

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**DİREK TİPİ TRAFO ÖLÇÜM PANOLARI  
522EE0023**

**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. ÖLÇÜM PANO VE MALZEMELERİ .....	3
1.1. Ölçüm Panosu .....	3
1.1.1. Görevi .....	3
1.1.2. Pano Özellikleri .....	3
1.2. Ölçüm Pano Malzemeleri ve Özellikleri .....	5
1.2.1. Baralar ve Mesnet İzolatörleri .....	5
1.2.2. Akım Trafoları .....	6
1.2.3. Akım ve Gerilim Klemensleri .....	9
1.2.4. Anaşalter (Devre kesici) .....	11
1.2.5. Ampermetreler .....	23
1.2.6. Elektrik Sayacı .....	24
1.2.7. Sabit Kompanzasyon Kondansatörleri .....	30
1.2.8. Anahtarlı Otomatik Sigortalar .....	32
1.3. Pano Genel Teknik Şartnamesi .....	34
UYGULAMA FAALİYETİ .....	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	39
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	40
2. ÖLÇÜM PANO MALZEMELERİ MONTAJI .....	40
2.1. Ölçüm Panosu Malzeme Yerleşim Planı .....	40
2.2. Montaj Araç Gereçleri .....	41
2.3. Ölçüm Pano Malzemelerinin Yerine Montajı .....	42
2.3.1. Kompakt Şalterin Yerine Montajı .....	42
2.3.2. Elektrik Sayacının Montajı .....	46
2.3.3. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Montajı .....	48
2.3.4. Kondansatör, Sigorta ve Ampermetre Montajı .....	50
UYGULAMA FAALİYETİ .....	54
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	56
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	57
3. ÖLÇÜM PANO MALZEMELERİ BAĞLANTILARI .....	57
3.1. Ölçüm Pano Bağlantı Şeması .....	57
3.2. Ölçüm Pano Bağlantı İletkenlerinin Özellikleri .....	60
3.2.1. Baraların Özellikleri .....	60
3.2.2. Ölçüm Pano Bağlantı Kabloları Özellikleri .....	62
3.3. Ölçüm Pano Bağlantılarının Yapılması İşlem Sırası .....	63
3.3.1. Kompakt Şalter Bara Bağlantısı İşlem Sırası .....	63
3.3.2. Akım Trafo ve Sayaç Bağlantıları İşlem Sırası .....	64
3.3.3. Sabit Kompanzasyon Bağlantıları İşlem Sırası .....	67
3.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği .....	68
UYGULAMA FAALİYETİ .....	70
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	72
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	73
4. ÖLÇÜM PANOSUNUN YERİNE MONTAJI .....	73

4.1. Ölçüm Pano Montaj Yerleri.....	73
4.2. Ölçüm Panosu Yerine Montaj İşlem Sırası.....	75
4.3. Ölçüm Pano Giriş Çıkış Kablo Bağlantıları.....	76
4.3.1. Pano Giriş Çıkış Bağlantı Kablo Özellikleri.....	76
4.3.2. Pano Giriş Çıkış Kablosu Bağlantı İşlem Sırası.....	77
4.4. Ölçüm Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları.....	79
4.4.1. Kompakt Şalter Test ve Ayarları.....	79
4.4.2. Sayaç ve Kompanzasyon Test ve Ayarları.....	80
4.5. Ölçüm Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri.....	80
4.6. Topraklamalar Yönetmeliği.....	81
UYGULAMA FAALİYETİ.....	83
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	85
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	86
CEVAP ANAHTARLARI.....	87
KAYNAKÇA.....	90

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0023</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Yüksek Gerilim Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Direk Tipi Trafo Ölçüm Panoları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Direk tipi trafo merkezleri ölçüm panosu montaj ve bağlantılarıyla ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/ 24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Ölçüm pano montaj ve bağlantılarını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Bu modül ile her türlü yerde TSE ve uluslararası standartlara, şartnamelere, Kuvvetli Akım ile Topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, AG pano ve malzemelerini seçebilecek, montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Standart ve yönetmeliklere uygun, ölçüm pano ve malzemelerini hatasız seçebileceksiniz.</li><li>2. Standart ve yönetmeliklere uygun, ölçüm pano malzemelerinin montajını hatasız yapabileceksiniz.</li><li>3. Standart ve yönetmeliklere uygun, ölçüm pano malzemelerinin bağlantılarını hatasız yapabileceksiniz.</li><li>4. Standart ve yönetmeliklere uygun, ölçüm panosunun yerine montaj ve bağlantılarını hatasız yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam</b> Atölye ortamı, sektör sanayi kuruluşları</p> <p><b>Donanım</b> Ölçüm panosu, kombi sayaç, baralar, ampermetreler, akım trafoları, mesnet izolatorleri, güç kondansatörü, kablolar, kablo pabuçları, kompakt şalter, klemensler, anahtar takımları, tornavidalar, pense, kablo pabuç pensesi, izole bant, kablo kanalları, kablo bağı ve spirali, topraklama elemanları, anahtarlı otomatik sigortalar, pano bağlantı projesi, malzeme katalogları ölçü aletleri, projeksiyon, slayt, tepegöz.</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ve becerileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (çoktan seçmeli, doğru yanlış, tamamlamalı test ve uygulama vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Çağımızda teknolojik gelişmeler çok hızlı bir biçimde olmaktadır. Hızlı gelişmeler bazı yeni ihtiyaçları ve buna bağlı olarak uygulamaları ortaya çıkarmıştır. Ölçüm panoları da yeni uygulamalara bir örnektir.

AG ölçüm panoları direk tipi trafolu tesislerde kullanılan panolardır. Bu panolarda tesisin tükettiği elektrik enerjisini ölçen sayaç ve tesisin ana şalteri en önemli görevleri görmektedir.

Bu modülde, AG ölçüm panosu ve malzemelerinin özelliklerini, çalışma prensiplerini öğreneceksiniz. Pano malzemelerinin özelliklerini öğrendikten sonra, montaj ve bağlantılarının nasıl yapıldığını ve montajda nelere dikkat etmeniz gerektiğini öğreneceksiniz.

Elektrik pano malzemelerinin montajını iş güvenliği ve yönetmeliklere uygun olarak yapmalısınız.

Kullanacağımız pano elektrik malzemeleri, Türk ve uluslararası standartlara uygun olarak imal edilmiş olmalıdır.

Modül sonunda sektör ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde, ölçüm pano montajlarını yapabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak ölçüm pano ve malzemelerini hatasız seçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ölçüm panoları kullanım yerlerini araştırınız.
- Ölçüm panolarında hangi malzemeler kullanılır, araştırınız.

## 1. ÖLÇÜM PANO VE MALZEMELERİ

### 1.1. Ölçüm Panosu

#### 1.1.1. Görevi

Direk tipi trafo tesisinde, trafo direğinin yanında bulunan ve tesisin tükettiği elektrik enerjisinin ölçümünü yapan panodur. Ölçme işlemi yapan sayacın bulunmasından dolayı sayaç panosu da denilmektedir. TEDAŞ yönetmeliklerine göre yeni abone olacak direk tipi trafolu sanayi tüketicilerinin ölçüm panosu mutlaka direk yanında olmalıdır. Eski direk tipi trafolu tüketicilerinin de belirli zaman içerisinde sayaç panolarını direk yanında tesis etmeleri istenmektedir.

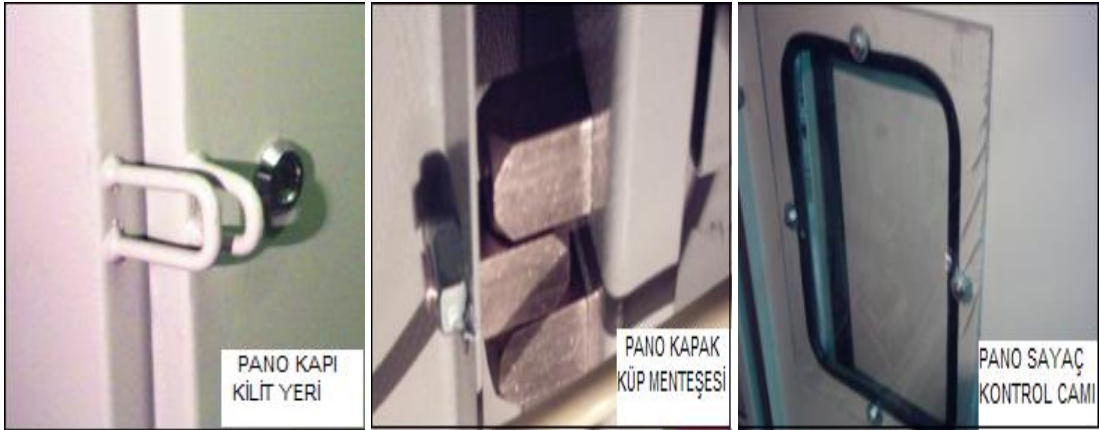
NOT: Direk tipi trafo tesisleri 400 KVA' ya kadar tesis edilmektedir.

#### 1.1.2. Pano Özellikleri

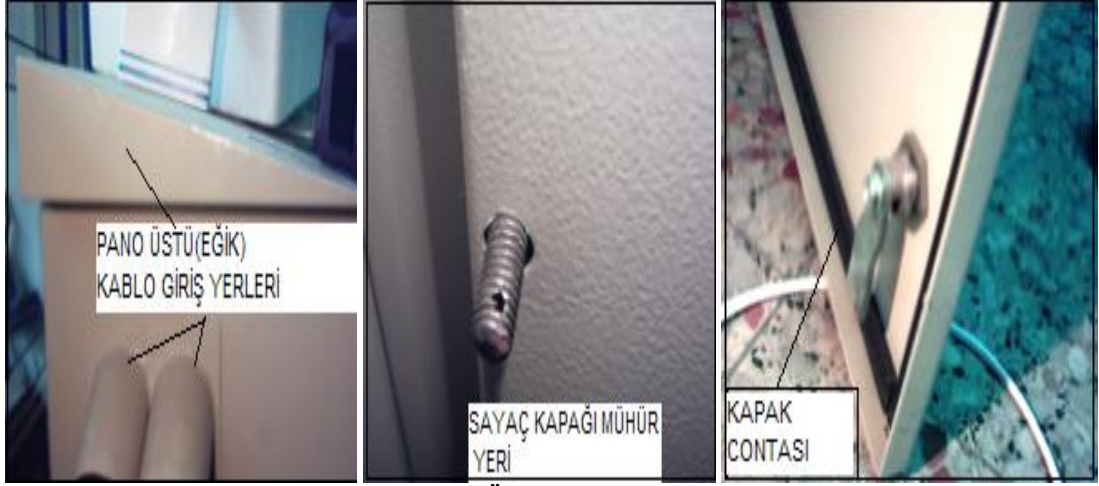
Ölçüm panosunda bulunması gerekli özellikler şunlardır:

- Pano yapımında kullanılan sac, DKP sacdan en az 2 mm kalınlığında olacaktır.
- Pano harici tip olduğundan üzerine çatı yapılacak, çatı yağmur sularının kolayca akması için en az 50, en çok 150 eğimli olacaktır. Çatının dört tarafında gövdeden dışarı taşacak şekilde sacak oluşturulacaktır. Bu sacak suyun süzülerek içeri girmesini engelleyecek şekilde ters açığa sahip olacaktır (Resim 1.2 bakınız.).
- Kapı açıldığında conta üzerinde birikmesi muhtemel suyun içeri boşalmasını engellemek için ters açığa sahip ayrıca bir eşik daha bulunacaktır. Kapının contası bu eşik üzerine basacaktır.
- Pano kapıları, panonun genişliğine bağlı olarak bir veya iki kanatlı, menteşeli (küp menteşe) ve kilitlenebilir tipte olacaktır. Menteşeler dışarıdan ulaşılamayacak şekilde gizli olacaktır (Resim 1.1 bakınız.).

- Pano yüksekliği ne olursa olsun kapı başına en az 2 adet menteşe kullanılacaktır.
- Menteşeler, kapı açık veya kapalı konumda iken aşağıdan kaldırıldığında serbest kalmayacak şekilde olacaktır.
- Kapı kenarları su ve toz girmesine karşı, dış etkenlere dayanıklı tek parça ve ek noktası bulunmayan lastik contalarla donatılacak ve pano üzerinde bütün temas yüzeylerine dayanacak şekilde kapanacaktır (Resim 1.2 bakınız.).
- Kapılar çalışmayı önlemeyecek şekilde, en az 120°C açılacak ve açık durumda kalmasını sağlayan, rüzgâr basıncına dayanıklı bir durdurma düzeniyle donatılacaktır.
- Kapıların alt kenarları en az 5 cm yüksekte olacaktır.
- Kapı kolları ve kilitleme düzeni, yağmur ve kar sularının kilide ulaşmasını önleyecek biçimde olacaktır. Ayrıca gerektiğinde asma kilit takmaya uygun bir düzen bulunacaktır (Resim 1.1 bakınız.).
- Ön yüzde enerjili bölümlere doğrudan teması engelleyecek ön örtü/kapak bulunacaktır.
- Pano korozyona dayanıklı elektrostatik boya ile boyanmalıdır.
- Sayaç bölmesi kapağı bulunacak ve mühürlenebilir özellikte olacaktır (Resim1.2).
- Sayaç kontrol camı kapak içerisinde vidalı olacaktır (Resim 1.1).



**Resim 1.1: Ölçüm pano kapak özellikleri**



Resim 1.2: Ölçüm pano özellikleri

## 1.2. Ölçüm Pano Malzemeleri ve Özellikleri

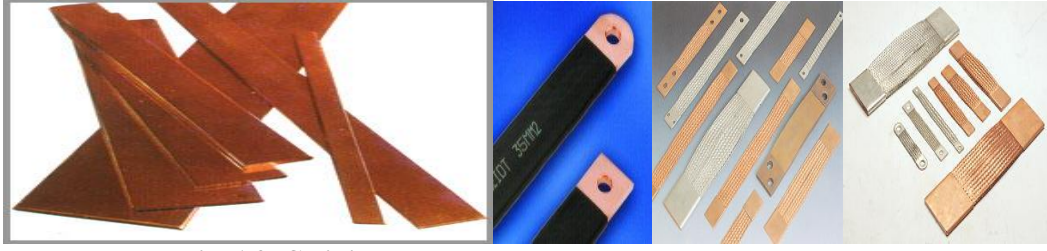
Direk tipi trafo merkezleri, alçak gerilim ölçüm panosunda kullanılan malzemeler şunlardır:

- Baralar ve mesnet izolatörleri
- Akım trafoları
- Akım ve gerilim klemensleri
- Ana şalter
- Amperetreler
- Elektrik sayacı
- Sabit kompanzasyon kondansatörü
- Anahtarlı otomatik sigortalar

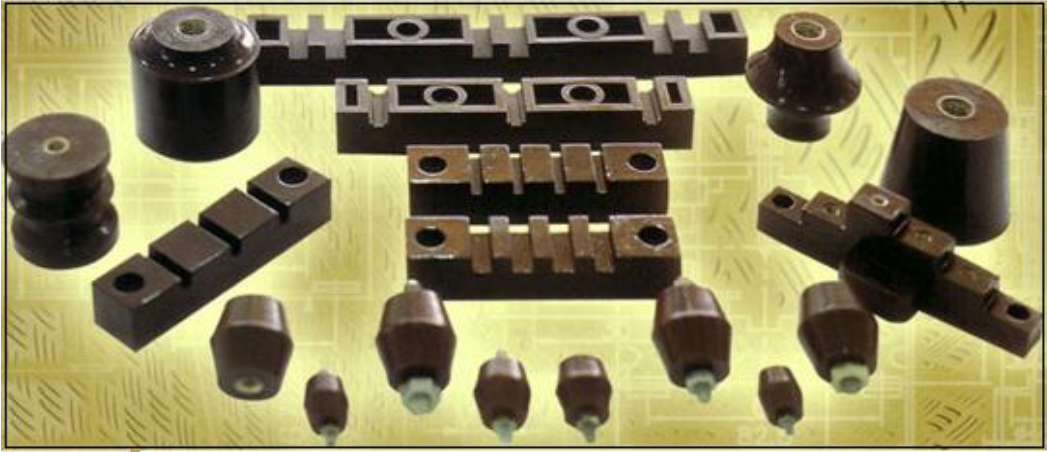
### 1.2.1. Baralar ve Mesnet İzolatörleri

60 Amper'den fazla akım çeken panolar baralı tipte olmalıdır. Baralar saf elektrolitik bakırdan yapılır. Yuvarlak olabileceği gibi genellikle panolarda dikdörtgen kesitli, yassı şerit baralar kullanılır. Baralar pano gövdesine bara izolatörleri (*mesnet izolatörleri*) ile tutturulur. Bağlantı yeri metalden yapılan izolatör, porselenden, bakalit veya sertleştirilmiş plastik malzemeden yapılır.

Ölçüm panosunda baralar ana şalter girişinde ve nötr topraklama barası olarak kullanılır. Panoda kullanılacak bara seçiminde çekilen akım önemlidir.



Resim 1.3: Çeşitli boyutlarda bakır lama ve örgülü bakır baralar



Resim 1.4: Çeşitli bara mesnet izolatörleri

### 1.2.2. Akım Trafoları

Alçak gerilim akım transformatörleri; primer sargı, sekonder sargı ve bu sargıların üzerine sarıldığı manyetik nüve olmak üzere üç kısımdan oluşur. Primeri kalın kesitli birkaç spirden veya tek spirden (baradan) oluşmaktayken sekonder çok spirli ve ince kesitlidir. Normalde akım trafosu gerilim yükseltici trafo gibi çalışır. Sekonder taraftaki gerilim yükselirken, sekonder akım değeri düşer. Yani primer gerilimini yükseltirken, primer akımını düşürür. Bu maksatla akım trafolarının sekonderleri mutlaka bir ampermetre veya bir yük üzerinden kısa devre edilerek kullanılmalıdır. Aksi durumda sekonder sargılardaki yüksek gerilim kullanıcılar için tehlikeli olur. Akım transformatörleri, TS 620 ve IEC 185 standartlarına uygun imal edilmektedir.

NOT: Ölçü akım transformatörleri; ölçme aletleri, sayaçlar ve benzer teknikle çalışan diğer aygıtları beslemek amacıyla yapılmıştır.

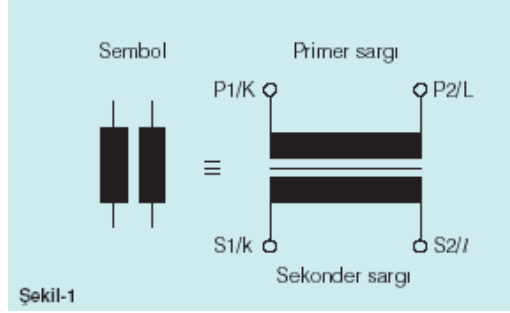
Ölçü aletlerinin sınırı dışında olan akımlarını ölçülebilir değerlere indirmesini sağlayan transformatörlerdir. Akım transformatörlerinde kullanılan terimler aşağıda sıralanmıştır:

#### 1.2.2.1. Primer Sargı (P1,P2)

Primer sargı, dönüştürülecek akımın geçtiği sargıdır. Tek spirli ve kalın kesitlidir. Genellikle primer sargıyı bara oluşturur. Bazen birkaç spirli de olabilir.

### 1.2.2.2. Sekonder Sargı (S1,S2)

Sekonder sargı, akım transformatörünün, ölçü aletlerinin, sayaçların ve benzer aygıtların akım devrelerini besleyen sargıdır. İnce kesitli ve çok spirlidir. Daima kısa devre edilir. Açık devre bırakılmaz. Açık devre bırakılan sekonder sargılarda yüksek gerilim olacağından, kullanıcılara zarar verebilir.



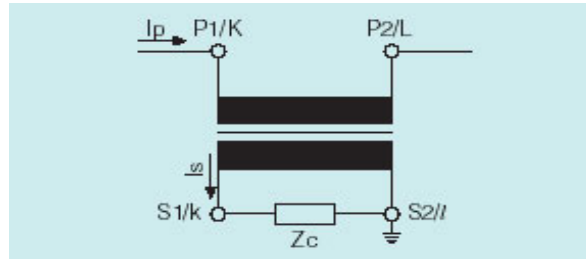
Şekil 1.1: Akım transformatörü sargıları

### 1.2.2.3. Dönüştürme Oranı (k)

Primer anma akımı ( $I_{pn}$ ) ile sekonder anma akımı ( $I_{sn}$ ) arasındaki orandır.  $K=I_{pn}/I_{sn}$  (Örnek 100/5) Örnek: 100/5 trafoda  $100/5=20$  kat akımı küçültmüş olur.

### 1.2.2.4. Yük ( $Z_c$ )

Sekonder devreye bağlanmış bir empedanstır. Yük genel olarak, belirli bir güç kat sayısında ve sekonder anma akımında çekilen ve voltamper olarak belirtilen görünür güçle ifade edilir.



Şekil 1.2: Akım transformatörüne yük bağlantısı

### 1.2.2.5. Anma Görünür Çıkış Gücü ( $P_c$ )

Akım transformatörünün sekonder devreye, belirli bir güç kat sayısında, sekonder anma akımı ile anma yükünde verebildiği, voltamper cinsinden ifade edilen görünür güçtür.

$$S_c=Z_c \times I_{sn}^2(\text{VA})$$

### 1.2.2.6. Doğruluk Sınıfı (Clas)

Akım transformatörlerinde hatanın belirli sınırlar içinde kaldığını açıklamakta kullanılan bir deyimdir. Ölçü akım transformatörünün doğruluk sınıfı, primer anma akımı ve

anma yükünde, yüzde olarak akım yanılığının üst sınırına eşit olan ve 'sınıf indisi' denen bir sayı ile verilir.

- Ölçü akım transformatörü doğruluk sınıfı standart değerleri 0,1- 0,2- 0,5- 1- 3- 5'tir.
- Akım transformatörüne bağlanacak cihazların harcadıkları güç önemlidir (Tablo 1.1).

