

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

KUVVET TESİSATI ARIZA TESPİTİ VE ONARIMI

523EO0081

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KUVVET TESİSATI DÖŞEME YÖNTEMLERİ.....	3
1.1.Kuvvet Tesisatı	3
1.1.1. Tanımı.....	3
1.1.2. Yapım Yerleri	4
1.2. Kuvvet Tesisatında Kullanılan Kablo Özellikleri	4
1.3. Kuvvet Tesisatının Döşeme Yöntemleri	8
1.3.1. Duvardan Döşeme Çeşitleri ve Yapım Gereçlerinin Özellikleri	9
1.3.2. Kuvvet Tesisatının Tavandan Kanalla Yapımı	13
1.3.3. Kuvvet Tesisatının Yerden Beton Kanaldan Yapımı	15
1.3.4. Kuvvet Tesisatının Busbar Kanalla Yapımı	16
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	32
2. KUVVET TESİSATI BAĞLANTILARI.....	32
2.1. Kuvvet Panolarına Tesisat Kablolarının Bağlanması.....	32
2.1.1. Bağlantı İşlem Sırası.....	33
2.1.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar	34
2.2. Kuvvet Tesisatı Fişleri	35
2.2.1. Tanımı ve Görevleri.....	35
2.2.2. Yapısı.....	36
2.2.3. Özellikleri	36
2.2.4. Fişlerin Kabloya Bağlanması.....	37
2.3. Kuvvet Tesisatı Prizleri.....	38
2.3.1. Tanımı ve Görevleri.....	38
2.3.2. Yapısı.....	38
2.3.3. Özellikleri	39
2.3.4. Prizlerin Yerine Montajı ve Bağlantıları	40
UYGULAMA FAALİYETİ	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	45
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	46
3. MOTOR VE ŞALTER BAĞLANTILARI	46
3.1. Alternatif Akım Motorları.....	46
3.1.1. Tanımı.....	46
3.1.2. Kullanıldığı Yerler.....	47
3.1.3. Çeşitleri ve Yapıları.....	47
3.1.4. A.C. Motor Etiket Değerleri	56
3.1.5. A.C. Motor Klemens Bağlantıları.....	57
3.2. Alternatif Akım Motor Çalıştırma Şalterleri, Bağlantı Prensipleri ve Akım Değerleri... 61	61
3.2.1. Şalterler.....	61
3.2.2. Şalter Çeşitleri	61
3.3. Şalterlerin Motorlara Bağlantısının Yapımı.....	80
3.3.1. İşlem Sırası	80

3.3.2. Dikkat Edilecek Hususlar	81
3.4. Motor Tezgâhlarının Topraklamasını Yapma	84
3.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği	85
3.6. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği	85
UYGULAMA FAALİYETİ	86
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	89
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	90
4. KUVVET TESİSİ AYDINLATMASI	90
4.1. Stroboskobik (Göz Yanılması) Olayı	90
4.1.1. Tanımı	90
4.1.2. Oluş Nedeni	91
4.1.3. Önleme Yöntemleri	91
4.2. Atölye İç Aydınlatma Armatürleri	91
4.2.1. Tanımı ve Görevi	91
4.2.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Prensip Şekilleri	93
4.3. Atölye İç Aydınlatma Armatür Kontrol Elemanları	101
4.3.1. Anahtarlar	101
4.3.2. Anahtarlı Otomatik Sigortalar (W Otomatlar)	101
4.3.3. Bus-Bar Sistemlerine Ait Anahtarlar	102
4.4. Atölye Aydınlatması Yapımı	103
4.4.1. İşlem Sırası	103
4.4.2. Dikkat Edilecek Hususlar	104
4.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği	107
4.6. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği	107
UYGULAMA FAALİYETİ	108
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	110
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	112
5. KUVVET TESİSATI BAKIM ONARIMI	112
5.2. Arıza Tespiti Yöntemleri	114
5.3. Kuvvet Tesis Kablo ve Kanallarının Onarımını Yapmak	116
5.3.1. Kabloların Onarımı	116
5.3.2. Kanalların Onarımı	121
5.4. Kuvvet Tesis Panolarının Onarımını Yapmak	123
5.4.1. Kuvvet Tesis Panolarının Bakımı Yapılırken Dikkat Edilecek Hususlar	123
5.4.2. Kuvvet Tesis Panolarının Onarımında Dikkat Edilecek Hususlar	124
5.5. Motor Şalterlerinin Onarımını Yapmak	125
5.6. Kuvvet Tesis Aydınlatmasının Onarımını Yapmak	126
5.7. Topraklama Sisteminin Onarımını Yapmak	128
5.8. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	132
UYGULAMA FAALİYETİ	133
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	137
MODÜL DEĞERLENDİRME	138
CEVAP ANAHTARLARI	141
KAYNAKÇA	145

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0081
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Endüstriyel Bakım Onarım
MODÜLÜN ADI	Kuvvet Tesisatı Arıza Tespiti ve Onarımı
MODÜLÜN TANIMI	Kuvvet tesisatları döşeme yöntemlerinin ve bağlantılarının, motor ve şalter bağlantılarının, tesis aydınlatmasının, bunların bakım ve onarımlarının kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Kuvvet tesisatı bakım onarımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam sağlandığında, TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak, kuvvet tesisatı döşeme yöntemlerini ve bağlantılarını, tesis aydınlatmasını, bakım ve onarımını hatasız olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Kuvvet tesisatı döşeme yöntemlerini hatasız seçebileceksiniz. 2. Kuvvet tesisatı bağlantılarını hatasız yapabileceksiniz. 3. Motor ve şalter bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz. 4. Kuvvet tesisi aydınlatmasını hatasız yapabileceksiniz. 5. Kuvvet tesisi bakım onarımını hatasız yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAM VE DONANIMI	Ortam: Atölye ve laboratuvar ortamı, takımhane, takım çantası, el aletleri panosu gibi el ve güç aletlerinin bulunduğu ortamlar Donanım: Kontrol ve vida sıkma aletleri, ölçü aletleri, basit kesici ve şekillendirici aletler, iş güvenliği ile ilgili ekipmanlar, anahtar takımları, diğer faydalı el ve güç araçları donanımları, çeşitli kesitlerde kablolar ve iletkenler, kablo kanalları, busbarlar, kroşeler, dübeller, çeşitli fiş ve prizler, tablolar, AA motorları, motor şalter çeşitleri, iç aydınlatma armatürleri, projeler ve malzeme katalogları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bir ülkenin ileriye gitmesi için, o ülke insanının, her şeyin en iyisini istemesinden daha büyük bir itici güç yoktur. Daha iyisi ise her zaman teknolojiden geçmektedir.

Yarının teknolojilerini geliştirecek insanlar, şimdiki teknik ve meslek eğitimi alan sizlersiniz. Bu beklentiler ve amaçlar doğrultusunda yapmanız gereken; eğitiminizi başarıyla tamamlamanın yanında, çok hızlı gelişen elektrik sektöründeki son yenilikleri inceleyip bunları hayata geçirmek olmalıdır.

Kuvvet tesisatları; özellikle üretim yapılan sanayi tesisleri, fabrikalar, atölyeler vb. yerlerde karşımıza çıkar. Yani üretimin aksamaması, iş yerlerinin sürekli ve kesintisiz çalışması bu tesisatların sağlıklı yapılması ile mümkündür. Bu açıdan baktığımızda kuvvet tesisatları, hem çalışanların ve kullanıcıların can güvenliği hem de üretimin aksamaması için yönetmeliklere uygun olarak hatasız yapılmalıdır.

Kuvvet tesisatları arızalarının birçok nedeni vardır ve problemler, bir veya birden çok olumsuzluğun birleşiminden kaynaklanabilmektedir. Bizlere düşen görev, sistemli bir çalışma ile arıza sebeplerini listelemek, bu sebepler ne kadar önemsiz olursa olsun bunları ortadan kaldırmak için gerekenleri yapmaktır.

Kuvvet Tesisatı Arıza Tespiti ve Onarımı modülünde çok yararlı bilgiler kazanacaksınız. Bu modülde kuvvet tesislerinde kablo taşıma kanallarının doğru, uygun, ekonomik ve estetik malzeme seçilerek ve yerini doğru tespit ederek monte edilmesini öğreneceksiniz. Günümüzde aydınlatma tesislerinde ve diğer alanlarda enerji tüketiminin artmasıyla enerjinin tasarrufu ve tüketimin kaliteli olması ihtiyacı doğmuştur. Bu modülde buna paralel olarak aydınlatmada kullanılan armatürler ve enerji tasarrufu hakkında bilgi edineceksiniz. Motorların yapısı, çalışma prensibi, çeşitleri ve şalterlerle bağlantıları hakkında bilgi kazanacaksınız. Modülümüzün ilerleyen bölümlerinde de kuvvet tesisi aydınlatması ve kuvvet tesisatı bakım onarımını yapmayı öğreneceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak kuvvet tesisatı döşeme yöntemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kuvvet tesisatı kablolarını değişik firmaların kataloglarından araştırınız.
- Kuvvet tesisatında kullanacağınız tesisat döşeme elemanları araştırınız.
- Milli Eğitim Bakanlığı ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığının, Elektrik ile İlgili Fen Adamlarının Yetki, Görev ve Sorumlulukları Hakkındaki Yönetmelik maddelerini araştırınız.

Araştırma için internet ortamından yararlanmanız ve kuvvet tesisatı elemanlarının satıldığı mağazaları gezmeniz gerekmektedir. Çevrenizdeki elektrikçilere başvurarak kuvvet tesisatı yapımı ile ilgili bilgi alınız. Araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz ve raporunuzu arkadaşlarınızla tartışarak sununuz.

1. KUVVET TESİSATI DÖŞEME YÖNTEMLERİ

1.1.Kuvvet Tesisatı

Elektrikli kuvvetli akım tesisleri; insanlar, diğer canlılar ve eşyalar için yaklaşma ve dokunma gibi durumlarda tehlikeli olabilecek ve elektrik enerjisinin üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını, mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. enerjilere dönüştürerek kullanılmasını sağlayan tesislerdir.

1.1.1. Tanımı

Gücü 3 kW'ı geçen bir fazlı motorlar ve üç fazlı makinelerin tümünü kapsayan tesisatlara **kuvvet tesisatları** denilmektedir. Bir başka ifade ile büyük güçlü makine, tezgâh, havalandırma vb. sistemlerin kurulması için yapılan tesisatlara **kuvvet tesisatı** denir. Kuvvet tesisatları için çizilen projelere de **kuvvet tesisatı projeleri** denir.

1.1.2. Yapım Yerleri

Elektrik enerjisi kullanılarak üretim yapılan fabrikalar ve atölyeler kuvvet tesisatlarına örnektir. Bu tesisatları;

- Büyük sanayi tesislerinde,
- Tekstil ve konfeksiyon sektöründe,
- Otomotiv sektöründe,
- Alışveriş merkezlerinde,
- Enerji iletim ve dağıtım tesislerinde,
- Trafo-ana pano ve panolar arası bağlantılarda,
- Tersanelerde,
- Gökdelenlerde,
- Otellerde kullanırız.

Yani büyük güçlü makine, tezgâh vb.

1.2. Kuvvet Tesisatında Kullanılan Kablo Özellikleri

Kuvvet tesislerinin yapımında ekonomiklik ve kesintisiz çalışma çok önemlidir. Bu nedenle tezgâhların iletken kesitleri ve sigorta buşon akım değerlerinin uygun olarak seçilmesi, belirlenen kesite göre de gerilim düşümünün yönetmelikle belirlenen değerlerden küçük olması gerekmektedir. Kuvvet tesisatlarında iletken kesiti, makine veya tezgâhın çalışma (anma) akımına göre belirlenir. Bu akım motorların normal çalışma akımıdır.

Kuvvet tesisatlarında kullanılan kabloların üzerindeki harflerin anlamları ve özellikleri Tablo 1.1, Tablo 1.2 ve Tablo 1.3'te verilmiştir. Kullanacağımız kabloyu işletme şartlarına ve alıcı gücüne göre seçeriz (Elektrik Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği madde 58).

Harf Sırası	(T.S) Türk Standardı TS 212 TS833 TS936 TS1618	(V.D.E) Alman Standardı VDE271 VDE250	ANLAMLARI
Birinci Harf	Y	N	Sabit tesislerde kullanılan ağır işletme kabloları
	N	N	Normal ve hafif işletme şartlarına uygun ve sabit tesislerde kullanılan kablo
	F	N	Normal ve hafif işletme şartlarına uygun taşınabilir elektrik cihazlarında, hareketli elektrik tesislerinde kullanılan kablo
	B	N	Ağır işletme şartlarında kullanılan bükülgen kablo
İkinci veya Daha Sonraki Harf	V	Y	P.V. C. (plâstik yalıtkan)
	M	C	Bakır siper veya konsantrik iletken
	MH	CE	Her damar üzerine bakır siper
	Ş	F	Galvanizli telden (yassı) yapılmış koruyucu sargı veya örgüler
	Ç	Gb	Çelik şeritten yapılmış koruyucu sargı veya paketleme
	O	R	Yuvarlak telden yapılmış koruyucu sargı veya örgüler
	ÇÇ	2Gb	Çapraz sarılmış çelik şeritten koruyucu sargı
	A	-	Alüminyum iletken
	L	-	Lâstik yalıtkan
	E	-	Poliyeten yalıtkan
	s	s	Daire dilimli (sektör kesitli) iletken
	ç	m	Çok telli iletken
	-	A	Tek telli iletken
	a	A	Çok telli a grubu iletken
	b	A	Çok telli b grubu iletken
	c	F	Çok telli c grubu iletken
	l	S	Nemli yerlerde ve haricte kullanılan iletken
	i	L	Işık borulu tesislerde kullanılan kablo
	R	H	Kordon
	u	-	Damarları birbirine bükülü kablo
y	-	Damarları koruyucu kılıf içinde yan yana bulunan yassı kablo	
m	M	Rutubete dayanıklı kablo	

Tablo 1.1: Yalıtılmış iletkenlerde kullanılan harfler ve anlamları



1. Bakır iletken
2. XLPE yalıtkan
3. Dolgu kılıf
4. Konsantrik iletken
5. Koruma bandı
6. XLPE dış kılıf

Resim 1.1: YE3MV (N2XCY) KABLOSU 0,6 /1 KV TS 212 (IEC 502) (VDE 0276)

**Motorların kalkınma anında çektikleri akım, iletken kesiti seçiminde dikkate alınmaz.
Çünkü çok kısa süreli akımdır.**

➤ **Kablo damar renkleri (DIN/VDE 0293-308)**

Damar renkleri, Türk Standartlarına göre aşağıda belirtilen renklerde olmalıdır. Bir damarlı kablolar, herhangi bir renkte olabilir. İki damarlı kablolar ise açık mavi ve siyah renkte olmalıdır.

- Koruma damarıyla birlikte









Damar Renkleri					
Damar Sayısı	Koruma Damarı	Diğer damarlar			
3	sarı-yeşil	mavi	kahve	---	---
4	sarı-yeşil	---	kahve	siyah	gri
5	sarı-yeşil	mavi	kahve	siyah	gri
6 & yukarısı	sarı-yeşil	Öteki tüm damarlar siyah renkli, beyaz numara baskıyla			

- Koruma damarı olmadan

Damar Sayısı	Damar Renkleri				
2	mavi	kahve	---	---	---
3	---	kahve	siyah	gri	---
4	mavi	kahve	siyah	gri	---
5	mavi	kahve	siyah	gri	siyah
6 & yukarısı	Öteki tüm damarlar siyah renkli, beyaz numara baskıyla				

Tablo 1.2: Kuvvet tesisatı kablo damar renkleri

➤ **Kablo özellikleri**

TIP			Özellikleri ve Kullanma Yerleri
TSE	VDE	ŞEKLİ	
NV	NYA		1000 V. PVC izoleli tesisat kabloları. Kapalı veya kuru yerlerde, dağıtım panolarında, sabit tesislerde, sıva altında veya üstünde tesisatlarda boru içinde kullanılır.
NV-b	NYAF		1000 V. PVC izoleli flexible kablolar. Kuru yerlerde, sıva altında veya üstünde, bağlantılı ve hareketli dağıtım tesislerinde ve hareketli cihazların bağlantılarında kullanılır.
NV-y	NYFAZ		300/500 V. PVC izoleli yassı kablolar. Kapalı kuru yerlerde mekanik zorlamaların az olduğu küçük ev aletlerinde bağlantı kordonu olarak kullanılır.
NVV	NYM		300/500 V. PVC izoleli tesisat kabloları. Mekanik zorlamaların olmadığı kuru ve nemli yerlerde, her türlü mesken ve iş yerinde, sıva altı veya üstünde, bağlantı ve dağıtım tesislerinde kullanılır.
FVV-n	NYMHY-rd		300/500 V. PVC izoleli çok damarlı flexible bakır iletkenli kablolar. Az mekanik zorlamalı ve rutubetli yerlerdeki ev geçişlerinde kullanılır.
YV	NYN		0,6/1 kV. PVC izoleli alçak gerilim kabloları. Mekanik zorlamaların olmadığı endüstri tesisi ve yer altı aydınlatma ve güç şebekelerinde kullanılır.
YVMV	NYCY		0,6/1 kV. PVC izoleli, konsantrik (toprak) iletkenli alçak gerilim kabloları. Genellikle yerleşim bölgelerinde, toprak altında, enerji merkezi ve endüstri tesislerinde, mekanik darbe olasılığı bulunan şebekelerde elektrik emniyeti için kullanılır.
YVOV	YRY		0,6/1 kV. PVC izoleli, çelik zırlı alçak gerilim kabloları. Mekanik zorlamaların ve ağır işletme şartlarının bulunduğu dış, iç, toprak altında, kablo kanalında kullanılır.

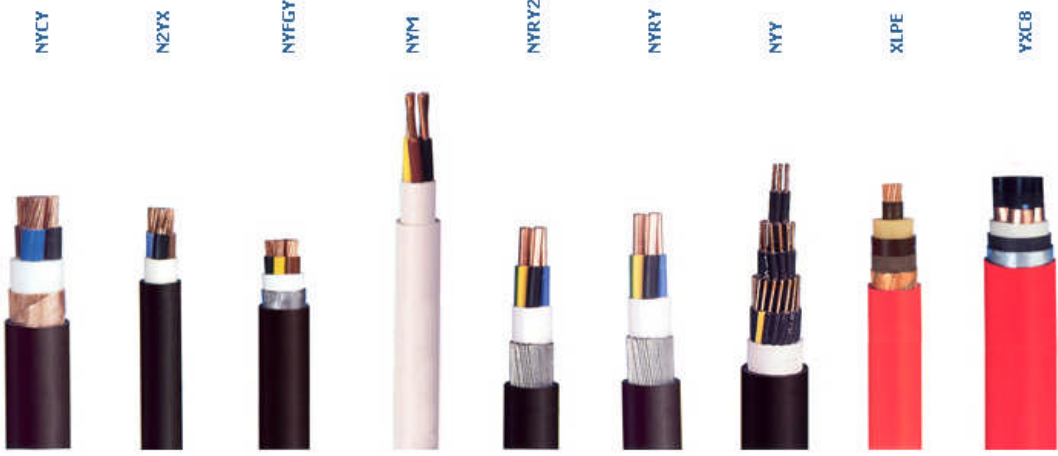
Tablo 1.3: Kuvvet tesisatlarında kullanılan bazı iletkenler ve özellikleri

Aydınlatma ve **kuvvet tesisatlarında** kullanılan kablolar şunlardır:

- TS-9758, TS-9759, TS-9760'a uygun harmonize kablolar: Sabit tesislerde kullanılan, normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır (NYA, NYAF, NYFAF, NYFAZ, NYBUY...).
- TS-9760, TS-9765'e uygun harmonize kablolar: Hareketli tesislerde katlanılan, normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır (NYMHY, H05VV-F, H03VH-H...).
- TS-9765, TS-9767'ye uygun harmonize kablolar: Hareketli tesislerde kullanılan, ağır işletme şartlarına dayanıklı kablolardır (H07RN-F, NYRY).
- TS-212, TS-1618, TS-2742'ye uygun Y tipi kablolar: Sabit tesislerde kullanılan, ağır işletme şartlarına dayanıklı kablolardır (YW, YVMV...).

Bunlar dışında kuvvet tesisatlarında;

- Her türlü hava ve iklim şartlarında, başta gemiler olmak üzere bütün deniz araçlarında kullanılan kablolar (MGG ve FMGCG tipi kablolar),
- Asansör kabloları (YSLTK-JZ, H07VVH2-F...),
- XLPE yalıtımlı kablolar (YE3V, YE3MV, YE3ŞV...) kullanılmaktadır.



Resim 1.2: Çeşitli kuvvet tesisatı enerji kabloları

Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği ile kuvvet tesisatlarında kullanılan en küçük kesit **2,5 mm² bakır** veya **4 mm² alüminyum** olarak belirlenmiştir.



Bir kuvvet tesisatı için kablo seçimi yaparken Elektrik Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği'nin 58. maddesinde belirtilen şartlar göz önüne alınarak tesisata en uygun kablo seçilmelidir. Modül sonunda bu maddeleri bulabilirsiniz.

1.3. Kuvvet Tesisatının Döşeme Yöntemleri

Kuvvet tesisatı kablo döşemesinde işyerinin çalışmasının sürekli ve kesintisiz olması, çıkabilecek arızalardan diğer makinelerin etkilenmemesi, ilerde yapılabilecek yenilik ve değişiklikler dikkate alınıp her makinenin beslemesi dağıtım tablolarından ayrı ayrı yapılmalıdır. Bu ölçütlere göre fabrika ve atölye gibi yerlerde kuvvet tesisatı beslemelerinin siva altından çekilmiş boru içinden döşenmesi pek kullanılmaz.

Kuvvet tesisatlarında kullanılan kablo döşeme şekilleri şunlardır:

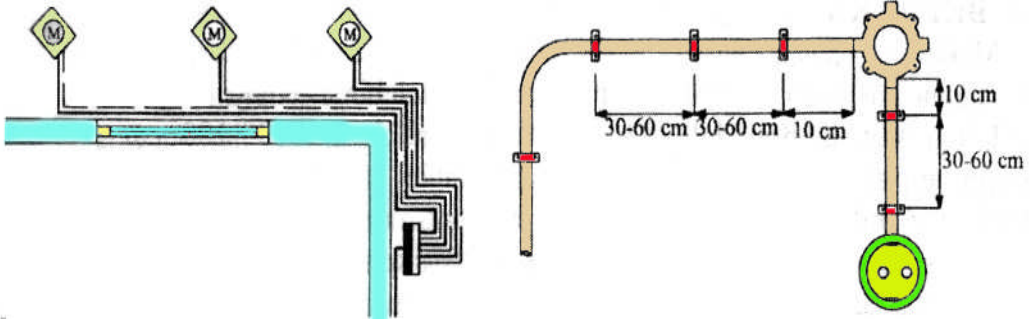
- Duvar üzerine yapılan tesisatlar
- Tavana monte edilen kanallarla yapılan tesisat
- Yerden beton kanal içine yapılan tesisat
- Busbar kanal ile yapılan baralı dağıtım tesisatı
- Şimdi sırasıyla bunları inceleyelim.

1.3.1. Duvardan Döşeme Çeşitleri ve Yapım Gereçlerinin Özellikleri

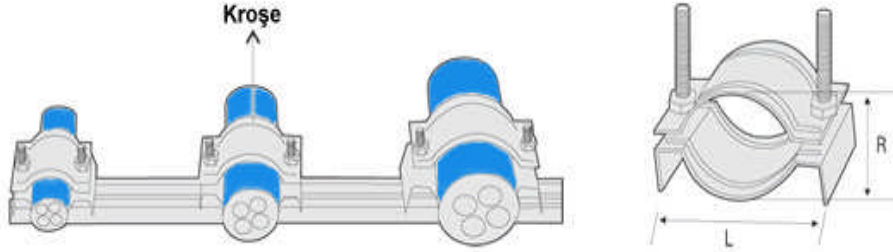
Daha çok küçük işletmelerde, tezgâhların duvara yakın olduğu durumlarda bu tip tesisatlar yapılmaktadır. Duvar üzerine yapılan tesisatlarda antigron kablolar (NVV-YVV veya NV), kroşe veya ray kroşeler ile duvara direkt olarak ya da konsollar üzerinde taşınarak döşenir.

➤ Kroşelerle tesisatın yapımı

Kablolara, duvara yerleştirilen takozlara kroşelerle tutturulur. Kroşeler arası açıklık kablo kesitine göre değişmekle beraber, bu açıklık 80 cm'yi geçmemelidir (Şekil 1.1).



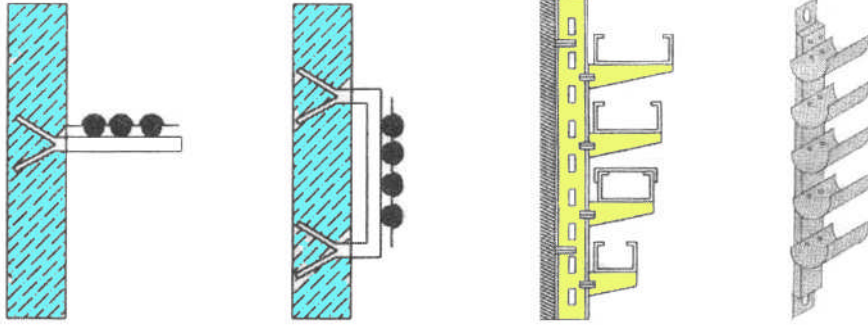
Şekil 1.1: Tek hat şeması ve antigron kablonun kroşelerle duvara tutturulması



Şekil 1.2: Kabloların duvara montajında kullanılan çeşitli kroşeler

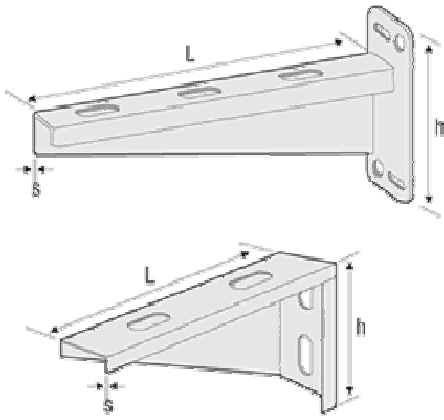
➤ Konsollarla tesisatın yapımı

Kablolara, duvara yerleştirilen takozlara konsollarla tutturulur. Konsollar arası açıklık kablo kesitine göre değişmekle beraber 80 cm'yi geçmemelidir. Şekil 1.3'te çeşitli duvar konsolları görülmektedir.



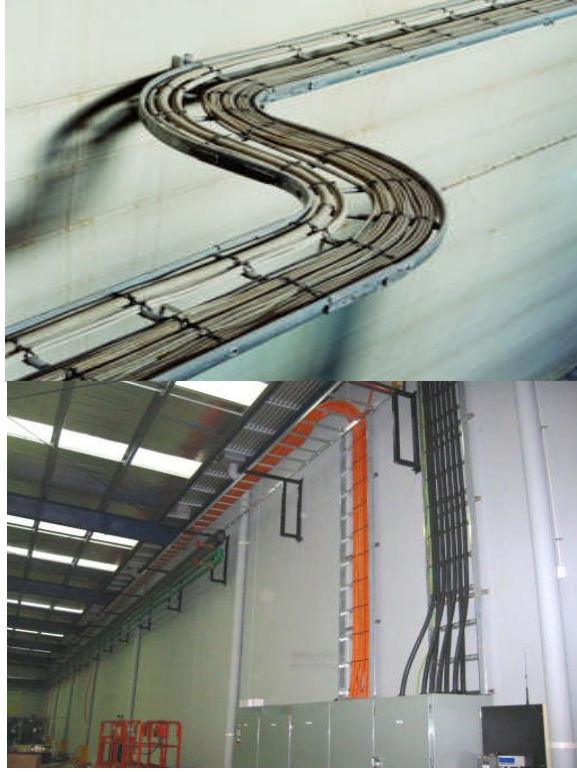
Şekil 1.3: Kabloların duvara değişik konsollarla döşenmesi

Duvardan döşenen kablolar motor veya alıcı hizasına geldiğinde, iletkenlerin mekanik etkilerden korunmaları için gaz borusu ya da spiral boru ile iniş yapıp bağlanmaları gerekir.



Şekil 1.4: Çeşitli duvar konsolları ve konsol montaj destek elemanı parçaları

Ray tipi kanallar, Şekil 1.3 ve Şekil 1.4'te görülen duvar konsolları üzerine tutturularak da duvardan döşeme yapılabilir. Duvara yatay olarak yapılan kablo döşemelerinde dayanaklar arası en az 40 cm olmalıdır.



Resim 1.3: Kuvvet tesisatı kablolarının duvardan kanal ile taşınması

- **Kanallarla tesisatın yapımı**
 - PVC kanallarla tesisatın yapımı

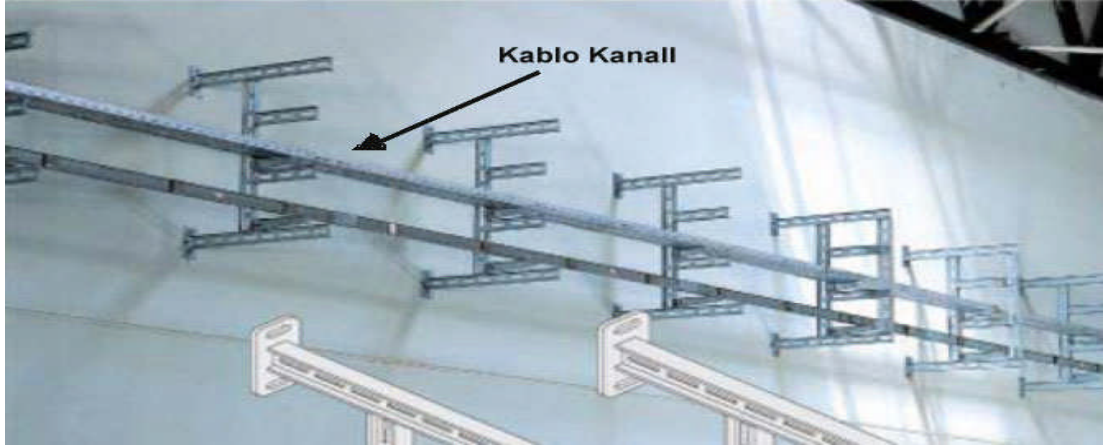
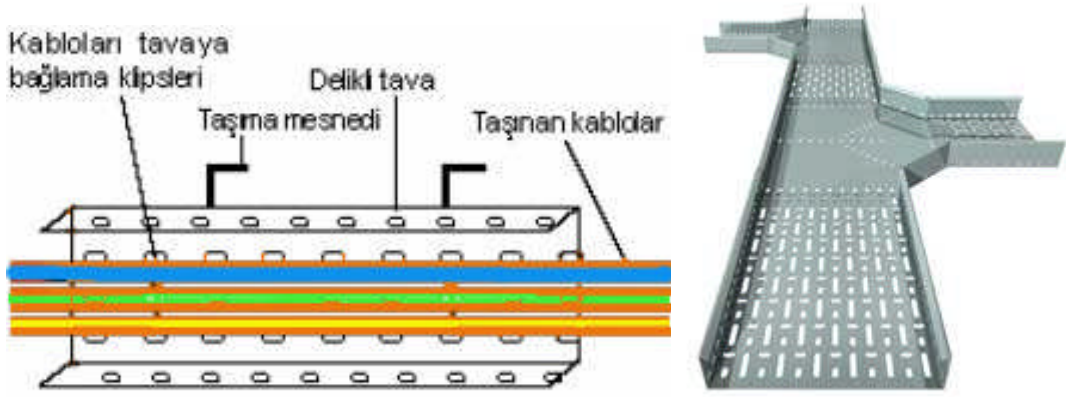
Kablo, duvar yüzeyine monte edilen PVC kablo kanalları içerisinde geçirilerek döşenir. Delikli ve deliksiz tiplerde yapılan kablo kanallarının bağlantı elemanları PVC' den, destek konsolu ve taşıyıcılar da paslanmaz çelik veya PVC den üretilir. PVC kablo kanalları tavana ve duvara montaj yapılabilir. Bu kanallar az sayıda ve küçük kesitli kabloların taşınmasında kullanılır. Örneğin; konsol aralığı 1,50 m, maksimum ısı 40°C olduğunda genişliği 100 mm ve kanal yüksekliği 60 mm olan kanalın taşıyabileceği yük 20 kg/m, 300 x 60 olan kanalın taşıyabileceği yük 33 kg/m' dir.



Resim 1.4: PVC kablo kanalları, aksesuarları ve PVC kablo kanallarının döşenmesi

- Sac veya alüminyum kanallarla tesisatın yapımı

Kablo, duvar yüzeyine monte edilen sac ve alüminyum kablo kanalları içerisinden geçirilerek yapılır. Delikli ve deliksiz tiplerde, kullanım ortamlarının özelliğine göre standart tiplerde ve ağır hizmet tiplerinde, uzunlukları 2000, 2400, 3000 mm; genişlikleri 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 mm; yükseklikleri 25, 35, 40, 50, 60, 75, 100 mm ve sac kalınlığı da 1,0- 1,2- 1,5- 2,0 mm ölçülerinde üretilir. Ayrıca, özel ölçülerde kanal üretimi de yapılmaktadır. Kablo kanalları, bağlantı elemanları (köşe dönüşleri, T-X bağlantılar, ayarlanabilir dönüşler, redüksiyonlar vb.) ve aksesuarları da (kablo koruma plakaları, kapak, seperatörler vb.) 1,0-1,2-1,5-2,0 mm sac kalınlığında yapılır.

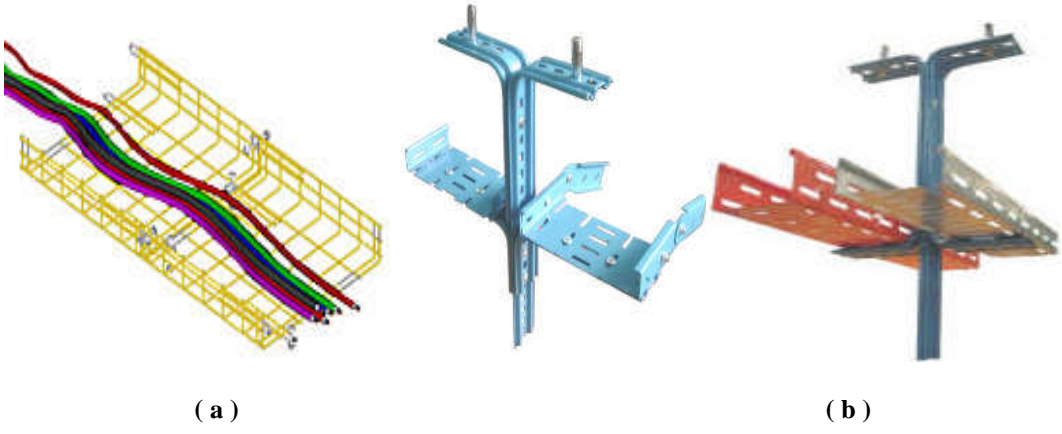


Resim 1.5: Sac ve alüminyum kanallarla duvar yüzeyine tesisat

1.3.2. Kuvvet Tesisatının Tavandan Kanalla Yapımı

Kablo taşıma (kanal) sistemleri, kabloların dağıtım ve taşınmasına kolaylık ve ekonomik çözüm getirmiştir. Tavana monte edilen kanallar içerisinde kablolar taşınır. Pratik ve kullanışlı olduklarından çok tercih edilen bir sistemdir. Kanallar birbirlerine civata ile monte edildiklerinden istenildiği kadar döşenebilir. Yeni bir tesisat ekleneceğinde ve herhangi bir arızaya müdahalede kolaylık sağlar. Kabloların kanallardan tezgâhlara inişi için galvaniz kaplı veya çelik borular kullanılır. Sac kanallar yerine sert plastikten yapılmış kanallar da kullanılmaya başlanmıştır.

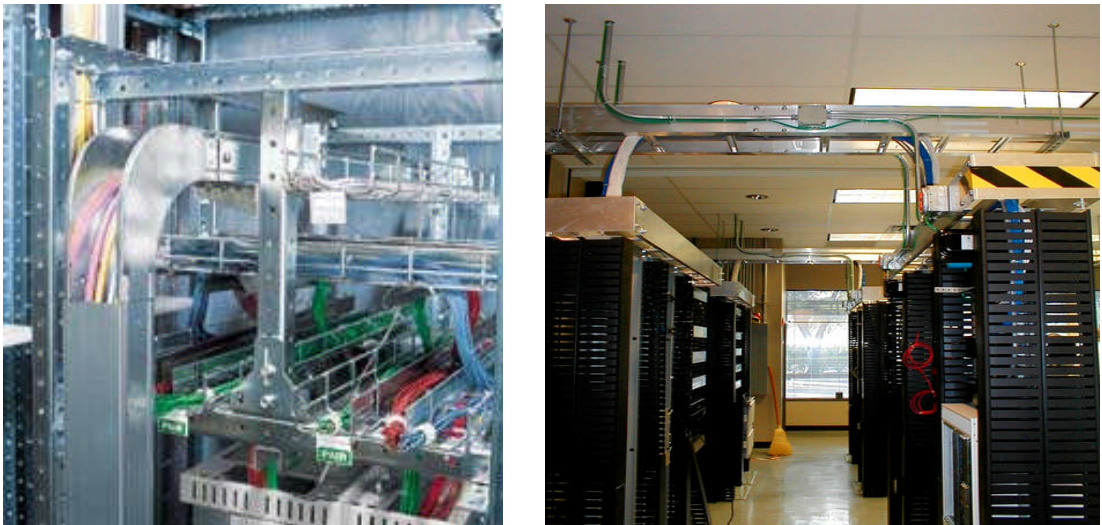
Tavandan kanallarla yapılan tesisatın çok çeşitli modülleri ve şekilleri vardır (Resim 1.6). Kablo merdivenleri, tel örgülü kanallar, delikli ve deliksiz kanallar bunlara örnek olarak verilebilir.



Resim 1.6: Tavandan yapılan kuvvet tesisatı modülleri (tel örgü ve delikli kablo kanalları)



Resim 1.7: Tel örgü kanal ile tavandan yapılan tesisat ve fonksiyonel bir kablo taşıyıcı



Resim 1.8: Tavandan kanal ile yapılan tesisat örnekleri

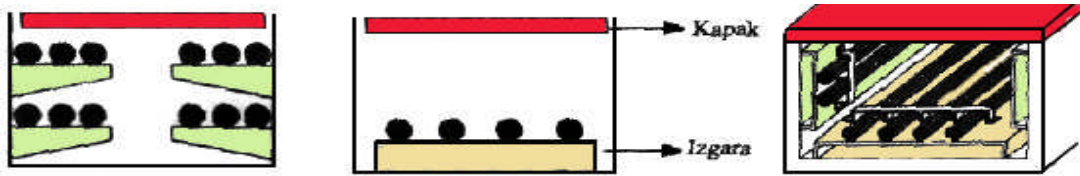
! Üzerinde toz birikmemesi ve kabloların kolaylıkla soğutulması istenilen çimento ve hazır beton fabrikaları gibi ortamlarda tel örgü kanallar kullanılır.

1.3.3. Kuvvet Tesisatının Yerden Beton Kanaldan Yapımı

Makine ve tezgâh sayısı fazla olan atölye ve fabrikalarda beton kanallar içinde yapılan tesisat, işletme güvenliği ve görünüm açısından istenilen bir sistemdir.

Beton kanalların derinliği 30 cm ve genişlikleri de 30-100 cm arasında yapılır. Beton kanal genişliğinin tespitinde, (n) kablo sayısı ve (d) kablo çapı dikkate alınır. Kanalın iç yüzeyi sıvanır, kanalın zeminine veya yanlarına kabloların yerleştirilmesi için tahta altlıklar ile metal konsollar konur. Kanal kapakları, en az 5 mm'lik baklavalı saclardan yapılarak 40x40x4 mm'lik köşebentli kanal ağzlarına yerleştirilir. Kanal kapağı betondan da yapılabilir. Kapak sağlam olmalı ve kapakların üst yüzü döşemeyle aynı seviyede olmalıdır.

Büro tipi işyerleriyle laboratuvar gibi tesisatın zeminden gitmesi istenen yerlerde de dekoratif döşeme altı kablo kanalları kullanılır. Resim 1.9'da bunun bir örneğini görebilirsiniz.



Şekil 1.5: Kabloların beton kanal içine dösenme şekli



Resim 1.9: Beton kanal ile yapılan bir kuvvet tesisatı örneği



Resim 1.10: Döşeme altından yapılan, kablo kanallı bir kuvvet tesisatı örneği

! Kanalların belirli noktalarına su tahliye delikleri konulmalı, kanallar tahliye noktalarına doğru eğimli yapılmalıdır.

Bu metodun işçiliği fazla, maliyeti pahalıdır. Bu metod güvenli çalışma sağlar. Zemindeki sac kapağın esnemesi, beton kapağın çatlaması veya kırılması, atölye içinde ağır malzeme ve gereçlerin taşınmasında sakınca yaratır.

1.3.4. Kuvvet Tesisatının Busbar Kanalla Yapımı

1.3.4.1. Tanımı

Busbar; elektrik enerjisinin dağıtım ve taşınması için tasarlanmış prefabrik ve modüler bir sistemdir. Genel yapısı; metal bir gövde içerisinde, standartlara uygun olarak, alüminyum ya da bakır iletkenlerin izolasyon malzemeleri ve ortamları ile birleşmesinden oluşur.



Resim 1.11: Busbar kanal

1.3.4.2. Busbar Sistemlerinin Bazı Avantajları

- Yüksek mekanik ve elektriksel dayanımı vardır.
- Makine yerinin yaklaşık belirlenmesi ile projelendirme yapılabilir.
- Makinelere enerji iletimini anında sağlamak mümkündür.
- İşletmede her türlü değişiklik ve ekin hızla yapılabilme olanağı vardır.
- İşyerlerini düzensiz ve dağınık kablo karışıklığından kurtarır.
- Sistemde hareketli kablo bulunmadığından kabloya bağlı arıza ve kaza ihtimallerini ortadan kaldırır.
- Özel bakım gerektirmez, modüller kolayca sökülüp takılabilir, gerektiğinde bütünüyle taşınabilir.
- Montajı çok basittir. Kablolı sisteme göre montajda % 60 tasarruf sağlar.
- Sistemde enerji varken kutu takılı değilse akım alma deliklerinde elektrik yoktur.
- Akım alma kutusunun kapağı emniyet kolu sayesinde üzerinde enerji varken açılmaz.
- Galvanizli sac, gövde topraklama hattı görevi yapar.
- Ek noktalarından veya çıkış prizlerinden akım alma imkânı verir.
- Busbar sistemi dışarıdan bir yangına maruz kaldığında sistem yanmaz ve alevi yürütmez.
- Sistem halojen freedir. Zehirli gaz çıkarmaz.
- İsteğe bağlı olarak IP 54 koruma sınıfına sahiptir.

