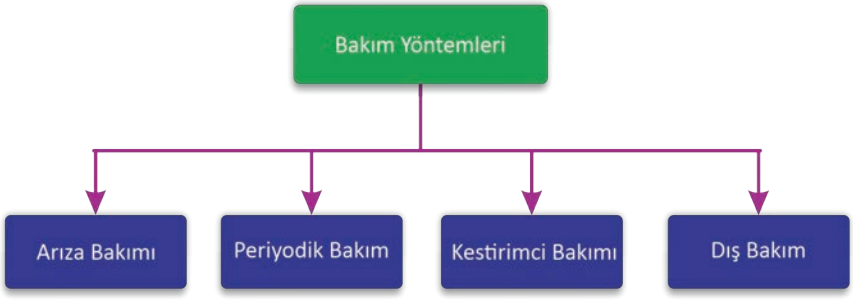
arıza, bakım, güvenlik, montaj, kablo, bağlantı, armatür, kayıt

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Aydınlatma sistemlerinde bakıma niçin ihtiyaç duyulur? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Aydınlatma ürünlerini kullanırken oluşabilecek kazaları ve tehlikeleri önleyebilmek için ne gibi önlemler alınabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

3.1. BAKIM ÇEŞİTLERİ

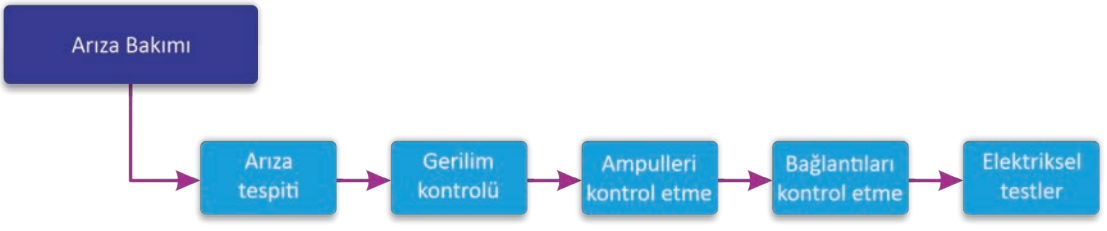
Aydınlatma sistemlerinin düşük maliyetle yeterli ışık vermesi ve bu performansın sürekli olması beklenir. Aydınlatma sisteminin performansı; zaman içinde armatürlerde oluşacak kir, toz gibi çevresel etkilerden, arızalı veya ömrünü tamamlamış lambalardan olumsuz etkilenir. Oluşacak olumsuzlukları gidermek için aydınlatma sistemine bakım yapılır. Sistemin güvenliği, verimliliği ve ışık performansının sürekliliği için bakım planı hazırlanır. Yapılacak bakım planı Şema 3.1'de verilen yöntemlere göre gerçekleştirilir.



Şema 3.1: Aydınlatma bakımı yöntemleri

3.1.1. Arıza Bakımı

Çalışmayan elemanların onarılması veya değiştirilmesine dayanan bakım yöntemidir. Gelişen teknolojiye uyum sağlayan işletmeler, alışveriş merkezleri ve büyük aydınlatma sistemine sahip konutlar arıza bakım yöntemini uygulamaz. Çünkü arıza anında müdahale edebilmek için aydınlatma sisteminde bulunan tüm elemanların yedeklerinin bulunması gerekir. Bu durum maliyet ve depolama açısından işletmeye sorun oluşturur. Ayrıca arıza bakım yönteminde arıza kaydedilmez. Arıza bakımının olumlu tarafları ise az personel tarafından uygulanması ve kullanılan lamba, anahtar, kablo gibi elemanların ömrünü tamamlamasıdır. Aydınlatma sisteminde arıza bakımı yapılırken Şema 3.2'deki adımlar takip edilir.



Şema 3.2: Arıza bakımı yönteminde izlenecek adımlar

Arıza Tespiti: Arızanın tek bir armatür veya tüm sistemi etkileyen bir sorun olup olmadığı belirlenir.

Gerilim Kontrolü: Aydınlatma arızalarının çoğu elektrik bağlantılarındaki sorunlardan kaynaklanır. Armatüre gelen gerilim ve ana elektrik kutusunda bulunan sigortalar veya kesiciler kontrol edilir. Sigorta ve kesiciler açıksa kapalı konuma alınır. Arızalı olmaları durumunda değiştirilir.

Ampulleri Kontrol Etme: Arızalı olan aydınlatma armatüründeki ampul değiştirilir.

Bağlantıları Kontrol Etme: Arızalı armatürdeki kablo bağlantıları kontrol edilir. Eğer bağlantılar gevşekse sıkılaştırılır veya bunların bağlantısı yenilenir.

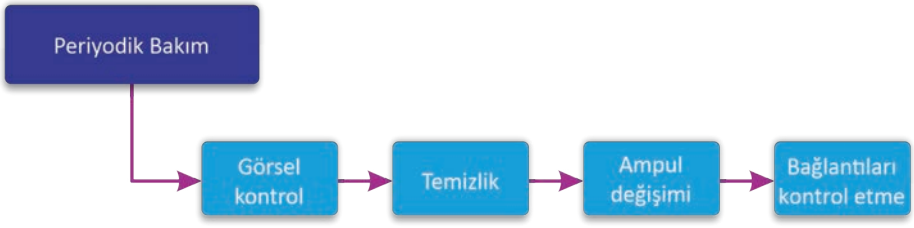
Elektriksel Testler: Enerji kesilerek avometreyle (amper volt ohm) elektriksel bağlantı ve bileşenler test edilir. Herhangi bir kısa devre veya kopukluk ölçülür. Enerji verilerek gerilim ölçülür. Gerilim düşükse veya yoksa kablo kesilmiş ya da bağlantılar gevşemiş olabilir. Bu durumda kablo bağlantıları yenilenmelidir.

Elektrik testleri ve enerji altında çalışma yapılırken güvenlik önlemleri daima alınmalı ve önlemlere azami dikkat edilmelidir.

3.1.2. Periyodik Bakım

Belirlenen zaman aralıklarında (günlük, haftalık, aylık, altı aylık, yıllık) yapılan planlı bakımdır. Tehlike barındıran ve hassas işlerde gerekli olan aydınlatmanın bakımı sık periyotlar hâlinde yapılırken genel ortam aydınlatmaları daha aralıklı periyotlar içinde yapılır. Yapılan bakım periyodik bakım formu oluşturularak kaydedilir.

Periyodik bakım, aydınlatma sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak ve arıza riskini düşürmek için önemlidir. Aydınlatma sisteminde periyodik bakım yapılırken Şema 3.3'teki adımlar takip edilir.



Şema 3.3: Periyodik bakım yönteminde izlenecek adımlar

Görsel Kontrol: Aydınlatma armatürleri ve kabloları gözle kontrol edilir. Armatürlerin kırık, hasarlı, kabloların uygun bir şekilde bağlı olup olmadığı ve genel olarak sistemde herhangi bir sorun olup olmadığı kontrol edilir.

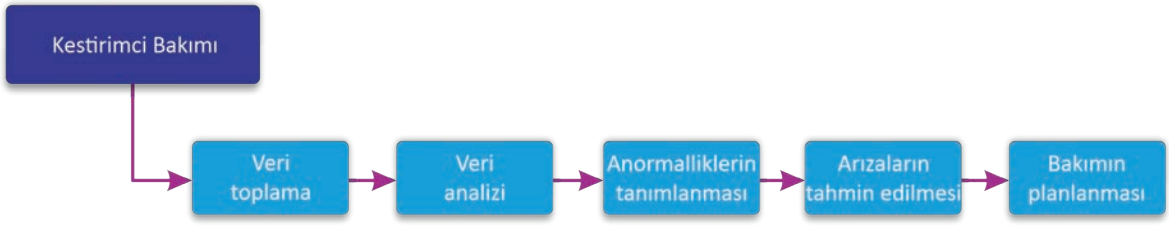
Temizlik: Aydınlatma armatürlerinin içerisinde biriken toz ve kirlerin temizlenmesi önemlidir. Toz ve kir birikmesi aydınlatma performansını azaltır. Toz ve nem birleştiğinde elektrik arızalarına yol açabilir. Ayrıca görsel açıdan hoş olmayan bir görüntü oluşturur.

Ampul Değişimi: Aydınlatma sisteminde kullanılan ampuller periyodik değiştirilmelidir. Ampulün ömrüne ve üreticinin tavsiyelerine bağlı olarak belirli bir süre sonra ampul değişimi gerekebilir. Eski ampuller çıkarılıp yeni ampuller doğru şekilde bağlanmalıdır. Değiştirilen ampuller çöp kutusuna asla atılmamalı, elektronik atık toplama merkezlerine ulaştırılmalıdır.

Bağlantıları Kontrol Etme: Aydınlatma sisteminin elektrik bağlantılarının düzgün çalışması için bu bağlantılar periyodik kontrol edilmelidir. Kabloların gevşek veya hasarlı olup olmadığına bakılmalıdır. Ayrıca biriken toz veya kirin elektrik bağlantılarına olan etkisi kontrol edilmelidir.

3.1.3. Kestirimci Bakımı

Kestirimci bakımı, aydınlatma sistemlerinde gelecekte oluşabilecek arızaları tahmin etmek ve bunlara karşı önlem almak amacıyla yapılan bir bakım yöntemidir. Arıza oluşmadan çeşitli ölçüm ve analizler sonucunda çıkan veriler değerlendirilir. Bu veriler ömrünü tamamlamak üzere olan ve değiştirilmesi gereken aydınlatma elemanının bilgisini verir. Bu bilgi doğrultusunda ortamın uygun olduğu zaman diliminde değişimler gerçekleştirilir. Aydınlatma sisteminde kestirimci bakımı yapılırken Şema 3.4'te görülen adımlar takip edilir.



Şema 3.4: Kestirimci bakımı yönteminde izlenecek adımlar

Veri Toplama: Aydınlatma sistemi bileşenlerinin çalışma durumu sensörler ve ölçme araçlarıyla takip edilir. Bu takip sonucunda oluşan veriler toplanarak bir arızanın meydana gelebileceği durumlar belirlenir. Lambaların ışık akısı, sıcaklık, voltaj, çalışma saati gibi veriler sürekli takip edilir.

Veri Analizi: Toplanan verilerin doğru analiz edilmesi ve yorumlanması, gelecekte oluşabilecek arızaların tespiti için önemlidir. Üreticinin belirlediği değerlerle lambanın ömrü, aydınlatma performansı ve arıza verebilirliği tespit edilir.

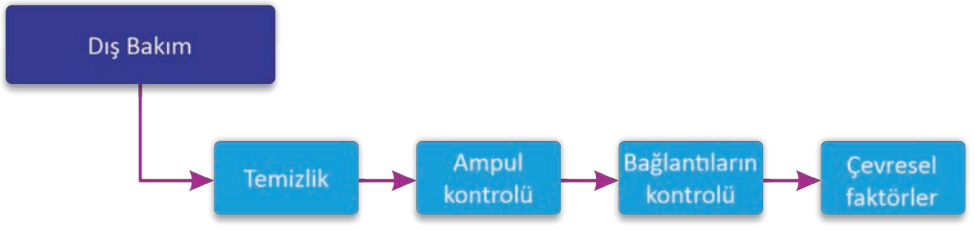
Anormalliklerin Tanımlanması: Anormallikleri tespit etmek için bir eşik değeri belirlenir. Sensörlerden gelen veriler normal aralığın dışındaysa bir arıza olasılığı vardır. Örneğin bir lambanın ışık akısı veya çektiği akım normal değerlerden farklıysa bu bir arıza olabileceğini işaret eder.

Arızaların Tahmin Edilmesi: Elde edilen veriler ve anormal durumların belirlenmesi sonucunda gelecekte oluşabilecek arızalar tahmin edilir.

Bakımın Planlanması: Elde edilen tahminlere dayanarak önleyici bakım planları geliştirilir. Veri analizine göre aydınlatma sistemi bileşenlerinin bakıma alınacağı zaman ve yöntem planlanır.

3.1.4. Dış Bakım

Dış mekân aydınlatma sistemlerinin düzenli bir şekilde bakımı, genel işlevlerini korumak ve uzun ömürlü olmalarını sağlamak için önemlidir. Aydınlatma sisteminin dış bakımı; lambaların, armatürlerin ve diğer dış bileşenlerin temizliği ile kontrolünü içerir. Aydınlatma elemanları güneş ve iklim şartlarına maruz kaldığı için dış bakım iç bakıma göre daha zordur. Aydınlatma sisteminde dış bakım yapılırken Şema 3.5'teki adımlar takip edilir.



Şema 3.5: Dış bakım yönteminde izlenecek adımlar

Temizlik: Aydınlatma armatürlerinin dış yüzeyleri düzenli temizlenir. Temizlik; toz, kir veya yaprak birikintilerini ve ışık yayılımını engelleyen herhangi bir engeli ortadan kaldırmak için yapılır. Armatür ve aydınlatma bileşenlerinin temizliği, üretici firmaların önerdiği kimyasal temizleyicilerle gerçekleştirilir.

Ampul Kontrolü: Aydınlatma armatürlerinde kullanılan ampuller düzenli kontrol edilmelidir. Bir ampul arızalıysa veya ışık performansı düşmüşse yenisiyle değiştirilmelidir. Ampul değişimi sırasında elektrik enerjisi mutlaka kesilmeli, enerji altında çalışılmamalıdır.

Bağlantıların Kontrolü: Dış mekân aydınlatma sistemlerindeki kablolar ve kablo bağlantıları düzenli kontrol edilir. Yıpranmış kablo değiştirilmeli veya gevşemiş bağlantı tamir edilmelidir. Elektrik kablo bağlantıları güvenli ve sıkı olmalıdır.

Çevresel Faktörler: Aydınlatma armatürleri dış mekânlardaki çevresel faktörlerden etkilenebilir. Özellikle yağmur, kar, rüzgâr veya güneş ışınları gibi hava koşulları armatürlerin dayanıklılığını etkileyebilir. Armatürlerin su ve toz geçirmezliği kontrol edilir. Dış aydınlatma sistemlerinde kullanılan armatürlerin UV (güneşten gelen mor ötesi ışınlar) direncine sahip olmaları istenir. Aksi hâlde armatürlerde renk solmaları yaşanır. Oluşan renk solması aydınlatma performansını olumsuz etkiler. Ayrıca UV ışınları bazı plastik parçalarda kırılganlığı artırabilir. Bu durum armatür, ampul veya kablolarda çatlaklara neden olur.

Tamir ve bakım sırasında güvenli ortamı hazırlayınız.

3.2. AYDINLATMA ÜRÜNLERİNE AİT MONTAJ VE KULLANIM KILAVUZU

Lamba, LED, balast, LED sürücü ve çeşitleri aydınlatmada kullanılan ürünlerdir. Aydınlatma ürünlerinin seçimi, ürünlerin kullanım kılavuzunda bulunan teknik bilgiler doğrultusunda yapılır.

Lambanın Teknik Özellikleri

CE: Bir ürünün olması gereken asgari güvenlik şartlarını sağladığını gösterir.

Güç: Aydınlatma için şebekeden çektiği elektrik gücüdür. Birimi watt, sembolü W'dir.

Gerilim: Çalışma gerilimidir. AC veya DC olarak belirtilir. Birimi volt, sembolü V'dir.

Frekans: Çalışma frekansıdır. Birimi hertz, sembolü Hz'dir.

Renk Sıcaklığı: Lambanın yaydığı görünür ışığın sahip olduğu ışık rengini belirtir. Birimi Kelvin, sembolü K'dir. 3.000 K, 4.500 K, 6.000 K şeklinde belirtilir.

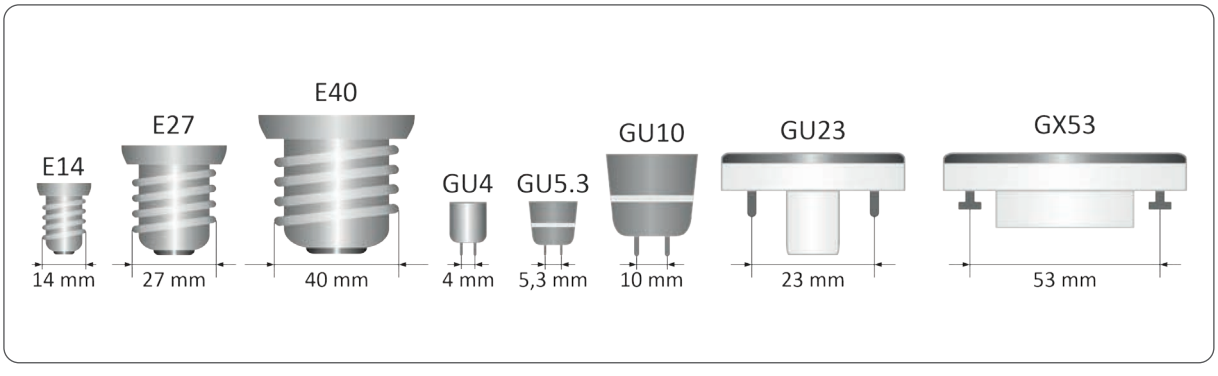
Aydınlatma aygıtları, ışık rengine göre yaygın kullanımıyla sıcak, doğal ve soğuk beyaz olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

- 2.700-3.500 K aralığı sıcak beyaz
- 3.500-4.500 K aralığı doğal beyaz
- 4.500-6.500 K aralığı soğuk beyaz

Işık Akısı: Bir aydınlatma aygıtının her yönde yaydığı toplam ışık miktarına denir. Birimi lümen, sembolü lm'dir.

Bir lamba veya aydınlatma aygıtının lümen değeri ne kadar yüksekse aygıt o kadar yüksek ışık değerine sahiptir.

Duy: Lambanın sabitlendiği ve elektrik bağlantısının yapıldığı elemandır. Duy sayesinde lambalar, arıza durumunda veya ışık miktarının değiştirilmesi istendiğinde yenisiyle kolayca değiştirilebilir. Lambalarda çeşitli duy tipleri bulunur. Duy tipi, E harfi ve kendisinden sonra gelen iki rakamla ifade edilir. E, Edison'un kısaltmasıdır; rakamsal değer ise duyun mm cinsinden çapını belirtir. E27 lamba duyu 27 mm, E14 lamba duyu ise 14 mm çapa sahiptir. Edison vidalı duyların pinli, geçmeli ve çevirmeli şekilde çeşitleri mevcuttur (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Çeşitli lamba duylarına ait örnekler

Hg: Floresan ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalarda kullanılan cıva (Hg) miktarını mg cinsinden belirtir. Bu tür lambalar doğaya verdiği zarar nedeniyle atık kurallarına göre imha edilmelidir.

Koruma Sınıfı: Aydınlatma aygıtının güvenlik açısından sınıfını ifade eder. Oturma odası gibi kuru, banyo gibi nemli ve ıslak ortamlarda kullanılan aydınlatma aygıtları güvenlik açısından farklı IP'lere sahiptir. Aynı zamanda maruz kalacağı fiziki zorluklara (toz, kum, su) karşı güvenlik açısından iç ve dış mekân aydınlatma aygıtlarının IP'leri farklılık gösterir.

İç Mekân İçin Aydınlatma IP'leri

IP20 (su geçirebilir): Ofisler, perakende mağazaları, yatak odaları ve oturma odaları gibi tüm iç mekânı kuru ortamlar için kullanımının uygunluğunu ifade eder.

IP40 (su geçirebilir): Böceklerin ışıklara girmesini önler ancak neme karşı korumanın olmadığını ifade eder.

IP42 (su damlamasına dayanıklı): Lambalar, çapı 1 mm'den büyük kablo ve katı cisimlerden korunur ve damlayan suya karşı dayanabilir.

IP44 (sıçrama korumalı): Banyolar ve su spreyine maruz kalan uygulamalar için uygundur.

Dış Mekân İçin Aydınlatma IP'leri

IP54 (toz korumalı, sıçrama korumalı): Toza ve su sıçramasına karşı koruma sunarak genel dış mekânda veya nemli iç mekân ortamlarında güvenli olarak kullanılabilir.

IP64 (toz geçirmez, su sıçramasına dayanıklı): Toz girişine ve her yönden su sıçramasına karşı tam korumalıdır.

IP65 (toz geçirmez, püskürtme korumalı): Toz girişine ve her yönden gelen düşük basınçlı su jetlerine (basınçlı su) karşı tam koruma sağlar.

IP66 (toz geçirmez, su geçirmez): Toz girişine ve her yönden yüksek basınçlı su jetlerine karşı tam koruma sağlar.

P67 (toz geçirmez, su geçirmez): Katı parçacıklara karşı ve 30 dakikaya kadar 1 m derinlikte suya karşı tam koruma sağlar.

IP68 (toz geçirmez, basınçlı su geçirmez): Aydınlatma aygıtı hava geçirmez şekilde kapalıdır ve sürekli su altında çalışmaya karşı tam koruma sağlar.

Işık Açısı: Bir ışık kaynağının ışığı dağıtma yöntemini belirten ifadeye **ışık açısı (beam angle)** denir. Işık açısı derece cinsinden ifade edilir, simgesi ° dir. Işık kaynakları 5°den 45°ye kadar dar açılı, 45°den 120°ye kadar geniş açılı olarak sınıflandırılabilir.

Işık açısı, iç mekânlarda tavan yüksekliği, dış mekânlarda direk veya montaj yeri yüksekliğine göre belirlenir. Aydınlatma elemanı yüksek bir noktaya yerleştirilecekse dar, alçak bir noktaya konumlandırılacaksa geniş açılı seçilmelidir.

Beyan Akımı: Aydınlatma aygıtının kısa süreli dayanım akımını ifade eder.

Çalışma Sıcaklığı: Aydınlatma aygıtının çalışabileceği en düşük ve en yüksek sıcaklık aralığını belirtir (-20 °C / +40 °C gibi).

Başlama Süresi: Aydınlatma aygıtının toplam ışık miktarının en az %60'ına ulaşabilmesi için gereken süredir. Bunun süresi lambanın tipine göre değişir. Karbon flamanlı lambalar, halojen veya LED tipi lambalar aydınlatma yoğunluğuna kısa sürede ulaşır.

CRI: Aydınlatma aygıtlarında renkle ilgili geriverim indeksini ifade eden CRI (The Color Rendering Index), objelerin gerçek renklerine yakın olma miktarını gösteren ifadedir. CRI değeri 0 ile 100 arasında rakamsal bir değerle ifade edilir. CRI değeri 100'e ne kadar yakınsa renkler gerçek değere o kadar yaklaşır. 100, maksimum CRI değerini ifade eder. Güneş ışığı, mükemmel ışığı temsil eder ve CRI değeri 100 olarak kabul edilir.

Kullanım Alanları: Aydınlatma cihazının kullanılabileceği alanları belirtir. Dekoratif obje, vitrin, mağaza, ev, otel, bahçe gibi iç mekân veya dış mekân kullanım yerlerini ifade eder.

Montaj: Aydınlatma cihazının montajıyla ilgili bilgilerin verildiği kısımdır. Gerekli durumlarda montaj anlatımı işlem basamakları şeklinde görselle desteklenir. Montaj sırasında gerekli İSG önlemleri alınmalıdır. Görsel 3.2'de örnek bir aydınlatma cihazının kullanma ve montaj kılavuzu yer almaktadır.

FİRMA LOGO®

MODEL / NO

Değerli Müşterimiz,

Bu kullanım kılavuzu maksimum performans sağlamak için gerekli bilgileri içermektedir.
Ürün garantisinin geçerli olması için bu kullanım kılavuzunda yer alan hususların uygulanması gerekmektedir.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Güç	: max. 35 W
Gerilim	: 110-265 V
Frekans	: 50-60 Hz
Duy	: GU10
Koruma Sınıfı	: IP20 - Class I
Çalışma Sıcaklığı	: -20 °C-+45 °C

Taşınma ve nakliye sırasında dikkat edilecek hususlar

Ürünler nakliye sırasında direkt darbelere karşı korunmalıdır.
Taşıma ve nakliye sırasında oluşabilecek hasarlar yükleyici, alıcı ve kullanıcı sorumluluğundadır.
Ürünün herhangi bir zarar görmemesi için ambalajın içinde taşınması gerekir.

Kullanım Alanları
Evler
Hastaneler
Mağazalar
Ofisler

MONTAJ VE GÜVENLİK UYARILARI

- Ürününüzü teslim alırken, fiziksel bir hasar olup olmadığını kontrol ediniz. Nakliye hasarlı ürünlerin değişimini kargodan yada ambardan talep ediniz.
- Ürününüzü teslim alırken, ürün ile birlikte gelmesi gereken aksesuarlar varsa tam olup olmadığını kontrol ediniz.
- Ürününüzün orijinal kutusunu veya paketini, aksesuar ve faturasını daha sonraki servis ihtiyacında kullanmak üzere saklayınız.
- Ürün barkodunun, model ve seri numarasının zarar görmemesine dikkat ediniz. Bunların okunmaması veya yıpranmış olması durumunda ürününüz garanti kapsamına girmemektedir.
- Ürün kullanım amaçları haricinde kullanılmamalıdır.
- Satıcı firma, ürünün usulüne uygun olmayan bir şekilde kullanılması sonucu ortaya çıkabilecek yaralanma veya hasar görme vakalarında sorumluluk üstlenmez.
- Elektrik bağlantıları sadece uzman personel tarafından yapılmalıdır.
- Ürün kurulurken elektrik bağlantısının kapalı olduğundan emin olunuz.
- Güç kablolarının hasarlı olduğu durumda ürünü kullanmayınız. Aksi takdirde ölüm, ciddi yaralanma veya maddi hasara neden olabilir.
- Ürün montajına başlamadan önce kabloların, armatürün dış çeperlerinin hasarlı olmadığından emin olunuz. Armatürü yerleştireceğiniz yerde armatüre, hasar verebilecek çentik, çıkıntı vb. bulunmamasına özen gösteriniz.
- Ürünün etiket üzerinde belirtilen çalışma geriliminden yüksek bir gerilim almadığından emin olunuz. Uyuşmazlık durumunda meydana gelebilecek arızalardan satıcı firma sorumlu tutulamaz ve arıza garanti kapsamında değerlendirilemez.
- Montaj için yalnızca firmamızın belirlediği ek aparatlar kullanılmalıdır.
- Şebeke bağlantısı ilgili ülkenin tesisat yönetmeliğine uygun bağlantı malzemeleriyle yapılmalıdır.
- Ürünü elektrik kaçağı olabilecek yerlerde kullanmayınız.
- Kablo bağlantı noktaları bağlantı klemensleri veya eriyen bant ile mutlaka yalıtılmalıdır.
- Ürün üzerinde tadilat, tamir, oynama veya herhangi bir fiziksel müdahalede bulunmayınız. Bu işlem sonucu maddi hasar oluşabileceği gibi, ürün garantiside geçersiz kalacaktır.
- Kullanım sırasında oluşabilecek aşırı ısınmaları önlemek için armatür gövdesi ve etrafındaki cisimler arasında yeterli hava boşluğu kalacak şekilde montaj yapılmasına dikkat edilmelidir.

MONTAJ ŞEKLİ

1	2	3	4
Armatürü duvara montaj vidaları ile sabitleyiniz.	Armatür kapağını ok yönünde çevirerek çıkarınız.	Ampulü kapağa ok yönünde yerleştiriniz.	Ampulü armatürdeki duya ok yönünde çevirerek yerleştiriniz.

DEMONTAJ BİLGİSİ

Enerjinin kapalı olduğundan emin olduktan sonra montaj bilgisinin ters işlemlerini uygulayınız.

ÖNEMLİ UYARILAR

- Üründe meydana gelen herhangi bir arıza durumunda; tamir konusunda uzman değilseniz, bu konuda uzman yetkili servisimizle irtibata geçiniz.
- Yetkili teknik servisimiz dışında ürüne kimsenin müdahale etmesine izin vermeyiniz. Bu tür müdahaleler sonucu ürün tümüyle garanti kapsamı dışında kalır.
- Led sürücünün bozulması durumunda aynı özellikte led sürücü ile değiştirilmesi gerekmektedir.
- Bu aydınlatma armatürünün harici bükülgen kablo veya kordonu hasarlanırsa; bir tehlikeden kaçınmak için yetkili kişi tarafından değiştirilmesi gerekir.
- Ürün çalışır durumdayken yüzeyi sıcak olabilir. Ürünün enerjisi kesilip soğumadan dokunulmamalıdır. Ürün çalışır durumdayken direkt olarak bakmayınız.
- Armatür yüzeyini alkol, benzin gibi yanıcı maddelerle temizlemeyiniz.
- Ürünü çocukların ulaşamayacakları yerlerde ve ürün kutusu içinde muhafaza ediniz.

GARANTİ BELGESİ

Garanti Şartları

1- Garanti süresi, malın fatura tarihinden itibaren başlar ve 1 yıldır.
2- Malın bütün parçaları dahil olmak üzere tamamı garanti kapsamındadır.
3- Malın ayıplı olduğunun anlaşılması durumunda tüketici, 6502 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanunun 11 inci maddesinde yer alan;
a) Ücretsiz onarımı yaptırmak.
b) Onarımı yapılmadığı takdirde yeni ürünle değiştirilmesi.
4- Tüketicinin bu haklardan ücretsiz onarım durumunda satıcı; işçilik masrafı, değiştirilen parça bedeli ya da başka herhangi bir ad altında hiçbir ücret talep etmeksizin malın onarımını yaptırmakla yükümlüdür.
5- Malın garanti süresi içerisinde arızalanması durumunda, tamirde geçen süre garanti süresine eklenir. Malın tamir süresi 20 iş gününü geçemez...
6- Malın kullanma kılavuzunda yer alan hususlara aykırı kullanılmasından kaynaklanan arızalar garanti kapsamı dışındadır.