<b>Akım transformatörlerine bağlanan bazı cihazların güçleri :</b>	
Cihazlar	Gücü (VA)
Ampermetre (yumuşak demirli)	0,7 ... 1,5
Wattmetreler	0,2 ... 5,0
Cosφ metreler	2,0 ... 6,0
Sayaçlar (aktif ve reaktif)	0,4 ... 1,0
Reaktif güç kontrol röleleri	0,5 ... 1,0
Aşırı akım röleleri	0,2 ... 6,0
Ters akım rölesi	1,0 ... 2,0
Sekonder termik röleler	7,2 ... 9,0

**Tablo 1.1: Akım transformatörüne bağlanan cihazların harcadıkları güçleri**

Anma Akımı (A)	Anma Gücü (VA)		Ağırlık (kg)	Kablo (max) mm.
	Sınıf:0,5	Sınıf:1		
100/5	-	5	0,60	Ø12
150/5	5, 10	5, 10	0,60	Ø12
200/5	5, 10	5, 10	0,60	Ø12
250/5	5, 10	5, 10	0,60	Ø12

**Tablo 1.2: Barasız akım trafo özellikleri**

**Teknik özellikleri :**

En yüksek şebeke gerilimi : 720 V  
 Kullanım yeri : Bina içi  
 Sürekli çalışma akımı : 1,2xIn  
 Bir dakika süreli test gerilimi : 3 Kv  
 Emniyet katsayısı : <5  
 Nominal primer akımı : 30A....3000A  
 Nominal sekonder akımı : 5 A  
 Çalışma frekansı : 50-60Hz  
 Çalışma sıcaklığı : -5/+45°C  
 Termik anma akım : Ith= 100xIn (FAT-30B için Ith=60xIn)  
 Dinamik anma akım : Idyn= 2,5xIth

**Tablo 1.3: Akım trafo teknik özellikleri**

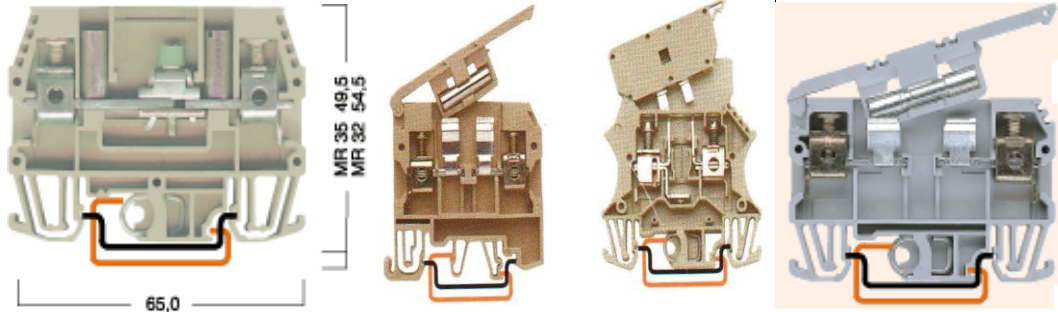


**Resim 1.5: Akım transformatörü sargısı, barasız ve baralı tip akım transformatörleri**



### 1.2.3. Akım ve Gerilim Klemensleri

Alçak gerilim ölçüm panosunda kullanılan bu klemenslere ayırma, test ve ölçü alma klemensleri de denir. Ölçüm panosunda sayaç akım ve gerilim devresinde kullanılır. Termoplast malzemeden yapılmıştır. Görevleri; istendiğinde iletkenleri yerinden sökmeden, sayaç akım ve geriliminin kesilmesini sağlayarak ölçme ve test yapılmasıdır.



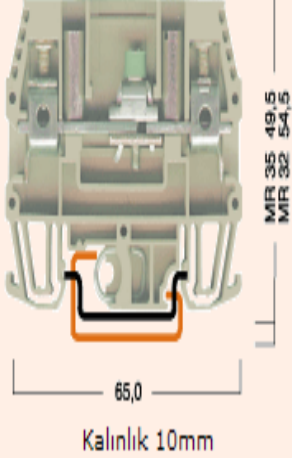
Resim 1.6: Akım ve gerilim klemensleri (ayırma, test klemensleri)

Gerilim klemensi hareketli düzeneğindeki kovani ile istendiğinde sayacın gerilimini kesmektedir. Akım klemensindeki köprü vidası çıkartılarak ölçme ve ayırma yapılabilir.

Akım ve gerilim klemenslerinin özelliklerinin olduğu tablolar aşağıdadır, inceleyiniz.

Anma Değerleri	
Gerilim / Akım / Kesit	500V~/ 6.3 A / 6 mm <sup>2</sup>
VDE için /VDE	
UL için /UL	300V~/ 6.3 A / AWG 26-8
Kablo Soyma Boyu	12 mm
Bağlantı Bilgileri	
Tekli İletken, Vida Bağlantılı	0.5 - 10 mm <sup>2</sup>
Çoklu İletken, Vida Bağlantılı	1.5 - 6 mm <sup>2</sup>
AWG İletken	26.....8

Tablo 1.4: Ayırma klemensi özellikleri (Gerilim klemensi)

WGO 2		Anma Değerleri		
 <p>65,0</p> <p>Kalınlık 10mm</p> <p>MFR 35 49,5 MFR 32 54,5 MFR 32 54,5</p>	Gerilim / Akım / Kesit	380V~/ 61 A / 10 mm <sup>2</sup>		
	VDE için	400V~/ 57 A / 10 mm <sup>2</sup>		
	UL için	600V~/ 50 A / AWG 16-8		
	Kablo Soyma Boyu	12 mm		
	<b>Bağlantı Bilgileri</b>			
	Tekli İletken, Vida Bağlantılı	1,5 - 16 mm <sup>2</sup>		
	Çoklu İletken, Vida Bağlantılı	1,5 - 10 mm <sup>2</sup>		
AWG İletken	16.....6			

**Tablo 1.5: Test, ayırma klemensi özellikleri (Akım klemensi)**



#### 1.2.4. Anaşalter (Devre kesici)

Direk tipi trafolu tüketicilerin harici olan ölçüm panolarında devre kesici olarak kullanılan şalterlere, ana şalter denir. Bu şalterler, kompakt tipte olmalıdır. Kesici normal işletme şartlarında devreyi kapamaya, kesmeye ve bu devrenin akımını taşımaya, kısa devre ve aşırı akım gibi normal dışı şartlarda ise devreyi otomatik olarak kesmeye yarayan mekanik bir açma-kapama cihazıdır.



Resim 1.7: Devre kesiciler

##### 1.2.4.1. Devre Kesici Çalışma Prensibi

Devre kesicilerin devreyi açma-kapama işleminden başka en önemli fonksiyonu, normal dışı şartlarda devreyi korumalarıdır. Koruma fonksiyonlarını kesicinin yerine getirebilmesi için cihaz içinde bazı üniteler bulunmaktadır. AG devre kesicilerinin açtırma üniteleri TS 1058 EN 60947-2 standartlarında salıcı olarak tarif edilir.

Salıcılar üçe ayrılmaktadır:

Aşırı akım salıcıları (aşırı akım açtırma ünitesi), düşük gerilim salıcıları (düşük gerilim bobini), şönt salıcıları (uzaktan açtırma bobini)

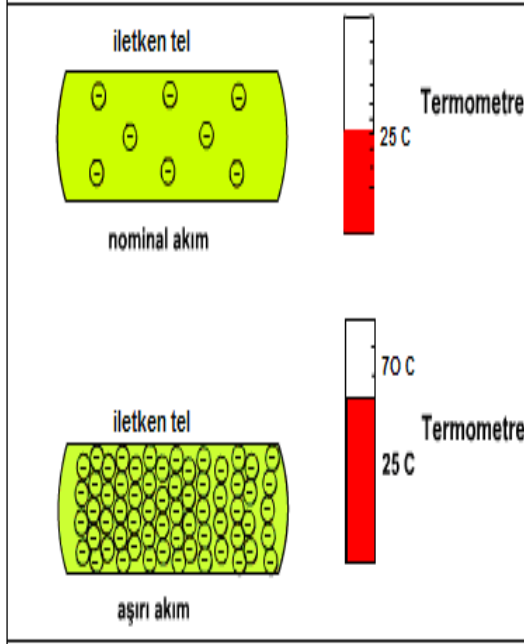
##### ➤ Aşırı Akım Salıcıları

Anma akım değerini aşan bütün akım değerleri *aşırı akımdır*. Elektrik devrelerinde aşırı akımlar devreden çekilen gücün artması veya bir kısa devre sonucunda oluşur. Her iki aşırı akım da elektrik devreleri için oldukça tehlikelidir. Aşırı akımlar, elektrik devresinde termik ve dinamik zorlanmalara sebep olur.

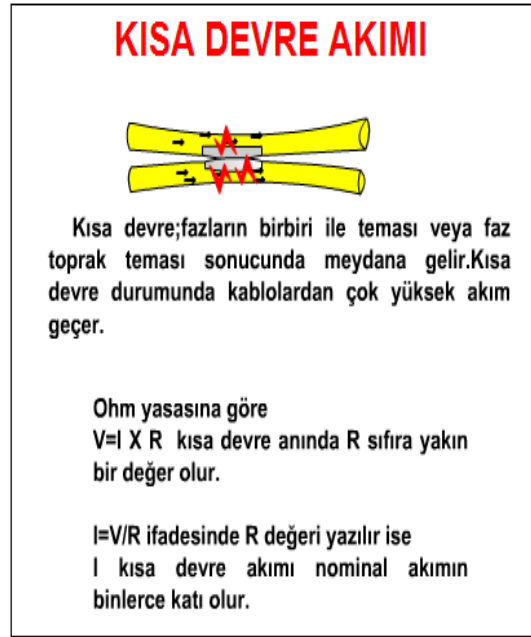
Çekilen gücün artması ile meydana gelen aşırı akım genellikle çok yüksek olmamakla birlikte anma akımının (2- 3) katına kadar çıkabilmektedir.

Kısa devre sonucu oluşan akımlar ise, elektrik devresinin özelliğine göre değişir.

Örnek; 100 KVA'lık transformatörde 3,2 KA kısa devre akımı, 2500 KVA'lık bir trafoda ise 60 KA'e kadar çıkabilir.



Şekil 1.3: Nominal ve aşırı akım farkı



Şekil 1.4: Kısa devre akımı oluşumu

Trafo, kablo, motor vb. elektrikli cihazların aşırı akım nedeniyle oluşan ısı ile tahrip olmadan dayanabileceği bir  $I^2 x t$  termik zorlanma değeri vardır. Formülden de görüldüğü gibi hem akımın değeri, hem de akımın geçme süresi son derece önemlidir.  $I^2 x t$  değerini belli bir değer altında tutabilmek için akım yükseldikçe akımın geçiş süresinin kısılması gerekir (Şekil 1.5 bakınız). A.G. devre kesicileri, korunacak cihazın  $I^2 x t$  değerinin altında devreyi açarak güvenli bir koruma sağlar.

➤ **Aşırı akım salıcıları ikiye ayrılır:**

Aşırı yük şartlarında açan salıcılar ve kısa devre şartlarında açan salıcılardır.

• **Aşırı yük şartlarında açan salıcılar**

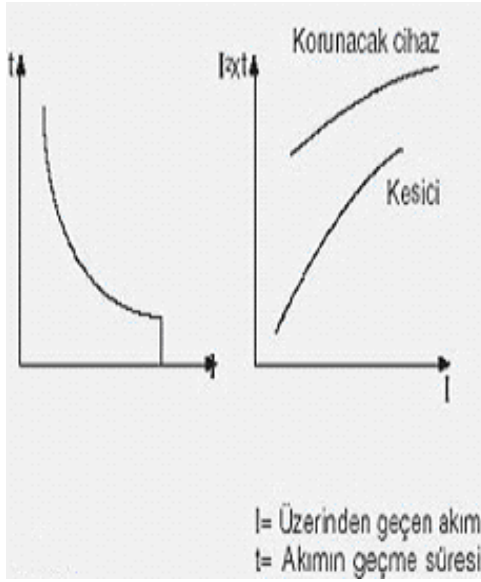
Devreden çekilen akımın kesicinin anma akım değerini aştığı durumda çalışan salıcılardır. Genellikle ters zaman gecikmeli olarak çalışırlar. Akımın değeri arttıkça açma süresi küçülür.

- **Kısa devre şartlarında açan salıncılar**

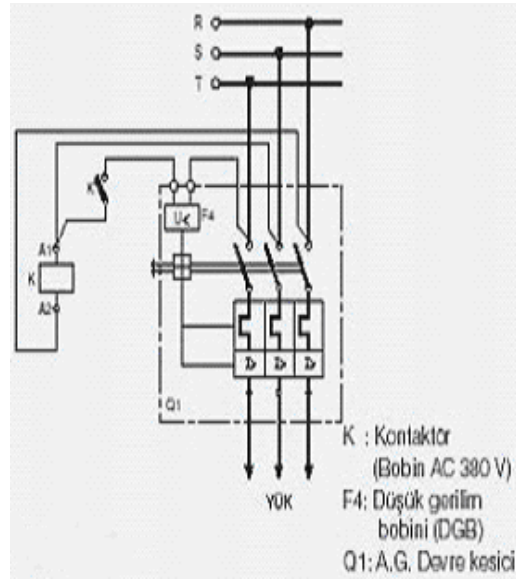
Kısa devre akımının salıncının ayar değerini aştığı durumda devreyi çok kısa bir sürede ani olarak açan salıncılardır.

- **Düşük Gerilim Salıncıları**

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 kesilmesiyle diğer fazlar aşırı yüklenecek ve motor yanacaktır. İstendiğinde kesiciye düşük gerilim bobini takılarak bu gibi arızaların oluşması önlenmektedir. Düşük gerilim bobini genellikle iki fazdan beslendiği için diğer fazın kontrolü bir kontaktör kullanılarak yapılır (Şekil 1.6).



Şekil 1.5: Devre kesici akım ve zaman grafiği



Şekil 1.6: Düşük gerilim bobini bağlantısı

- **Şönt Salıncıları**

Devre kesiciyi uzaktan açmak için kullanılır. Bir şönt açtırma salıncısına, bir gerilim uygulandığında besleme geriliminin % 70'i ile % 110'u arasında açtırma yaptırabilmektedir.

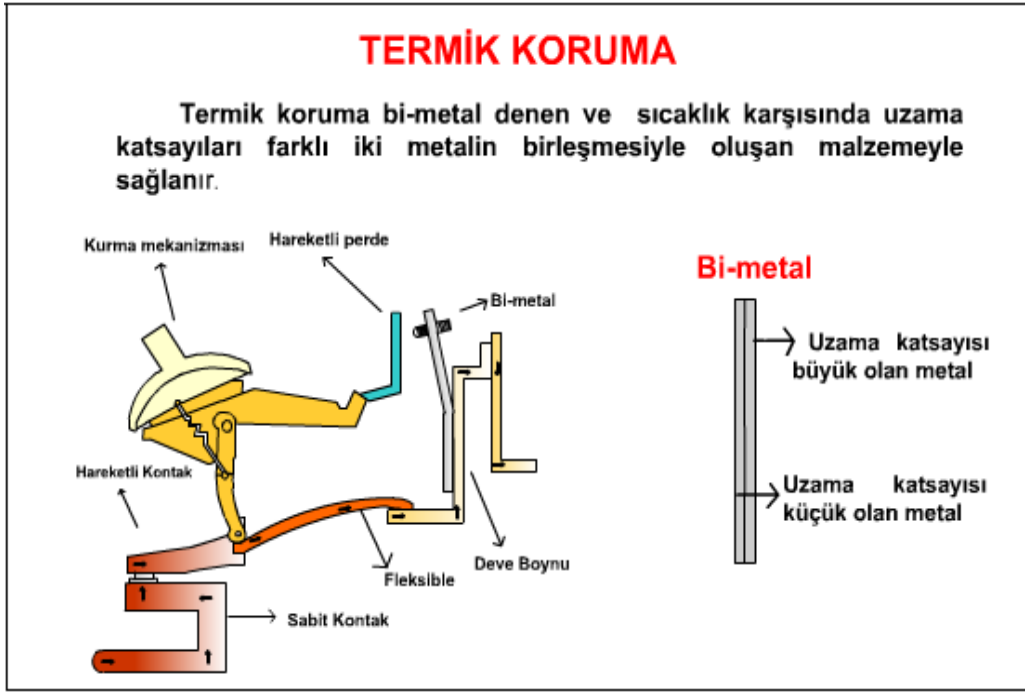
### 1.2.4.2. Devre Kesici Çeşitleri

AG Devre kesiciler aşırı akım salıncı cinsine göre iki değişik türde üretilir. Bunlar; Termik-manyetik (kompakt) devre kesiciler, mikroişlemci açtırma ünitesi elektronik devre kesicilerdir.

## ➤ Termik-Manyetik Devre Kesiciler

Ölçüm panosunda bu tip şalterler kullanılır. Aşırı yük şartlarında termik koruma işlevini, anma akımının (In) 1,1 ile 3 katı arasındaki değerlerde yaparlar.

Termik korumayı sağlayan bimetal, sıcaklık karşısında uzama kat sayıları farklı iki metalin birleşmesiyle oluşur. Bimetal ısındığında uzaması daha az olan metale doğru bükülür. Böylece kesici mekanizmasının açılmasına yardımcı olan bir tırnağı kurtararak kesiciyi devre dışı bırakır. Bimetalin bükülmesi kesicinin içinden geçen akımla doğru orantılıdır; çünkü akımın artması sıcaklığın artması demektir. Bu şekilde anma akımının üstündeki yük akımlarında, kesicinin aşırı akım koruma işlemi bimetal sayesinde gerçekleşir (Şekil 1.7).



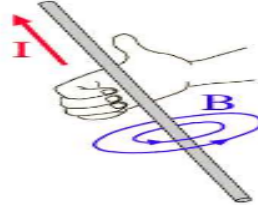
Şekil 1.7: Kesicilerde termik koruma işlevi (aşırı yük için)

Kısa devre şartlarında termik koruma işlevini anma akımının en az 3 katı ve üzerindeki değerlerde yapar.

Kesicinin bir başka görevi de bağlı bulunduğu devreyi kısa devrelere karşı korumaktır. Kısa devre; fazların birbiri ile teması veya faz-toprak teması sonucunda meydana gelebilir (Şekil 1.4'e bakınız). Kısa devre durumunda kablolardan çok yüksek bir akım geçeceğinden, sistemin enerjisinin termik korumaya göre çok daha kısa sürede kesilmesi gerekir. Kesici, bağlı bulunduğu yükü korumak için anında açma yapmalıdır. Bu görevi gören kısım, kısa devre akımının meydana getirdiği *manyetik alanın* (Şekil 1.8) oluşturduğu mıknatıslanma ile çalışan mekanik bir açma düzeneğidir.

## MANYETİK KORUMA

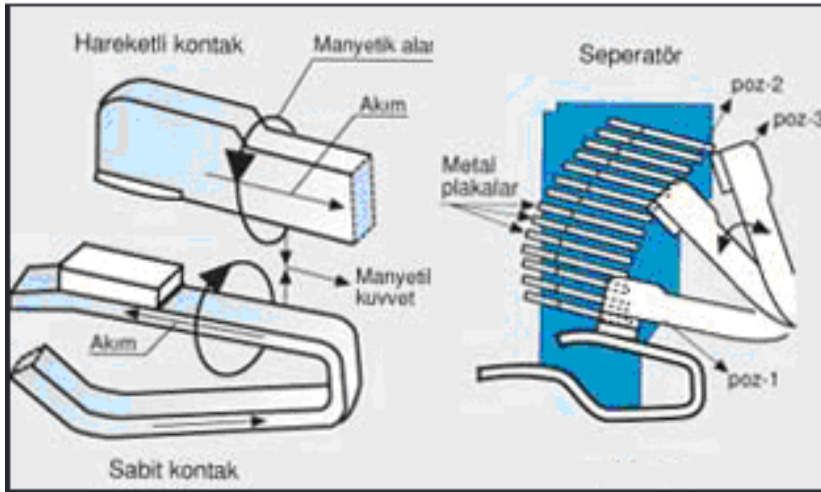
Manyetik koruma sağ el kuralı prensip alınarak sağlanmıştır. Sağ el kuralına göre teli baş parmak akım yönünü gösterecek şekilde kavrarsak diğer dört parmak manyetik alanın yönünü gösterir.



Şekil 1.8: Kesicilerde termik koruma işlevi prensibi (kısa devre şartlarında)

Günümüzde termik- manyetik devre kesiciler limitörlü olarak yapılmaktadır. Bu tip devre kesicilerin çalışma prensibi şu şekildedir.

Kesici kol ile açılıp kapatılırken hareketli kontak; ON pozisyonunda poz-1'de; OFF pozisyonunda ise poz-3'te durmaktadır (Şekil 1.9'a bakınız).



Şekil 1.9: Kesicilerde kontaktların durumu

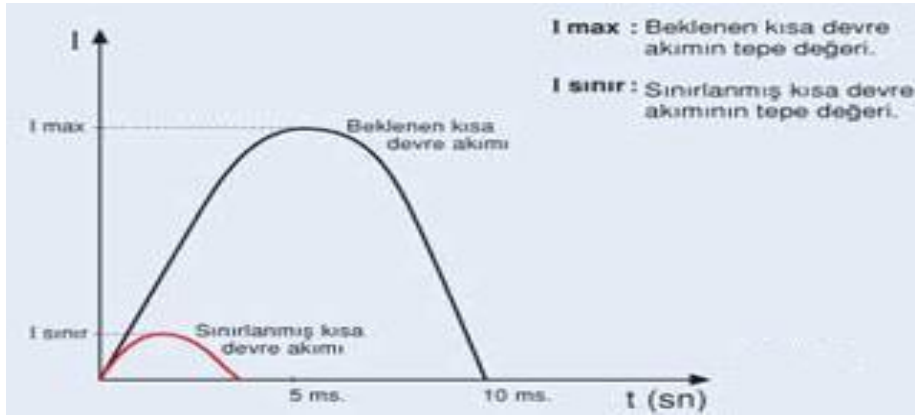
Limitör özelliği olmayan bir kesici devresinde herhangi bir kısa devre meydana geldiğinde oluşan kısa devre akımı, salıncıklar sayesinde kesici mekanizmasını harekete geçirerek kesiciyi açar ve kesici kolunda trip pozisyonuna gelir. Bu süre kesicilerde 10-20 ms arasında değişir (Şekil 1.12'e bakınız).