1.3.4.3. Kullanım Yerleri

Büyük sanayi tesisleri, gökdelenler, tekstil ve konfeksiyon sektörü, otomotiv sektörü, tersaneler, oteller, alışveriş merkezleri, atölyeler, laboratuvarlar, asma tavanlar, yükseltilmiş döşemeler, depolar, garajlar, hipermarketler, iş merkezleri, vinç ve kreynlerde kullanılan aydınlatma ve kuvvet tesisatları ile benzeri iş yerleri ve alanlarda busbar kanal sistemleri ile kuvvet tesisatları döşenebilmektedir.

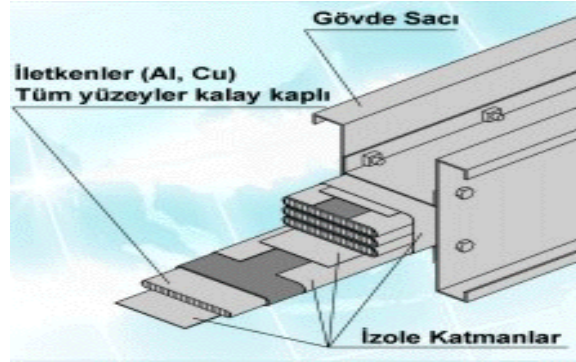
1.3.4.4. Yapım Gereçleri

Busbar sistemi, elektrik taşıyıcı kalay ile kaplanmış alüminyum ya da bakır bara iletkenlerinin izole edilerek metal bir gövde içerisine yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Busbar sistemi muhafazası galvaniz sacdan profil makinesinde şekillendirilerek birbirine kenetlenmiş ve mekanik dayanıklılığı artırılmıştır. Ayrıca kenet yerleri soğuk perçinle sıkıştırılmış, böylece mekanik darbeye karşı güçlendirilmiştir. İletkenler bazı çeşitlerinde PVC izolelidir.

Busbar sistemlerinin parçalarını; dış gövde, iletkenler, modüler yapı elemanları ve çıkış kutuları olarak sıralayabiliriz. Bu parçaları ısıca açıklayalım:

➤ Dış gövde

Genellikle galvanizli sactan imal edilen dış gövde, topraklama iletkeni olarak kullanılabilir. İhtiyaçlara göre ve gelişen teknoloji ile birlikte galvanizli sactan imal edilen dış gövde epoksi polyester sınıfı elektrostatik toz fırın boya ile boyanabilmektedir. Ayrıca alüminyum gövdeli busbar imatları da yapılabilmektedir.



Resim 1.12: Busbarın parçaları

➤ İletkenler

Busbar sistemlerinde alüminyum (Al) ya da bakır (Cu) iletkenler kullanılabilir. Alüminyum iletkenler gerekli ön işlemlerden geçirilerek önce nikel, daha sonra kalay ile kaplanarak kullanılır. Bakıra göre aynı akım taşıma kapasitesi için daha kalın kesitli alüminyum iletkenler kullanılır.

Alüminyum iletkenli busbar sistemleri hafif olmaları, montajı kolay yapılabilir ve çok ekonomik olmaları nedeniyle dünyada en çok tercih edilen sistemlerdir. Bakır iletkenli sistemlerde ise bakır iletkenler kalay ile kaplanır. Bazı ağır sanayi tesislerinde ve otomotiv tesislerindeki punto kaynak makineleri beslemelerinde bakır iletkenli busbar sistemleri tercih edilir. Bakır iletkenli busbar sistemleri, alüminyum iletkenli sistemlere göre biraz daha küçük ebatlardadır. Ayrıca 25 A – 100 A arası sistemler standart olarak sadece bakır iletkenli olarak imal edilmektedirler.

➤ Modüler yapı elemanları

Busbar sistemleri genellikle 160 A'ya kadar düz dağıtım hatları göz önüne alınarak tasarlanır. Özel ihtiyaçlar gerektirdiğinde dönüş modülleri imal edilir. 160 A ve üstü busbar sistemleri için ise binanın fiziksel yapısına uygun yerleşimler için yatay ve dikey dönüş modülleri, redüksiyon ve T bağlantı modülleri, yatay ve dikey hatlarda genişleme (dilatasyon) modülleri, ofset modülleri, trafo ve pano bağlantı modülleri ile fleksible bağlantı elemanları tasarlanmıştır.

➤ Çıkış kutuları

Plug-in busbar sisteminden, sistem enerjiliyken busbarın gövdesindeki priz noktalarından enerji kesilmeden çıkış alınabilir. Bu sistem 10 A'dan 400 A'ya kadar sağlıklı bir şekilde kullanılır. Daha büyük yükler için ise cıvatalı bolt-on adı verilen çıkış kutuları kullanılmalıdır. Bu kutular genellikle ek noktalarına yerleştirilir. Çıkış kutuları, sistemin ihtiyacına göre sigortalı yük kesicili, W otomatik ya da kompakt şalterli olarak kullanılabilir.

1.3.4.5. Standart Boyutları

İletken sayısı L1, L2, L3, N+Pe 4 iletkenlidir. Nötr iletken kesiti faz iletkenlerine eşittir, topraklama olarak gövde kullanılmıştır. Bazı türlerinde, kanal içinde aralıklı olarak yerleştirilen yalıtkan, darbeye dayanıklı, alev almaz malzeme ile desteklenen tarak içine yerleştirilen bakır iletkenlerle tamamlanmıştır. İletken sayısı L1, L2, L3, N+Pe 4 veya 5 iletkenli imal edilir.

★ Standart üretim 4 iletken + gövde topraklıdır.

Busbar sisteminin uzun düz ve konfigürasyon bir yapıya sahip olması mükemmel bir dayanıklılık verir. Kanalların yüksek mekanik dayanıklılığa sahip olması askı vidalama merkezlerinin 6 m'ye kadar çıkmasını sağlar. Bunu yaparken asılacak yüklere dikkat etmek gerekir. Tek bir vidanın sıkılması ile hat boyunca topraklanmayı sağlar.

1.3.4.6. Busbar Sistemlerin Akım Taşıma Kapasiteleri

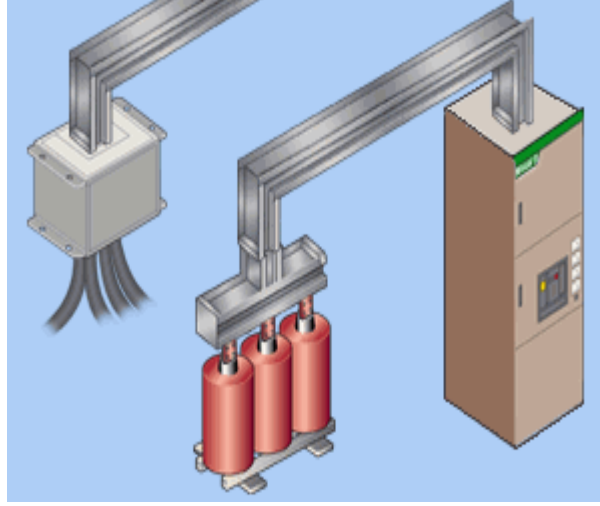
Kullanılacak busbar sisteminin akım değeri; eş zamanlılık faktörü, yüklerin güçleri ve gerilim düşümüne bağlı olarak seçilir. Kuvvet tesisatının yükleri ve bu yüklerin çekeceği akımlar, bizim hangi tip busbar sistem çeşidini seçmemiz gerektiği konusunda bize fikir verir. Busbarların akım taşıma kapasiteleri çeşitlerine göre farklıdır. Şimdi kullanıldığı yerlere göre busbar çeşitlerini inceleyerek bunların ne kadar akım taşıma kapasitesine sahip olduklarını öğrenebiliriz.

1.3.4.7. Kullanıldıkları Yere Göre Busbar Sistem Çeşitleri

Busbar sistemleri kullanım alanlarına ve imalat tekniklerine göre birkaç farklı grupta ele alınabilir. Kullanım alanlarına göre sınıflandırıldığında;

➤ Feeder (iletim) busbar sistemleri

Feeder busbar sistemi; elektrik enerjisinin trafodan ana pano beslemesi veya jeneratör panosu gibi bir noktadan başka bir noktaya mümkün olan en düşük gerilim düşümü ile verimli taşınabilmesi için tasarlanmış modüler enerji iletim sistemidir. Genel olarak endüstriyel uygulamalarda yatay enerji taşıma hattı olarak kullanılır. Sistem üzerinden çıkış alınmaz. Trafo-ana dağıtım panosu arasındaki ana besleme hatları, panolar arasındaki kuplaj hatları, jeneratör panosu ile ana dağıtım panosu arasındaki besleme hatları ve bir tesisteki yüksek güçlü bir bölge panosunun ana merkezden beslenmesi örnek uygulama alanı olarak gösterilebilir. Busbar sistemi, trafo ve pano gibi ünitelere bağlantı modülleri ile bağlanır.



Resim 1.12: Feeder busbar sistemi

Feeder busbar sistemleri **800 – 6000 A arası akım değerlerinde** imal edilir.

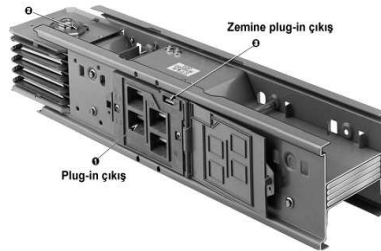
➤ **Bolt-on /plug-in (enerji dağıtım) busbar sistemleri**

Bolt-on ve plug-in busbar sistemleri; busbar gövdesi üzerine takılan akım alma çıkış kutuları ile enerji alınmasını sağlayan dağıtım busbar sistemleridir. Bir güzergâh boyunca yerleştirilen busbar sistemi üzerinden çıkış kutuları ile akım alınarak yükler, makinalar ya da bölge panoları beslenir. Busbar sistemleri, ana panodan direkt bağlantıyla ya da kablo ile besleme modülü ile beslenir.

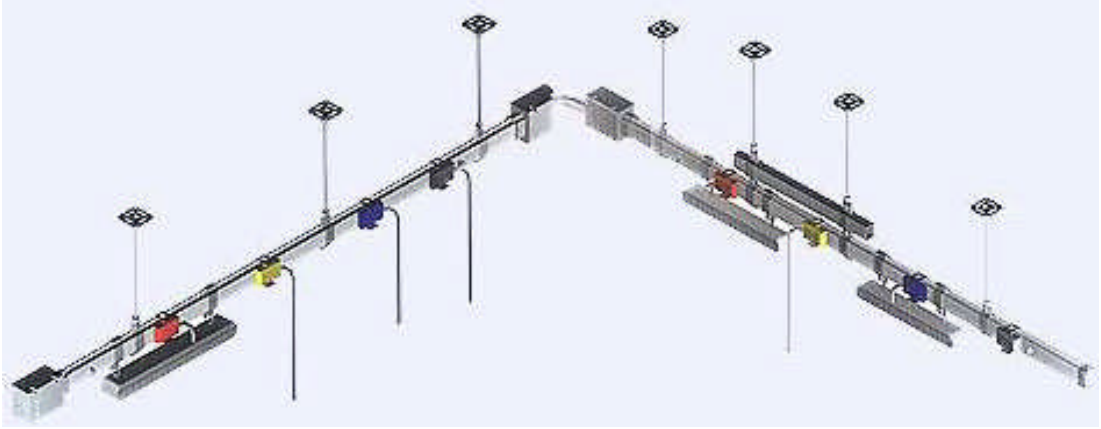
➤ **Bolt-on busbar sistemi**

Busbar sisteminin modüler ek noktaları üzerinden akım alma çıkış kutuları ile enerji alınmasına imkân veren busbar sistemleridir. Busbar sisteminin enerjisi kesilerek ek cıvatası açılır. Busbar ek noktası çıkış kutusu takılmasına imkân veren özel yuvalara sahiptir. Ek noktasına 160 A – 1000 A arasında akım alma kapasitesine sahip çıkış kutuları takılarak güvenli bir şekilde enerji alınır. Bu çıkış alma yönteminde sistemin enerjisinin kesilmesi, açılan cıvatanın çıkış kutusu monte edildikten sonra tekrar sıkılması gerekmektedir. Bolt-on busbar sistemleri **800 – 6000 A arası akım değerlerinde** imal edilir.

➤ **Plug-in busbar sistemi**



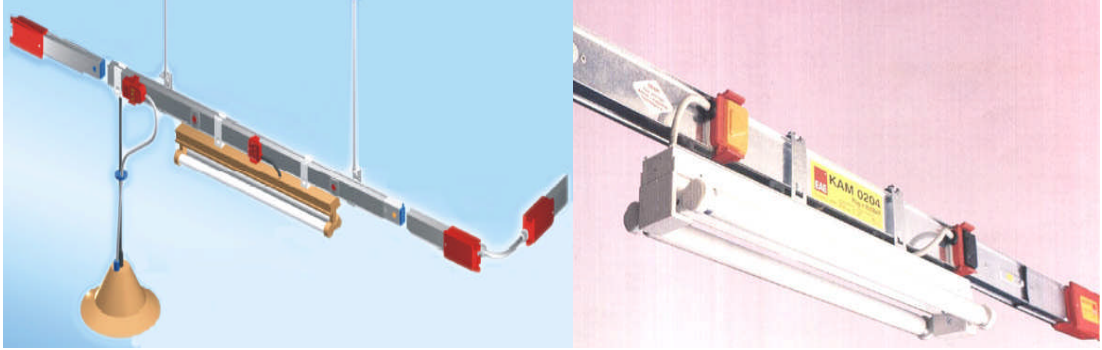
Busbar sisteminin gövdesi üzerindeki akım alma (plug-in çıkış) pencereleri üzerinden akım alma çıkış kutuları ile enerji alınmasına imkân veren busbar sistemleridir. Busbar sisteminin enerjisinin kesilmesine gerek kalmadan plug-in çıkış pencerelerine 32 A- 400 A arasında akım alma kapasitesine sahip çıkış kutuları takılarak güvenli bir şekilde enerji alınır. Bu tip busbar öncelikle sık makine yerleşiminin olduğu ve makine parkurunun yer değiştirebileceği, genişleyebileceği endüstriyel tesisler için düşünülmüştür. Fakat daha sonraları priz noktalarının sık olmasının getirdiği avantaj, fiziki boyutlarının küçük olması ve gerilim düşümlerinin mümkün olan en düşük seviyelerde tutulması nedeniyle, yüksek katlı binalarda dikey shaft enerji dağıtımında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Plug-in busbar sistemleri çeşitli boyutlardaki endüstriyel tesislerin ve binaların ihtiyaçlarını karşılayabilmek için **40 A ile 5000 A arası akım değerlerinde** imal edilir. Busbar çıkış kutuları ise kullanım alanına göre WL otomatik, SYK sigortalı yük kesici şalterli ya da kompakt şalterli olarak imal edilir.



Resim 1.13: Enerji dağıtım busbar sistemi

➤ **Aydınlatma dağıtım busbar sistemleri**

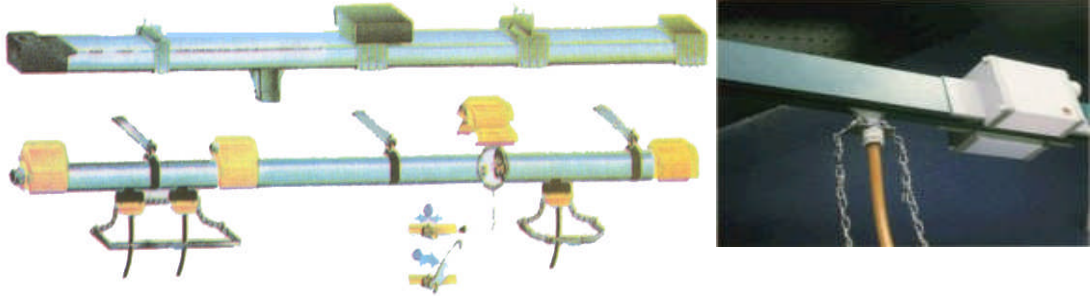
Aydınlatma dağıtım busbarları tesislerdeki aydınlatma armatürlerinin beslenmesi için tasarlanmış prefabrik aydınlatma dağıtım sistemleridir. Armatürlerin montajını, bakımını ve yer değiştirmesini yapmak çok pratik ve kolaydır. Busbar gövdesi üzerindeki çıkış noktalarına takılan armatür çıkış fişleri ile aydınlatma üniteleri beslenir. Uygun faz sırasına ait çıkış fişi seçilerek faz gruplaması ya da dengeli yükleme imkânı sağlanır. Ayrıca basit ve modüler armatür askı klipsleri ile armatürler busbar gövdesine taşınırlar. Aydınlatma dağıtım busbarları genellikle **25 A ile 40 A** arasında akım değerlerinde imal edilir.



Resim 1.14: Aydınlatma dağıtım busbar sistemleri

➤ **Trolley busbar sistemleri**

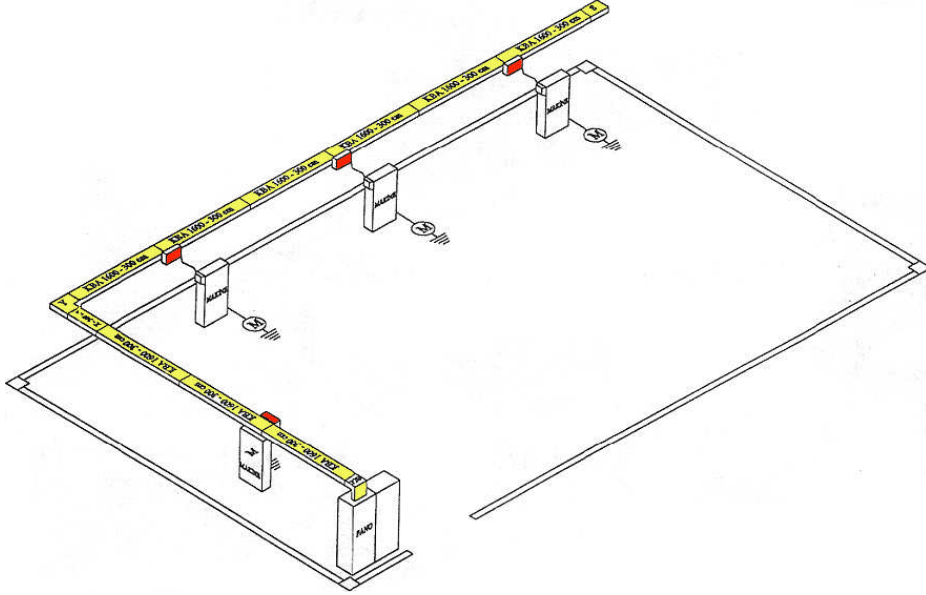
Hareketli enerji ihtiyacı olan sistemler için geliştirilmişlerdir. Taşıma sisteminin hareketli olduğu tavan ve duvar vinç sistemleri ile aparatların hareketli olduğu tekstil kesim masalarında enerji beslemesi amacıyla kullanılır. Trolley busbar sistemleri, sistemlerin ihtiyacına göre 3, 4 veya 7 iletkenli olarak **35 A ile 500 A arasında akım değerlerinde** imal edilir.



Resim 1.15: Trolley busbar sistemleri

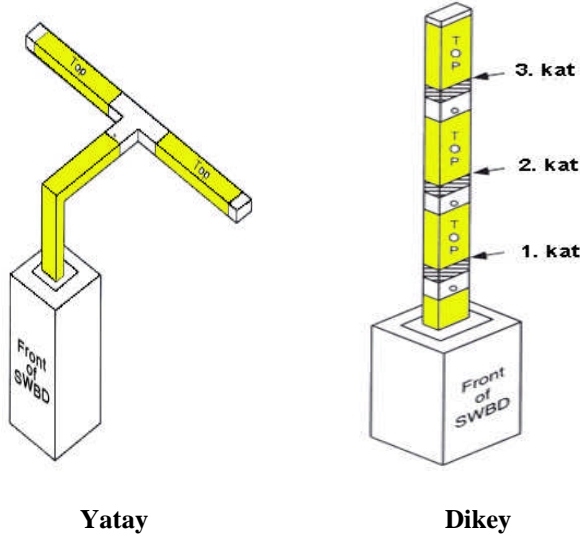
1.3.4.8. Busbar Kanal Döşeme İşlem Sırası

- Busbar sistemleri bütün elektrik tesisatlarında olduğu gibi projelendirilir. Sistemin tasarımında şu ölçütler göz önüne alınmalıdır:
- Sisteme bağlanacak yüklerin güçleri ve yaklaşık yerleri
 - Eş zamanlılık kat sayısı
 - Transformatörün güçleri ve kısa devre akımları
 - Diğer dağıtım sistemleri (ısı, buhar, su vb.) ile koordinasyonu
 - Proje üzerinde tasarlanan sistemin güzergâh (geçek) planının oluşturulması
 - Plana göre askı tiplerinin belirlenmesi
 - Gerekliyse sistemin diğer busbar sistemi ile entegre edilmesi



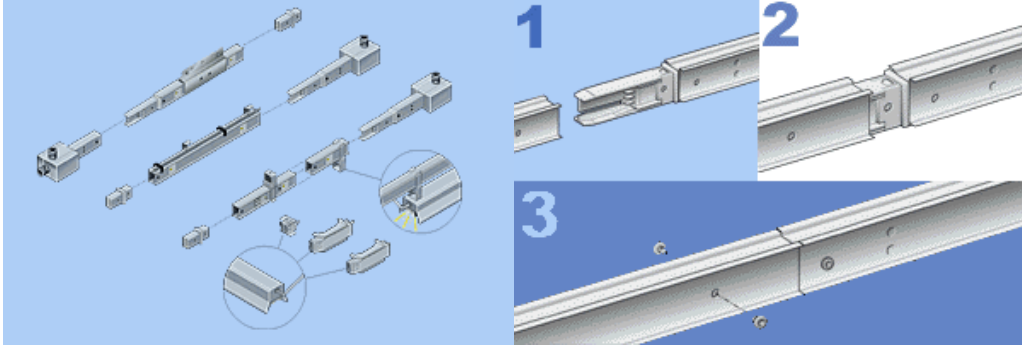
Şekil 1.6: Busbar sisteminin uygulama projesinin üç boyutlu gösterimi

- Busbar sistemi ön proje tasarımı yapılır. Ön proje tasarımının yapılabilmesi için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır:
- Mimari plan üzerinde shaft yerleşimi ve ölçüleri
 - Kat yükseklikleri ve döşeme kalınlıkları
 - Her kat için gereken çıkış kutusu ve sayısı
 - Dikey hattın besleme şekli (busbar veya kablo)

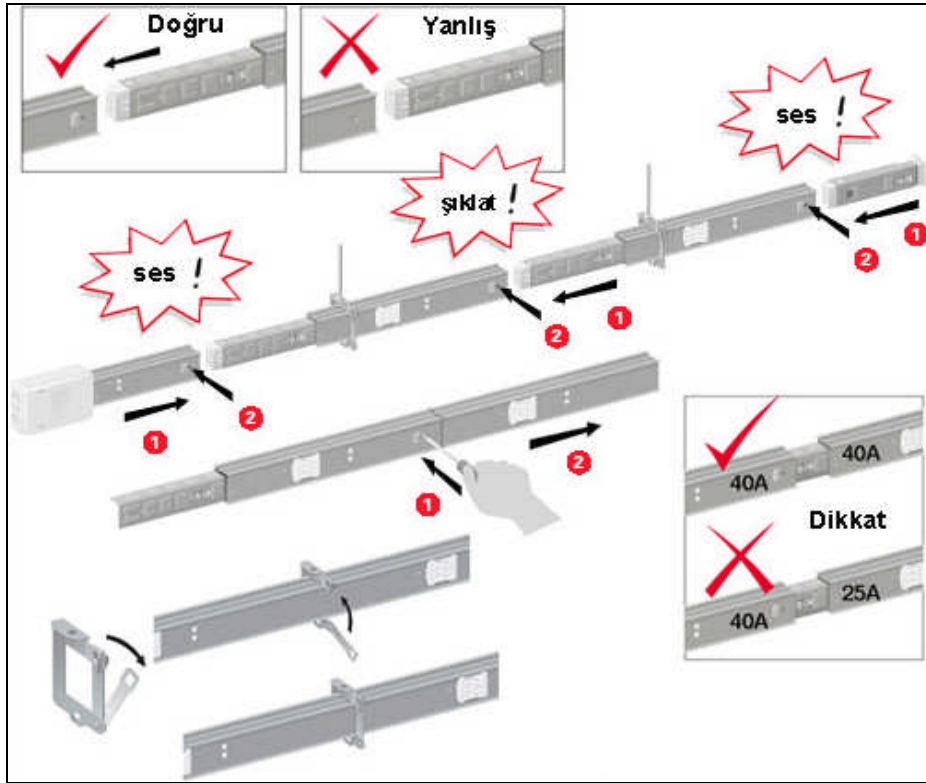


Şekil 1.7: Busbar sisteminin yatay ya da dikey tasarım şekli

- Belirlenen projeler gereğince seçilen busbar sistem elemanları birbirine monte edilir.
- Kolay ve hızlı montaj üç aşamada yapılır:
 - İki busbarı bağlamak için bir busbar kenetleyici terminale yerleştirilir.
 - Terminal bloğunu sıkıştırmak için 12 mm'lik bir somun anahtarı kullanılır.
 - Montaj için herhangi bir uzman takım anahtarı veya ustalık gerekmez.

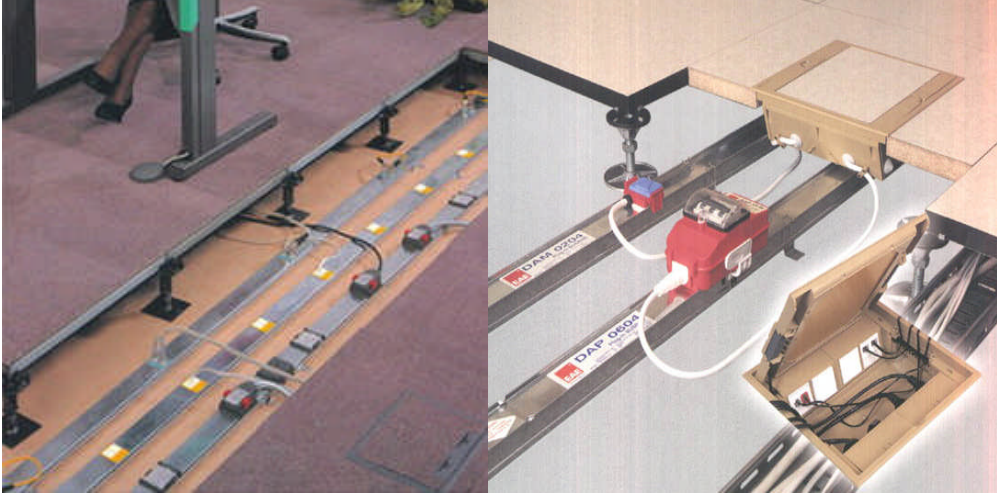


Şekil 1.8: Busbar sistem elemanlarının montajı

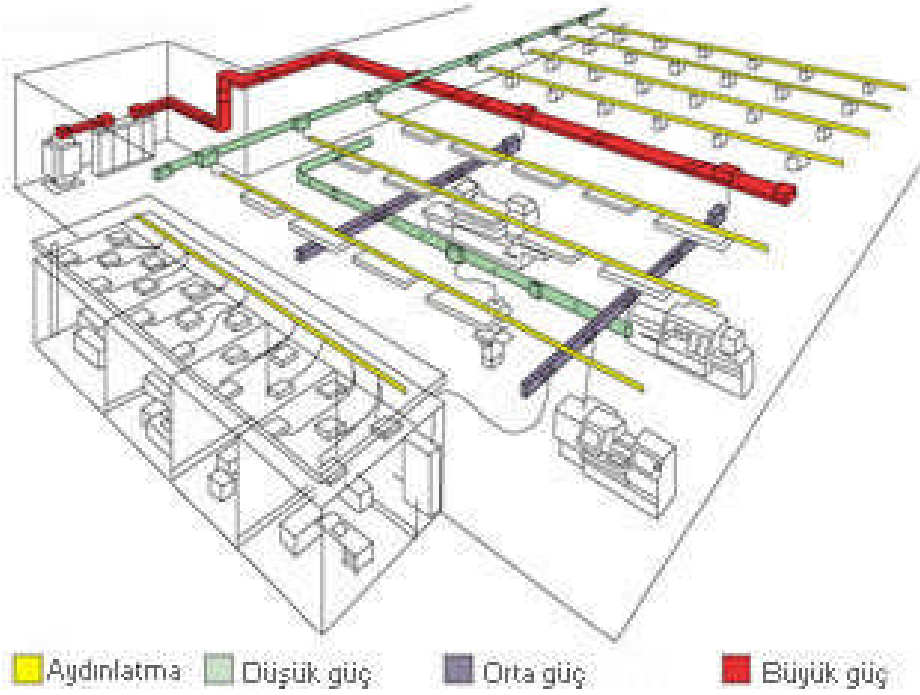


Şekil 1.9: Busbar sistem elemanlarının montajında dikkat edilecek hususlar

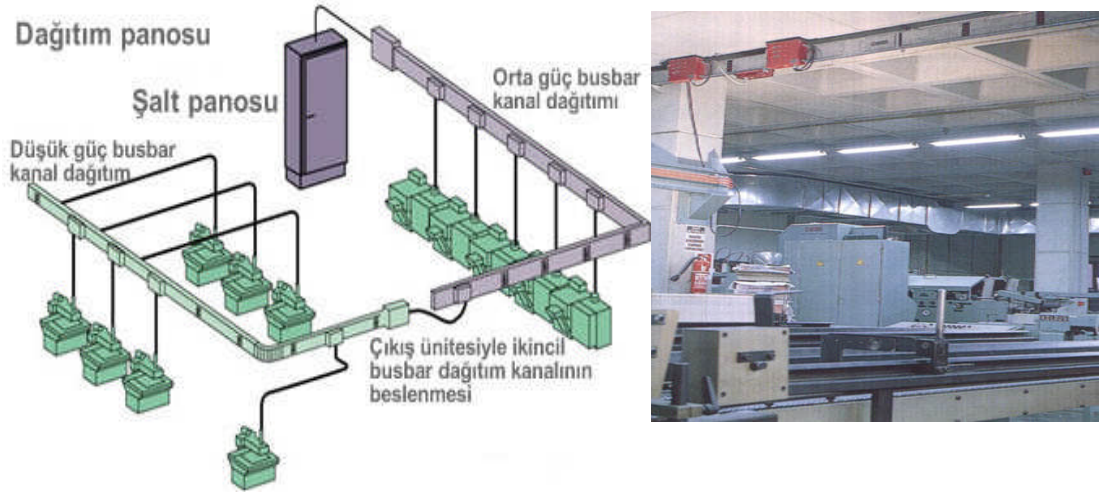
- Busbar kanal döşeme işleminde en son, dağıtım ve şalt panolarının baralara bağlantısı yapılmalıdır.



Resim 1.16: Döşeme altından yapılan busbar sistem tesisat örnekleri



Şekil 1.10: Bir fabrikanın busbar sistem planı



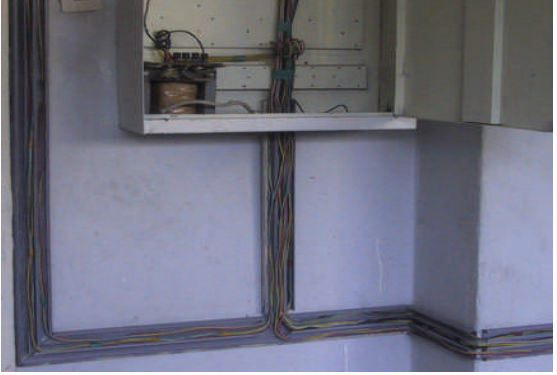
Resim 1.17: Busbar sistem tesisat örnekleri

Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği ve Elektrik İç Tesisleri Yönetmelikleri temin edilerek ilgili maddeleri okunmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama faaliyeti ile TS, İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak kuvvet tesisatı döşeme yöntemlerini seçme işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kuvvet tesisatını duvar üzerine döşeme yöntemini seçiniz.➤ Kablo kanalı için uygun yer seçiniz.➤ Tesisat yerlerini doğru şekilde seçtikten sonra yerini tebeşir vs. ile işaretleyiniz.➤ Tesisatta kullanılacak panoyu, alıcı motor prizlerinin yerlerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Kuvvet tesisatının duvara döşeme yöntemi seçilirken elektrik projelerine uyunuz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Döşeme malzemelerini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Döşeme malzemelerini seçerken; ekonomik, estetik, dayanıklı, TSE'ye ve yönetmeliklere uygun malzemeler olmasına dikkat ediniz.➤ Döşemede kullanılacak malzemeler şunlardır:➤ İhtiyaca uygun kablo kanalı, dübel, ağaç vidası, iletken, üç fazlı priz, breyz, çekiç, yan keski, tornavida, eğe, testere, çakı (kesici alet), su terazisi, cetvel, gönye, izole bant, el feneri, şerit metre, alçı, spatula, kerpeten, pense, ölçü aleti, ihtiyaca uygun hazırlanmış pano➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.➤ Sabırlı olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Duvara (veya tavana) döşeme gereçlerini tutturunuz.➤ Panoyu yerleştireceğiniz yeri belirleyip duvara monte edeceğiniz yerleri breyz yardımıyla deldikten sonra dübel yerleştirerek montaj yerini hazırlayınız.➤ Panoyu, hazırladığınız bu yere uygun ağaç vidalar yardımıyla tutturunuz.➤ Kablo kanallarının uygun montajı için 30-40 cm aralıklarla, breyz yardımıyla delikler açınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş güvenliği tedbirlerine uyunuz.➤ Yönetmeliklere uygun iş yapınız.

<p>➤ İşaretlediğiniz kabloyu kanal yolu üzerine koyarak dübel delik yerlerini belirleyiniz. Kanalı kaldırarak dübellerin yerlerini breyze delip yerleştiriniz. Daha sonra kablo kanallarını, uygun ağaç vidalarıyla duvara monte ediniz.</p>	
<p>➤ Kabloları döşeme gereçlerine tutturunuz. ➤ İletkenleri projeye uygun şekilde döşeyiniz. ➤ Üç fazlı priz yerlerini belirleyip bunların montajını yapınız. ➤ Panoya, kablo girişlerini bağlayınız. ➤ Kabloların emniyetli bir şekilde topraklamasını doğru yaparak döşeyiniz.</p>	

! Sıva üstü tesisatlarda kablolar, iletkenlerin düzensizliği ve dış koşullara karşı savunmasız olmaları nedeniyle kablo kanallarına alınmalıdır. Kablo kanalları, tesisatın güvenliği kadar estetik açıdan da önemlidir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Projeyi okuyabildiniz mi?		
2. Kuvvet tesisatını duvar üzerine döşeme yöntemini seçebildiniz mi?		
3. Döşeme malzemelerini seçebildiniz mi?		
4. Duvara veya tavana, döşeme gereçlerini tutturabildiniz mi?		
5. Kabloları, döşeme gereçlerine tutturabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Elektrik tesisat projelerinde bir fazlı gücü 3 kW' tan büyük elektrik motorları ile üç fazlı sistemle çalışan alıcıları besleyen tesisleredenir.
2. Kuvvet tesislerinin yapımında veçalışma çok önemlidir
3. Motorların kalkınma anında çektikleri akım, iletken kesiti seçiminde dikkate alınmaz. Çünkü çokakımdır.
4. Elektrik iç tesisat yönetmeliği ile kuvvet tesisatlarında kullanılan en küçük kesit..... bakır veya... alüminyum olarak belirlenmiştir
5. Kroşeler arası açıklık, kablo kesitine göre değişmekle beraber cm'yi geçmemelidir
6. Üzerinde toz birikmemesi ve kabloların kolaylıkla soğutulması istenilen çimento ve hazır beton fabrikaları gibi ortamlarda..... kanallar kullanılır.
7. Genel yapısı; metal bir gövde içerisinde, standartlara uygun olarak, alüminyum ya da bakır iletkenlerin izolasyon malzemeleri ve ortamları ile birleşmesinden oluşan, elektrik enerjisinin dağıtım ve taşınması için tasarlanmış prefabrik ve modüler sistemlere denir.
8. Elektrik enerjisinin, trafodan ana pano beslemesi veya jeneratör panosu gibi bir noktadan başka bir noktaya, mümkün olan en düşük gerilim düşümü ile verimli taşınabilmesi için tasarlanmış modüler enerji iletim sistemine busbar sistemleri denir.
9. Bolt-on ve plug-in busbar sistemleri, busbar gövdesi üzerine takılan akım alma çıkış kutuları ile sağlayan dağıtım busbar sistemleridir
10. Hareketli enerji ihtiyacı olan sistemler için geliştirilmiş olan busbar sistemlerine denir.
11. 1000 v PVC izoleli tesisat kablolarına kısaca kablolar denir.
12. 1000v PVC izoleli flezibe kablolarına kısaca.....kablolar nedir.
13. 0,6/1 Kv PVC izoleli alçak gerilim kablolarına kısaca.....kabloları denir.

14. 300/500 v PVC izoleli tesisat kablolarına kısaca..... kabloları denir.
15. Kuvvet tesisatlarında kablo seçimi 58. maddesine göre yapılır.
16. Duvardan yapılan tesisatlarda kablolar motor yada alıcı hizasına geldiğinde boru içerisine alınır.
17. Beton kanallarda belirli aralıklarla tahliye kanalları konur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak kuvvet tesisatı, fiş, priz montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.

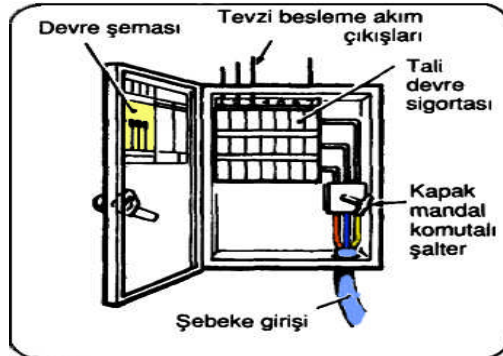
ARAŞTIRMA

- Kuvvet tesisatı fiş ve prizlerini değişik firmaların kataloglarından araştırınız.
- Kuvvet tesisatında kullanacağımız ekleme yöntemlerini araştırınız.
- Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği'nin 52. maddesinde yer alan "Fiş ve Priz Düzenleri" hakkındaki yönetmelik maddelerini araştırınız.
- Çevrenizdeki elektrikçilere başvurarak kuvvet tesisatı bağlantıları ile ilgili bilgiler alınız.
- Araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz. Raporunuzu arkadaşlarınızla tartışarak sununuz.

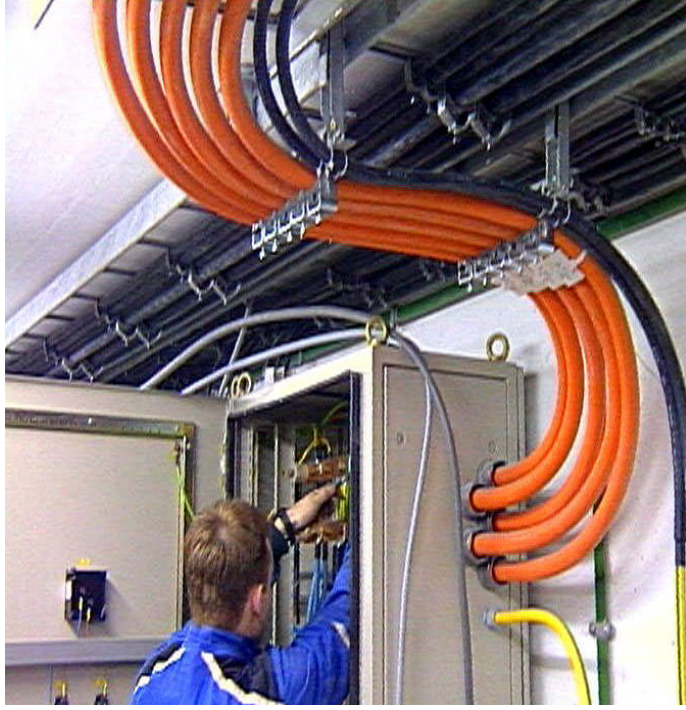
2. KUVVET TESİSATI BAĞLANTILARI

2.1. Kuvvet Panolarına Tesisat Kablolarının Bağlanması

Dağıtım panoları, besleme akımı girişinden itibaren elektrik akımının sigortalar veya devre kesiciler üzerinden çeşitli tali devrelere dağıtılmasını sağlar. Projelerde, her panonun hangi tesis kısmına ait olduğu açıkça belirtilmiş olmalıdır. Panonun içinde veya kenarında çeşitli devrelerin voltaj, akım şiddeti ve sigorta amperajları ile birlikte, sistem tasarımını gösteren bir şema bulunmalıdır.



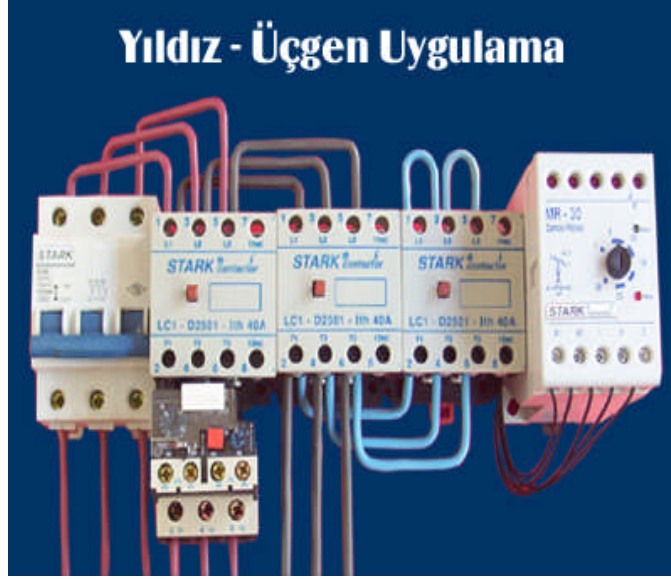
Şekil 2.1: Kuvvet dağıtım panosu



Resim 2.1: Pano bağlantısını yapma

2.1.1. Bağlantı İşlem Sırası

- Pano içerisinde kuvvet tesisatının özelliğine göre çeşitli kumanda ve kontrol malzemeleri vardır. Kablo yapmadan önce malzemeler pano içerisine uygun şekilde dizilir.
- Panoya montajı yapılan malzemelerin iletkenlerinin bağlanması 100 Amper'den büyük akımlı panolarda ve daha küçük akımlı panolarda farklılıklar gösterir. Yüksek akımlı panolarda sigorta, ana kesici ve yardımcı pano kesici şalterlerinin (100 Amper'den büyük ise) bağlantıları bara ile yapılır. Bu malzemelerin akım değerleri 100 Amper'den küçük ise uygun kesitli kablolarla yapılır.
- Daha sonra pano içerisindeki malzemelerin kablo bağlantısı projeye uygun olarak yapılır.
- Ölçü aletleri, sinyal lambaları gibi yardımcı eleman bağlantıları kablolarla şekil verilerek düzgün bir formda yapılır.