Arızalı ürünü garanti kapsamı dışına çıkaran kullanım hataları nelerdir ?

Elektrik ve kullanıcının kullanımından doğan arızalar (elektrik kesilmesi, voltaj dalgalanması, makinaya ait olmayan aksesuar takılması ya da kullanılması zorunlu olan aksesuarların kullanılmaması gibi), garantili ürünlerde yetkili servis dışında herhangi bir müdahalenin yapılması, garanti etiketi olan ürünlerde etiketin zarar görmesi, cihazın dış yüzeyinde oluşan kırık, çizik vb. nedenlerden meydana gelen arızalar, tozlu, rutubetli, aşırı sıcak ya da soğuk ortamlarda kullanılma sebebi ile oluşan arızalar, sel, yangın, deprem, yıldırım düşmesi vb. doğal afetlerin sebep olduğu arızalarda garanti kapsamı dışındadır.

Servis Adresi: .....

AEEE Yönetmeliğine Uygundur.

CE

İTHALATÇI-İMALATÇI: .....

Görsel 3.2: Örnek bir aydınlatma cihazının kullanma ve montaj kılavuzu

SIRA SİZDE

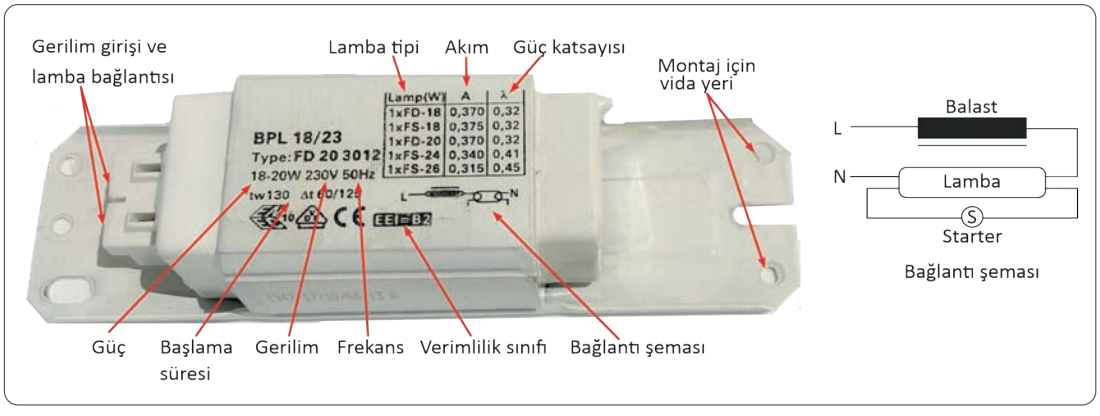
Aşağıda üç farklı lambaya ait teknik özellikler verilmiştir. Bu özelliklere göre noktalı kısımları doldurunuz.

1. LAMBANIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	2. LAMBANIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	3. LAMBANIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ
40 W 185-265 V (AC) 3.400 lm 50-60 Hz E27 IP20 0 mg 6.400 K-3.200 K CRI >80	36 W 185-265 V (AC) 2.700 lm 50-60 Hz E14 IP45 <0,02 mg 3.400 K-2.200 K CRI >50	30 W 185-265 V (AC) 6.600 lm 50-60 Hz E27 IP68 0 mg 8.400 K-6.200 K CRI >90
Cıva değeri ..... Koruma sınıfı ..... Duy tipi ..... Renk geriverim ..... Renk sıcaklığı ..... Işık verme	Cıva değeri ..... Koruma sınıfı ..... Duy tipi ..... Renk geriverim ..... Renk sıcaklığı ..... Işık verme	Cıva değeri ..... Koruma sınıfı ..... Duy tipi ..... Renk geriverim ..... Renk sıcaklığı ..... Işık verme .....

3.2.1. Balast

Floresan ve HID gibi gaz deşarjlı lambaları çalıştırmak için ihtiyaç duyulan, uygun gerilimi ve akımı sağlayan cihazlardır. Balastlar, manyetik ve elektronik olarak ikiye ayrılır.

Manyetik Balast: İçerisinde bakır sargılarla oluşturulmuş transformatör kullanılır. Bakır telin uzunluğu, kalınlığı ve trafo giriş-çıkış sargı oranları balastın çıkış akımını ve gerilimini belirler. Manyetik balastlar, büyük ve ağır yapıdadır. Aynı zamanda verimlilikleri düşüktür (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Manyetik balast ve manyetik balastın bağlantı şeması

EEI (Energy Efficiency Index): Balastlar için enerji verimliliğini ifade eder (EEI-B2).

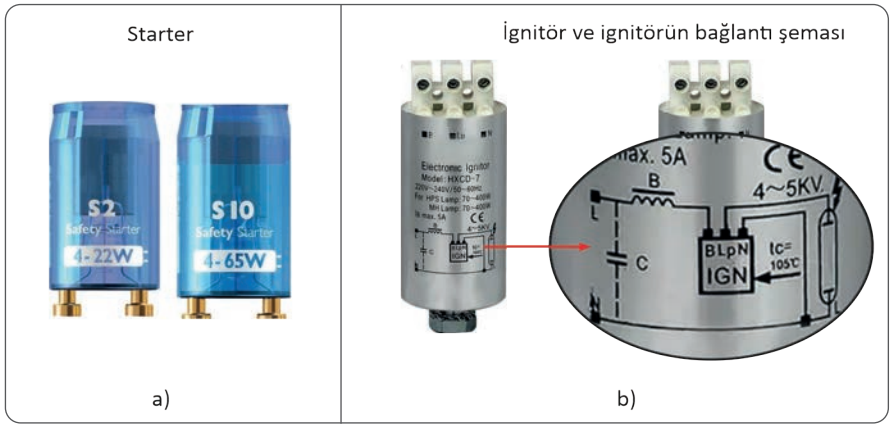
B1 : Çok yüksek verimli manyetik balastlardır.

B2 : Yüksek verimli manyetik balastlardır.

C : Standart manyetik balastlardır (Verimliliği düşük olduğu için CE ifadesi taşımaz ve kullanımı yasaktır.).

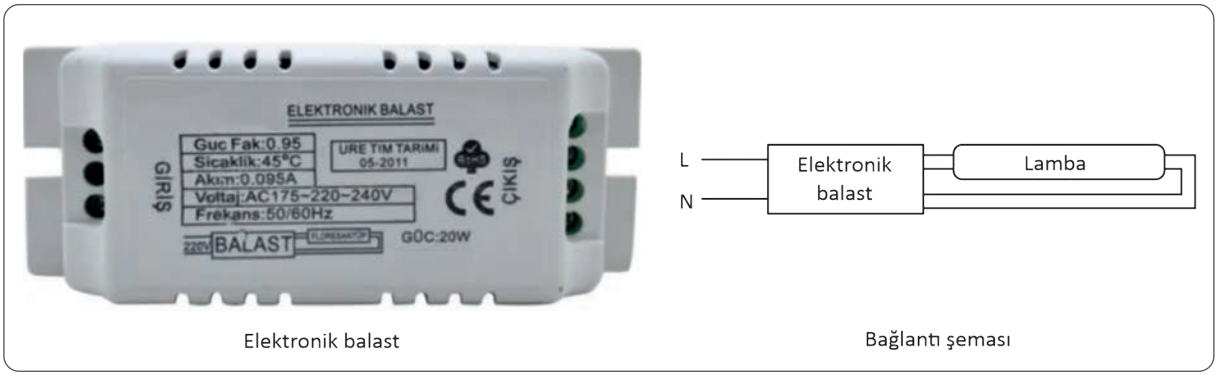
D : Yüksek kayıplı manyetik balastlardır (Verimliliği düşük olduğu için CE ifadesi taşımaz ve kullanımı yasaktır.).

Floresan kullanımında manyetik balastla birlikte starter (başlatıcı) kullanılır (Görsel 3.4a). HID lambalar için ise ignitör (ateşleyici) kullanılır (Görsel 3.4b). Starter ve ignitör, lambaların ilk çalışma anında gerekli olan yüksek gerilimi sağlar. S2 starter 4-22 W, S10 starter 4-65 W arası lambalarda kullanılır.



Görsel 3.4: Starter ve ignitör

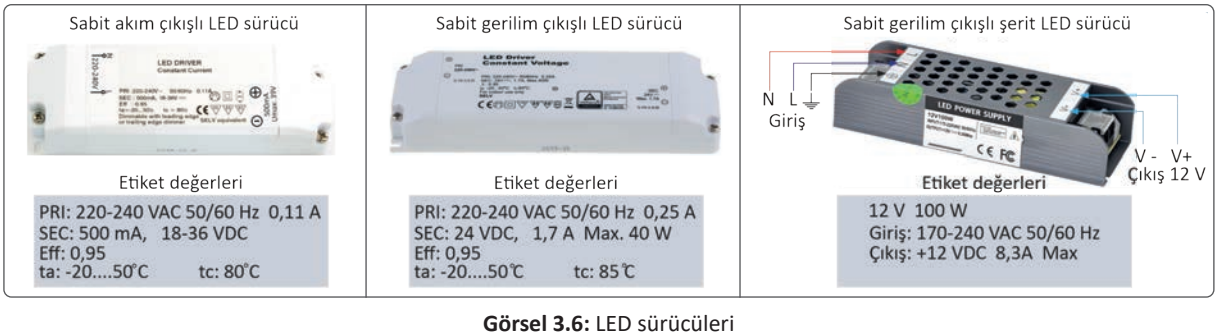
Elektronik Balast: Çıkış akımını kontrol etmek için elektronik devre elemanlarını kullanır. Akım, elektronik balastlarla çok hassas bir şekilde yönetilebilir. Elektronik balastlar, manyetik balastlara göre daha küçük, hafif ve yüksek elektriksel verime sahiptir (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: Elektronik balast ve elektronik balastın bağlantı şeması

3.2.2. LED Sürücü

LED sürücü, bir ya da birden fazla LED dizisini çalıştırmak için gerekli DC gerilim ve akımı sağlayan elektronik cihazdır. LED sürücü seçilirken giriş gerilimi, çıkış gerilimi, çıkış akımı, kontrol seçenekleri, IP koruma derecesi vb. özelliklere dikkat edilmelidir. LED sürücünün teknik özellikleri, kullanım kılavuzu veya üzerindeki etiket bilgilerinde bulunur (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: LED sürücüleri

LED'ler sabit akım veya sabit gerilim altında çalıştırılmalıdır. Aşırı akım veya gerilim LED'lerin kısa sürede bozulmasına neden olur. Sabit akım çıkışlı LED sürücüler LED dizilerini sabit akımla, sabit gerilim çıkışlı LED sürücülerse sabit gerilimle besler. Çıkış sabit olduğundan şebeke geriliminden kaynaklı değişikliklerden etkilenmez. Şebeke geriliminin ani düşmesi veya yükselmesi durumunda LED parlaklığında değişim olmaz.

LED içeren bazı lambalar ve sürücüleri şunlardır:

LED Ampuller: Sürücü, lamba ile birlikte imal edilir. Görsel 3.7'de LED ampul ve LED ampulün iç yapısı görülmektedir. Sürücü ve LED'ler dairesel şekilde alüminyum PCB (baskı devre kartı) üzerine monte edilir ve soğutulur. Işık geçiren beyaz kapak, yayılan ışığın daha homojen biçimde dağılması için kullanılır. Bu tip lambalarda genellikle LED'ler seri bağlanır. Arıza durumunda bir veya birkaç LED arızalandığı için bu LED'lerin değiştirilmesiyle yeniden kullanılabilir.

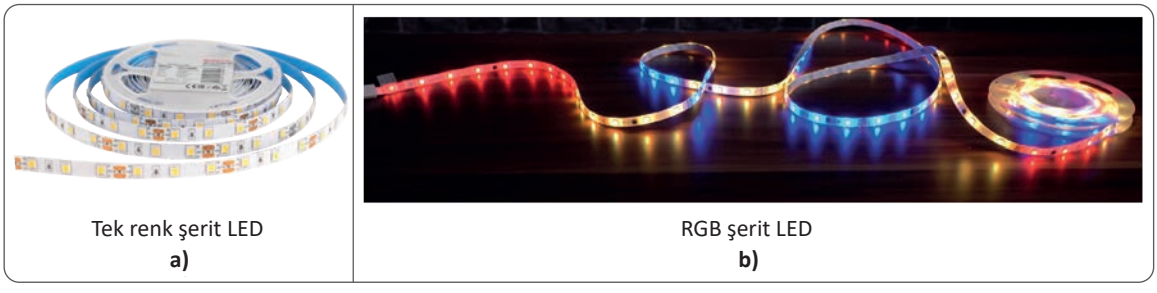
Görsel 3.7: LED ampul ve LED ampulün iç yapısı

LED Panel: Genellikle haricî bir sürücüyle kullanılır. Daire, kare, dikdörtgen şeklinde sıva altı, sıva üstü, dış mekân veya sokak armatürü şeklinde imal edilir (Görsel 3.8). LED'ler genellikle kasanın iç tarafında dizi şeklindedir. Difüzör LED'lerden yayılan ışığın daha yumuşak ve eşit dağılması için kullanılan optik beyaz plastik parçadır. Konnektör LED panelin kolay takılıp sökülmesi için kullanılır.

Görsel 3.8: LED paneller ve LED panellerin sürücüleri

Şerit LED: Arka tarafı yapışkanlı, esnek ve ince bir PCB üzerine LED'lerin seri ve paralel dizilmesiyle oluşturulmuştur. Genellikle 12 VDC sabit gerilim çıkışlı LED sürücülerle çalıştırılır ve 5 m rulo hâlinde makaraya sarılarak imal edilir. Esnek yapıda olduğu için kolayca şekil alabilir. Tek renk verebilen şerit LED'ler (Görsel 3.9a), sadece makara üzerindeki etikette belirtilen renk sıcaklık değerini verebilir (Örneğin 2.700-3.500 K aralığı sıcak beyaz).

RGB şerit LED'ler tek bir LED çipinin içine üç adet (kırmızı, yeşil, mavi) LED'in yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur (Görsel 3.9b). Her bir LED ayrı ayrı kontrol edilebilir. Böylelikle insan gözünün algılayabileceği tüm renkler elde edilebilir (Örneğin kırmızı ve mavi LED parlak, yeşil LED sönükse mor renk elde edilir.). Şerit LED'ler, dimleme özelliğine sahip bir sürücüyle istenen parlaklık derecesine ayarlanabildiği için sıklıkla tercih edilir. İmalat bilgilerinde tek çip, üç çip gibi ifadeler, her bir LED çipi içine yerleşecek LED adedini bildirir. LED içinde kullanılan çip sayısı arttıkça tek bir LED çipinin verebileceği ışık miktarı ve harcadığı güç artar.



Tek renk şerit LED
a)

RGB şerit LED
b)

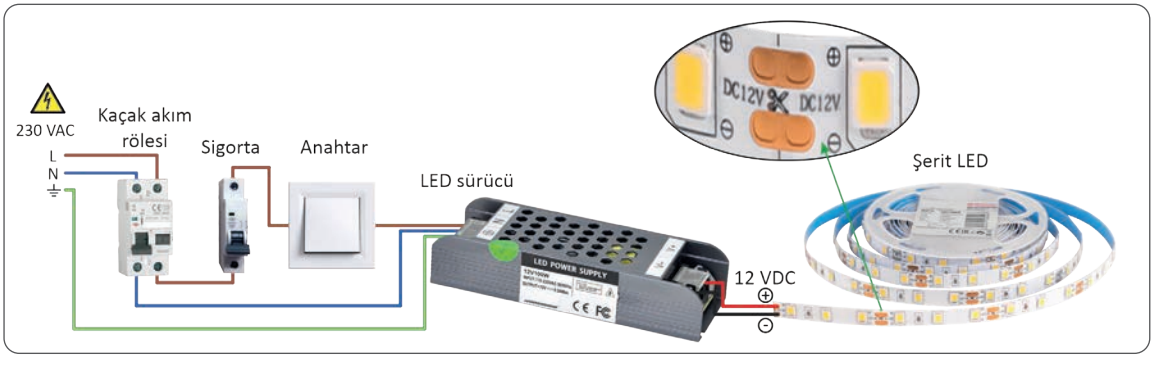
Görsel 3.9: Tek renk ve RGB şerit LED

Montaj ve kullanımla ilgili bilgiler makara üzerindeki etikette mevcuttur. Örnek bir şerit LED için bu bilgiler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Şerit LED Teknik Bilgilerinin Etiketi

TEKNİK ÖZELLİKLER	AÇIKLAMASI
LED Qty: 60	Metre başına kullanılan LED sayısı
Color: 3.000 K	Renk sıcaklığı, sıcak beyaz
Lumen: 700 lm/m	Metre başına verebileceği lümen değeri
Watt: 7 W/m	Metre başına harcadığı güç değeri
Voltage: DC 12 V	Çalışma gerilimi
Lenght: 5 m/Roll	Makara başına 5 m uzunluğa sahip
Beam Angle: 120°	Işın açısı
IP: 20	Koruma sınıfı

Görsel 3.10'da şerit LED montajı verilmiştir. Şerit LED'ler makas işaretinin olduğu yerlerden kesilerek istenen ölçüde kullanılabilir.



Görsel 3.10: Şerit LED montajı

Şerit LED Montajında Dikkat Edilmesi Gerekenler

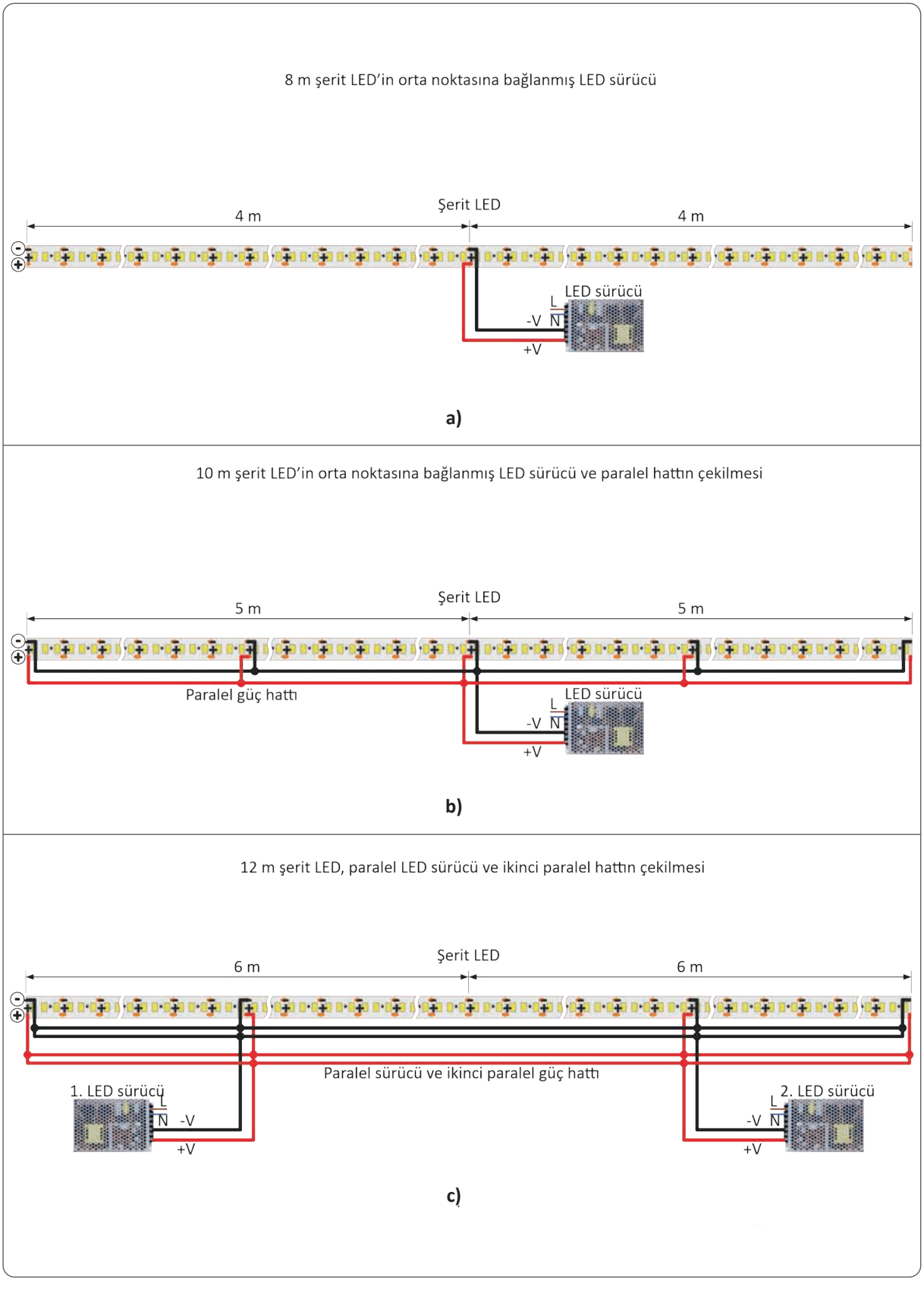
- Elektrik tesisatında mutlaka kaçak akım rölesi kullanılmalıdır.
- Kahverengi kablo faz taşıdığı için uygun değerde sigorta ve anahtardan geçirilip geçirilmediği kontrol edilmelidir.
- İç veya dış mekân şerit LED'leri sabit gerilim çıkışlı LED sürücüyle kullanılmalıdır. Trafo gibi giriş gerilim değişiminin çıkış gerilimini etkilediği ürünler kullanılmamalıdır.
- Şerit LED'lerin 5 m'den fazla birbirine bağlanması tercih edilmez. LED'ler ince PCB üzerinde olduğundan çekilen akımla birlikte enerjinin bir kısmı ısıyla PCB iletim yolları üzerinden harcanacağı için verim düşümü olur. Ayrıca baştan sona doğru LED dizileri arasında parlaklık farkı oluşur.
- Şerit LED'ler 5 m'den fazla bağlanacaksa LED sürücü, toplam uzunluğun orta noktasına bağlanmalı [sağ ve sol mesafelerin eşitlenmesi (Görsel 3.11a)] veya şerit LED'lere kalın kesitli iletkenlerle paralel güç hattı çekilmelidir (Görsel 3.11b).
- Paralel bağlamalarda güç hattı maksimum 100 W için kullanılmalı, 100 W'ı geçen güçlerde ikinci güç hattı ve LED sürücü kullanılmalıdır (Görsel 3.11c). İkinci LED sürücünün kullanılması durumunda her iki sürücünün de çıkış gerilim değerlerinin eşit olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak güce göre gereken kablo kesiti Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Güç Hattı İçin Kullanılacak Kablo Kesitleri

Güç (Watt)	Akım (Amper)	Kablo Kalınlığı (mm^2)
12 W	1 A	0,75
24 W	2 A	1
48 W	4 A	1,5
72 W	6 A	2
100 W	9 A	2,5

- Şerit LED'ler sürücüye bağlanırken (+) ve (-) uçları doğru bağlanmalıdır.
- Kullanılacağı zaman ambalajlarından çıkarılıp -40 +50 °C ortam sıcaklığında muhafaza edilmelidir.
- İç mekân şerit LED'ler, nem oranının %70'ten fazla olduğu yerlerde kullanılmamalıdır.
- IP67 korumalı silikonlu şerit LED'ler su içinde kullanılmamalıdır ancak bu ürünler dış mekânda yağmura ve neme dayanıklıdır.
- Şerit LED'lerin monte edileceği yüzey temizlenmeli ve kurulanmalıdır. Aksi durumda çift taraflı bant, yüzeye iyi yapışmaz.
- Şerit LED'ler dimlenebilme özelliğine sahiptir. Bunun için dimleme yapabilen sürücüler kullanılabilir.

Güvenlik yönergelerini takip ediniz.



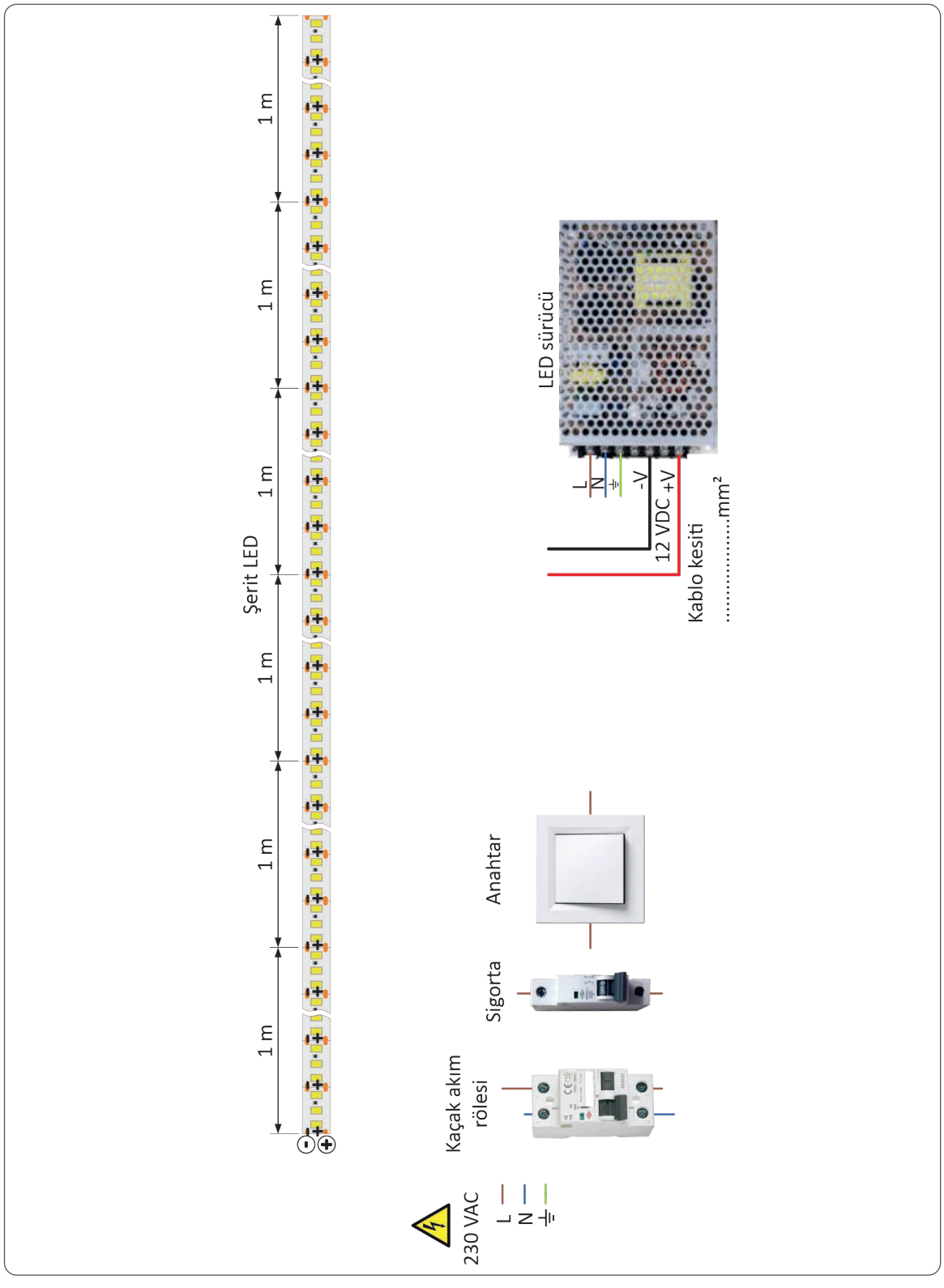
Görsel 3.11: Uzun mesafeli şerit LED'in montaj şekilleri

3.1. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Şerit LED Montaj Bağlantısı**

Amaç : Şerit LED kullanım kılavuzuna göre devre bağlantısını yapmak.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.12: Bir odaya ait şerit LED montajı şemasının çizimi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Kurşun kalem	-	1 adet
Silgi	-	1 adet
Cetvel	-	1 adet
Şerit LED montaj ve kullanım kılavuzu	-	1 adet

Tablo 3.3: Şerit LED ve Sürücüsüne Ait Montaj Kılavuzunun Teknik Bilgileri

TEKNİK ÖZELLİKLER	AÇIKLAMASI
Şerit LED	
LED Qty: 60	.....
Color: 10.000 K	.....
Lümen: 1.500 lm/m	..... Toplam: .....
Watt: 12 W/m	..... Toplam: .....
Voltage: DC 12 V	.....
Lenght: 5 m/Roll	.....
Beam Angle: 120º	.....
IP: 20	.....
Şerit LED Sürücü	
Giriş: 170-240 VAC 50/60 Hz	.....
Çıkış: +12 VDC 8,3 A maksimum	.....
Güç: 100 W	.....