Limitörlü kesicilerde ise ilave olarak, kısa devrenin oluşturduğu zıt manyetik alan, hareketli kontakı poz-1'den poz-2'ye (Şekil 1.9'a bakınız) getirir ve kontak bu pozisyonda kalır. Yani kontak kendiliğinden tekrar ON pozisyonuna gelmez.

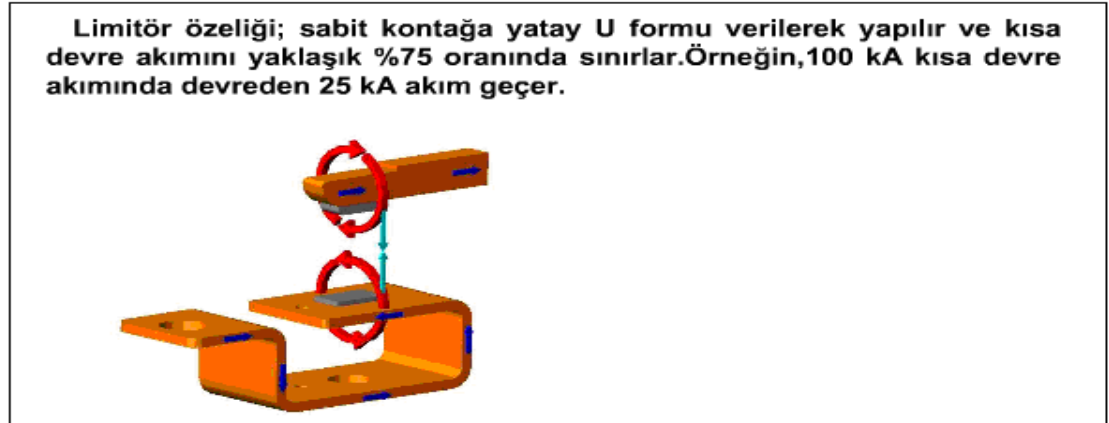
Hareketli kontağın açılmaya başlaması kısa devrenin daha birinci milisaniyesinde başlar. Kontakın poz-2'ye gelmesi ilk iki milisaniyede, arkın komple kesilmesi ise en fazla 5-6 milisaniyede biter.

Kısa devrenin başlamasıyla aynı anda harekete geçen manyetik salıncıklar ise; kesici mekanizmasını OFF pozisyonuna, mekanizma ise; poz-2'ye gelmiş hareketli kontak poz-3'e getirir ve kesici kolu trip pozisyonunda kalır.

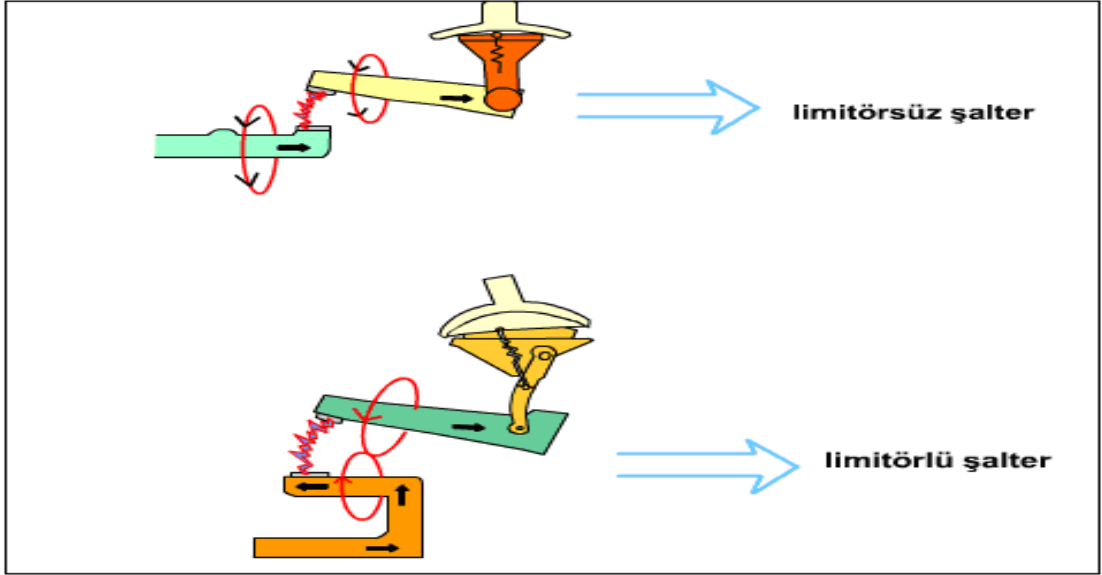
Hareketli kontak poz-1'den poz-2'ye getiren akım, beklenen kısa devre akımından çok düşük bir akımdır. Sınırlandırılmış akım, beklenen akımın sekiz hatta onda biri kadardır (Şekil 1.10). Beklenen kısa devre akımı, limitörlü devre kesici olmasaydı, devreden sürekli geçecek olan akımdır.



Şekil 1.10: Kesicilerde sınırlandırılmış akım grafiği



Şekil 1.11: Kesici kontaklarında limitör özelliği



Şekil 1.12: Limitörlü ve limitörsüz kesici şalterler

#### Limitörlü kesici avantajları

- Akımı % 90 oranına kadar sınırlayarak trafoları, kabloları ve devredeki diğer cihazları korur.
- Meydana gelen patlama ve arklar çok düşük seviyede kaldığı için hayati emniyet ve pano içindeki diğer cihazların yanmaması garanti altına alınır.

#### 1.2.4.3. Devre Kesici bölümleri ve Özellikleri

Gövde ve kapak, Bimetal, Kontaklar, Seperatördür.

##### ➤ Gövde ve Kapak

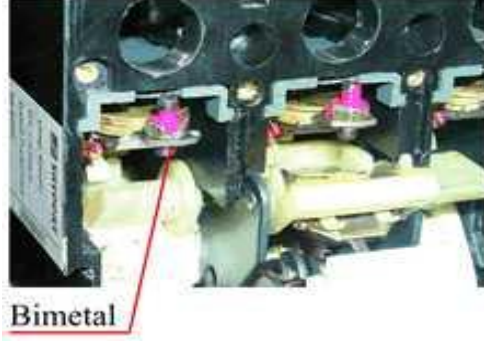
Gövde ve kapak malzemesi olarak, EN 605 12-20-2 standardına göre cam elyafı polyester reçinesi kullanılmıştır. Literatürde BMC (Bulk Moulding Compound) olarak adlandırılan bu malzeme, günümüzde elektriksel ve mekanik değerlerinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmekte, 160 °C'lik sıcaklığa sürekli olarak dayanabilmektedir. IEC 695-2-1'e göre 960 °C sıcaklıktaki kızgın tel değdirildiğinde alev almamaktadır.

##### ➤ Bimetal

Bimetal, ısı karşısında uzama kat sayıları farklı iki plaka halindeki metalin birleştirilmesiyle oluşan bir malzemedir (Şekil 1.7'e bakınız).

Kesici içinden geçen akım bimetalı ısıtır. Bu ısının etkisiyle bimetal daha az uzayan kısım üzerine doğru eğilir.

Kesici içinden geçen akım arttığında oluşan ısı da arttığı için bimetale daha fazla ısınır ve daha çok eğilir. Böylece açtırma mekanizmasına kumanda ederek kesicinin açmasını sağlar.



**Resim 1.8: Kesicilerde bimetale**

#### ➤ **Kontaklar**

Kesicilerde, kesilen ve taşınan akım değerleri ile konstrüksiyon göz önüne alınarak kontak alaşımı belirlenir. Kesicilerde genellikle gümüş, grafit, nikel, volfram alaşımlı kontaklar kullanılır.

Daha yumuşak yapıda olan gümüş-grafit alaşımlardan yapılmış kontaklar sabit (alt) kontaklarda, daha sert olan gümüş-volframlı kontaklar ise hareketli (st) kontaklarda kullanılır.

Hareketli kontaklara bombeli bir yapı verilmiştir. Bu sayede her açma-kapamada bombeli ve sert alaşımlı kontaklar, yumuşak sabit kontaklar üzerinde yer yapar. Böylece en düşük geçiş direnci sağlanır.

Kontak temas dirençlerinin düşük olması için hareketli kontağın sabit kontağa çok iyi temas etmesi gerekir. Ancak gereğinden fazla kontak baskı kuvveti, kontakların daha kısa sürede tahrip olmasına sebep olur. Kontak alaşımları, sağlıklı bir açma kapama için büyük önem arz eder.



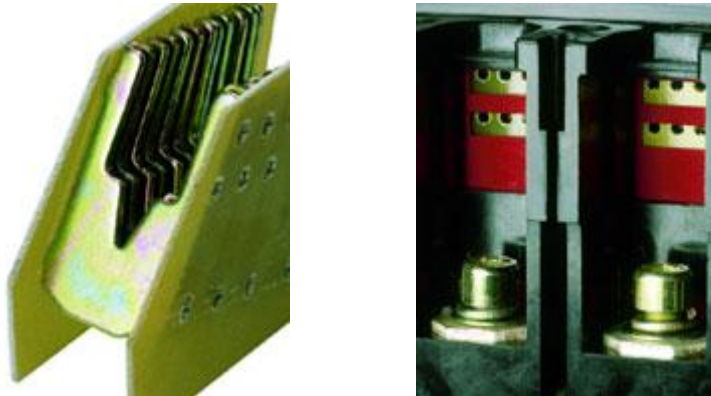


Şekil 1.13: Kesicilerde kontaklar

### ➤ Ayırıcılar

Hareketli kontak, sabit kontaktan ayrılırken kontaklar arasında bir süre havadan akım akmaya devam eder, buna *ark* adı verilir. Bu arkin çok kısa bir sürede söndürülmesi gerekir. Ayırıcılar, enerji altında çalışan kesicinin açılması esnasında oluşan arkı söndürmek için kullanılır (Resim 1.9'a bakınız).

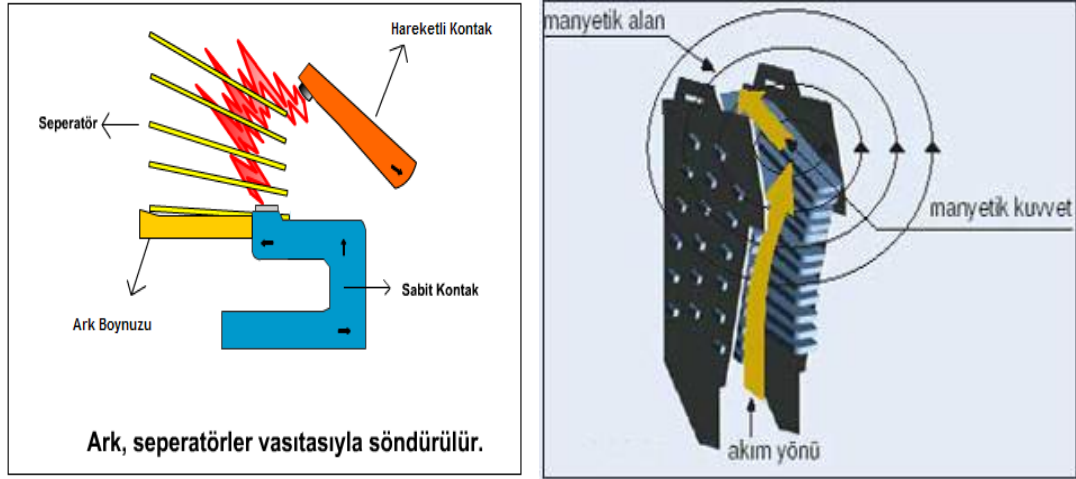
Ayırıcılarda arkin söndürülmesi şu şekilde olmaktadır: Arkin etrafında oluşan manyetik alandan dolayı ark ayırıcılara doğru itilir. Böylece arkin boyu uzayarak inceler ve ayırıcı plakaları arasında bölünerek kopar. Ayırıcıların yan duvarlarında kullanılan malzemenin özelliğinden dolayı arkin oluşturduğu yüksek sıcaklık neticesinde bir gaz çıkar. Bu çıkan gazın da arkin söndürülmesinde önemli bir etkisi vardır (Şekil 1.15'e bakınız).



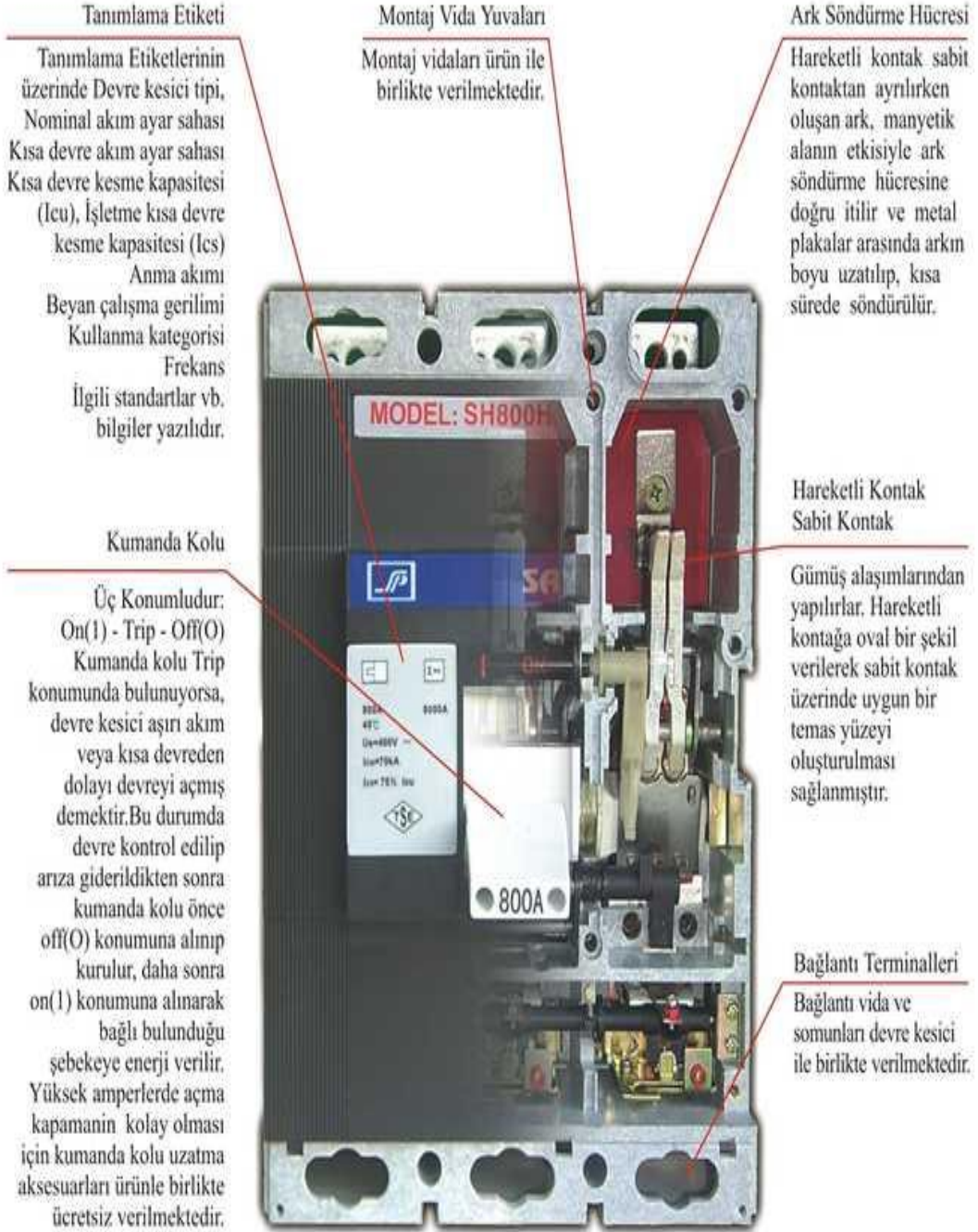
Resim 1.9: Separatör (Ayırıcı) ve şalterdeki yeri



Şekil 1.14: Devre kesici kontaklarında ark oluşumu



Şekil 1.15: Devre kesici kontaklarda oluşan arkın söndürülmesi



**Resim 1.10: Devre kesici (Termik- manyetik şalter) kesit görünümü**

### ➤ **Elektronik Termik- Manyetik Devre Kesiciler**

Termik- manyetik kesicilerin diğeri bir çeşiti de elektronik aşırı akım salıclılı tipte olanlarıdır. Elektronik devre kesicilerini, termik-manyetik kesicilerden ayıran özellik, aşırı akım salıclılarının elektronik devre ile kontrol edilmesidir. Elektronik kontrol mikrokontroller vasıtasıyla yapılır. Elektronik devrenin dizaynı esnasında, işletmede karşılaşılabilecek en kötü ihtimaller göz önünde tutulur. Yüksek kısa devre akımlarında ( $> 15 \text{ In}$ ), elektronik devre çalıştırılmadan direkt açma sağlanmıştır. Böylece elektronik devrede olabilecek arıza ihtimali ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca kesicinin açma süresi, kesicinin ve çevrenin sıcaklığından adeta bağımsızdır, ayrıca istendiğinde RS-232 protokolü ile bilgisayara bağlanabilir. Böylece;

- Akım kaydedici aletlerinin yerine bilgisayarın diski kullanılabilir.
- Çekilen akımın çeşitli zaman aralıklarındaki (gece-gündüz) maksimum, minimum, ortalama vb. değerleri alınabilir.
- İstatistiksel bilgilere anında ulaşılabilir.
- Aşırı akım oluşumunda kesicinin açma süresi ayarlanabilir.
- Bilgisayardan kesicinin anma akımı ve ani açma akımı hassas olarak değiştirilebilir.
- Harici açma kumandası verilebilir.

Elektronik devre kesicilerin anma ve ani açma akımı ayar sahaları çok geniştir. Bu özellik kesiciye geniş kullanım imkânı sağlar. Ayrıca elektronik devre kesiciler ortam sıcaklıklarından etkilenmez.

#### **1.2.4.4. Devre Kesici Bölümleri İlave Aksesuarları**

İstendiğinde ilave parçalar ile kesici, farklı özellikler kazanabilir. Bunlar düşük gerilim bobini ve yardımcı kontak bloğudur.



**Resim 1.11: Devre kesicisi ilave düşük gerilim bobini ve yardımcı kontak bloğu**

### 1.2.5. Ampermetreler

Direk tipi trafo ölçüm panolarında, sabit kompanzasyon kondansatörlerinin akımını ölçmek amacıyla kullanılır. Her üç faz içinde ayrı ayrı kondansatörlere bağlanabildiği gibi tek olarak da kullanılabilir.

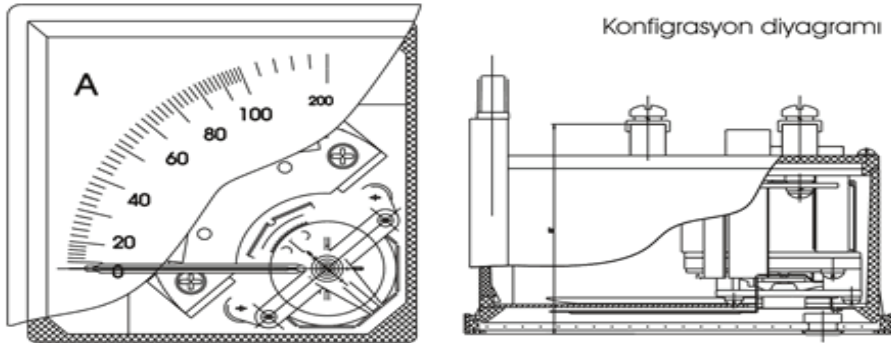
Ampermetreler, bilindiği gibi devrelere seri bağlanır ve iç dirençleri çok küçüktür.

Analog göstergeli ampermetreler, TS 5590 EN 60051-2 standartlarına göre genellikle döner demirli olarak üretilir. Direkt bağlantılı ampermetrelerden 80 A ve 100 A modeller sınıf 2,5, diğer modeller sınıf 1,5 olarak üretilebilir.

Döner demirli ölçü aletlerinin çalışma prensibini hatırlatmak için kısaca açıklarsak, manyetik alanın demir çekirdeğe yaptığı etkiye göre çalışır. Elektromıknatıs bobini genellikle silindir halindedir. Elektromıknatıs bobini içinde biri sabit, diğeri hareketli olmak üzere iki demir parçası vardır.

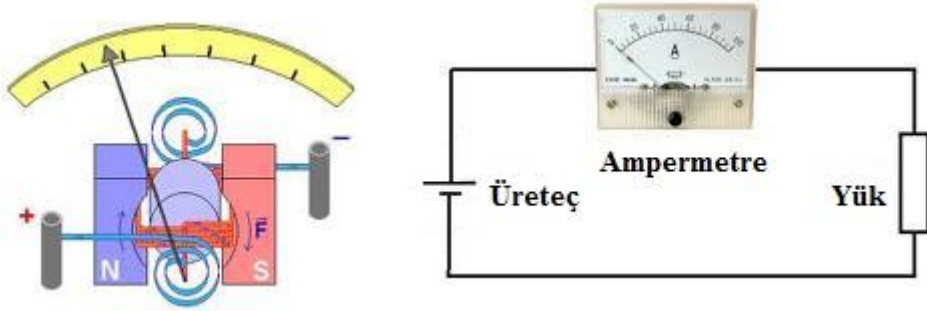
Bir eksen etrafında dönebilecek şekilde tertiplenmiş hareketli demir parçasına ibre tespit edilmiştir. Sabit bobinden akım geçirildiğinde bobin içindeki demir parçaları meydana gelen manyetik alanın etkisi ile aynı yönlü mıknatıslanarak birbirini iter.

Parçaların birbirini itmeleri aynı zamanda bobinin manyetik alanı ile manyetik alanda bobinden geçen akımın karesi ile orantılıdır. Bu nedenlerle bu ölçü aletlerinin skala taksimat çizgileri eşit aralıklı değildir.