Resim 2.2: Pano içerisindeki malzemelerin kablo bağlantıları

- Enerji girişi ana panodaki baralardan alınarak NH sigorta altlıklarına bağlanır (Kompakt şalterlerde bu işlem yapılmaz.).
- NH sigorta altlıklarının çıkışından alınan bağlantı, ilgili dağıtım tablolarına ait paket veya kompakt şalterlere verilir.
- Şalter çıkışları tablo çıkış klemeslerine veya NYY kablo ile ilgili dağıtım tablosuna bağlanır.
- Klemense bağlanacak tüm kabloları, bağlantı şemasına uygun numara halkası takılır.
- Sinyal lambalarına, ilgili şalterin çıkış fazları bağlanır ve nötr barasından alınan nötr kablosu da paralel olarak dağıtılır.
- Pano malzemelerinin elektriki olmayan tüm metal aksamaları topraklama barasına bağlanır. Topraklama barası da topraklayıcıya bağlanır.

2.1.2. Bağlantıda Dikkat Edilecek Hususlar

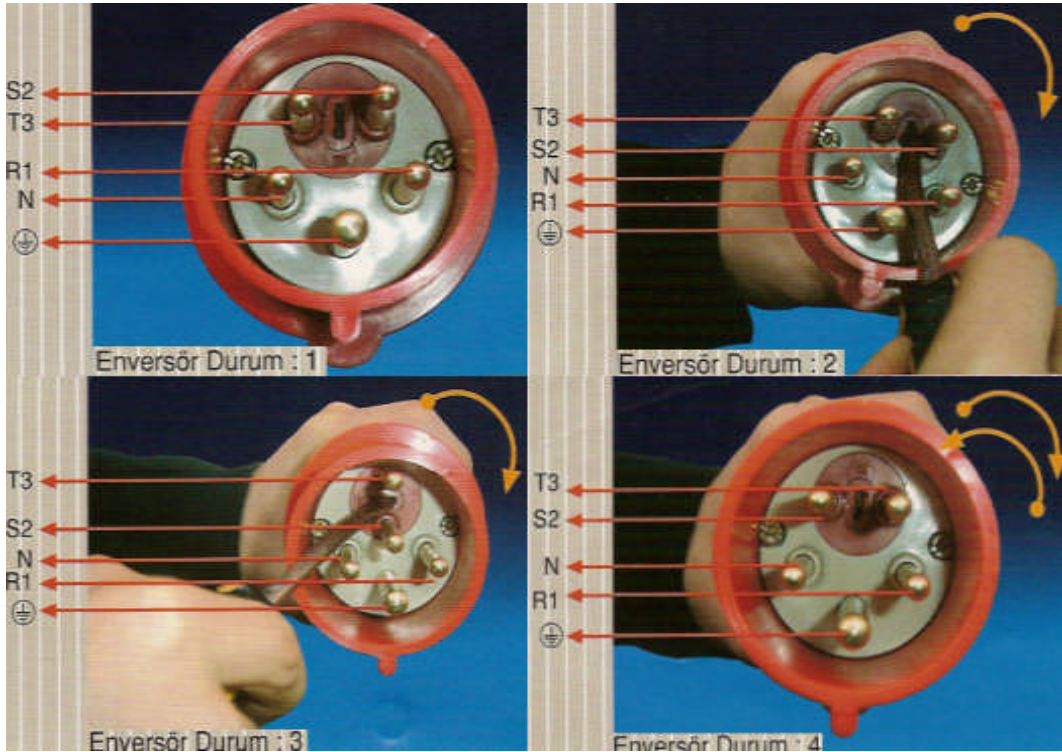
- Bağlantısı yapılacak tüm pano malzemeleri için uygun el takımı seçilmelidir.
- Malzemelere bağlanacak kabloların yalıtkanları uygun boyutta soyulmalıdır.
- Malzemelerin kablo bağlantıları yapılırken vidaları yavaşça ve yeterince sıkılmalıdır. Aşırı sıkma, kablonun kesilmesine neden olabilir.
- Gevşek bağlantı, elektrik akımına karşı direnç oluşturarak veya ark oluşumuna sebep olarak malzeme kontaklarında aşırı ısınmalar meydana getirir ve sistemin arızalanmasına yol açar. Gevşek bağlantı olmamasına dikkat edilmelidir.
- Klemenslere bağlanan tüm kabloları bağlantı şemasına uygun numara halkası takılmalıdır.

- Şalterin, sigortanın, ölçü aletlerinin ve sinyal lambalarının kablo bağlantılarının ve bara bağlantılarının iyi bir şekilde yapılması, panonun sağlıklı çalışması için önemlidir.
- Kablolar mutlaka uygun döşeme yöntemleri kullanılarak panolara getirilmelidir. Kabloların uçlarına pabuçlar takılmalıdır. Kablolar, panolara giriş ve çıkışlarında koruyucular içinden geçirilmelidir. Motorlar ve panolar mutlaka topraklanmalıdır.

2.2. Kuvvet Tesisatı Fişleri

2.2.1. Tanımı ve Görevleri

Fişler; kuvvet tesisatındaki motor ve diğer alıcıların, prizlerden enerji alabilmesi için priz kontaklarından yararlandığı araçlardır. Bir başka tanımla fişler; bir aygıt veya uzatıcının bükülgen kablosundaki iletkenleri, prizdeki kontaklar aracılığı ile elektrik tesisi iletkenlerine birleştirmeyi veya bunlardan ayırmayı sağlayan araçlardır. Seyyar kullanılan çoğu cihazlar, NV-b (flexible) kablo ucuna bağlanan fişlerle elektrik tesislerine bağlanırlar. Yüksek güç gerektiren alıcılar için üç fazlı alternatif akım fiş düzeneği sistemleri kurulur. Bu sistemler üç, dört ve beş kutuplu olarak imal edilmektedir.

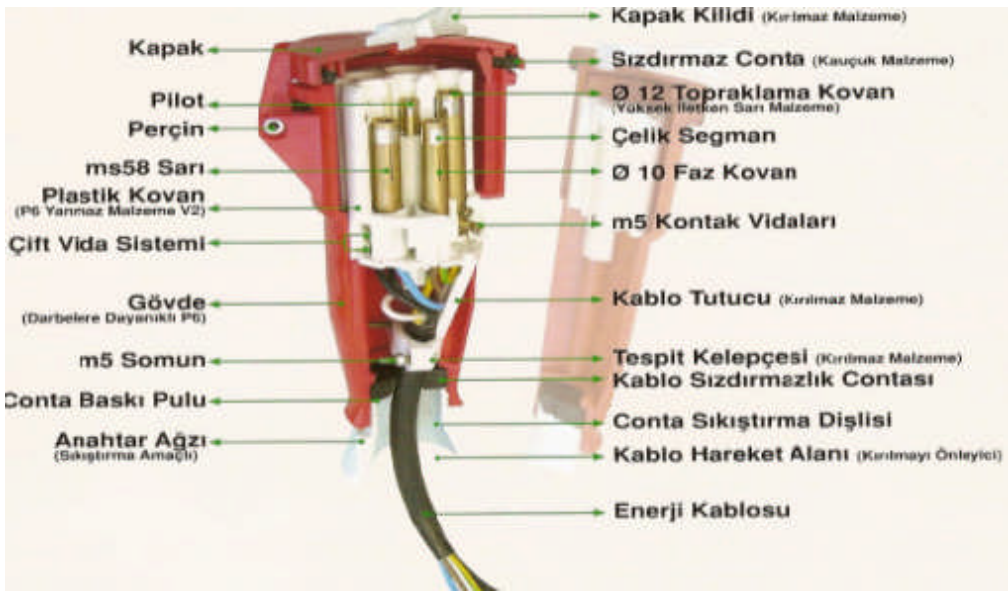


Resim 2.3: Yuvarlak termoplastik enversör fiş (5 kontaklı)

2.2.2. Yapısı

Fişlerin gövdeleri termoplastik malzemeden veya bakalitten yapılır. Gövde üzerindeki akım taşıyan parçalar ve topraklama kontaktları bakırdan, pirinçten veya en az % 58 bakırlı alaşımdan haddelenerek yapılan malzemelerden, diğer parçalar da (vida, somun, rondela vb.) en az % 50 bakırlı alaşımdan, kapakları ise bakalit veya termoplastik malzemeden yapılır.

Fişlerin akım değerleri (1 fazlı) 10, 16 A; gerilimleri ise 250 Volt'tur. Üç fazlı fiş değerleri ise 16, 25, 35, 50, 63 Amper'dir.



Resim 2.4: Yuvarlak termoplastik (contalı) su sızdırmaz fişin yapısı

2.2.3. Özellikleri

Kuvvet tesislerinde kullanılan fişlerin özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

Yapım malzemesine göre; termoplastik, kauçuk ve metal

Termoplastik fişler, sert PVC malzemeden yapılmış ve aleve dayanıklı yalıtkan gövdelidir. Bu fişler kırılmaz özelliktedir. Çeşitli akım değerlerinde üretilirler, akım değerleri büyüdükçe boyutları da büyümektedir. Yuvarlak, yassı ve su sızdırmaz (contalı) tipleri vardır.

Kauçuk fişler, ismindende anlaşılacağı gibi kauçuktan yapılırlar. Isıya ve mekanik darbelere dayanıklıdır. Çeşitli akım değerlerinde üretilirler.

Metal fişler, dış gövde alüminyumdan iç yapısı genellikle termoplastik malzemeden yapılırlar. Az kullanım alanı olsa da dış gövdesi döküm iç yapısı porselen olan tipleri de vardır. Porselen iç yapısı mekanik darbelere dayanıksızdır.

Yapım şekillerine göre; yuvarlak, yassı ve çok kontaklı: Yapım şekline göre fiş şekilleri aşağıda verilmiştir:



Şekil 2.5 : a- Yuvarlak fiş b- Yassı fiş c- Çok kontaklı fiş

Kullanım yerlerine göre; düz, uzatma, makine, duvar, kaynak fiş olarak çeşitlere ayrılır. Burada fişin bağlandığı kullanım yeri düşünülerek adlandırma yapılmıştır. Kullanım amacına göre geliştirilen ve isimlendirilen fişler olduğundan düz, uzatma, makine, duvar, kaynak fiş isimlerini almışlardır.



Şekil 2.6: a- Kaynak fiş

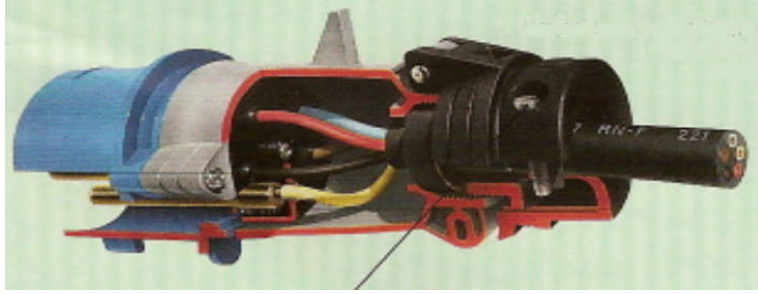
b- Makine bağlantı fişi

2.2.4. Fişlerin Kabloya Bağlanması

Kabloların fişlere bağlantıları, elektrik devrelerinin birbirini tamamlamasında ve işlevlerinde büyük önem taşımaktadır. Bir kablunun fişe bağlanmasında şu işlem basamakları takip edilmelidir:

- Fişin dış gövde kapağını açın ve göz kararı ile ölçerek kablo damarlarının ne kadar uzunlukta olması gerektiğini belirleyiniz.
- Kablonun dış yalıtımını bu uzunluğa göre damarların izolesine zarar vermeden jokrı (kablo dış kılıfı soyma bıçağı) ile soyarak izoleli damarlarını birbirinden ayırınız.
- Bir fişin seyyar bir kabloya bağlanmasında, koruyucu iletken olarak kullanılan yeşil-sarı renkli damarın diğer kutup damarlarından uzun olması gerekir. Böylelikle prize takılı fişin kablodan çekilmesi anında koruyucu damarın en son kopan iletken olması sağlanır. Bu nedenle koruyucu iletken uzun bırakılırken kablunun diğer damarlarını bağlantı pozisyonuna göre şekil vererek kesiniz. İletken damarlarına bağlantı yerine göre şekil veriniz.

- Bağlantı kovanlarına ve vidasına göre damar uçlarının yalıtkanlarını soyunuz.
- Yalıtkanları soyulmuş damar uçlarına sıkıştırma manşonu veya yüksük takınız. Sıkıştırma manşonu kesiti kablo damar kesitine uygun olmalıdır. Damar tellerinin tamamı manşon içerisine girmeli açıkta iletken tel kalmamalıdır. Manşon takıldıktan sonra, kablo damar manşonu sıkma pensi ile sıkılmalıdır.
- Fiş içerisinde bulunan kablo tutucu kelepçenin üst kısmının vidalarını açarak çıkartınız, kablo damarlarını fişin içine yerleştirerek vida bağlantılarını yapınız.
- Çekmeye karşı kabloyu sıkan kelepçeyi yeniden sıkıştırınız. Kelepçenin kablo üzerindeki etkisi kablo çekilerek kontrol edilir.
- Fiş üst kapağını yerine oturtunuz ve vidasını sıkınız. Fişin kapatılmasında hiçbir kablo damarının fişin boş kapakları arasına sıkışıp kalmamasına dikkat edilir. Fiş kapakları kolayca kapanır durumda ve iki parça birbirleriyle karşılıklı denk gelmiş olmalıdır.
- Fiş kutupları ve koruyucu iletkeni birbirleri arasında seri lamba veya meger izolasyonu ile kontrol ediniz. Fiş kullanıma hazırdır.



Resim 2.7: Kablo montajı yapılmış fiş

2.3. Kuvvet Tesisatı Prizleri

2.3.1. Tanımı ve Görevleri

Elektrikli cihazlar ile düzeneklerinin fişlerini sabit elektrik tesisatlarına bağlayabilmek için kullanılan araçlardır. Bir başka tanımla prizler, elektrik tesisi iletkenleri ile bükülgen kablunun iletkenlerini, uygun bir fiş aracılığı ile doğrudan doğruya veya uzatıcı ile dolaylı olarak birleştirmeyi sağlayan araçtır.

2.3.2. Yapısı

Prizlerin gövdeleri porselenden veya bakalitten yapılır. Gövde üzerindeki akım taşıyan parçalar ve topraklama kontakları bakırdan, pirinçten veya en az % 58 bakırlı alaşımdan haddelenerek yapılan malzemelerden, diğer parçalar da (vida, somun, rondela vb.) en az % 50 bakırlı alaşımdan, kapakları ise bakalit veya termoplastik malzemelerden yapılır. Kontak uçlarına istek dışı dokunmalara karşı koruyucu vazife görür.

Prizlerin akım değerleri (1 fazlı) 10, 16 A. Gerilimleri ise 250 Volt'tur. Üç fazlı priz değerleri ise 16, 25, 35, 50, 63 Amper'dir.

2.3.3. Özellikleri

Kuvvet tesislerinde kullanılan prizler:

Yapım malzemesine göre; termoplastik, kauçuk ve metal,

Termoplastik prizler, sert PVC malzemedan yapılmış ve aleve dayanıklı yalıtkan gövdelidir. Bu prizler kırılmaz özelliktedir. Çeşitli akım değerlerinde üretilirler, akım değerleri büyüdükçe boyutları da büyümektedir. Yuvarlak, yassı ve su sızdırmaz (contalı) tipleri vardır.

Kauçuk prizler, isminden de anlaşılacağı gibi kauçuktan yapılırlar. Isıya ve mekanik darbelere dayanıklıdır. Çeşitli akım değerlerinde üretilirler.

Metal prizler, dış gövde alüminyumdan iç yapısı genellikle termoplastik malzemedan yapılırlar. Az kullanım alanı olsa da dış gövdesi döküm iç yapısı porselen olan tipleri de vardır. Porselen iç yapısı mekanik darbelere dayanıksızdır.

- Yapım şekillerine göre; yuvarlak, yassı ve çok kontaklı prizler olmak üzere sınıflandırılır. Bu prizlere ait resimler Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8: a- yuvarlak priz b- yassı priz c- çok kontaklı

- Kullanım yerlerine göre; düz, uzatma, makine, duvar, kaynak priz olarak çeşitlere ayrılırlar. Bu prizlere ait resimler Şekil 2.9’da verilmiştir.

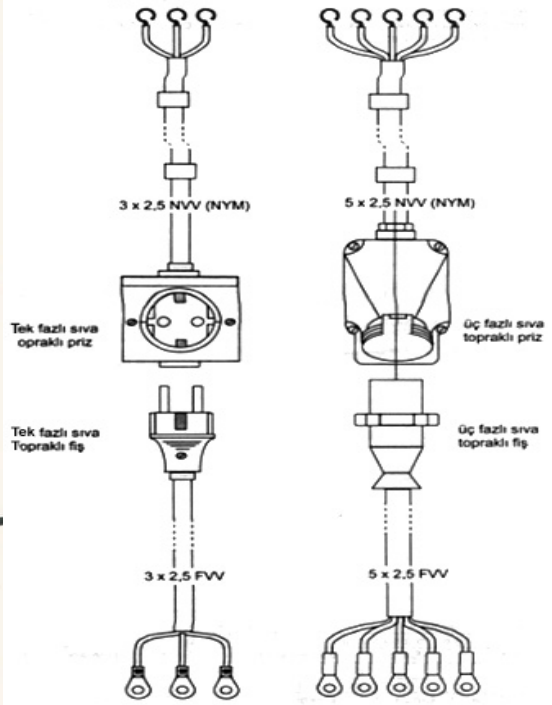


Şekil 2.9: a- kaynak priz b- uzatma priz c- duvar priz

Fişlerin prize sokulmasında kutuplar birbirine tam karşılıklı olarak girmeli ve karşılaşan yüzeyler iyi oturacak şekilde yapılmış olmalıdır. Kapağın tespit civataları gömülü tipte olmalıdır. Normal prizler ve bunların iletkenleri bağlandıktan sonra, kapaklarında fiş kutuplarının gireceği deliklerden başka açık delik bulunmamalıdır.

2.3.4. Prizlerin Yerine Montajı ve Bağlantıları

- Prizlerin ve kroşe pozisyonlarının yerlerini projedeki ölçülere göre işaretleyiniz.
- Priz ve kroşe alt parçalarını deney tahtası üzerine monte ediniz.
- Priz kablolarını, enerji giriş ve priz bağlantı paylarını dikkate alarak tahmini uzunluklarda kesiniz.
- Prize bağlanacak kabloların yalıtkan kısımlarını tahmini uzunlukta soyunuz ve priz içindeki kablo klavuzu içine sokunuz.
- Prizlerin içerisindeki damar uçlarını bağlantıya uygun olarak şekillendiriniz, kesiniz ve yalıtkan kısmı soyarak vidalar ile bağlayınız.
- Kabloları düzeltiniz (doğrultulur) ve kroşelerin kelepçelerini sıkınız.
- Verilen ölçülere göre enerji girişi için kabloların diğer uçlarının dış yalıtkanlarını soyunuz.
Kablo damarları şekle göre şekillendirilir. İzolasyonu soyulur ve iletken uçları şekillendirilir.
- Kablo bağlantılarını kontrol ederek prizlerin üst kapaklarını takınız.




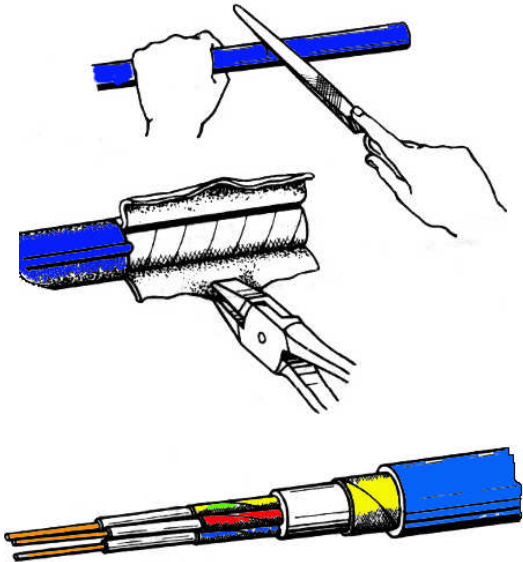
Resim 2.10: Kauçuk uzatma prizi montajı ve priz bağlantıları

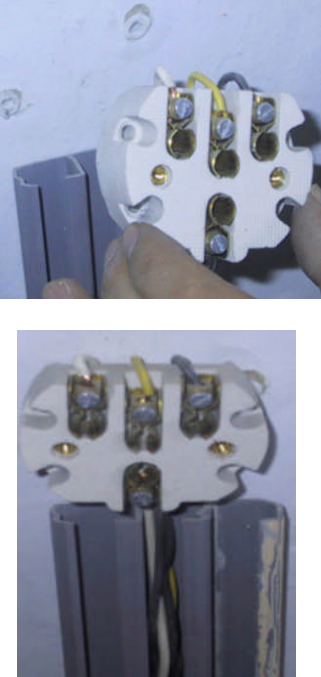


Resim 2.11: Endüstriyel fiş prizlerin motorlara bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Kuvvet tesisatlarında kullanılan, değişik tipte fiş ve prizlerin montaj ve bağlantılarını aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Kuvvet tesisat fişlerini seçiniz.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Fişin akım değerine göre boyutlarının değiştiğini unutmayınız.➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.
<p>➤ Kuvvet tesisat prizlerini seçiniz.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Alıcının gücüne uygun priz seçiniz.➤ Sıva üstü priz seçiniz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.➤ Sabırlı olunuz.
<p>➤ Fişleri kablolarla bağlayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantı kablosunun çok telli olmasına dikkat ediniz.➤ Fişin akım değerine göre boyutlarının değiştiğini unutmayınız.➤ Fişe uygun kesitte kablo kullanınız.➤ Kablo yalıtkanlarını uygun yöntemle açınız ve kablo ucunun fazla açılmamasına dikkat ediniz.   <ul style="list-style-type: none">➤ Fiş klemensine kabloyu bağladıktan sonra sıkıştırma kelepçesi ile kabloyu sabitleyiniz.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kordon veya uzatmalar için NYMH veya piyasa adı ile TTR kablolar kullanınız. ➤ Fişin dış gövde kapağını açarak kablo damarlarını göz kararı ile ölçünüz ve kablo damarlarının ne kadar uzunlukta olması gerektiğini belirleyiniz. ➤ Topraklama iletkeninin sarı-yeşil renkte olmasına dikkat ediniz. !!! İş Güvenliği Tedbirlerine Uyunuz !!! !!! Yönetmeliklere Uygun İş Yapınız !!!
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prizlerin yerine montajını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantılarınızda gevşek irtibat olmamasına dikkat ediniz. ➤ İşlemlerinizde uygun el ve güç aletlerini kullanınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prizlere kabloları bağlayınız. <div style="text-align: center;">  </div>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantılarınızı enerji altında kesinlikle yapmayınız. ➤ Topraklama iletkeninin sarı-yeşil renkte olmasına dikkat ediniz. ➤ Kablo bağlantılarını kontrol ediniz ve prizlerin üst kapaklarını takınız.

! Bir fişin seyyar bir kabloya bağlanmasında, koruyucu iletken olarak kullanılan yeşil-sarı renkli damarın diğer kutup damarlarından uzun olması gerekir. Böylelikle, prize takılı fişin kablodan çekilmesi anında, koruyucu damarın en son kopan iletken olması sağlanır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Proje okuyabildiniz mi?		
2. Kuvvet tesisat fişlerini seçebildiniz mi?		
3. Kuvvet tesisat prizlerini seçebildiniz mi?		
4. Fişleri kablolarla bağlayabildiniz mi?		
5. Prizlerin montajını yerine yapabildiniz mi?		
6. Prizlere kabloları bağlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. elektrik akımının besleme akımı girişinden itibaren, sigortalar veya devre kesiciler üzerinden çeşitli tali devrelere dağıtılmasını sağlar. Her panonun hangi tesis kısmına ait olduğu açıkça belirtilmiş olmalıdır.
2. Elektrik kablolarının, kanalların ve boruların, diğer hizmet tesislerinden ayırt edilebilmeleri için olur.
3. Seyyar kullanılan çoğu cihazlar NV-b (flexible) kablo ucuna bağlanan ile elektrik tesislerine bağlanırlar.
4. Elektrikli cihazların ve makinelerin kendi besleme kablolarının prizlere yetişmediği durumlarda seyyar olan ve bir ucunda priz, diğer uçunda fiş bulunan kablolar kullanılır.
5. Kordon veya uzatmalar için veya piyasa adı ile, TTR kablolar kullanılmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Pano ve motorların gövdeleri koruma topraklamasına bağlanmalıdır.
7. () Sabit priz; elektrik tesislerinin iletkenlerine, kontakları sabit olarak bağlanmış ve kendisi de tespit edilmiş bulunan bir prizdir.
8. () Prizlerin gövdesi sactan yapılabilir.
9. () Fiş ve priz bağlantılarında, topraklama iletkeninin sarı-yeşil renkte olmasına dikkat edilmelidir.
10. () Üç fazlı fişlerin akım değerleri ise 16, 25, 35, 50, 63 Amper'dir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak şalterlerin motorlara bağlantılarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Alternatif akım motor çeşitlerini araştırınız.
- Motor kumanda şalterleri çeşitleri nelerdir? Araştırınız.
- Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği'nde yer alan “Motorlar ve Şalterler” hakkındaki yönetmelik maddelerini araştırınız.

Çevrenizdeki elektrikçilere başvurarak motor ve şalter bağlantıları ile ilgili bilgiler alınız. Motor ve şalter bağlantılarının yapıldığı yerleri inceleyiniz. Araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz. Raporunuzu arkadaşlarınızla tartışarak sununuz.

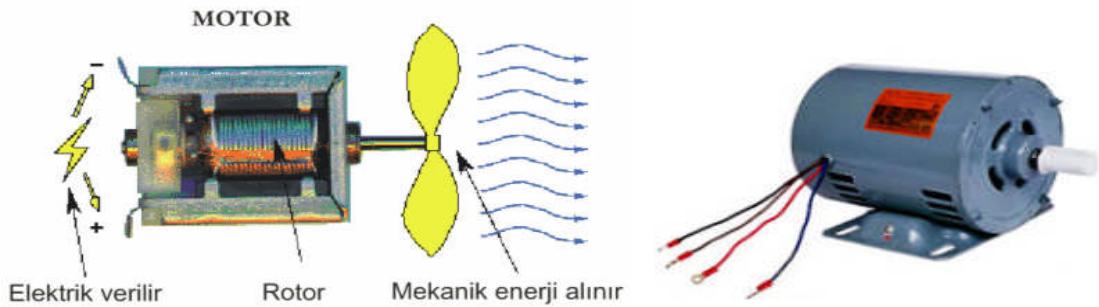
3. MOTOR VE ŞALTER BAĞLANTILARI

3.1. Alternatif Akım Motorları

Alternatif akım motorları alternatif akımla çalışam motorlar olup endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.1.1. Tanımı

Motor; elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir. Alternatif akım; elektrik enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren makinelere ise **alternatif akım motorları** denir.



Resim 3.1: Alternatif akım motoru prensibi ve görünüşü

3.1.2. Kullanıldığı Yerler

Hareketin gerekli olduğu her alanda özellikle endüstride kullanılan alternatif akım motorları, faz sayılarına ve dolayısıyla güçlerine göre çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örnek olarak;

- Sanayi tesisleri (torna, freze, vargel, matkap, planya gibi takım tezgâhları),
- Matbaa makineleri,
- Yürüyen bant (konveyör) sistemleri,
- Sulama sistemleri,
- Buzdolabı, aspiratör, çamaşır makinesi, matkap, vantilatör, saç kurutma makineleri, mikser vb. ev aletleri,
- Tekstil ve konfeksiyon sektörü verilebilir.

3.1.3. Çeşitleri ve Yapıları

Alternatif akım motorlarını iki grupta inceleriz:

- Asenkron motorlar
- Senkron motorlar



Resim 3.2: Asenkron motor



Resim 3.3: Senkron motor

Uygulamada birçok türde elektrikli motor karşımıza çıkmaktadır. Ancak asenkron motorların kullanılma oranı en yüksek olup % 90'lar seviyesindedir. Yani kullanımdaki her 100 motorun 90'ı asenkron tiptedir. Bu yüzden asenkron motorlara kısaca "**AC Motor**" denilmektedir. O hâlde, yaygın bir kullanım alanına sahip asenkron motorların yapısı, özellikleri ve bağlantıları hakkında temel bilgiler verelim:

➤ **Asenkron motorlar**

Kuvvet tesislerinde en çok kullanılan alternatif akım motorları, asenkron motorlardır. Asenkron motorlar; alternatif akımla çalışan ve yapıları oldukça basit makinelerdir. Asenkron makinelerin senkron makinelerden en büyük farkı devir (rotor) sayılarının stator sargılarındaki döner manyetik alanın hızından küçük olmasıdır. Asenkron kavramı da bu yüzden kullanılmaktadır.

3.1.3.1. Asenkron Motor Çeşitleri

Asenkron motorların; faz sayısına, yapılarına, yapılaş tiplerine, çalışma şartlarına ve rotor yapılarına göre çeşitleri vardır.

- Faz sayısına göre
 - Üç fazlı asenkron motorlar
 - Bir fazlı asenkron motorlar
- Yapılarına göre
 - Kısa devre rotorlu (sincap kafesli) asenkron motorlar
 - Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar (Resim 3.7)
- Yapılış tiplerine göre
 - Açık tip asenkron motorlar (Resim 3.4)
 - Kapalı tip asenkron motorlar (Resim 3.5)
 - Flanşlı tip asenkron motorlar (Resim 3.6)
- Rotor yapılarına göre
 - Yüksek rezistanslı asenkron motorlar (rotor omik direnci büyük)
 - Alçak rezistanslı asenkron motorlar (rotor omik direnci küçük)
 - Yüksek reaktanslı asenkron motorlar (rotor endüktif direnci büyük)
 - Rotoru çift sincap kafesli motorlar

Asenkron motor çeşitlerinden açık tipte olanlarda, motor ve gövde kapaklarında soğutma gereksiniminden dolayı açıklıklar vardır. Bunlar koruma bakımından zayıftır. En çok kullanılan ve koruma bakımından en güvenilir yapı tipi, kapalı tipte olanlarıdır. Flanşlı tipte olanları, motorun direkt olarak makineye bağlanması gereken yerleri için en uygun yapı tipidir.



Resim 3.4: Açık tip a.s.m.

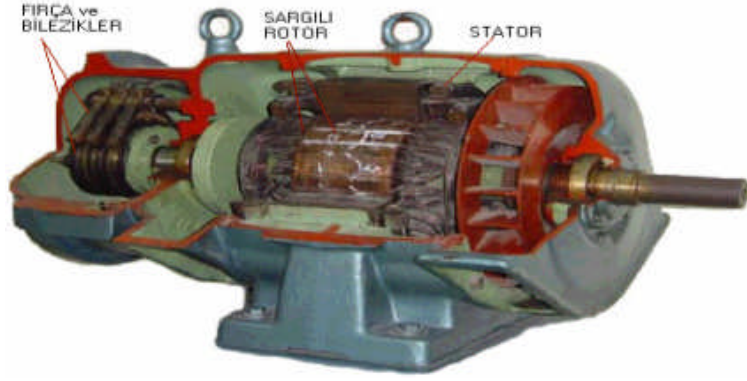


Resim 3.5 : Kapalı tip a.s.m.



Resim 3.6 : Flanşlı tip a.s.m.

Asenkron motor çeşitlerinden bilezikli asenkron motorların rotorları sargılıdır. Rotor sargıları mil üzerinde bulunan bileziklere bağlanır. Sargı uçlarına fırça ve bilezikler yardımı ile dış devreden dirençler bağlanarak motorun hız kontrolü yapılabildiği gibi, yol alma akımı da sınırlandırılır.



Resim 3.7: Bilezikli asenkron motor

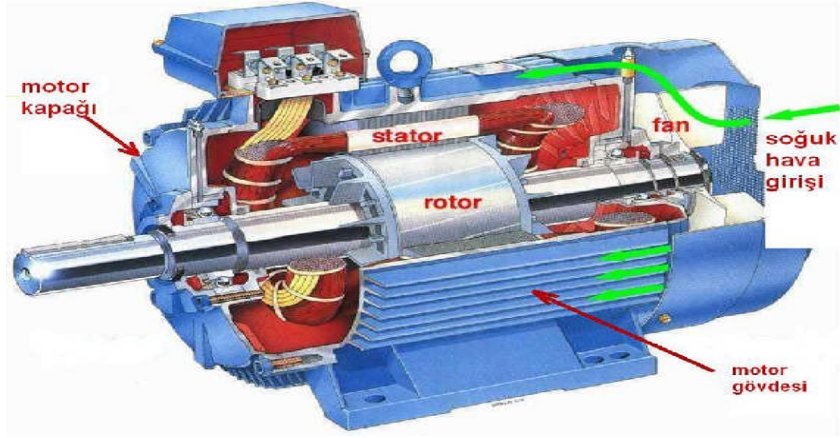
Asenkron motor çeşitlerinden; en çok kullanılan bir ve üç fazlı motorların

Asenkron Motorların Yapıları ve Parçaları

Asenkron motorlar elektriksel olarak iki ana parçadan meydana gelmişlerdir. Bunlar:

- Stator; döner manyetik alanın meydana geldiği, motorun duran (hareketsiz) aksamıdır.
- Rotor; mekanik enerjinin elde edildiği, motorun dönen (hareketli) aksamıdır.

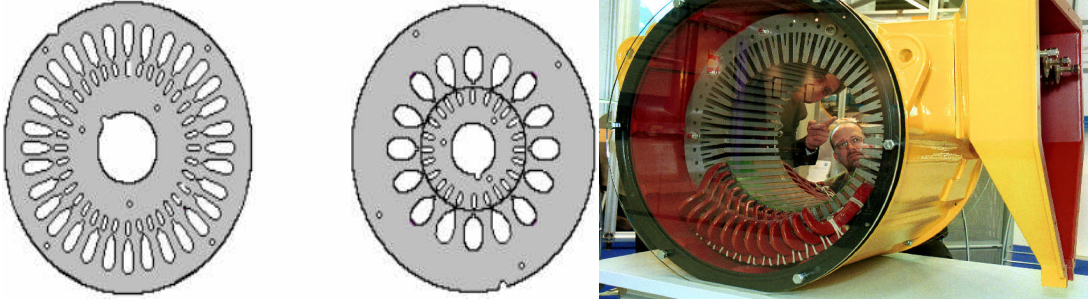
Ayrıca gövde ve kapaklar, yataklar asenkron motorları oluşturan mekanik parçalardır. Şimdi yapısal olarak bu motor parçalarını inceleyelim:



Resim 3.8: Asenkron motor kesit görünümü

➤ **Stator**

Sargıları taşıyan manyetik akıyı ileten kısımdır. 0,4- 0,5 ve 0,8 mm kalınlığında, birer yüzeyleri yalıtılmış silisyumlu sac levhaların paketlenmesiyle yapılır. Üzerinde bulunan oluklara bir veya üç fazlı sargılar yerleştirilir. Stator sargıları olarak isimlendirilen bu sargılar, döner manyetik alanı meydana getirir.



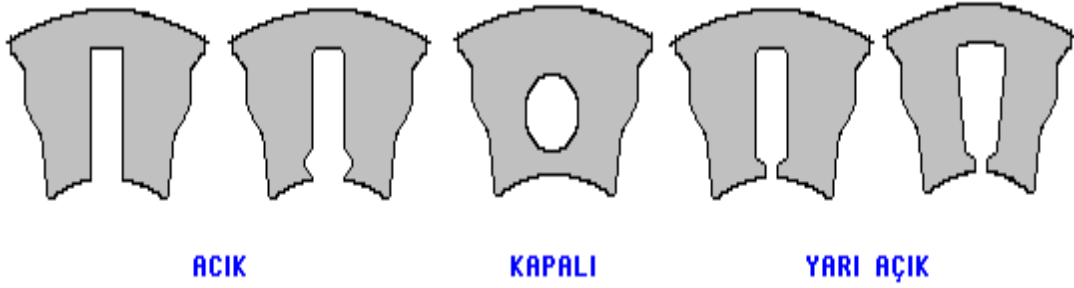
Şekil 3.1: Stator ve rotor oluklarının açılması

Stator ve rotor saclarının olukları özel tezgâhlarda kesilir. Önce, stator sacının dış çevresi rotor olukları, mil ve kama yeri kesilerek açılır, sonra stator olukları açılır (Şekil 3.1). Hava aralığına göre de stator sacının iç çapı, rotor sacının dış çapı kesilerek stator ve rotor sacları elde edilir. Stator ve rotor arasında kalan hava aralığının dikey doğrultudaki boyu sabittir. Döner rotor, duran statorun içinde olduğuna göre statorun iç çevre yarıçapı, rotor dış çevre yarıçapına eşittir.

Rotor ile stator arasındaki hava aralığı 0,25 mm ile 4,25 mm arasında yapılır. Asenkron motorların hava aralığı büyüdükçe motorların boş çalışma akımı da büyür. Boş çalışma akımının küçük tutulması için hava aralığı küçük tutulmalıdır. Öte yandan, hava aralığı boyu, rotorun hareketli olması ve yataklanma gibi nedenlerden dolayı büyük güçler için belli sınırların altına inmeye izin vermez.

- Stator oluk çeşitleri

Daire kesitli iletkenler ve dikdörtgen kesitli iletkenler için ayrı ayrı hazırlanır. Ayrıca motorlara değişik özellikler vermek bakımından stator oluklarına çok farklı biçimler verilmektedir. Şekil 3.2’de açık, yarı açık ve kapalı tipteki oluklar görülmektedir.

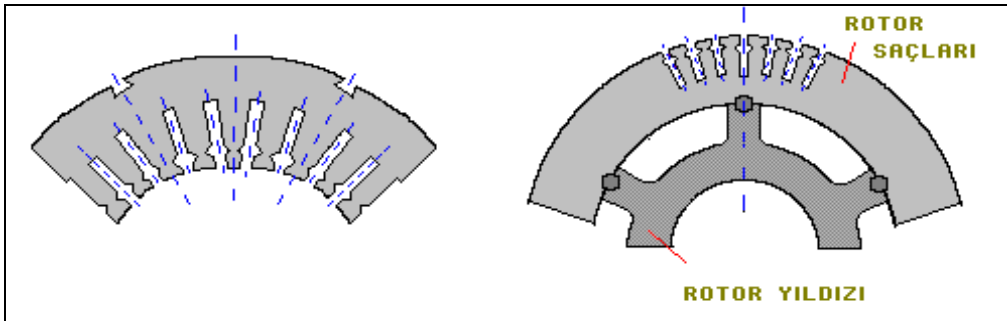


Şekil 3.2: Stator oluk çeşitleri

Manyetik nüvenin, birer yüzeyleri yalıtılmış sac levhaların paketlenmesiyle yapıldığını biliyoruz. Dikkat edilirse aynı yapım şekli transformatör ve doğru makinelerinde de geçerlidir. Bunun nedeni indükleme gerilimi sonucu nüvenin içinden geçen fuko akımlarına karşı alınan bir önlemdir.

Asenkron motorun rotoruna etkileyen moment stator sac paketine de etkir. Rotor hareket edebildiğinden, moment etkisi ile dönerken, hareketsiz kalması istenen stator sac paketi özel yapım ve düzenle stator gövdesine monte edilir. Bu montaj, sıkı geçme, özel kamalar ve kırlangıç kuyruğu geçmesi biçiminde olabilir.

Özellikle ilk kalkınma ve kısa devre anlarında stator üzerindeki bu moment, stator gövdesine uygulanan bağlama düzeni ile karşılanabilir. Şekil 3.3’te büyük motorların parçalı olarak yapılan sac paketinin stator gövdesine tespiti için açılan kırlangıç kuyruğu yuvaları görülüyor.



Şekil 3.3: Stator ve rotor oluk sac parçaları

Stator gövdesi, stator sac paketini ve bunun sargılarını taşır. Ayrıca rotorun yataklanmasını ve motorun sabit bir yere bağlanmasını sağlar. Bazı motorlarda stator gövdesi ayaksız olarak, sabit bir zemine bağlamak için flanşlı olarak yapılır. Büyük güçlü motorların gövdeleri pik dökümden yapılırken, küçük güçlü motorlarda alüminyum kullanılır. Asenkron motorların gövdelerinin dışında soğuma yüzeyini arttırmak için soğutma kanalları kullanılır (Resim 3.8).

➤ **Rotor**

Asenkron motorlarda dönen ve mekanik enerjinin elde edildiği kısımdır. Alternatif gerilimle çalışan motorlarda statorun meydana getirdiği döner manyetik alanın içinde dönen ve mekanik enerjinin alındığı kısımdır. Rotorda statorda olduğu gibi silisli sacların paketlenmesinden yapılır.

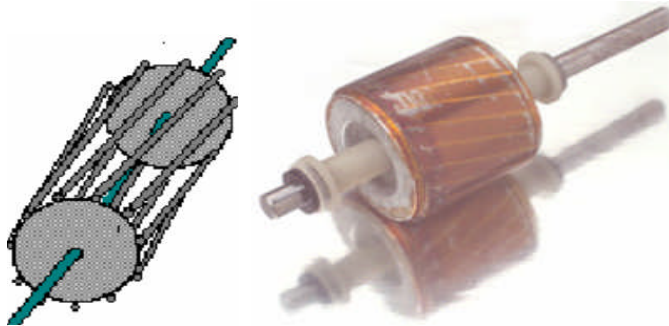
Rotorun yapısına göre asenkron motorlar;

- Kısa devre çubuklu (sincap kafesli) asenkron motorlar,
- Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar, olarak isimlendirilirler.

Her iki tipte de rotor içine açılmış oluklar içine rotor sargıları yerleştirilir. Rotor sargıları adı verilen bu sargılarda gerilim ve akımlar stator sargı alanından indükleme yoluyla taşınır. Sincap kafesli motorlarda rotor sargılarından dış devreye hiç bir uç çıkartılmazken, bilezikli motorlarda rotor sargı uçları bilezik ve fırça düzeniyle dış devreye çıkartılır.