İşlem Basamakları

1. Görsel 3.12'de görülen çizimi tamamlanmamış LED şemasını Tablo 3.3'te belirtilen teknik bilgiler doğrultusunda inceleyiniz.
2. Görsel 3.12'deki şemanın eksik kısımlarını "Şerit LED Montajında Dikkat Edilmesi Gerekenler" bölümünde yer alan kurallara dikkat ederek tamamlayınız.
3. Kullanılacak şerit LED için toplam lümen ve gücü hesaplayarak Tablo 3.3'teki ilgili alana yazınız.
4. Şerit LED sürücünün teknik bilgilerinin açıklamasını Tablo 3.3'teki ilgili alana yazınız.
5. Şerit LED için kullanılacak kablo kesitini montaj şemasındaki alana yazınız.
6. Seçilen şerit LED sürücünün gücünün yeterli olup olmadığını yorumlayınız ve yorumunuzu öğretmeninizle paylaşınız.
7. Görsel 3.12'de çizdiğiniz montaj şemasını öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Montaj şemasını doğru çizdi.					
Sınıf-No.		**2**	Hesaplamaları doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Tablo açıklamalarını doğru yazdı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.3. ARMATÜRÜN BAĞLANTI KONTROLLERİ

Aydınlatma elemanları temel olarak armatür bileşenlerinden oluşur. Bir veya birden fazla lambanın çalıştırılması için kullanıldığından mekanik ve elektriksel bağlantı kontrolleri önemlidir. Armatür bağlantı kontrolleri elle ve gözle kontrol (mekaniksel), ölçümle kontrol (elektriksel) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Kontroller sırasında armatürün enerjisi mutlaka kesilmelidir.

3.3.1. Elle ve Gözle Kontrol

Armatürü oluşturan bileşenler öncelikle mekanik olarak kontrol edilir. Bağlantı vidaları, perçinler, yalıtkan kaplamalar, manşonlar, epoksi reçineler; kırılmaya, gevşemeye ve yerinden çıkmaya karşı kontrol edilir.

Bağlantı kontrollerinde şu kısımlar kontrol edilmelidir:

- Armatür aksesuar bağlantıları
- Armatürün tavan veya duvara sabitleme aparat bağlantısı
- Lamba, duy, balast ve LED sürücü bağlantıları
- Enerji kablo bağlantıları

Armatür bağlantılarında sabitleme vidalarının gevşeme durumu, enerji kablolarında kırılma veya yerinden çıkma durumu, balast ve LED sürücülerde aşırı ısınmadan kaynaklı islenme durumları gözlenir. Gerekli durumda tamiratı veya parça değişimi gerçekleştirilir. Görsel 3.13'te çeşitli tavan armatürleri ve bağlantıları görülmektedir.

Görsel 3.13: Çeşitli tavan armatürleri ve armatürlerin bağlantıları

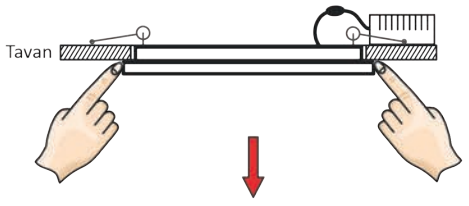
İş güvenliği can güvenliğidir.

3.2. UYGULAMA

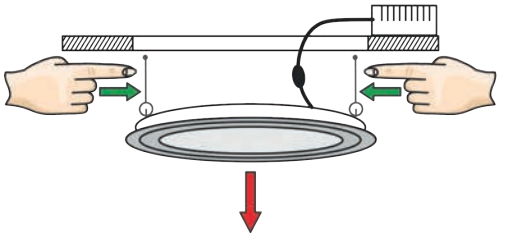
Uygulama Adı : **LED Tavan Armatürünün Mekaniksel Kontrolü**

Amaç : LED tavan armatürünü mekanik olarak kontrol etmek.

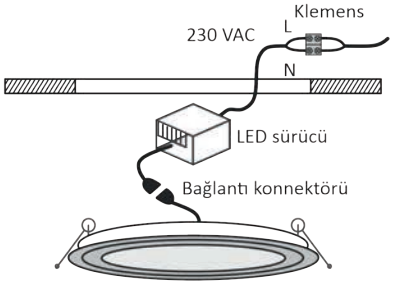
Süre: ..... dk.



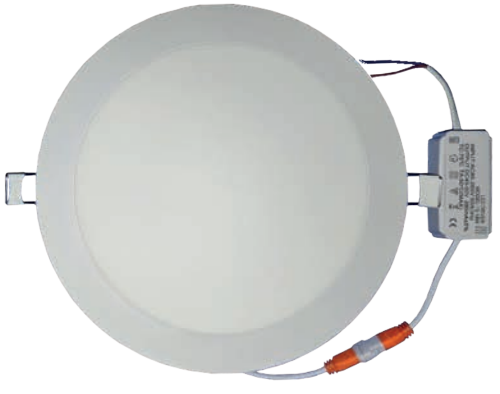
a)



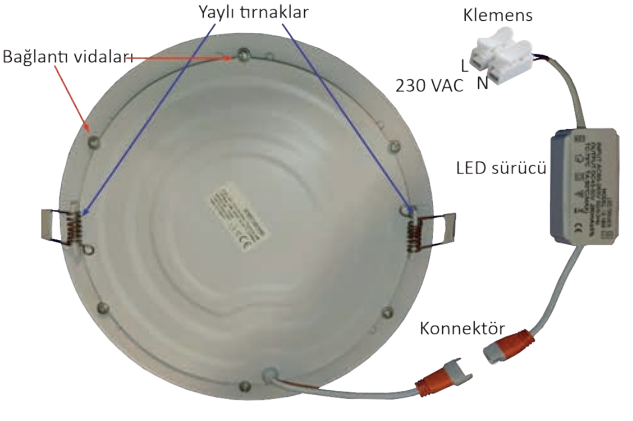
b)



c)



LED tavan armatürünün önden görünüşü



LED tavan armatürünün arkadan görünüşü

ç)

Görsel 3.14: LED tavan armatürünün sökülmesi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
LED tavan armatürü	Sıva altı veya sıva üstü	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD (kişisel koruyucu donanım)	Baret, koruyucu gözlük, yalıtımlı eldiven	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Armatürün enerjisini kesiniz.
3. LED tavan armatürünü çatlak, kırık, yanık vb. durumlar için dıştan el ve gözle kontrol ediniz.
4. Armatürü yerinden çıkarmak için Görsel 3.14a'daki gibi LED tavan armatürünün her iki yanından hafifçe kırmızı ok yönünde aşağı çekiniz.
5. Görsel 3.14b'deki gibi armatürün her iki yanında bulunan yaylı tırnakları yeşil oklar yönünde bastırarak aşağı doğru kırmızı ok yönünde çekiniz.
6. Görsel 3.14c'de armatürü tüm bağlantı parçalarıyla birlikte çıkarınız.
7. Görsel 3.14ç'de armatürün ön ve arka resmi vardır. Her iki tarafta çatlak, kırık, yanık vb. durumları kontrol ediniz.
8. Armatürün bağlantı vidalarını ve yaylı tırnakları kontrol ediniz.
9. Kablo ve klemens bağlantılarını kontrol ediniz.
10. Kontrollerin sonucunda arızalı parçalar varsa bu parçaları yenisiyle değiştiriniz.
11. LED tavan armatürünü tekrar yerine monte etmek için Görsel 3.14'teki sökme işleminin tersini yapınız.
12. Armatürün tavana tam ve sağlam oturduğundan emin olunuz.
13. Elektrik enerjisini öğretmeninizin kontrolünde veriniz.
14. Armatür anahtarını kapatınız ve LED tavan armatürünün ışık verdiğini görünüz.
15. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

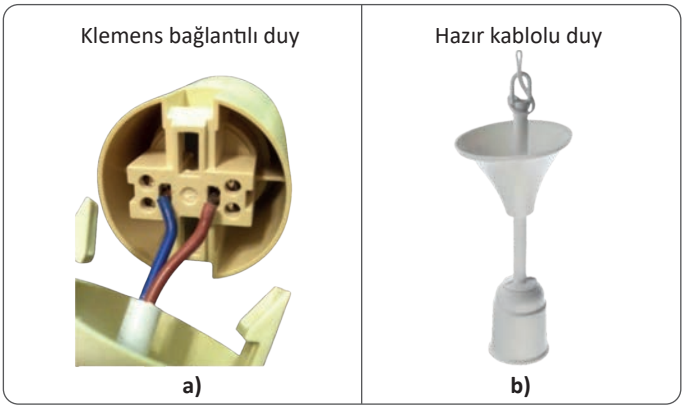
Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	LED tavan armatürünü sağlam olarak söktü.					
Sınıf-No.		**2**	El ve gözle tüm kontrolleri doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	LED tavan armatürünü yerine sağlam olarak taktı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.3.2. Ölçümle Kontrol

Armatürlerin elektriksel bağlantı kontrolleri avometreyle yapılır. Bazı armatürlerin elektriksel bağlantı uçları, armatür içinde yer alan duylardaki klemens bağlantı vidalarına (Görsel 3.15a) ya da bu duylardan bağlantı noktasına kadar hazır monte edilmiş kablolarla yapılır (Görsel 3.15b).

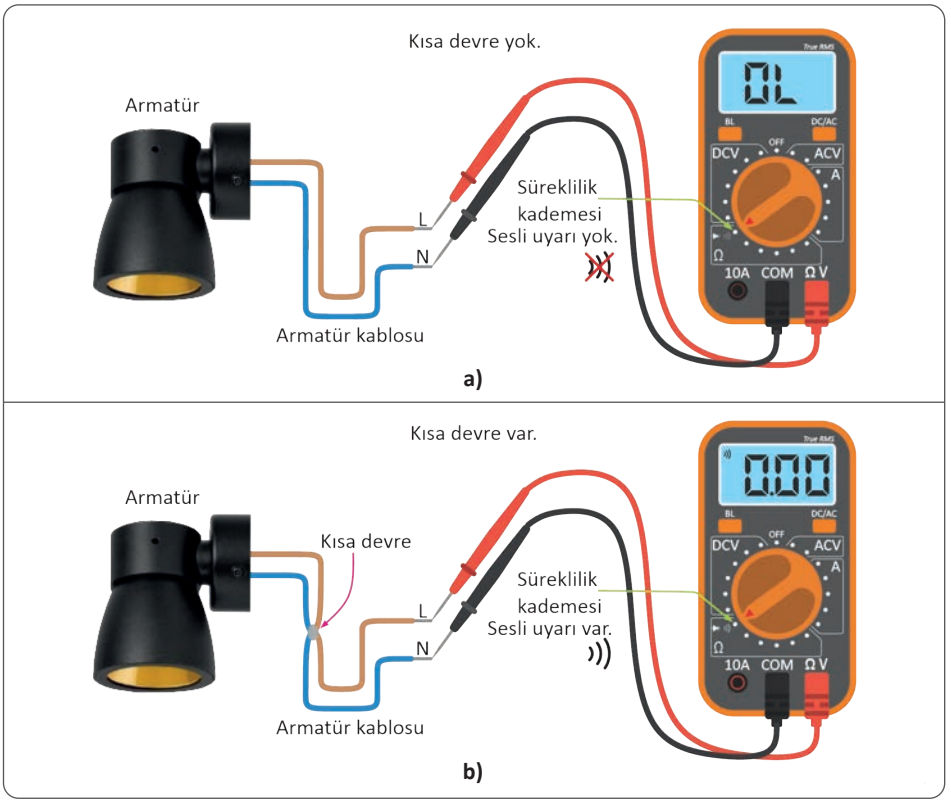


Görsel 3.15: Armatür duyun elektriksel bağlantısı

Armatür monte edilmeden önce elektriksel bağlantıları kontrol edilmelidir. Armatürde lamba varsa çıkarılır. Montajı yapılmış bir armatür kontrolünde ise kesinlikle elektrik enerjisi kesilmiş olmalıdır.

Elektriksel bağlantı kontrolleri şu şekildedir:

a) Kısa Devre Kontrolü: Avometre kademesi süreklilik [buzzer (baazıır)] kademesine alınır ve kablo uçları ölçülür. Herhangi bir kısa devre yoksa buzzer sesli uyarı vermez (Görsel 3.16a). Kısa devre varsa buzzer sesli uyarı verir (Görsel 3.16b).



Görsel 3.16: Armatürün kısa devre kontrolü

Kısa devre ölçülen armatür tesisata kesinlikle bağlanmaz. Öncelikle kısa devre ortadan kaldırılmalıdır. Kısa devre nedenleri şunlar olabilir:

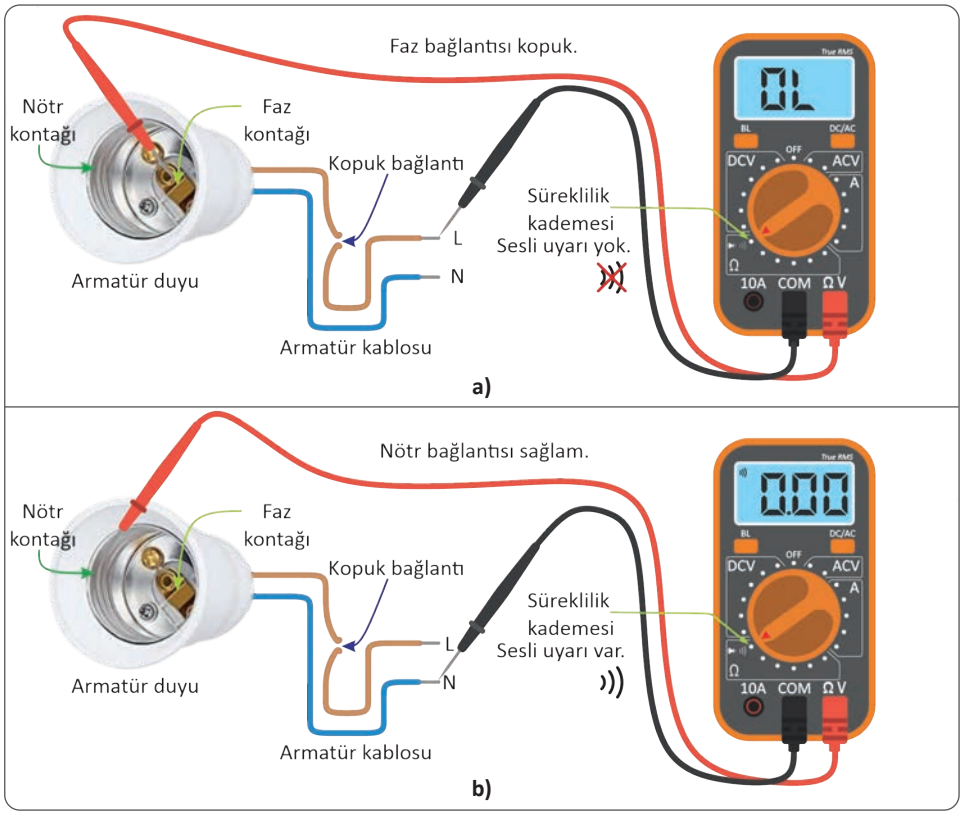
- Armatür kabloları, armatür içinden ya da dışından burkularak hasar görmüş ve iletkenleri birbirine temas etmiş olabilir.
- Duy bağlantı klemensinde uçlar birleşmiş olabilir.
- Lambanın bağlandığı duy içinde bir kısa devre olabilir.

Kısa devreye neden olan sorun çözüldüğünde başka bir kısa devre olup olmadığından emin olmak için ölçüm yenilenmelidir.

b) Açık Devre Kontrolü: Avometre kademesi süreklilik kademesine alınır.

Faz bağlantısının kontrolü için ölçüm uçlarından biri armatür duyu içindeki faz kontağına, diğeri armatür faz kablosu bağlantı ucuna temas ettirilir. Bağlantı kopuksa buzzer sesli uyarı vermez (Görsel 3.17a). Sesli uyarı verdiğinde faz kablosu bağlantısı sağlam demektir.

Nötr bağlantısının kontrolü için ölçüm uçlarından biri armatür duyu içinde yer alan (geniş vidalı yapıya sahip) nötr kontağına, diğeri armatür nötr kablosunun bağlantı ucuna temas ettirilir. Bağlantı sağlamsa buzzer sesli uyarı verir (Görsel 3.17b). Sesli uyarı vermezse nötr kablosu bağlantısı arızalı demektir.



Görsel 3.17: Armatürün açık devre kontrolü

Faz ve nötr kablo bağlantılarının sağlam olabilmesi için her iki uç için ölçüm sonucunda buzzerın sesli uyarı vermesi gerekir. Açık devre nedenleri şunlardır:

- Armatür kabloları içeriden ya da dışarıdan kopmuş olabilir.
- Duy bağlantı klemensinde gevşek bağlantı olabilir.
- Armatür duyu faz ve nötr kontakları iletkenliğini kaybederek oksitlenmiş olabilir.

Açık devreye neden olan sorun çözüldüğünde başka bir açık devre olup olmadığından emin olmak için ölçüm yenilenmelidir.

3.3. UYGULAMA

Uygulama Adı: **Aydınlatma Armatüründe Elektriksel Bağlantıların Kontrolü**

Amaç : Aydınlatma armatürlerinde elektriksel bağlantıları kontrol etmek.

Süre: ..... dk.

Görsel 3.18: Armatürün elektriksel bağlantısının kontrolü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	Süreklilik kademesi olan	1 adet
Duvar montajlı bahçe armatürü	E27 duy bağlantılı	1 adet
Sarkıt armatür	E27 duy bağlantılı	1 adet
Zemin montajlı bahçe armatürü	E27 duy bağlantılı	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 3.18'de verilen veya atölyenizde bulunan benzer armatürleri temin ediniz.
3. Armatürlerin enerjisini kesiniz.
4. Armatürleri mekanik olarak kontrol ediniz.
5. Armatürlerde kısa devre olup olmadığını avometreyle kontrol ediniz.
6. Armatürlerde açık devre olup olmadığını avometreyle kontrol ediniz.
7. Arızalı olan armatürlerin arızasını gideriniz.
8. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürleri mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Armatürlerin kısa devresini kontrol etti.					
Öğretmenin		**3**	Armatürlerin açık devresini kontrol etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

3.4. KABLOLARDA GÜVENLİK

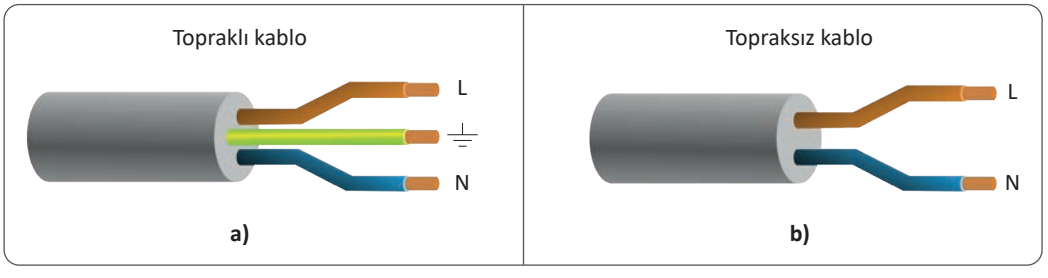
Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre aydınlatma sortileri için en az 1,5 mm² ve aydınlatma linyeleri için en az 2,5 mm² kesitli bakır kablolar kullanılır. Armatür içinde kullanılan kablolar; bulunduğu ortamın sıcaklığı, lamba sayısı, gücü ve armatürün sabit ya da hareketli oluşuna göre farklılık gösterir.

- Endüstriyel çalışma ortamının ısısı yüksek olan yerlerde kullanılan armatürlerin kabloları yüksek ısıya dayanıklı yalıtım malzemelerinden seçilmelidir.
- Hareketli armatürlerde esneyebilen kablolar kullanılmalıdır.
- Kablolar armatürde kanal içinden korumaya alınmalı ya da armatürün yapısında bulunan tırnaklarla sabitlenmelidir.
- Armatürde bulunan lamba sayısına göre iletken kesiti seçilmelidir.

Bir kablonun iletkenlerinin kesit alanı elektriği iletme kapasitesini belirler. Bu kapasite iletkenin taşıyacağı akım ve karşılayabileceği güçle doğrudan ilgilidir.

$$P = I \times V \qquad I = \frac{P}{V} \qquad V = \frac{P}{I}$$

Armatür içinde kullanılacak kablo TS EN 50525-2-11 standartlarına göre ısıya dayanıklı, esnek yapıya sahip çok telli kablolardır. Topraklı armatürlerde aydınlatma kablosu üç adet bakır iletkenden oluşur. Bunlar; faz (kahverengi), nötr (mavi) ve toprak (yeşil/sarı) hatları için kullanılır (Görsel 3.19a). Topraksız armatür kabloları ise sadece faz (kahverengi) ve nötr (mavi) olarak kullanılır (Görsel 3.19b).



Görsel 3.19: Aydınlatma ürünlerinde kullanılan kablo çeşitleri

TSE EN 60598 standartlarına göre aydınlatma armatürlerinde en düşük 0,75 mm² kesitli iletken kullanılır. Avize tipi armatürlerin kol duylarında 0,5 mm² kesitli iletken kullanılır. 0,75 mm² kesit alanına sahip iletkenlere sahip kablolar 6 A veya 1.380 W olarak derecelendirilmiştir (Tablo 3.4).

P = I x V

P = 6 A x 230 V = 1.380 W

Tablo 3.4'e göre kullanılması gereken kablo kesiti 0,75 mm²dir.

Tablo 3.4: İletken Kesiti, Akım ve Güç Değerleri

İletken Kesiti	İletkenin Taşıyabileceği Akım Değeri	İletkenin Güç Değeri (Watt)
0,5 mm²	3 A	690 W
0,75 mm²	6 A	1.380 W
1,0 mm²	10 A	2.300 W
1,25 mm²	13 A	2.990 W
1,5 mm²	15 A	3.450 W

1. ÖRNEK

230 VAC şebekede iki armatürün üzerinde 10 adet 100 W akkor flamanlı lamba bulunmaktadır. Bu armatürün akım değerine göre kullanılması gereken iletken kesiti kaç mm² olmalıdır?

Çözüm

$$P = I \times V \qquad I = \frac{P}{V} = \frac{1.000\ W}{230\ V} = 4{,}35\ A$$

4,35 A akım değeri Tablo 3.4'e göre en yakın yukarı değere yuvarlanır. Bu durumda 6 A akım değerini taşıyabilecek en küçük kesit 0,75 mm² olarak tespit edilir. Flamanlı ve floresan ampullü armatürlerde en düşük 0,75 mm² kesitli iletken kullanılır.

2. ÖRNEK

230 VAC şebekede iki armatürün üzerinde 10 adet 10 W LED lamba bulunmaktadır. Bu armatürün akım değerine göre kullanılması gereken iletken kesiti kaç mm² olmalıdır?

Çözüm

$$P = I \times V \qquad I = \frac{P}{V} = \frac{100\ W}{230\ V} = 0{,}43\ A$$

0,43 A akım değeri Tablo 3.4'e göre 3 A akım değerini taşıyabilecek en küçük kesit 0,5 mm² olarak tespit edilir.

Verilen her iki örnekten de görüleceği üzere armatürlerin toplam lm değerleri yaklaşık olarak birbirine eşittir fakat akkor flamanlı lambada kullanılacak iletken kesiti ve harcayacağı güç fazladır. Bu durum verim, kurulum kolaylığı ve maliyet açısından dezavantaj oluşturur. Tesisatlarda olması gerekenden daha küçük kesitli iletken kablo kullanılırsa kabloda ısınma meydana gelir. Bu durumda yangın ve yalıtımın bozulmasından kaynaklı elektrik çarpması riski artar. Tablo 3.5'te ampullerin yaklaşık akım ve güç değerleri verilmiştir.

Tablo 3.5: Ampul Çeşitlerine Göre Akım ve Güç Değerleri

Ampuller	Akım Aralığı (Amper)	Güç Değeri (Watt)
Akkor flamanlı	0,1-0,43	25-100 W
Floresan	0,03-0,07	7-18 W
LED	0,01-0,06	3-13 W

SIRA SİZDE

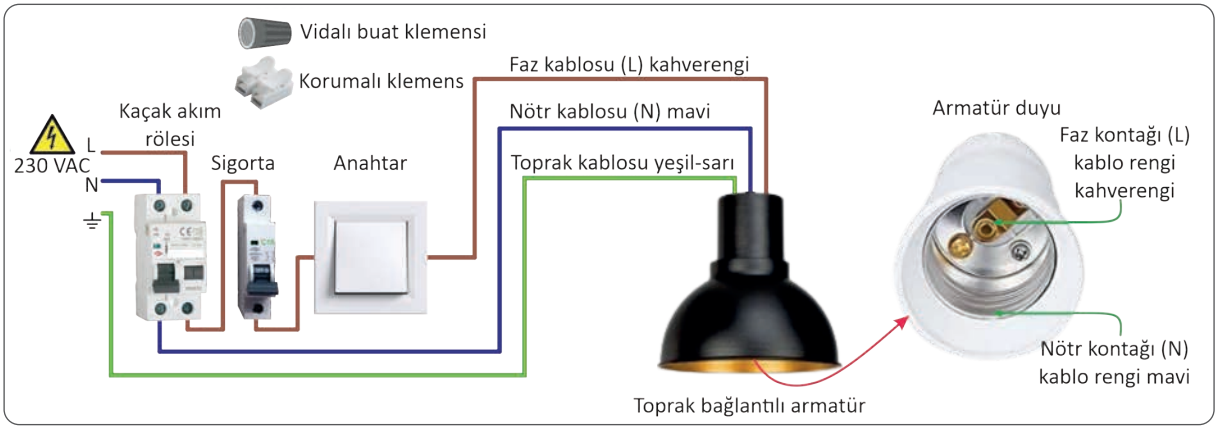
230 VAC şebekede 6 lambadan oluşan armatürde akkor flamanlı, floresan ve LED lamba kullanılması durumunda armatürlerin akımını ve kullanılacak iletken kesitlerini hesaplayınız.

Akkor Flamanlı Lamba (75 W) Akımı: ..... İletken Kesiti: .....

Floresan Lamba (18 W) Akımı: ..... İletken Kesiti: .....

LED Lamba (7 W) Akımı: ..... İletken Kesiti: .....

Görsel 3.20'de aydınlatma tesisatında kullanılan toprak bağlantılı armatürlerin temel kablo bağlantı şeması görülmektedir.



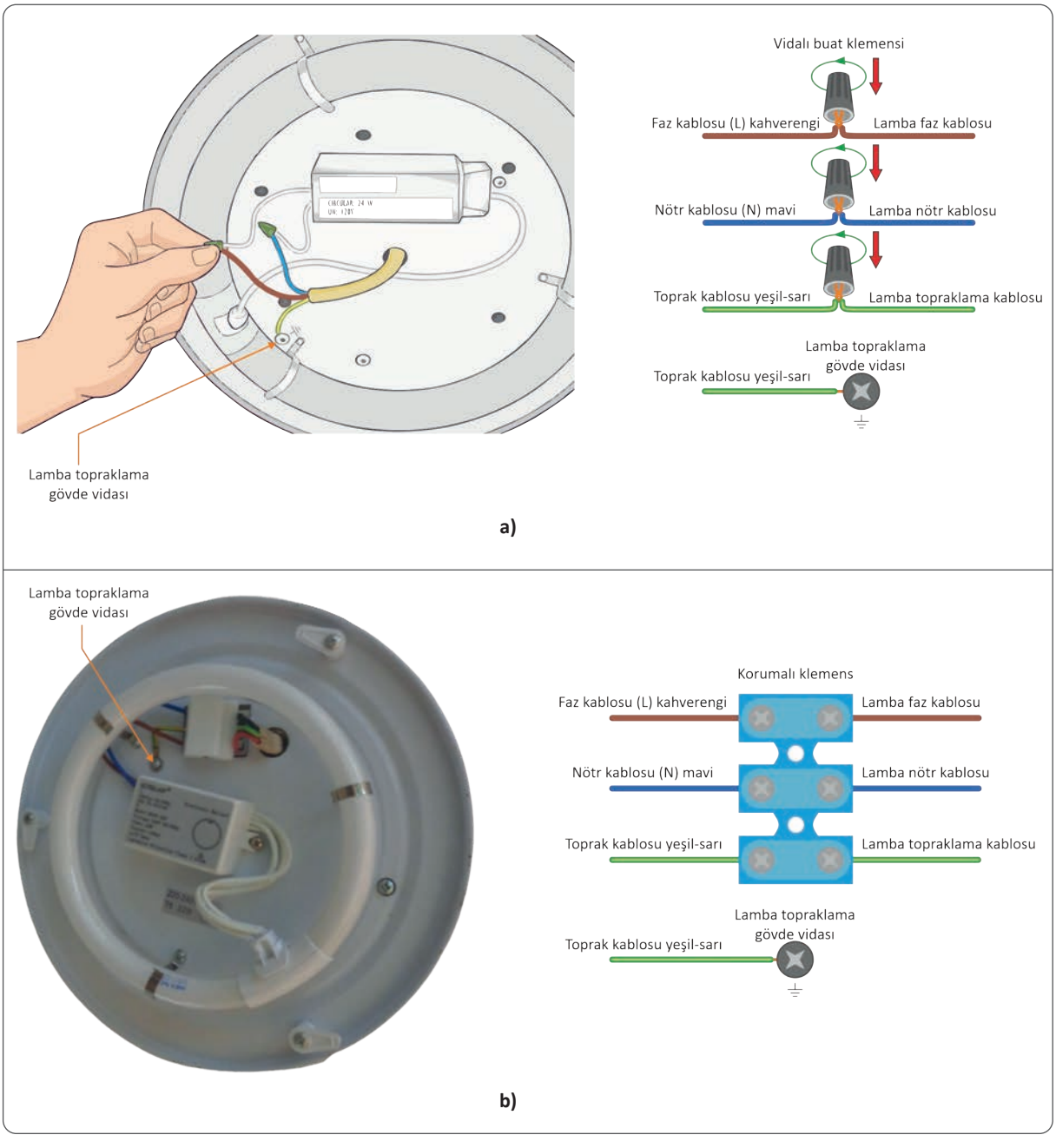
Görsel 3.20: Toprak bağlantılı armatürün temel kablo montaj şeması

Armatürlerde kullanılan kablo ve bağlantıları güvenlik açısından Görsel 3.25'te verilen bağlantı şemasından yararlanılarak şu kurallara göre yapılır:

1. Armatürlerde kullanılan kablolar kahverengi (faz), mavi (nötr) ve yeşil-sarı (toprak) renklere sahip olmalıdır.
2. Elektrik tesisatında mutlaka kaçak akım rölesi bulunmalıdır.
3. Kahverengi kablo faz taşıdığı için uygun değerde sigorta ve anahtardan geçirilip geçirilmediği kontrol edilmelidir.
4. Faz kablosu kesinlikle armatür duyunun alt kontağına bağlanmalıdır.
5. Toprak kablosu, armatürün toprak bağlantı klemensine veya metal gövdede belirtilen topraklama vidasına bağlanmalıdır.
6. Avize tipi armatürlerin kol kısımlarındaki kablo kesiti en az 0,50 mm² olmalıdır.
7. Avize tipi armatürlerin ana iletken kesitleri en az 0,75 mm² olmalı ve kol sayısı arttıkça bu kablonun kesiti de aynı oranda artırılmalıdır.
8. Kullanılan kablonun yalıtım kısmının et kalınlığı (cidarı) en az 0,60 mm olmalıdır.
9. İçinden kabloların geçtiği metal boruların uçlarında veya ağız kısımlarında keskin olan yerlerin kabloya zarar verme ihtimalini ortadan kaldırmak için kablo koruyucu plastik parçalar kullanılmalıdır.
10. Kabloların eklerinde yalıtım bantları yerine vidalı buat klemensi veya korumalı klemens kullanılmalıdır.
11. Avizenin ana kablosuyla tavandan gelen kabloların birleştirilmesinde uygun ve korumalı bir klemens kullanılmalıdır.
12. Topraklama hattı kullanılmayacak ürünlerde sarı-yeşil kablo renkleri kesinlikle kullanılmamalıdır.
13. DC çıkışı olan trafo ya da LED sürücülerde kırmızı renk (+) pozitif, siyah uç (-) negatif uç olarak kullanılmalıdır.