Şekil 1.16.a: Analog ampermetre iç görünümü





Şekil 1.16.b: Analog ampermetrenin iç yapısı ve devreye bağlantısı



Resim 1.12.a: Digital ampermetreler



Resim 1.12.b: Analog (İbrelî) ampermetreler

## 1.2.6. Elektrik Sayacı

Direk tipi trafo ölçüm panosunda kullanılan elektrik sayacı, kombi tipinde; yani 3 fazlı aktif, endüktif ve kapasitif enerjiyi beraber ölçme özelliği olan harici elektronik sayacıdır.

Yeni yönetmeliklere göre kombi sayacı kullanmak zorunluluktur. Kullanılacak sayaçlarla ilgili tebliğ, enerji piyasası düzenleme kurumu tarafından, 22 Mart 2003 Tarih ve 25056 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ölçüm panosunda kullanılacak elektronik sayaç x5 tipi, yani akım trafosu ile bağlantı yapılan tipte olacaktır. TS EN 61036 numaralı standartlara uygun üretilmiş olmalıdır.

### 1.2.6.1. Sayacın Yapısı ve Çalışma Prensibi

Hatırlayacağınız gibi elektrik sayaçları, üretilen veya tüketilen elektrik enerjisi miktarını ölçen aletlerdir. Elektrik enerjisi miktarı Watt-saat (Wh) olarak belirtilir. Bu da Watt olarak çekilen güç ile saat olarak bu gücün çekildiği zamanın çarpımını gösterir.

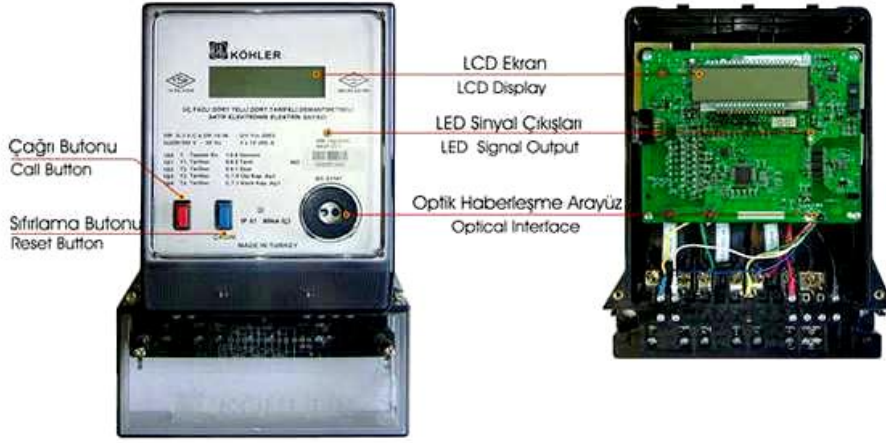
Pratikte enerji birimi olarak daha çok Wh'in 1000 katı olan kilowatt-saat (kWh) veya 1000 000 katı olan Megawatt-saat (MWh) kullanılır.

Sayaç bir tarafından wattmetre gibi bağlı olduğu devrenin gücünü ölçerken diğer tarafından zaman içinde değişen bu güçlerin zamanla çarpımlarını toplayıp Kwh veya Mwh olarak kayıdeder.

Sayaçın gövdesi ve kapakları IP 54 bina dışı standardına uygun tamamen sızdırmazdır. Üstün nitelikli alev yürümez malzemeden yapılmıştır. Bütün elektronik komponentler PCB özel kart üzerine monte edilmiş ve bu kartlar sayaç gövdesine vidalanmıştır.

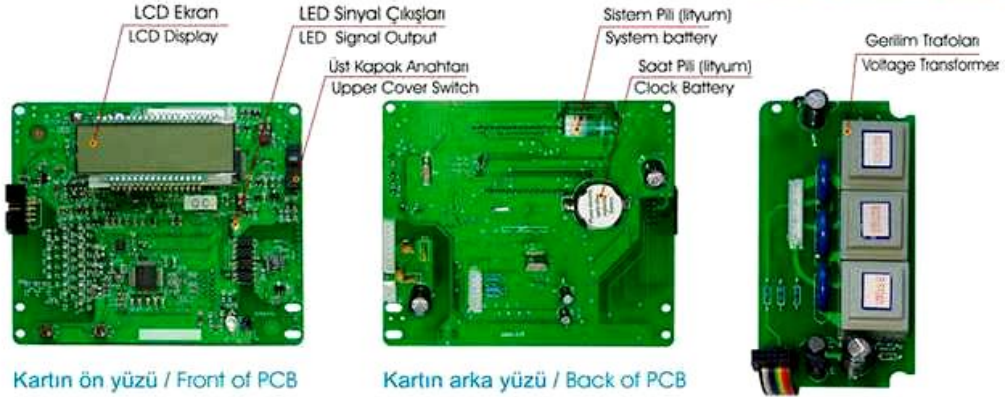
Üst kapak sayacın fabrikada kalibrasyonundan sonra vidalanıp T.C. Sanayi Bakanlığı yetkili personeli tarafından mühürlenir. Ayrıca açılmaya karşı emniyet anahtarı mevcuttur.

## SAYACIN YAPISI / THE CONSTRUCTION OF METER



### Trifaze Çift yüzü ölçme kartı / TF double sided PCB

### Trifaze gerilim trafo kartı TF Voltage Transformer Board



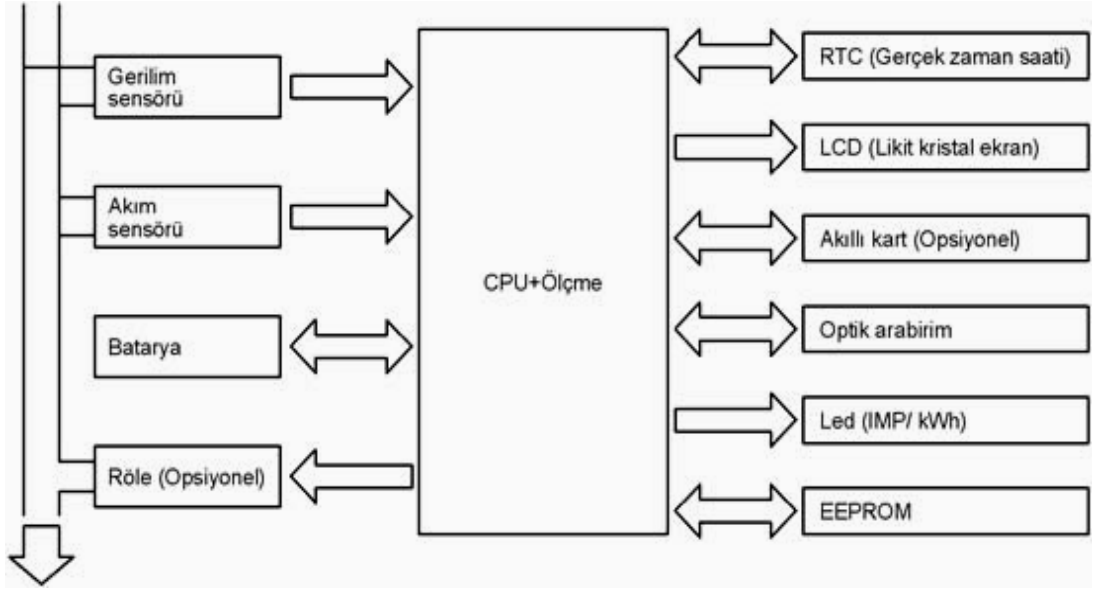
### Monofaze Çift yüzü ölçme kartı / MF double sided PCB



Resim 1.13: Elektronik sayaç iç yapısı



Üç fazlı elektronik kombi sayaçlar aktif, reaktif ve kapasitif enerjiyi özel chip vasıtasıyla hassas olarak ölçer. Yüksek kaliteli analog digital counters (ADC) ile digital signal (DSP) ile entegre eder. Bu sayaçlar tarih ve saat, 4 tarife altında ölçüm yapma, bilgi iletişimi sinyal çıkışı, 12 ay veri kaydetme gibi gelişmiş özelliklerle donatılmıştır. - 40 °C +70 °C dereceleri arasında % 95 nem miktarında çalışma aralığına sahiptir. Elektronik sayacın iç yapısı Resim 1.13'te görülmektedir. Ayrıca elektronik sayacın blok çalışma diyagramı Şekil 1.17'de görülmektedir.



Şekil 1.17: Elektronik sayaç blok diyagramı

### 1.2.6.2. Sayacın Teknik Özellikleri

- Direk tipi trafo ölçüm panolarında 3 fazlı 4 telli 4 tarifeli demantmetreli akım trafolu (x5) Aktif-Reaktif-Kapasitif 3x 220/380 V kombi elektronik sayaç kullanılmaktadır.
- Güç sarfıyatı gerilim devresinde 10 VA,2 W, akım devresinde 4 VA'dır.
- Pil ömrü 10 yıl'dır (lityum pil ile).
- Zaman dilimleri ve tarifeler programlanabilir. Gün içinde 12 ayrı zaman dilimi belirlenip belirlenen bu zaman diliminden 4 tarifeden biri seçilebilir.
- Ayrıca 32 tatil günü, 8 ayrı günlük, 8 ayrı haftalık ve 12 aylık program yapılabilir. Örnek olarak günlük zaman programı (TP) 06.00-17.00 T1 , 17.00-22.00 T2 , 22.00-06.00 T3 gibidir (Her zaman dilimindeki tüketim farklı fiyatlandırılmaktadır.).
- Demant sıfırlama butonu mühürlenebilir özelliktedir, TEDAŞ yetkilileri mühürler.
- Sayaç kendisindeki devreleri sürekli olarak kontrol ederek arıza menüsünde arıza var veya yok ekrana getirir.
- Klemens kapağı ve üst kapak açma kapama kaydetme özelliği vardır.

- Optik portla ve RS 485 –RS 232 adaptör yardımıyla doğrudan bilgisayardan okunur.
- Sinyal çıkışı, sayaç üzerinde yanıp sönen led vardır, x 5 sayaçlarda 1 kwh için 1600 kez led yanıp sönmeye yapar.
- Yaz/kış saati zaman ayarını 16 yıl boyunca otomatik olarak yapar.
- Ekran bilgi çağırma butonları, mavi butona basılarak ekran çağırma modu devreye girer. Butonlara her basış ve bırakış 0,5 saniyelik bir süreden sonra ekranda görüntü çıkar. Elektrik kesilse bile bilgiler ekranda görünür.
- Auto display, ekranda her bilgi 5 sn.ekranda kalır ve otomatik olarak kendinden sonra gelen bilgi ekrana gelir (Gösterge ekranında görülen bilgiler için Şekil 1.18'e bakınız.).

### LCD EKРАН BİLGİLERİ

LCD Ekran üzerindeki sembol ve bilgilerin tanımı aşağıdaki gibidir.

#### MONOFAZE / SINGLE-PHASE



#### Kodların ve Sembollerin Açıklaması

—	Enerji Yönü Kadranı	
—	Enerji ve Güç Birim Sembolü	
kWh	Aktif Enerji Birimi	
—	Reaktif Enerji Birimi	
8.8.8.8.8	Bilgi Segmentleri	
T8	Ekranındaki bilginin hangi tarifeye ait olduğunu gösterir.	
—	Enerji ve Tarife Bilgi Segmentleri	
T1 T2 T3 T4	Tarife Göstergesi (Sayaç o an hangi tarife çalışıyorsa o tarife ekranda görünür.)	
L1 L2 L3	Faz Gerilimlerinin Göstergesi (Herhangi bir faz kesik olduğunda o faz ekranda görünmez. Örnek: L1 fazı kesik ise ekranda L2 L3 olarak görülür.)	
—	Hafıza Hatası	
Err	Üst Kapak Açıldı Hatası (2003 modellerde)	
	Sistem Pili Zayıf Uyarısı	
	Saat Pili Zayıf Uyarısı	
	Saat Hatası (Saat hatası varsa sayaç T1 tarifesinde yazar)	
—	Reaktif enerji aktif enerjiden fazla olduğunda alarm veren simge	
—	Üst Kapak (1) ve Klemens Kapak (2) Açık Göstergesi	
	Klemens Kapak göstergesi	

### LCD DISPLAY MENU

Symbols and data on LCD Display are shown below

#### TRİFAZE / THREE-PHASE



#### Codes and Symbols

—	Enerji Yönü Kadranı	
—	Enerji ve Güç Birim Sembolü	AkWhh
kWh	Aktif Enerji Birimi	kWh
—	Reaktif Enerji Birimi	kVarh
8.8.8.8.8	All segments for data display	8.8.8.8.8
T8	Shows the tariff of data on display	—
—	Enerji ve Tarife Bilgi Segmentleri	+TEKRP8
T1 T2 T3 T4	Tariff indicators (Indicates the meter is running under which tariff.)	T1 T2 T3 T4
L1 L2 L3	Indicates which voltage phase present on the meter connections. If the phase indicators L1 or L2 or L3 is on the three phase voltage is present. Indicator is missing then that phase voltage is missing.	L1 L2 L3
—	Memory Error	Err
Err	Upper cover opening identifier (for 2003 model meter)	
	Low system battery identifier	
	Low clock battery identifier	
	Clock error. (If clock error indication present the meter writes the energy consumption in T1 tariff.)	
—	Indicates reactive energy is more than alarming active energy.	
—	Upper cover (1) and terminal cover (2) open indicators.	
	Terminal cover open indicator.	—

Şekil 1.18: Elektronik sayaç (monofaze ve trifaze) ekran bilgileri

## 1.2.7. Sabit Kompanzasyon Kondansatörleri

Direk tipi trafo ölçüm panosunda, trafo gücünün %3'ü ile %5'i arasında bir değerde sabit kompanzasyon yapılır. Ölçüm panosunda mühürlü bölme içinde tesis edilir.

Örnek; 100 KVA'lık bir trafo için %5 sabit kondansatör gücünü bulalım.

$100 \times 0,05 = 5,00$  KVAR olarak bulunur.

### 1.2.7.1. Güç Faktörü ve Kompanzasyon Yararı

Büyük şebekelerin yükleri çoğu zaman endüktif karakterdedir. Endüksiyon prensibine göre çalışan trafolar, motorlar, bobin vb. tüketiciler çalışmaları için manyetik alanın oluşturulmasında mıknatıslanma akımı çeker. Mıknatıslanma akımı elektroteknikte reaktif akımdır. Bu akıma karşı gelen güç ise reaktif güçtür. Bu tüketiciler bağlı oldukları şebekelerin güç katsayılarını küçültür. Güç katsayısının küçülmesi enerji iletim ve dağıtım hatlarında gerilim düşümlerine ve güç kayıplarına neden olur. Bu durum verimi azaltır. Düşük güç katsayılı yükler alternatör, transformatör ve devre elemanlarının kapasitelerinin gereksiz yere büyük tutulmalarına da neden olur.

Yükün güç faktörü, görünürdeki güce aktif gücün oranı olarak tanımlanır.  $\cos \phi$ , 1'e ne kadar yakın olursa, şebekeden daha az güç çekilir.

Eğer  $\cos \phi=1$  olursa, 400 V trifaze ana hatlarda 500 KW'ın iletimi 722 A akıma ihtiyaç duyar.  $\cos \phi=0,6$ 'daki aynı efektif gücün iletimi çok daha yüksek akıma (1203 A) ihtiyaç duyacaktır.  **$P=U \times I \times \cos \phi$**

Bundan dolayı besleme trafoları gibi dağıtım ve iletim ekipmanları da bu yüksek yük için boyutlandırılmak zorundadır. Fazla masrafın nedeni, trafo ve jeneratörlerin sargıları olduğu gibi sistemin tüm akımının neden olduğu, iletkenlerde oluşan ısıdan kaynaklanan kayıplardır.

Genel şartlarda, bir trifaze sistemin güç faktörü düşerken akım artar. Sistemdeki ısı kaybı akım artışının karesine orantılı olarak artar. Kondansatörün sisteme sağladığı karşıt kapasiteli reaktif güç, elektrik yükünün ihtiyaç duyduğu endüktif reaktif güçle telafi edebilir. Bu şebekeden çekilen reaktif güçte bir düşüşü temin eder ve güç faktörü düzeltme (GFD) adını alır.

Güç faktörü düzeltmenin (kompanzasyon) en yaygın metotları:

- Tek veya sabit kompanzasyon (Büyük güçte tek alıcılar için)
- Grup kompanzasyon (Grup çalışan endüktif yükler için)
- Merkezi kompanzasyon (Reaktif güç rolesi kontrolü ile)

### 1.2.7.2. Kondansatör Yapısı ve Özellikleri

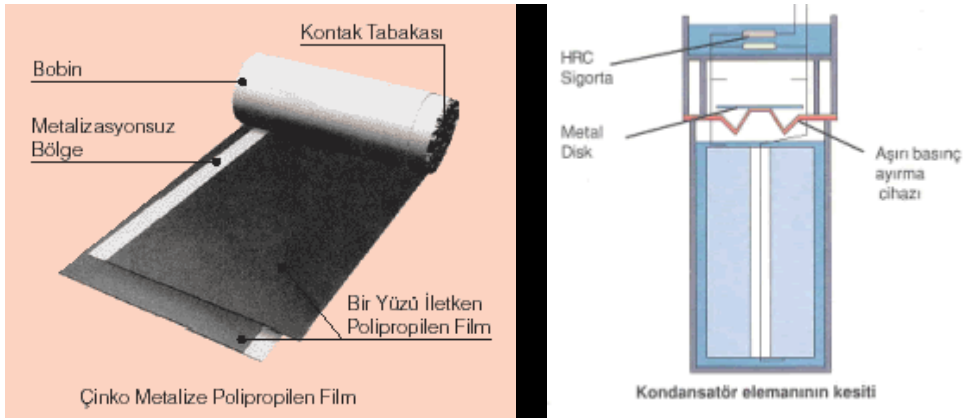
Alternatif akım devrelerinde, elektrik yükünü biriktirmek, kapasitif reaktans sağlamak amacıyla kullanılan gereçlerdir. İnce bir yalıtkan ile birbirinden ayrılmış iki iletken levhadan oluşur. Bir kondansatörün elektrik yükü taşıyabilme yeteneği yani kapasitesi C ile gösterilir ve levhalarda birikmiş elektrik yükünün ( $Q=\text{coulomb}$ ), levhalar arasındaki potansiyel farkına ( $V=\text{volt}$ ) oranına eşittir.  $C=Q/V$  (farad)

Tüketicilerin güç kat sayısını düzeltmek için kullanılan güç kondansatörlerinin imalatında, saf polipropilenden yapılmış, iki çinko metalize polipropilen film üst üste sarılır.

Kondansatörün kapasite değerini, filmlerin genişliği, filmlerin kalınlığı, sarım sayısı, aktif genişlik ve kaydırma aralığı belirler. Çinko metalize film, polipropilen filmin vakumda çinko buharına tutularak kaplanması ile elde edilir. Sonuçta bir yüzü iletken, ikinci yüzü yalıtkan bir film elde edilmiş olur. Çinko metalize polipropilen film, vakum teknolojisi ile üretilmektedir. Silindirik şeklindeki elemanların taban alanları çinko ile kaplanır (Şekil 1.19).

Üç fazlı alternatif akım tesislerinde kondansatörler şebekeye veya tüketici uçlarına üçgen veya yıldız bağlanabilir. Her iki sistemde de  $Q_c$  gücünün eşit olduğu kabul olunursa  $C_y=3CA$  olacaktır. Yıldız bağlamada her bir faza bağlanan kondansatörün kapasitesi, üçgen bağlamadaki kondansatör kapasitesinin üç katına eşittir. Bu yüzden üçgen bağlama, yıldız bağlamaya göre 1/3 oranında daha ucuza mal olur.

Bazı firmaların ürettiği güç kondansatörlerinin içinde ayırıcı sigorta sistemi ile aşırı yüklemeye karşı koruma sağlanmıştır (Şekil 1.19'a bakınız). Ayrıca kondansatör içerisinde deşarj dirençleri vardır.



Şekil 1.19: Kondansatör iç yapısı

## Alçak Gerilim Güç Kondansatörleri



Resim 1.14: Güç kondansatörleri

400 V, 50 Hz, MKP kuru tip, IP 20 (40-50 kVAr için IP 00), Güç Kondansatörleri :

Tip	Güç (kVAr)	Akım I <sub>n</sub> (A)	Kapasite (µF)	Boyutlar Ø D x H (mm)	Ağırlık (kg)	Şekil No
FECSADP1 0,4/5	5	7,2	3 X 33,2	85 X 175	1,2	1
FECSADP1 0,4/10	10	14,4	3 X 66,3	85 X 245	1,6	1
FECSADP3 0,4/12,5	12,5	18,0	3 X 82,9	85 X 245	1,6	1
FECSADP1 0,4/15	15	21,7	3 X 99,5	110 X 245	2,6	1
FECSADP1 0,4/20	20	28,9	3 X 132,6	110 X 245	2,6	1
FECSADP1 0,4/25	25	36,1	3 X 165,8	110 X 261	2,9	1
FECSADP1 0,4/30	30	43,3	3 X 198,9	146 X 220	3,8	1
FECSAKP1 0,4/40	40	57,7	3 X 265,3	146 X 261	4,4	3
FECSAKP1 0,4/50	50	72,0	3 X 332,0	146 X 355	6,0	4

FECSADP1 0,4/5 Tip Kodunun Açılımı: FE: Elektrik, C: Kompanzasyon, S: 3 Fazlı, A: Doğal havalandırma, D: IP20  
(K: IP00), P: MKP, 1: Konfigürasyon no., 0,4: Anma gerilimi (kV), 5: Kapasitör gücü (kVAr)

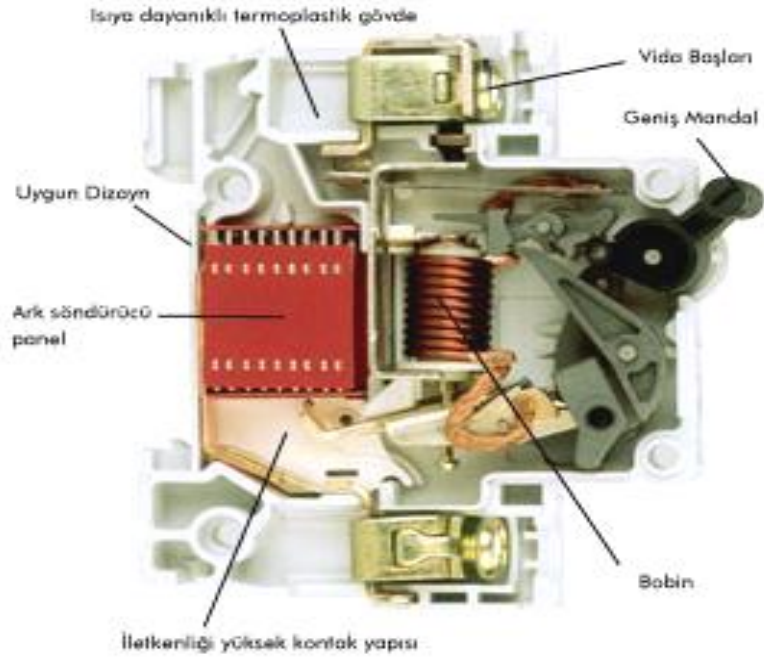
Tablo 1.6: Güç kondansatörleri teknik özellikleri

### 1.2.8. Anahtarlı Otomatik Sigortalar

Direk tipi trafo ölçüm panosunda sabit kompanzasyon kondansatörlerinin korumasında kullanılır. Kompanzasyon kondansatörlerinin bulunduğu mühürlü bölmede tesis edilir. Otomatik sigortalar, bağlı bulunduğu elektrik devresini aşırı akım ve kısa devrelere karşı korur. Devrenin kolayca açılıp kapatılmasına imkân sağlarlar. Otomatik sigortalar 2 A'dan 63 A'ya kadar 1, 2, 3 ve 4 kutuplu olarak imal edilir. TS 5018 EN 60898 standartlarına göre B ve C olmak üzere iki ayrı tipi mevcuttur.