Kısa devre çubuklu (sincap kafesli) küçük güçlü motorlarda, rotor sac paketi doğrudan doğruya mil üzerine oturtulur. Paketi mile tespit etmek için kamalar kullanılır. Büyük güçlü motorlarda ise rotor sac paketi mile monte edilen bir yıldız göbek üzerine ya sıkı geçme ya da kamalar yardımıyla yerleştirilir. Sincap kafesli rotorlarda sargı görevini çıplak bakır veya alüminyum çubuklar yapar.

Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar büyük güçler için imal edilirler. Sargılı rotorlarda (Bilezikli asenkron motorlarda) oluklarında üç fazlı sargılar bulunur. 120 ° derece faz farklı bu sargılar kendi aralarında yıldız veya üçgen bağlanır. Ayrıca rotor mili üzerinde milden yalıtılmış ve rotor ile dönen pirinç bronzdan yapılmış üç bilezik bulunur.



Resim 3.9: Sincap kafesli (kısa devre çubuklu) rotor



Resim 3.10: Sargılı (bilezikli) rotor

Üç fazlı ve bir fazlı asenkron motorlar yapısal olarak birbirlerine benzerler. Genellikle asenkron motorlar, stator, rotor, gövde, kapak ve yatak gibi parçalardan oluşurlar. Bu iki motorun yapısal farkı, **stator sargılarına yerleştirilen sargılardan**, farklı döner manyetik alan elde edilmesinden ileri gelir. Üç fazlı motorların çalışma ilkelerinde motorun dönebilmesi için, bir döner alana gerek duyulduğunu, bunun da ancak üç fazlı akımla elde edilebildiğini biliyoruz. Bir fazlı asenkron motorların çalışması için de döner alan gerekmektedir. Bir fazlı şebeke gerilimi ile döner alanı oluşturmak için stator oluklarına 90° faz farklı iki ayrı sargı yerleştirilir. Bu sargılar ana sargı ve yardımcı sargı olarak isimlendirilir.

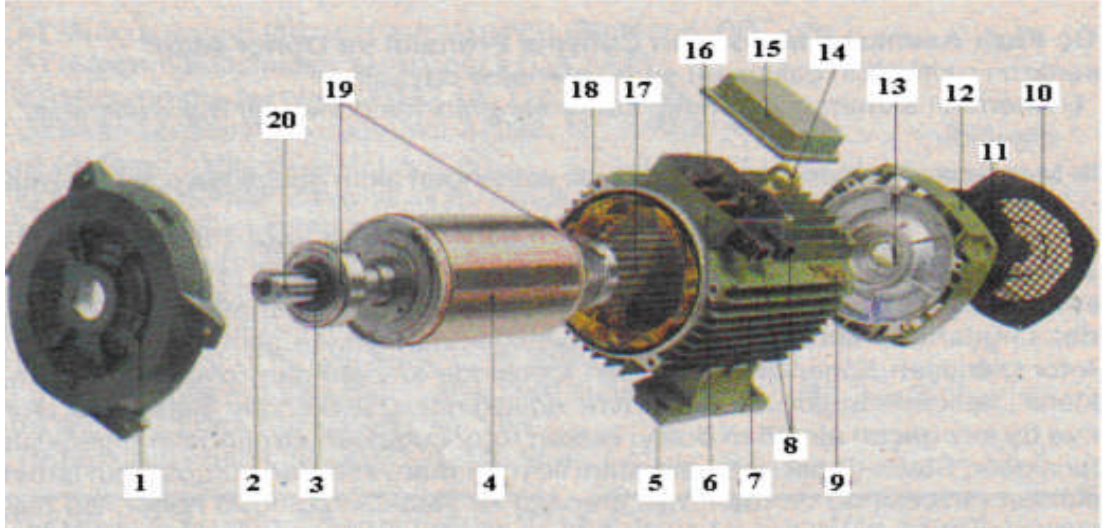
➤ **Diğer Asenkron Motor Parçaları**

Asenkron motorların diğer parçaları; Yataklar, gövde ve kapaklar, klemens kutusu v.b. Yataklar manyetik alan içinde rotorun rahatça dönmesini sağlayacak şekilde tertiplenmiş düzeneklerdir. Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.

Yataklar, rotorun dönmesi esnasında sürtünme kayıplarını en aza indirecek şekilde, büyük güçlü motorlarda rulman, küçük güçlü motorlarda pirinç vb. madenler kullanılarak yapılmış bilezik biçimli, yağlanmış yataklar (murç) kullanılır. Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervane gövdenin sıcaklığını kolayca atmasını sağlar. Statora yerleştirilen sargıların bağlantı uçları klemens tablosuna çıkarılır.

Üç fazlı ve bir fazlı asenkron motorlar arasındaki yapısal farklılıklara göz atalım.

➤ **Üç Fazlı Asenkron Motorların Genel Yapısı**



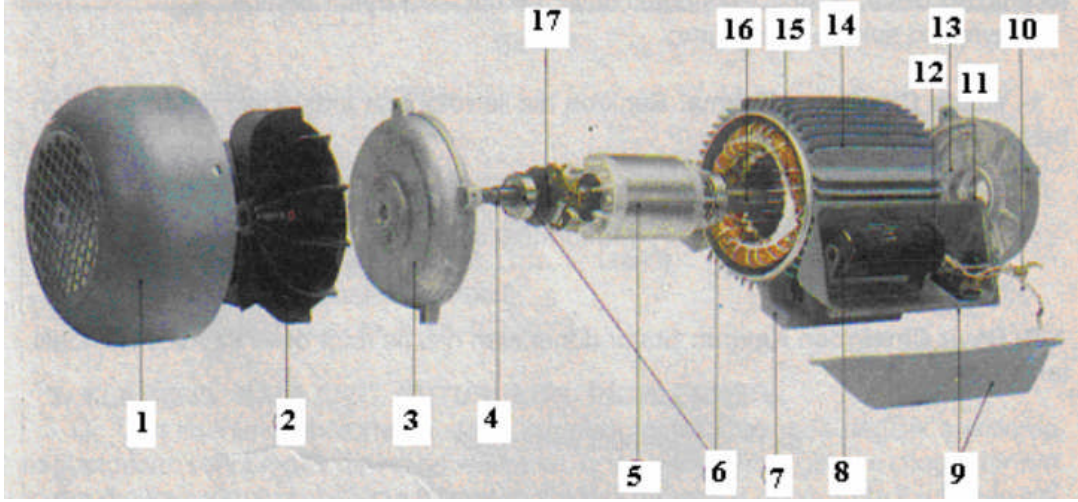
Şekil 3.4: Üç fazlı asenkron motorun iç yapısı

Yukarıdaki şekle göre üç fazlı asenkron motor parçaları:

1.Motor kapağı	8-Kablo rekorları	15-Terminal kutusu kapağı
2.Mil	9-Etiket	16-Bağlantı terminali
3.İç yatak kapağı	10-Fan kapağı	17-Stator
4.Rotor	11-Fan	18-Sargılar
5.Montaj ayağı	12-Motor kapağı	19-Rulman
6.Terminal kutusu	13-Yatak burcu	20-Kama/Kama yeri
7.Gövde	14-Kaldırma halkası	

Üç fazlı asenkron motorlar **stator, rotor, gövde ve kapaklar** olmak üzere üç ana kısımdan oluşur.

➤ **Bir Fazlı Asenkron Motorların Genel Yapısı**



Şekil 3.5: Bir fazlı asenkron motorun yapısı

Yukarıdaki şekle göre bir fazlı asenkron motor parçaları:

1.Fan kapağı	7-Montaj ayağı	13-Motor kapağı
2.Fan	8-İlk hareket kapasitörü	14-Gövde
3.Motor kapağı	9-Terminal kutusu ve kapağı	15-Sargılar
4.Mil	10-Kablolar	16-Stator
5.Rotor	11-Yatak burcu	17-Merkezkaç anahtar ve mekanizma grubu
6.Rulman	12-Bağlantı terminali	

Bir fazlı asenkron motorlar, a) stator, b) rotor, c) gövde ve kapaklar, d) Santrifüj anahtar olmak üzere dört ana kısımdan meydana gelir.

Bir Fazlı Motor Çeşitleri

Genellikle üç fazlı alternatif akımın bulunmadığı işyerlerinde küçük güçlü makinelerde ve evlerde bulunan ev aletlerinde kullanılır. Bir fazlı asenkron motorlar küçük iş tezgâhları, buzdolabı, çamaşır makinesi, küçük su pompaları, mikser, vantilatör, aspiratör, teyp, tıraş makinesi gibi yerlerde kullanılır. Kalkınma akımları fazla olduğundan küçük güçte imal edilirler. Bir fazlı asenkron motor çeşitleri şunlardır:

- Yardımcı sargılı asenkron motorlar
 - Direnç yol vermeli
 - Kondansatör yol vermeli
 - Tek kondansatörlü
 - Çift kondansatörlü
 - Daimi kondansatörlü
 - Üniversal (seri) motorlar
 - Yardımcı kutuplu (Gölge kutuplu) asenkron motorlar
 - Repülsiyon motorlar
 - Relüktans motorlar
 - Küçük senkron motorlar

3.1.4. A.C. Motor Etiket Değerleri

ÖZMAK		TİP: GM 132526	
3 ~ AC MOTOR		Nr : 1065179	
Δ	380 V	14,8 A	
10 HP	7,5 kW	COS φ =0,9	
2880 d/d		50 Hz	
2-985	İz K1 B	B 3	IP 44



Şekil 3.6: Asenkron motor etiketi

Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler motorun üzerine monte edilir. Bir A.C. motor etiketinde şu bilgiler yer alır:

- **ÖZMAK:** Motoru imal eden firmanın adı
- **TİP:GM 132526 :** Motorla ilgili fabrikasyon bilgileri
- **3 ~AC MOTOR:** Motorun çalıştırılması gereken akım çeşidi ve faz sayısı
- **Δ :** Motorun bağlantı şekli
- **380 V:** Motorun bu bağlantıda çalışma gerilimi
- **14,8 A:** Motor tam yükünde yüklendiği zaman motorun güç katsayısı
- **10 HP:** Motorlarda alınabilecek maksimum güç. 7,5 kW olarak da yazılabilir.
- **Cos φ= 0,9:** Motor normal yükündeki güç katsayısı
- **2880 d/d:** Motor tam yükte yüklendiğinde rotor devir sayısı
- **50 Hz:** Motorun çalışma frekansı
- **2-985:** Motorun üretildiği ay ve yıl
- **İz K1 B:** Motorun izolasyon (yalıtım) sınıfı
- **B 3:** Motorun kuruluş biçimi
- **IP 44:** Motorun mekanik koruma sınıfı

Bunlar dışında bir ac motor etiketinde; uluslararası elektrik motorları standardı (IEC 34-1), Avrupa standartları (CE) uygunluk işareti, kondansatör değeri (bir fazlı motorlar için) gibi değerler bulunur.

3.1.5. A.C. Motor Klemens Bağlantıları

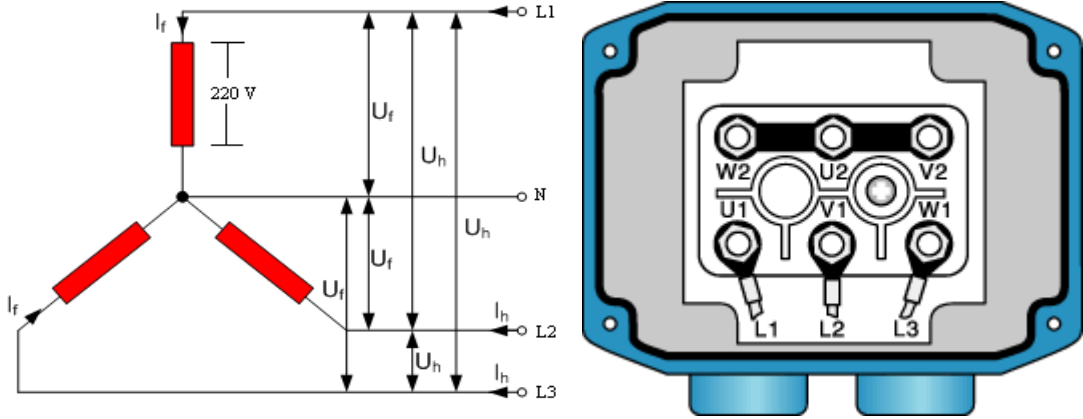
! **Üç fazlı asenkron motorlarda** stator sargıları motor içinde değişik şekillerde bağlandıktan sonra motor dışına genellikle altı adet uç çıkarılır. Sargı giriş ve çıkış uçlarının motor dışına çıkartıldığı bölüme klemens bağlantı kutusu denir. Stator sargı uçlarına fazlara göre şu isimler verilir;

- **R** fazının bağlandığı giriş ucu **U**, çıkış ucu **X**
- **S** fazının bağlandığı giriş ucu **V**, çıkış ucu **Y**
- **T** fazının bağlandığı giriş ucu **W**, çıkış ucu **Z** harfleri ile gösterilir.

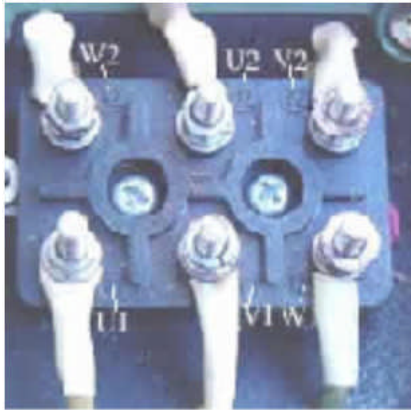
Giriş	Çıkış
1.Faz sargısı- U(U1)	— X(U2)
2.Faz sargısı- V(V1)	— Y(V2)
3.Faz sargısı- W(W1)	— Z(W2)

1. Yıldız (λ) Bağlama

U, V, W uçlarına R-S-T fazları verilir ve X, Y, Z uçları kısa devre edilirse bu bağlantıya yıldız bağlantı denir ve “ λ ” şeklinde sembolize edilir.



Şekil 3.7: Üç fazlı asenkron motorun yıldız bağlantısı



a

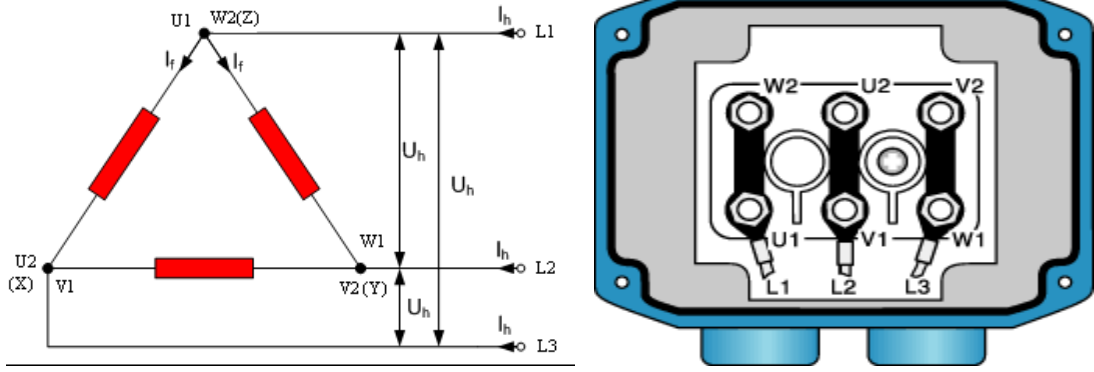


b

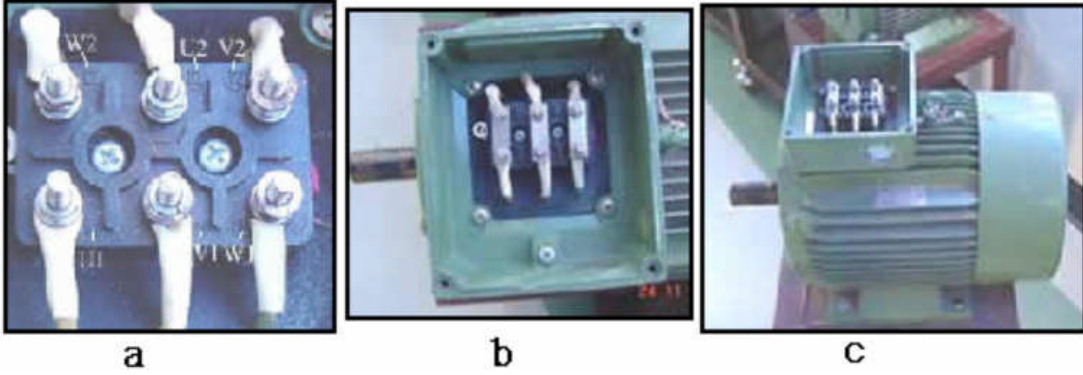
Resim 3.11: Üç fazlı AC motor klemens kutusu (a), Yıldız bağlantı şekli (b)

2. Üçgen (Δ) Bağlama

U, V, W uçlarına R-S-T fazları verilir ve U ile Z, V ile X, W ile Y uçları kısa devre edilirse bu bağlantıya üçgen bağlantı denir ve “ Δ ” şeklinde sembolize edilir. Bu bağlantıya delta bağlantı da denir.



Şekil 3.8: Üç fazlı asenkron motorun üçgen bağlantısı



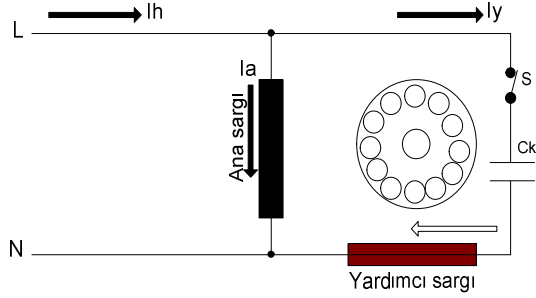
Resim 3.12: Üç fazlı AC motor klemens kutusu (a), Üçgen bağlantı şekli (b,c)

! **Bir fazlı motorların** çalıştırılmasında klemens tablosu bağlantısı, aşağıdaki şekiller dikkate alınarak yapılmalıdır.

Stator sargı	Standart uç işareti	Uçların kablo rengi
Ana Sargı	U1-U2	Siyah - Mavi
Yardımcı Sargı	Z1-Z2	Beyaz - Kırmızı

Şekil.3.9: Bir fazlı kondansatörlü motorların standart klemens tablosu ve uç renkleri

Ana sargının (Siyah –mavi) Uçları, klemens tablosunda U1 ve U2 Klemenslerine, yardımcı sargının (Beyaz-Kırmızı) uçları, Z1 ve Z2 klemenslerine bağlanır.



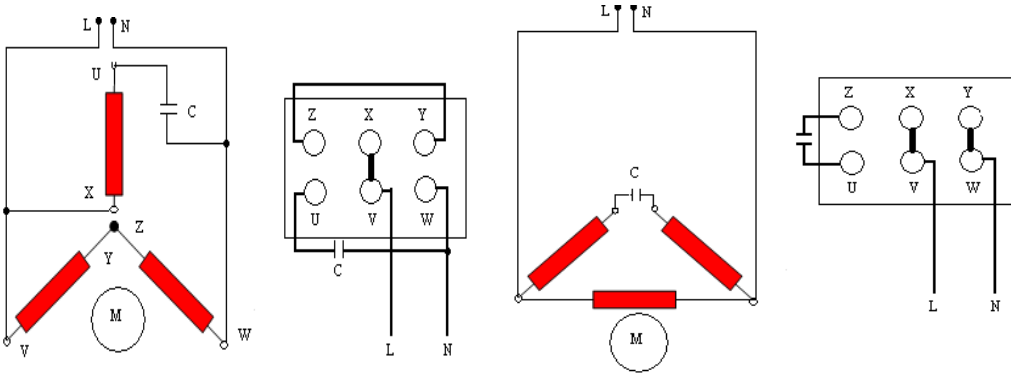
Şekil 3.10: Kalkış kondansatörlü bir fazlı motorun prensip şeması



Resim 3.13: Bir fazlı motor ve kondansatörleri

➤ Üç Fazlı Asenkron Motorun Bir Fazlı Olarak Çalıştırılması

Bunun yanında üç fazlı şebekenin bulunmadığı yerlerde veya özel olarak da üç fazlı motorlar bir fazlı olarak çalıştırılabilir. Motorun dönebilmesi için, aralarında faz farkı olan en az iki akımın stator sargılarından geçmesi gerekir. Üç fazlı motorun bir fazlı şebekede kendi kendine yol alabilmesi için stator sargılarından biri veya ikisi yardımcı sargı olarak kullanılmalıdır. Sargılardan birine daimi kondansatör bağlanır. Bu durumda stator sargısı yıldız veya üçgen olarak bağlanmış olan motorun iki sargı ucu bir şebekeye bağlanır (Şekil 3.11). Bir fazlı şebekede çalıştırılan üç fazlı motorun gücü, anma gücünün % 50-60'ı kadar olur.



Şekil 3.11: Üç fazlı asenkron motorun bir fazlı şebekede çalıştırılması (Yıldız ve üçgen bağlama)

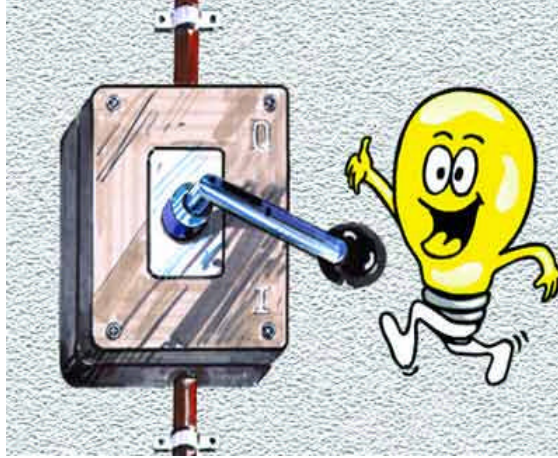
3.2. Alternatif Akım Motor Çalıştırma Şalterleri, Bağlantı Prensipleri ve Akım Değerleri

3.2.1. Şalterler

Enerjinin açılıp kapatılması için kullanıldığı devrenin başına konular. Tek hareketle devre akımını ani olarak keserler. Genellikle elle kumandalı olmakla birlikte otomatik olarak da devreyi açabilirler. Alıcıların rahatça çalışabilecekleri akım sınırları içinde seçilmelidirler.

3.2.2. Şalter Çeşitleri

Kullanıldıkları yerlere göre, yük şalteri, pako (paket), buton tipi ve çevirmeli, manyetik, termik-manyetik, elektronik şalterler olarak çeşitlere ayrılırlar.



Resim 3.14: Şalterler enerjiyi keser

Kuvvet tesislerinde çok kullanılan şalterleri inceleyeceğiz.

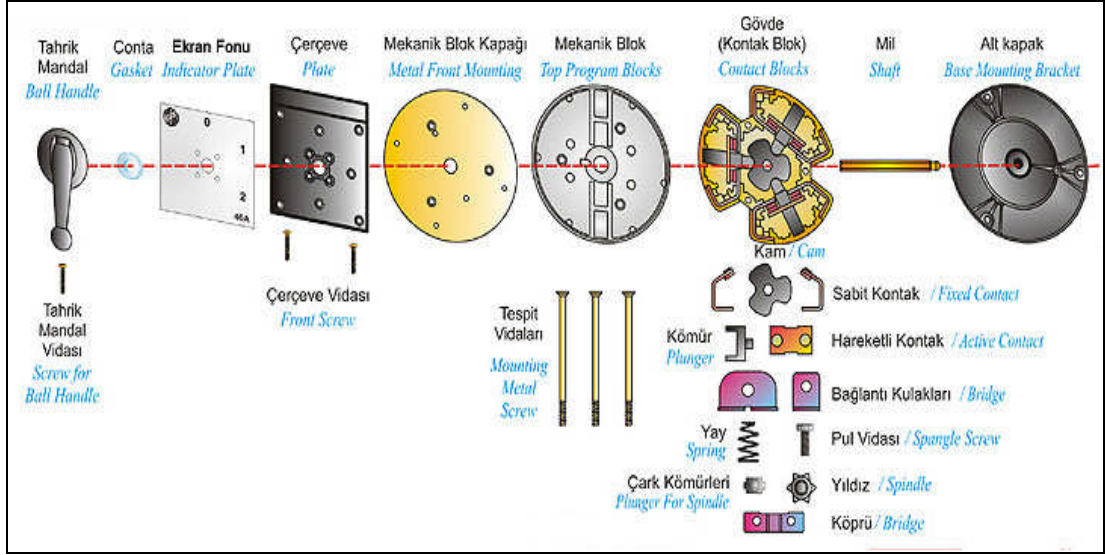
3.2.2.1. Pako (Paket) Şalterler

Birbirinin aynı olan birden fazla kontak yuvalarının bir mil üzerinde arka arkaya sıralanmasından meydana gelen ve bir eksen etrafında dönebilen, motor bağlantı işlemlerinde, ölçü aletleri komitatörlerinde, kontrol ve dağıtım tablolarında kullanılan elle kumandalı şalterlere paket (pako) şalter denir. Orta ve büyük güçlü motorlar kontaktör ve rölelerle kumanda edilmektedir. Ancak küçük güçlü motorların kumandası daha ekonomik ve basit olması sebebi ile paket şalterlerle yapılır.

Her dilimde iki, üç veya dört gümüş alaşımli kontağı bulunan paket şalterlerin, dilim sayısı artırılarak değişik kumanda işlemlerinde kullanılırlar. Hareketli kontak bombeli, sabit kontak ise düz bir yüzeye sahiptir. Böylece tam temas en düşük geçiş direnci sağlanır.

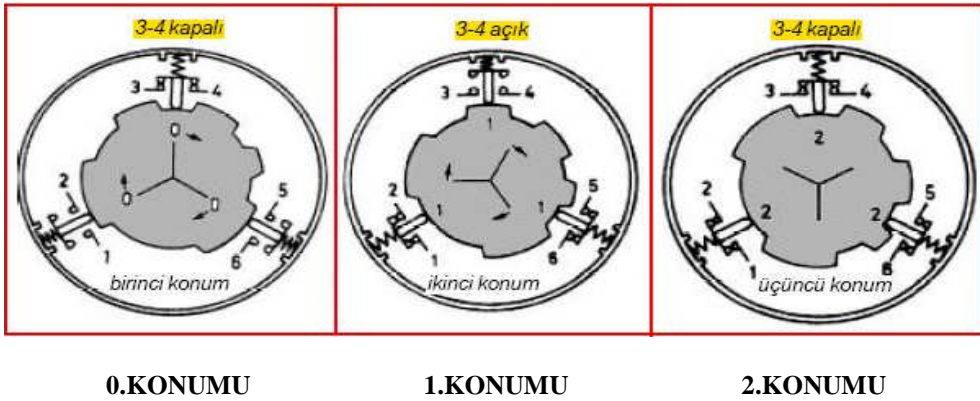
➤ Pako Şalterlerin Yapısı

Paket şalterlerin ambalajının içerisinde, bağlantı şemaları ve çalışma diyagramları vardır. Bu diyagramlar sayesinde kontaklarının konumları hakkında bilgi sahibi olunur.



Şekil 3.12: Paket (pako) şalterin açılımı

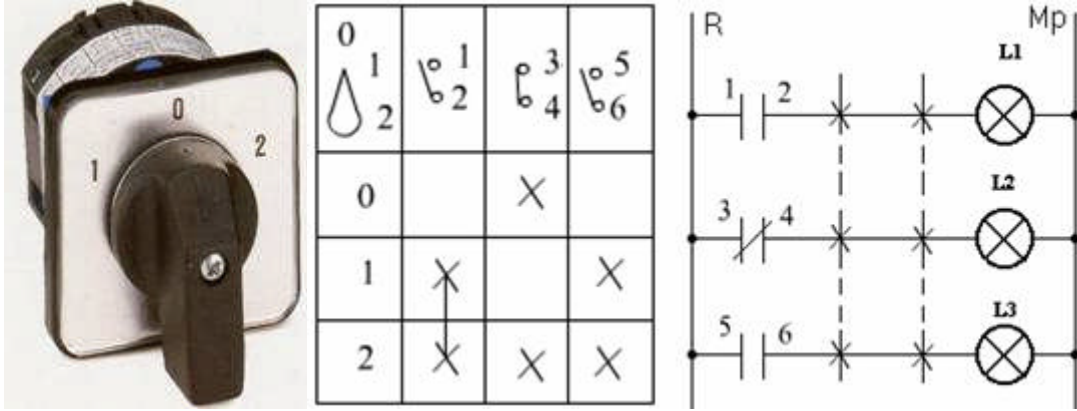
Şekil 3.13'te bir paket şalterin kontaklarının 0- 1- 2 konumundaki durumları görülmektedir. Paket şalter 0 konumunda iken 3-4 nu.lı kontakları açıp kapatan pim diskin çukur yerinde olduğundan kontak kapalı konumdadır. 1-2 ve 5-6 nu.lı kontakları açıp kapatan pim diskin çıkıntı kısmında olduğundan kontaklar açık konumdadır. Paket şalter kolu sağa doğru çevrildiğinde yani 1 konumuna getirildiğinde 3-4 nu.lı kontakçı açıp kapatan pim diskin çıkıntı kısmına gelir ve kontak açık konuma gelir. 1-2 ve 5-6 nu.lı kontakları açıp kapatan pim diskin çukur yerine geldiğinden kontakları kapatır. Paket şalter kolu sağa doğru yani 2 konumuna getirilirse kontakları kumanda eden pimler diskin çukur yerinde olduğundan kontakların hepsi kapalı konumdadır.



Şekil 3.13: Paket şalter kontaklarının durumu

Paket şalterin kullanılmasının bazı sakıncaları vardır.

Paket şalter bulunan devrede enerji kesildiğinde, devre kapalı kalacağından enerji tekrar geldiğinde alıcılar kontrolsüz çalışır. Paket şalter ile birden fazla yerden kumanda yapılamaz. **Paket şalter devrelerine motor koruma röleleri bağlanamaz.**



Şekil 3.14: Paket şalter, diyagramı ve bağlantı şekli

Diyagramda paket şalterin kontak sayısı, kontakların açılıp kapanmaları ve konumları hakkındaki bütün bilgiler sembollerle gösterilir. Diyagramın sol üst köşesinde bulunan (0-1-2) rakamları şalterin üç konumlu olduğunu gösterir. Bu kısmın altında bulunan satırlar, şalterin konumları için, sağında bulunan sütunlar ise şalterin kontakları içindir. Konumun yazıldığı satırda kare içerisi ya boş bırakılır ya da X işareti konulur. Kare boş ise şalterin o konumdaki ilgili kontağı açık, X işareti varsa o konumdaki kontağın kapalı olduğu anlaşılır. X işaretleri arasındaki çizgi, şalterin 1 konumundan 2 konumuna geçerken kontağın hiç açılmadığını gösterir. Konumlar arasındaki X işaretleri arasında çizgi yok ise ilgili kontak, şalterin konum değişiminde önce açılıp sonra kapanmaktadır.

Diyagramda 1 ve 2 konumları arasında konan oktan ise bu paket şalterin yaylı olduğu 2 konumunda çevrilip bırakılırsa 2 konumunda beklemeden 1 konumuna geri döneceği anlaşılır.

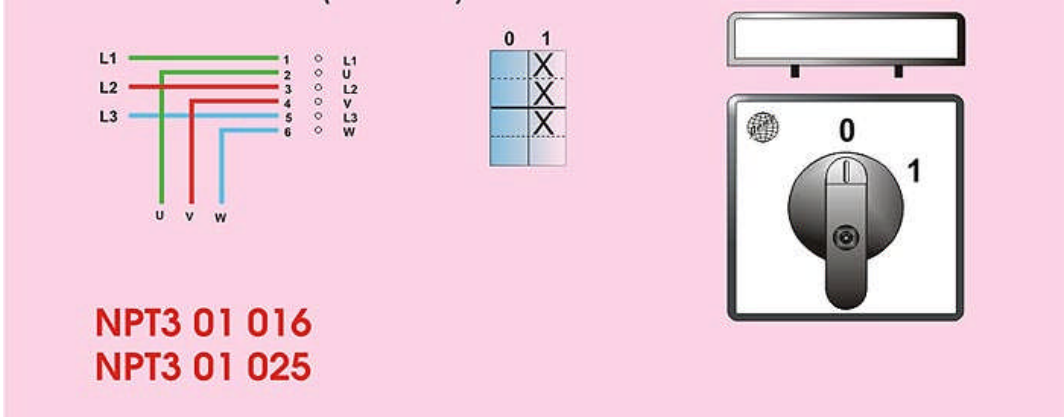
Bağlantı şemasına bakıldığında şalter 0 konumundayken 3-4 nu.lı kontak kapalı olduğundan yalnızca L2 lambası yanar. Şalter 1 nu.lı konumdayken 3-4 nu.lı kontak açık, 1-2 ve 5-6 nu.lı kontaklar kapandığında L2 lambası söner, L1 ve L3 lambası yanar. Şalter 2 nu.lı konumdayken her üç kontakta kapalı olduğundan lambaların üçü birden yanar. 1-2 nu.lı kontak şalterin 1 konumundan 2 nu.lı konuma geçerken açılmayacağından L1 lambası geçiş anında sönmeyiz. Diğer lambalar geçiş anında önce söner sonra tekrar yanar. Çünkü geçiş anında kontaklar açılıp tekrar kapanmıştır (Şekil 3.14).

➤ Pako Şalterlerin Çeşitleri

Pako (paket) şalterlerin bir fazlı ve üç fazlı motorlar için üretilen çeşitleri vardır. Üç fazlı motorlar için açma- kapama, yıldız- üçgen, enversör (devir yönü değiştirici), bir fazlı motorlar için, yol verme ve enversör şalterleri gibi çeşitleri vardır. Motorların kumandası için pako şalterler kutular içine montaj yapılarak kullanılır.

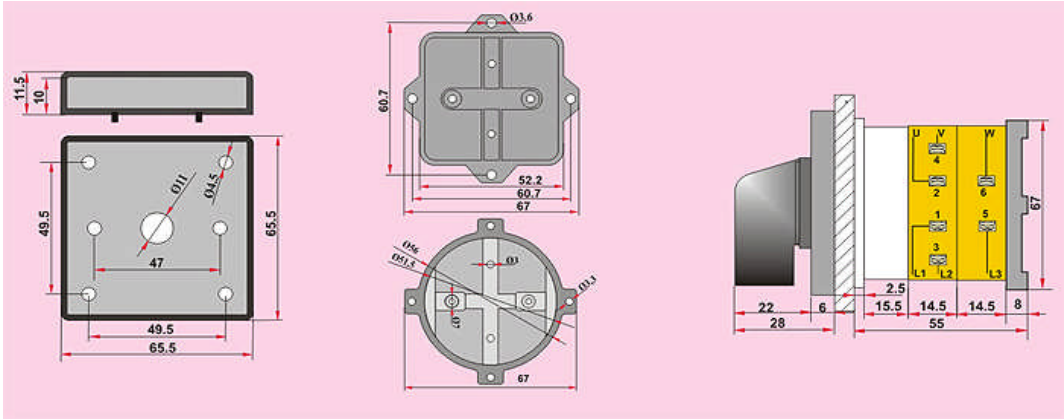
Açma Kapama (0-1) Pako Şalteri

Küçük güçlü üç fazlı motorların direkt olarak çalıştırılıp durdurulması amacıyla kullanılır. Devreye sigortalarla beraber bağlanır. 0 konumunda motor çalışmaz, 1 konumunda motor çalıştırılır. Diyagramda X işareti karşısındaki (Örnek, 1- 2 nu.lı kontaklar) kontakların kapalı olduğunu gösterir.



Şekil 3.15: Açma kapama (0-1) pako şalterin bağlantı diyagramı

Şekil 3.15'i incelediğimizde; 1 konumunda, 1- 2 (U- L1), 3- 4 (V- L2), 5- 6 (W- L3) kontakları kapalıdır ve üç faz (L1-L2-L3) kapalı kontaklardan geçerek motorun çalışmasını sağlar. L1 fazı 1 nu.lı, L2 fazı 3 nu'lu, L3 fazı 5 nu.lı şalter klemensine bağlanır.

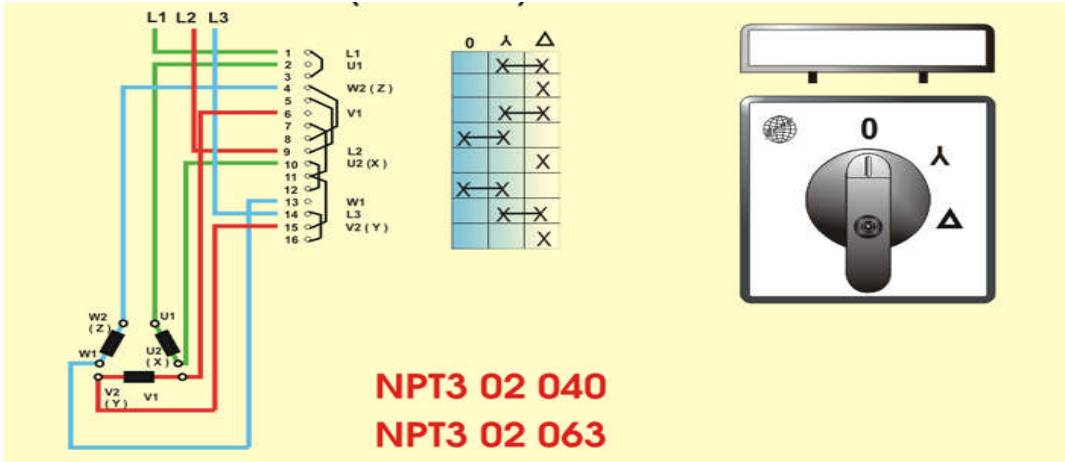


Şekil 3.16: Açma kapama (0- 1) pako şalter boyutları

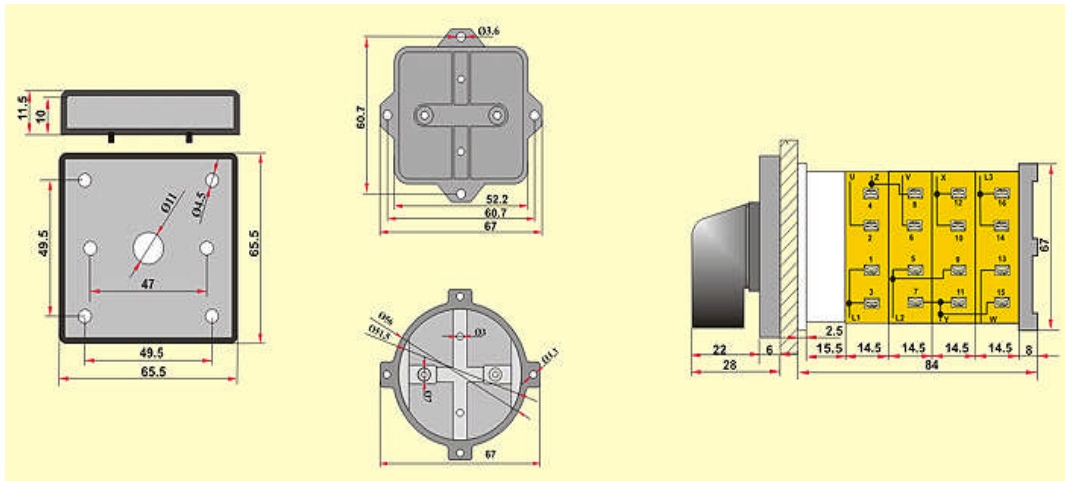
Şekil 3.16’da açma kapama pako şalterin bağlantı yerleri ve boyutları verilmiştir, inceleyiniz.

Yıldız Üçgen Pako Şalteri

Küçük güçlü üç fazlı asenkron motorlara yıldız üçgen yol verme amacıyla kullanılır. Yıldız üçgen yol vermede, daha önceden de belirtildiği gibi ilk önce yıldız yol verilir daha sonra motor normal devrine ulaşınca üçgen bağlantılı çalışmaya geçirilir. Yıldız çalışma süresi uzun tutulursa, motor yüklendiği zaman moment üçgen çalışmaya göre küçük olacağı için yükü kaldıramaz. Ayrıca yıldız çalışmadan üçgen çalışmaya geçilmesi çok ani olmalıdır. Bu süre uzun tutulursa üçgene geçilirken şebekeden darbe şeklinde ani akım çekilir. Yıldız üçgen yol vermede gecikmeli tip sigorta kullanılmalıdır.



Şekil 3.17: Yıldız üçgen pako şalterin bağlantı diyagramı



Şekil 3.18: Yıldız üçgen pako şalter boyutları (16-25 A)

Şekil 3.17'deki yıldız üçgen şalter bağlantı diyagramını incelediğimizde, L1 fazı 1 nu'lu, L2 fazı 9 nu.lı, L3 fazı 14 nu.lı şalter bağlantı terminaline bağlanmıştır. Motorun U1 sargı ucu 2 nu.lı, V1 sargı ucu 6 nu.lı, W1 sargı ucu 13 nu'lu, U2 (X) sargı ucu 10 nu.lı, V2 (Y) sargı ucu 15 nu.lı, W2 (Z) sargı ucu 4 nu.lı şalter bağlantı terminallerine bağlanmıştır. X işareti kontakların kapalı olduğunu gösterir, X işaretleri arasındaki çizgiler (-), kontakların hiç açılmadan diğer konuma (0 – λ – Δ) geçiş yapıldığını ifade eder. Örnek olarak 1-2 nu.lı kontakın yıldızdan üçgene geçişte hiç açılmadığını gösterir.

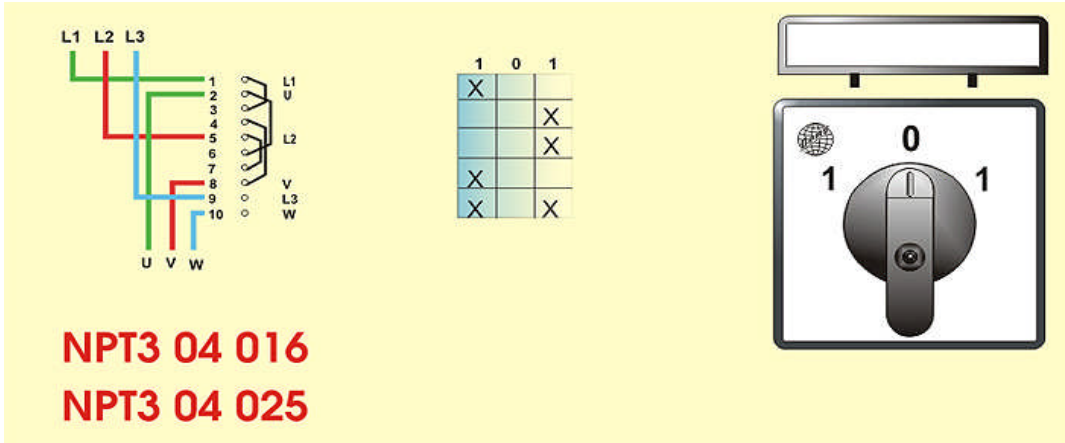
Yıldız çalışmada; 1-2, 5-6, 7-8, 11-12, 13-14 nu.lı kontaklar kapalıdır. U2 (X)-V2 (Y)-W2 (Z) motor sargı uçları kontaklar vasıtasıyla birleştirilir.