3.5. ARMATÜRLERİN TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI

Aydınlatma armatüründeki topraklama iletkeni, faz ucundan armatür gövdesine herhangi bir kaçak durumunda faz-toprak arası kısa devre oluşturur. Olası elektrik çarpmasına karşı kaçak akım rölesi veya sigortayı açtırarak koruma görevi görür. Topraklama iletkeni; aydınlatma armatürünün montajı, lamba ve anahtarın değiştirilmesi ya da bakımı sırasında temizlenmesi amacıyla açıldığında yalıtım arızalarına karşı koruma sağlar. Aydınlatma armatürlerinin kısa devre durumunda enerjilenme ihtimali olan ve temas edilebilir tüm metal kısımlarının topraklama iletkeniyle bağlantısı kesinlikle yapılmalıdır. Armatür kablo bağlantıları Görsel 3.21a'da vidalı buat klemensi, Görsel 3.21b'de ise korumalı klemens kullanılarak yapılmıştır. Vidalı buat klemensi yalıtkan bir malzemedir. İki kablonun ekine şapka gibi takılıp çevrilerek ekin içeride kalmasını sağlar. İletkenlerin temasını önler ve kolayca takılıp çıkarılabilir.

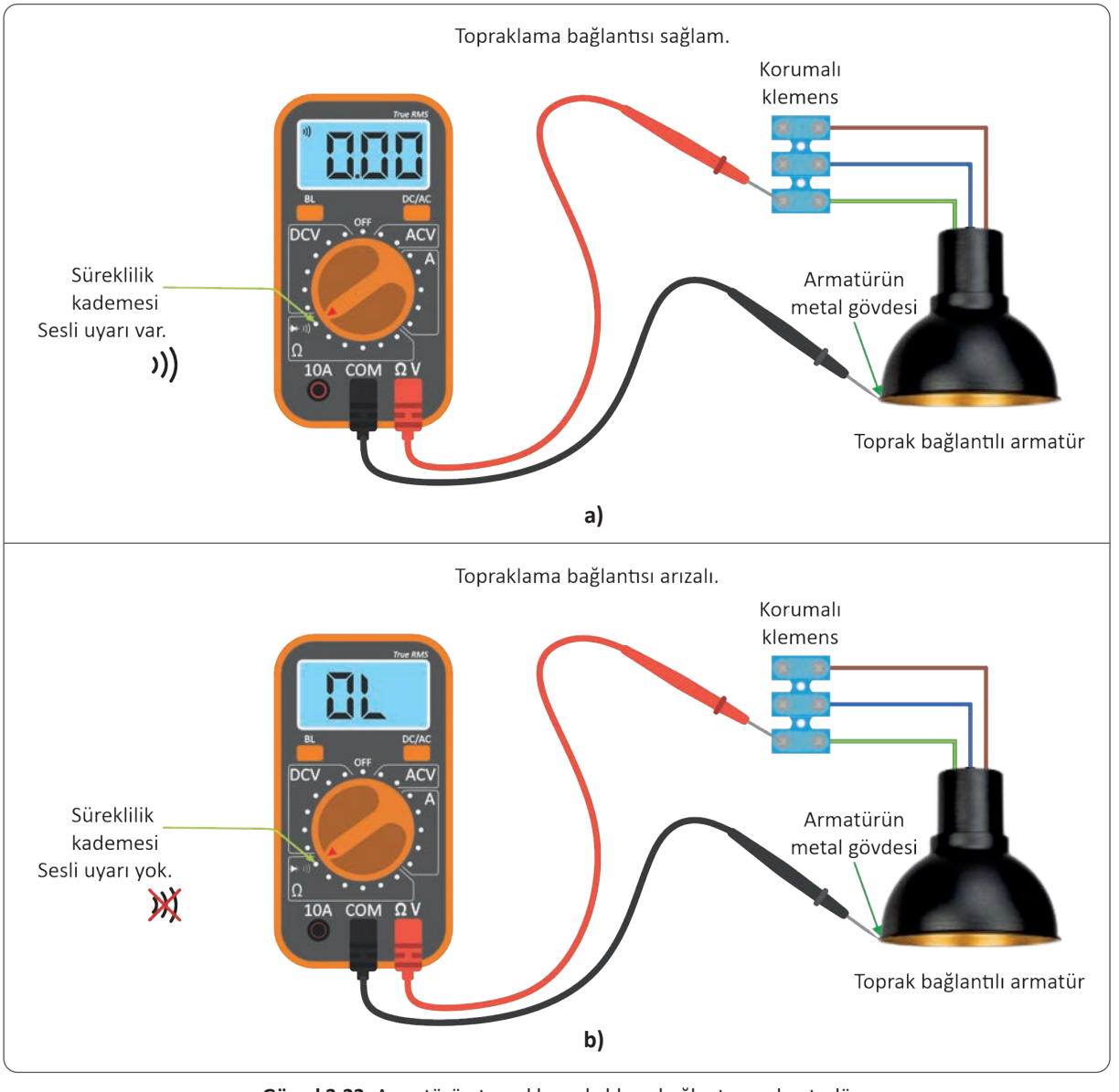


Görsel 3.21: Armatürün kablo ve topraklama bağlantıları

Korumalı klemensin dış kısmı yalıtkan, iç kısmı ise boru şeklinde her iki tarafında vida olan iletkenden oluşur. Ek yapılacak kablolar bu uçlardan geçirilir ve vidaları sıkılarak sabitlenir. Vidalı kısımlar teması önleyecek şekilde koruma altına alınmıştır.

Elektriksel koruma sınıflandırılmasına göre sınıf I tipi armatürlerde topraklama iletkeni kullanılır. Sınıf I armatürün besleme kordonunda yeşil-sarı renkli bir topraklama iletkeni bulunur. Bu iletken, armatürün topraklama bağlantı ucuna bağlanmalıdır. Armatürde yeşil-sarı iletken yoksa armatürün metal kısımlarında yeşil-sarı ile işaretlenmiş topraklama vidası bulunur. Tesisattan gelen topraklama iletkeni armatürün topraklama vidasına sabitlenir.

Armatür Topraklama Kablosunun Sağlamlık Kontrolü: Görsel 3.22'de armatüre ait topraklama kablosunun sağlamlık kontrolü görülmektedir. Avometre süreklilik kademesine alınır. Problar, klemens topraklama bağlantı noktası ile armatürün metal gövdesine temas ettirilir. Eğer sesli uyarı alınırsa armatürün topraklama bağlantısı sağlamdır (Görsel 3.22a). Sesli uyarı yoksa topraklama bağlantısı arızalıdır (Görsel 3.22b). Arıza, topraklama kablosunun klemens içindeki temassızlığı, kablonun kendi içinde kopması ya da armatürün gövdesine temassızlığı olabilir. Arıza giderildikten sonra ölçümler yenilenmelidir.



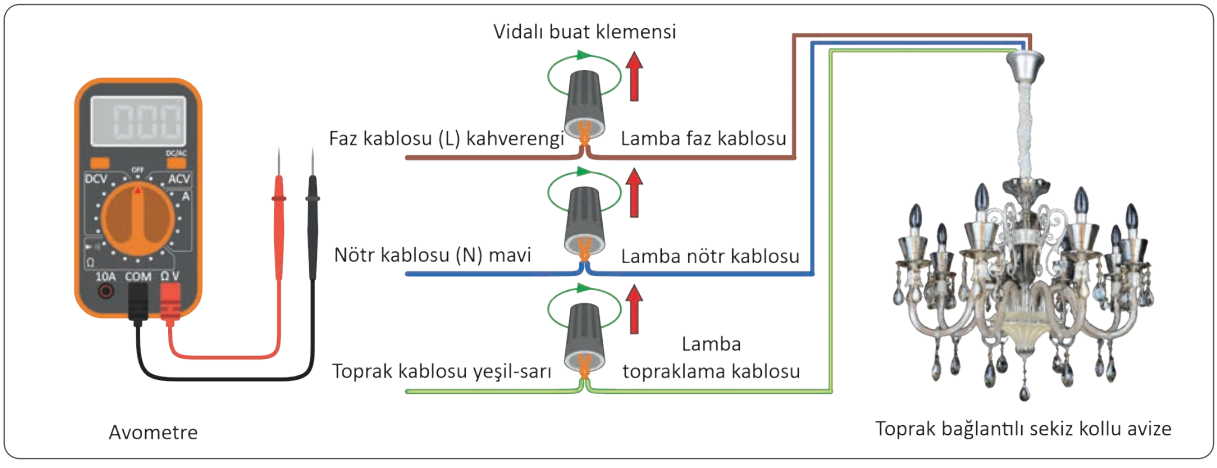
Görsel 3.22: Armatürün topraklama kablosu bağlantısının kontrolü

3.4. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Toprak Bağlantılı Sekiz Kollu Avizenin Kablo Bağlantılarının Kontrolü**

Amaç : Toprak bağlantılı bir aydınlatma armatürünün bağlantı kablolarının sağlamlığını kontrol etmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.23: Toprak bağlantılı sekiz kollu avizenin kablo bağlantılarının kontrolü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	Süreklilik kademesi olan	1 adet
Sekiz kollu toprak bağlantılı avize	E27 duy bağlantılı	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 3.23'te verilen avize veya atölyenizde bulunan benzer toprak bağlantılı armatürü temin ediniz.
3. Armatürün enerjisini kesiniz.
4. Avizeyi mekanik olarak kontrol ediniz.
5. Kablo bağlantısı vidalı buat klemensle yapılmışsa klemensleri Görsel 3.23'teki gibi yeşil ve kırmızı ok yönünde çevirerek çıkarınız.
6. Avometreyi süreklilik kademesine alınız.
7. Armatürün açığa çıkan kablo uçlarından faz-nötr ve faz-toprak arası kısa devresini avometreyle kontrol ediniz.
8. Armatürün faz, nötr ve toprak bağlantılarının sağlamlığını duy kontaklarından avometreyle kontrol ediniz.
9. Arızalı olan duy veya kabloların arızasını gideriniz.
10. Görsel 3.23'te kullanılan sekiz kollu avize için kablo kesitini hesaplayınız.
11. Kullanılan kablo kesiti ile hesapladığınız kablo kesitini karşılaştırınız.
12. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
13. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürü mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Armatürün kısa devresini kontrol etti.					
Öğretmenin		**3**	Armatürün toprak bağlantısını kontrol etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

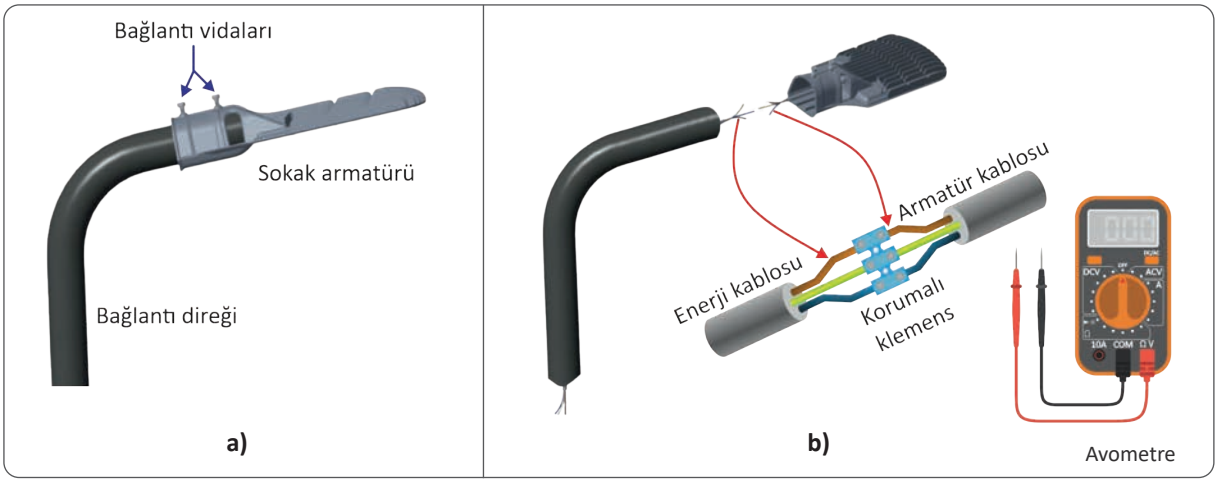
Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.5. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Sokak Armatürünün Kablo Montajı ve Bağlantı Kontrolü**

Amaç : Sokak armatürünün kablosunu monte etmek ve bağlantılarını kontrol etmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.24: Sokak armatürünün kablo montajı ve bağlantı kontrolleri

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	Süreklilik kademesi olan	1 adet
Sokak armatürü	30-120 W lambalı	1 adet
Korumalı klemens	Üçlü	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Armatürün enerjisini kesiniz.
3. Armatürü mekanik olarak kontrol ediniz.
4. Görsel 3.24a'daki gibi sokak armatürünün bağlantı vidalarını sökünüz.
5. Görsel 3.24b'deki gibi bağlantı direğini ve armatürü her iki yana doğru dikkatlice ayırınız.
6. Enerji kablosunu direğin içinden çekiniz.
7. Enerji kablosu ile armatür kablosunu korumalı klemensle birbirine bağlayınız.
8. Avometreyi süreklilik kademesine alınız.
9. Faz-nötr ve faz-toprak arası kısa devresini kablo uçlarından avometreyle kontrol ediniz.
10. Armatürün faz, nötr ve toprak bağlantılarının sağlamlığını duy kontaklarından avometreyle kontrol ediniz.
11. Arızalı olan duy veya kabloların arızasını gideriniz.
12. Sokak armatürünü bağlantı direğine monte ediniz ve bağlantı vidalarını sıkınız.
13. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
14. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürü mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Armatürün kablo sağlamlığını kontrol etti.					
Öğretmenin		**3**	Armatürü bağlantı direğine monte etti.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.6. GERİLİM VE AKIM KONTROLÜ

Armatürlerde kullanılan lambaların seçimi armatürün teknik özelliklerinde belirtilen değerlere göre yapılır. Teknik özellikler içinde bulunan akım ve gerilim değerleri armatürün gücünü oluşturur. Armatürde kullanılacak lambaların toplam gücü, armatürün teknik özelliklerinde belirtilen güçten fazla olmamalıdır. Aksi durumda lambaların çekeceği akım, kabloların ısınmasına sebep olur. Kabloların uzun süre ısınması lambanın yalıtkanının zarar görmesine, kısa devre yapmasına veya yangın tehlikesine yol açabilir. Oluşabilecek bu tür tehlikelerin önüne geçmek için armatürlerin akım ve gerilim değerleri ölçülmelidir.

3.6.1. Gerilim Ölçme

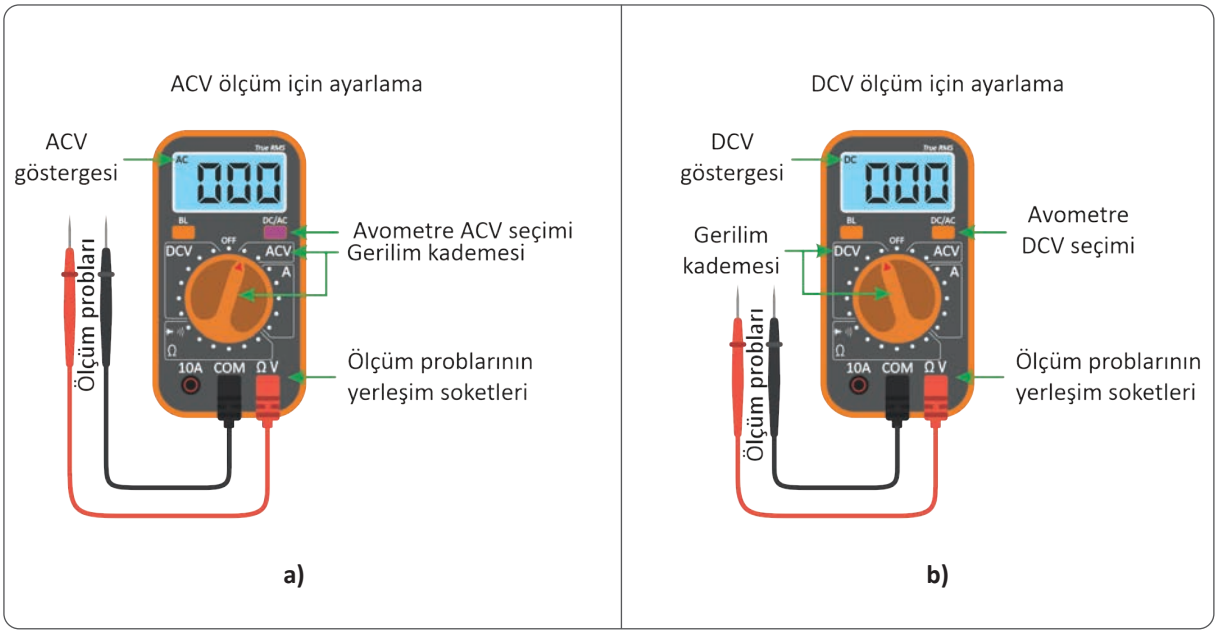
İki nokta arasındaki elektriksel potansiyel farkı **gerilim** olarak adlandırılır ve birimi volttur (V). Elektriksel potansiyel farkını ölçen cihazlara **voltmetre** denir. Genellikle aydınlatma sistemlerinde birçok elektriksel değerin ölçülebildiği avometreler diğer bir ifadeyle multimetreler kullanılır. Ölçülecek gerilim alternatif (ACV) veya doğru (DCV) olabilir.

AC gerilim ölçümü Görsel 3.25a'da belirtildiği gibi şu şekilde yapılmalıdır:

- ACV anahtarı seçilmelidir.
- Gerilim kademesi en yüksek konuma alınmalıdır (Ölçüm durumuna göre kademe düşürülebilir.).
- Ölçüm problarının doğru yerleşim soketlerinde olduğundan emin olunmalıdır (COM ve Ω V).

DC gerilim ölçümü Görsel 3.25b'de belirtildiği gibi şu şekilde yapılmalıdır:

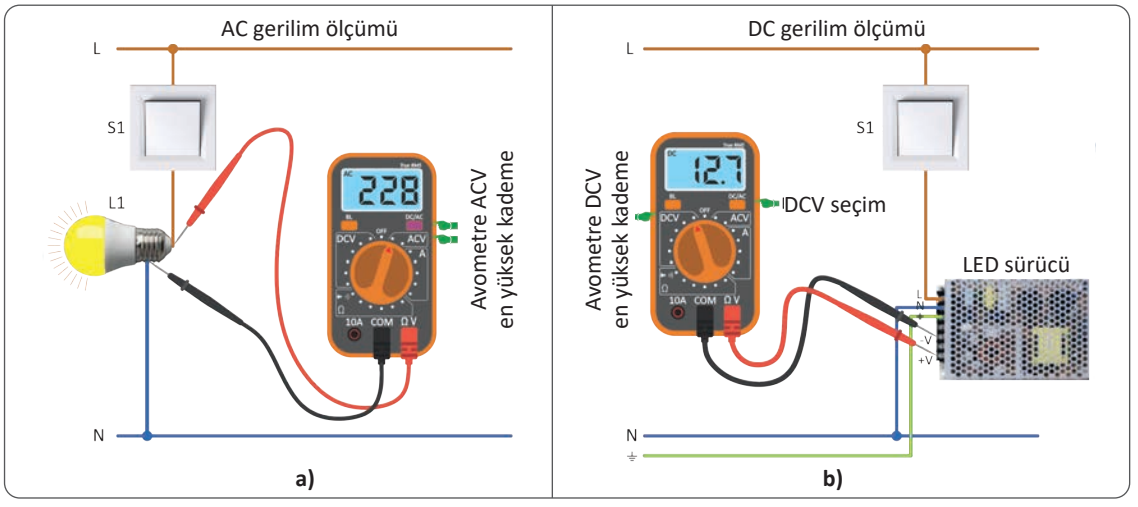
- DCV anahtarı seçilmelidir.
- Gerilim kademesi en yüksek konuma alınmalıdır (Ölçüm durumuna göre kademe düşürülebilir.).
- Ölçüm problarının doğru yerleşim soketlerinde olduğundan emin olunmalıdır (COM ve Ω V).



Görsel 3.25: Avometreyi gerilim ölçümü için ayarlama

AC gerilim ölçümlerinde True RMS özellikli ölçüm cihazlarının kullanılması doğruluk açısından önemlidir. Ölçülen gerilim değeri saf sinüs şeklinde olmayabilir. Bu tip ölçüm cihazları bir AC dalga biçiminin eş değer doğru akımını (DC) hesaplar. Diğer bir ifadeyle, herhangi bir AC dalga şeklinin efektif veya DC ısı değerini belirler.

Avometre, gerilimi ölçülecek aydınlatma elemanına paralel bağlanır. AC ölçümde sürekli gerilim değeri yön değiştirdiği için probların rengi önemli değildir (Görsel 3.26a). DC ölçümde kırmızı prob (+), siyah prob (-) değeri göstereceğinden prob yönü önemlidir (Görsel 3.26b). DC gerilimle çalışan aydınlatma elemanlarında yön tayini önemlidir.



Görsel 3.26: Avometreyle AC ve DC gerilim ölçümü

3.6.2. Akım Ölçme

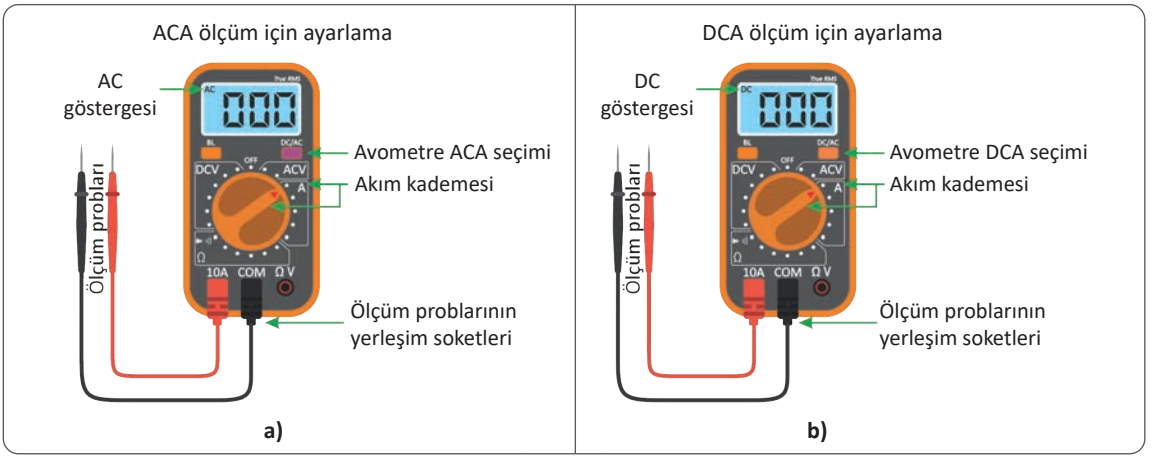
Bir iletken üzerindeki elektron akış miktarına **akım** denir ve birimi amperdir (A). Akım değeri ampermetrelerle ölçülür. Avometre kendi içinde ampermetre barındırdığı için aydınlatma sistemlerinde sıklıkla akım ölçümü için kullanılır. Ölçülecek akım alternatif (ACA) veya doğru (DCA) olabilir.

AC akım ölçümü Görsel 3.27a'da belirtildiği gibi şu şekilde yapılmalıdır:

- ACA anahtarı seçilmelidir.
- Akım kademesi en yüksek konuma alınmalıdır (Ölçüm durumuna göre kademe düşürülebilir.).
- Ölçüm probları yüksek akım ölçülecek sokete bağlanmalıdır (COM ve 10A).

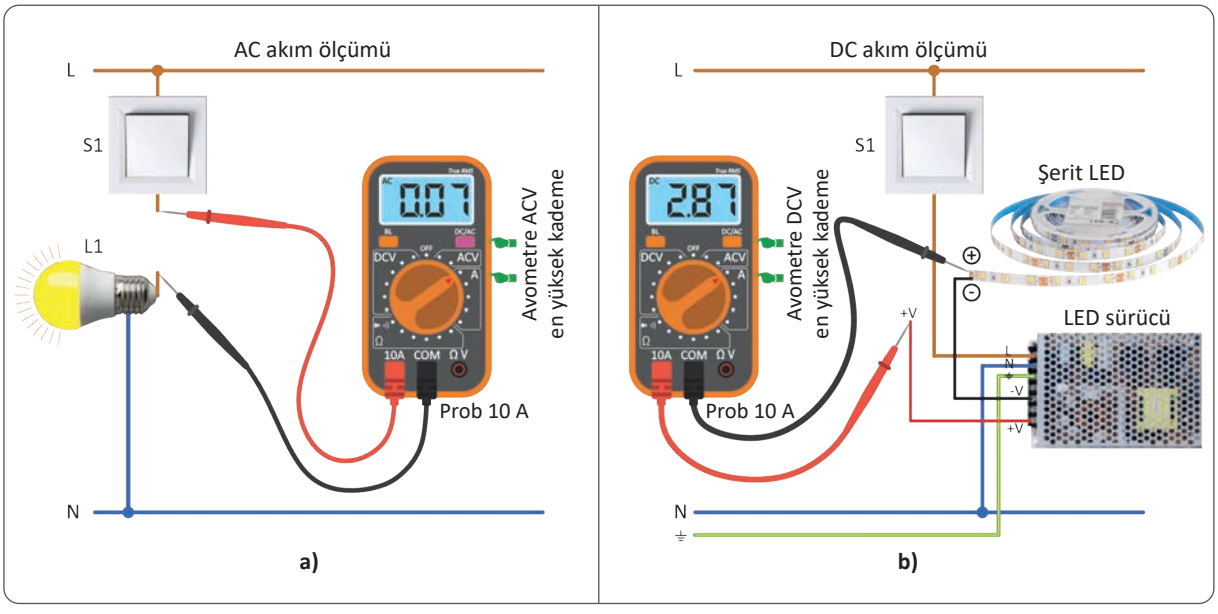
DC akım ölçümü Görsel 3.27b'de belirtildiği gibi şu şekilde yapılmalıdır:

- DCA anahtarı seçilmelidir.
- Gerilim kademesi en yüksek konuma alınmalıdır (Ölçüm durumuna göre kademe düşürülebilir.).
- Ölçüm probları yüksek akım ölçülecek sokete bağlanmalıdır (COM ve 10A).