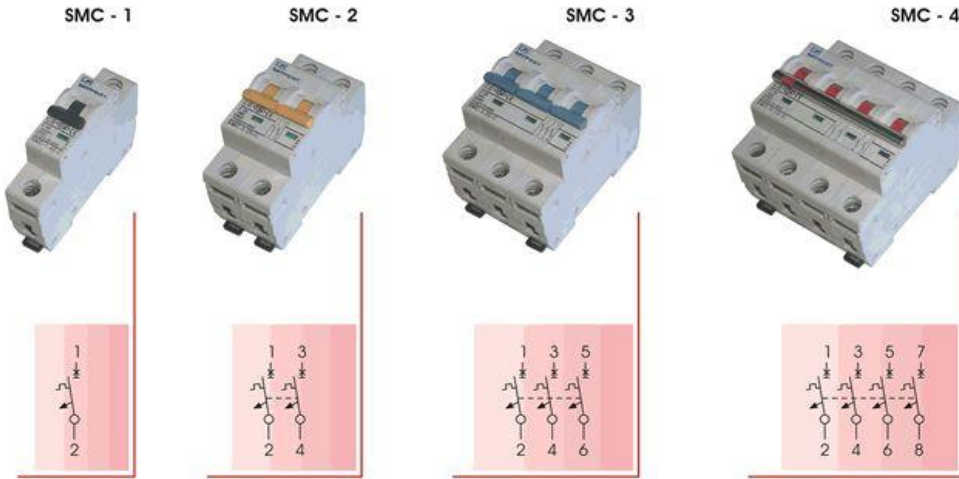
B tipi genellikle aydınlatma, priz ve kumanda devrelerinde, C tipi ise transformatör, floresant lamba gibi endüktif yüklerde kullanılır. Bu sigortalar kısa devre anında devreyi kısa sürede açarlar, böylece kısa devre akımının termik ve manyetik zorlanmaları

sınırlandırılır. Otomatik sigortalar 6 KV'luk darbe gerilimine, 55°C'lik çevre sıcaklığı ve % 95'lik bağıl neme dayanıklıdır.



**Resim 1.15.a: Otomatik sigorta iç yapısı**





Resim 1.15.b: Anahtarlı otomatik sigorta yapısı

### 1.3. Pano Genel Teknik Şartnamesi

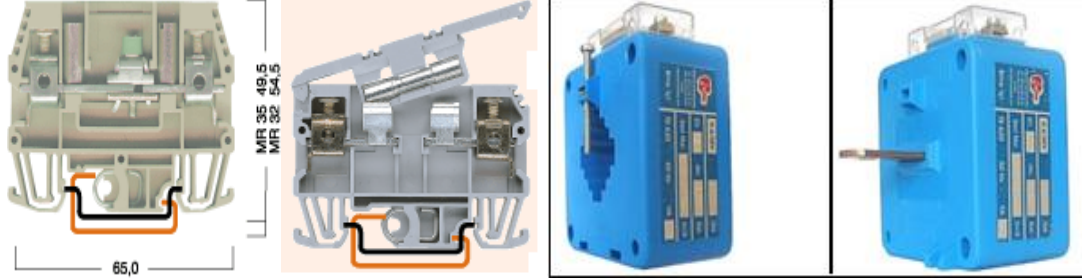
- Panolar, şartname ve projelere göre hazırlanıp tasdik ettirilecek imalat resimlerine uygun olarak serbest dikili sistemde en az 2 mm kalınlığında düzgün yüzeyli DKP sac levhalardan imal edilecektir. Kimyasal temizlemeden sonra fosfat kaplanacaktır.
- Panoların taşıyıcı çerçevesi delikli L ve U profillerin, kadmiyum kaplı civatarla birleştirilmesi ile yapılacak ve panolar birbirlerinden sac levhalarla ayrılacaklardır. Ayrıca kısa devre akımının meydana getireceği kuvvetlere dayanıklı olacaktır (en az 50 kA).
- Vida bağlantılarının, özel olarak temizlenmiş ve asitsiz vazelin ile iyice yağlanmış dokunma yüzeylerine sahip olması gerekir. Vidalar galvanizli veya paslanmaz maddeden olacaktır.



- Panolar, modüler yapıda olup, önden kontrol edilebilir tarzda olacak, gerekli sinyal lambaları, kumanda şalteri ve ölçü aletleri kapakta, sigorta, şalter, kontaktör vb. teçhizatlar panolar içinde kalacak şekilde imal edileceklerdir. Panonun içerisine switch vasıtası ile kapıların açılması ile yanan lamba konulacaktır.
- Pano için zemin üzerinde en az 10 cm yüksekliğinde beton kaide yaptırılarak, pano bunun üzerine monte edilecektir.
- Pano ölçüleri resimlerde belirtildiği gibi olacaktır. Detaylara uyulacaktır.
- 160A'dan büyük sigorta ve şalter bağlantıları bakır bara ile yapılacak bütün ek yerleri, temizlenmiş olacak ve bağlantı için kadmiyum kaplı civatalar kullanılacaktır.
- Pano içerisinde kullanılan şalter ve sigortalar TSE ve uluslar arası standartlara uygun, kaliteli markalardan seçilecektir.
- Panoda; faz, nötr ve toprak baraları bulunacak, faz ve nötr baralarının gövdeden izolesi için yalıtkan levhalar veya izolatörler kullanılacaktır. Baralar saf bakır olacak ve boyutları kısa devre akımı ile kısa devre mukavemetlerine göre tayin edilecek, klemensler ısıya dayanıklı yanmaz malzemeden olacaktır.
- Hareketli kapaklar tek tip anahtarla açılacak, tablonun rutubet ve tozdan korunması için gövde ile kapak arasında lastik conta bulunacaktır. Kullanılan contalar yapıştırma şeklinde olmayıp kanala geçmeli şekilde olacaktır.
- Hareketli kapakların topraklanması, 16 mm<sup>2</sup> çok telli, örgülü ve sarı-yeşil izoleli iletkenle yapılacaktır. Bu bağlantıda iletken her iki ucundan pabuçlanarak gövdeye ve kapağa uygun bir şekilde kaynatılmış civatalarla bağlanacaktır.
- Panonun metal kaplama yapılmayan sac aksamının temizleme işlemleri tamamlandıktan sonra epoksi-polyester elektrostatik toz mat boya ile boyanacaktır.
- Cihaz etiketleri, üzerindeki yazılar, siyah eloksallı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.
- Pano içindeki kablolar düzgün bir form verilecek, gerekli yerlerde plastik kablo kanalları kullanılacaktır. Pano teçhizatları ve kendisi bir sistem dahilinde etiketlenecektir.
- Pano giriş ve çıkışları kontrollüğün uygun gördüğü şekilde yerine göre üstten veya alttan olacaktır.
- Panoların uygun yerine, projelerde belirtilen tablo numaraları yazılacaktır. Yazılar siyah eloksallı alüminyum plaka üzerine pantografla yazılı olacaktır.
- Panoların ortasından yatay giden ve yan yana sıralanmış yeterli amperajda faz baraları bulunacaktır. Faz baraları boyalı ve fazların boya rengi, aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.
- Faz 1 (L1) : SARI
- Faz 2 (L2) : KIRMIZI
- Faz 3 (L3) : MAVİ
- Nötr ve toprak barası, panonun alt ve üst bölümünde yatay olarak götürülecek ve boya renkleri aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.
- Nötr (N) : SİYAH
- Toprak (PE) : SARI – YEŞİL

- Terminal klemenslerine, çok telli fleksibil iletkenler bağlanacak ise iletkenlerin ucuna mutlaka yüksük takılacak veya uçları lehimlendikten sonra klemenslere bağlantı yapılacaktır. Kullanılan klemensler ve kablolar ısıya dayanıklı ve yanmaz özellikte olacaktır. Isıyla büzüşen makaron kullanılacaktır.
- Klemenssiz bağlantıları çok telli iletkenlerde, iletken kesitine uygun kablo pabucu ile yapılacaktır.
- Panonun alt bölümünde, kabloların kablo bağı ile bağlanacağı, delikli U profilden bir kuşak bulunacaktır.
- İmalat resimlerinin bir kopyası naylon kılıf içinde ana pano odasında muhafaza edilecektir. Ayrıca tek hat şeması, camlı çerçeve içine alınacak ve bu bölümdeki uygun bir yere asılacaktır.
- Ana dağıtım tabloları, IEC 439-1'e göre imal edilecek ve rutin testleri yapılacaktır.
- Panoların yan yüzlerindeki sac plakalar dış taraftan tespit edilecektir. Böylece bir tablonun tevsii mümkün olabilecektir.
- Panonun önünde menteşeli sac kapak bulunacak ve şalter kumanda kolları ön kapak üzerinde olacaktır. Şalter kumanda kolları için sac kapakta açılan delikler düzgün bir şekilde delinmiş ve panonun imalatında esas alınan IP sınıfına göre izole edilmiş olacaktır.
- Tüm kumanda ve ölçü aletleri, klemensleri ile birlikte ayrı bir bölümde olacaktır.
- Kullanılan akım trafolarının zaman içerisinde gevşeyerek bulunduğu yerden hareket etmemesi için bara üzerine sabitlenecektir.
- Kompanzasyon kontaktörleri kondansatörleri için özel kontaktör kullanılacaktır.
- Kompanzasyon panosunda yanmaz özellikte kablo kullanılacaktır.
- Panoların imalatında kullanılacak malzemeler en az 1 (bir) yıl garantili olacaktır.

## UYGULAMA FAALİYETİ



Resim 1.16: Akım ve gerilim klemensi, baralı ve barasız tipte akım trafosu çeşitleri

- Uygulama faaliyetini yaptığınızda ölçüm panosunda kullanılan malzeme çeşitlerini seçebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçüm panosunu seçiniz.</li><li>➤ Pano şalterini seçiniz.</li><li>➤ Elektrik sayacını seçiniz.</li><li>➤ Akım trafosunu seçiniz.</li><li>➤ Güç kondansatörünü seçiniz.</li><li>➤ Akım ve gerilim ölçü klemenslerini seçiniz.</li><li>➤ Bara ve mesnet izolatörlerini seçiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bütün malzemelerin katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz.</li><li>➤ Seçtiğiniz panonun harici tip özellikte olmasını dikkate alınız.</li><li>➤ Pano Genel Teknik Şartnamesi'ni dikkate alınız.</li><li>➤ Seçtiğiniz şalterin kompakt tipte olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kompakt şalterin etiket değerlerini okuyunuz.</li><li>➤ Seçtiğiniz sayacın kombi ve x5 tipte olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Sayacın etiket değerlerini okuyunuz.</li><li>➤ Akım trafosunun barasız tipte olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Akım trafolarının etiket değerlerini okuyunuz.</li><li>➤ Kondansatörün sabit kompanzasyon için kullanılacağını dikkate alınız.</li><li>➤ Kondansatörün etiket değerlerini okuyunuz.</li><li>➤ Akım ve gerilim klemenslerini seçiniz.</li><li>➤ Klemenslerin farklarını bulunuz.</li><li>➤ Mesnet izolatörlerinin baralara uygun olmasına dikkat ediniz.</li></ul>

## 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.	Ölçüm panosunu ve ana şalteri uygun değerlerde seçebildiniz mi?		
2.	Panoda kullanılacak sayacı ve akım trafolarını uygun özelliklerde seçebildiniz mi?		
3.	Panoda kullanılacak güç kondansatörünü uygun değerde seçebildiniz mi?		
4.	Panoda kullanılacak akım ve gerilim klemenslerini uygun özellikte seçebildiniz mi?		
5.	Panoda kullanılacak baraların ve mesnet izolatörlerini uygun özellikte 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. Ölçüm pano sacları kalınlığı en az kaç mm olmalıdır.  
A) 1mm B) 2mm C) 0,5mm D) 0,2mm E) 0,1mm
2. Ölçüm panosunda kullanılan sayaç aşağıdakilerden hangisidir.  
A) Elektromekanik B) Mekanik C) Elektronik kombi D) Aktif E) Reaktif
3. Ölçüm panosundaki sabit kompanzasyon trafo gücünün en az % kaç olması gerekir.  
A)%10 B)%20 C)%40 D)%5 E)%8

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. Ölçüm panosu.....de kullanılır.
5. Ölçüm panosunun diğer bir adı.....dur.
6. Baraların panoya sabitlenmesinde.....kullanılır.
7. Ölçüm panosunda ana şalter olarak,.....şalter kullanılır.
8. Isı karşısında uzama kat sayıları farklı iki plaka halindeki metalin birleştirilmesiyle oluşan malzemeye .....denir.
9. Akım trafolarının görevi.....dir.
10. Ölçüm panosundaki ampermetrenin görevi.....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-2

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak ölçüm pano malzemelerinin montajını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

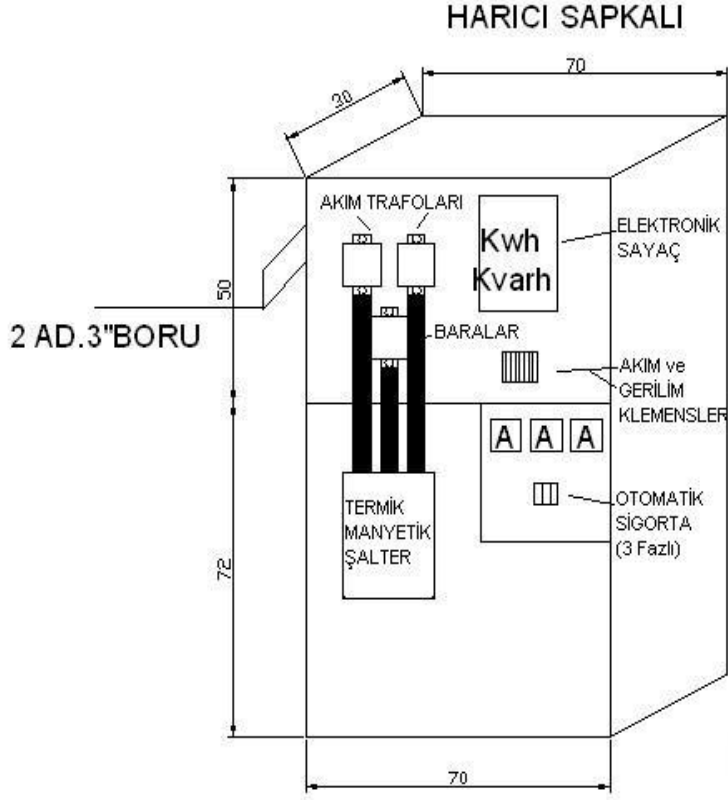
- Ölçüm pano boyutları ne olmalıdır? Araştırınız.
- Ölçüm pano malzemeleri yerleşimi nasıldır? Araştırınız.

## 2. ÖLÇÜM PANO MALZEMELERİ MONTAJI

### 2.1. Ölçüm Panosu Malzeme Yerleşim Planı

Direk tipi trafo, ölçüm panosunda malzemelerin yerleşimi önemlidir. Ölçüm panosunda üç ana bölüm vardır. Bunlar sayaç bölümü, sabit kompanzasyon bölümü, şalter bölümüdür. Sayaç bölümü ve sabit kompanzasyon bölümü mühürlenmektedir. Şekil 2.1’de genel olarak ölçüm panosunun boyutları verilmiştir. Bu boyutlardan ölçüm panosu küçük olmamalıdır.

Ölçüm panosu yüksekliği 120 cm, eni fazla 70 cm, derinliği 30 cm olmalıdır. Şekil 2.1’deki düzene göre malzemelerin yerine montajını yapmalıyız. Ölçüm panolarında barsız tip akım trafosu ve 3 adet ampermetre kullanılmıştır.



Şekil 2.1: Ölçüm panosu malzeme yerleşimi ve örnek boyutları

## 2.2. Montaj Araç Gereçleri

Ölçüm panosu montajında kullanacağımız araç gereçler standartlara uygun olmalıdır. Kaliteli araç gereçleri kullanmanız hem emniyetiniz, hem de pano malzemelerinin montajının iyi yapılması için gereklidir. Bu araç ve gereçlerden en önemlileri şunlardır:

- Pense, kargaburun, tornavida çeşitleri (yıldız ve düz ağızlı), çekiç
- Anahtar takımları (alyen, tork anahtarı, açık ağızlı ve yıldız)
- Mengene, demir testeresi, bara bükme aparatı, matkap ve sac delme uçları, markalama bızı, çelik cetvel, çelik gönyeler
- Standartlara uygun vidalar, somun ve civatalar
- İş güvenliği malzemeleri (baret, iş tulumu, eldiven)

Bu araç gereçleri kullanmada dikkat edilecek hususları “El ve Güç Aletleri Modülü”nden hatırlayınız.





Resim 2.1: Sac vidaları ve somun-civatalar

## 2.3. Ölçüm Pano Malzemelerinin Yerine Montajı

Ölçüm panosuna malzemelerin montajlarını ayrı ayrı inceleyelim.

- Kompakt şalterin montajı
- Elektrik sayacının montajı
- Akım ve gerilim klemenslerinin montajı
- Kondansatör, sigortalar ve ampermetre montajı

### 2.3.1. Kompakt Şalterin Yerine Montajı

Kompakt şalter, mühürlü sayaç bölmesinin altındaki bölmeye montaj yapılmaktadır (Şekil 2.1'e bakınız).

#### 2.3.1.1. Kompakt Şalter Boyutları

Transformatör		
Gücü (kVA)	Anma Akımı 400 V'da (A)	Kesici A. Akımı (40 °C) In (A)
40	58	63
50	72	80
63	91	100
80	115	125
100	144	160
125	180	200
160	231	250
200	289	300
250	361	400
315	455	500
400	578	630
500	723	800
630	910	1000
800	1156	1250
1000	1445	1600
1250	1805	2000
1600	2312	2500

Tablo 2.1: Kompakt şalter boyutları

Kompakt şalterin boyutları trafo gücüne ve devrenin çekeceği akıma göre değişmektedir. Çekilen akım büyüdükçe şalter boyutları da büyümektedir. Şalter standart boyutları akım ile doğru orantılıdır. Şalter seçimi için Tablo 2.1'den faydalanınız.

**Örnek 1:** 1600 KVA'lık bir trafonun ana dağıtım panosuna bağlanacak ana devre kesicisinin anma akımı 2500 A, kısa devre kesme kapasitesinin ise en az 50 kA olmalıdır. Ayrıca tali çıkışlardaki kesicilerin de kısa devre kesme kapasiteleri en az 50 kA olacak şekilde seçilmelidir. Kapasitif yükler için devre kesicinin anma akımı, devre akımı 1,5 katsayısıyla çarpılarak bulunur (Tablo 2.1'den).

**Örnek 2:** 400KVA'lık bir direk tipi trafo AG çıkışında kullanılacak kesici standart akımı 630 A olacaktır.

**Örnek 3:** 250 KVA'lık direk tipi trafo AG çıkışında kullanılacak ana kesici standart akımı 400A olarak seçilecektir (Tablo 2.1'den).