Üçgen çalışmada; 1-2, 3-4, 5-6, 9-10, 13-14, 15-16 nu.lı kontaklar kapalıdır. L1- U1-W2 (Z) uçları, L2- V1- U2 (X) uçları, L3- W1- V2 (Y) uçları kontaklar vasıtasıyla birleştirilir.

1- 3, 4- 8, 5- 9, 7- 11, 10- 12, 11- 15, 14- 16 nu.lı şalter bağlantı terminalleri köprü yapılmıştır.

Enversör Pako Şalteri

Küçük güçlü motorlarda devir yönü değiştirme genellikle, buton ve kontaktör yerine paket şalterle veya kollu şalterle yapılmaktadır. Bunun için paket şalterin iki farklı konumunda iki fazın yeri değiştirilmiştir. Daha çok ekonomik olmaları nedeniyle tercih edilen bu yöntemin en önemli sakıncası, koruma rollerinin kullanılmayıştır. Ayrıca motor bir yönde dönerken tam durmadan dönüş yönü değiştirilmemelidir.



Şekil 3.19: Üç fazlı enversör (dönüş yönü değiştirici) pako şalterin bağlantı diyagramı

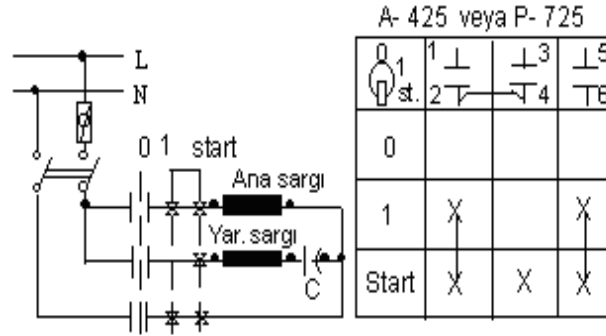
Şekil 3.19'daki enversör pako şalter bağlantı diyagramını incelediğimizde;

- Şalter kolu solda iken (motorun bir yöne dönüşü), 1-2 nu.lı, 7-8 nu.lı, 9-10 nu.lı kontaklar kapalıdır (X) . L1 fazı U motor sargı ucuna, L2 fazı V motor sargı ucuna, L3 fazı W motor sargı ucuna şalter kontakları vasıtasıyla bağlanmaktadır.
- Şalter kolu sağda iken (Motorun diğer yöne dönüşü), 3-4 nu.lı, 5-6 nu.lı, 9-10 nu.lı kontaklar kapalıdır (X) . L1 fazı V motor sargı ucuna, L2 fazı U motor sargı ucuna, L3 fazı W motor sargı ucuna şalter kontakları vasıtasıyla bağlanmaktadır.

Diyagramı incelediğimizde; 1. durumda L1 fazı U motor sargı ucuna ve L2 fazı V motor sargı ucuna bağlanırken 2. durumda L1 fazı V motor sargı ucuna ve L2 fazı U motor sargı ucuna şalter kontakları vasıtasıyla bağlanmaktadır. Böylece motor sargı uçlarından U ve V'ye bağlanan fazların yeri değişmiştir, L3 fazı sabit kalmıştır. İki fazın bağlantı yeri değiştiği için motor dönüş yönü değişmiştir.

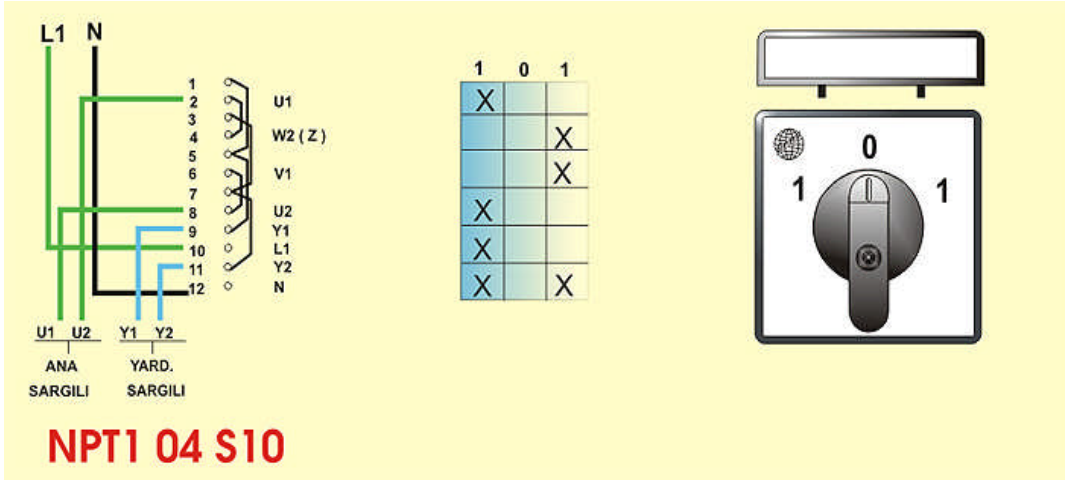
Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Motor Pako Şalteri

Start konumunda bir fazlı motorun ana ve yardımcı sargısı paralel bağlanır. Yardımcı sargı devrede iken motor yol alır, elimizi mandaldan çektiğimizde yardımcı sargı devresindeki kontak açılacağından yardımcı sargı devre dışı kalır. Bu şalter, kullanılırken dikkat edilecek husus, mandal çevrilerek start verildiğinde, el mandaldan hemen çekilip şalterin (1) konumuna gelmesi sağlanmalıdır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20: Bir fazlı yardımcı sargılı motor pako şalteri

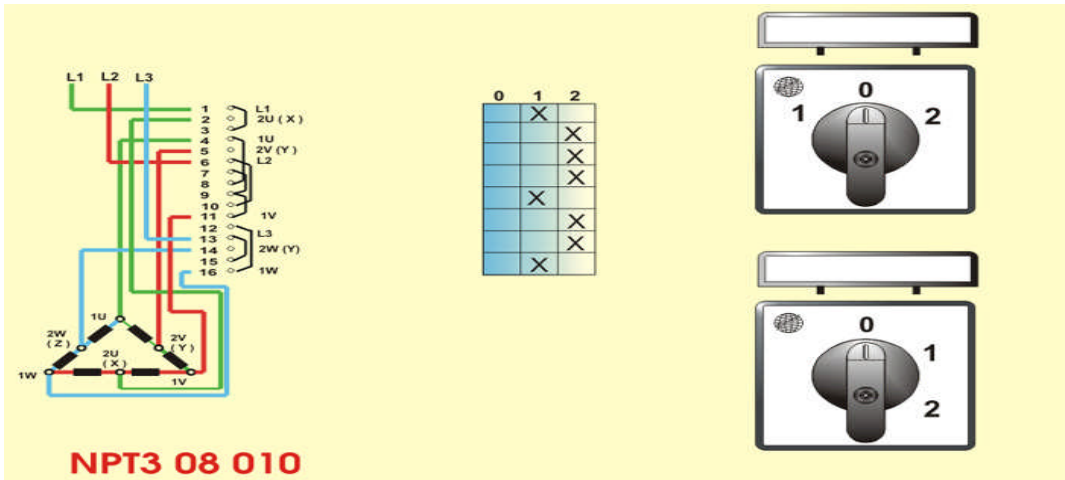
Şekil 3.21'de bir fazlı yardımcı sargılı motor enversör (devir yönü değiştirici) pako şalteri bağlantı diyagramı verilmiştir, inceleyiniz. Bir fazlı yardımcı sargılı motorun devir yönü değiştirilmesinde, ana sargı bağlantı uçlarının veya yardımcı sargı bağlantı uçlarının değiştirileceğini hatırlayınız.



Şekil 3.21: Yardımcı sargılı motor enversör şalteri

Dahlender (Çift Devirli) Pako Şalter

Dahlender motorlar, statora sarılan tek sargıdan 1/2 oranında uçlar çıkartılarak iki ayrı devir elde edilen motorlardır. Bir dahlender motorun 9 adet sargı ucu vardır. Bunlardan üç tanesi (x-y-z) çıkış uçları olup motorun içerisinde yıldız bağlanabilirler. Diğer uçlar klemens tablosuna çıkarılır. Bu uçlar, düşük devir için seri üçgen, yüksek devir için paralel yıldız olarak bağlanırlar. Paket şalter 1 konumuna getirildiğinde motor düşük devirde, 2 konumuna getirildiğinde yüksek devirle döner.



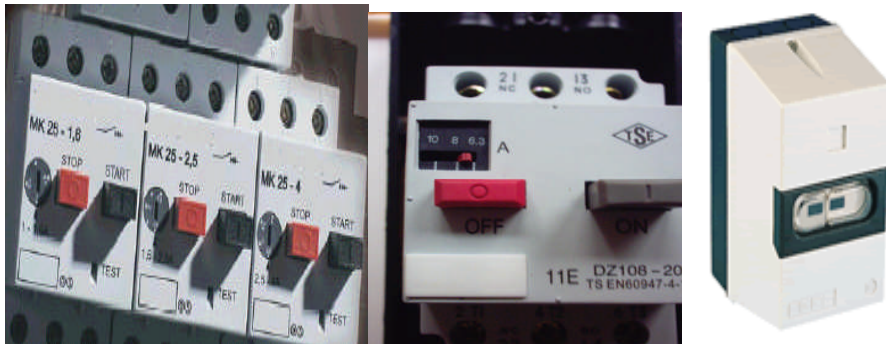
Şekil 3.22: Dahlender pako şalteri

3.2.2.2. Buton Tipi (Termik) Şalter

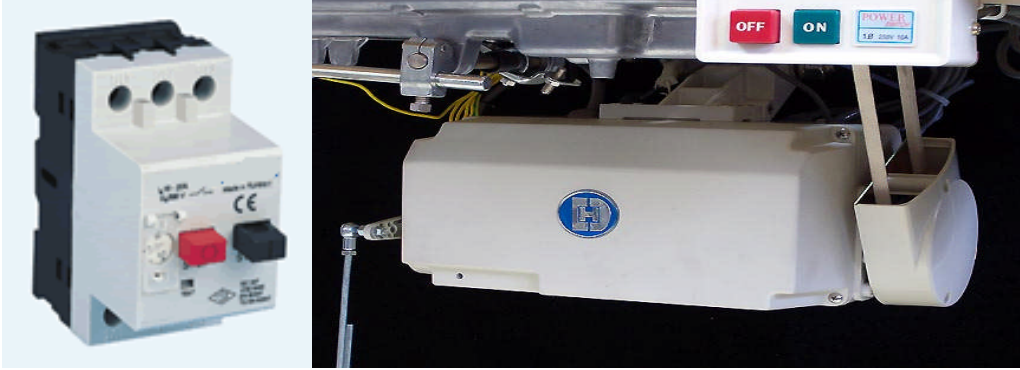
Bu tipteki **motor koruma şalterlerinde**, açma kapama için düğmeler vardır, bu düğmelere basılarak motorlara kumanda ederler. Çeşitli akım değerlerinde üretilirler. Akım ayarlarının kullanılacakları motorlara uygun olarak yapılması gerekir, aşırı akımlarda basılı start butonu atarak stop konumuna geçerler. Devreye sigortalardan sonra bağlanırlar. Bir firmanın ürettiği motor koruma şalterinin özellikleri şunlardır:

Bu şalterler özel olarak motor koruması için tasarlanmış olup boyut, montaj kolaylığı ve performans açısından idealdir. TS EN 60947-4-1, IEC 60947-4-1 ve VDE 0660 standartlarına uygun olarak imal edilmektedir. Aşırı yük ve kısa devre durumlarında mükemmel koruma sağlarlar. 35 mm'lik montaj rayına basit ve hızlıca monte edilebilir, özel bir aparat yardımıyla iki vida kullanılarak sabitlenebilirler. Bu tip şalterler 11 kW (380/400 V)'a kadar olan elektrik motorlarının korumasında kullanılmaktadır.

- 0.1-25 A arasında ayarlanabilen 13 kademeli aşırı akım koruyucusu
- Sabit olarak ayarlanmış kısa devre koruması $12 \times I_e$
- Kısa devre açma kapasitesi minimum 3kA / 400 V
- 6.3 A 'e kadar sigortasız kullanabilme
- Sıcaklığa karşı kompanze edilmiş ve faz eksikliğine karşı koruma
- İzolasyon ve ana şalter fonksiyonu IEC 204-1
- 35mm'lik montaj rayına hızlı ve basit montaj özelliği
- Anma işletme gerilimi U_e **690 V AC**, anma İşletme Akımı I_e **0.1-25A** arası ayar aralığı
- Anma Sürekli Akımı I_u **32 A**, darbe Dayanım gerilimi U_{imp} **6 kV**, bağlantı kablo kesiti **0.75-2.5 / 0.75-4 mm²**
- Etanj özelliği sayesinde çevre şartlarına maksimum dayanım, sıva üstü ve ankastre tiplerde üretilir.
- İzolasyon Test Gerilimi 3.000 V AC
- Elektriksel Ömür 10.000 açma-kapama min.



Resim 3.15: Butonlu motor koruma şalterleri ve kutusu



Resim 3.16: Butonlu motor koruma şalteri ve montaj yeri

3.2.2.3. Mandallı (Çevirmeli) Tip Motor Koruma Şalterleri

Butonlu tipte olan **motor koruma şalterlerinden** çalışma prensibi olarak farkları yoktur, motorları çalıştırmak için şalteri (mandallı şalter) çevirmek gerekir. Aşırı geçecek akımlarda şalter stop konumuna geçerek motoru korur.



Resim 3.17: Çevirmeli tip motor koruma şalterleri

3.2.2.4. Termik- Manyetik (Tümler) Şalterler

Termik ve manyetik koruma özelliği olan termik-manyetik (kompakt) şalterler dağıtım şebekelerinde, kontrol merkezlerinde, panolarda ve telefon santrallerinde **alçak gerilim devre kesicisi** olarak anahtarlama ve koruma amacıyla kullanımları giderek yaygınlaşmıştır.

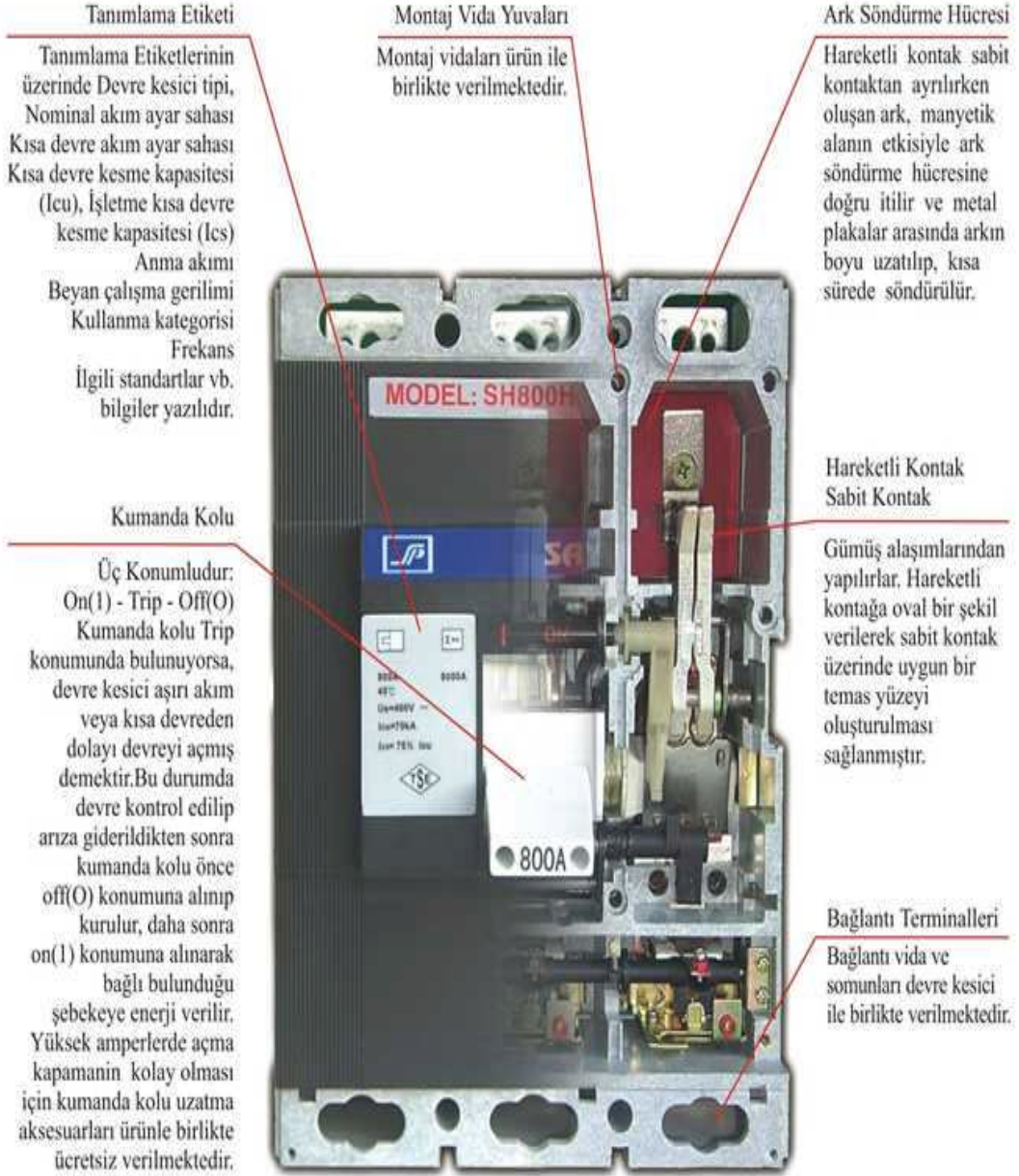
Sadece manyetik ve sadece termik açtırma özelliği olan şalterlerde bunların üretilmesiyle teknolojik ömürlerini tamamlayarak piyasadan yavaş yavaş çekilmektedirler. Genel olarak kompakt şalterler normal şartlarda devreyi açma kapamaya kısa devre ve aşırı yük gibi anormal durumlarda da devreyi otomatik olarak açarak devreyi koruyan cihazlardır.

Elektrik devrelerinde gerilimin belli bir değerin altına düşmesi veya üç fazlı devrelerde fazlardan birinin kesilmesi çeşitli cihazların yanarak arızalanmasına neden olabilir. Örneğin; üç fazlı motorun fazlarından birinin kesilmesi ile diğer fazlar aşırı yükleneceğinden motor yanacaktır. İstenildiğinde devre kesiciye düşük gerilim bobini takılarak bu gibi arızaların oluşması önlenmektedir.

Kompakt şalterler trafoları, kabloları ve devreye bağlı cihazları korumaları nedeniyle işletme açısından büyük öneme sahiptirler. Bu nedenle kompakt şalter seçilirken kalite ön planda tutulmalıdır. Olası bir sistem arızasında karşılaşılabilecek maddi zarar şalter maliyetinin çok üzerinde olur.

Termik Manyetik şalterlerin Yapısı

Yandaki resimde bir termik manyetik şalter görülmüyor. Termik manyetik şalterlerin iç görünümü ise (yapısı) Resim 3.18'de verilmiştir.



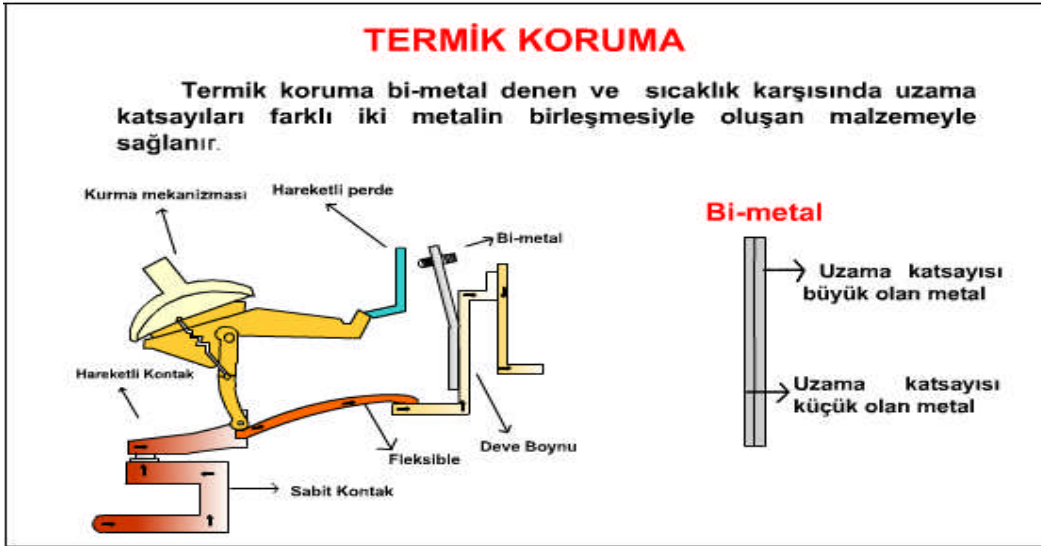
Resim 3.18: Termik-manyetik şalter iç görünümü

Termik manyetik şalterlerin en önemli parçası kontaklarıdır. Kesicilerde kesilen ve taşınan akım değerleri ile konstrüksiyon göz önüne alınarak kontak alaşımı belirlenir. Daha çok gümüş, grafit, nikel ve wolfram alaşımlı kontaklar kullanılır. Sabit kontaklarda daha yumuşak yapıda olan gümüş-grafit, hareketli kontaklarda ise daha sert bir alaşım olan gümüş-wolfram kullanılmıştır.

Devre kesicinin hareketli kontakları %50 gümüş, %50 wolfram alaşımlı, sabit kontakları %95 gümüş %5 wolfram alaşımlı olarak imal edilmektedir. Ayrıca hareketli kontakların yapısı bombelidir. Her açma kapamada bombeli ve sert alaşımlı kontaklar, yumuşak sabit kontaklar üzerinde yer yapar. Bu sayede iyi bir örtüşme sağlanarak en düşük geçiş direnci oluşturulmaya çalışılmıştır.

Termik manyetik (kompakt) şalterlerde koruma iki türdür:

- **Termik koruma (aşırı yük şartlarında koruma):** Termik koruma devreyi aşırı yüklerle karşı korur. Bu koruma işlemi sıcaklık değişimlerinde uzama katsayıları birbirinden farklı iki metalin birleştirilmesiyle oluşan bimetal denen bir malzemeden faydalanılarak yapar. Bi-metal ısıtıldığında uzama katsayısı daha az olan metale doğru bükülür. Aşırı yüklenmelerde akım nominal akım değerinin üzerine çıkar, akımın artmasıyla doğru orantılı olarak kontaklarda ve bi-metal üzerindeki sıcaklık artar. Böylece bi-metaller artan sıcaklıkla beraber bükülerek kesici mekanizmasının açılmasına yardımcı olan bir tırnağı kurtararak kesiciyi devre dışı bırakır. Şalterin devreyi aşırı yüklenmelere ve aşırı akımlara karşı korumasını (TRİP konumuna geçmesini) sağlar.

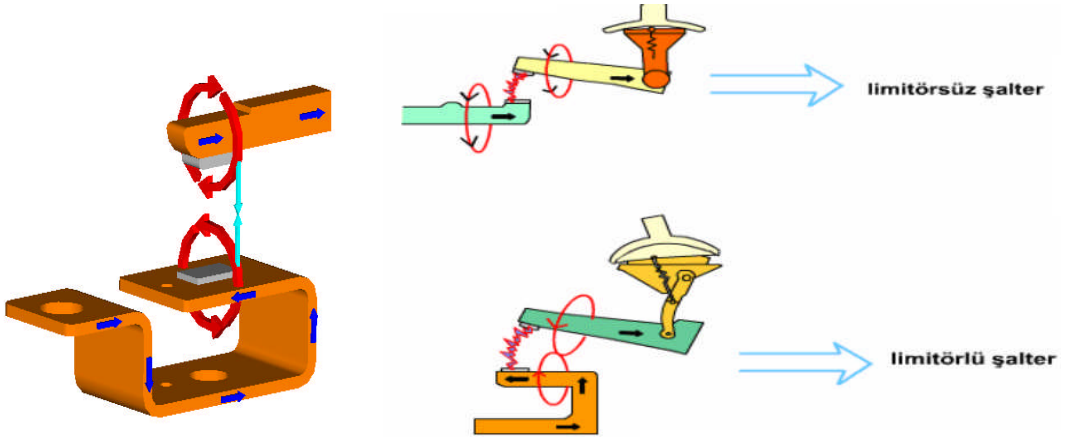


Şekil 3.23: Kompakt şalterde termik koruma işlevi (aşırı yük için)

- **Manyetik koruma (kısa devre şartlarında koruma):** Kısa devre şartlarında devreyi korumak için kısa devre akımının meydana getirdiği manyetik alan kullanılır. Kısa devre durumlarında hem alıcıların hem de kesicinin kısa sürede bu etkiden korunması gerekir. Dolayısıyla manyetik koruma düzeneği termik korumaya göre daha hızlı devreyi açması gerekmektedir. Manyetik Koruma düzeneği, kısa devre akımının etkisiyle oluşan manyetik alanın mıknatıslanma özelliği ile harekete geçen nüvenin çekilmesi ve açtırma mekanizmasını tetiklemesi esasına dayanır.

Termik ve manyetik korumanın yanı sıra limitör özelliği en önemli koruma sistemidir. Limitör özelliği olarak da adlandırılan akım sınırlama özelliğinde sabit kontakta verilen U formu sayesinde kontaklardan akımlar ters yönde akar. Kısa devre esnasında sabit kontakla hareketli kontak arasında oluşan ters manyetik alan etkisiyle aralarında bir itme kuvveti oluşur ve hareketli kontak sabit kontakten ayrılır, araya ark direncinin de eklenerek kısa devre akımını %75 oranında azaltarak şalterin ve devreye bağlı cihazların kısa devre esnasında zarar görmesini engeller.

Limitörlü şalterde kısa devrenin oluşturduğu manyetik alan sabit ve hareketli kontakların tasarımından dolayı kontaklar arasında zıt bir kuvvet oluşturur. Bu kuvvet hareketli kontakta sabit kontakten kısa devrenin birinci milisaniyesinden itibaren ayırmaya başlar. Kısa devrenin başlamasıyla aynı anda harekete geçen manyetik salıncıklar ise; kesici mekanizmasını off pozisyonuna ve kesici kolunu da trip pozisyonuna getirir (Şekil 3.24). Hareketli kontakta sabit kontakten ayıran akım beklenen kısa devre akımının sekiz hatta onda biri kadar düşük bir akımdır.

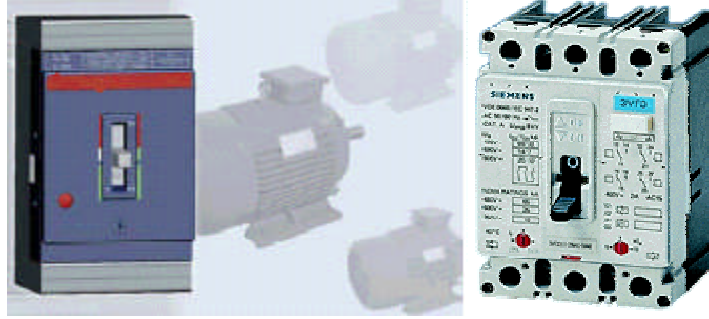


Şekil 3.24: Kontaklarda limitör özelliği ve limitörlü ve limitörsüz şalter farkı

Beklenen kısa devre akımı, limitör özelliği olmasaydı devreden sürekli geçecek bu da şalterin koruduğu devreye zarar verecektir. Aynı zamanda limitör özelliği şalterin 10-20 ms olan kısa devre açma süresini 5 ms'lere kadar düşürür. Bu özellik sayesinde oluşan kısa devre akımı; tepe değerinin onda biri mertebesinde ve 5 ms gibi daha kısa bir sürede geçecektir bu da şalterin bağlı olduğu devredeki çok değerli trafoları, kabloları ve cihazları koruyacaktır. Meydana gelen arklar daha düşük seviyede kaldığı için hayati emniyet garanti altına alınacaktır.

Kompakt şalterlere yukarıdaki özelliklerin yanı sıra uzaktan kumanda kurma motoru mekanizması, düşük gerilim bobini, açtırma bobinleri, yardımcı kontak blokları ve şu an piyasadaki birçok şalterde olmayan alarm kontak blokları gibi ek özellikler eklenebilir.

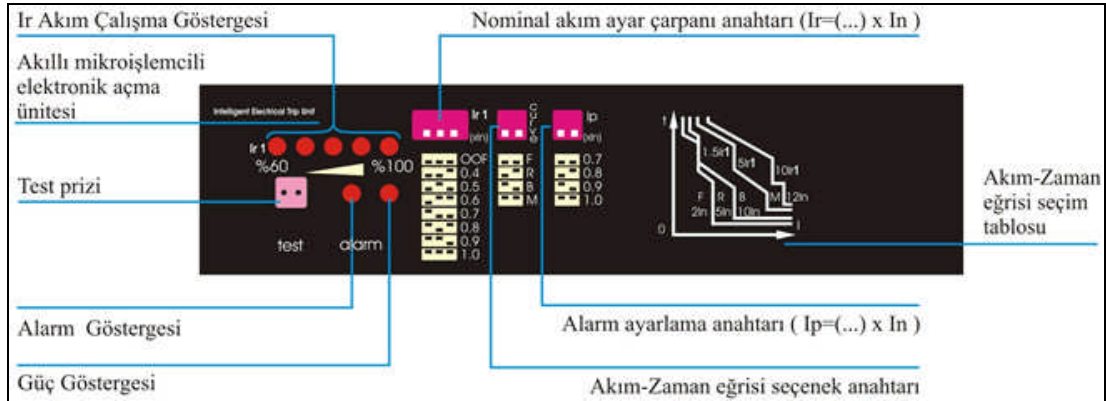
Termik manyetik şalterlerin motor koruması için kullanılan tipinde, motorlar ilk kalkış anında kısa süreli çok yüksek akım çekerler. Bu tipte manyetik ayar sahası 8-12 katı arasında ayarlanmıştır.



Resim 3.19: Motor termik-manyetik şalteri

3.2.2.5. Elektronik (Mikroişlemcili) Şalterler (Devre Kesiciler)

Aşırı akım kontrolü elektronik devre yardımıyla yapılmaktadır. Elektronik devre her fazdan geçen akımı kontrol ederek herhangi bir aşırı akım durumunda açtırma mekanizmasını harekete geçirir kesicinin açılmasını “TRIP” konumuna gelmesini sağlar. Mikroişlemcili devre kesicilerin hem nominal akım ayar sahaları hem de kısa devre akım ayar sahaları termik - manyetik devre kesicilere göre daha geniştir.



Şekil 3.25: Elektronik şalter (devre kesicilerin) elektronik panel bilgileri

Şekil 3.25'teki Akıllı Mikroişlemci Elektronik Panelde

Ir, Akım Çalışma Göstergesi: %60, %70, %80, %90, %100 devre kesici üzerinden çekilen akımın nominal akıma oranını gösterir. (Örneğin, In:1000 A olarak seçilmişse devre kesiciden 600 A geçiyorsa %60 lambası yanar.)

Ir Nominal Akım Ayar Çarpanı: Devre kesicinin nominal akımın istenilen değere ayarlamak için In:0,4-1,0 seçeneklerine göre ayarlanabilir. (Örneğin, In: 1000 A ise Ir: In x 0,8 seçilirse In: 800 A olur.)

Test Prizi: Mikroişlemci devrenin kontrolü için bu priz ile devre kesicinin açma kapama testi yapılabilir.

İp Alarm Ayarlama Anahtarı: Devre kesicinin alarm vermesini istediğimiz amper değeri bu anahtar ile seçilir.

Alarm Lambası: Devre kesiciden geçen akım ayarlanan İp değerine geldiğinde bu lamba yanar.

Güç Göstergesi: Devre kesiciden akım çekilirken bu lamba yanar.

Akım-Zaman Eğrisi Seçenek Anahtarı (Curve): Panelin yanındaki akım-zaman eğrilerinden istenilen eğri (F,R,B,M eğrileri) bu anahtarlar ayarlanarak seçilebilir.

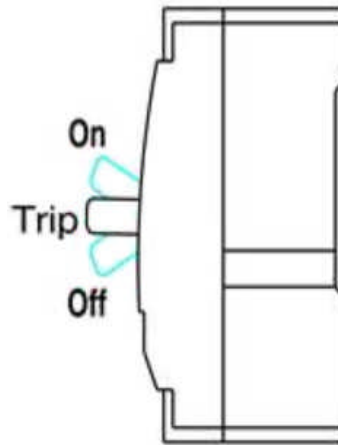
* Şalterin (Devre Kesicinin) Kullanım Özellikleri

Devre kesici iki ana olmak üzere toplam 3 konumludur: **ON(1) -TRİP- OFF(0)**

ON (1) konumu: Devre kesicinin kontaklarının kapalı olduğunu, enerji olduğu takdirde bağlı bulunduğu şebekenin beslemesini gerçekleştirdiğini gösterir. Bu durumda kumanda kolu en üst konumdadır.

TRİP konumu: Devre kesicinin aşırı akım, kısa devre vb. gibi etkilerden dolayı devreyi açtığını gösterir. Kumanda kolu orta konumdadır. Bu durumda kesicinin devreyi neden açtığı kontrol edilip, arıza giderildikten sonra kumanda kolunu tekrar ON (1) konumuna getirmek için ilk önce OFF (0) konumuna getirilip kurulması daha sonra da ON (1) konumuna getirilmesi gerekir.

OFF (0) Konumu: Devre kesicinin kontaklarının açık olduğunu gösterir. Bu durumda kumanda kolu en alt konumdadır.



Şekil 3.26: Şalter konumları

3.2.2.6. Kollu (Üzengili) Mekanik Yıldız Üçgen Şalterler

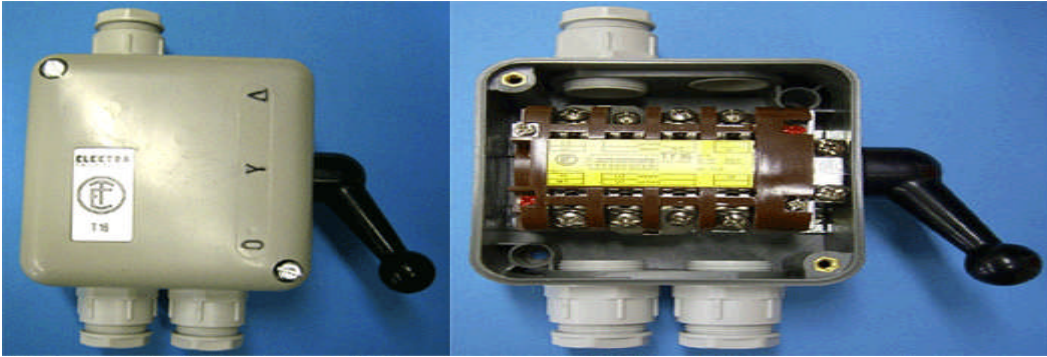
Üzengili şalterler, pano veya tablo arkasına monte edilir. Şalterlerin kumandası pano önünden olup üç fazı aynı anda açıp kapatacak şekilde yapılmıştır. Şalterlerin gövdeleri döküm ve sac'tandır. Yük altında açma ve kapama işlemlerinde oluşabilecek arkın söndürülebilmesi için faz kontakları sırasında ark söndürme separatörleri kullanılmaktadır. Anma akımları 100-160-250-400-630-1000-1600 A'dir. Ayrıca üzengili şalterlerin enversör tipleri vardır. Ancak bu tip şalterlerin kullanımı yönetmeliklerle günümüzde yasaklanmıştır.

Bu tip şalterler, genellikle gücü fazla büyük olmayan motorlara yol vermede ekonomik olmaları nedeniyle kullanılır. Üç fazlı asenkron motorlara λ/Δ yol verilebilmesi için, bütün sargı uçlarının klemens tablosuna çıkarılması gerekir. Bu tip şalterlerin 9 adet bağlantı yeri vardır. Bunların üç tanesine L1- L2- L3 şebeke faz uçları, üç tanesine U1(U)- V1(V)- W1(W) sargı giriş uçları, üç tanesine de U2(X)- V2(Y)- W2(Z) sargı çıkış uçları bağlanır.

- Şalter (O) konumunda iken; faz ve sargı uçları arasında, hiç bir bağlantı yoktur.
- Şalter (λ) konumunda iken; U1-L1, V1-L2, W1-L3 ve U2-V2-W2 uçları şalter kontakları tarafından birleştirilir (Şekil 3.27).
- Şalter (Δ) konumunda iken; L1-U1-W2, L2-V1-U2, L3-W1-V2 uçları şalter kontakları tarafından birleştirilir (Şekil 3.27).

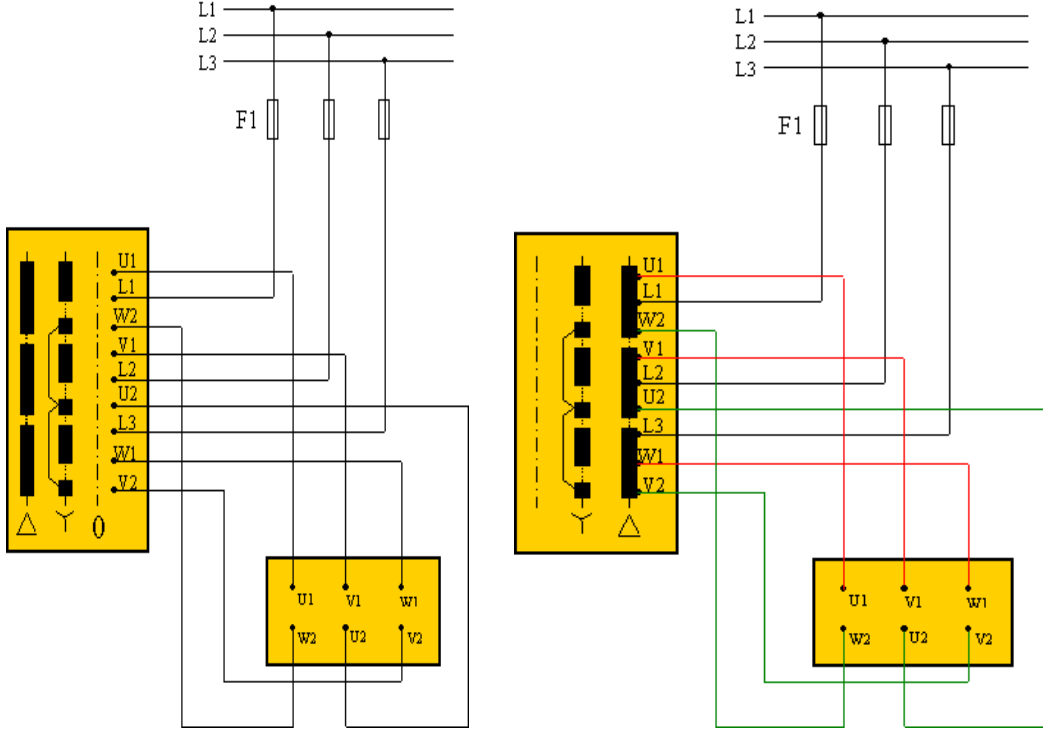


Resim 3.20: Kollu şalter



Resim 3.21: Kollu yıldız- üçgen şalter

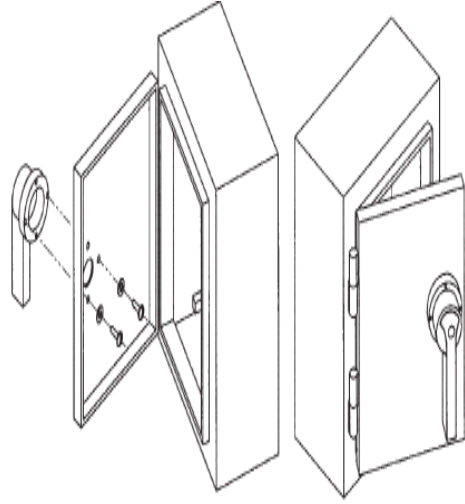
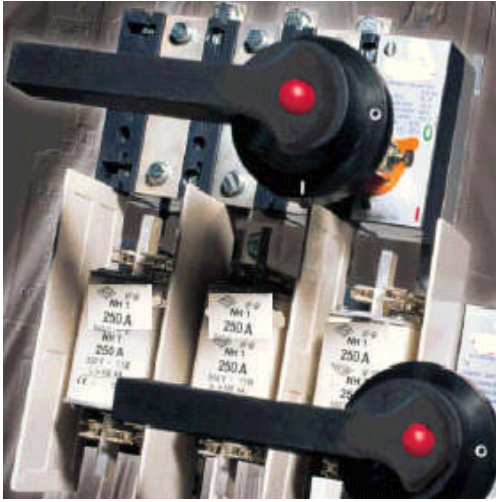
Motor ilk önce yıldız çalıştırılır, sonra motor normal devrine ulaştınca üçgen çalışmaya geçirilmelidir. Motor normal devrine ulaşmadan üçgene geçirilirse, motor şebekeden aşırı akım çeker. Yıldız çalışmadan üçgene geçiş süresi motor gücüne göre değişiklik gösterir ve maksimum 8- 10 saniye civarındadır. Diğer yandan yıldız bağlı iken normal devrine ulaştığı hâlde üçgen bağlantıya geçilmezse motor, normal çalışma momentinin 1/3'ü oranında bir momentle çalışır. Yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya geçiş süresi, ani olmalıdır.



Şekil 3.27: Kollu yıldız üçgen şalter bağlantısı

3.2.2.7. Yük Şalterleri

Yük kesicileri NH bıçaklı sigortalar ile birlikte kullanıldığından "Şalter" ve "devre koruma elemanı (sigorta)" olarak iki önemli fonksiyona sahiptir. Çekilen akım veya yükteki değişikliklere bağlı olarak bıçaklı sigortaların değiştirilmesiyle, istenilen anma akımında ve işletme sınıfında devre koruma imkânı sağlandığından aynı şalteri çok yönlü kullanmak mümkündür. Termik manyetik şalterlere göre daha hassas selektivite özelliğine sahiptir. Termik manyetik şalterden farklı olarak kısa devre akımını daha küçük değerlerde sınırlamaktadır. VDE ve IEC'ye uygun olarak yüksek kısa devre kesme yeteneğine sahiptir.