Görsel 3.27: Avometreyi akım ölçümü için ayarlama

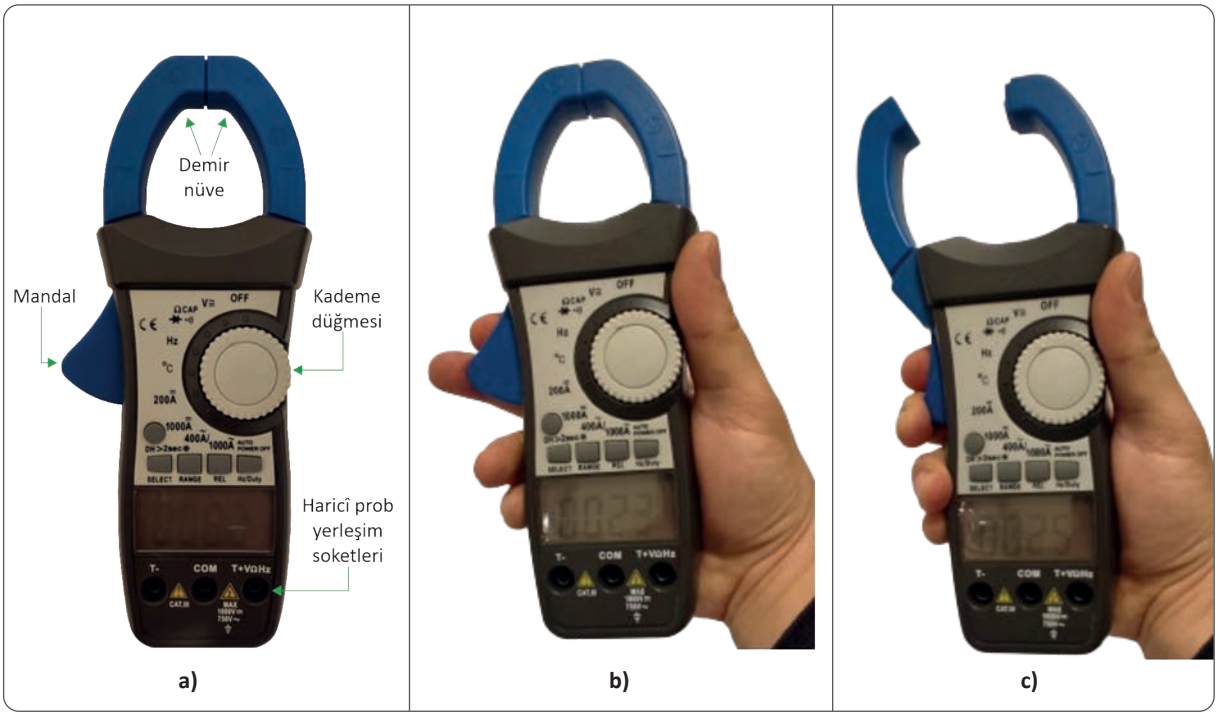
Avometre, akımı ölçülecek aydınlatma elemanına seri bağlanır. AC ölçümde probların rengi önemli değildir (Görsel 3.28a). DC ölçümde kırmızı prob (+), siyah prob (-) değeri göstereceğinden prob yönü akım yönü açısından önemlidir (Görsel 3.28b). Yapılan ölçüm sonucunda okunan akım değeri, armatürün teknik özelliklerinde belirtilen akım değeriyle karşılaştırılır.



Görsel 3.28: Avometreyle AC ve DC akım ölçümü

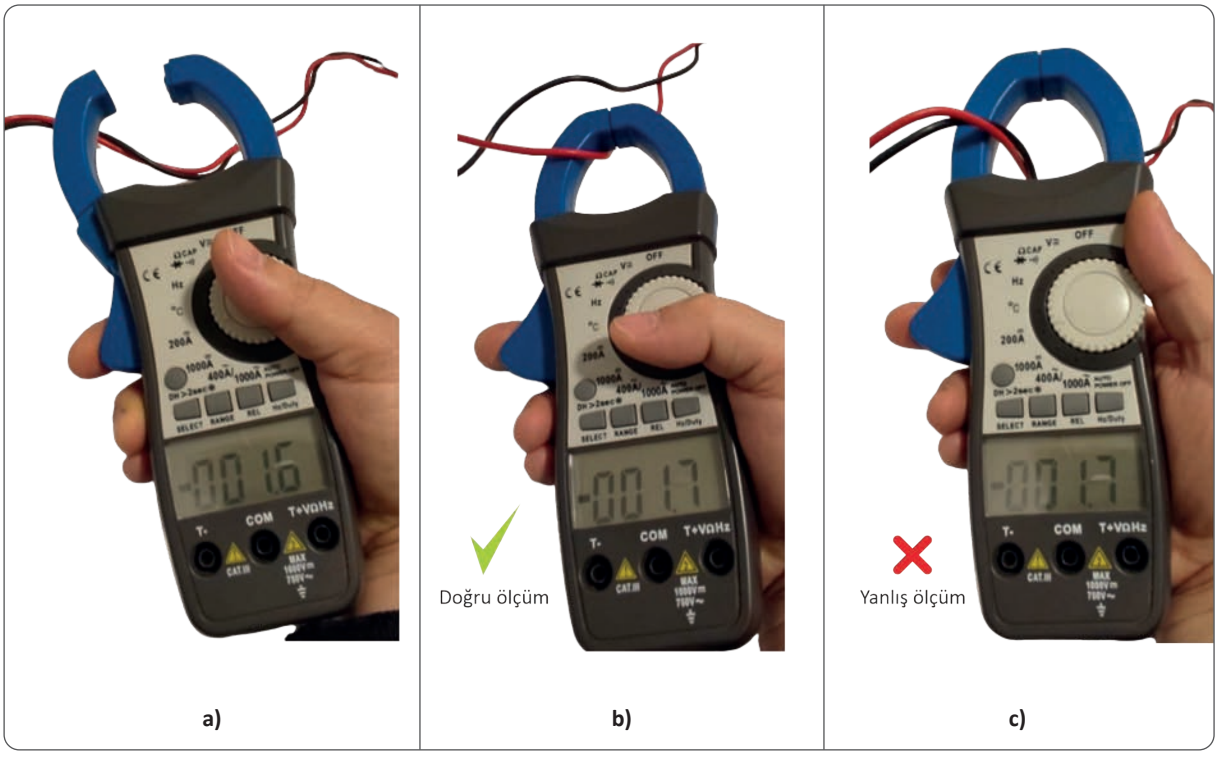
3.6.3. Pens Ampermetreyle Akım Ölçme

Pens ampermetre, kabloların ayrılmasına gerek kalmadan akımı ölçebilir (Görsel 3.29a). Görsel 3.29b ve Görsel 3.29c'deki gibi mandala basıldığında iki yana doğru ayrılabilen pens şeklinde yalıtımlı demir nüveye sahiptir.



Görsel 3.29: Pens ampermetre

Akımı ölçülmek istenilen kablo, pens ampermetrenin pensli olan ağız kısmından mandala basılarak içeriye alınır (Görsel 3.30a). Mandal serbest bırakılarak pensin ağzı kapatılır. Doğru ölçüm yapabilmek için akım taşıyan tek bir kablo pens içine alınmalıdır (Görsel 3.30b). Aydınlatma elemanına gelen iki kablonun da pens içine alınması yanlış ölçüme neden olur (Görsel 3.30c).



Görsel 3.30: Pens ampermetre ölçümleri

Genellikle pens ampermetrelerle AC DC gerilim, direnç, süreklilik, frekans gibi değerler ölçülebilir. Pens dışında ölçüm ve bağlantılar avometrelerle aynıdır. Bunun için ayrıca ölçüm probları ve yerleşim soketleri mevcuttur. AC veya DC akım ölçümü için kademe düğmesi akım kısmına getirilmelidir. Avometrelerle genellikle 10 A gibi sınırlı bir akım değeri ölçülebilir. Pens ampermetrelerde DC veya AC 400 A, 1.000 A gibi yüksek akım değerleri ölçülebilir.

Armatürlerin akım ve gerilim değerleri ölçüldükten sonra **Güç (W) = Akım (A) x Gerilim (V)** formülünden gücü hesaplanır. Yapılan ölçüm ve hesaplamalar sonucunda akım, gerilim ve güç değerleri gibi elektriksel değerler, armatürün teknik özelliklerinde belirtilen elektriksel değerlerle karşılaştırılır. Ölçüm ve hesaplamalar sonucunda elde edilen elektriksel değerler teknik özellikte belirtilen elektriksel değerlerden büyük olmamalıdır. Eğer bu değerler çok büyük veya çok küçük çıkarsa armatür içindeki aydınlatma elemanı, duy veya kablo bağlantılarında sorun olduğu anlaşılır. Enerji kesilerek sorun çözülmelidir.

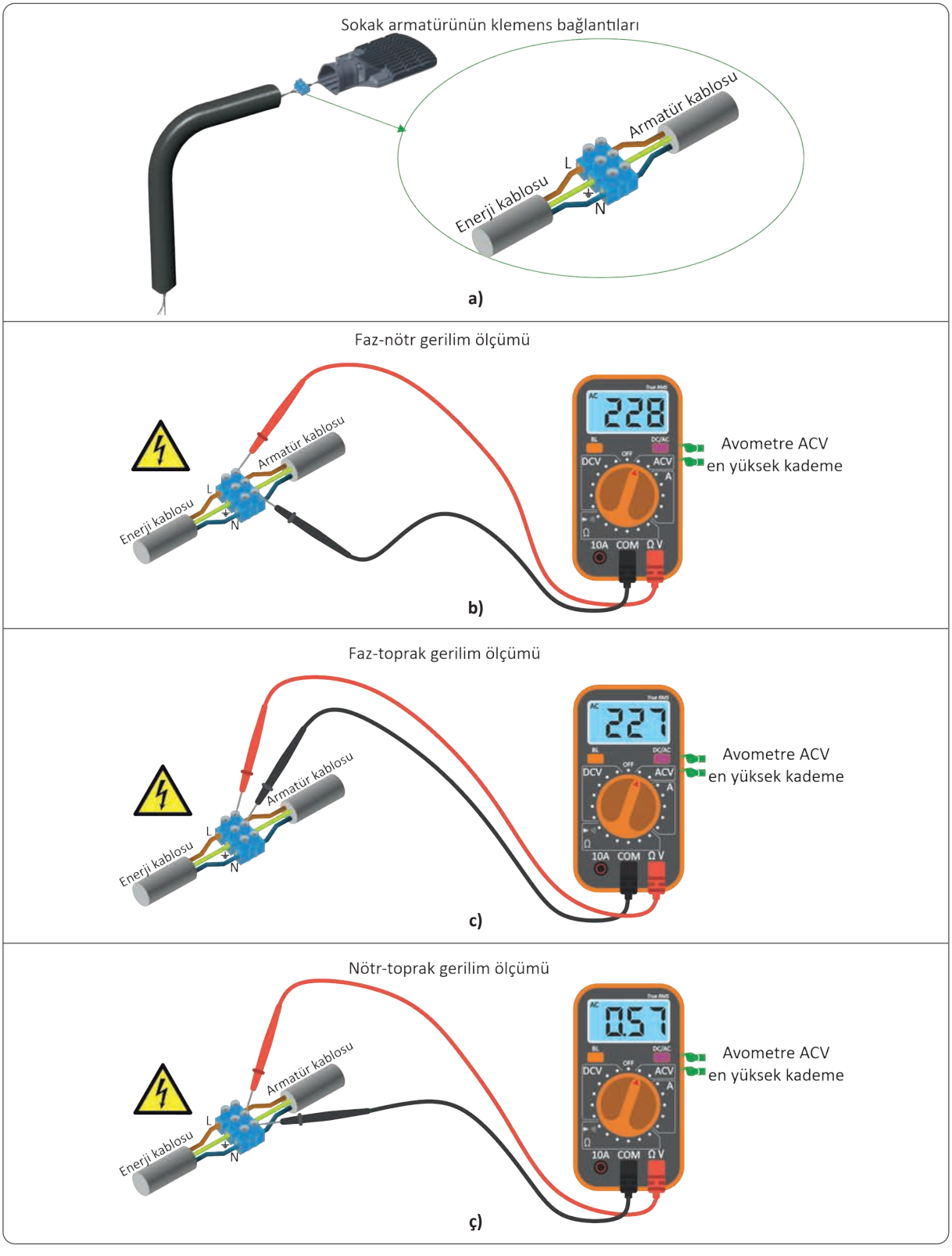
İş güvenliğini öncele, kazayı önle.

3.6. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Armatür Bağlantı Gerilimlerinin Ölçümü**

Amaç : Armatür bağlantılarında faz-nötr, faz-toprak ve nötr-toprak arası gerilimleri ölçmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.31: Sokak armatürü faz-nötr, faz-toprak ve nötr-toprak gerilimi ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	True RMS özellikli	1 adet
Sokak armatürü	30-120 W lambalı	1 adet
Korumalı klemens	Üçlü	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

Tablo 3.6: Armatürün Faz-Nötr, Faz-Toprak ve Nötr-Toprak Gerilimi Ölçüm Değerleri

Faz-Nötr Gerilimi	Faz-Toprak Gerilimi	Nötr-Toprak Gerilimi
Olması gereken aralık minimum: 230 VAC-%6, maksimum: 230 VAC+%10	**Olması gereken aralık (ölçülen faz-nötr gerilimi)-2 VAC maksimum**	**Olması gereken aralık 0-2 VAC maksimum**
..... V	 V	 V

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Armatürün enerjisini kesiniz.
3. Armatürü mekanik olarak kontrol ediniz.
4. Görsel 3.31a'daki gibi bağlantı kablolarını ve korumalı klemensi ölçüm yapılacak şekilde çıkarınız.
5. Avometreyi AC gerilim kademesi en yüksek konuma alınız.
6. Armatürün enerjisini veriniz.
7. Görsel 3.31b'deki gibi armatür kablosu korumalı klemens üzerinden faz-nötr arasındaki gerilim değerini ölçünüz ve Tablo 3.6'daki faz-nötr gerilim kısmına yazınız.
8. Görsel 3.31c'deki gibi armatür kablosu korumalı klemens üzerinden faz-toprak arasındaki gerilim değerini ölçünüz ve Tablo 3.6'daki faz-toprak gerilim kısmına yazınız.
9. Görsel 3.31ç'deki gibi armatür kablosu korumalı klemens üzerinden nötr-toprak arasındaki gerilim değerini ölçünüz ve Tablo 3.6'daki nötr-toprak gerilim kısmına yazınız.
10. Ölçüm sonuçlarını Tablo 3.6'da verilen olması gereken aralıklarla karşılaştırınız.
11. Armatürün enerjisini kesiniz.
12. Ölçtüğünüz değerler olması gereken değerlerin dışındaysa nedenini araştırınız.
13. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
14. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürü mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Gerilim ölçümlerini doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Sonuçlarını olması gereken sonuçlarla karşılaştırdı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

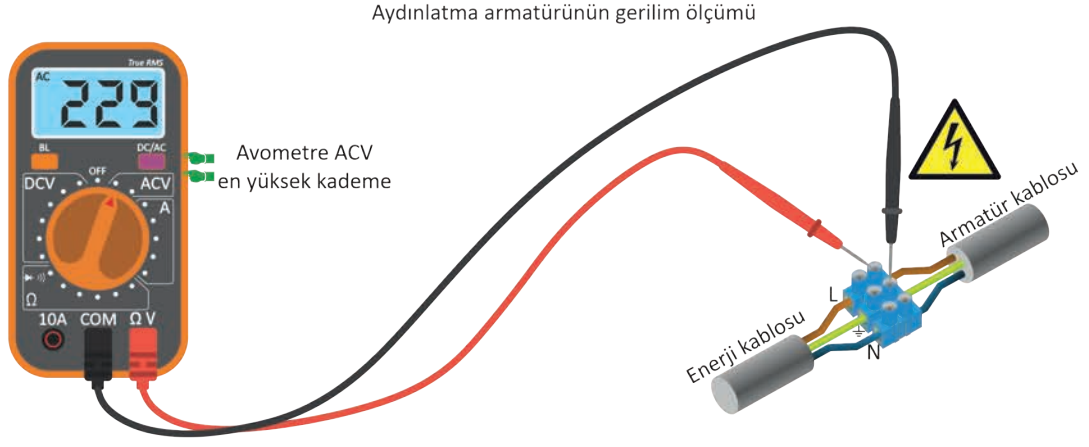
3.7. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Armatüre Ait Elektriksel Bilgilerin Ölçüm İle Kontrolü**

Amaç : Aydınlatma armatürünün kullanım kılavuzunda belirtilen elektriksel değerleri ölçüm ile kontrol etmek.

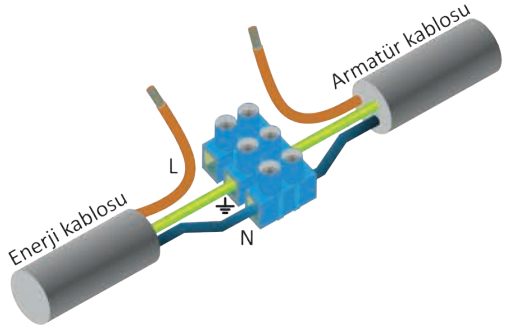
Süre: ..... dk.

Aydınlatma armatürünün gerilim ölçümü



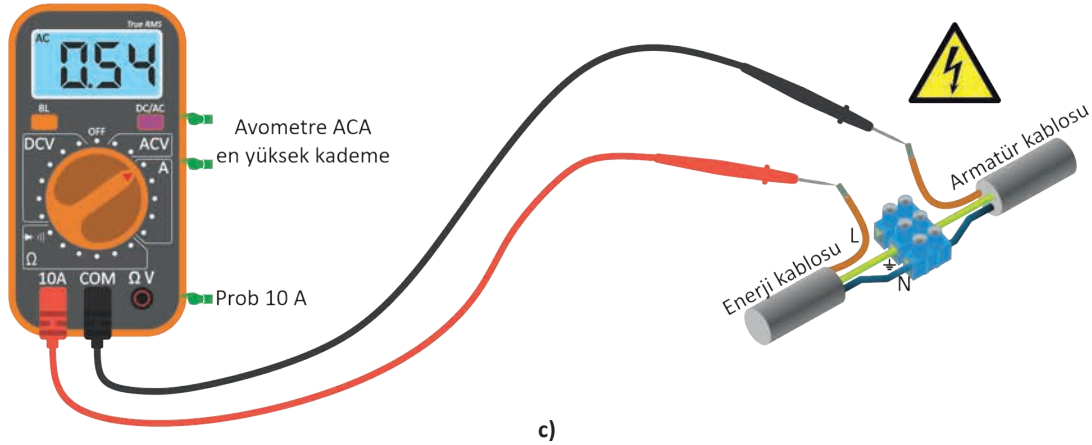
a)

Akım ölçümü için enerji ve armatür faz kablolarının klemensten ayırılması



b)

Aydınlatma armatürünün akım ölçümü



c)

Görsel 3.32: Aydınlatma armatürünün gerilim ve akım ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	True RMS özellikli	1 adet
Aydınlatma armatürü	30-150 W lambalı farklı güçte	2 adet
Korumalı klemens	Üçlü	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

Tablo 3.7: Aydınlatma Armatürünün Gerilim, Akım ve Güç Değerleri

Armatür	Armatür Faz-Nötr Gerilimi (V)	Armatür Akımı (A)	Armatür Gücü (W)
1	 V	..... A	..... W
2	 V	..... A	..... W

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Belirtilen özellik ve farklı güçlerde iki adet lambalı armatür temin ediniz.
3. Armatürlerin enerjisini kesiniz.
4. Armatürleri mekanik olarak kontrol ediniz.
5. Armatürlerin klemens bağlantılarını ölçüm yapacak şekilde çıkarınız.
6. Avometreyi AC gerilim kademesi en yüksek konuma alınız.
7. Armatürlerin enerjisini veriniz.
8. Görsel 3.32a'daki gibi armatürlerin gerilimlerini ölçünüz ve Tablo 3.7'ye yazınız.
9. Armatürlerin enerjisini kesiniz.
10. Görsel 3.32b'deki gibi akım ölçümü için armatürlerin faz kablolarını klemensten çıkarınız.
11. Avometreyi AC akım kademesi en yüksek konuma alınız ve probları akım ölçüm kısmına yerleştiriniz.
12. Görsel 3.32c'deki gibi avometre ölçüm problarından birini enerji faz kablosunun ucuna, diğerini armatür faz kablosunun ucuna bağlayınız.
13. Armatürlerin enerjisini veriniz.
14. Görsel 3.32c'deki gibi armatürlerin akımlarını ölçünüz ve Tablo 3.7'ye yazınız.
15. Armatürlerin enerjisini kesiniz.
16. Ölçüm sonuçlarına göre armatürlerin güçlerini hesaplayınız ve Tablo 3.7'ye yazınız.
17. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız elektriksel değerleri armatürün teknik bilgileriyle karşılaştırınız.
18. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
19. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürü mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Gerilim ve akım ölçümlerini doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Sonuçlarını armatürün teknik bilgileriyle karşılaştırdı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

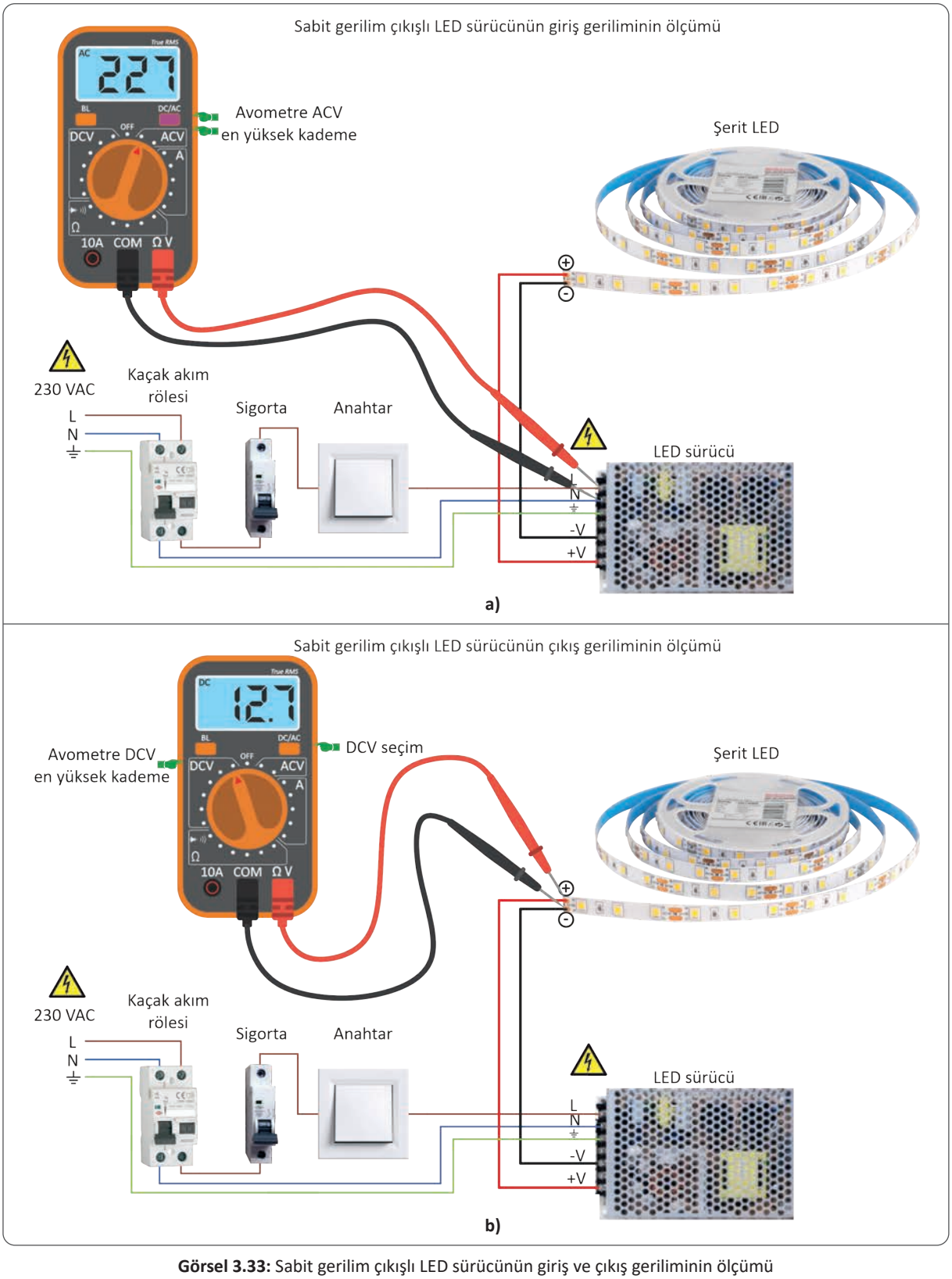
Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.8. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Sabit Gerilim Çıkışlı LED Sürücünün Gerilim Ölçümleri**

Amaç : Sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün AC giriş ve DC çıkış gerilimini ölçmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.33: Sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün giriş ve çıkış geriliminin ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	True RMS özellikli	1 adet
Şerit LED	5 m 12 VDC	1 adet
Sabit gerilim çıkışlı LED sürücü	230 VAC giriş, 12 VDC çıkış 100 W	1 adet
Kaçak akım rölesi	30 mA korumaya sahip	1 adet
Anahtar	10 A, 250 VAC	1 adet
Tesisat kablosu	3 x 0,75 mm²	-
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 3.33'teki devreyi kurunuz.
3. Avometreyi AC gerilim kademesi en yüksek konuma alınız.
4. Devrenin enerjisini veriniz.
5. Anahtarı kapatınız ve Görsel 3.33a'daki gibi sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün giriş uçlarındaki AC gerilimi ölçünüz.
6. Devrenin enerjisini kesiniz ve anahtarı kapalı konuma alınız.
7. Avometreyi DC gerilim kademesi en yüksek konuma alınız.
8. Anahtarı kapatınız ve Görsel 3.33b'deki gibi sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün çıkış uçlarındaki DC gerilimi ölçünüz.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Ölçüm sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
11. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Devreyi doğru kurdu.					
Sınıf-No.		**2**	LED sürücünün giriş gerilimini ölçtü.					
Öğretmenin		**3**	LED sürücünün çıkış gerilimini ölçtü.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

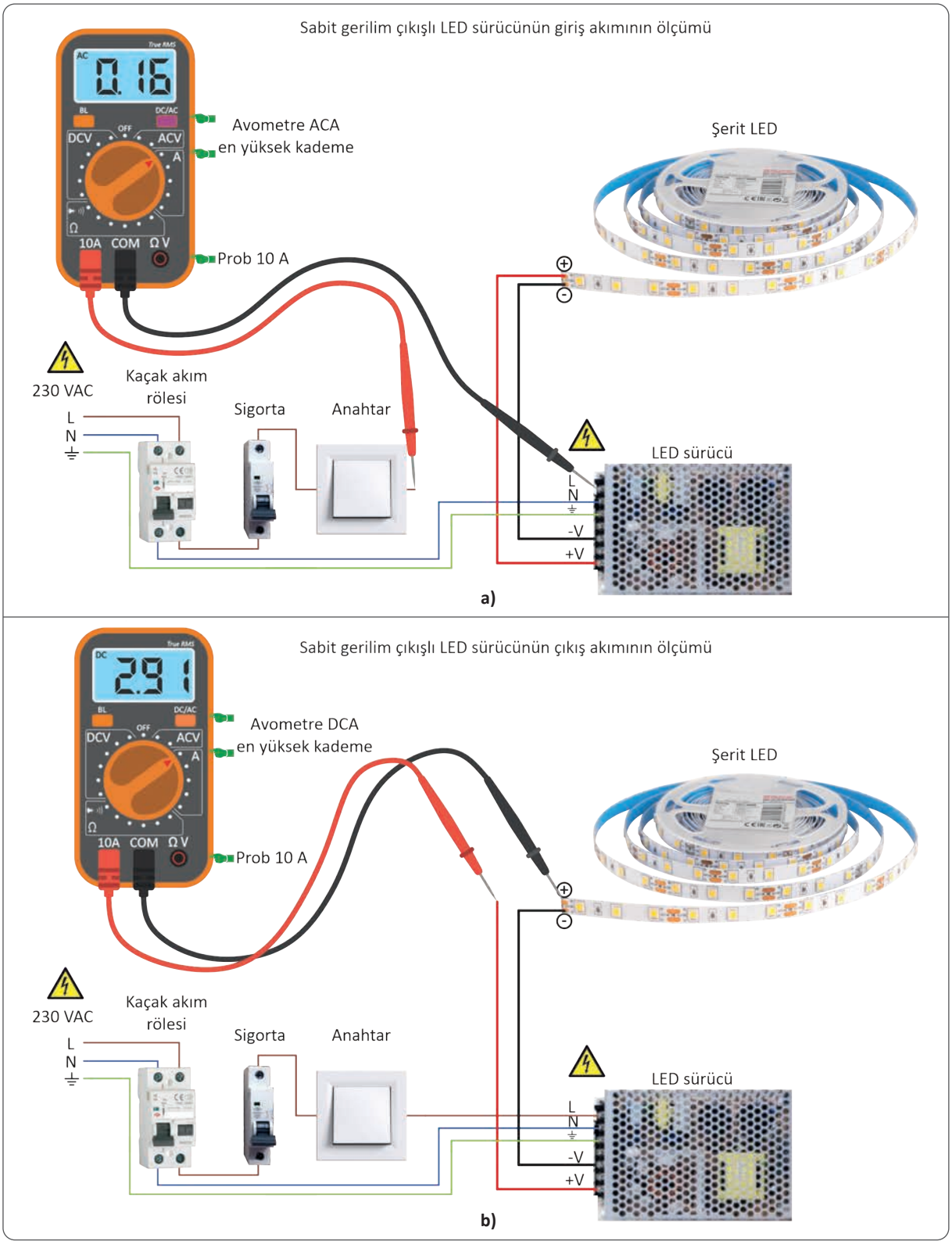
Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.9. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Sabit Gerilim Çıkışlı LED Sürücünün Akım Ölçümleri**

Amaç : Sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün AC giriş ve DC çıkış akımını ölçmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.34: Sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün giriş ve çıkış akımının ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	True RMS özellikli	1 adet
Şerit LED	5 m 12 VDC	1 adet
Sabit gerilim çıkışlı LED sürücü	230 VAC giriş, 12 VDC çıkış 100 W	1 adet
Kaçak akım rölesi	30 mA korumaya sahip	1 adet
Anahtar	10 A, 250 VAC	1 adet
Tesisat kablosu	3 x 0,75 mm²	-
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 3.34'teki devreyi kurunuz.
3. Avometreyi AC akım kademesi en yüksek konuma alınız.
4. Devrenin enerjisini veriniz.
5. Anahtarı kapatınız ve Görsel 3.34a'daki gibi sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün giriş uçlarındaki AC akımı ölçünüz.
6. Devrenin enerjisini kesiniz ve anahtarı kapalı konuma alınız.
7. Avometreyi DC akım kademesi en yüksek konuma alınız.
8. Anahtarı kapatınız ve Görsel 3.34b'deki gibi sabit gerilim çıkışlı LED sürücünün çıkış uçlarındaki DC akımı ölçünüz.
9. Devrenin enerjisini kesiniz.
10. Ölçüm sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
11. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Devreyi doğru kurdu.					
Sınıf-No.		**2**	LED sürücünün giriş akımını ölçtü.					
Öğretmenin		**3**	LED sürücünün çıkış akımını ölçtü.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

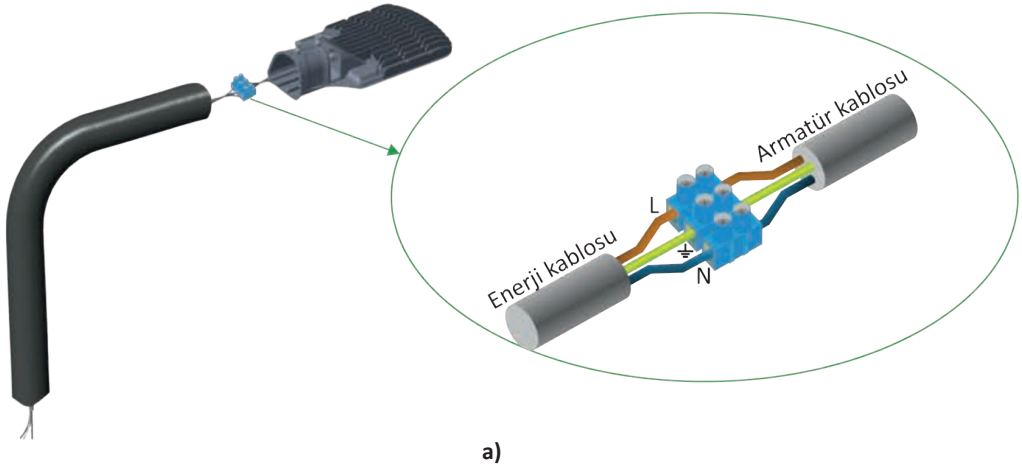
3.10. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Armatürün Elektriksel Değerlerinin Pens Ampermetreyle Ölçümü**

Amaç : Armatürün gerilim ve akım değerlerini pens ampermetreyle ölçmek.