**Tablo 2.1: Trafoya göre kesici seçimi**

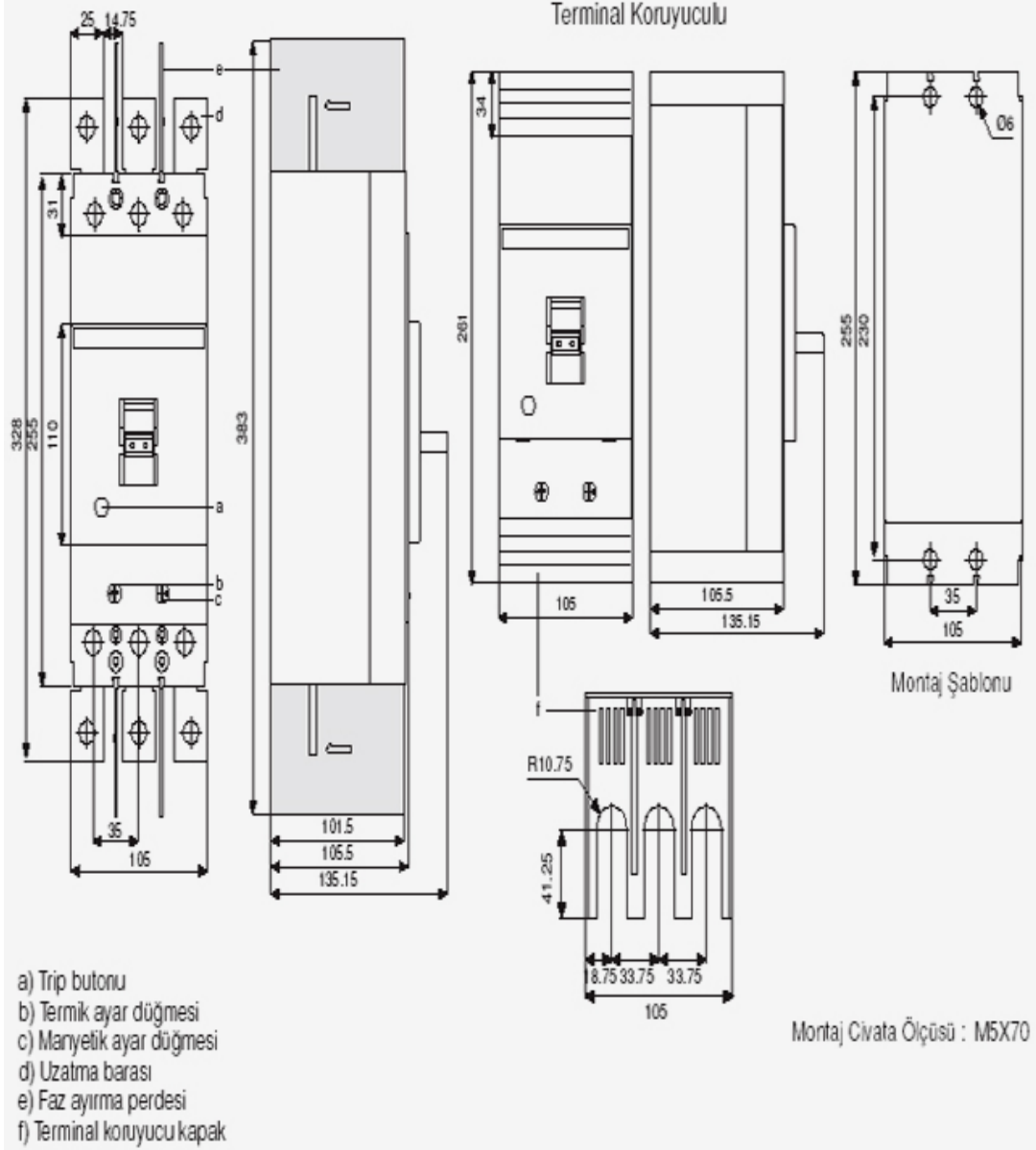
Kesicilerin bazı teknik karakteristik özelliklerinin de bilinmesi gerekir, kesicilerin standart olan bu özelliklere göre firmaların üretim yapmaları gerekmektedir. Yani standart akımlar için seçilen kesicilerin her firmada özelliklerinin aynı olması gerekir. Tablo 2.2'de kesicilerin karakteristik özellikleri görülmektedir, inceleyiniz.

Tip		01	02	21	22	31	32	33	51	52	53
Anma akımı- In (40 veya 55°C)	A	16,25,32,40,50,63 80,100, 125,160,200,225		16,25,32,40,50 63,80,100,125		16,25,32,40,50,63,80 100,125,160,200, 225,250					200,225,250
Kutup sayısı	Miktar	1		3		3					3,4
Anma işletme gerilimi - Ue (a.c.) 50-60 Hz	V	240		415		415					415
Anma yalıtım gerilimi - Ui (a.c.) 50-60 Hz <sup>⑧</sup>	V	690		690		690					690
Anma darbe dayanım gerilimi - Uimp	kV	8		8		8					8
Test gerilimi (1 min) (a.c.) 50-60 Hz	V	3.000		3.000		4.000					4.000
Anma akımı ayar sahası - I1	A	In		(0,8-1)In		(0,8-1)In					(0,8-1)In
Kısa devre açma akımı ayar sahası - I2	A	①		①		①					①

**Tablo 2.2: Kesicilerin standart karakteristik özellikleri**

Kesicilerin (kompakt şalter) boyutlarının tespitinde standart karakteristik özelliklerinin bilinmesi gerekir (Tablo 2.2. bakınız), bu karakteristik özelliklerine göre panomuzda kullanacağımız kesiciyi (tesis akımına göre) seçmemiz gerekir. Şekil 2.2'de, örnek olarak Tablo 2.2'den seçtiğimiz bir firmanın 51, 52, 53 tipindeki kesicilerin boyutları gösterilmiştir, inceleyiniz.

### F51 - F52 - F53 Tip :



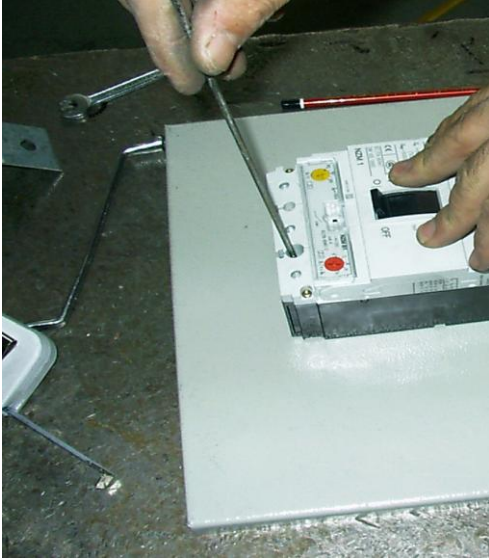
Şekil 2.2: Örnek bir kesici montaj boyutları (51, 52, 53 tip için)

#### 2.3.1.2. Kompakt Şalterin Panoya Montaj İşlem Sırası

- İlk önce tesisin akımına göre kompakt şalteri seçilir. (Seçim tablolarından faydalanarak Tablo 2.1.- 2.2. Şalterin 250 A için 105x255 mm boyutunda)
- Ölçüm panosundaki şalter montaj tablasını civatalarından sökerek çıkartılır. (Bazı panolarda iki ayrı tabla, bazılarında yekpare tabla kullanılmaktadır.)

- Seçilen şalter dikkatli bir biçimde ambalajından çıkartılır.
- Şalter montaj tablasına yerleştirilir.
- Gönye ve cetvelle montaj düzgünlüğü kontrol edilir.
- Şalterin montaj deliklerinden tablaya işaretler konur. İşaretlerken şalteri tabladan kaydırmamaya dikkat edilir; yoksa yanlış işaretlenebilir. (İşaretlemeyi kalem veya sivri bızla yapabiliriz.). (Resim 2.2'ye bakınız).
- Şalter yavaşça tabladan çekilir, çekerken işaretlerin silinmemesine dikkat edilir.
- İşaret yerleri sivri nokta ile markalanır.
- Şalter montaj civatarına uygun kalınlıkta sac matkap ile tabla delinir (Delme işlemi yaparken tablayı mengenede sabitlemek önerilir. Resim 2.3'e bakınız.).
- Delik yerlerindeki çapaklar uygun eğe ile temizlenir.
- Şalterin civataları (M5x70) deliklere takılır, uygun anahtarla sıkılır veya tabla panoya takılır sonra şalter tablaya monte edilir (İki türlü montaj da olabilir).
- Şalter montajlı tablayı tekrar panodaki yerine takılır. Şalter kolu pano kapağından çıkacak şekilde montajı yapılır (Resim 2.4 bakınız.).

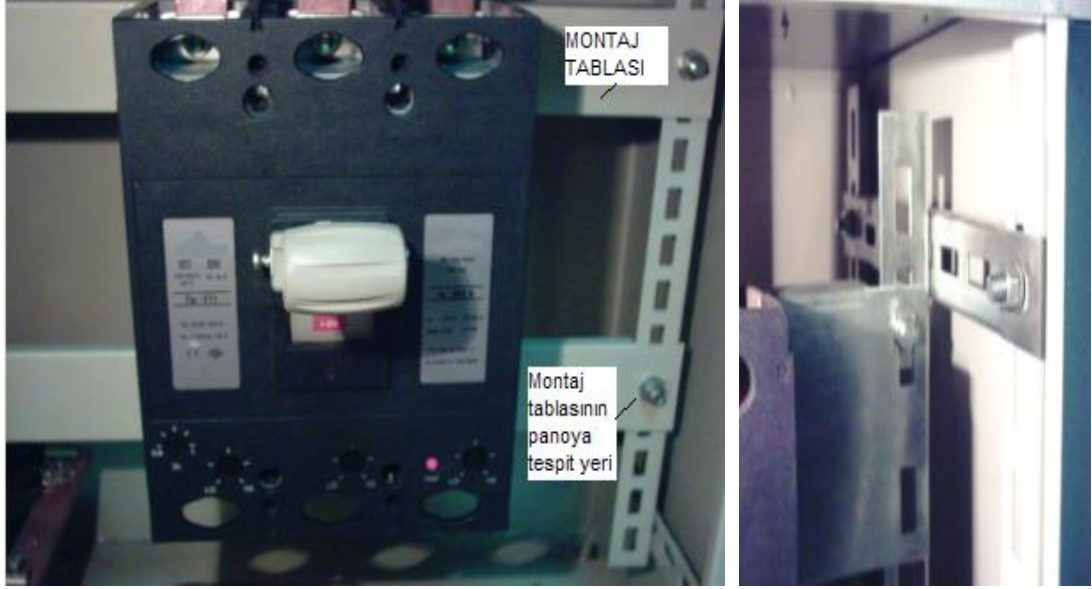
Montaj sırasında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulması gerekir.



**Resim 2.2: Montaj deliklerinin işaretlenmesi**



**Resim 2.3: İşaret yerlerinin delinmesi**



**Resim 2.4: Şalterin tablaya montajlı hâli ve montaj tablasının panodaki görünümü**



**Resim 2.5: Şalterin yekpare tip tablaya montajlı hâli**

## **2.3.2. Elektrik Sayacının Montajı**

Elektrik sayacı, ölçüm panosunun mühürlü bölmesine takılacaktır (Şekil 2.1'e bakınız.).

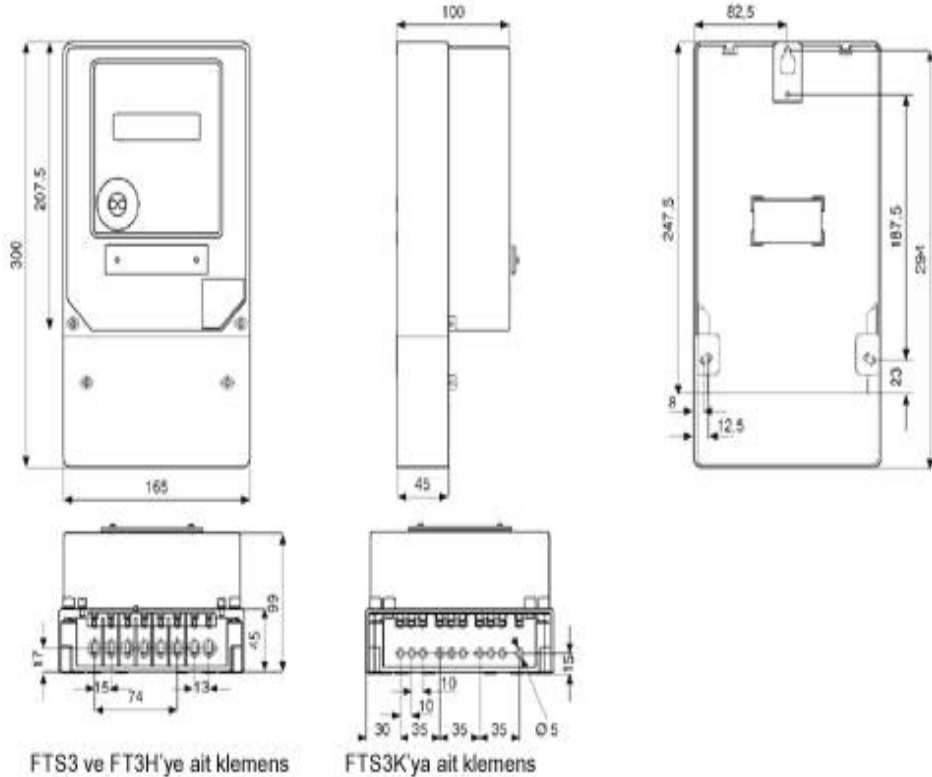
### **2.3.2.1. Elektrik Sayacı Boyutları**

Elektrik sayacının boyutlarını teknik özellikler tablosundan faydalanarak buluruz. Ölçüm panosunda kombi (Aktif-Reaktif) ve x5 tipte sayaç kullanılacağı için bütün üretim yapan firmaların sayaçları aynı standart boyutta olmak zorundadır. Biz bir firmanın ürettiği sayaç teknik özellikleri ve montaj boyutlarından faydalanarak montajının nasıl yapıldığını inceleyeceğiz. Bunun için Tablo 2.3 ve Şekil 2.3'ü inceleyiniz.

Tip	FTS 3 (Aktif)	FTS 3H (Aktif)	FTS 3K [Kombi (Aktif+Reaktif)]
Nominal gerilim AC (-%20Un...+%15Un)	3 faz 4 telli 3 x 220 V / 380 V	3 faz 4 telli 3 x 220 V / 380 V	3 faz 4 telli 3 x 220 V / 380 V
Nominal (max) akım AC	3x10 (60) A	3x10 (80) A	3x5 (10) A
Ekran	2 x 16 karakter LCD	2 x 16 karakter LCD	LCD
Ölçme tipi	Aktif (3 fazlı) Direkt	Aktif (3 fazlı) Direkt	Aktif +Reaktif (3 fazlı) X5
Bağlantılar	Ø = 10 mm	Ø = 10 mm	Ø = 5mm
Test çıkışı imp / KWh	1000	1000	1000
Başlangıç akımı (mA)	0,004 Ib 1		
Nominal Frekans (Hz)	50±%2		
Doğruluk sınıfı	1		
Kontrol girişi (Gerilim dayanımı)	6KV, 1,2/50 µs		
Saat doğruluğu (23 °C'de)	< 0,47 sn/gün		
İzolasyon	50 Hz / 1 dk 4 kV		
Elektromanyetik yüksek frekans	27 MHz - 1 GHz, 10 V/m		
Elektrostatik deşarj (IEC 61038-4-2)	Kontak deşarjı, 8 kV		
Bağıl nem	%95		
Ortam sıcaklığı	-20 °C...+60 °C		
Depolama sıcaklığı	-25 °C...+70 °C		
Koruma sınıfı	IP 51 (IEC 60529)		
Malzeme	ABS, kendi kendine sönebilen, geri dönüşümlü, UV dayanımı yüksek malzeme		
Klemens malzemesi	BMC (Dinamik terminal şoklara karşı dayanıklıdır).		
Haberleşme	Optik port (IEC 61107), akıllı kart (IEC/ISO 7816) 2		

Tablo 2.3: Sayaçların standart karekteristik özellikleri

FTS3 - FTS3H - FTS3K (Üç Faz) :

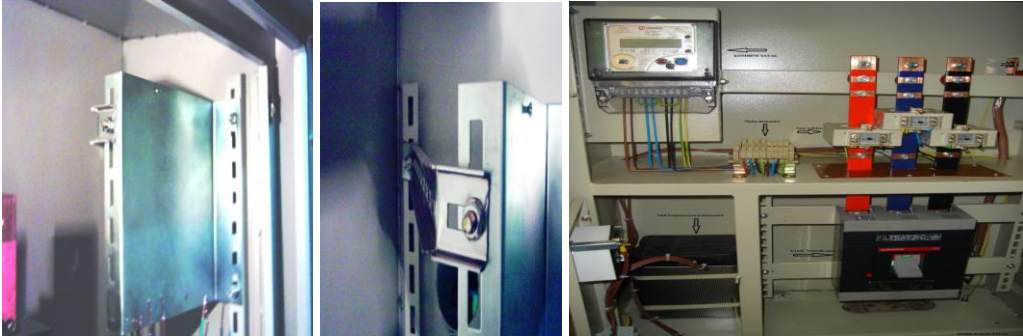


Şekil 2.3: Örnek bir sayaç montaj boyutları



### 2.3.2.2. Elektrik Sayacının Panoya Montaj İşlem Sırası

- İlk önce direk tipi trafo ölçüm panosunda kullanacağımız sayacı (3 fazlı 4 telli kombi sayaç) seçeriz (Seçim tablolarından faydalanarak Tablo 2.3 ve sayacımız 165x300mm boyutunda Şekil 2.3'ten).
- Ölçüm panosundaki sayaç montaj tablasını civatalarından sökerek çıkartırız veya sökmeden pano üzerinde montaj yapabiliriz ama tablayı sökerek sayaç deliklerini delmek tavsiye edilir (Eğer istenirse panocular sayaç deliklerini hazır delerek bize gönderebilirler, burada biz sayaç montaj deliklerini delerek montajı inceleyeceğiz.).
- Seçtiğimiz sayacı dikkatli bir biçimde ambalajından çıkartırız.
- Sayacımızı montaj tablasına yerleştiririz.
- Gönye ve cetvelle montaj düzgünlüğünü kontrol ederiz.
- Sayaç montaj deliklerinden tablaya işaretler konur. İşaretlerken sayacı tabladan kaydırmamaya dikkat edilir; yoksa yanlış işaretleyebiliriz (İşaretlemeyi kalem veya sivri bızla yapabiliriz.).
- Sayacı yavaşça tabladan çekeriz, çekerken işaretlerin silinmemesine dikkat ederiz.
- İşaret yerlerini sivri nokta ile markalarız.
- Sayaç montaj yerlerine uygun kalınlıkta sac matkapı ile tablayı deleriz (Delme işlemi yaparken tablayı mengenede sabitlemek önerilir.).
- Delik yerlerindeki çapakları uygun eğe ile temizleriz.
- Sayacımızı deliklere uygun sac vidaları ile dikkatlice tablaya tuttururuz.
- Montaj sırasında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulması gerekir (Eldiven ve iş gözlüğü takma vb.).
- 



Resim 2.6: Ölçüm panosu sayaç montaj tablası ve sayacın montajlı hali

### 2.3.3. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Montajı

Akım ve gerilim klemensleri mühürlü sayaç bölmesinde ray üzerine montajı yapılır.

#### 2.3.3.1. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Boyutları

Akım klemensinin boyutları; klemens kalınlığı 10 mm, alt boyu 65 mm ve yüksekliği 54,5 mm'dir.

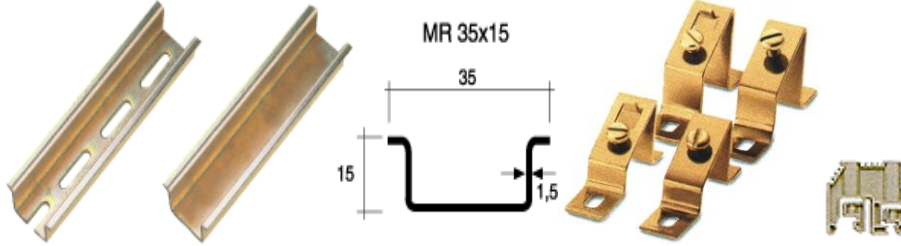


Gerilim klemensi boyutları; klemens kalınlığı 8 mm, alt boyu 63,2 mm ve yüksekliği 49 mm'dir.

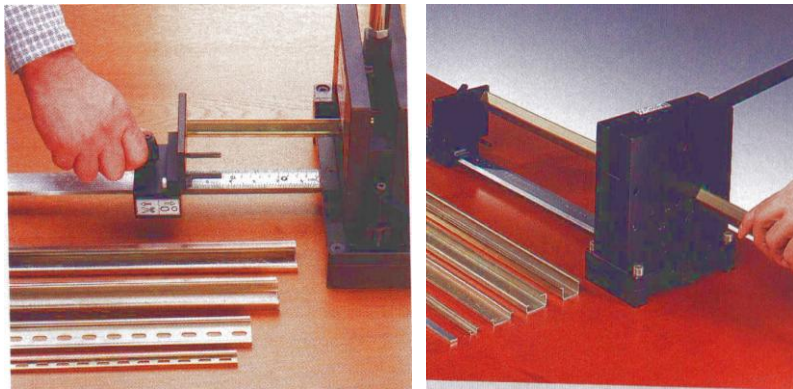
Montaj rayları (DIN 50022 normu) 35x7,5 veya 35x15 mm boyutlarında galvaniz sacdan üretilir.

### 2.3.3.2. Akım ve Gerilim Klemenslerinin Panoya Montaj İşlem Sırası

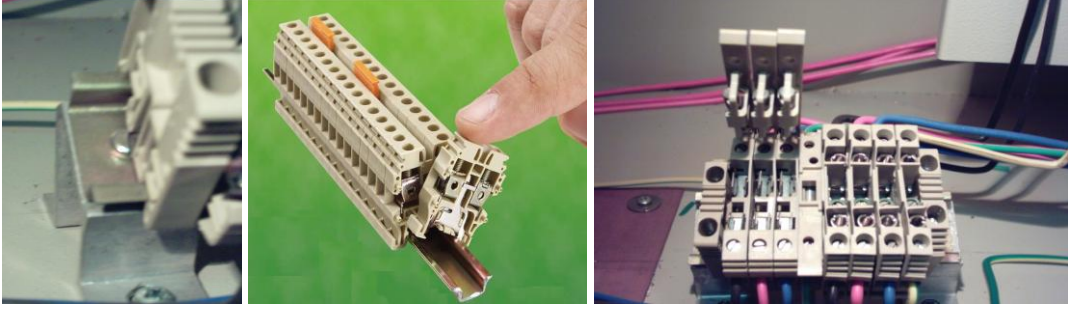
- Ölçü klemensleri ve montaj rayı seçilir (4 adet akım, 4 adet gerilim klemensi).
- Montaj rayı uygun boyda kesme aparatı veya demir testeresi ile kesilir (Resim 2.8).
- Ray üzerinde varsa çapaklar temizlenir.
- Montaj rayının uçlarından uygun delikler açılır.
- Açılan deliklerdeki çapaklar temizlenir.
- İki adet ray taşıyıcı sayaç bölmesine uygun yere ve aralıkla monte edilir.
- Montaj rayı taşıyıcı üzerine uygun vida ile takılır.
- Akım ve gerilim klemensleri raya tırnaklarından tutturulur.
- Klemens nihayet plakası ve durdurucular takılarak montaj bitirilir (Resim 2.9).
- Kesme ve delme işlemlerinde emniyet ve iş güvenliği tedbirlerine uyulması gerekir.