Resim 3.22: Yük şalteri ve panoya montajı

Kullanımı oldukça ekonomiktir. Elektrik tesisinde kullanılmaları hâlinde 3 adet bıçaklı sigorta altlığı 1 adet ark hücreli şalter, ara bağlantıları için gerekli kablo, kablo pabucu, bara vb. gibi malzemelerden tasarruf edilmektedir. Aynı zamanda bağlantı noktalarının sayıları da 12'den 6'ya inmektedir. Bu nedenle temas direnci ve bağlantı hatalarının sebep olduğu enerji kayıpları en az olmakta, montaj işçiliğinden ve pano ebatlarının küçülmesinden maliyet tasarrufu sağlanmaktadır.

Yük altındaki açma ve kapama sırasında meydana gelen ark, özel geliştirilmiş ark hücreleri sayesinde tamamen söndürülmektedir. Kesici kapağı üzerinde bulunan muhafazalı küçük pencereler sayesinde, kesici açılmadan sigorta buşonlarının etiketi okunabilmekte, atık olup olmadığı görülebilmektedir.

Kapak yerinden tamamen çıkarıldığından sigorta buşonları tehlikesiz ve emniyetli bir şekilde değiştirilir. Tesisteki arıza veya bakım çalışmaları sırasında kapağın yerinden çıkarılması veya buşonsuz olarak yerine tekrar takılabilmesi mümkün olduğunda devrenin yanlışlıkla kapatılması sonucu çeşitli arıza veya kazaların meydana gelmesi önlenir. Bıçak sigortalı yük kesicileri hem pano içinde hem de pano ön yüzeyinde kullanılabilir. Faz araları seperatörler ile izole edilmiştir. Yük kesici ve bağlantı kabloları sökülmeden kapak, ark hücreleri ve seperatörler değiştirilebilir.

Yük kesicinin seri olarak açılıp kapatılabilmesi için monte edildiği zemin açma kapama sırasındaki esneme ve sarsılmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Bu şart sağlandığı takdirde, yük kesiciler kullanma şekline göre pano ön yüzüne göre veya pano içine monte edilerek kullanılır.

Yük kesicilerin kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus kapağın kapatılarak yerine tam oturtulmasıdır. Kesici kapağının tam kapatılmaması durumunda, yeterli kontak teması sağlanmadığından kontak direnci büyümekte ve neticede ısınma ve enerji kayıplarının artmasına, yük kesici kullanma ömrünün azalmasına sebep olmaktadır. Kapak tam kapatıldığı takdirde kilitleme sistemi nedeniyle kendiliğinden açılmamaktadır. Şebeke girişi bağlantısı alt veya üst kontak tarafından yapılabilir.

Kullanıldığı tablo ve panolarda büyük yer tasarrufu sağlar. Sigortalı ve sigortasız tip yük şalterleri TS EN 60947-3, IEC 60947-3 ve VDE 0660 standartlarına göre, AC 23 sınıfına uygun olarak üretilmektedirler. Bu özellikleri sayesinde AC-DC sistemleri ile motor devrelerinde güvenle kullanılırlar. Yük şalteri, komple ünite içine yerleştirilmiş sabit kontak bıçakları ve kendine has kontak sisteminden oluşmuştur. Bu sistemle, kesme enerjisi kontaklar arasında bölünür. Enerjinin kontaklar arasında bölünmesi ve yük kesme hücrelerindeki ark söndürücü elemanlar sayesinde; kontak yüzeyindeki yanma en aza indirilmiştir. Yanmanın az olması kontak ömrünü uzatır. 160 A şalterlerde sürtünmeli, diğer büyük boy şalterlerde ise döner kontak sistemi vardır. Anma akım değerleri, 160-250-400-630 Amper'dir.



Resim 3.23: Yük şalteri ve döner kontak sistemi

3.3. Şalterlerin Motorlara Bağlantısının Yapımı

3.3.1. İşlem Sırası

- Alternatif akım motorunun etiketine (özelliklerine) göre şalter, sigorta, iletken seçimi yapınız.
- Şalteri, motorun yapacağı işe göre seçiniz. Şalterler enversör, açma-kapama, yıldız- üçgen, paket, dahlander, mandallı, termik vb. ile kumanda edilir. Şalterlerin seçimini ihtiyaca göre yapınız.
- Şalteri bağlayacağınız sistemin devre şemasını okuyunuz ve kumanda panosunu inceleyiniz.
- Kablo iletken uçlarını ve kumanda ve güç kablo uçlarını uygun bir şekilde keserek (çakı vb. ile), kablo pabucu ve yüksükle bağlayınız.
- Motor klemens çıkış uçlarını rakamlarla ve harflerle işaretleyiniz.

- Şalterden çıkan uçları, devre şemasına göre, motor klemensine uygun girişlere bağlayınız.
- Yaptığınız motor klemens bağlantılarını somunlarla uygun bir anahtarla sıkınız.
- Motor topraklamasını yapınız. Motordan gelen toprak iletkeni, pano toprak iletkenine doğru şekilde bağlanmalıdır. Topraklama iletkeni metal gövde vidasına bağlayınız.
- Panoya enerji vermeden önce avometre ile sistemi kontrol ediniz.
- Sistemin eksikliklerini giderip çalışır hâle getirdikten sonra dikkatli ve güvenli bir şekilde çalıştırınız

3.3.2. Dikkat Edilecek Hususlar

Şalterlerin seçiminde, motorun gücü ve çektiği akım değeri, motorun kullanım yeri gibi ölçütlerin göz önüne alınması gerekir. Motorların şalterler ile kumandası genellikle maliyetinin otomatik kumandaya göre daha az olmasından dolayı küçük güçlü motorlarda tercih edilmektedir.

MOTOR ANMA GÜCÜ		ANMA AKIMI	TERMİK AYARLAMA SINIRLARI	SİGORTA AKIM DEĞERİ	İLETKEN KESİTİ
KW	HP	Amper (A)	Amper (A)	Amper (A)	mm ²
0,75	1	1,95	1,6–2,4	6	2,5
1,1	1,5	2,85	2,2–3,3	6	2,5
1,5	2	3,8	3–4,5	10	2,5
2,2	3	5,4	4–6	10–16	2,5
3	4	7,1	5,3–8	16	2,5
4	5,5	8,8	7,3–9	16	2,5
5,5	7,5	11,7	8–12	20–25	4
7,5	10	15,6	11–16	25	4
11	15	22	12–24	35–50	4
15	20	29	20–32	50	6
18,5	25	37,5	24–45	63–80	10
22	30	43,5	24–45	63–80	10
30	40	58	32–63	80–100	16

Tablo 3.1: Motor gücüne göre sigorta ve iletken seçimi

*** Motor ve şalter bağlantılarında dikkat edilecek hususlar şunlardır:**

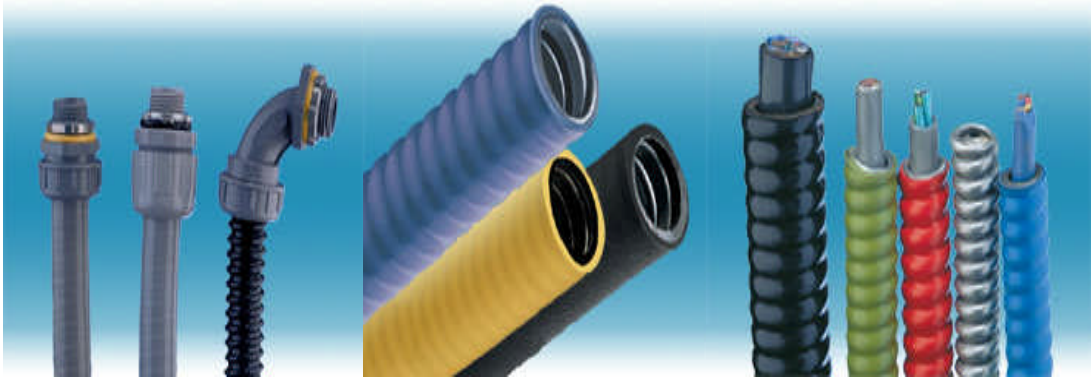
- Kullanılacak motorlara uygun özellikte şalter, kablo, sigortalar seçilmelidir.
- Şalterlerin şemalarına uygun şekilde bağlantılar yapılmalıdır (özellikle pako şalterlerde), şalterlerin ambalajlarında bağlantı şemaları bulunur. Genellikle aynı özellikte olan şalterlerin bağlantı şemaları standarttır (firmadan firmaya çok az değişiklik gösterir).
- Motor ve şalter bağlantılarında gevşek irtibat olmamasına çok dikkat edilmelidir. Gevşek irtibatlı bağlantılar tehlikeli durumların meydana gelmesine neden olabilir.
- Şalterler muhafaza kutularına monte edilmelidir (Resim 3.24. ve 3.25'e bakınız).
- Nemli, tozlu ve tehlikeli madde (patlayıcı madde vb.) bulunan yerlerde şalter ve motorların gövdesi ile kapaklarının sızdırmaz özellikte olmasına dikkat edilmelidir.
- Bağlantı kabloları eğer yerden geçirmek zorunda kalırsa mutlaka metal koruyucu spiral boru içinden geçirilmelidir, üstten geçirilecekse yine metal boru içinden geçirilerek kablo korunmalıdır (Resim 3.26'ya bakınız).
- Yıldız üçgen şalter bağlantısında, motor klemensinde bağlantı köprüsü varsa mutlaka çıkarılmalıdır ve sargı uçları doğru şekilde şaltere bağlanmalıdır.
- Motor ve şalter bağlantı devresinde mutlaka sigortalar bulunmalıdır, sigortaların gecikmeli tipte olması tercih edilmelidir.
- Bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.



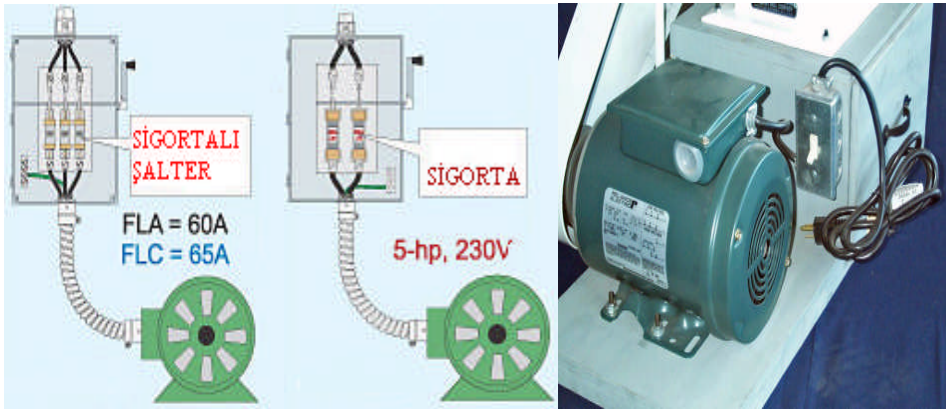
Resim 3.24: Şalter muhafaza kutuları



Resim 3.25: Pako şaltere kablo bağlantısı ve şalterlerin pano ve kutulara montajı



Resim 3.26: Kablo koruyucu spiral boru

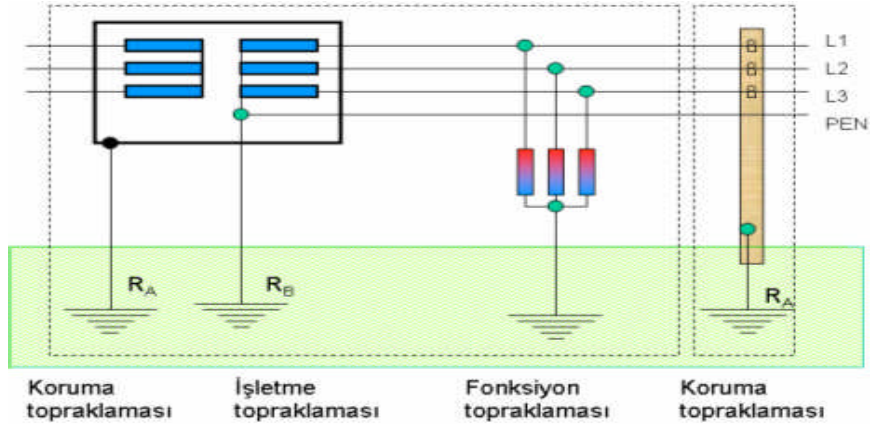


Resim 3.27: 3 fazlı ve 1 fazlı şalterlerin motorlara bağlantısı

3.4. Motor Tezgâhlarının Topraklamasını Yapma

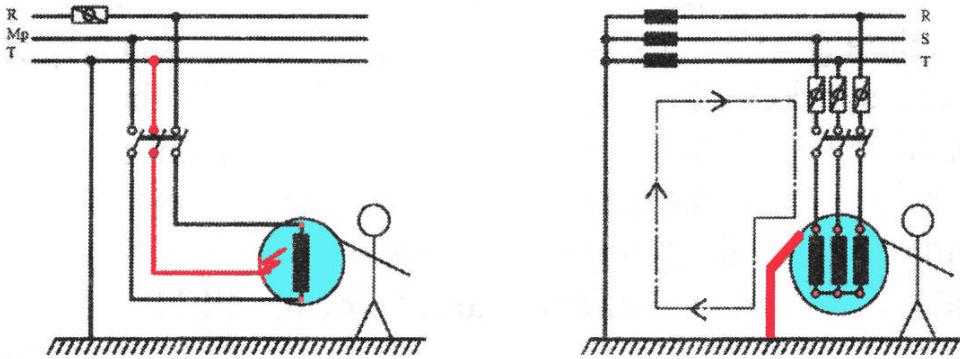
Topraklama, gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının, uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrot) bağlanmasıdır.

Topraklamanın amacı, motorları kullananların can güvenliğini sağlamak ve cihazların zarar görmesini önlemektir. Bütün elektrik makinelerinin gövdeleri, boruların madeni kısımları, kurşunlu kabloların kurşun kılıfları, tablo ve benzerlerinin metal kısımları topraklanmalıdır.



Şekil 3.28: Topraklama çeşitleri

Şekil 3.28’de görüldüğü gibi motorlar “koruma topraklaması” ile topraklanırlar. Koruma topraklaması; insanları ve canlıları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için cihazların gerilim altında olmayan metal kısımlarının (gövdelerinin) topraklanmasıdır.



Şekil 3.29: Bir fazlı ve üç fazlı motorların topraklanması

3.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği

Topraklamalar, Koruma Yöntemleri, Sigorta, Minyatür Kesici ve Kesiciler

Topraklamalar ve Koruma Yöntemleri

Madde 8-a) Topraklamalar ve endirekt temasa karşı diğer koruma yöntemleri:

Elektrik kuvvetli akım tesislerinin topraklanmasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır. Endirekt temasa karşı şebeke tiplerine göre uygulanabilecek diğer koruma yöntemleri ve şebeke tip sınıflamaları için Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilen ilgili hükümler de göz önüne alınır.

Sigorta, Minyatür Kesici ve Kesiciler

Madde 9- Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalara ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar minyatür kesiciler ve kesiciler buldukları yerde ulaşılacak en büyük kısa devre akımını güvenle kesebilecek değerde seçilmelidir. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yamanmış sigortalar kullanılmamalıdır.

Aygıtların Koruma Topraklamasına Bağlanması

Madde 18- Kuvvetli akımla çalışan metal gövdeli elektrik aygıtlarını ve koruyucu kutularını topraklama iletkenine bağlamak için bir düzen bulunmalıdır.

3.6. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği

İlgili yönetmelik maddeleri şunlardır:

Madde 49

b. Elektrik makinelerine ait bağlantılar,

b.1. Elektrik makinelerine ilişkin bağlantılar, çalışma sırasında meydana gelecek titreşimlere dayanıklı biçimde seçilmeli ve yapılmalıdır.


b.2. Metal hortumlar (spiral hortum) , işletme gereği hareket eden makinelerde bir damarlı yalıtılmış iletkenlerle lastik yalıtkanlı kordonların korunması amacıyla kullanılamaz.

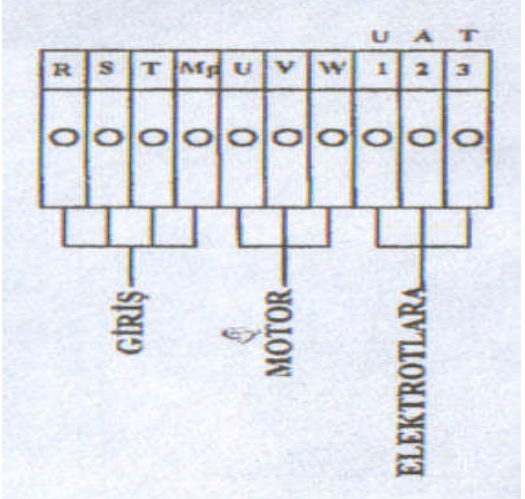
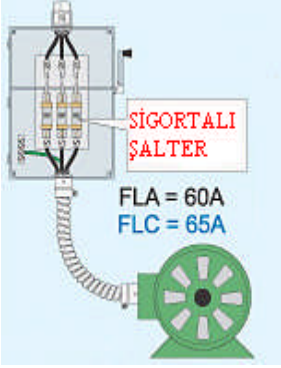
c. Özellikle sürekli olarak denetim altında bulundurulmayan elektrik makineleri aşırı ısınmalara karşı korunmuş olmalıdır. Bu koruma, uygun bir yapıyla ya da otomatik koruma düzenleri (motor koruma anahtarları) kullanılarak yapılabilir.

d. Sabit tesislerde iletkenlerin mekanik etkilerle zedelenmemesi sağlanacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

- (0-1) paket şalterle 1 fazlı asenkron motorun çalıştırılmasını aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak yapınız.
- Üç fazlı asenkron motorun ileri geri çalışmasını paket şalter ile aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Alternatif akım motorlarını seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.➤ İhtiyaca uygun alternatif akım motorunu seçiniz. Bu seçimi yaparken motorun ekonomik, güvenli ve dayanıklı olmasına, Türk ve Dünya Standartlarına uygunluğuna dikkat ediniz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şalter çeşitlerini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız motorun anma akımına uygun şalteri seçiniz.➤ Kullanacağınız şalterin bağlantı diyagramını temin ediniz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.➤ Sabırlı olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şalterlerin yerine montajını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Motoru monte edeceğimiz yeri hazırlayınız ve motoru kaide üzerine yerleştiriniz.➤ Panoyu devre şemasına uygun hazırlayınız.➤ Kablo yalıtkanlarını uygun yöntemle açınız ve kablo ucunun fazla açılmamasına dikkat ediniz.➤ Güç ve kumanda kablolarını motor çıkış klemenslerine takınız ve yerlerini rakam yada sembollerle belirleyiniz.➤ İletkenleri çıkış klemensine bağlayınız.

	
<p>➤ Şalterlerin motorlara bağlantısını yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panonun klemens çıkış iletken bağlantısı ➤ Motor klemens kapağını açınız. L1, L2, L3 kablo uçlarını motor klemensindeki U, V, W uçlarına bağlayınız. ➤ Topraklama iletkenini gövdeye bağlamayı unutmayınız. ➤ Bağlantılarınızda gevşek irtibat olmamasına dikkat ediniz. ➤ İşlemlerinizde uygun el ve güç aletlerini kullanınız. ➤ Sistemi hazırladıktan sonra sonkez gerekli kontrolleri ve ölçümleri gözden geçiriniz ve motoru çalıştırınız. ➤ Motor çalışırken akım ve gerilim değerlerini pens ampermetre ve voltmetre ile ölçüp, kontrol ediniz. ➤ Bağlantılarınızı enerji altında kesinlikle yapmayınız.

! Şalterlerin motorlara bağlantılarında en çok kullanılan kablolar NVV ve H05VV-F tipindeki kablolardır. Aşağıda bu kabloların özellikleri görülmektedir. Kablo kesitleri motor akımına uygun olarak seçilmelidir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Alternatif akım motorlarını doğru olarak seçebildiniz mi?		
Şalter çeşitlerini seçebildiniz mi?		
Şalterleri yerine montajını yapabildiniz mi?		
Şalterlerin motorlara bağlantısını yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir eksen etrafında dönebilen, art arda dizilmiş birkaç dilimden oluşan çok konumlu şalterlere denir
2. Rotorun devir sayısı, döner alan devir sayısından küçük yada büyük ise bu tür makinelere denir.
3. Şalterlerin motorlara bağlantılarında en çok kullanılan kablolar tipindeki kablolardır. Kablo kesitleri motor uygun olarak seçilmelidir.
4. Termik manyetik şalterlerde oluşan ark vasıtasıyla söndürülür.
5. Termik manyetik şalterlereşalter de denilmektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak; kuvvet tesisatı aydınlatmasını hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken araştırmalar şunlardır:

- Yeni nesil aydınlatma armatür çeşitlerini araştırınız.
- Çevrenizde kuvvet tesisatı aydınlatma bağlantılarının yapıldığı yerleri inceleyiniz
- Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği'nde yer alan “Aydınlatma Aygıtları ve Bunlara Ait Donanımlar” hakkındaki yönetmelik maddelerini araştırınız.

Çevrenizdeki elektrikçilere başvurarak aydınlatma armatür bağlantıları ile ilgili bilgiler alınız. Atölye iç aydınlatma armatür bağlantılarının yapıldığı yerleri inceleyiniz. Araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz. Raporunuzu arkadaşlarınızla tartışarak sununuz.

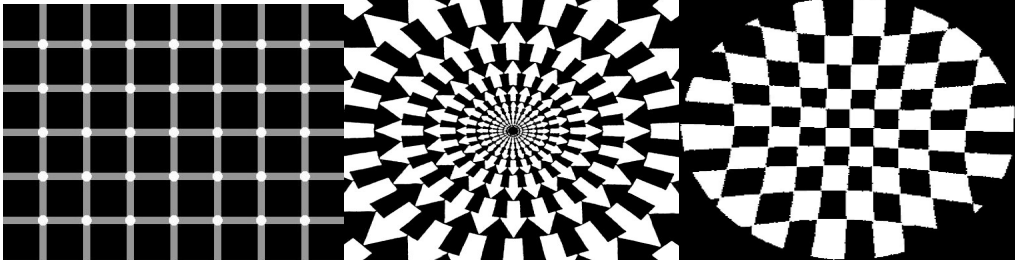
4. KUVVET TESİSİ AYDINLATMASI

4.1. Stroboskobik (Göz Yanılması) Olayı

4.1.1. Tanımı

Alternatif akım devrelerinde çalışan her lamba, alternatif akımın periyodik karakteristiğine uygun olarak değişen bir ışık akısı verir. 50 Hz'lik bir alternatif akımda ışık saniyede 100 kez sıfır değeri ile en büyük değer arasında değişir. Floresan lambalar ile dönen makineler aynı fazda çalışıyorlarsa, floresan lambasının ışığı altında bulunan dönen makineler insana duruyor veya ters dönüyor gibi görünür. Diğer bir etkisi ise, görüş alanı içinde bulunan hareket eden bir cismin hareketi sıçramalı gibi görünür. Bu iki etkiye stroboskobik etki denir.

Sanayi tesislerinde floresan lâmbayla aydınlatma yapılıyorsa besleme mutlaka **üç faz** ile yapılmalıdır. Tek faz ile aydınlatma yapıldığında dönen cisimler duruyormuş gibi görünür. Göz yanılması olarak nitelenen duruma **stroboskobik olay** denir.



Şekil 4.1: Gözün yanıltması

4.1.2. Oluş Nedeni

Floresan fosforların verdiği ışık daha sürekli bir özelliğe sahiptir ve akımın değişmesi sırasında ışık akısı fazla değişmemektedir. Bu özellik lambadan lambaya değişir. Stroboskopik etki mavi ışıklı lambalarda çok belirli, beyaz ışıklı lambalarda daha az belirlidir. Flemanlı lambalarda da bir miktar stroboskopik etki vardır.

4.1.3. Önleme Yöntemleri

Makineler ile bunların hareket eden parçalarının aydınlatılmasında ve bu gibi makinelerin çalıştığı işletme yerlerinin aydınlatılmasında ışıksal görüntü yanıltmalarını (stroboskopik etkileri) önlemek için örneğin, uygun lamba seçme, faz kaydırıcı kondansatörlü dekalörlü balast kullanma ya da üç fazlı besleme gibi tedbirler alınmalıdır.

Floresan tüplü tesislerde bir yerin aydınlatılması için alternatif akımla çalışan birden fazla tüp kullanıldığında ışıksal görüntü yanıltmaları en az olacak biçimde dekalörlü balast ya da çok fazlı bir besleme biçimi kullanılması önerilir.

Bir lamba olarak devreye bağlanan floresan lambaların stroboskopik etkisini azaltmak çok güçtür. Fakat aynı bant içinde iki veya daha fazla floresan lamba var ise veya floresan lambalar birbirine çok yakın olarak yerleştirilmiş ise, bir lambanın akımını diğerine göre faz bakımından kaydırmakla stroboskopik etki azaltılabilir. İki lambalı bantlarda bu iş lambalardan birinin balastına bir kondansatör bağlamak ve akımın fazını 90° kaydırmakla sağlanabilir. Böylece bir lamba en çok ışık verirken diğeri az ışık verici duruma geçmektedir.

Atölyelerin aydınlatılmasında floresan lamba kullanıldığında aynı bant içinde bulunan lambalar değişik fazlardan beslenmelidir.

4.2. Atölye İç Aydınlatma Armatürleri

4.2.1. Tanımı ve Görevi

Aydınlatma; ışığın üretimi, dağıtımı, verimi ve insan üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.

Aydınlatmada amaç: İçerisinde bulunulan ortamın veya üzerinde çalışılan işin tüm ayrıntılarını algılayabilmek ve görüşü zorlanmadan uzun süre koruyabilmektir.

Aydınlatmada kullanılan elemanlara genel olarak aydınlatma aygıtı (armatür) denilmektedir. Armatür, ışığı oluşturan kaynak ile bu kaynaktan çıkan ışığı estetik ve konfora uygun olarak yönlendiren elektriksel, mekanik parçaları içerir.

Aydınlatmada kullanılan armatürlerin ışık dağılım özellikleri önemlidir. Atölyelerin özelliğine göre yapılacak aydınlatma direkt, yarı direkt, eşit dağılımlı, yarı endirekt ve endirekt olabilir. İşyeri aydınlatılma metodu, dekorasyon ile de ilişkilidir.

Armatürlerde ışık ne şekilde yönlense yönlensin göz kamaştırmamalıdır. Görmede yorgunluk, baş ağrıları ve önemli kazalara sebep olabilir.

Oluşturulan aydınlatma sonucunda gölge oluşması, aydınlatılan işyerinde ışık dağılımının zayıf olduğunu gösterir. Bunun için atölyelerin birkaç noktadan, gölge meydana gelmeyecek şekilde aydınlatılması faydalı olur. Bu çalışmada rahatlık ve en az yorulmayı sağlar. Endüstride binadaki eşit olmayan aydınlatmalar önemli iş kazalarına sebep olmaktadır.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında aydınlığın yeterli olmayışı, hemen hemen bütün alanlarda, çalışma hızının düşmesi, hatalı imalatın artması (malzeme ve enerji israfının artması), iş hastalıkları ve iş kazalarının artması, kaliteli işçilerin kısa sürede yıpranması ve benzeri sonuçlarla, genel olarak, randımanın ve kalitenin düşüklüğünün önemli nedenlerinden birini teşkil etmektedir.

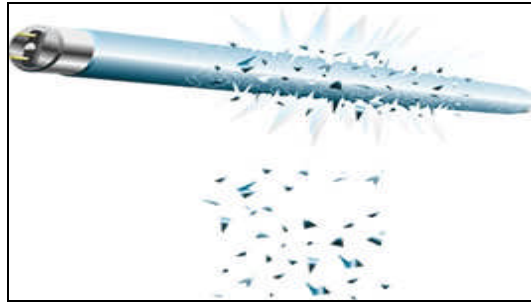
Gereğinden fazla aydınlığın ise, nitelik bakımından, tekniğine uygun olmak şartıyla, aşırı yüksek değerlere ulaşılmadıkça, aydınlatma giderlerinin artmasından başka sakıncası olmamaktadır.



Resim 4.1: Bir atölyenin iç aydınlatması

4.2.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Prensipleri

İyi bir aydınlatma yapabilmek için, aydınlatma şiddeti, aydınlatma şekli ne kadar önemli ise tesiste kullanılacak armatürlerin seçimi de o kadar önemlidir. Aydınlatma tesislerinde kullanılan armatürler Bayındırlık Bakanlığınca belirlenmiş ve özellikleri saptanmıştır. Armatür tipleri harflerle sembolize edilmiştir. Proje üzerinde de harflerle gösterilir. Akkor telli (enkandesen) lambalar, kompakt floresan lambalar, tüp floresan lambalar, yüksek basınçlı civa buharlı lambalar, metal halojen lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar gibi çeşitleri mevcuttur. Biz bunlardan en çok kullanılanlarını inceleyeceğiz.



Resim 4.2: Kırıldığında dağılmayan özel teflon kaplı floresan lamba

4.2.2.1. Floresan Armatürler

Floresan armatürler, atölye aydınlatmalarında çok kullanılan bir çeşittir (Resim 4.3). Tek olarak sıralı bir şekilde kullanıldığı gibi grup olarak da kullanılmaktadır. Lamba devresinde floresan tüp, balast, starter ve soketler bulunmaktadır (Resim 4.4).



Resim 4.3: Floresan armatürler

Floresan lamba tüp Őeklinde yapılmıŐtır. Tüpün ić yüzeyi ıŐık vermeyi saėlayan bir madde ile kaplanmış, alćak basınćlı, civa buharlı lambadır. Floresan lambalar TS 183'e göre yapılırlar. Starter, floresan lambayı ćalıŐtırmak amacıyla, ön ısıtma devresini aćan ve kapayan bir düzendir.

Balast, floresan lambaların akımını ayarlamak veya belirli bir değerde tutmak üzere elektrik kaynağı ile lamba arasına bağlanan bir araćtır. Balast, floresan lamba devresine seri bağlanan bir Őok bobinidir. Őebeke geriliminin hemen hemen yarısı değerinde bir gerilim düŐümüne neden olur.

Bir floresan armatürde iki soket (lamba duyu) vardır. Soketlerin birinde, hem tüpün fleman ućlarının (iğnelerinin) girebileceği yuvalar hem de starterin takılabileceği yuva vardır.



Resim 4.4: Floresan armatrn parćaları

➤ Floresan lambanın zellikleri Şunlardır:

a. stnlkleri

- Etkinlik faktörü büyüktür
- Kullanılışı ucuzdur.
- Fazla ısınmaz.
- Yüksek aydınlıklar elde etmeye elverişlidir.
- Reflektörsüz kullanılırsa bile fazla göz kamaŐtırmaz.

b. Sakıncaları

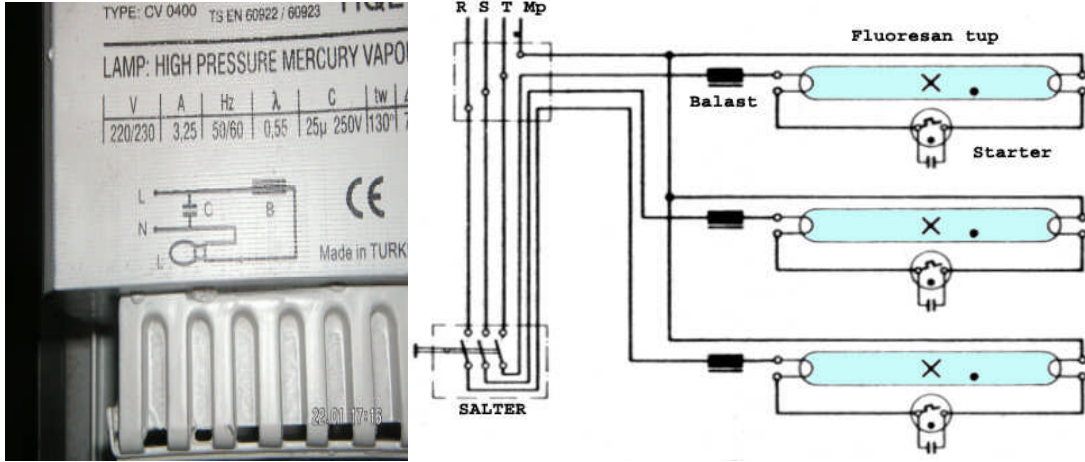
- Birden bire ışık vermezler.
- Bağlantısı zordur.
- Yardımcı araćlara gereksinim duyulur.
- Kuruluş masrafı fazladır.
- Verdikleri ışığa göre boyları büyüktür.

c. Kullanıldığı Yerler

- Reflektörsüz (yansıtıcı aydınlatma aracı) olarak kullanılmaları uygun değildir. Reflektör içine ikili veya üçlü takılmaları iyi sonuç verir.
- Sıcak renkleri 250 Lüks ve soğuk renkleri 400 Lüks'ten fazla aydınlıklar için kullanmak gerekir.
- Yeterli ve iyi bir aydınlığa gereksinim duyulan okul, büro, atölye gibi yerler için uygundur.

Floresan armatürün üç fazlı sisteme bağlantı şekli

Floresan armatürlerde iç bağlantı şekli balast üzerinde gösterilmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Floresan lambanın üç fazlı şebekeye bağlanması ve balast üzerindeki bağlantı şeklinin gösterilmesi

4.2.2.2. Civa Buharlı Armatürler

Civa buharlı lambaların yapısı prensip olarak sodyum buharlı lambaya benzemektedir. Yüksek basınçlı civa buharlı lambalar ve telli (flemalı) civa buharlı lambalar olarak iki şekilde yapılırlar.

Yüksek basınçlı civa buharlı boşalmalı lamba, yüksek basınçlı (1 Atm dolaylarında) civa buharı içinde meydana gelen elektrik boşalması ve dış ampulün iç yüzeyini kaplayan floresan ve yarı saydam bir maddenin ışıltılması ile ışık veren bir lambadır.



Resim 4.5: Civa buharlı armatür ve lambası

* Yüksek basınçlı civa buharlı boşalmalı lambaların özellikleri şunlardır:

a. Üstünlükleri

- Işık etkinliği fazladır.
- Ömrü uzundur.
- Verdiği ışığa göre lamba boyutları fazla büyük değildir.
- Kullanışı ucuzdur.

b. Sakıncaları

- Yanma süresi uzundur (devresi kapatıldıktan 4-5 dakika sonra tam ışığını verir).
- Bağlantısı zordur.
- Her rengi ve özellikle kırmızıya bakan

c. Kullanış özellikleri

- Yüksek tavanlı yerlerde özel yansıtıcılarla kullanılması iyi sonuç verir.
- Rengin önemi olmayan yerlerde ve özellikle depo, hangar ve benzeri yerlerde kullanılması uygundur.
- Yüzme havuzları, park, bahçe ve ağaçlıklı yerlerin dolaylı aydınlatılması için elverişlidir.
- Yol ve caddelerin aydınlatılması için çok elverişlidir.

Telli (flemanlı) civa buharlı lambaların özellikleri şunlardır:

a.Üstünlükleri

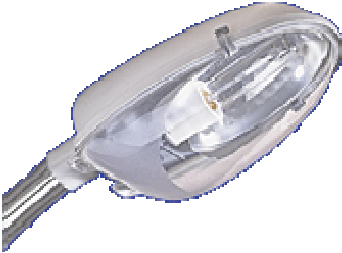
- Bağlantısı kolaydır, yardımcı araçlara gereksinim duyulmaz.
- Akkor flemanlı lambaların yerine takılabilir.

b.Sakıncaları

- Söndürüldükten sonra tekrar yanması için 4-5 dakika beklemek gerekir.
- Çoğu renkleri iyi göstermez.

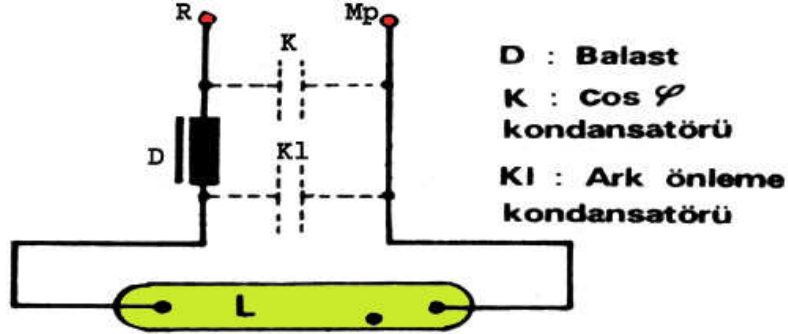
c. Kullanış özellikleri

- Akkor flemanlı lambalara göre yapılmış eski tesisatları değiştirmeden ışık takviyesi için uygundur.
- Atelye, depo, hangarlarda ve rengin önemli olmadığı yüksek tavanlı yerlerde özel reflektörlerle kullanılır. Toz ve suya karşı silikon conta ile donatılı, IP 65 koruma sınıfında ve alüminyumdur.
- Armatürün kullanıldığı yerler: Caddeler, çevre aydınlatmaları, gezinti yolları vb.



Resim 4.6: Sokak aydınlatma armatürünün darbeye, kırılmaya ve yüksek ısıya dayanıklı olması

Civa buharlı lambaların devreye bağlanış şekli



Şekil 4.3: Civa buharlı lambanın bağlanışı

4.2.2.3. Sodyum Buharlı Armatürler

Sodyum buharlı lambalar, sıcak katotlu, alçak basınçlı ve alçak gerilimle çalışan deşarj lambalarıdır. Yani, sodyum buharı içinde meydana gelen elektrik boşalması ile ışık veren alçak basınçlı (0,001 Atm'den az) bir lambadır. Bir balast ile devreye bağlanması gerekir. Lambanın tutuşma gerilimi 220 V kararlı çalışma gerilimi 50-60 V'tur. Gerilim farkı balastta oluşur. Balast hem akım sınırlayıcı hem de kararlı çalışmayı sağlar. Armatür camı, elyaf katkılı polyester malzemeden imal edilmiştir.

Balast; besleme kaynağı ile bir veya birkaç boşalmalı lamba arasına bağlanan ve başlıca görevi lamba ve lambaların akımını gereken değere ayarlamak için kullanılan bir aygittir. Sodyum buharlı lambalar TS 897 ve balastları TS 898'e göre yapılırlar.



Resim 4.7: Sodyum buharlı endüstriyel aydınlatma armatürleri

Sodyum Buharlı lambaların özellikleri şunlardır:

b.Sakıncaları

- İlk tesis kuruluşu pahalıdır.
- Renklerin ayırt edilmesine imkân vermez.
- Rengi sarıdır.

a.Üstünlükleri

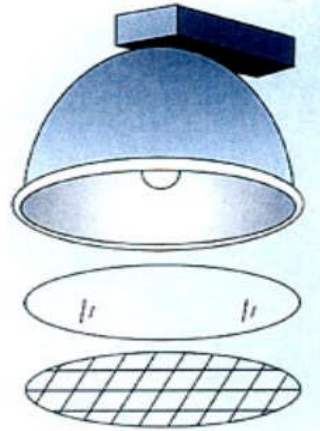
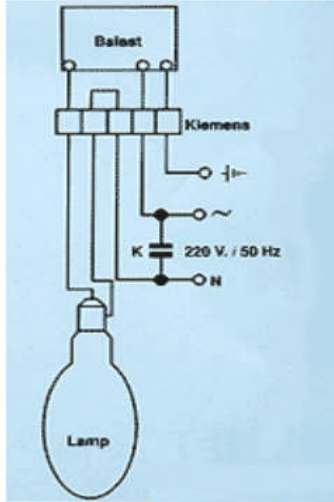
- Işık etkinliği en fazla olan ışık kaynağıdır.
- Ömrü uzundur
- Kullanılışı ucuzdur.

c. Kullanıldığı Yerler

Açık yerlerde veya havası dumanlı, buharlı ve tozlu olan yerlerde
Çok sisli yerlerdeki yollarda ve yol kavşaklarında, kent aydınlatma, yaya geçitleri, limanlarda

Sarıya bakan renklerdeki yapıların dış ışıklandırılmasında. otoyol ve sanayi bölgelerinde

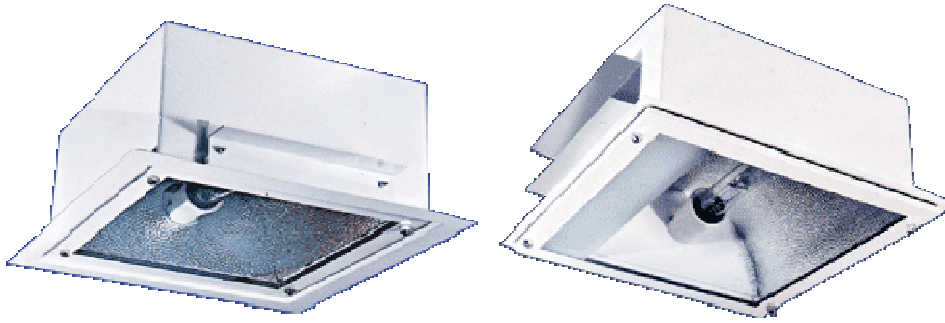
Sodyum buharlı lambaların devreye bağlanış şekli (Şekil 4.4)



Şekil 4.4: Sodyum buharlı lambanın bağlantı şekli armatürün kısımları

4.2.2.4. Metal Buharlı Armatürler

Armatürlerin gövdesi 1 mm DKP sactan imal edilmiştir. Üzeri elektrostatik boya ile kaplanmıştır. Reflektörler parlak anodize edilmiş alüminyumdan imal edilmiştir. Toza ve suya karşı korumalıdır. Yüksek ısı ve darbeye karşı dayanıklı cam kullanılmaktadır.



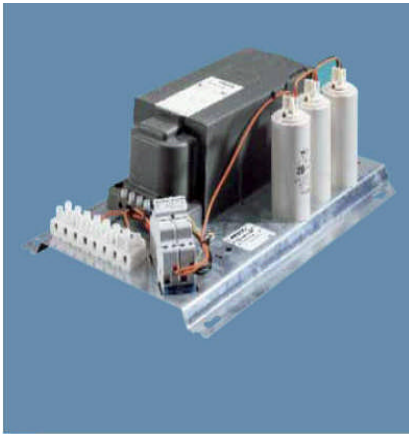
Resim 4.8: Metal buharlı armatürler

Kullanım Yerleri:

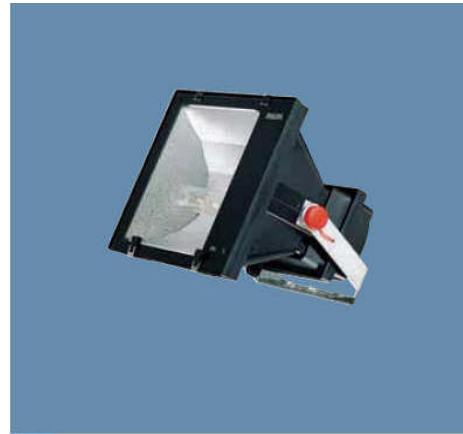
- Benzin istasyonlarının kanopi tavanlarında, yüksek tavanlı atölyelerde vb.
- Bu armatürlerin bağlantı şekilleri ignitör üzerinde ve balast üzerinde belirtilir (Resim 4.9).