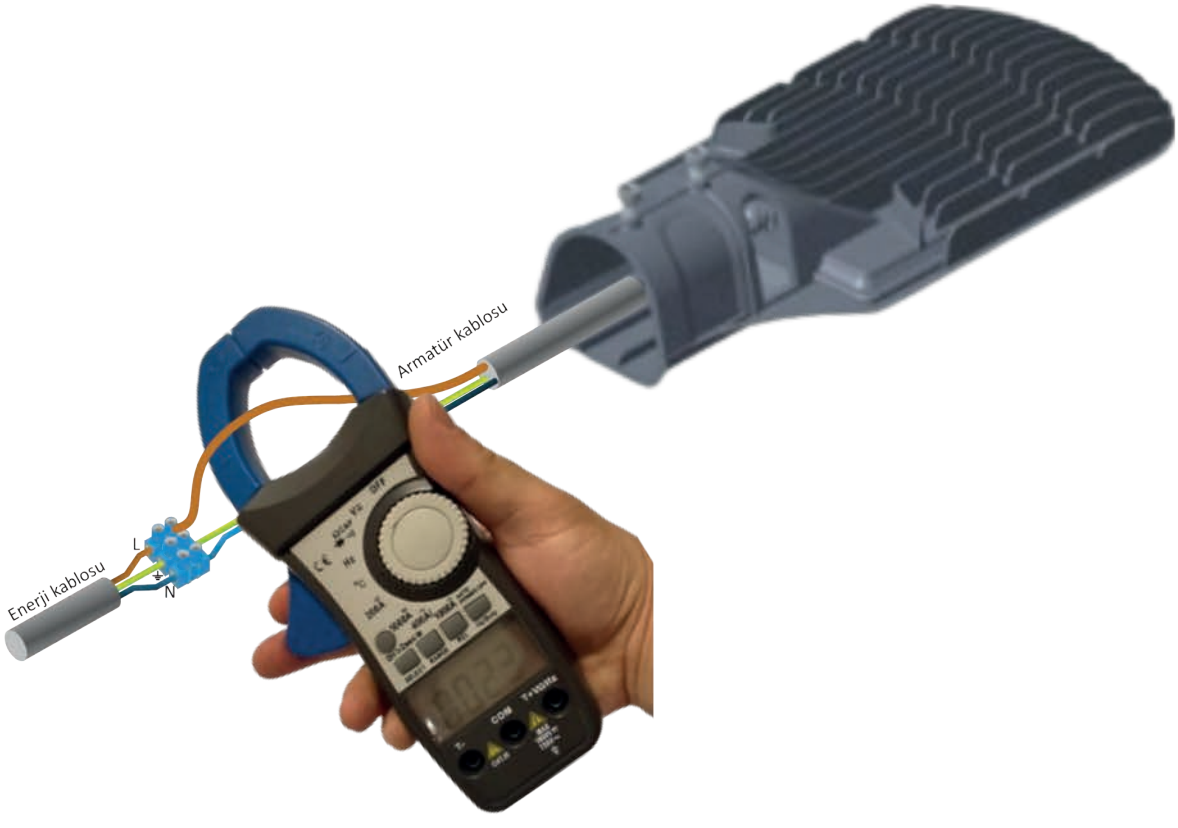
Süre: ..... dk.

Sokak armatürünün klemens bağlantıları



a)

Pens ampermetre ile armatür akımının ölçümü



b)

Görsel 3.35: Armatür akımının pens ampermetreyle ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Pens ampermetre	True RMS özellikli	1 adet
Sokak armatürü	30-120 W lambalı	1 adet
Korumalı klemens	Üçlü	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

Tablo 3.8: Armatürün Faz-Nötr Gerilim ve Akım Ölçüm Değerleri

Armatür Faz-Nötr Gerilimi (V)	Armatür Akımı (A)	Armatür Gücü (W)
..... V	..... A	..... W

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Armatürün enerjisini kesiniz.
3. Armatürü mekanik olarak kontrol ediniz.
4. Görsel 3.35a'daki gibi bağlantı kablolarını ve korumalı klemensi ölçüm yapılacak şekilde çıkarınız.
5. Pens ampermetre ölçüm kademesini AC gerilim konumuna alınız.
6. Armatürün enerjisini veriniz.
7. Ölçüm problarıyla armatürün faz-nötr gerilimini ölçünüz ve Tablo 3.8'deki faz-nötr gerilim kısmına yazınız.
8. Pens ampermetre ölçüm kademesini AC akım konumuna alınız.
9. Görsel 3.35b'deki gibi pens ampermetrenin mandalına basınız ve armatür faz kablosunu pens içine alınız.
10. Nötr ve toprak kablolarının dışarıda kalmasına dikkat ediniz.
11. Görsel 3.35b'deki gibi armatür kablosu üzerinden akım değerini ölçünüz ve Tablo 3.8'deki armatür akımı kısmına yazınız.
12. Armatürün enerjisini kesiniz.
13. Ölçüm sonuçlarına göre armatürün gücünü hesaplayınız ve Tablo 3.8'e yazınız.
14. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız elektriksel değerleri armatürün teknik bilgileriyle karşılaştırınız.
15. Kontrol sonuçlarını öğretmeninizle paylaşınız.
16. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Önce güvenlik sonra iş!

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Armatürü mekanik olarak kontrol etti.					
Sınıf-No.		**2**	Gerilim ve akım ölçümlerini doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Sonuçları armatürün teknik bilgileriyle karşılaştırdı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

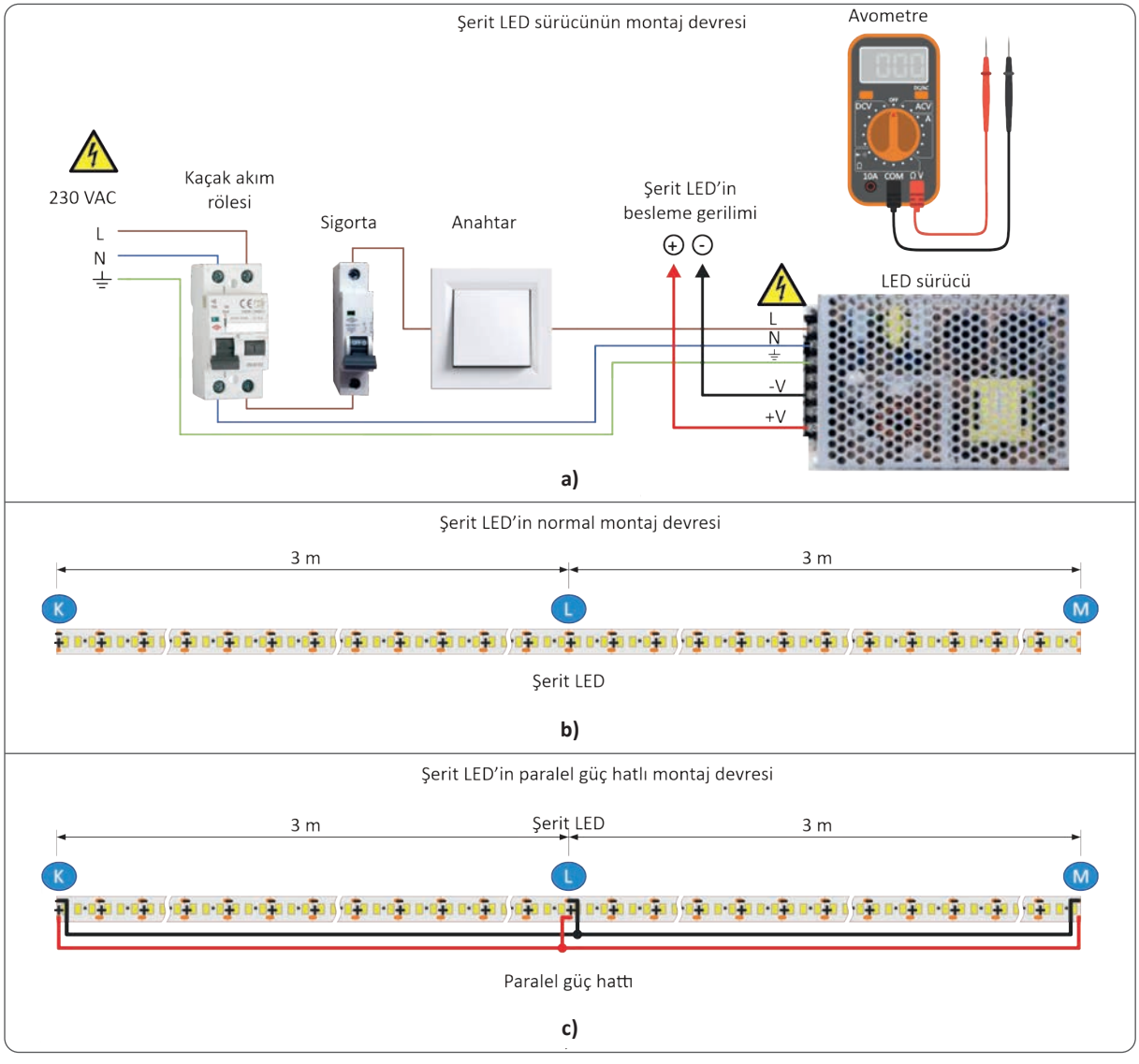
Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

3.11. UYGULAMA

Uygulama Adı: **Şerit LED Tesisatında Aydınlatma Veriminin Artırılması**

Amaç : Şerit LED kullanılan aydınlatma devresinin verimini artırmak.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.36: Şerit LED kullanılan aydınlatma devresinin veriminin artırılması

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	True RMS özellikli	1 adet
Şerit LED	6 m 12 VDC	1 adet
Sabit gerilim çıkışlı LED sürücü	230 VAC giriş, 12 VDC çıkış 100 W	1 adet
Kaçak akım rölesi	30 mA korumaya sahip	1 adet
Anahtar	10 A, 250 VAC	1 adet
Tesisat kablosu	3 x 0,75 mm² ve 2 x 1,5 mm²	-
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

Tablo 3.9: Şerit LED Gerilim Ölçümleri

Montaj Şekli	K Noktasındaki Gerilim VK (V)	L Noktasındaki Gerilim VL (V)	M Noktasındaki Gerilim VM (V)
Besleme Gerilimi	**Şerit LED Normal Montaj Devresi (K, L, M) Gerilim Ölçümleri**		
K	 V	 V	 V
L	 V	 V	 V
M	 V	 V	 V
Besleme Gerilimi	**Şerit LED Paralel Güç Hatlı Montaj Devresi (K, L, M) Gerilim Ölçümleri**		
K	 V	 V	 V
L	 V	 V	 V
M	 V	 V	 V

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Görsel 3.36a'daki devreyi kurunuz.
3. Avometreyi DC gerilim kademesi en yüksek konuma alınız.
4. Şerit LED besleme gerilim kablosunu Görsel 3.36b'de yer alan K noktasına bağlayınız.
5. Devrenin enerjisini veriniz ve anahtarı kapatınız.
6. Görsel 3.36b'de K, L, M noktalarındaki gerilimleri ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 3.9'da besleme gerilimi K satırı ve şerit LED normal montaj devresi (K, L, M) gerilim ölçümleri sütunundaki alanlara yazınız.
7. Ölçümlerde şerit LED'in parlaklık durumunu kontrol ediniz.
8. Besleme gerilimini sırasıyla L ve M noktalarına bağlayarak aynı ölçümleri tekrarlayınız. Ölçüm sonuçlarını Tablo 3.9'da besleme L ve M satırlarındaki alanlara yazınız.
9. Devrenin enerjisini kesiniz ve anahtarı açık konuma alınız.
10. Görsel 3.36c'deki gibi şerit LED montajına paralel güç hattı çekiniz.
11. Devrenin enerjisini veriniz ve anahtarı kapatınız.
12. Görsel 3.36c'de K, L, M noktalarındaki gerilimleri ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 3.9'da besleme gerilimi K satırı ve şerit LED paralel güç hatlı montaj devresi (K, L, M) gerilim ölçümleri sütunundaki alanlara yazınız.
13. Ölçümlerde şerit LED'in parlaklık durumunu kontrol ediniz.
14. Besleme gerilimini sırasıyla L ve M noktalarına bağlayarak aynı ölçümleri tekrarlayınız. Ölçüm sonuçlarını Tablo 3.9'da besleme L ve M satırlarındaki alanlara yazınız.
15. Devrenin enerjisini kesiniz.
16. Görsel 3.36b'deki normal montaj devresinde besleme geriliminin verimlilik açısından bağlanması gereken doğru noktayı bulunuz (besleme geriliminin bağlandığı yer dışındaki gerilim ölçümlerinin birbirine yakın olduğu nokta).
17. Görsel 3.36c'deki gibi şerit LED paralel güç hattının verimliliğe etkisini gözlemleyiniz.
18. Ölçüm, gözlem ve devre montajındaki değişikliklerin verimliliğe etkisini öğretmeninizle paylaşınız.
19. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Devre montajlarını doğru yaptı.					
Sınıf-No.		**2**	Ölçümleri doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Devre montajının verimliliğe etkisini açıkladı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.7. AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE BAKIM VE ONARIM

Aydınlatma sistemlerinde yapılan bakım ve onarım, aydınlatma performansının yeterli düzeyde sürekliliğini sağlar. Oldukça düşük maliyetle yapılan bakım ve onarım, aydınlatma sisteminin verimliliğine katkıda bulunur.

3.7.1. Aydınlatma Sisteminin Yapısı

Aydınlatma sisteminin yapısı; dış ve iç mekân aydınlatma armatürleri, ışık kaynağı olarak LED, lamba ve çeşitleri, sürücüler, balastlar, verimliliği artırmak için sensörler ve kontrol ünitelerinden oluşur (Görsel 3.37). Ortam için gerekli ışık seviyesini sağlayan, enerji tasarruflu, maliyeti düşük, güvenilir, uzun ömürlü ve çevre dostu ürünlerden oluşmalıdır.

Görsel 3.37: Aydınlatma sisteminde kullanılan sensör, sürücü ve lamba çeşitleri

3.7.2. Sürücülerde Arıza Tespiti

LED sürücünün arıza belirtileri şunlardır:

Kararan veya Titreyen Işık: Aydınlatma seviyesinin kademeli azalması veya titremesi LED sürücüde sorun olduğunu gösterir. LED sürücü, gerekli aydınlatma seviyesi için yeterli gücü sağlamıyor olabilir.

Sürücünün Aşırı Isınması: LED sürücünün aşırı ısınması bir sorun olduğunu gösterir. Bazı durumlarda ısıdan kaynaklı kabloların yanmasına sebep olabilir. Sürücünün aşırı ısınması sürücü arızasını gösterebileceği gibi sürücünün güç kapasitesi üzerinde güce sahip ışık kaynağının bağlanmasından da kaynaklı olabilir.

Gevşek Bağlantı: Gevşek veya kopmuş bağlantı güç dağıtımında kesintilere neden olabilir. Oluşacak kesintiler ışıkların titremesine veya seviyelerin kararmasına yol açabilir. Bu yüzden, olası bir sürücü sorununu giderirken sistemin tüm kabloları kontrol edilmelidir.

Gerilim ve Akım Seviyeleri: Işık kaynağı aktifken sürücünün gerilim ve akım değerleri ölçülür. Ölçülen değer sürücünün etiket değeriyle karşılaştırılır. Ölçülen bu değerler, sürücünün etiket bilgisinde bulunan akım ve gerilim değerleriyle aynıysa sürücü sağlamdır.

Floresan lambanın veya balastın arıza belirtileri şunlardır:

- Manyetik balast tarafından kontrol edilen ampullerin başlatılması veya yanmasının daha uzun sürmesi
- Floresan aydınlatma armatüründen gelen uğultulu bir sesin duyulması
- Floresan ampullerin titreyen, loş veya düzensiz ışık vermesi

3.7.3. Işık Kaynağında Arıza Tespiti

Lamba arızalarının en yaygın nedenlerinden bazıları şunlardır:

Ömrünü Tamamlamış veya Arızalanmış Ampul: Bir lambanın ışık vermemesinin en yaygın nedeni ampulün arızalanmasıdır. Ampul, sağlam olan farklı bir duy veya armatüre bağlanıp kontrol edilmelidir. Bazı LED ampuller birden çok LED kullanılarak yapılır. Bu LED'lerin birkaç tanesi arızalandığında lamba ışık vermeyi keser. Arızalı LED'ler değiştirilip yeniden kullanılabilir.

Kablo ve Fişle İlgili Sorunlar: Ampulün sağlam olması durumunda kablo veya kordonları kontrol edilmelidir. Kablonun yıpranması veya fişin gevşek olması lambanın ışık vermesini engeller.

Arızalı Anahtar: Ampul ve kablolar sağlamsa sorun arızalı anahtar olabilir. Gevşek, aşınmış veya kırılmış bir anahtar lambanın ışık vermesini engeller.

Kırık Duy: Lamba arızalarının bir diğer yaygın nedeni de kırık veya çatlamış duy olabilir. Duy hasar görürse ampul bağlantısı gerçekleşmediği için lambanın ışık vermesini engeller.

Sensör Hatası: Hareket, fotosel gibi sensör bulunan aydınlatma kaynağının ışık vermemesi, sensör arızasından kaynaklanabilir. Sensörün hareketi ve ışığı algılamaması durumunda lambaya enerji iletimi gerçekleşmez.

3.7.4. Bağlantıda Arıza Tespiti

Ampulün sağlam olmasına rağmen ışık vermemesi aydınlatma sisteminde arızalı bağlantı noktalarından kaynaklanabilir. Anahtar, iletken, duy gibi bağlantı noktalarında oluşabilecek gevşeme, kırılma veya kopma lambanın ışık vermesine engel olur.

Bağlantı noktalarındaki arıza durumları şunlardır:

Anahtar Arızası: Lambanın açılması ve kapatılması kontrol edilemiyor ve lamba ara ara yanıp sönüyorsa anahtar kontaklarının uzun süre kullanılması nedeniyle yıpranmış olabilir. Ölçü aletiyle anahtarın sağlamlığı kontrol edilmelidir.

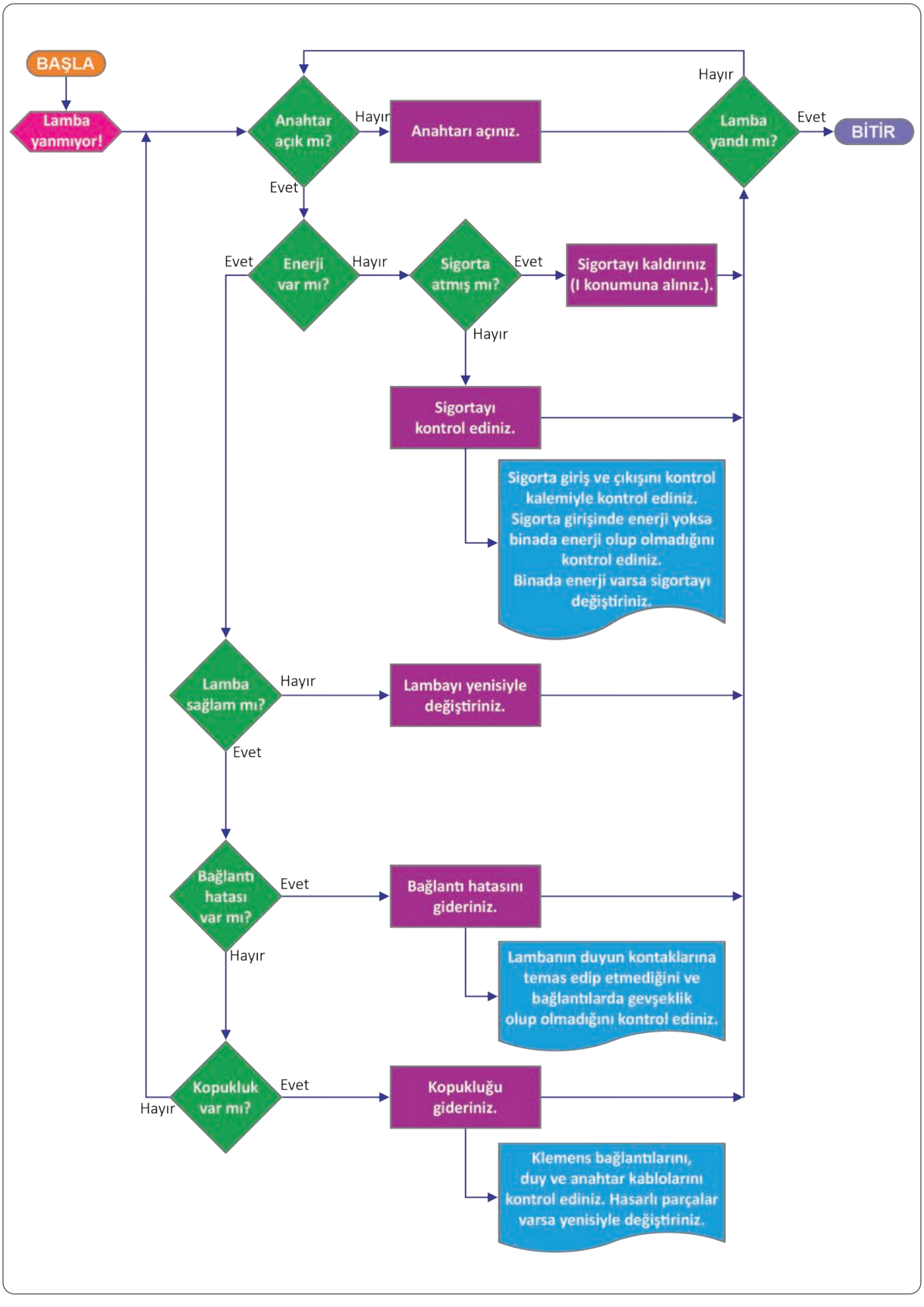
Kablo Arızası: Anahtar ve duy bağlantısında, kablo ek kutusunda gevşeme veya kopma olabilir. Kablo ve bağlantıların sağlamlığı ölçü aletiyle kontrol edilmelidir. Ayrıca kablo bağlantı yerleri sıkılaştırılmalıdır.

Kesicinin (Sigorta) Açık Devre Olması: Aydınlatmaya ait kesici, anahtarla lambaya enerji verildiğinde açık devre olabilir. Bu durumda anahtar ile lamba arasında kısa devre vardır. Kısa devre, ek kutusunda olabileceği gibi lambanın duyundan veya tesisat kablolarından da kaynaklanabilir. Göz ile kontrol etmenin yanı sıra ölçü aleti kullanılarak kısa devre tespit edilmelidir.

3.7.5. Aydınlatma Sisteminde Arıza Tespiti

Aydınlatma sistemlerindeki arızalar, genellikle ışık kaynaklarındaki normal olmayan durumlardan anlaşılır. Işık kaynağının çalışmaması, sönük (loş) yanması, fasılalı (ara ara) çalışması, çok parlak ışık vermesi şeklinde oluşabilir. Bu durum; lamba, sürücü ve balast arızaları, şebeke geriliminin çok yüksek veya düşük olması, bağlantılardaki sorunlar gibi nedenlerden kaynaklanır. Görsel 3.38'deki gibi aydınlatma sisteminde arıza tespiti için akış diyagramı tasarlanarak arızanın daha kısa sürede kolayca bulunup onarılması sağlanabilir.

İşe giden yollar güvenlikten geçer.



Görsel 3.38: Akış diyagramı ile lamba arızasının tespiti

Termal Kamerayla Arıza Tespiti

Evrende -273 °C üzerindeki tüm maddeler termal enerjiyi kızılötesi (IR) ışık dalgalarıyla yayar. İnsan gözü IR ışık dalgalarını göremez. Işığı değil ısıyı gören termal kamera sistemleri, bir objeden yayılan kızılötesi ışımayı algılamayı ve objenin ısı haritasını çıkarmayı sağlayan görüntüleme sistemleridir. Isı haritasında farklı renkler farklı sıcaklıkları temsil eder.

Termal kameranın çalışma ilkesi normal kameralardan çok farklıdır. Termal kamera, objelerin etrafa yaydığı kızılötesi dalgaları algılayabilmek için IR frekanslarının geçişine izin veren bir lense sahiptir. Lensin arkasında yer alan özel sensör dizisi kızılötesi dalgalarını elektrik sinyaline çevirir. Kameranın işlemcisi ise sensörden gelen elektrik sinyallerini bir algoritma kullanarak ısı haritasına çevirir. Bu sayede kızılötesi ışımanın fazla olduğu yerler sıcak renklerle (beyaz, sarı, turuncu, kırmızı) düşük olduğu yerler ise soğuk renklerle (mor, koyu mavi, lacivert, siyah) gösterilir. Termal kameralar genellikle normal görüş moduna da sahiptir. Bu sayede iki görüntü arasında karşılaştırma yapmaya olanak sağlar. Isı ölçümü temas gerektirmediği için yüksek sıcaklık ve yüksek gerilimin olduğu yerlerde güvenle kullanılır. Isı ölçümü yapılacak bölgeye doğru tutulmasıyla o bölgeye ait ısı haritası ve bölgenin ısı değerleri ekranda görülür (Görsel 3.39).