Resim 2.7: Montaj rayı, ray taşıyıcı ve klemens durdurucu



Resim 2.8: Montaj rayının aparatla kesilmesi



**Resim 2.9: Klemenslerin montaj rayına tutturulması**

### **2.3.4. Kondansatör, Sigorta ve Ampermetre Montajı**

Sabit kompanzasyon kondansatörleri, sigorta ve ampermetreleri, şalter bölümünün yanındaki mühürlü bölme monte yapılmaktadır. Bu bölmenin mühürlü olmasının sebebi elektrik satan şirket yetkililerinden başkasının buraya müdahale etmesinin istememesidir. Yalnızca sigortalar atarsa buna müdahale edilebilir.

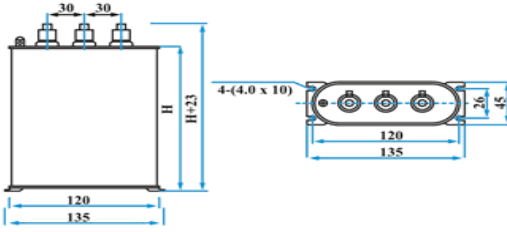
#### **2.3.4.1. Kondansatör, Sigortalar ve Ampermetre Boyutları**

Kondansatör teknik özellikleri ve boyutları için Tablo 2.4'ten yararlanabiliriz, inceleyiniz.

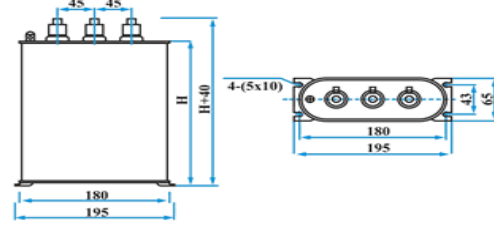
**Örnek:** 5 KVAR sabit kondansatör 7,2 A çekmektedir. Buna göre ampermetre ve sigortaları seçmeliyiz (Standart değerlere göre seçilmelidir.).

Ürün Tipi	Çalışma Gerilimi	Gücü (kVar)	Çalışma Kapasitesi mF	Çalışma Akımı A	Bağlantı Terminali	Yükseklik (H)	Çizim No
ZnAIPP (mini)	400 V 50 Hz	1	20	1,4	M5	105	1
ZnAIPP	400 V 50 Hz	1.5	30	2,16	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	2.5	50	3,6	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	5	100	7,2	M5	130	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	7.5	149	10,8	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	10	199	14,4	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	12.5	249	18	M6	185	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	15	299	21,7	M6	220	2
ZnAIPP	400 V 50 Hz	20	398	28,9	M6	220	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	25	497	36,1	M8	220	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	30	597	43,3	M8	270	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	40	796	57,7	M8	345	3
ZnAIPP	400 V 50 Hz	50	995	72,2	M10	250	4

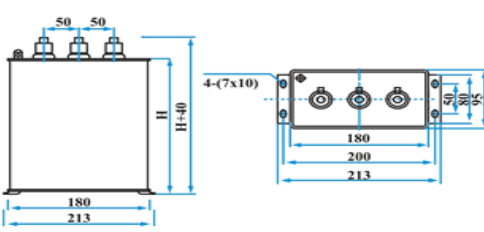
Çizim:1



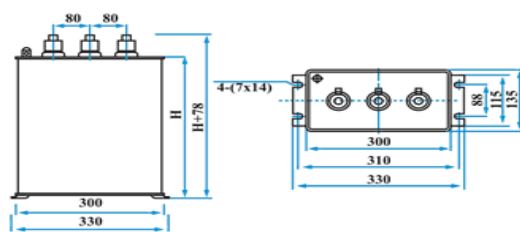
Çizim:2



Çizim:3




Çizim:4



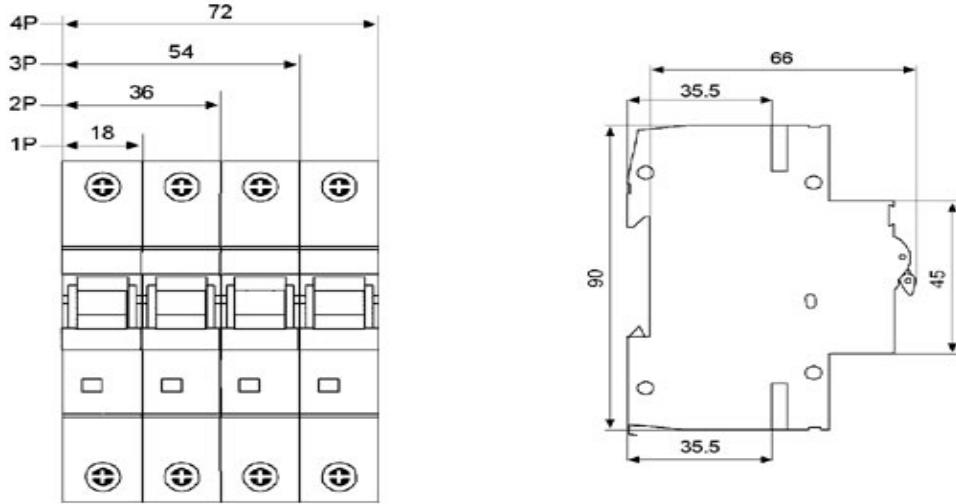
**Tablo 2.4: Kondansatörlerin teknik özellikleri ve boyutları**

Anahtarlı otomatik sigortaların teknik özellikleri ve boyutları ile ilgili Tablo 2.5'ten faydalanabiliriz, tabloyu inceleyiniz.

## Anahtarlı Otomatik Sigortalar

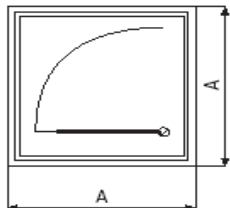
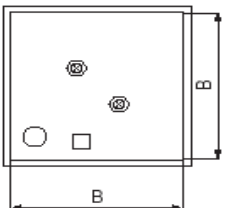
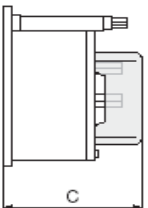
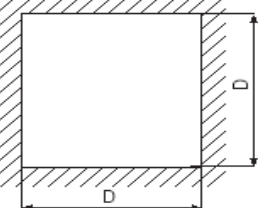
TS EN 60898 / IEC 60898 TSE 5018 CE		
Tip	FMH	
Karakteristik	B, C	
Kısa devre kesme kapasitesi $kA_{rms}$	6	10
Anma akımı A	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Kutup sayısı	1, 2, 3, 4	

### FMH Tip:



Tablo 2.5: Anahtarlı otomatik sigortaların teknik özellikleri ve boyutları

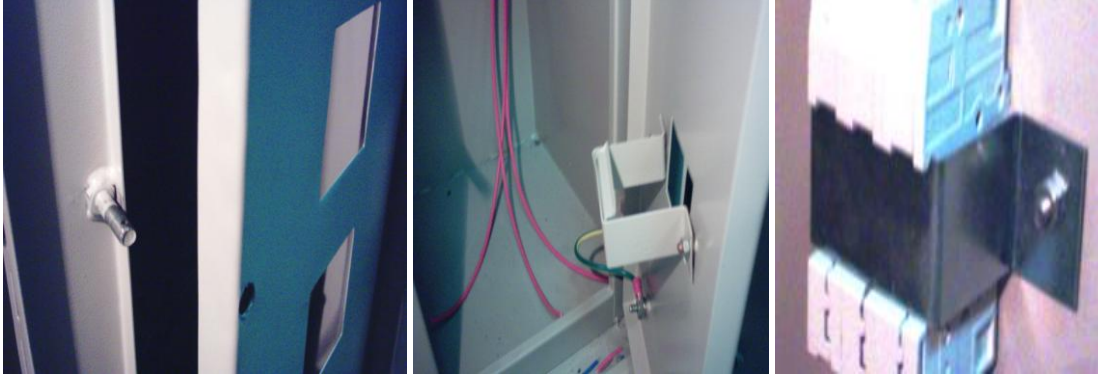
Ampermetrelerin boyutları için Tablo 2.6'dan faydalanabiliriz, inceleyiniz.

ANALOG				
				
Boyutlar (mm)	A	B	C	D
72 x 72	72	66	75	68 ± 0.5
96 x 96	96	90	75	92 ± 0.5

Tablo 2.6: Ampermetrelerin boyutları

### 2.3.4.2. Kondansatör, Sigorta ve Ampermetrelerin Panoya Montaj İşlem Sırası

- Kondansatörümüz silindir tipi ise altındaki montaj vidasından panoya tuttururuz, diğer dikdörtgen tipte ise kondansatör montaj tablasını panoya tuttururuz.
- Otomatik sigortaları montaj rayına takarız, sigortaların takılı olduğu ray daha önceden hazırlanmış yuvasına vidalanır. (Sigortalar mühürlü bölme dışından müdahale edilecek şekilde montaj yapılır (Resim 2.10).
- Uygun ampermetre seçeriz, bazı panolarda tek ampermetre takılmakta, bazılarında da üç ampermetre takılmaktadır. Tercih edileni 3 ampermetre takılmasıdır; çünkü kondansatör 3 fazlı olduğu için her fazındaki kondansatör akımları görülmelidir.
- Ampermetreleri montaj yuvalarına takarız.
- Ampermetrelerin arkadan sıkma vidalarını sıkarız.
- Montaj yapılırken emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulmalıdır.



Resim 2.10: Ampermetre, sigorta montaj yerleri ve sigorta montajı

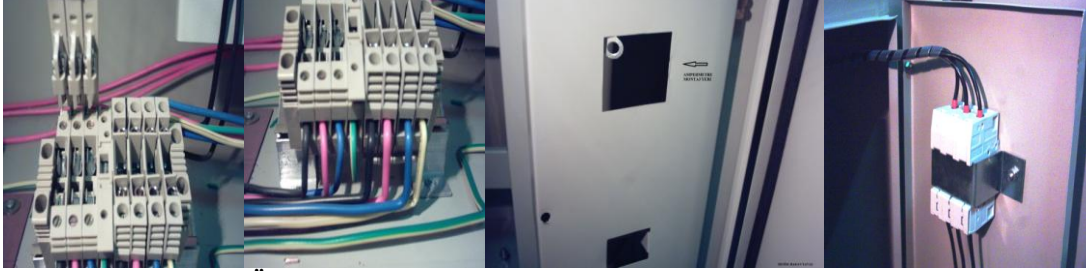


Resim 2.11: Ampermetre montajı ve montaj yapılmış hali

## UYGULAMA FAALİYETİ

### UYGULAMA FAALİYETİ

- Uygulama faaliyetini yaptığınızda ölçüm panosu elemanlarının yerine montajını yapabileceksiniz.



Resim 2.12: Ölçüm klemensleri, ampermetre ve kondansatör sigorta montajı

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçme, ayırma klemenslerinin montajını yapınız.</li><li>➤ Kondansatör ampermetresinin montajını yapınız.</li><li>➤ Sabit kompanzasyon sigortalarının montajını yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Akım ve gerilim klemenslerini seçiniz.</li><li>➤ Seçme işleminizde klemens seçim tablolarından faydalanınız.</li><li>➤ Montaj rayı ve taşıyıcıyı seçiniz. Montaj rayını uygun boyda kesin.</li><li>➤ Kesme işleminde aparat veya demir testeresini kullanınız. Montaj rayını taşıyıcıya tutturunuz. Klemensleri, durdurucu ve nihayet plakalarını tutturunuz.</li><li>➤ Uygun ampermetreyi seçiniz.</li><li>➤ Ampermetre seçiminde sabit kondansatör gücü önemlidir. Seçim tablolarından faydalanınız.</li><li>➤ Kullanacağımız panoda üç veya bir ampermetre takma yeri olabilir. Seçtiğiniz ampermetreyi montaj yerlerine takınız.</li><li>➤ Ampermetre arkasındaki montaj pimlerini sıkarak ampermetreyi panoya sabitleyiniz.</li><li>➤ Sabit kondansatörün çektiği akımın standart bir üst değerinde sigortaları seçiniz. 3 fazlı sigorta olmalıdır.</li><li>➤ Seçiminizde sigorta seçim tablosundan faydalanınız.</li><li>➤ Montaj rayına sigortayı tırnaklarından takınız.</li><li>➤ Montaj rayını panoya sabitleyiniz.</li><li>➤ Montaj yaparken emniyet ve iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

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

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1.	Ölçme klemenslerini uygun özelliklerde seçebildiniz mi?		
2.	Sabit kompanzasyon ampermetresini uygun değerde seçebildiniz mi?		
3.	Kondansatör sigortalarını uygun değerde seçebildiniz mi?		
4.	Ölçüm klemenslerini montaj rayına uygun yöntemle tutturabildiniz mi?		
5.	Sabit kompanzasyon ampermetresini uygun yöntemle montajını yapabildiniz mi?		
6.	Sabit kompanzasyon kondansatör sigortalarını montaj rayına uygun yöntemle 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 cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Ölçüm panosu sabit kompanzasyon kondansatörleri mühürlü bölmeye montaj yapılır.
2. ( ) Analog ampermetre standart boyutları 72x72 veya 96x96' dir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

3. Akım ve gerilim klemenslerinin panodaki montaj yeri neresidir?  
A)Şalter bölmesi B)Sayaç bölmesi C)Kompanzasyon bölmesi  
D)Sigorta bölmesi E)Hepsi
4. Montaj rayı hangi malzemenin montajında kullanılır?  
A)Şalter B)Sayaç C)Kondansatör D)Klemens E) Hiçbiri
5. Ölçüm panosu ana şalteri olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A)Üzengili şalter B)Paket şalter  
C)Sigortalı yük şalteri D)Termik-manyetik E)Hiçbiri
6. Ölçüm panosu yüksekliği en fazla ne kadar olmalıdır?  
A)210 cm B) 250 cm C) 150 cm D)120 cm E) 60 cm
7. Ölçüm panosu eni en fazla ne kadar olmalıdır?  
A)70 cm B) 90 cm C) 150 cm D) 30 cm E) 100 cm

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

8. ( ) Ölçüm panosuna enerji giriş kablosu alttan girmelidir.
9. ( ) Ölçüm panosunda kombine sayaç kullanılmaktadır.
10. ( ) Ölçüm panosunda 2 adet akım ve 2 adet gerilim klemensi kullanılmaktadır.

## 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

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun atölye ortamında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak ölçüm pano malzemelerinin bağlantılarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

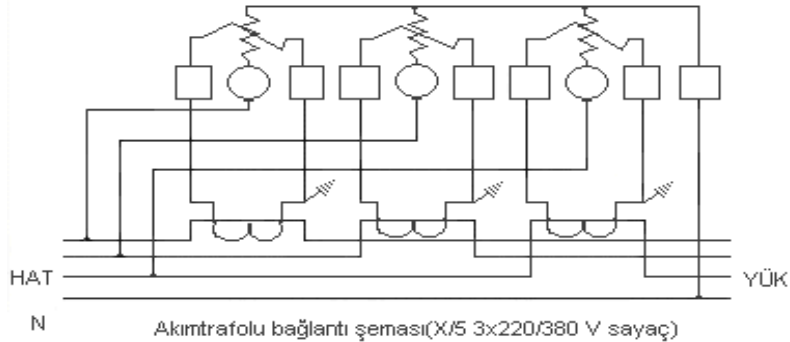
- Ölçüm pano malzemeleri bağlantılarında nelere dikkat edilmelidir? Araştırınız.
- Ölçüm pzo malzeme bağlantıları nasıl yapılmaktadır? Araştırınız.

## 3. ÖLÇÜM PANO MALZEMELERİ BAĞLANTILARI

### 3.1. Ölçüm Pano Bağlantı Şeması

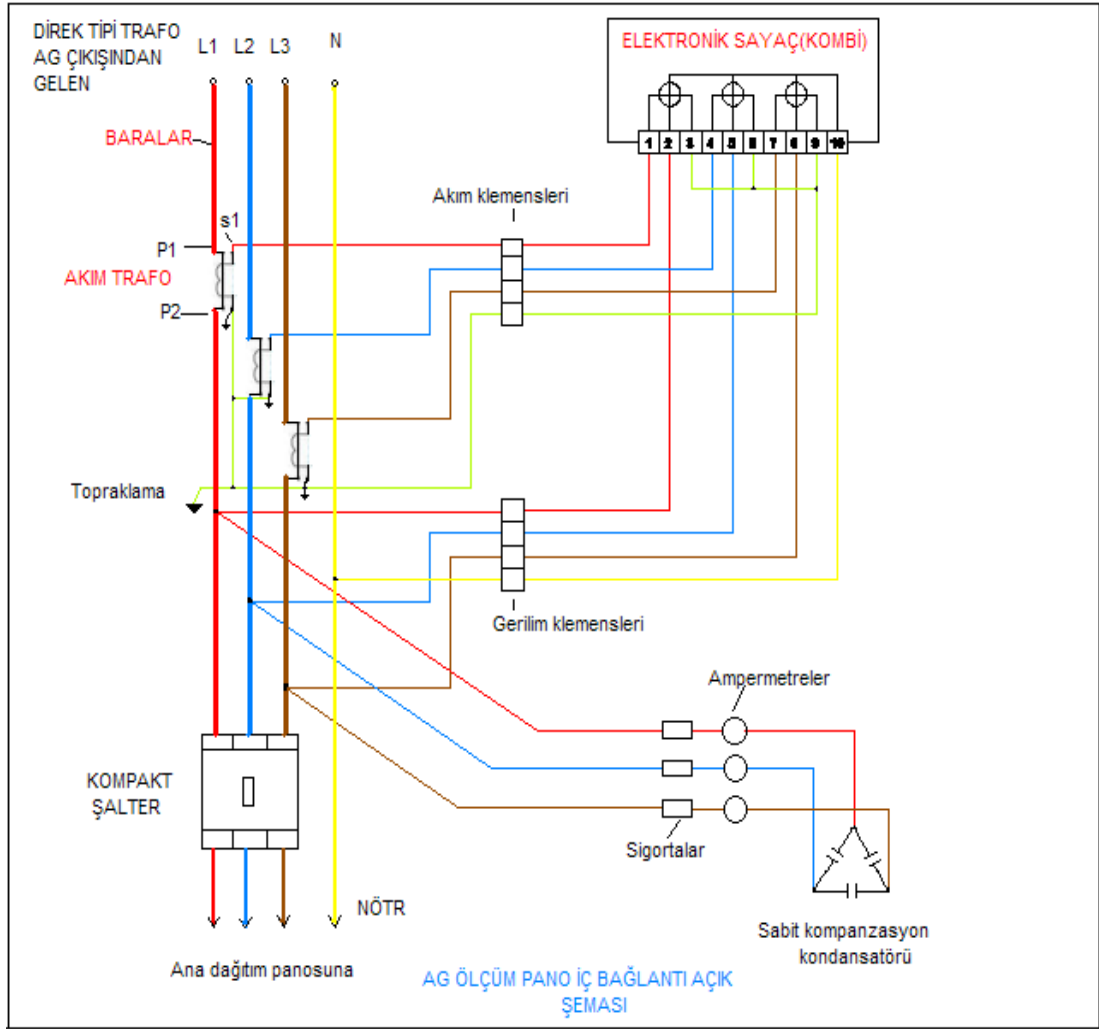
Direk tipi trafo, ölçüm panosu bağlantı şemasını incelemiden önce sayaç bağlantı şemasını bilmemiz gerekir. Ölçüm panosunda üç fazlı dört telli x5 (Akım trafolu) elektronik sayaç kullanılmaktadır.

Akım bobinlerine (1-3 , 4-6 , 7-9 numaralı klemensler), akım trafosundan gelen kablolar bağlanmaktadır. Gerilim bobinlerine (2, 5, 8 numaralı klemensler) direkt olarak baralardan alınan 3 faz bağlanmaktadır. Nötr kablosu da sayacın (10) numaralı klemensine bağlanmalıdır. Sayaç bağlantısı Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de görülmektedir, inceleyiniz.



Şekil 3.1: Akım trafolu elektronik sayaç bağlantısı

Sayaç bağlantı şemasını gördükten sonra ölçüm pano genel bağlantı şemasını inceleyelim (Şekil 3.2.).

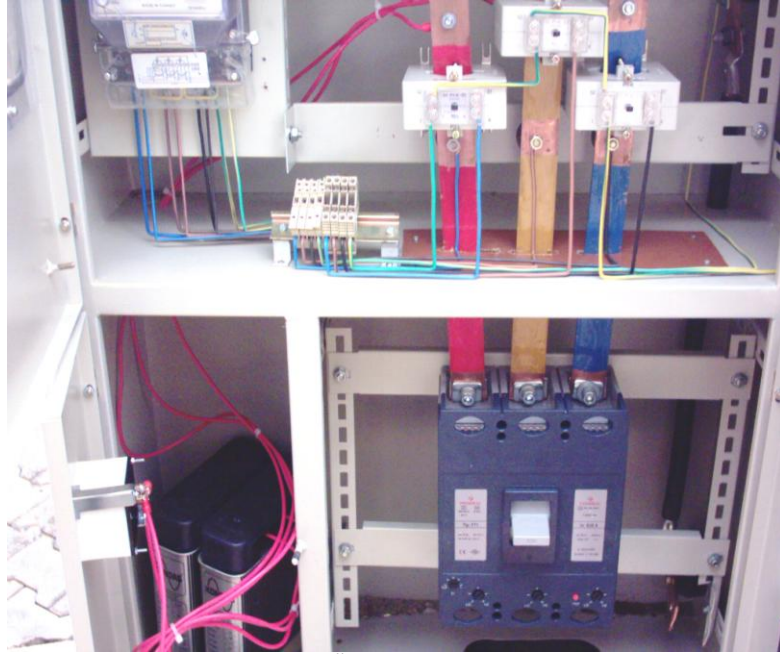


**Şekil 3.2: Direk tipi trafo ölçüm panosu genel bağlantı şeması**

Ölçüm panosu genel bağlantı şemasını incelediğimizde:

- Direk tipi trafo AG çıkış kabloları, pano baralarına bağlanmaktadır.
- Baralara akım trafoları monte edilmektedir (Barasız tipte akım trafoları).
- Baralar direk kompakt şalter girişlerine bağlanmaktadır.
- Akım trafolarından (s1) akım klemenslerine, klemenslerden de sayaç akım bobinlerine bağlantı yapılmaktadır.(1-4-7 numaralı klemenslere)
- Akım trafolarının diğer uçları birbirine bağlanarak topraklama barasına irtibatlandırılmaktadır (Sayaç akım bobinlerinin diğer uçları da topraklama ile irtibatlandırılmaktadır,3-6-9 numaralı klemenslerden).
- Sayacın 10 no'lu klemens ucu nötr'e bağlanmaktadır.
- Gerilim klemenslerine baralardan 3 faz kabloları bağlanmakta, klemenslerden de sayaç gerilim bobin uçlarına bağlantı yapılmaktadır (2-5-8 numaralı klemenslere).