Resim 4.9: Metal halide lambada kullanılan ignitör ve lambanın bağlantı şekli



Resim 4.10: Metal halide ampulü çalıştıran



Resim 4.11: Metal halide takılı armatür iç bağlantı elemanları



Resim 4.12: Armatürdeki bağlantı elemanlarının yeri

4.3. Atölye İç Aydınlatma Armatür Kontrol Elemanları

Atölyelerdeki armatürler, değişik malzemelerle kontrol edilerek çalıştırıp kapatılmaktadır.

4.3.1. Anahtarlar

Bir elektrik devresini açıp kapamaya yarayan, el ile kumanda edilen devre elemanlarına anahtar denmektedir. Anahtarlar 10 Amper'e kadar ve 220 Volt'u geçmeyen gerilimlere kadar elektrik tesisat devrelerinin kumandasında kullanılmaktadır.

4.3.2. Anahtarlı Otomatik Sigortalar (W Otomatlar)

Bu anahtarlı otomatik sigortalar, özellikle büyük atelyelerdeki aydınlatma armatür gruplarının kontrolünde kullanılmaktadır (Resim 4.13). Hem oluşacak kısa devrelerde anında devrenin akımını keserek koruma işlevi görmekte hem de lamba gruplarının kontrolü için kullanılmaktadır.



Resim 4.13: Anahtarlı otomatik sigortalar

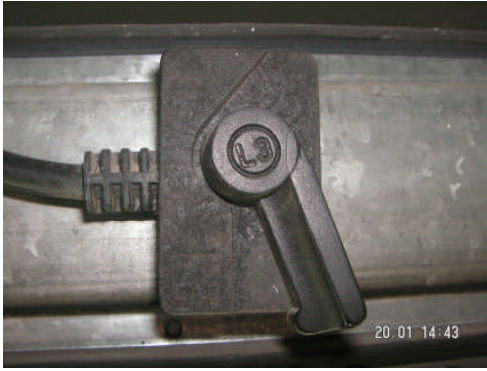
Resim 4.14: Üç kutuplu otomatik sigortalar

Üç faz hattına bölünerek bağlanan floresan lamba grupları (üç fazlı aydınlatma aygıtları) için üç kutbu birden açılıp kapanan anahtarlar kullanılmalıdır (Resim 4.15). Bu durumda üç fazlı akım devresinin iletkenleri bir boru içinde hep birlikte çekilmeli ya da çok damarlı yalıtılmış bir iletkenin damarları bu amaçla kullanılmalıdır.

Anahtarlı otomatik sigortalar pano içerisine monte edilirler. Anahtarları sayesinde bağlı buldukları devrenin kolayca açılıp kapatılmasını sağlarlar. Herhangi bir arıza durumunda sigorta otomatik olarak atarak, anahtar mandalı aşağı düşer ve armatürlerin enerjisinin kesilmesini sağlar.

4.3.3. Bus-Bar Sistemlerine Ait Anahtarlar

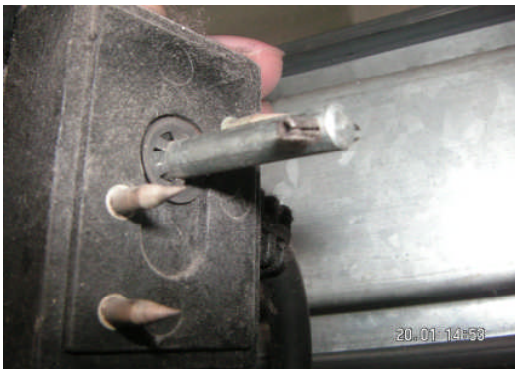
Bus-bar sistemlerinde kanallar boyunca yerleştirilen yuvalarına takılarak bağlı bulunduğu armatürün kontrolünde kullanılan bir aygıttır (Resim 4.15-4.16-4.17-4.18).



Resim 4.15: Bus-bar sisteminde armatürü kontrol eden bir anahtar



Resim 4.16: Bus-bar anahtarının takıldığı yuva



Resim 4.17: Bus-bar anahtarının ön kısmı (kontakları)



Resim 4.18: Bus-bar anahtarının yuvaya takılması

4.4. Atölye Aydınlatması Yapımı

4.4.1. İşlem Sırası

Bir atölyenin iç aydınlatmasının yapımında şu işlem sırası takip edilmelidir:

- Atölyenin Mimari ve Elektrik Kuvvet Tesisat Projeleri Hazırlanır
 - Atelye aydınlatılmasında mümkün mertebe, masrafsız genel aydınlatmadan (gün ışığı) yararlanmak istenir. Bu da atelyenin mimari planı ile alakalıdır. Elektrik aydınlatma projelerinde mimari plan göz önünde tutularak, armatürlerin yerleri tespit edilir. Armatürlerin yerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır.
 - Çalışma yeri veya çalışılan cismin üzerine rahatsız edici gölge düşmemesi için çalışma yeri aydınlatması veya çalışma yerine yönelik genel aydınlatma mümkünse soldan yapılmalıdır.
- **Atölyenin işletme şartlarına göre kablo döşeme yöntemi belirlenir.** Bu durum mimari ve elektrik kuvvet tesisatı çiziminde dikkate alınır.
 - Elektrik hatları yerine göre duvarda, tavanda veya döşemede betona gömülü veya sıva altı tesis edilebilir.
- Projede belirlenen kesitlerdeki kablo ve kanal döşemesi yapılır.
 - Atelyede uygulanacak tesisat modeli belirlendikten sonra kablo çekimi gerçekleştirilir. Kablo çekimi yönetmeliklere uygun olarak yapılmalıdır.

Sıva üstü tesisatlarda;

- Kroşelerin yerleri belirlenir ve matkapla kroşeler duvara monte edilir.
- Kablolar düzgün bir şekilde açılır ve duvar veya tavana monte edilir. Kroşe kapakları kapatılır.

Bus-bar sisteminde;

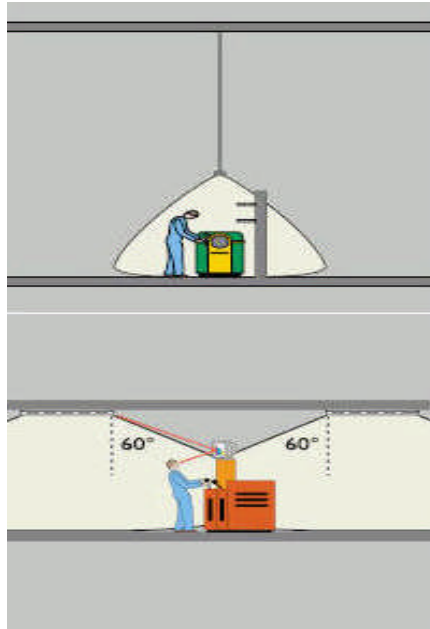
- Sistemin içerisinde kablolar döşeli olduğundan yalnızca, ana kontrol elemanlarından gelen enerji girişi, sistemin besleme ünitesine kadar yapılır.

Kanal sistemi ile döşemede ise;

- Kablolar kanallar içerisinde döşenir, klipslerle tutturularak hareket etmesi önlenir.
- Hatlar mekanik yıpranmalara karşı uygun yerlere döşenerek ya da elverişli örtü ve kılıflar kullanılarak korunmalıdır. El ile ulaşılabilen uzaklıklar içinde döşenen iletkenler mekanik darbelere karşı her zaman koruyucu kılıflı olarak ya da boru içinde çekilmelidir (Elektrik işletme yerleri ve kuvvetli akım hava hatları bu hükmün dışındadır.).
- Atelye iç armatürlerinin ve armatür kontrol elemanlarının montajı yapılır.
 - Armatür aydınlatma kontrol elemanlarının montajında önce takılacakları yerler belirlenir. Matkapla delme işlemi yapılır ve dübeller takılır. Kontrol elemanları monte edilir ve kablo bağlantısının yapılmasına hazır hâle getirilir.
- Tesisatın son kontrolleri yapılarak işletmeye alınır.

4.4.2. Dikkat Edilecek Hususlar

- Montajda Dikkat Edilecek Hususlar
 - Aydınlatma tesislerinde yürürlükteki standartlara uygun aydınlatma aygıtları (armatürler) ve donanımlar kullanılmalıdır.
 - Aydınlatma tesislerinde 250 V'tan yüksek şebeke gerilimi kullanılmamalıdır.
 - Anahtardan geçerek armatür duyuna gelen faz iletkeni her zaman duyun iç (orta) kontağına bağlanmalıdır. Ters bağlama belirlenirse tesise elektrik verilmemelidir.
 - Aydınlatma aygıtlarında faz ve nötr iletkenleri olarak yalıtılmış iletkenler kullanılmalıdır. Aygıtların metal parçaları nötr iletkeni olarak kullanılmamalıdır.
 - Duylar aydınlatma aygıtlarına ampuller çıkarılıp takılırken dönmeyecek biçimde tutturulmalıdır.
 - Aydınlatma aygıtları hareket ettiklerinde iletkenleri zedelemeyecek biçimde takılmalıdır.
 - İletkenlerin geçirilmesi için bırakılan boşluklar, tellerin kolayca ve yalıtkanların zedelenmeden geçmesini sağlayacak biçimde olmalıdır. Bu boşluklardan birkaç lambanın akım devresi iletkenleri birlikte geçirilebilir.
 - Aydınlatma aygıtlarının askı düzenleri, örneğin tavan kancaları en az 10 kg olmak üzere asılacak aygıt ağırlığının 5 katının herhangi bir biçim değişikliğine uğramadan taşıyabilmelidir.



Şekil 4.5: Armatür konumu

- Sıva altı tesislerde apliklere gelen iletkenler duvar kutularında (buvatlar) sona ermelidir. Tamamlanmış döşemeden 230 cm yüksekliğe kadar tesis edilen aplik sortileri koruma iletkenli olmalı, yapıda koruma topraklaması yoksa sıfırlanmalıdır.
- Aydınlatma aygıtlarının içine çekilen iletkenler ısıya dayanıklı olmalıdır.
- Armatürlerin seçilmesinde, kullanma amacına uygunluğu, suya ya da toza karşı korunma düzeni bulunması ve ortam sıcaklığına dayanıklılığı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Sabit aydınlatma aygıtları, besleme hatlarına bu aygıtlara ait klemensler ile fiş-priz düzenleri ile ya da doğrudan doğruya bağlanabilir.
- Aydınlatma aygıtları, çıkardıkları ısı kendi içlerindeki ve yakınlarındaki cisimlere zarar vermeyecek biçimde tesis edilmelidir.
- Sıva altı, sıva üstü ve etanş tesislerde zorunlu olmadıkça lambadan lambaya geçiş yapılmamalıdır.
- Dekoratif amaçla zorunlu durumlarda (mimari gereği vb.) lüktür klemens vb. gibi uygun düzenler kullanılarak lambadan lambaya geçiş yapılabilir.
- Gazlı boşalma lambalarında (floresan, cıva buharlı, sodyum buharlı vb.) kullanılan tüm balastlar kondansatörlü olmalıdır.
- Floresan tüplü tesislerde bir yerin aydınlatılması için alternatif akımla çalışan birden fazla tüp kullanıldığında ışıksal görüntü yanılmaları en az olacak biçimde dekalörlü balast ya da çok fazlı bir besleme biçimi kullanılması tavsiye edilir.
- Üç faz hattına bölünerek bağlanan floresan lamba grupları (üç fazlı aydınlatma aygıtları) için üç kutbu birden açılıp kapanan anahtarlar kullanılmalıdır. Bu durumda üç fazlı akım devresinin iletkenleri bir boru içinde hep birlikte çekilmeli ya da çok damarlı yalıtılmış bir iletkenin damarları bu amaçla kullanılmalıdır.
- Armatürler ya da dağıtım tabloları içine konulmayan balastlar, transformatör ve dirençler toza ve dokunmaya karşı bir muhafaza ile korunmalıdır.

➤ **Kabloların Çekilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar**

- İletkenlerin korunma biçimi, bağlantı yerlerinde de sürdürülmelidir.
- Döşeme geçişlerinde olduğu gibi, fazla tehlike söz konusu olan yerlerde termoplastik boru, çelik boru ya da koruncaklar (muhafazalar) içinden geçirilmelidir. Yalnızca elektrik hatlarının çekilmesi için kullanılmayan, içine girilebilen kanallarda ve yapı aydınlıkları gibi yerlerde iletkenler ancak düzenli olarak yerleştirilirse ve zararlı etkilere açık olmazlarsa döşenebilirler.
- Sıva içinde ve altında çekilen hatlar el ulaşma alanları dışında ve mekanik bakımdan korunmuş sayılırlar. Tavan ve duvar boşluklarından geçirilen hatlar mekanik etkilere karşı ayrıca korunmalıdır.

- Duvarlara tesis edilen hatlar sıva altına tesis edilirse geçiş yerlerinin kestirilmesini sağlayacak şekilde anahtar, priz, aydınlatma sortisi, buat, tablo ve benzeri hizalarında yatay ve düşey olarak tesis edilmelidir. Duvarlara döşemelere ve tavanlara tesis edilen hatlar, betona gömülü iseler bunların güzergâhı için yalnızca ekonomiklik ve tesis kolaylığı düşünülmelidir. Yapıların içerisindeki bacaların duvarları üzerinden herhangi bir elektrik tesisi geçirilmemelidir.
- Boru içinde bir damarlı iletkenler kullanılacaksa, bir boru içine yalnızca bir ana akım devresinin iletkenleri ile bu devreye ait yardımcı akım devrelerinin iletkenleri yerleştirilebilirler.
- Elektrik işletme yerleri ve kilitli elektrik işletme yerleri bu hükmün dışındadır.
- Çok damarlı yalıtılmış iletken ya da kablo içinde, birden çok ana akım devresi ve bu devrelere ait yardımcı devreler birlikte bulunabilirler.
- Yardımcı akım devreleri ana akım devrelerinden ayrı olarak çekilecekse; birden çok yardımcı akım devresinin iletkenleri çok damarlı iletkenler kullanıldığında bir boru içerisine birlikte çekilebilirler.
- Küçük gerilimli devrelerin iletkenleri bir arada çekilecekse; en büyük işletme gerilimine uygun kablolar ve iletkenler kullanılmalıdır.
- Farklı linje ve kolon devrelerine ait iletkenler ayrı borulardan geçirilemez. Üç fazın iletkenleri aynı boru içinden geçirilebilir.
- Birden fazla ana akım devresi için ortak sıfır iletkeni ya da orta iletken düzenlenemez.
- Fakat baralı tablolarda sıfır iletkeninin ya da orta iletkeninin kesiti faz iletkenlerinin toplam kesitine eşit olduğunda buna izin verilir.
- İletkenler kesilmeksizin bir geçiş kutusundan geçirilecekse; birden fazla akım devresi için ortak geçiş kutuları kullanılabilir.

➤ Kablo Bağlantılarının Yapımında Dikkat Edilecek Hususlar

- İletkenlerin bağlanması borulu tesislerde ancak kutular içinde yapılabilir.
- Çok damarlı yalıtılmış iletkenler ya da kablolarla yapılmış tesislerde ancak; kutular ya da ek kutular (muflar) içinde yapılabilir.
- Bağlantı ve çok parçaları bağlanacak ya da eklenecek iletkenlerin sayı ve kesitleri uygun nitelikte ol.
- Ekler duvarlarda 60 mm derinlikte olmak şartıyla kasalarda, tavanlarda ise armatür veya armatüre ilişkin elemanlarla gizlenmiş kutular (buatlar) içinde yapılabilir. Bu ekler kesinlikle klemensler ile yapılmalıdır. Anahtar ve priz uçları ek amacıyla kullanılmamalıdır.
- Kasalar ve butonların içine su sızması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Bükülebilen iletkenlerin tüm bağlantıları, geçici olarak konulan elektrik işletme araçlarında da hatasız ve özenle yapılmalıdır.

- Bükülebilen iletkenlere bağlantı noktalarında çekme ve kayma kuvveti gelmemelidir. İletken kılıflarının kaymaması ve iletken damarlarının dönmemesi sağlanmalıdır.
- İletkenlerin giriş yerlerinde kıvrılarak zedelenmesi, uygun tedbirlerle örneğin giriş yerinin yuvarlaklaştırılması ya da ağızlıklarla önlenmelidir. İletkenlerde kuş gözü meydana gelmesi ve iletkenlerin işletme araçlarına sabit olarak bağlanmasına izin verilmez.
- Çok telden meydana gelen iletkenlerin tellerinin ezilmemesi ve kopmaması için tedbirler alınmalıdır.

Uygun bağlantı klemenslerini kullanmak

Örneğin; ezilmeye karşı koruyucu kılıflı klemensler kullanmak

İletken uçlarında uygun işlemler uygulamak

Örneğin; kablo pabuçları kullanmak, damar uçlarında kovan kullanmak ya da lehim ve kaynak yapmak

- İşletme gereği sarsıntıya uğrayan bağlantı noktalarında lehim ve kaynak yapılmasına ve lehimli kablo pabucu kullanılmasına izin verilmez.
- 10 mm² kesitine kadar tek telli iletkenler kablo pabucu kullanılmadan bağlanabilir. Daha büyük kesitlerde kablo pabucu kullanılmalıdır. Bağlantı yerlerinde özel bir düzen varsa kablo pabucu kullanılmayabilir. Örgülü iletkenler bağlantı yerlerinde lehimlenerek tek iletken durumuna getirilir.
- Aydınlatma sortileri için en az 1,5 mm² ve aydınlatma linyeleri için en az 2,5 mm² kesitli bakır iletkenler kullanılacaktır.
- Aydınlatma ve priz devrelerine bağlanacak güç, bir fazlı devrelerde 2000 VA'den üç fazlı devrelerde 6000VA'den fazla olmamalıdır.

4.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği

Aşağıdaki yönetmelik maddelerini bulup inceleyiniz:

Madde-9. Sigorta, otomat ve kesiciler, **Madde-23.** Aydınlatma

Madde-35. Yapı içindeki tesislerin yapılması


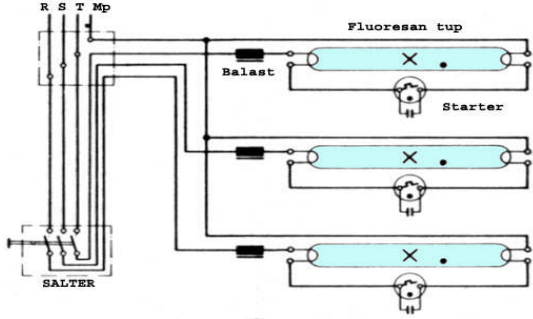
4.6. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği

Madde-53. Aydınlatma aygıtları ve bunlara ait donanımlar

Madde-57. Yalıtılmış iletkenler ve kablolar

UYGULAMA FAALİYETİ

- Üçlü floresan armatürün her bir lambasına sırasıyla R S T fazları gelecek şekilde bağlantısını yaparak çalıştırınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atölye iç aydınlatma malzemelerini yapım gereçlerine göre seçiniz. ➤ Elektronik balast (lamba gücüne göre) seçiniz. ➤ Starter seçiniz. ➤ Uygun anahtar seçiniz. ➤ İhtiyaca göre kablo seçiniz. ➤ Sigorta ve topraklama iletkenini unutmayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Kuvvetli akım aydınlatma tesislerinde çalışma ortamının aydınlık yani gün ışığına yakın parlaklıkta olması gerekir. Verimli çalışmanın olabilmesi için aydınlatma armatürlerinin seçimi konusunda hassas davranılmalıdır. Bunun seçimini yaparken hem ışığın kalitesine hem ekonomik oluşuna hem de uzun ömürlü oluşuna dikkat ediniz. ➤ Atölyelerde kullanılacak en uygun lambalar floresan lambalardır. Atölye aydınlatması için siz de bunu seçiniz. ➤ Temiz ve düzenli olunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aydınlatma malzemelerini kullanım yerine göre seçiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aydınlatma armatürleri duvara, tavana ve kanal üzerine monte edilebilir. ➤ Tavan üzerine döşeme yapınız. ➤ 3 fazlı sistemde üç ayrı grup (stroboskopik olaydan dolayı) eleman seçmeyi ve montajı (şemaya uygun) yapmayı unutmayınız. ➤ Temiz ve düzenli olunuz. ➤ Planlı olunuz. ➤ Sabırlı olunuz.
	

! Yeni nesil armatür olarak nitelendirilen; halojen lambalı armatürleri, downlight ve parabolik armatürleri incelediniz mi?

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Atölye iç aydınlatma malzemelerini yapım gereçlerine göre seçebildiniz mi?		
2. Aydınlatma malzemelerini kullanım yerine göre seçebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hangisi atölye iç aydınlatma armatürü olarak kullanılır?
I) Floresan II) Civa buharlı III) Sodyum buharlı IV) Halojen
A) Yalnız I
B) Yalnız IV
C) I – III
D) II – IV
E) Hepsi
2. Hangisi iç aydınlatma kontrol elemanlarından **değildir**?
A) Balast
B) Duy
C) Soket
D) Kondansatör
E) Transformatör
3. Yüksek basınçlı civa buharlı lambaların kullanım yerleri için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Yüksek tavanlı yerlerde özel yansıtıcılarla kullanılması iyi sonuç verir.
B) Rengin önemi olmayan yerlerde ve özellikle depo, hangar ve benzeri yerlerde kullanılması uygundur.
C) Yüzme havuzları, park, bahçe ve ağaçlıklı yerlerin dolaylı aydınlatılması için elverişlidir.
D) Yol ve caddelerin aydınlatılması için çok elverişlidir.
E) Açık yerlerde veya havası dumanlı, buharlı ve tozlu olan yerlerde
4. Aşağıdakilerden hangisi sodyum buharlı lambaların sakıncalarındandır?
A) Bazı durumlarda çıkardıkları ses rahatsız edici bir gürültü hâlini alabilir.
B) Bağlantısı zordur.
C) Renklerin ayırt edilmesine imkân vermez.
D) Verdikleri ışığa göre boyları büyüktür.
E) Doğru ve iyi bağlantı yapılmadığında ışığın titremesi ve stroboskopik etki gibi sakıncaları vardır.

5. Aydınlatma sistemlerini montajına dair aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- A) Aydınlatma aygıtlarının içine çekilen iletkenler ısıya dayanıklı olmalıdır.
- B) Sabit aydınlatma aygıtları, besleme hatlarına bu aygıtlara ait klemensler ile fiş-priz düzenleri ile ya da doğrudan doğruya bağlanamaz.
- C) Aydınlatma aygıtları, çıkardıkları ısı kendi içlerindeki ve yakınlarındaki cisimlere zarar vermeyecek biçimde tesis edilmelidir.
- D) Sıva altı, sıva üstü ve etanş tesislerde zorunlu olmadıkça lambadan lambaya geçiş yapılmamalıdır.
- E) Armatürler ya da dağıtım tabloları içine konulmayan balastlar, transformatör ve dirençler toza ve dokunmaya karşı bir muhafaza ile korunmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, TS İç Tesisler ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun olarak kuvvet tesisi bakım onarımını hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Kuvvet tesis bakım onarımında kullanılan araç gereçleri araştırınız.
- Çevrenizde ki kuvvet tesisatlarının yapıldığı yerleri inceleyiniz.
- “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği” hakkındaki yönetmelik maddelerini araştırınız.

Çevrenizdeki mühendis ve elektrikçilere başvurarak kuvvet tesisleri bakım onarımı ile ilgili bilgiler alınız. Kuvvet tesislerinin yapıldığı yerleri inceleyiniz. Araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz. Raporunuzu arkadaşlarınızla tartışarak sununuz.

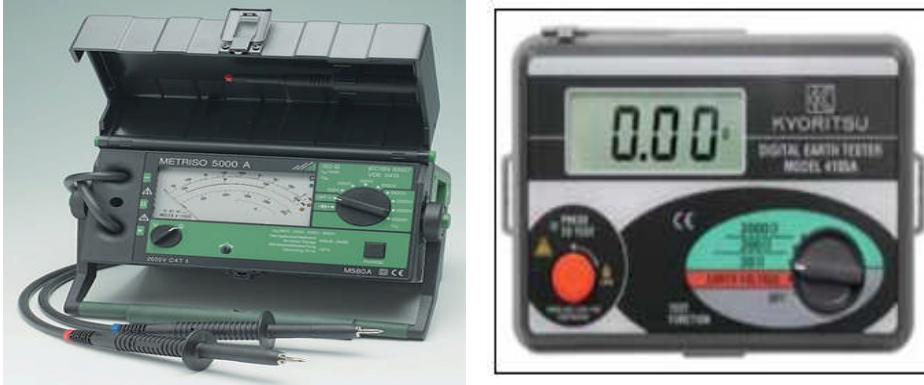
5. KUVVET TESİSATI BAKIM ONARIMI

Kuvvet Tesisi Bakım Onarımında Kullanılan Araç Gereçler

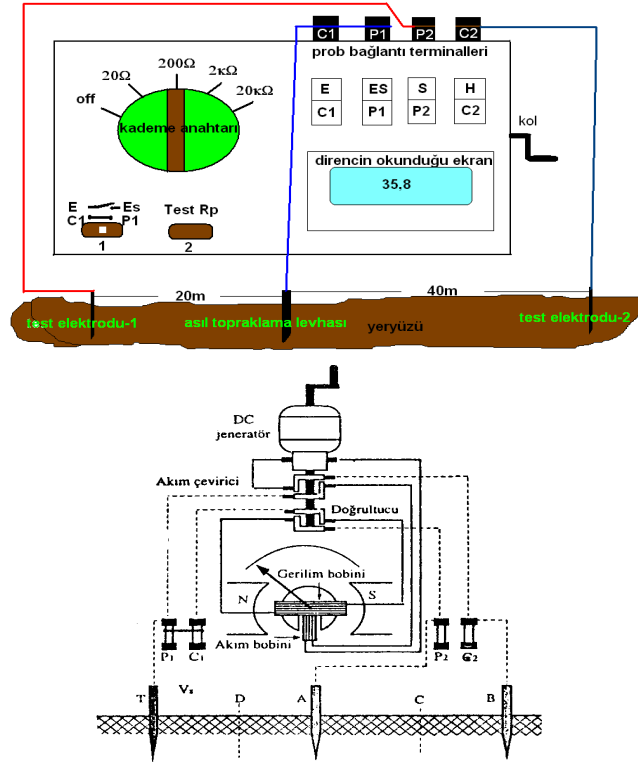
Kuvvet tesisatları bakım onarımında el ve güç aletleri ile elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri kullanılır. Gerekli bilgi ve hatırlatma için 10. sınıf modüllerine bakabilirsiniz.

➤ Yalıtkanlık Direncinin Ölçülmesi (Megerler)

Elektrik tesislerinde yalıtkanlık direnci meger ile ölçülür. Analog megerlerde manyeto kolu sayesinde gerilim üretme işlemi yapılabilmektedir. Üretilen gerilim yapılmış bir tesisata verilir ise tesisatın yalıtkanlık direnci ölçülebilir. Bu ölçü aletleri gerçekte özel olarak üretilmiş portatif ohm metrelerdir. Megerlerde yaklaşık 1000 Volt gerilim üretebilen bir doğru akım dinamosu mevcuttur.



Resim 5.1: Analog ve digital meger



Şekil 5.1: Analog meger iç yapısı

Bunlar dışında bakım ve onarımda; Devir ölçen takometreler, frekans ölçen frekansmetreler ve güç ölçen sayaçlar arıza bulma ve kontrol amaçlı kullanılırlar.

5.2. Arıza Tespiti Yöntemleri

Arıza veya bozukluk, bir tesisin veya makinenin normal olarak yapması gereken fonksiyonu normal verimde yerine getirmemesi olarak tanımlanır.

Bir sistem veya ekipmanda olan arızanın mümkün olan en kısa sürede teşhisinin doğru yapılması önemlidir. Arızanın çabuk bulunabilmesi için bakım elemanının sistemi hakkında yeterli bilgi, tecrübe ve deneyime sahip olması gerekir. Sistemde arıza teşhisinin aslı mantıktır. Arızanın belirtileri ve sistemin diyagramı mantıklı bir yaklaşımla değerlendirilirse bakım elemanı da iyi bir beceri eğitime sahipse arıza ile arasındaki yol kısa olacaktır. Arıza bulmada mantıklı sıra takibi yapılıp, bu sıralama birbirine bağlandığında arızanın bulunmasında bir temel oluşturacaktır. Şimdi sırasıyla inceleyelim;

➤ Tesisatın Genel Yapısı ile İlgili Bilgi Toplama

Arıza tespiti ve onarımı için yapılacak ilk işlem tesisatın genel yapısı ile ilgili bilgi toplamaktır. Eğer temin edilebilirse tesisatın projesi, arıza bulmamız konusunda bize kolaylık sağlayacaktır.

Bakım ve onarım yapacak kimsenin, tespit edilmek istenen arızaların nedenlerinin, arıza belirtilerinin ve arıza tiplerinin farkında olması gerekmektedir. Tesisatlarda kullanılan araç ve gereçlerin çalışma prensiplerini tanımalı ve bir arıza durumunda, arıza ile ilgili çeşitli fikirler yürütebilmelidir.

Pek çok durumda, arıza birden fazla arıza belirtisiyle kendini göstermektedir. Bu yüzden muayene işlevi bütün olası arıza belirtilerine yönelik olarak yürütülmelidir. Sizlere arızalı duruma yaklaşırken iki yol öneriyoruz;



Bakım ve onarım yapacak kişinin gerekli bilgi ve beceri eğitimini almış olması konusu önemlidir. Çünkü ehliyeti ve yetkisi olmayan kişilerin yapacakları hatalar geri dönülmez sonuçlar doğurabilir. Bu konuda Milli Eğitim Bakanlığı ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığının: **Elektrik ile İlgili Fen Adamlarının Yetki, Görev ve Sorumlulukları Hakkındaki Yönetmelik** maddeleri, elektrik ile ilgili arıza bakım ve onarım yapacak kişilerin hangi eğitimleri almış olmaları gerektiğini açıkça belirtmiştir.

➤ **Arıza Belirtilerinin Tespiti**

Arızanın nerede olduğu ve ne sebepten kaynaklandığı hakkında fikir yürütmeden önce arıza belirtilerinin tespit edilmesi gerekir. Sistemin giriş ve çıkışları analiz edilir ve bunların norm değerleri de bilinirse; sistemin durumu değerlendirilebilir veya herhangi bir arıza olduğuna karar verilebilir.

➤ **Arızanın Lokalize Edilmesi**

Yukarıda saydığımız arıza belirtilerinin kesin olarak hangisi olduğunu tespit etmek için çeşitli ölçüm ve muayenelerin yapılması, arızanın giderilmesinin ön koşuludur. Çünkü arızanın neden ve nereden kaynaklandığını bilmeden onarılması da olanaksızdır.

Arıza nereden kaynaklanıyor? Alıcılar mı? Tesisat mı? Şalter, kablo, fiş, klemens veya diğer çevre birimlerinden mi?

➤ **Ölçme**

Akım, gerilim, direnç, güç, iş, frekans, kazanç gibi değerleri ölçmesini bilmeyen bir teknik elemanın onarım ve imalat işlerini yapması mümkün değildir.

➤ **Arıza Sebebinin Belirlenmesi ve Giderilmesi**

Her arızanın bir veya daha fazla sebebi vardır. Bu sebepler giderilmedikçe arıza tekrar tekrar ortaya çıkabilir. Sadece arızayı bulmak ve gidermek yetmez. Arızanın sebebi belirlenmeli ve önce arıza sebebi ortadan kaldırılmalıdır.

➤ **Arıza Tamir Edilmesi**

Arızalı kısım tamir edilir veya değiştirilir. Arıza tamir edildikten sonra tesisatın arızalı kısmının normal şekilde çalıştığından ve hatanın gerçekten giderildiğinden emin olmak için testler yapılmalıdır.

➤ **Tesisatın Kontrol Edilmesi**

Tesisatın normal çalıştığı test edilmelidir. Arızanın giderilmesi sırasında tesisatın başka kısımlarında da arızalar meydana gelebilir. Tesisatın tamamının testinde kullanıcıların hazır bulunması gerekir. Başarılı bir testin ardından sistem, çalıştırılmaya devam edebilir.

Bir tesisatın arızasını gidermede, sıra takibi yapmak her çalışmada gereksiz görülebilir. Ancak sıra takibi tesisatlarda arıza teşhisinin en mantıklı ve en etkili biçimidir. Tecrübeli bakım elemanları bile muhtemel sebepler konusunda sadece kendi tecrübelerine güvenerek hareket ettiğinde hatalı değerlendirmelere düşebilir. Bu yüzden arıza bulma ve giderme konusunda yukarıda saydığımız işlem sırasına uyulmasını öneriyoruz. Zaten tecrübeleriniz arttıkça arıza teşhisi, temel davranışınız hâline gelecektir. Zamanla arızaları hızlı analiz ettiğinizi de göreceksiniz.

5.3. Kuvvet Tesis Kablo ve Kanallarının Onarımını Yapmak

5.3.1. Kabloların Onarımı

Yangın, patlama ve yol bakımı esnasında kuvvet tesisi ve diğer yer altı kablolarında çeşitli arızalar olabilir. Bunların onarımı için yerlerinin tam olarak belirlenmesi gerekir. Arıza genel olarak; iletkenlerin kopması, iletkenler arası kaçak, iletkenlerden toprağa kaçak şeklinde ortaya çıkar.

Kablo ek yerleri nemden ve rutubetten dolayı arızaya neden olabilirler. Nemden dolayı kablonun direnci düşer. Kablo ek yerlerinde nemden dolayı oksitlenmeler de görülmekte, temassızlıklar oluşmaktadır. Yapılan ölçme sonucu arızalı olan kablo bulunur ve yenisi ile değiştirilir.

Ayrıca tesisatın yapım aşamasında, ek yerlerinde klemens kullanılmaması, eklerin izoleli bantla kapatılması sonucu, ek yerlerinde zamanla temassızlık ya da kısa devre oluşturmaktadır.

Kabloların soket, priz, fiş ya da kablo pabucuyla yapılan bağlantılarında da arıza görülebilir. Soket ve kablo pabucu bağlantıları uygun pense ile yapılmalıdır.



Resim 5.2: Kablo arızasına müdahale

Arızanın tayininde ilk yapılacak iş; önce arızanın cinsini tespit etmek, sonra uygulanacak metodu seçmektir. Kablo arıza tespitinde şu işlemler takip edilmelidir;

➤ **Sistemin Şebeke Geriliminden Ayırınız.**

Herhangi bir elektrik devresinde bir işlem yapılacağında, bir elektrik çarpması riskine karşı, sistemin ana besleme ile irtibatı kesilmelidir. Sistemi ana beslemeden (şebeke cereyanı) şalter ya da düzeneği devre uçları "açık" pozisyonda (akım geçmez) kilitlenebilir olmalıdır. Diğer bir önlem, sigortalar sökülüp güvenli bir yere koyulmasıdır. İşin sorumlusu kimselerin bilgisi dışında devreye elektrik verilmemesinden emin olunmak üzere önlem alınmalıdır. Sigortalar, şalterler kapatılmadan (elektrik kesilmeden) sökülmemeli veya değiştirilmemelidir.

➤ **Gözle Muayene Yapınız.**

Tesisatta kullanılan elektrik donanımının ilgili standartlara uygun olup olmadığı (marka, işaret, kalite belgesi veya damgası) veya doğru seçilip seçilmediği ve tesisatın standartlara uygun inşa edilip edilmediği gözle muayene edilmelidir.

Bütün bağlantıların sağlam bir şekilde yapılıp yapılmadığı, kablo ve elemanların güvenli şekilde bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilmelidir. Sigorta ve diğer koruyucu cihazların doğru seçilip seçilmediğine de bakılır.

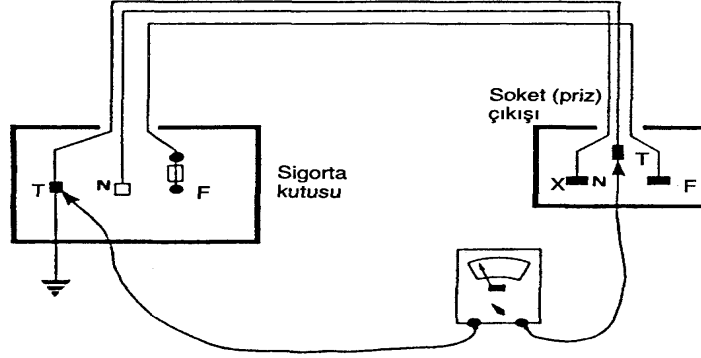
Çekilen kabloların ihtiyaç duyulandan uzun olmamasına dikkat edilmelidir. Bu kablolar gelip geçilen yol üstünden kaldırılmalı ve klipslerle tespit edilmelidir. Kablolar, ısı kaynaklarından veya hasar görme ihtimali olan yerlerden uzak döşenmelidir. Topraklama bağlantı elemanları ve ilave topraklama bağlantıları emniyet açısından kontrol edilmelidir.

Anahtarlar, sigorta ve benzeri elemanlar doğru şekilde etiketlenmelidir. Kullanıcıya, tesisat ve tesisatın kullanımı hakkındaki bilgiler sağlanmalıdır.

➤ **Tesisatı Test Ediniz.**

Tesisatın test edilmesiyle ilgili olarak aşağıdaki konular kontrol edilmelidir:

- Ana ve ilave topraklamalar dahil, koruyucu iletkenlerin sürekliliği
- Yalıtım direnci (kablo izolasyonu)
- Kutup bağlantıları



Şekil 5.2: Koruyucu iletkenin sürekliliğinin test edilmesi

1. Adım: Cihazın bir ucunu uzunca bir iletken kablo ile müşteri topraklama terminaline (yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi) bağlayınız.

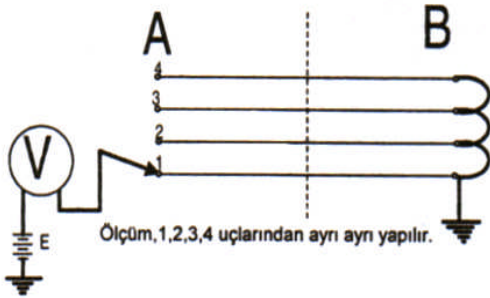
2. Adım: Sürekliliği kontrol cihazının diğer ucuna da kısa bir iletken kablo bağlayıp cihazla beraber kontrol noktalarına götür; Tesisatta bulunan anahtar kutusu, priz çıkışı gibi elemanların koruyucu iletken bağlantı noktaları (T) ile kontak kurarak elemanları test ediniz (Şekil 5.4).

- Arızalı olduğu anlaşılan iletkenin her iki ucu bağlı bulunduğu yerden sökülür.

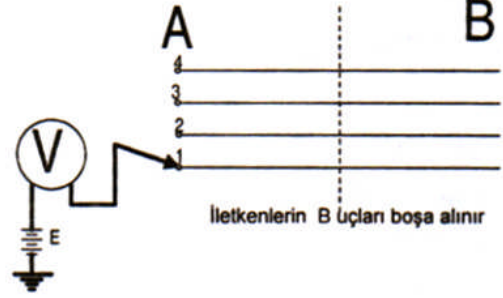


Resim 5.3: Kablo testi ve ölçme aletleri

- Hatlarda kopma olup olmadığını anlamak için de Şekil 5.5'te görüldüğü gibi iletkenlerin sonlarındaki uçlar birbirine bağlanarak topraklanır. Dirençleri, ohmmetre ile ölçülür. Direnç sonsuz bir değer gösterirse iletkenin kopuk olduğu anlaşılır. Ölçme, bir voltmetre ve batarya ile yapılmışsa iletkenlerin Şkil 5.6'da A ile gösterilen kısmına batarya ve voltmetre bağlanır. 1,2,3,4 uçları ayrı ayrı ölçülür. Yapılan ölçmede, voltmetre bir değer göstermezse iletkenin kopuk olduğu anlaşılır.



Şekil-5.3: İletken kopukluk testi



Şekil-5.4: Kısa devre ve toprak kaçak testi

- Kablo iletkenlerinin birbirine olan dirençleri ile toprakla temas dirençleri ayrı ayrı, yalıtımlık muayene aleti ile veya bir voltmetre, bir batarya kullanılarak ölçülür (Şekil 5.5).

Bu deneyi yaparken iletkenlerin diğer uçları, toprakla ve birbirleriyle temas hâlinde olmamalıdır. Eğer yalıtım direnci çok küçük çıkarsa, hatlar arasında kısa devre durumu var demektir. İletkenlerin kendi aralarında ölçümü yapılır. Ölçme, voltmetre ve batarya ile yapılıyorsa, voltmetre değer gösterdiğinde, etkenlerde toprakla veya birbiri ile temas var demektir.

➤ Arızanın Giderilmesi

Kablo arızalarındaki duruma göre ya kablo değişimi yapılır ya da arızalı kısımlara ek yapılır. Kuvvet tesisatındaki alıcıların gücü, işletme şartları, ekonomi gibi faktörler arızaya nasıl müdahale etmemiz gerektiği konusunda bize fikir verir.

Kablo arızalarında genellikle eklemeler yapılır;

İki kablo birleştirildiğinde ek noktasının su, nem ve kimyasal maddelere karşı yalıtılmasının yanı sıra dış etkilere karşı mekanik dayanımının oldukça iyi olması gerekir. Enerji kablolarında yapılan ek ve başlıkların uzun ömürlü olması ve sistemin diğer bölümlerine zarar vermemesi açısından sızdırmazlık faktörü ön plana çıkmaktadır.



Resim 5.4: Kablo soyma aparatı, ek yerinin yalıtılması ve kablo kodlama

Kablolar gerekli şekilde başlıklara takıldığı veya ek kutusunda eklendiğinde, başlık veya ek kutusu içi, erimiş yalıtkanla (ziftle) doldurulur (Resim 5.7).

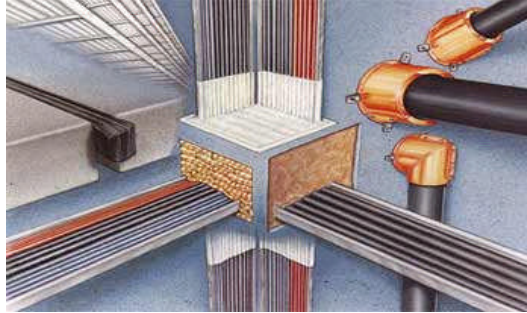


Resim 5.5: Kablo başlığının takılması

Kablo üreticileri elektrik kablolarının imalatında plastik içerikli kılıflar veya izolasyon malzemeleri kullanmaktadırlar.