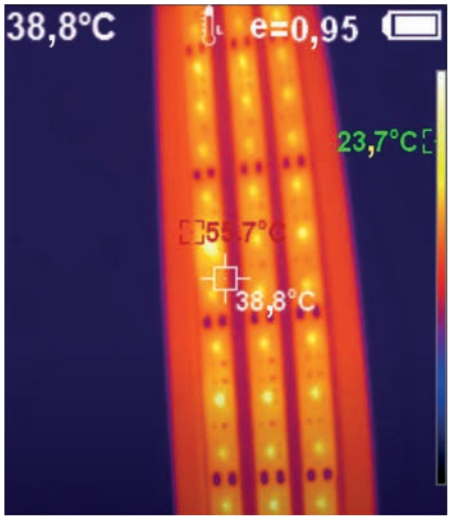
Görsel 3.39: Termal kamera

Termal Kameranın Kullanım Alanları

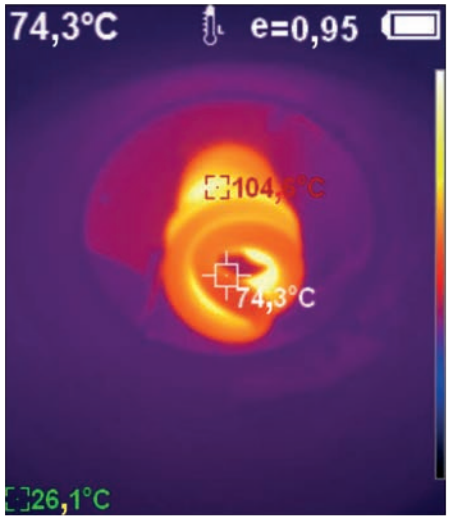
- Aşırı yük altındaki güç transformatörleri, kablolar, kontak noktaları, kapasitörler, elektrik panoları, iletim hatları, aşırı yüklenen enerji sistemlerinin bağlantı hatalarının ve gereğinden fazla yüklenip ısı yaratan yerlerin herhangi bir elektriksel ölçüm yapılmadan tespiti

- Elektronik devrelerin aşırı ısınan elemanlarının tespiti
- Motor, rulman, hareketli ve sürtünen parçaların ısı üreten yerlerinin tespiti
- Konut, iş merkezi gibi binaların enerji verimliliğinin ölçülmesi ve enerji sarfiyatının düzeltilmesi için sorunlu bölgelerin tespiti
- Buhar, basınçlı gaz, sıcak su, sıcak hava taşıyan sistemlerin kaçaklarının tespiti
- Su kacağı tespiti
- Nem kontrolü

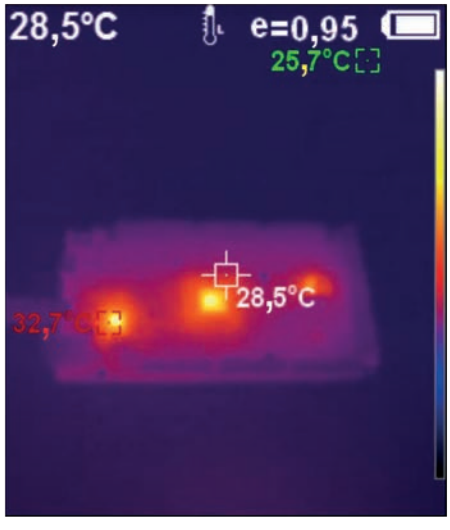
Aydınlatma sistemlerinde termal kamera kullanılarak verimli bir aydınlatma oluşturulabilir. Görsel 3.40a'da şerit LED ve Görsel 3.40b'de CFL lamba kullanılarak oluşturulmuş iki farklı aydınlatma sistemi termal kamera görüntüsünde, şerit LED'in daha az ısı yaydığı ve daha verimli olduğu anlaşılır. Ayrıca sürücü devrelerindeki arızalar için Görsel 3.40c'deki gibi ısınan parçanın tespiti termal kamerayla kolaylıkla görülebilir.



a) Şerit LED



b) CFL lamba



c) Lamba sürücü devresi

Görsel 3.40: Termal kamera görüntüleri

3.12. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Termal Kamerayla Çeşitli Armatür ve Bileşenlerinin Isı Kontrolü**

Amaç : Termal kamera kullanarak armatür ve bileşenlerinin ısılarını ölçmek.

Süre: ..... dk.

Görsel 3.41: Termal kamerayla ısı ölçümü

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Termal kamera	LCD ekranlı minimum 32x32 piksel sensörlü	1 adet
Floresan lamba armatürü	Balast ve starter dâhil	1 adet
CFL lamba armatürü	E27 duylu	1 adet
LED lamba armatürü	E27 duylu	1 adet
Akkor flamanlı lamba armatürü	E27 duylu	1 adet
Floresan lamba	5-20 W 230 VAC	1 adet
CFL lamba	5-20 W 230 VAC	1 adet
LED lamba	5-20 W 230 VAC	1 adet
Akkor flamanlı lamba	50-100 W 230 VAC	1 adet
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Baret, koruyucu gözlük, eldiven	1 adet

Tablo 3.10: Armatür ve Bileşenlerine Ait Isı Ölçümleri

Akkor Flamanlı Bileşenler	Floresan Bileşenleri	CFL Bileşenleri	LED Bileşenleri
Armatür ısısı	**Armatür ısısı**	**Armatür ısısı**	**Armatür ısısı**
..... °C	..... °C	..... °C	..... °C
Lamba ısısı	**Lamba ısısı**	**Lamba ısısı**	**Lamba ısısı**
..... °C	..... °C	..... °C	..... °C
-	**Balast ısısı**	**Sürücü ısısı**	**Sürücü ısısı**
-	..... °C	..... °C	..... °C
Verim durumu	**Verim durumu**	**Verim durumu**	**Verim durumu**
.....	.....	.....	.....

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. Floresan, akkor flamanlı, CFL ve LED lambayla çalışan armatürleri hazırlayınız.
3. Enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.
4. CFL ve LED lamba sürücülerini ölçüm için güvenli çalışacak şekilde çıkarınız.
5. Armatür enerjilerini veriniz.
6. Görsel 3.41'deki gibi termal kamerayı ısı haritası gösterecek şekilde ayarlayınız.
7. Akkor flamanlı lambaya ait armatür ve lamba ısı değerlerini ölçünüz ve Tablo 3.10'daki akkor flamanlı bileşenler sütununa yazınız.
8. Floresan lambaya ait armatür, lamba ve balast ısı değerlerini ölçünüz ve Tablo 3.10'daki floresan bileşenleri sütununa yazınız.
9. CFL lambaya ait armatür, lamba ve sürücü ısı değerlerini ölçünüz ve Tablo 3.10'daki CFL bileşenleri sütununa yazınız.
10. LED lambaya ait armatür, lamba, sürücü ısı değerlerini ölçünüz ve Tablo 3.10'daki LED bileşenleri sütununa yazınız.
11. Armatür enerjilerini kesiniz.
12. Sürücüye sahip lambalara ait sürücü devresinde en çok ısınan parçaları belirleyiniz.
13. Ölçüm sonuçlarına göre lamba bileşenlerinin ısınan parçalarını yorumlayınız ve verimliliğe etkisini öğretmeninizle paylaşınız.
14. Lambaları ısı durumuna göre kendi aralarında karşılaştırınız. Çok verimli, verimli, az verimli, verimsiz şeklinde sıralayınız ve Tablo 3.10'daki verim durumu sütunlarına yazınız.
15. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Termal kamerayla ısı ölçümlerini doğru yaptı.					
Sınıf-No.		**2**	Ölçülen değerleri tabloya doğru aktardı.					
Öğretmenin		**3**	Ölçüm sonuçlarını doğru yorumladı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

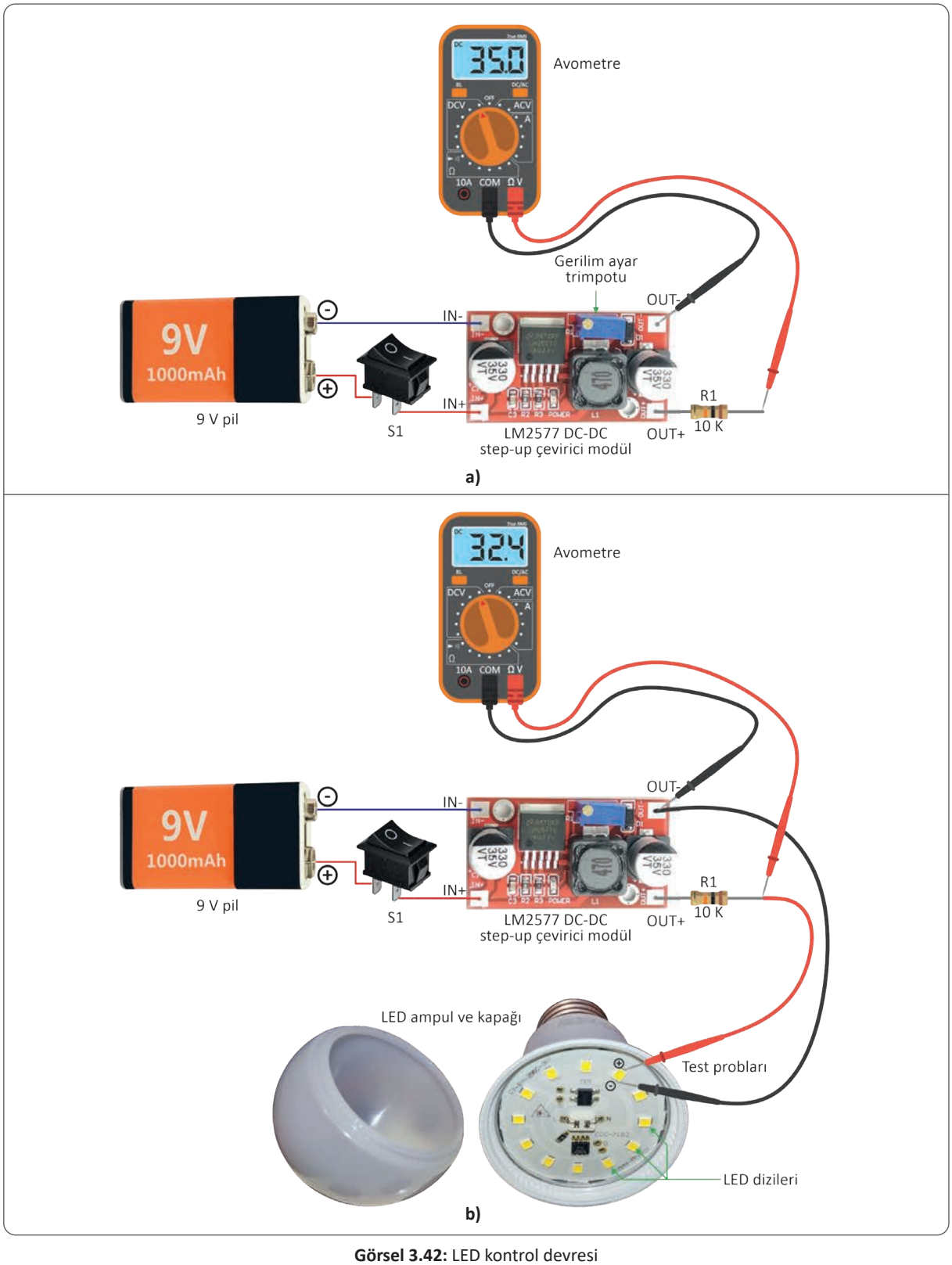
Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3.13. UYGULAMA

Uygulama Adı : **LED Kontrol Devresinin Yapımı ve Arızalı LED'in Bulunması**

Amaç : LED kontrol devresi ile arızalı LED'i tespit etmek.

Süre: ..... dk.



Görsel 3.42: LED kontrol devresi

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Avometre	DCV kademeli	1 adet
9 V pil	Normal veya şarj edilebilir	1 adet
S1 anahtarı	On-off anahtar	1 adet
LM2577 DC-DC step-up modül	Ayarlanabilir gerilim yükseltici modül	1 adet
R1	10 K ¼ W	1 adet
LED ampul	5-20 W 230 VAC sağlam veya arızalı	1 adet
Havya ve lehim	Uygun güçte	1 adet
Bağlantı kabloları	Uygun ölçüde	-
El aletleri	Yan keski, tornavida, kargaburnu vb.	-
KKD	Koruyucu gözlük, maske	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
2. S1 anahtarını off konumuna alınız ve Görsel 3.42a'da verilen devreyi kurunuz.
3. LM2577 gerilim yükseltici modülün giriş-çıkış uçları ve pil kutuplarına dikkat ediniz.
4. Avometreyi DCV kademesine alınız.
5. S1 anahtarını on konumuna alınız ve gerilim ayar trimpotuyla R1 direnci üzerindeki gerilim değeri 35 VDC oluncaya kadar çeviriniz.
6. Görsel 3.42b'deki gibi arızalı veya sağlam LED ampulün kapağını açınız.
7. Test probları ile LED dizilerinde yer alan LED'leri sırasıyla hem düz hem de probları ters çevirerek kontrol ediniz.
8. Sağlam olan LED'in ışık yaydığını gözlemleyiniz ve çalışma gerilimini avometrede okuyunuz.
9. Arızalı LED varsa yenisini havyayla değiştiriniz.
10. Kontrol bittiğinde LED ampulün kapağını kapatınız ve armatüre takarak deneyiniz.
11. LED projektör, şerit LED gibi farklı LED lambaların sağlamlıklarını kontrol ediniz ve çalışma gerilimlerini avometrede okuyunuz.
12. LED kontrol devresi ile farklı yarı iletkenlerin (diyot, zener diyot, transistör vb.) sağlamlığının ve iletim gerilimlerinin ölçülüp ölçülmediğini yorumlayarak öğretmeninizle paylaşınız.
13. LED kontrol devresinin avometredeki yarı iletken ölçüm kademesine göre farkını öğretmeninizle paylaşınız.
14. Çalışma ortamını temizleyiniz ve malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Devreyi doğru kurdu.					
Sınıf-No.		**2**	Ayarlama ve ölçümleri doğru yaptı.					
Öğretmenin		**3**	Devreye ait yorumları doğru yaptı.					
Adı Soyadı		**4**	Uygulamayı verilen sürede bitirdi.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı:	**Ölçek Puanı:** .....

3.8. KAYIT SAKLAMA PLANI

Kayıt, aydınlatma sistemi üzerinde yapılan bakım ve onarım çalışmalarına ilişkin bilgileri içeren belgedir. Aydınlatma sisteminin verimli ve güvenilir çalışmasını yönetmek için kayıtların saklanması gerekir. Saklanan kayıtlar bir sonraki bakım ve onarım sürecinin planlanmasını sağlar.

Kayıt belgesinde bulunması gereken temel bilgiler şunlardır:

- Bakım yapılması gereken saat ve tarih
- Yapılması gereken bakım türü
- Gerekli donanım ve aydınlatma elemanları
- Çalışma koşulu ve bununla ilişkili risk
- Çevre durumu ve etkisi

Bakım Kaydının Avantajları

1. **Pahalı Onarımları Önler:** Bakım kaydı, ekipman üzerinde yapılan bakım ve onarıma ilişkin bilgileri tutar. Bakım kaydı sayesinde belirli bir varlık üzerinde uygulanacak bakım stratejisi ve bunun zamanı kolayca belirlenebilir. Bunlar, aydınlatma sisteminin arızalanmasını önlemeye yardımcı olur ve onarım için gereken maliyeti azaltır.
2. **Güvenliği Artırır:** Bakım kaydı her aydınlatma bileşenine ait arızanın sistem, çalışanlar ve çevre üzerindeki etkisine ilişkin bilgileri içerir. Ayrıca çalışanların veya operatörlerin görevlerini yerine getirme yöntemlerine ilişkin bilgileri de içerir. Bakım kaydı sayesinde aydınlatma sisteminin arıza yapacağı zaman, arızanın önlenebilme yolları kolaylıkla belirlenebilir ve arıza oluşmasını engelleyecek önlemler alınabilir. Bu da güvenlik ve çevre sağlığına ilişkin riskleri azaltır. Ayrıca hangi ekipmanla çalışmanın güvenli olduğuna emin olunmasına da yardımcı olur.
3. **Ekipmanın Değiştirilmesi:** Bakım kaydı, belirli bir aydınlatma elemanının arızalanma sayısı ve durumu hakkında arızaya ilişkin bilgileri içerir. Aydınlatma elemanının değiştirilmesi gerektiği süre belirlenebilir. Aydınlatma elemanının onarım maliyeti yenisiyle değiştirmek için gereken maliyetten fazla olabilir. Bu durumda ürün yenisiyle değiştirilir.
4. **İş Yükünü Azaltır:** Bakım kayıtları sayesinde arızaların oluşması önlenebilir. Gereksiz bakım işlerini azaltmaya, gerekli bakım işlerini planlamaya, çalışanların veya işçilerin iyi performans göstermesine ve işçileri güvence altına alma konusunda yönetime yardımcı olur. Bu durum, aydınlatma sistemini onarmak için gereken çabayı azaltır. Buna karşılık, görevi gerçekleştirmek için gereken işçi sayısını ve iş yükünü azaltır.
5. **Sistemi Yönetme:** Bakım kaydı, aydınlatma bileşenlerinin bütünü hakkında her türlü bilgiyi tutar. Çalışma, bakım ve onarım ayrıntılarını, çalışma ortamını, işlenmesini ve bununla ilişkili riskleri içerir. Tüm bu bilgilerin yardımıyla aydınlatma bileşenlerinin iyi korunması ve arızaların önlenmesi için gerektiğinde bakım görevi gerçekleştirilebilir. Bakım sayesinde sistemin ve bileşenlerinin ömrü uzatılabilir.

İş güvenliği iş hayatının temelidir.

3.14. UYGULAMA

Uygulama Adı : **Aydınlatma Ekipmanında Periyodik Bakım Formu**

Amaç : Acil aydınlatma sistemi periyodik bakım formunu oluşturmak.

Süre: ..... dk.

	ACİL AYDINLATMA VE YÖNLENDİRME SİSTEMLERİ AYLIK KONTROL FORMU	Doküman No.	MEB.FR.08
		Yayın Tarihi	09.11.2023
		Revizyon No.	00
		Revizyon Tarihi	--
		Sayfa No.	1/1

BİNA: **YIL:**

OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK

Açıklama

KONTROLLER

1. Acil aydınlatma ve yönlendirme armatürlerinin çalışması test edilecek. Akü besleme süreleri gözlemlenecek. Bozuk armatürler rapor edilecek (Kararmış, çatlamış ve arızalı olanlar değiştirilecek).
2. Armatürlerin reflektör ve camları gibi fiziki durumları kontrol edilecek (Kırılmış ve yıpranmış olanlar değiştirilecek).
3. Acil yönlendirme armatürlerinin çalışması ve fiziki durumu kontrol edilecek (Kırılmış, yıpranmış ve bataryası zayıflamış olanlar değiştirilecek).
4. Armatürlerin genel temizliği yapılacak.

NOT: Tespit edilen arızalar giderilecektir. Giderilemeyen arızalar ve yapılan işlemler açıklama bölümüne yazılarak teknik birimden sorumlu müdür yardımcısına bilgi verilecektir.

KONTROL EDEN TEKNİSYEN **ONAYLAYAN**

Görsel 3.43: Örnek bir acil aydınlatma ekipmanının periyodik bakım formu

Malzeme Listesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Kelime işlem programlarını çalıştırabilecek özellikte	1 adet
Yazıcı ve A4 kâğıdı	-	1 adet

İşlem Basamakları

1. Görsel 3.43'te örnek bir periyodik bakım formu görülmektedir. Bu formdan faydalanarak atölyenizde bulunan bir aydınlatma grubuna ait periyodik bakım formunu bilgisayarda tasarlayınız.
2. Tasarladığınız periyodik bakım formunu öğretmeninize gösterip onay alınız.
3. Onay aldığınız periyodik bakım formunun çıktısını yazıcıdan alınız.
4. Aldığınız çıktıyı bakım form dosyasının içinde öğretmeninize teslim ediniz.

Uygulamaya Ait Notlar

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

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma aşağıda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Öğrencinin		**ÖLÇÜTLER**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Adı Soyadı		**1**	Form başlık ve şablonunu oluşturdu.					
Sınıf-No.		**2**	Yapılacak kontroller kısmını oluşturdu.					
Öğretmenin		**3**	Yazıcı çıktısını aldı.					
Adı Soyadı		**4**	Verilen sürede bakım form dosyasını teslim etti.					
İmza		**5**	Temiz ve düzenli çalıştı.					

Tam puan alınamayan ölçütlerdeki eksikliklerinizi tamamlayınız.

Değerlendirme Puanı: ..... **Ölçek Puanı:** .....

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (…) Arıza bakımı, çalışmayan elemanın onarılması veya değiştirilmesine dayanan bakım yöntemidir.

2. (…) Aydınlatma aygıtının kısa süreli dayanım akımına beyan akımı denir.

3. (…) Kontroller sırasında armatürün enerjisi mutlaka kesilmelidir.

4. (…) Termal kamerayla akım değerleri ölçülebilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Belirlenen zaman aralıklarında yapılan planlı bakıma ..... denir.

6. Lambanın yaydığı görünür ışığın sahip olduğu ışık rengine ..... denir.

7. Floresan ve HID gibi gaz deşarjlı lambaları çalıştırmak için ..... ihtiyaç duyulur.

8. Kabloların ayrılmasına gerek kalmadan ölçüm yapabilen ölçü aletine ..... denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aydınlatma sistemlerinde gelecekte oluşabilecek arızaları tahmin etmek ve bunlara karşı önlem almak amacıyla yapılan bakım yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Aktif B) Arıza bulma C) Dış D) Kestirimci E) Periyodik

10. Aydınlatma armatürlerinde kullanılan topraklama iletkeni yalıtımı hangi renktir?

A) Kahverengi-yeşil B) Mavi-sarı C) Sarı D) Sarı-yeşil E) Yeşil

11. Aydınlatma sistemlerinde kullanılan ışık kaynaklarından hangisi diğerlerine göre daha verimlidir?

A) Akkor B) CFL C) Floresan D) Halojen E) LED

12. Aşağıdakilerden hangisi bakım ve onarım çalışmalarının kayda alınmasının faydaları arasında değildir?

A) Elektrik kesintisini önler.

B) Güvenliği artırır.

C) İş yükünü azaltır.

D) Pahalı onarımları önler.

E) Sistemi yönetmek kolaylaşır.

4. ÖĞRENME BİRİMİ

AYDINLATMA DONANIMININ ATIK YÖNETİMİ

KONULAR

4.1. AYDINLATMADA ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

4.2. AYDINLATMADA ATIK YÖNETİMİ SÜRECİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Atık türleri ve atıkların geri dönüşümü
- Atık yönetim süreci
- Atıkların geri kazanım ve bertaraf işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

atık, e-atık, atık yönetimi, bertaraf, geri dönüşüm, geri kazanım

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Aydınlatma donanımında ne gibi atıklar oluşabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Aydınlatma atıklarının sizce çevreye ne gibi etkileri olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

4.1. AYDINLATMADA ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Kullanım özelliği ve işlevini yitirmesi nedeniyle çevreye bırakılan materyallere **atık** denir. Kullanılmayacak duruma gelen her türlü ahşap, cam, kâğıt, metal ve elektronik eşyalar birer atıktır. Yapıldığı malzemeye ve kullanım alanına göre pek çok atık çeşidi vardır. Bunlardan biri de elektrikli ve elektronik atıklardır.

Uygun bir biçimde çalışması için elektrik akımına veya elektromanyetik alana bağımlı olan, 1.000 VAC veya 1.500 VDC gerilimlere kadar kullanım maksadıyla tasarlanmış eşyalar **elektrikli ve elektronik eşya** olarak tanımlanır. Bu eşyalardan kullanım ömrünü tamamlamış, kullanıcısı tarafından yeniden kullanılmayacak veya arıza nedeniyle kullanılamaz hâle gelenlere **Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya (AEEE)** denir. Bunlar ömrünü tamamlamış, elektrik enerjisiyle çalışan her türlü eşyadır. Kısaca **e-atık** olarak da adlandırılır (Görsel 4.1). Atık olan elektrikli ve elektronik eşyalar on ana ürün grubunda incelenmekte olup bu gruplardan biri de aydınlatma donanımıdır.

Görsel 4.1: Atık elektrikli ve elektronik eşya

Atık yönetimi, her türlü atığın en aza indirilmesinden geri kazanım veya nihai bertarafına kadar olan süreçleri içeren bir yönetim biçimidir. Atıkların; toplanması, depolanması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi aşamaları atık yönetiminin konusu dâhilindedir.

Atık hâle gelen elektrikli ve elektronik ürünlerin doğru yöntemlerle geri kazanımı veya bertaraf edilmesi atık yönetimiyle gerçekleştirilebilir. Elektronik atıklar bünyelerinde binden fazla madde içerir. E-atıklar; içerdiği kurşun, berilyum, cıva, kadmiyum ve bromlu alev geciktiriciler nedeniyle atıldığı zaman çevre güvenliğini tehdit eder, dolaylı olarak insan sağlığını olumsuz yönde etkiler.

E-atıklar zararlı maddelerin yanında bakır, gümüş, altın gibi değerli metaller ile cam, plastik gibi geri kazanılabilir bileşenler de içerir. Uygun atık yönetimi sayesinde bu içerikler ekonomiye geri kazandırılabilir. Dolayısıyla e-atıklar sadece çevreye zararı olan atıklar değil aynı zamanda ham maddenin kullanımı ve maliyetleri azaltması nedeniyle ekonomik bir değerdir. Bu özellikleri nedeniyle e-atıklar, atıktan öte bir ham madde kaynağı olarak değerlendirilir.

4.1.1. Atık Türleri

Atıklar yapıldığı malzemeye göre sınıflandırılır. Aynı şekilde kullanım alanına göre de çeşitlendirilebilir. Atıkları tehlikelilik durumuna göre **tehlikeli** ve **tehlikesiz** atık olarak ayırmak mümkündür.

4.1.1.1. Yapı ve Özelliklerine Göre Atıklar

Yapıldığı malzeme ve kullanım özelliklerine göre atık çeşitleri şunlardır:

Plastik Atık: Plastik, petrolün işlenmesi sonucu ortaya çıkan ve kolay işlenebilen bir üründür. Şişeden boruya kadar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kullanım ömrünü dolduran plastik ürünler, atık sınıfına girer (Görsel 4.2). Genel olarak plastik atıklar şunlardır:

- Pet şişeler, şişe kapakları, bardaklar ve su damacanaları
- Ambalajlar, naylon poşetler
- Plastik kutular ve oyuncaklar

Görsel 4.2: Plastik atıklar

Ahşap Atık: Ağaçlardan elde edilen ahşap, mobilya ve inşaat gibi sektörlerde sıklıkla kullanılır. Ev eşyası, ambalaj ürünü, yapı malzemesi vb. birçok ahşap ürün bulunur. Bu ürünlerin üretimi sırasında ortaya çıkan ihtiyaç fazlası ahşaplar ya da ömrünü tamamlamış ahşap ürünler **ahşap atık** olarak adlandırılır (Görsel 4.3). Genel olarak ahşap atıklar şunlardır:

- Ev, ofis vb. yerlerde kullanılan mobilya ve küçük ev eşyaları
- Ambalaj olarak kullanılan palet ve kasalar
- Üretim kaynaklı parça, talaş hâlindeki tüm ahşap malzemeler

Görsel 4.3: Ahşap atıklar

Kâğıt Atık: Ahşabın işlenmesi sonucu üretilen kâğıt ve kartonlar, günlük hayatta pek çok üründe kullanılır. Kullanılamayacak duruma gelen kâğıt ve karton ürünler kâğıt atık hâline gelir (Görsel 4.4). Genel olarak kâğıt atıklar şunlardır:

- Kitaplar, defterler, gazeteler
- Keseler, yazışma ve not kâğıtları
- Karton koli ve ambalajlar
- Kâğıt peçete, mendil ve havlular

Görsel 4.4: Kâğıt atıklar

Metal Atık: Metal ürünler, kullanım ömrünü tamamladığında hurda ve atık hâline gelir (Görsel 4.5). Alüminyum ve teneke kutular başlıca metal atıklardır. Genel olarak metal atıklar şunlardır:

- Alüminyum içecek kutuları
- Yağ, salça, konserve vb. yiyeceklerin tenekeleri ve kutuları
- Mutfak gereci (çatal, bıçak, tencere, tava, çaydanlık)
- Metal borular
- Metal tanklar

Görsel 4.5: Metal atıklar

Cam Atık: Cam malzemeden üretilmiş olan tüm ürünler kullanım ömürlerini doldurduğunda birer cam atık hâline gelir (Görsel 4.6). Cam atıklar, kesici ve delici özellikleri nedeniyle canlılar için tehlikelidir. Bu sebeple uygun şekilde bertaraf edilmeleri gerekir. Genel olarak cam atıklar şunlardır:

- İçecek şişeleri
- Konserve ve reçel kavanozları
- Sürahi, bardak
- Pencere camları
- Araba camları ve farları

Görsel 4.6: Cam atıklar

Kompozit Atık: Kâğıt, plastik, metal gibi maddelerin karışımıyla elde edilen malzemeye **kompozit** denir. İki ya da daha fazla maddenin uygun olan özellikleri tek malzemede bir araya getirilerek kompozit elde edilir (Görsel 4.7). Kompozitin içerisinde yer alan alüminyum, plastik, kâğıt vb. maddeler ürünlerin raf ömrünü uzatır. Bu nedenle başta ambalaj sektörü olmak üzere endüstriyel alanda kompozit kullanımı oldukça yaygındır. Kompozitin kullanım alanları genel olarak şunlardır:

- Meyve suyu ve süt ambalajı olarak kâğıt ve plastik karışımlı kompozit
- Hazır çorba, çay, kahve, çikolata ambalajı olarak kâğıt, plastik ve metal karışımlı kompozit
- Bazı ev eşyalarının üretiminde kullanılan plastik-metal, ahşap-metal karışımı kompozit

Görsel 4.7: Kompozit atıklar

Bitkisel Atık Yağ: Zeytin, ayçiçeği, mısır, pamuk, soya vb. yağlı bitkilerin tohumlarından elde edilen yağlara **bitkisel yağ** denir. Bu yağların kullanımı sonrasında **atık yağ** oluşur. Genel olarak bitkisel atık yağlar şunlardır:

- Kullanılmış kızartma yağları
- Son kullanma tarihi geçmiş katı ve sıvı yağlar

Organik Atık: Bitki ve hayvan kaynaklı, karbon içeren atıklara **organik atık** denir (Görsel 4.8). Ev ve iş yerlerinden toplanan atıkların önemli bir bölümü organik atıklardır. Genel olarak organik atıklar şunlardır:

- Sebze, meyve atıkları
- Buğday ve arpa samanı
- Dökülmüş ağaç yaprakları
- Biçilen çimler ve ayıklanan bahçe otları
- Hayvan gübresi

Görsel 4.8: Organik atıklar

Atık Pil ve Aküler: Pil ve aküler, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek depolayan enerji kaynaklarıdır. Bu enerji kaynakları, depoladıkları enerjiyi tükettiklerinde ya da tüketmedikleri hâlde fiziksel hasara uğrayıp kullanılamaz duruma geldiklerinde atık pil ve akülere dönüşür (Görsel 4.9).

Görsel 4.9: Atık pil ve aküler

Elektronik Atık: Günlük hayatta kullanılan her tür elektrikli ve elektronik eşya kullanılamaz duruma geldiğinde elektronik atık hâlini alır. On çeşit e-atık vardır. Bu atıklar ve içerikleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Elektrikli ve Elektronik Atıklar

Atık Türü	Açıklama
Büyük Ev Aletleri	Buzdolabı, dondurucu, çamaşır-kurutma-bulaşık makinesi, elektrikli ısıtıcı, mikrodalga fırın, vantilatör, aspiratör, iklimlendirme cihazı
Küçük Ev Aletleri	Elektrikli süpürge, halı yıkama makinesi, dikiş makinesi, ütü, tost makinesi, öğütücü, kahve makinesi, tartı, vücut bakım aletleri
Bilişim ve Telekomünikasyon Donanımı	Bilgisayar, yazıcı, bilgisayar donanımı, faks makinesi, telefon, cep telefonu
Tüketici Donanımı	Radyo, televizyon, video, kamera, amfi, müzik enstrümanları
Aydınlatma Donanımı	Evsel kullanım hariç floresan lambalı aydınlatıcılar, düz floresan lamba, kompakt floresan lamba, basınçlı ve düşük basınçlı sodyum lamba, akkor flamanlı ampuller hariç ışık verme veya ışık kontrolü için kullanılan diğer donanım ve diğer aydınlatma donanımı
Elektrikli ve Elektronik Aletler (büyük ve sabit sanayi aletleri hariç)	Matkap, testere, dikiş makinesi, torna, değirmen, zımpara, kaynak ve lehim makinesi, sıvı veya gaz hâlindeki maddelerin uygulanması için kullanılan donanım, bahçıvanlık aletleri
Oyuncaklar, Eğlence ve Spor Donanımı	Elektrikli tren ve yarış arabası takımı, video oyunları, sporlar için kullanılan bilgisayar, elektrikli veya elektronik spor aleti, jetonlu makineler
Tıbbi Cihazlar	Radyoterapi, kardiyoloji, diyaliz, suni teneffüs tertibatı, diğer elektrikli tıbbi cihaz ve aletler
İzleme ve Kontrol Aletleri	Duman dedektörü, ısı ayarlayıcı, termostat, laboratuvar tipi ölçme ve ayarlama cihazları
Otomatlar	Sıcak / soğuk şişe veya kutu otomatı, katı ürünler için otomat, para otomatı

4.1.1.2. Kullanım Alanlarına Göre Atıklar

Kullanım alanlarında oluşan atıklar evsel, endüstriyel ve tıbbi atık olmak üzere üç çeşittir.

Evsel Atık: Yönetiminden belediyenin sorumlu olduğu, evlerden kaynaklanan ya da içeriği benzer olan ticari ve kurumsal atıklara **evsel atık** veya **belediye atığı** denir. Genel olarak evsel atıklar şunlardır:

- Karışık evsel katı atıklar
- Geri dönüştürülebilir atıklar (cam, metal, karton ambalaj atıkları)
- Evlerden çıkan tehlikeli atıklar (piller, ampuller, boya kutuları vb.)
- Ticari ve kurumsal atıklar (iş yerleri, okullar ve diğer kamu binalarından gelen atıklar)
- Evsel nitelikli endüstriyel katı atıklar
- Bahçe, hal ve pazar yeri atıkları (yeşil atıklar)
- Cadde, kaldırım ve meydan süprüntüleri
- Hacimli atıklar (mobilya vb.)

Evsel katı atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması, çevre ve insan sağlığına olumsuz etki yapmadan nihai bertarafına ilişkin yükümlülük, yetki ve sorumluluklar belediyelere verilmiştir. Bu atıklar uygun yöntemlerle toplanır (Görsel 4.10). Belediyeler evsel katı atık bertaraf tesislerini kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmekle yükümlüdür.

Görsel 4.10: Evsel atık toplama yöntemleri

Endüstriyel Atık: Endüstri sektöründe işlenerek kullanılan maddelerden arta kalan atıklar, işleme sonucu oluşan cüruf, maden atıkları ve zaman içinde çeşitli sebeplerle tüketilemeyen ham maddelere **endüstriyel atık** denir.

Endüstriyel atıklar oluşum etkenlerine göre ikiye ayrılır.

- Endüstriyel işlemler sonucu oluşan katı atıklar
- Endüstriyel arıtma tesisleri çamurları

Bazı endüstriyel katı atıklar, diğer endüstrilerde ham madde olarak kullanılabilir. Atıkların ham madde olarak kullanımı katı atık sorununu kısmen ortadan kaldırır. Endüstriyel atıkların geri kazanım ve bertaraf işlemleri üretici tarafından yapılır. Endüstriyel atık su arıtma tesislerinin çamurları genellikle toksik olduğundan taşınması ve bertaraf edilmesinde özel koşullara gereksinim duyulur.

Tıbbi Atık: Klinik, hastane vb. sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıklardır. En çok karşılaşılan tıbbi atıklar enjeksiyon iğneleri ve sargı bezleridir. Genel olarak tıbbi atıklar şunlardır:

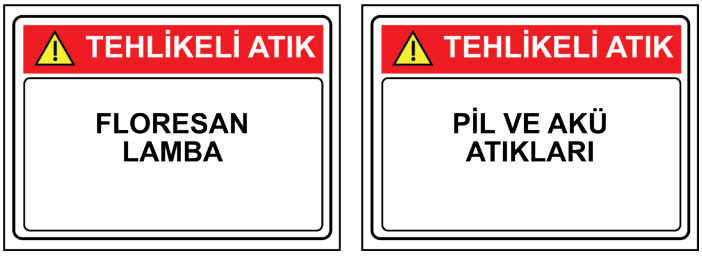
- Mikrobiyolojik laboratuvar atıkları
- Kan ürünleri ve bunlarla kirlenmiş nesneler
- Kullanılmış ameliyat giysileri (önlük, eldiven vb.)
- Diyaliz ve karantina atıkları
- Bakteri ve virüs içeren hava filtreleri
- Enjektör iğneleri, iğne içeren diğer kesiciler ve bisturiler

4.1.1.3. Tehlikelilik Durumuna Göre Atıklar

Atıklar, insan sağlığına zarar verme potansiyeli bakımından tehlikeli ve tehlikesiz olmak üzere ikiye ayrılır.

Tehlikeli Atık: Kanserojen, toksik, patlayıcı, tutuşabilen, korozif, tahriş edici vb. özellikleri nedeniyle insan sağlığı ve çevre bakımından risk oluşturan atıklara **tehlikeli atık** denir (Görsel 4.11). Tehlikeli atıkların bileşiminde insan sağlığı ve çevre için tehlikeli maddeler bulunur. Genellikle maden ve petrol üretiminden, tarımdan, endüstriden, evsel faaliyetlerden, arıtılmış veya arıtılmamış çamurlardan kaynaklanan atıklardır. Tehlikeli atıklardan bazıları şunlardır:

- Floresan lambalar
- Atık piller ve aküler
- Boya ve vernik kalıntıları
- Asbest içeren maddeler
- Yağ içeren kablo ve kumaş atıkları
- Yağ filtreleri



Görsel 4.11: Tehlikeli e-atıklar

Tehlikeli atıklar, lisanslı geri dönüşüm firmaları tarafından bertaraf edilir. Bu atıklar, geri dönüştürülebilir tehlikesiz atıklardan ayrı bir alanda sınıflandırılarak geçici depolanır.

Tehlikesiz Atık: İnsan sağlığı ve çevre bakımından risk oluşturmayan atıklara **tehlikesiz atık** denir.

SIRA SİZDE

Floresan lamba, pil ve aküler niçin tehlikeli atıktır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.1.2. Elektronik Atıkların Çevreye Zararları

Atıklar, çöp olarak görülmesi nedeniyle çöplerle birlikte ortamdan uzaklaştırılır. Ancak atıkların doğada ayrışmaları yüzlerce hatta binlerce yıl sürebilir. Pet şişenin doğada yok olma süresi ortalama dört yüzyıl, pilin üç yüzyıl, kâğıdın çözünmesi ise üç aydır.

Elektronik atıkların içinde kurşun, cıva ve kadmiyum gibi canlı yaşamı için çok tehlikeli elementler bulunur. Bu elementler tüm canlılar ve çevre için büyük bir tehlike oluşturur. E-atıkların toplam atıklar içindeki payı oldukça düşük olmakla birlikte içerdiği zararlı maddeler sebebiyle çevreye verdiği zarar büyüktür.

CRT (tüplü) bilgisayar monitörü ve televizyon ekranlarında ortalama 1-4 kg arasında kurşun bulunur. LCD televizyonlar cıva içeren panellerden oluşur. Floresan lambaların içinde ve pillerde cıva vardır. Bir floresan lambadaki cıva miktarı, üreticisine ve üretim yılına göre değişmekle birlikte 3,5-15 mg arasındadır. Floresan ampuller toplam atıklar içinde cıvanın en yüksek olduğu ikinci atık türüdür (Görsel 4.12).

Görsel 4.12: Bazı e-atıkların içerdiği zararlı maddeler

Çöp alanlarındaki kurşunun %40'ı, cıva ve kadmiyum gibi ağır metallerin %70'i e-atıklardan kaynaklanır. E-atıklarda ayrıca krom, lityum, hidrokarbon vb. birçok zehirli ve kanserojen madde bulunur. Kurşun; sinir sistemi, kan dolaşımı ve böbrekler üzerinde olumsuz sonuçlar doğurur. Fazla kurşun alımı, anemi ve beyin hasarına neden olur. Kadmiyum solunursa ciğerlere ciddi oranda zarar verir. Cıva; düşük dozlarda bile zehirlidir, beyin ve böbreklere zarar verir. Ayrıca anne sütüyle çocuklara geçer. Yüksek miktarlarda cıvaya maruz kalmak beyinde, böbreklerde ve fetüs gelişiminde kalıcı zararlara neden olabilir. Kromun yüksek miktarlarda solunması burun, akciğer, mide ve bağırsaklara zarar verebilir.

İçlerinde hidrokarbonlar ve yanmayı geciktirici plastikler bulunan e-atıkların yakılması çok tehlikelidir. Yakma sonucu dioksin ortaya çıkar ve atmosfere yayılır. Dioksin kanserojen bir madde olmasının yanı sıra sinir, bağışıklık ve üreme sistemlerine zarar verir. Floresan ampuller çöpe atıldığında veya toprağa gömüldüğünde genelde kırılır. Bu durumda içlerindeki zararlı maddeler toprağa ve suya karışır.

SIRA SİZDE

Okulunuzda ve çevrenizde bulunan atık pil toplama alanlarını ve burada toplanan pillerin nasıl değerlendirildiğini araştırınız. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.1.3. E-Atıkların Geri Dönüşümü ve Geri Dönüşümün Faydaları

Geri dönüşüm, enerjinin geri kazanımı hariç olmak üzere atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürülmesi işlemidir. Atıklar, yönetmelikler ve belirli standartlar çerçevesinde geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırılır.

E-atıkların geri dönüşümünün faydaları şunlardır:

Çevrenin Korunması: Geri dönüşümün en önemli faydalarından biri çevrenin korunmasıdır. E-atıklar, bünyelerinde taşıdığı zararlı maddeler nedeniyle kontrolsüz bir şekilde atıldığı zaman çevre güvenliğini tehdit eder. Atıkların yakılması, havaya zehirli gaz ve parçacıklar salarak hava kirliliğine neden olur. Bu gazlar astım, bronşit gibi solunum hastalıklarına yol açabilir.

Atıkların toprağa gömülmesi veya sulara bırakılması yer altı suyunu kirletebilir. Kirli yer altı suyu, içme suyu olarak kullanılamaz ve insan sağlığını tehdit eder. Atıkların doğaya bırakılması, bitki örtüsüne zarar verir. Atıklardan çıkan kimyasallar, bitkilerin ve ağaçların büyümesini engelleyip onları öldürebilir. E-atıkların geri dönüşümü bu olumsuzlukların önüne geçerek daha yaşanılabilir bir çevre imkânı sağlar (Görsel 4.13).

Görsel 4.13: Geri dönüştürülen e-atıkların çevreye katkısı

Doğal Kaynakların Korunması: E-atıklar, geri dönüşebilen malzemeler içermeleri nedeniyle bir ham madde kaynağıdır. Geri dönüştürülen malzemeler çeşitli ürünlerin üretim aşamasında ikincil ham madde olarak kullanılır. Böylece doğal kaynaklar daha az kullanılarak korunur.

Enerji Tasarrufu Edilmesi: Geri dönüşüm sayesinde üretimde endüstriyel işlem sayısı azaldığı için enerji tasarrufu edilir. Geri dönüşüm sırasında uygulanan fiziksel ve kimyasal işlem sayısı, normal üretim işlemlerine göre daha azdır. Böylece enerji tasarrufu edilir.

Ekonomik Katkıda Bulunması: Atıkların geri dönüşümü çevresel faydalarının yanı sıra ekonomik katkıda bulunur. Ham madde olarak kullanılabilmesi ve doğal kaynakların korunması ekonomik bir değerdir. Ayrıca geri dönüşüm işlemleri farklı iş alanları ortaya çıkarır ve istihdam olanağı sağlar. Bu sebeplerle geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır.

Atık Miktarının Azalması: Geri dönüşüm sayesinde atık miktarı azalır. Atıkların taşınması ve depolanması kolaylaşır. Çöp alanlarının ömrü uzar.

SIRA SİZDE

E-atıkların geri dönüşümüne sağlayabileceğiniz katkıları açıklayınız.

4.2. ATIK YÖNETİM SÜRECİ

Atık yönetimi; atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerjinin geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrol edilmesi ve denetlenmesi faaliyetlerini içerir (Şema 4.1).

Şema 4.1: Atık yönetim süreci

Atık yönetimi, tüm atıklar için yasal bir zorunluluktur. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan **Atık Yönetimi Yönetmeliği** yasal çerçeveyi belirler. E-atıklar için de yine Bakanlık tarafından **Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği** 22.05.2012 tarih ve 28300 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Yönetmelik; elektrikli ve elektronik eşyaların üretiminden nihai bertarafına kadar üreticilere, dağıtım ve satış kanallarına, belediyelere, e-atık işleme tesislerine ve tüketicilere çeşitli yükümlülükler getirmektedir.

Atık yönetimiyle ilgili en büyük sorumluluk üreticilere aittir. Üreticiler; atıkların toplanması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi amacıyla gerekli sistemi kurar. Satış yapan dağıtıcılar ise toplama amaçlı atık toplama kutusu bulundurmak, tüketiciyi bu konuda bilgilendirmek ve toplanan atıkları sisteme vermekle yükümlüdür.

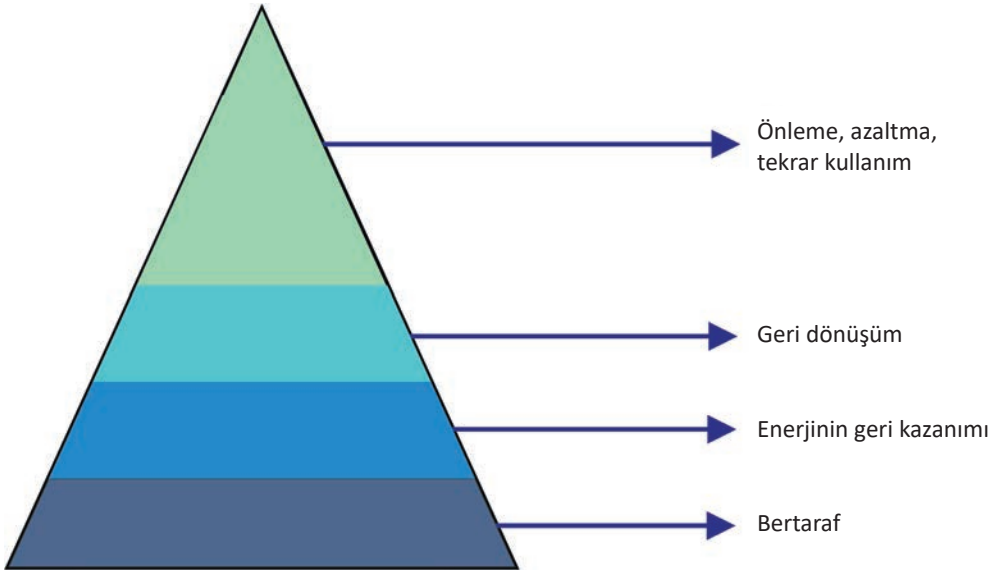
Üreticiler, yükümlülüklerin yerine getirilmesi amacıyla kâr amacı gütmeyen organizasyonlar oluşturabilir. Bu organizasyonlar için T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş kuruluşlar görevlendirilir. Yetkilendirilmiş kuruluşlar tüketicilerin bilinçlendirilmesi, verimli bir e-atık toplama sisteminin kurulması, e-atıkların geri dönüşüm ve bertaraf işlemlerinin yürütülmesi için saha faaliyeti yapar. Aydınlatma ürünleri konusunda AGİD (Aydınlatma Gereçleri İmalatçıları Derneği) faaliyet gösteren tek yetkilendirilmiş kuruluştur.

SIRA SİZDE

Atık yönetimi ile ilgili yönetmelikleri mevzuat.gov.tr sitesinden indirerek inceleyiniz ve elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.2.1. Atıkların Değerlendirilmesi

Atıkların değerlendirilmesi bir hiyerarşi çerçevesinde gerçekleştirilir. Bu hiyerarşiye göre kaynağında önleme veya azaltma esastır. Daha sonra geri dönüşüm ve geri kazanım gelir. Değerlendirilemeyen atıklar ise bertaraf edilir (Görsel 4.14).



Görsel 4.14: Atıkların değerlendirilmesi

Önleme ve Azaltma: Atık oluşumunun kaynağında önlenmesi için en önemli basamaktır. Her türlü ürünün kullanım ömrünün uzatılması ve yeniden kullanımının sağlanması için gerekli önlemler alınmalıdır. Uzun ömürlü lamba kullanılması, yerinde ve doğru kullanım aydınlatmada atık oranlarını düşürür. Böylelikle doğal kaynakların korunması, enerji tasarrufu, atıkların azaltılması ve finansal tasarruf edilmiş olur.

Geri Dönüşüm: Enerjinin geri kazanımı ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere ve malzemelere dönüştürüldüğü işlemdir. Geri dönüşüm işlemi sonucunda atıkların özellikleri kaybolarak yeni bir ürün ortaya çıkar. Örneğin e-atıkların işlenmesi sonucu metal, cam, plastik gibi farklı ürünler elde edilir (Görsel 4.15).

Görsel 4.15: E-atıkların geri dönüşümü

Geri Kazanım: Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yeniden kullanılmak üzere, atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hâle getirilmesi işlemidir. Geri kazanım, geri dönüşümden daha kapsamlıdır ve farklı olarak atıklardan enerji elde edilmesini de içerir.

Enerjinin Geri Kazanımı: Geri dönüştürülmesi mümkün olmayan atık malzemelerin; yakma, gazlaştırma, havasız arıtma vb. yöntemler kullanılarak uygun işlemler sonucunda kullanılabilir ısıya, elektriğe veya yakıta dönüştürülmesidir. Enerjinin geri kazanım süreçleri uygulanırken olumsuz çevresel etkilerinin önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması ve ilgili mevzuat kurallarına uygun hareket edilmesi gerekir.

Bertaraf: Geri kazanımı mümkün olmayan atıkların uygun yöntemlerle kullanım dışı bırakılmasıdır. Bertaraf yöntemleri arasında kompostlaştırma, düzenli depolama, yakma, gazlaştırma vb. uygulamalar yer alır.

SIRA SİZDE

Ülkemizde bulunan atık geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf tesislerini araştırınız. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.2.2. E-Atıkların Toplanması ve Geri Kazanılması

Elektrikli ve elektronik ürünler atık hâline geldikten sonra geri kazanım veya bertaraf süreci başlar. Bunun için öncelikle atıklar toplanır. Toplama işlemi önce atığın oluştuğu yerde, sonra işletme sınırlarındaki atık geçici depolama alanları içinde ayrı olarak ve belirlenmiş alanlarda yapılır. Atıkların ayrı toplanması ve depolanması altı basamaklı atık koduna göre gerçekleştirilir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Bazı E-Atık Kodları

Atık Kodu (* işareti tehlikeli atık olduğu anlamına gelir.)	Atık Adı
16 02 09*	PCB içeren transformatör ve kapasitörler
16 02 10*	16 02 09 dışındaki PCB içeren ya da PCB ile kontamine olmuş ıskarta donanım
16 02 11*	Kloroflorokarbon, HCFC, HFC içeren ıskarta donanım
16 06 01*	Kurşunlu piller ve aküler
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller
16 06 05*	Diğer piller ve aküler
20 01 21*	Floresan lambalar

Ayrı noktalarda biriktirilen e-atıklar belediyeler ve AGID aracılığıyla toplanarak T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından lisanslandırılmış e-atık işleme tesislerine gönderilir. Tesislere gelen e-atıklar öncelikle ön kontrolden geçirilir ve e-atığın durumu değerlendirilir. Daha sonra tartım işlemi yapılarak söküm aşamasına geçilir. E-atıklar bu aşamada sökülerek parçalarına ayrılır.

Sökümü tamamlanarak parçalarına ayrılan malzemeler, elektronik atık kırıcısına gönderilir ve burada küçük parçalar hâline getirilir. Karışık hâlde bulunan malzemeler manyetik bantlarda veya ayrıştırma tezgâhlarında özelliğine göre (metal, plastik vb.) ayrıştırılır. Elde edilen plastik, metal ve ametal malzemeler lisanslı atık geri kazanım tesislerine gönderilir.

Geri kazanım sürecinde aydınlatma atıkları, lamba ve armatür olarak gruplandırılır. Lamba grubunda bulunan floresanlar içerdiği cıva sebebiyle toplama tesislerine kırılmadan ulaştırılmalıdır. Floresan lambalar işleme tesislerinde kapalı bir sisteme alınır. Burada kontrollü şekilde kırılan lambaların içindeki cıva buharı filtre sistemleriyle tutulur. Ayrıca tesislerde fosfor, cam ve metal parçaların da ayrımı yapılır. Armatür de aynı şekilde işleme tabi tutularak içinde barındırdığı tehlikeli maddeler alındıktan sonra değerlendirilebilen malzemeler ekonomiye kazandırılır. İşlenecek e-atık türüne göre kullanılan yöntem ve sağlanması gereken şartlar yönetmelik gereğince farklılık gösterebilir.

İşlemler sonucunda ortaya çıkan ancak değerlendirilemeyen tehlikeli ve tehlikesiz atıklar da türlerine göre ayrılarak lisanslı atık bertaraf tesislerine gönderilir. Burada uygun yöntemlerle bertaraf işlemi gerçekleştirilir. Bilinçsizce yapılan uygulamalarla ortaya çıkan tehlikeli maddelerin çevre ve insan sağlığına zarar vermesi nedeniyle atık hâle gelen ürünlerin toplanması, işlenmesi, tehlikeli kısımlarının çevre kirliliği oluşturmayacak şekilde bertarafı kesinlikle lisanslı tesislerde yapılmalıdır.

E-atıkların geri kazanım işlem basamakları şu şekildedir:

- Elektrik ve elektronik donanımı mümkün olduğunca atık hâline getirilmemeli, ömrünü tamamlamadan atılmamalı ve bozulduğunda tamir ettirilerek yeniden kullanılmalıdır.
- Atık hâline gelen donanım diğer atıklardan ayrı biriktirilir.
- Lisanslı işleme tesislerinde kontrollü sökülür.
- Fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek içeriğinde bulunan bakır, alüminyum, altın vb. değerli metaller geri kazanılır.
- Ağır metaller ve zararlı gazlar bertaraf edilir.
- Geri kazanılan ürünler ham madde olarak çeşitli sektörlerde kullanılır (Görsel 4.16).

Görsel 4.16: E-atıkların geri kazanımı

SIRA SİZDE

E-atıkların kaynağında ayrı toplanması ne demektir araştırınız ve elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (…) Kullanım ömrünü tamamlayarak çevreye bırakılan tüm materyallere e-atık denir.

2. (…) Elektronik atıkların içinde kurşun, cıva ve kadmiyum gibi tehlikeli elementler bulunur.

3. (…) Floresan lambalar tehlikesiz atıktır.

4. (…) Atık yönetimi, tüm atıklar için yasal bir zorunluluktur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Atık yönetiminde atıklar kaynağında ..... toplanır.

6. Atık kodlarında bulunan * işareti o atığın ..... atık olduğunu belirtir.

7. Yönetiminden belediyenin sorumlu olduğu atıklara ..... atık denir.

8. Değerlendirilemeyen atıkların uygun yöntemlerle imhasına ..... denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi floresan armatür içindeki tehlikeli maddedir?

A) Bakır B) Cam C) Cıva D) Demir E) Plastik

10. Aşağıdakilerden hangisi enerjinin geri kazanımı hariç, atıkların işlenerek malzemelere dönüştürülmesi işlemidir?

A) Bertaraf B) Depolama C) Geri dönüşüm D) Geri kazanım E) Toplama

11. Uzun ömürlü lamba kullanımı atıkların değerlendirilmesi hiyerarşisinde aşağıda verilen basamaklardan hangisine dâhildir?

A) Bertaraf
B) Enerjinin geri kazanımı
C) Geri dönüşüm
D) Geri kazanım
E) Önleme ve azaltma

12. Aşağıdakilerden hangisi geri dönüşümün faydalarından değildir?

A) Çevrenin korunması
B) Doğal kaynakların korunması
C) Enerji tasarrufu edilmesi
D) Ekonomik katkıda bulunması
E) Atık miktarının artması

TEK NUMARADA BİRLEŞTİ!

Ülkemizde farklı acil yardım çağrıları için kullanılan 7 kuruma ait acil çağrı numaralarının (İtfaiye: 110, Jandarma: 156, Polis: 155, Sağlık: 112, Orman: 177, Sahil Güvenlik: 158, AFAD: 122) tek numara (112) altında toplanması amacıyla geliştirilmiştir.

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ — AYDINLATMA DONANIMINDA STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

Doğru/Yanlış Sorular	1. D 2. Y 3. D 4. Y
Boşluk Doldurmalı Sorular	5. EMC 6. LVD 7. 50, 1.000 8. TSE
Çoktan Seçmeli Sorular	9. E 10. D 11. E 12. E

2. ÖĞRENME BİRİMİ — AYDINLATMA UYGULAMALARINDA VERİMLİLİK

Doğru/Yanlış Sorular	1. D 2. Y 3. Y 4. D
Boşluk Doldurmalı Sorular	5. sınıf I 6. fonksiyonel (fizyolojik) 7. 210 8. pencereler
Çoktan Seçmeli Sorular	9. A 10. A 11. B 12. C

3. ÖĞRENME BİRİMİ — AYDINLATMA ÜRÜNLERİNDE GÜVENLİK VE BAKIM

Doğru/Yanlış Sorular	1. D 2. D 3. D 4. Y
Boşluk Doldurmalı Sorular	5. Periyodik bakım 6. Renk sıcaklığı 7. Balast'a 8. Pens ampermetre
Çoktan Seçmeli Sorular	9. D 10. D 11. E 12. A

4. ÖĞRENME BİRİMİ — AYDINLATMA DONANIMININ ATIK YÖNETİMİ

Doğru/Yanlış Sorular	1. Y 2. D 3. Y 4. D
Boşluk Doldurmalı Sorular	5. ayrı 6. tehlikeli 7. evsel 8. bertaraf
Çoktan Seçmeli Sorular	9. C 10. C 11. E 12. E

KAYNAKÇA

- Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, 2022.
- TDK Güncel Türkçe Sözlük
- TDK Yazım Kılavuzu

* Kaynakça APA 6.0 yazım kurallarına göre oluşturulmuştur.

GENEL AĞ VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Genel ağ ve görsel kaynakçasına ulaşmak için yandaki kodu tarayın ya da aşağıdaki linke erişim sağlayın.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=3583

Notlar