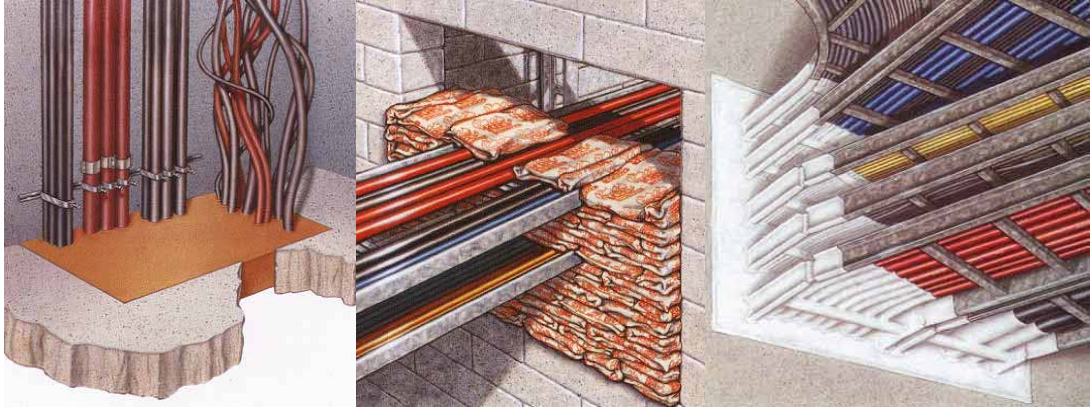
Bunlar içinde;

- PVC (polvinyl chloride),
- PE (Polyethylene),
- PP (Polypropylene),
- Sentetik lastik en çok kullanılanlarıdır.

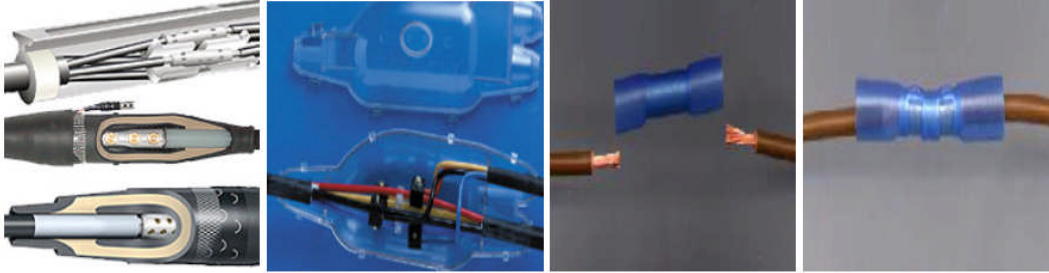


Şekil 5.5: Yangın geciktirici sistemler

Tüm bu plastikler yanabilir malzemelerdir. Dolayısı ile elektriksel olarak çıkan bir yangında (kısa devre, aşırı yük gibi) ortaya çıkan alev bu kablolar üzerinde çok hızlı bir şekilde yürür ve yayılır. Bu arada sıcaklıkla eriyerek yere düşen plastikler düştikleri yerdeki komşu yanıcı maddelere bulaşarak onları da tutuşturur ve yangının daha da büyümesine neden olurlar. Elektrik tesislerinde izolasyon, işte bu temel nedenler dolayısı ile tesisatların ve yangın bölgelerindeki geçişlerin bir disiplin altında belli yangın alanları yapılarak bölümlendirilmesi gerekmektedir. Bu bölümlendirmelerde özel olarak imal edilerek yangına karşı dayanıklı olan, sıcaklık ve ateş ile karşılaştığında karşı direnç gösteren “**Yangın Geciktirici Sistemler**” kullanılmalıdır.



Şekil 5.6: Harç tipi, yastık tipi ve kaplama tipi yangın geciktiricili sistemler



Resim 5.6: Kabloların çeşitli ek yöntemleri

5.3.2. Kanalların Onarımı

Busbar kanalların onarımında; ekleme yerlerindeki cıvata somunlarının gevşemesi, darbelere maruz kalan yerler, nemden ve yağmurdan dolayı paslanıp çürümüş yerler tespit edilerek yenisi ile değiştirilir.

Beton kanalların onarımında; kırık ve çatlaklar tespit edilerek içeriye su girmemesi için gereken önlemler alınmalıdır.

Beton kanalların genişliği en az 30 cm, en çok 100 cm olmalıdır çünkü kanal çok geniş olursa üstüne kapatılacak kapak bel verir ve çökebilir. Derinliği ise en az 30 cm olmalıdır. Kanalların üst kenarı 40x40x4 mm'lik köşebentle takviye edilir. Kablo kanallarının ağızları ya baklavalı sactan (5 mm kalınlığında) veya betondan yapılmış (6 cm kalınlığında) kapaklarla kapatılır. Kablo sayısının çok olması durumunda, kablolar kanalın yan duvarlarına da döşenirler. Kablolar arasında 6 cm'lik aralık bırakılmalıdır.



Resim 5.7: Beton kanallarda kablo bakımı

Plastik ve metal kablo kanallarının onarımında; ek yerlerindeki cıvata somunlarının gevşemesi, darbelere maruz kalarak kırılmış ve çatlamış kısımlar, nemden ve yağmurdan dolayı paslanıp çürümüş yerler tespit edilir ve yenisi ile değiştirilerek onarımı yapılır.



Resim 5.8: Kablo merdiveni ve kabloların tutturulması

5.4. Kuvvet Tesis Panolarının Onarımını Yapmak

Panolar değişik güçte ve tipte yapılırlar. Ana pano, dağıtım ve kumanda panoları gibi farklı çeşitleri vardır. Genel bakımı normal şartlarda en az 6 ayda bir yapılır.

5.4.1. Kuvvet Tesis Panolarının Bakımı Yapılırken Dikkat Edilecek Hususlar

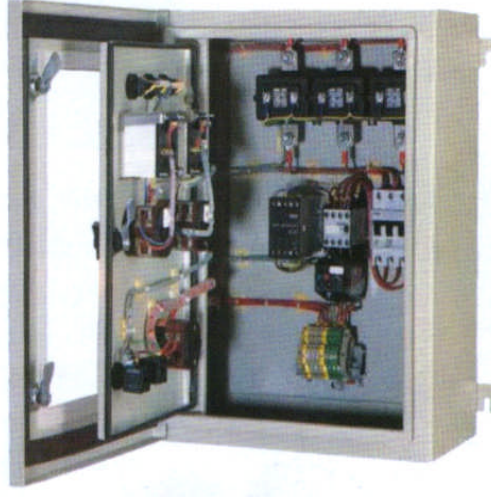
- Enerji kesilir.
- Panoda çalışma yapılırken emniyet topraklaması yapılmalıdır.
- Şalter, kesici ve sigorta kontak ve yapılarına bakılır.
- Isıdan dolayı yanan, şekli bozulan parçalar yenilenir.
- Yükün dağılımının (L1 , L2 , L3 fazlarının) eşit olup olmadığına bakılmalıdır.
- Yükün dağılımı ölçülürken pens ampermetre veya wattmetre kullanılır.
- Akım değerlerine göre yapılan ölçümlerde kullanılan malzemenin uygunluğuna da dikkat edilmelidir.
- Tozlanan , paslanan kısımlar uygun yöntemlerle temizlenir.



Resim 5.9: Dağıtım panosunda bakım ve onarım

- İletkenlerin klemenslere ve şalterlere bağlandığı kısımlarda yalıtkanın bozulup bozulmadığı kontrol edilir. Gevşeyen kablolar tornavida, pense vb. araçlarla sıkıştırılır.
- Panonun dış etkenlerle tahrip olmasını engellemek için şartların uygun olup olmadığı kontrol edilir. Su, nem, çarpma vb. karşı korunaklı olması sağlanır.
- Panoda kompazasyon sistemi varsa, kondansatör gruplarının desarj olup olmadığına dikkat edilmelidir.
- Panolarda (varsa) tel kafeslerin sağlam olup olmadığına bakılır.
- Havalandırma durumuna bakılır.
- Kapakların menteşe ve anahtarlarının sağlamlığına bakılır.
- Panoların bakımı dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. İşlem bittikten sonra panoya enerji verilerek çalışır hâlde randımanlı olup olmadığı kontrol edilmelidir.

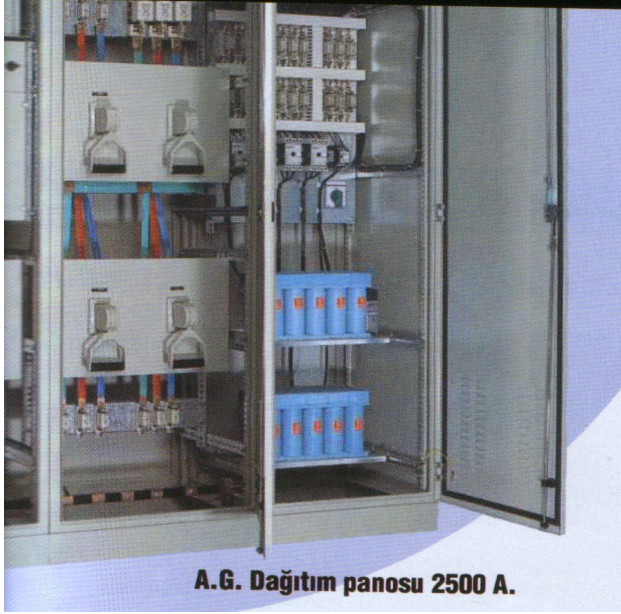
Bu işlemlerden sonra pano güvenli bir şekilde kapatılır.



Resim 5.10: Küçük bir kumanda panosu

5.4.2. Kuvvet Tesis Panolarının Onarımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Pano arıza lambaları yanıyorsa şunlara bakılır:
 - Panodaki korumalı şalter, sigorta ya da bunlara bağlı iletkenlerde arıza var demektir.
 - Bunlardan hangisinde sorun olduğu avometre ile tespit edildikten sonra gereken yapılır.
- Pano arıza lambası yanmıyorsa ve pano çıkışında enerji yoksa şunlara bakılır:
 - Avometre ile panodaki devre şemasına göre ölçüm yapılarak arıza tespit edilerek düzeltilir.
 - Pano çıkışına tekrar enerji verilir ve sistem çalıştırılır.
- Enerji çıkış linyelerinden bir alıcı linyesi arızalıysa panodaki uygun bağlı bulunduğu şalter grubuna sırayla bakılır. Arızalı parça tespit edilerek yenisiyle değiştirilir.
- Arızalı parçalar yenisiyle değiştirilirken üzerindeki etiket değerlerine (özelliklerine) uygun işlemler şemadaki gibi yapılmalıdır (Bağlantı şeması pano üzerinde asılı olmalıdır.).



Resim 5.11: Dağıtım panosu ve panoyu açıp kapayan üzengili şalter

5.5. Motor Şalterlerinin Onarımını Yapmak

Herhangi bir şalter donanımı üzerinde çalışmaya başlamadan önce, elektrik besleme akımının kesildiğinden ve başka bir devre kesici ile kilitlendiğinden emin olunuz.

Şalterlerin genel bakımı ve onarımı şu şekilde yapılmalıdır:

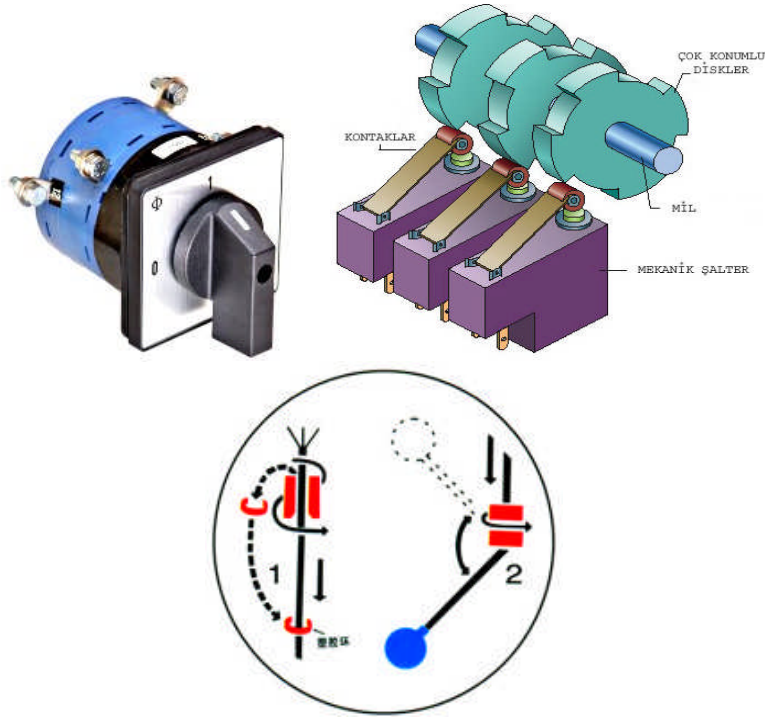
Kontak yüzeylerinde aşırı aşınma veya karıncalanma olup, olmadığını kontrol ediniz.

Not: Büyük endüstriyel şalterlerde, bazıları gümüş kakmalı, yenilenebilir kontak uçları bulunabilir.

- Kontak kolu yay mekanizmasının, kontakların çabuk olarak yaylanıp açılma ve kapanma işlevini doğru yaptığından emin olunuz.
- Şalter kutusunun içindeki kir ve tozları temizleyiniz.
- Mafsallı noktalara ince tabaka hâlinde gres sürünüz.

Güvenlik

- Kontakların üzerine ve yanına hiçbir şekilde gres yağı sürülmemelidir.
- İşin bitiminde, şalter kutusu kapağının uygun şekilde kilitlendiğinden emin olunuz.



Resim 5.12: Bir pako şalter görüntüsü ve kontak yapısı

5.6. Kuvvet Tesis Aydınlatmasının Onarımını Yapmak

Kuvvet tesis aydınlatmalarında genellikle fluoressan lambalar, civa buharlı lambalar, sodyum buharlı lambalar ve metal buharlı lambalar kullanıldığını biliyoruz.

Aydınlatma elektrik tesisatının kontrolünde izlenilecek adımlar aşağıda verilmiştir:

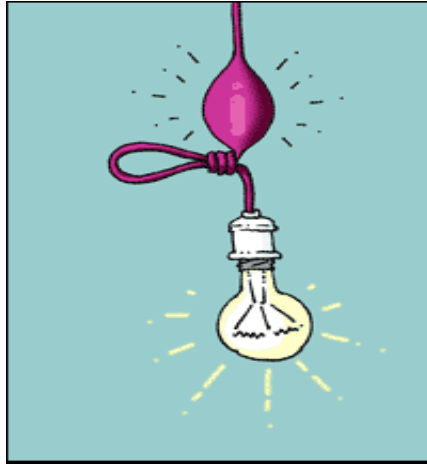
- Aydınlatma kablolarını ve buat bağlantılarını kontrol ediniz; kopmuş veya deforme olmuş kabloları değiştiriniz,
- Aydınlatma armatürlerini ve lambalarını kontrol ediniz; kırık, çatlak veya yanmış olanlarını yenisi ile değiştiriniz,
- Lamba bağlantı vidalarını kontrol ederek gevşek olanları sıkınız,
- Akkor flamanlı lambaları kontrol ederek gevşek olanların duy bağlantılarını sıkınız,
- Flouresant lambaların balast, starter ve soketlerini kontrol ederek arızalı olanları değiştiriniz,
- Armatürleri ve lambaları yağ ve tozdan temizleyiniz.
- Civa buharlı, Metal buharlı ve sodyum buharlı lambalarda da balast ve kondansatörlere bakınız. Avometre ile ölçüm yaparak arızayı tespit ediniz ve arızalı parçayı yenisi ile değiştiriniz.

ÖNERİLER

- Aydınlatma sistemlerinizi gözden geçirin daha verimli aydınlatma için fırsatları değerlendirin.

Örneğin;

- Aydınlatma armatürlerinde herhangi bir değişiklik yapılması düşünülüyorsa 1000 saat/yıldan fazla kullanılmış akkor flamanlı ampuller, kompakt floresan ampullerle değiştirilebilir. Armatürde de değişiklik yapılacak ise akkor flamanlı ampuller, floresan tüp lambalarla değiştirilmelidir.
- Ampullerde değişiklik yapılabiliyorsa yüksek basınçlı civa buharlı ampullerin yüksek basınçlı sodyum buharlı ampuller ile değiştirilmesi kayda değer olabilir.
- Çalışılmayan sahalarda aydınlatma için alçak basınçlı sodyum buharlı ampullerin kullanılması her zaman uygundur.
- Aydınlatma armatürlerinizin değiştirilmesini planlamış iseniz, modern verimli aydınlatma kaynakları ile değiştirilmesinin maliyetini kontrol ediniz. Bu maliyet karşılaştırılmasında uzun ömürlü kaynakların bakım masraflarının daha az olacağını gözönüne alınız.



Şekil 5.7: Aydınlatmada ekonomi önemlidir

- Basit ve düşük masraflı önlemler şunları içerir:
- Aydınlatma armatürlerini temiz tutunuz.
- Yapay aydınlatma gereğini azaltmak ve gün ışığından daha fazla yararlanabilmek üzere pencere camlarını düzenli olarak temizleyiniz.
- Ortam aydınlatmasını gün ışığına göre çalışan fotosellerle kontrol ediniz.
- Çalışılmayan zamanlarda sadece güvenlik amaçlı yeterli aydınlık sağlayınız.

Alçak ve yüksek basınçlı gaz deşarj lambalarının (metal halide, sodyum buharlı, civa buharlı) renk geri verimleri, uygulama alanları, enerji tüketimleri, ışıksal verimlilikleri yüksektir.



Resim 5.13: İdeal bir atölye aydınlatması

5.7. Topraklama Sisteminin Onarımını Yapmak

- Ana pano ile topraklama barası arasındaki iletkende temassızlık varsa iletkenin irtibat kısımları kontrol edilerek iletkenliği sağlanır. Bunun için toprak barası ve toprak levha ya da çubuklarının bağlandığı civataları kontrol edilip varsa oksitlenme ve paslanma gibi sistemde sorun oluşturabilecek durumlar giderilir.
- Yol çalışmaları, toprak çökmeleri, depremlerde, şantiyelerde topraklama irtibatı tamamen kesilebilir ya da azalabilir. Bu durumlarda irtibatın hasarlı veya noksan kısmı ölçüm aletleri (meger) yardımıyla tespit edilir.
- Topraklama baralarının maksimum 10 yılda yenilenmesi gerekir. Çünkü bu süre zarfında baraların yapısında bulunan bakırlarda, bozulma olması yüksek bir olasılıktır.

Topraklama Sistemi Bakımı

- Topraklama tesisatını toprak elektrotuna (toprak elektrotu olarak genelde toprağa gömülmüş olarak levha, şerit, boru ve çubuk kullanılır) bağlantı iletkeninden itibaren gözle kontrol ediniz,
- Toprak elektrotuna bağlanan topraklama iletkenini toprak altında 50cm'ye kadar kopma, kırılma ve korozyon gibi istenmeyen durumlar yönünden kontrol ediniz ve gerekli tedbirleri alınız,
- Bütün topraklama baralarını ve tellerini kontrol ederek sağlam ve iyi durumda olduğundan emin olunuz,

- Topraklama bağlantılarını ve klemensleri kontrol ederek gevşek olanları sıkınız,
- Akım ve gerilim trafolarının sekonder devrelerinin topraklanmış olmasına dikkat ediniz,
- Topraklama tesisatının tamamını kontrol ederek iyi durumda olduğunu görünüz.

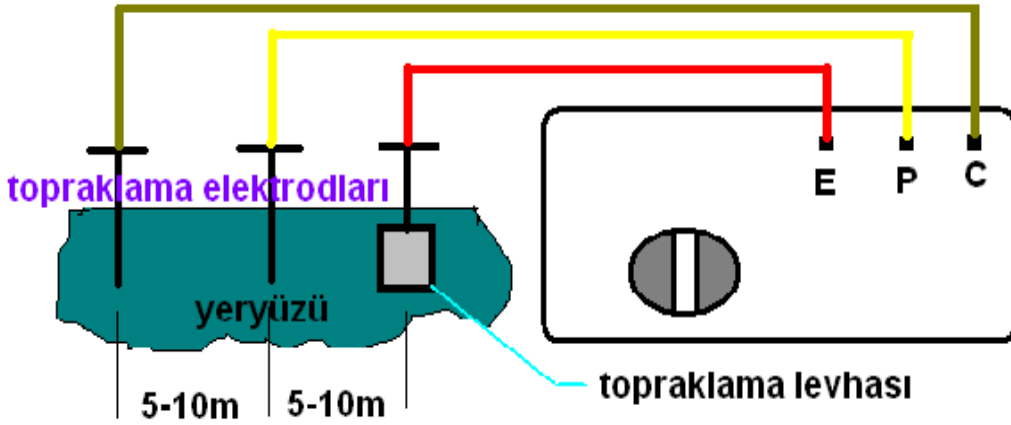
Topraklama Ölçümleri

Topraklama ölçümleri megerlerle yapılmaktadır. Bu ölçü aletleri gerçekte özel olarak üretilmiş portatif ohm metrelerdir.

Ayrıca günümüzde değişik firmalarca üretilmiş toprak direncini ölçen elektronik dijital ölçü aletleri kullanılmaktadır. Bu cihazların içerisinde yeterince pil bulunmaktadır. Ölçme yapmak için gerekli akım ve gerilim bu pillerden karşılanır.

Meger ile Topraklama Ölçümü Yapılması, Normal (3 Elektrotlu)

- Şekil 5.9'da gösterildiği gibi bağlantı yapınız.
- 2/3 elektrot metot düğmesini 3 elektrotlu ölçüm konumuna getiriniz.
- Topraklama gerilimi aralığı içinde topraklama gerilimini kontrol ediniz.
- Yardımcı topraklama direnci değerlerini yardımcı topraklama direnci aralığı içinde C ve P için kontrol ediniz.
- Uygun direnç aralığını kullanarak ölçümü gerçekleştiriniz.
- Ölçüm düğmesine basılı tutarken direnç kadran düğmesini çevirin ve galvanometre dengeye geldiğinde direnç değerini okuyunuz.



Şekil 5.8: Üç elektrotlu topraklama ölçümü

Meger ile koruma ve işletme topraklamalarının dirençleri ölçüldüğünde, ölçülen değerlerin aşağıdaki değerlere uygun olması gerekir.

- İşletme topraklaması $R_B < 2$ ohm (2 ohm'dan küçük olmalı)
- Koruma topraklaması R_A (koruma düzeneğine bağlı olarak)
 - Dengelenmiş şebekelerde $R_A < 2$ ohm
 - Trafo merkezlerinde, direklerde $R_A < 4$ ohm
 - A.G. Ve Y.G. Bağlama tesisleri birleştirildiğinde $R_A < 1$ ohm
 - Parafudur topraklama direnci $R_A < 5$ ohm



Fareler, kuvvet tesisi kablolarını kemirdikleri için çeşitli kopukluklara ve kısa devrelere sebep olurlar. Kuvvetli akım tesislerinde arızaların önüne geçmek için sürüngen ve kemirgen hayvanlara karşı önlem

Bakım ve onarım faaliyetinizde tespit ettiğiniz arızaları ve tamir yönteminizi “**Arıza Bildirim Raporuna**” yazarak öğretmeninize teslim ediniz.

ARIZA BİLDİRİM ve ONARIM / İŞ FORMU		FİŞ NO:	
A. ARIZA BİLDİRİMİ			
ARIZA YERİ:		<u>BİLDİRİMİ YAPANIN</u>	
		ADI SOYADI :	
		TARİH/SAAT:.....	
		İMZASI:	
ARIZA ÖNCELİĞİ: <input type="checkbox"/> :EMNİYET <input type="checkbox"/> :ÇEVRE <input type="checkbox"/> :KALİTE <input type="checkbox"/> : KULLANIM			
ARIZANIN TANIMI/ ARIZA MESAJI:			
BAKIM <input type="checkbox"/> ARIZA <input type="checkbox"/> PERİYODİK BAKIM <input type="checkbox"/> DÜZELTİCİ			
ARIZA NO:.....			
B. ONARIM BİLDİRİMİ			
ONARIMIN BAŞLADIĞI TARİH:		ONARIMIN BAŞLADIĞI SAAT:	
ONARIMIN BİTTİĞİ TARİH:		ONARIMIN BİTTİĞİ SAAT:	
<u>ONARIMDA YAPILANLAR</u>			
<u>ONARIMI YAPANLAR ÇALIŞMA SÜRELERİ</u>		<u>İMZALAR</u>	
1.....		ONARIM SONUNDA ÇEVRE VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN HERHANGİ BİR PROBLEM OLUP OLMADIĞINI GÖR	
2.....			
3.....			
4.....			
		ELEKTRİK BAĞLANTILARINDA ANORMALLİK YOK KAYGAN ZEMİN YOK KİMYASAL SIZINTI YOK YAKIT/GAZ KAÇAĞI YOK YAĞ KAÇAĞI YOK SİGORTALAR SAĞLAM	
<u>ÖNERİLER</u>			

Elektrikle ilgili bakım ve onarım faaliyetlerinde, çalışma alanına uyarı levhaları asmalı ve çalışma süresince gerekli tedbirler alınmalıdır. İşinizi yaparken sakin ve sabırlı davranmanız güvenliğinizi açısından önemlidir.

5.8. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Kabloların döşenmesi ile ilgili yönetmelik maddeleri şunlardır:

Madde 58-b.

b) Kabloların döşenmesi:

1) Yer altı kablolarının döşedikleri yerler kimyasal, mekanik ve ısı etkilerden olabildiğince uzak ya da bunlara karşı korunmuş olmalıdır.

2) Kablo ve çevresini yangın tehlikesinden korumak ve yangının yayılmasını önlemek için kablolar yanıcı maddeler üzerine döşenmemelidir. Kabloların varsa jüt tabakaları soyulmalıdır.

3) Yapı girişlerinde kablolar boru içine alınmalı, kablo ile boru arasındaki boşluk elastik silikon yada benzeri bir madde ile doldurulmalıdır. Bu amaçla çimento kullanılamaz. Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda çelik borular kullanılmalıdır. Çelik borular nerede kullanılırsa kullanılsın üç faz aynı borudan geçirilmelidir. Tek damar olması durumunda anti manyetik malzeme kullanılmalıdır.

e) Kablo yerlerinin işaretlenmesi:

Kablo tesisleri bulunan kuruluşlar, bunların yerlerini tam olarak işaretleyerek bu kabloların geçiş güzergâhlarını gösteren planları, belediye ve mücavir alan sınırları içinde ilgili belediyelere, diğer yerlerde de ilgili mülki idare amirliklerine vermelidir. Yer altı kablo güzergâhları kaplamasız yerlerde işaretli beton kazıklarla, kaplamalı yerlerde oyulmuş işaretlerle belirtilmelidir. Şöyle ki güzergâhı görünmeyen kablolar (örneğin, hendek içindekiler), kablo güzergâhı ve niteliği anlaşılacak şekilde işaretlenmelidir.

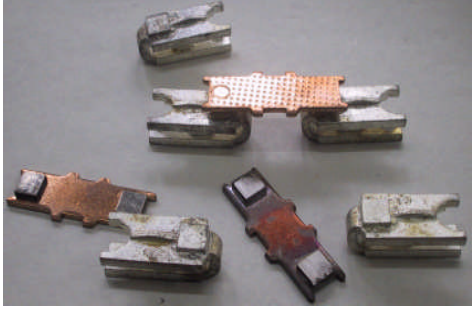
Bu çerçevede düz güzergâh maksimum 100 m'de bir, ek ve branşman yerleri dönüş noktaları vb. yanılığın önleyecek şekilde işaretlenmelidir. Bu işaretler yerine göre beton kazık, pirinç veya döküm levha ya da kaldırım kaplamasında oyulmak suretiyle yapılmalıdır.

f) Kablo renk kodları TS 6429 standartına uygun olacaktır.


UYGULAMA FAALİYETİ

- Mevcut bir kuvvet tesisatına ait bakım onarım işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak yapınız.
- Meger ile mevcut kurulu olan işletme ve paratoner topraklamasının ölçümünü ayrı ayrı yaparak standartlara uygun olup olmadığını kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kuvvet tesisatı kablolarının onarımını yapınız.➤ Kablonun bulunduğu sigorta veya şalterden enerjiyi kesiniz.➤ Kablo uçlarını boşa alınız.➤ Kablo iletkenlerini teker teker avometre ile kopukluk, iletkenler arası kısa devre veya toprak temas olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Bulunan arızalı yerden kabloyu kesiniz.➤ Kablo iletkenlerini uygun biçimde açınız.➤ Klemensle birbirine bağlayınız.➤ Uygun bir yalıtım malzemesi (protetolin, izolabant vb.) kullanarak iletkenleri yalıtınız.➤ Kabloları doğru şekilde alıcı ve pano çıkış yerlerine bağlayınız. İhtiyaca göre kablo seçiniz.➤ Sigorta ve topraklama iletkenini unutmayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.➤ "Akım taşıyan" devrelerde, izolesiz kısımlara dokunmamaya dikkat ediniz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Busbar kanalı onarımını yapınız.➤ İlk önce enerjiyi kesiniz.➤ Gözle ve gerekli ölçüm aletleri yardımıyla arızalı noktayı tespitleyiniz.➤ Arızalı olan parçaları yenisiyle değiştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Arızayı giderdikten sonra enerjiyi veriniz.➤ Temiz ve düzenli olunuz.➤ Planlı olunuz.➤ Sabırlı olunuz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kuvvet panolarının bakım onarımını yapınız. ➤ Tehlike işaret bilgi levhalarının olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ Enerji giriş çıkış kabloların uygun şekilde bağlanmasına dikkat ediniz. ➤ Enerjiyi kesiniz. Toz ve kir varsa kompresörle temizleyiniz. ➤ Gevşeyen yerleri sıkıştırınız. Yanmış veya yalıtımı bozulmuş bara varsa yenisiyle değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği tedbirlerine uyunuz. ➤ Yönetmeliklere uygun iş yapınız. ➤ Mesleğinizin etik değerlerine uyunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motor şalterlerinin onarımını yapınız. ➤ Enerjiyi kesiniz. ➤ Şalteri bağlı bulunduğu yerden sökünüz. ➤ Kabloları işaretleyiniz. ➤ Kataloğa uygun işlem sırasına göre sökünüz. ➤ Kontaklar tahrip olmuşsa uygun kontak takımıyla değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yaylara dikkat ediniz. ➤ Arızayı giderdikten sonra enerjiyi veriniz. ➤ Temiz ve düzenli olunuz. ➤ Planlı olunuz. ➤ Sabırlı olunuz. 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kuvvet tesis aydınlatmasının onarımını yapınız. ➤ Bağlantı noktalarından aydınlatma kablolarının sağlamlığını test ediniz. ➤ Lambaların sağlamlığına bakınız. ➤ Yardımcı devre elemanlarını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arızalı parçaları yenisi ile değiştiriniz. ➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.

<ul style="list-style-type: none">➤ Kuvvet fiş prizlerinin onarımını yapınız.➤ Avometre yardımıyla arızayı tespit ediniz.➤ Tornavida ile fişi-prizi sökünüz.➤ Kablo iletkenlerine bakınız.➤ Temassızlık veya kopukluk varsa gideriniz.➤ Fiş-prizi yenisiyle değiştirilerek kullanıma hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.➤ "Akım taşıyan" devrelerde, izolesiz kısımlara dokunmamaya dikkat edin.➤ Temiz ve düzenli olunuz.
---	--

 Elektrikli ölçü aletlerini kullanırken, test edilen gerilim, akım ve direnç değerlerine göre kademe seçilmesine dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Tesis üzerinde ölçüm yapabildiniz mi?		
2. Kuvvet tesisatı kablolarının onarımını yapabildiniz mi?		
3. Busbar kanalı onarımını yapabildiniz mi?		
4. Kuvvet panolarının bakım onarımını yapabildiniz mi?		
5. Motor şalterlerinin onarımını yapabildiniz mi?		
6. Kuvvet tesis aydınlatmasının onarımını yapabildiniz mi?		
7. Kuvvet fiş prizlerinin onarımını yapabildiniz mi?		
8. Meğer ile topraklama direncinin ölçümünü yaparak standartlara uygun olup olmadığını control edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Ölçme ile elektrik sistemlerinin arızalarının bulunmasında ve onarılmasında bize en büyük yardımcıdir.
2. Beton kanalların genişliği en az cm, en çok cm olmalıdır
3. Elektrik tesislerinde yalıtkanlık direnci ile ölçülür.
4. İşletme topraklaması direnci ohm'dan küçük olmalıdır.
5. Parafodur topraklama direnci ohm'dan küçük olmalıdır.
6. Topraklama ölçümleriile yapılmaktadır.
7. Topraklama baralarının maksimum yılda yenilenmesi gerekir

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Elektrik tesisat projelerinde bir fazlı gücü 3 kW'tan büyük elektrik motorları ile üç fazlı sistemle çalışan alıcıları besleyen tesisleredenir.
2. Kuvvet tesislerinin yapımında veçalışma çok önemlidir
3. Motorların kalkınma anında çektikleri akım, iletken kesiti seçiminde dikkate alınmaz. Çünkü çokakımdır.
4. Elektrik iç tesisat yönetmeliği ile; kuvvet tesisatlarında kullanılan en küçük kesit..... bakır ve ya ... alüminyum olarak belirlenmiştir
5. Kroşeler arası açıklık kablo kesitine göre değişmekle beraber cm'yi geçmemelidir
6. Üzerinde toz birikmemesi ve kabloların kolaylıkla soğutulması istenilen çimento ve hazır beton fabrikaları gibi ortamlarda kanallar kullanılır
7. Genel yapısı metal bir gövde içerisinde, standartlara uygun olarak, alüminyum yada bakır iletkenlerin izolasyon malzemeleri ve ortamları ile birleşmesinden oluşan elektrik enerjisinin dağıtım ve taşınması için tasarlanmış prefabrik ve modüler bir sistemlere denir.
8. Elektrik enerjisinin trafodan ana pano beslemesi veya jeneratör panosu gibi bir noktadan başka bir noktaya mümkün olan en düşük gerilim düşümü ile verimli taşınabilmesi için tasarlanmış modüler enerji iletim sistemine busbar sistemleri denir.
9. Bolt-On ve Plug-In Busbar Sistemleri, busbar gövdesi üzerine takılan akım alma çıkış kutuları ile sağlayan dağıtım busbar sistemleridir
10. Hareketli enerji ihtiyacı olan sistemler için geliştirilmiş olan busbar sistemlerine denir.
11.; elektrik akımının besleme akımı girişinden itibaren, sigortalar veya devre kesiciler üzerinden çeşitli tali devrelere dağıtılmasını sağlar. Her panonun hangi tesis kısmına ait olduğu açıkça belirtilmiş olmalıdır.
12. Elektrik kabloları, kanalları ve boruları, diğer hizmet tesislerinden ayırt edilebilmeleri için, olurlar.

13. Seyyar kullanılan çoğu cihazlar NV-b (flexible) kablo ucuna bağlanan ile elektrik tesislerine bağlanırlar.
14. Elektrikli cihaz ve makinelerin kendi besleme kablolarının prizlere yetişmediği durumlarda seyyar olan ve bir ucunda priz, diğer ucunda fiş bulunan kablolar kullanılır.
15. Kordon veya uzatmalar için veya piyasa adı ile TTR kablolar kullanılmalıdır.
16. Bir eksen etrafında dönebilen, art arda dizilmiş birkaç dilimden oluşan çok konumlu şalterlere denir
17. Rotorun devir sayısı, döner alan devir sayısından küçük yada büyük ise, bu tür makinelere denir.
18. Şalterlerin motorlara bağlantılarında en çok kullanılan kablolar tipindeki kablolardır. Kablo kesitleri motor uygun olarak seçilmelidir.
19. Termik manyetik şalterlerde oluşan ark vasıtasıyla söndürülür.
20. Termik manyetik şalterlere şalter de denilmektedir.
21. Ölçme ile elektrik sistemlerinin arızalarının bulunmasında ve onarılmasında bize en büyük yardımcıdir.
22. Topraklama ölçümleri ile yapılmaktadır.
- Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.**
23. Hangisi atölye iç aydınlatma armatürü olarak kullanılır?
I) Floresan II) Civa buharlı III) Sodyum buharlı IV) Halojen
A) Yalnız I B) Yalnız IV C) I – III D) II – IV E) Hepsi
24. Hangisi iç aydınlatma kontrol elemanlarından **değildir**?
A) Balast B) Duy C) Soket D) Kondansatör E) Transformatör
25. Yüksek basınçlı civa buharlı lambaların kullanım yerleri için hangisi yanlıştır?
A) Yüksek tavanlı yerlerde özel yansıtıcılarla kullanılması iyi sonuç verir.
B) Rengin önemi olmayan yerlerde ve özellikle depo, hangar ve benzeri yerlerde kullanılması uygundur.

- C) Yüzme havuzları, park, bahçe ve ağaçlıklı yerlerin dolaylı aydınlatılması için elverişlidir.
D) Yol ve caddelerin aydınlatılması için çok elverişlidir.
E) Açık yerlerde veya havası dumanlı, buharlı ve tozlu olan yerlerde
26. Aşağıdakilerden hangisi sodyum buharlı lambaların sakıncalarındandır?
A) Bazı durumlarda çıkardıkları ses rahatsız edici bir gürültü hâlini alabilir.
B) Bağlantısı zordur.
C) Renklerin ayırt edilmesine imkân vermez.
D) Verdikleri ışığa göre boyları büyüktür.
E) Doğru ve iyi bağlantı yapılmadığında ışığın titremesi ve stroboskopik etki gibi sakıncaları vardır.
27. Aydınlatma sistemlerini montajına dair aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Aydınlatma aygıtlarının içine çekilen iletkenler ısıya dayanıklı olmalıdır.
B) Sabit aydınlatma aygıtları, besleme hatlarına bu aygıtlara ait klemensler ile fiş-priz düzenleri ile ya da doğrudan doğruya bağlanamaz.
C) Aydınlatma aygıtları, çıkardıkları ısı kendi içlerindeki ve yakınlarındaki cisimlere zarar vermeyecek biçimde tesis edilmelidir.
D) Sıva altı, sıva üstü ve etanş tesislerde zorunlu olmadıkça lambadan lambaya geçiş yapılmamalıdır.
E) Armatürler ya da dağıtım tabloları içine konulmayan balastlar, transformatör ve dirençler toza ve dokunmaya karşı bir muhafaza ile korunmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARLARI

1	Kuvvet tesisleri
2	Ekonomiklik-kesintisiz
3	Kısa süreli
4	2.5 mm ² - 4 mm ²
5	80
6	Tel örgülü kanallar
7	Busbar sistemi
8	Feeder
9	Enerji alınmasını
10	Trolley Busbar Sistemi
11	NYA
12	NYAF
13	NYY
14	NYM
15	Elektrik kuvvetli akım
16	Spiral ya da demir boru
17	Su tahliye

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Dağıtım panoları
2	Portakal renginde
3	Fişler
4	Taşınabilir bağlantı
5	NYMH
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Paket (Pako) şalter
2	Asenkron motor
3	NVV ve H05VV-F,
4	Seperatörler vasıtasıyla
5	Kompakt şalter

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	E
3	E
4	C
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	Ölçü aletleri
2	30-100 cm
3	Meger
4	2
5	5
6	Meger
7	10

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Kuvvet tesisleri
2	Ekonomiklik-kesintisiz
3	Kısa süreli
4	2.5 mm ² - 4 mm ²
5	80
6	Tel örgülü kanallar
7	Busbar sistemi
8	Feeder
9	Enerji alınmasını
10	Trolley Busbar Sistemi
11	Dağıtım panoları
12	Portakal renginde
13	Fişler
14	Taşınabilir bağlantı
15	NYMH
16	Paket (Pako) şalter
17	Asenkron motor
18	NVV ve H05VV-F, Anma
19	Seperatörler vasıtasıyla
20	Kompakt şalter
21	Ölçü aletleri
22	Meger
23	E
24	E
25	E
26	C
27	B

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Türk Standartları Enstitüsü
- Tedaş Bölge Müdürlükleri
- Sanayi tesislerinin aydınlatma projelerini çizen elektrik mühendisleri
- Sanayi tesislerinin aydınlatma tesisatını yapan elektrik firmaları
- Armatür üreten firmaların katalogları
- Asenkron motor üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Motor şalterleri üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Endüstriyel fiş ve priz üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Pano üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- İç Tesisat Yönetmeliği
- Kuvvet Tesisat Yönetmeliği
- Devlet Su İşleri (D.S.İ.) Bölge Müdürlükleri
- Üniversitelerin elektrik eğitimi yapan bölümleri
- Üniversite ve Halk Kütüphaneleri
- http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz/tum_sorular.php

KAYNAKÇA

- ALACACI Mahmut, Adem ALTUNSAÇLI, **Elektrik Makineleri-2**, Color Ofset, İskenderun, 2003.
- ARSLAN Ali, **Elektrik Bakım Arıza Onarım**, Kocaeli, 2004.
- ARSLAN Ali, Elektrikli Ev Aletleri Tamir ve Bakımı, Kocaeli, 2004.
- DOĞRU Ali, Elektrik Meslek Resmi (Aydınlatma ve Kuvvet Projeleri), Kahramanmaraş, 2004.
- DURMUŞ Hayati, Yılmaz Ünsal, Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resmi
- GÖRKEM Abdullah, **Atölye 2**, Ankara, 2004.
- HÜRER Ali, Elektrik Tesisat Bilgisi 1, G.Ü. Matbaası.
- HÜRER Ali, **Teknik ve Meslek Resim**, İstanbul, 2004.
- KAPUDERE Fikret Nurettin, **Ders Notları**.
- NAYMAN Muhsin, **Atölye Kitabı**
- YAVAŞ Hakan, **Ders Notları**, Bursa, 2004.
- SAÇKAN Ahmet Hamdi, **Elektrik Makineleri 3**, MEB Yayınları, Ankara.
- SANCAK Zeki, Takahisa KATO, **Otomatik Kumanda Yöntemleri**, JICA, 1992.
- SEVİM Mehmet, **Elektrik Meslek Resmi**, Aydın, 2000.
- ŞEN Teslime, Toplam Üretken Bakım ve İlk Ekipman Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, 1999.
- Uluslararası Bakım ve Onarım Yönetimi Kongresi Bildirileri. İstanbul, 1995.
- <http://www.mnppmem.gov.tr/kumanda/asm.htm>