- Baralardan alınan 3 faz, sabit kompanzasyon otomatik sigortalarına sonra ampermetrelere ve kondansatörlere bağlanmaktadır.
- Kompakt şalter çıkışlarından kablolar ile ana dağıtım panosuna bağlantı yapılmaktadır.



**Resim 3.1.a: Ölçüm pano bağlantıları**



Resim 3.1.b: Ölçüm panosu bağlantıları

## 3.2. Ölçüm Pano Bağlantı İletkenlerinin Özellikleri

Ölçüm panosunda bağlantı iletkenleri olarak bakır baralar, tekli ve çoklu yalıtılmış iletkenler (kablo) kullanılmaktadır.

### 3.2.1. Baraların Özellikleri

Direk tipi trafo ölçüm panosunda kullanılan baralar ana akımı taşıyacağı için çok önemli görev görmektedirler. Bunun için baraların seçiminde çok dikkat edilmelidir. Baraların küçük seçilmesi, baralarda aşırı ısınmalara sebep olmaktadır. Baraların seçimi için trafo gücünün bilinmesi ve dolayısıyla tesis akımının bulunması gerekir. Akımının bulunması gerilim düşümü hesaplarıyla yapılmaktadır.

Aşağıdaki hesaplamalar herhangi bir örnek tesisin hesaplamalarıdır.(160 KVA'lık bir direk tipi trafolu tesis için). İnceleyiniz.(Tablo 3.1). Gerilim düşümü % 5 alınacaktır.

## GERİLİM DÜŞÜMÜ VE KABLO KESİT SEÇİM HESABI

### FORMÜLLER

$$\text{MEVCUT COS Q} = 0,74$$

$$\text{HEDEF COS Q} = 0,95$$

$$I_N = S / (1,73 * U)$$

$$I_n = P / 1,73 * U * \text{CosQ} \quad \%E : (100 * L * N) / (K * S * U^2)$$

### TR-AT ARASI

#### VERİLER:

$$\text{ZAHİRİ GÜÇ} = 160.000 \text{ VA}$$

$$\text{MESAFE} = 5 \text{ M}$$

$$\text{KABLO KES} = 150 \text{ MM}^2$$

$$I_N = 160.000 / (\sqrt{3} * 400) = 231,21 \text{ A}$$

$$\%E : (100 * 5 * 160.000) / (56 * 150 * 400 * 400) = 0,06$$

SEÇİLEN KESİT 3\*150+70 MM<sup>2</sup> NYY 324 A TAŞIYABİLDİĞİNDEN UYGUNDUR.

### AT-DT2 ARASI

#### VERİLER:

$$\text{AKTİF GÜÇ} = 66.000 \text{ W}$$

$$\text{MESAFE} = 15 \text{ M}$$

$$\text{KABLO KES} = 70 \text{ MM}^2$$

$$I_n = 66.000 / (1,73 * 380 * 0,74) = 135,67 \text{ A}$$

$$\%E : (100 * 15 * 66.000) / (56 * 70 * 380 * 380) = 0,17$$

SEÇİLEN KESİT NYY 3\*70+35 MM<sup>2</sup> KABLO 202 A TAŞIYABİLDİĞİNDEN UYGUNDUR.

### DT2 -BUHAR JENERATÖRÜ ARASI

#### VERİLER:

$$\text{AKTİF GÜÇ} = 30.000 \text{ W}$$

$$\text{MESAFE} = 15 \text{ M}$$

$$\text{KABLO KES} = 25 \text{ MM}^2$$

$$I_n = 30.000 / (1,73 * 380 * 0,74) = 61,668 \text{ A}$$

$$\%E : (100 * 15 * 30.000) / (56 * 25 * 380 * 380) = 0,22$$

SEÇİLEN KESİT NYY 3\*35+25 MM<sup>2</sup> KABLO 130 A TAŞIYABİLDİĞİNDEN UYGUNDUR.

### GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

$$\%E = \%E1 + \%E2 + \%E3$$

$$\%E = 0,06 + 0,17 + 0,22 = 0,46 < 5 \text{ OLDUĞUNDAN UYGUNDUR}$$

Tablo 3.1: Direk tipi trafo tesisi gerilim düşümü hesabı

Yapılan gerilim düşümünde bulunan akıma göre Tablo 3.2'den bara boyutlarını bulabiliriz.

**Örnek:** Tablo 3.1'deki tesis için trafo 160 KVA trafo nominal akımı 231 A, tesisin şu andaki aktif gücü (talep 1 faktörü için) 66 KW'tır. Fakat tesis ileri de büyüyebileceğinden trafo akımına göre bara boyutlarını seçebiliriz. Genellikle direk tipi trafo (400 KVA'ya kadar) ölçüm panolarında 40X5 bakır baralar kullanılmaktadır.

			SÜREKLİ YÜKLEME AKIMI (A)-50 Hz. A.C.							
			BOYALI BARA ADEDİ				ÇIPLAK BARA ADEDİ			
BOYUTLAR mm	KESİT mm <sup>2</sup>	AĞIRLIK Kg / m	I	II	III	IV	I	II	III	IV
12x2	24	0,21	125	250	-	-	110	220	-	-
15x2	30	0,27	155	270	-	-	140	240	-	-
15x3	45	0,4	185	330	-	-	170	300	-	-
20x2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-
20x3	60	0,54	245	425	-	-	220	380	-	-
20x5	100	0,89	325	550	-	-	290	495	-	-
25x3	75	0,67	300	510	-	-	270	460	-	-
25x5	125	1,12	385	670	-	-	350	600	-	-
30x3	90	0,8	350	600	-	-	315	540	-	-
30x5	150	1,34	450	780	-	-	400	700	-	-
40x3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-
40x5	200	1,78	600	1000	-	-	520	900	-	-
40x10	400	3,56	835	1500	2060	2800	750	1350	1850	2500
50x5	250	2,23	720	1200	1750	2300	630	1100	1500	2100
50x10	500	4,45	1025	1800	2450	3330	920	1620	2200	3000
60x5	300	2,67	825	1400	1980	2650	750	1300	2800	2400
60x10	600	5,34	1200	2100	2800	3800	1100	1860	2500	3400
80x5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2200	2900
80x10	800	7,12	1540	2600	3300	4600	1400	2300	3100	4200
100x5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1100	2000	2600	3400
100x10	1000	8,9	1880	3100	4000	5400	1700	2700	3600	4800
120x10	1200	10,68	2200	3500	4600	6100	2000	3200	4200	5500
160x10	1600	14,24	2880	4400	5800	7800	2600	3900	5200	7000

**Tablo 3.2: Bakır bara seçim tablosu**

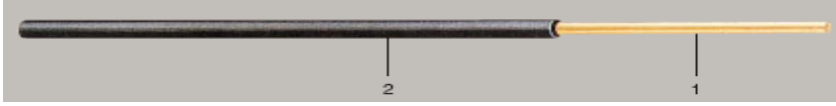
### 3.2.2. Ölçüm Pano Bağlantı Kabloları Özellikleri

Ölçüm panolarında sayaç bağlantılarında H07V-U (tekli) kablo, ampermetre, sigorta ve kondansatör bağlantılarında H07V-K (çoklu) kablo kullanılmaktadır.

Sayaç akım devresi bağlantılarında 4 mm<sup>2</sup>, gerilim devresi bağlantılarında 2,5 mm<sup>2</sup> tekli kablolar kullanılmalıdır. Kondansatör kablosu olarak, örnek 5KVAR için 7,2 A çektiğine göre en az 2,5 mm<sup>2</sup> çoklu kablo kullanılmalıdır.



**HO7V-U(TS) –Eski TS sembolü NV;**  
(1-Bir telli bakır iletken, 2-Protodur yalıtkan)



**Şekil 3.3: HO7V-U kablo**

Kapalı ve kuru yerlerde, sabit tesislerde, dağıtım tablolarındaki irtibatlarda, sıva altı ve sıva üstünde boru içinde, kroşeler üzerinde kullanılan bir damarlı kablodur. Standart kesitleri 1,5-2,5-4-6-10 mm<sup>2</sup>'dir. Müsaade edilen işletme sıcaklığı 70 °C'dir. Akım kapasiteleri 24 A-73 A'dir (H-Harmonize tip, 07-450 ile 750 Volt gerilim, V-PVC yalıtkan, U-Tek telli).

### **3.3. Ölçüm Pano Bağlantılarının Yapılması İşlem Sırası**

Ölçüm pano malzeme bağlantılarını sırayla inceleyelim:

- Şalter bara bağlantıları
- Akım trafo ve sayaç bağlantıları
- Sabit kompanzasyon bağlantıları

#### **3.3.1. Kompakt Şalter Bara Bağlantısı İşlem Sırası**

- Kompakt şaltere giriş baralar ile yapılmaktadır, tesisin akımına göre bara boyutları seçilir (Tablo 3.2'den faydalanılır.).
- Baralar uygun boyda kesilir.
- Baraların her iki uçlarından, uygun şekilde bağlantı civatalarının girebileceği genişlikte delikler matkapla açılır. Delme işlemi matkap tezgâhında yapılmalıdır.
- Ayrıca kompanzasyon ve sayaç kablo bağlantıları içinde uygun delikler delinmelidir.
- Baralar sarı, kırmızı ve mavi renk üzere boyanır, bağlantı yerleri boyanmaz.
- Sayaç bölmesi ve şalter bölmesi arası geçiş kısmına uygun şekilde baraların geçebileceği yerleri olan fiber mika vidalanır (Resim 3.3'e bakınız.).
- Baralar, şalterin giriş kısımlarına vidalarından alyen ve lokma anahtarla tutturulur. Sıkma işleminde baraların gevşek kalmamasına dikkat edilir fakat çok fazla da sıkılmaz, çünkü gereğinden fazla sıkılmak baralara zarar verebilir (Resim 3.4).
- Bazı pano tiplerinde baralar mesnet izolatörleri ile panoya sabitlenebilir.
- Bara bağlantılarında iş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyulması gerekir.
- Bara montajından sonra diğer bağlantılara geçilir.



**Resim 3.2: Baranın delinmesi ve boyanması**



**Resim 3.3: Bara yalıtma fibri, baraların geçişi ve panoya izolatörle sabitlenmesi**



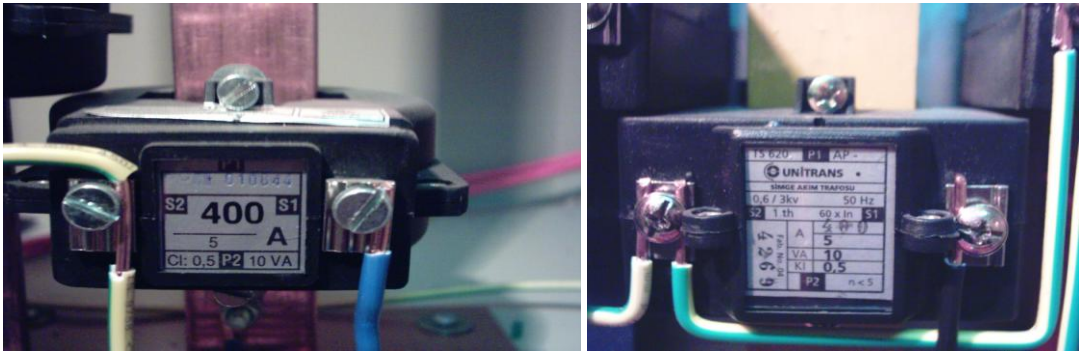
**Resim 3.4: Baraların şalter girişlerine tutturulması**

### **3.3.2. Akım Trafo ve Sayaç Bağlantıları İşlem Sırası**

- Seçilen baralara uygun tipte (barasız) akım trafoları seçilir.
- Seçilen akım trafoları baralara geçirilir.

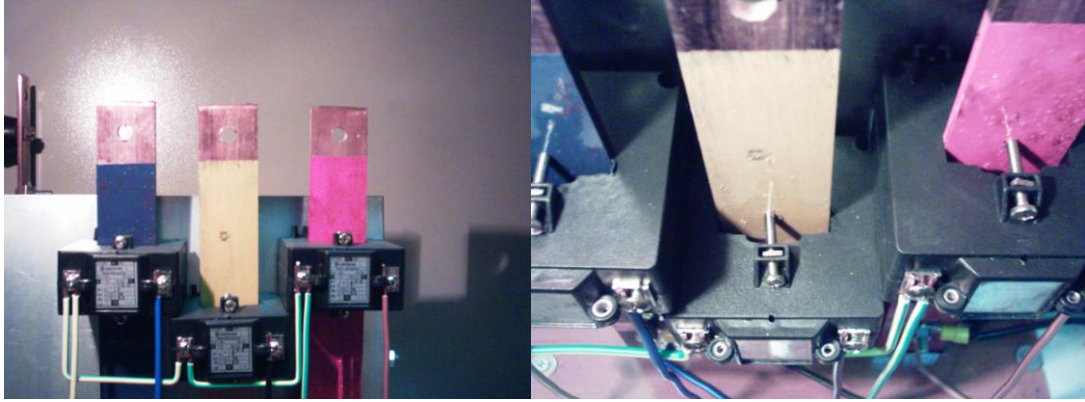
- Akım trafolarının baraya tutturma vidaları (P1-P2) uygun şekilde sıkılır ve sabitlenir.
- Sayaç bağlantı kabloları seçilir, akım devresi için 4 mm<sup>2</sup>, gerilim devresi için 2,5 mm<sup>2</sup> kesitinde tekli kablolar norm renklerde hazırlanır.
- Bağlantı kablolarının uçları uygun bir şekilde açılır.
- Üç akım trafosunun S2 uçları sarı-yeşil renkteki kablolar ile birbirine bağlanır. Birleştirilen bu uçlardan toprak barasına bağlantı yapılır.
- Ayrıca akım klemensine aynı renkte kablo ile bağlantı yapılır. Akım klemensinden aynı renkteki kablo ile sayacın 3- 6- 9 no'lu uçlarına bağlantı yapılır (Şekil 3.2. bakınız.).
- Birinci akım trafosunun S1 ucundan renkli kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 1 numaralı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 3.2.).
- İkinci akım trafosunun S1 ucundan değişik renkte kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 4 numaralı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 3.2.).
- Üçüncü akım trafosunun S1 ucundan değişik renkte kablo ile akım klemensine bağlantı yapılır. Aynı renkteki kablo ile akım klemensinden sayacın 7 numaralı ucuna bağlantı yapılır (Şekil 3.2.).
- Baralardan üç faz olarak gerilim klemenslerine bağlantı yapılır.
- Birinci faz gerilim klemens çıkışından sayacın 2 numaralı klemense bağlantı yapılır.
- İkinci faz gerilim klemens çıkışından sayacın 5 numaralı klemense bağlantı yapılır.
- Üçüncü faz gerilim klemens çıkışından sayacın 8 numaralı klemense bağlantı yapılır.
- Gerilim klemensinin dördüncüsüne nötr kablosu bağlanır, klemens çıkışından sayacın 10 nu'lu ucuna bağlantı yapılır.
- Bağlantı kabloları renklerine dikkat edilmelidir. Bağlantı kabloları düzgün şekillerde düzenlenmelidir.

Akım trafoları sekonder sargı bağlantı terminalerinden herhangi bir tanesi mutlaka, muhtemel primer kaçaklara karşı topraklanmalıdır. Sekonder devre açık bırakılmamalıdır; çünkü nüve aşırı derecede ısınabilir. Akım trafoları etiketleri çıkarılmamalıdır.



Resim 3.5: Akım trafo terminaline kablo bağlantısı

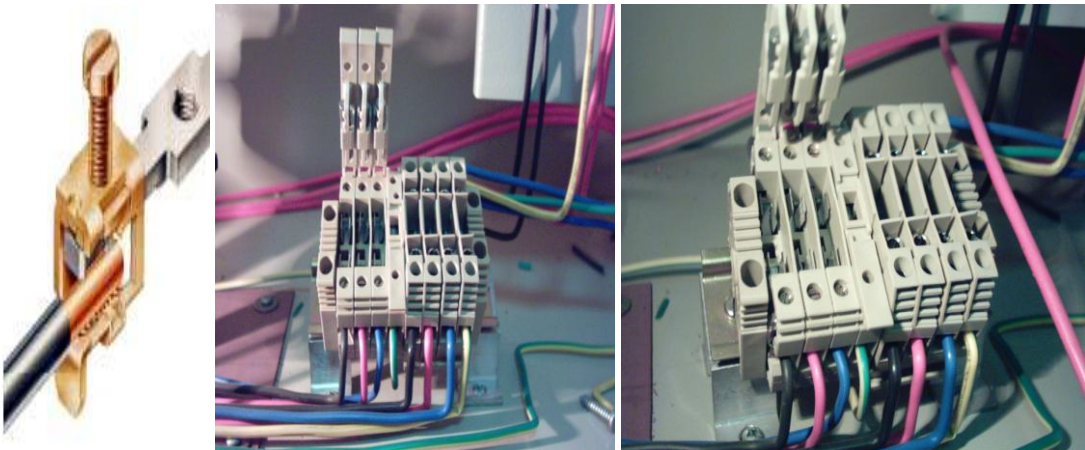




**Resim 3.6: Akım trafo bağlantı görünümü**



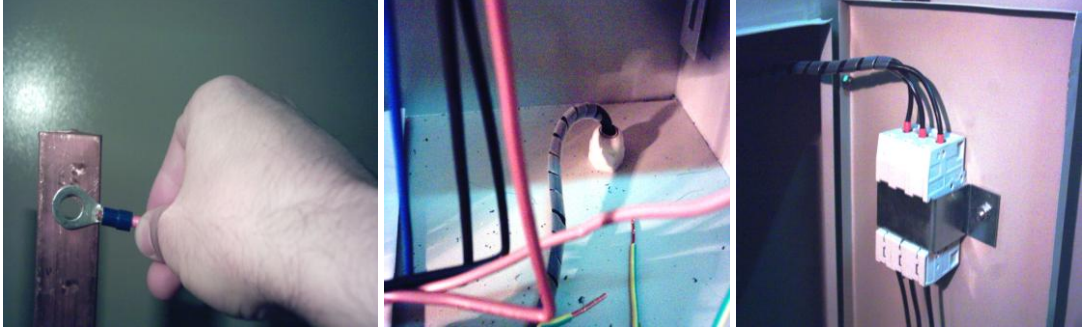
**Resim 3.7: Gerilim klemenslerine baradan bağlantı ve nötr barasına bağlantı**



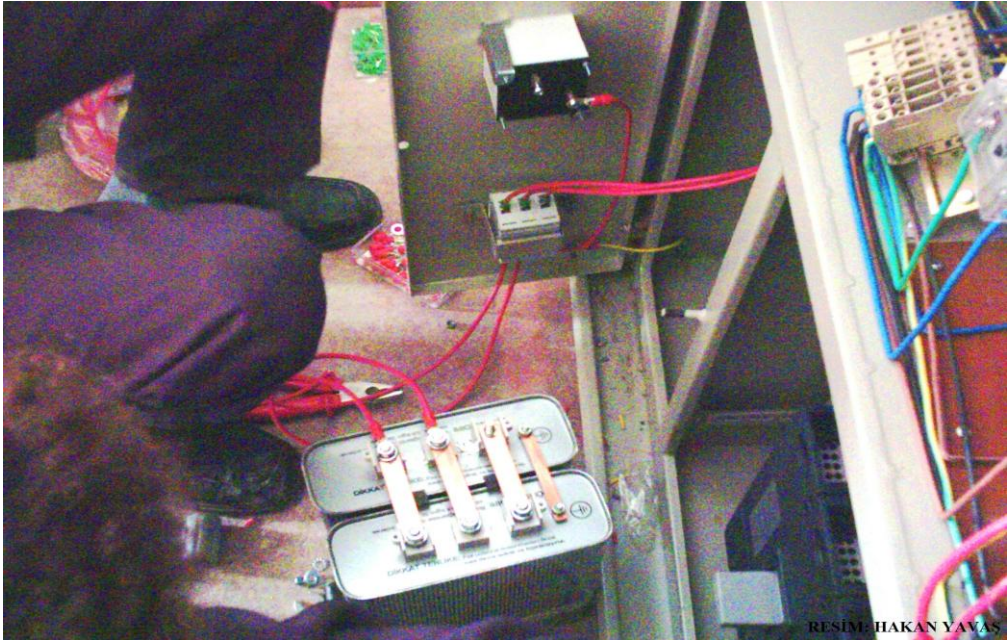
**Resim 3.8: Akım ve gerilim klemenslerine kablo bağlantıları**

### 3.3.3. Sabit Kompanzasyon Bağlantıları İşlem Sırası

- Uygun bağlantı kablosu seçilir. En az 2,5 mm<sup>2</sup> çoklu kablo seçilir (Kondansatör gücü arttıkça kablo kesiti artar.).
- Kablolar uygun boyda kesilir. Baralara 3 faz olarak kabloların birer uçlarının bağlantıları yapılır (Kablolara pabuç takılır.).
- Sayaç bölmesinden rekor içerisinden kompanzasyon bölümüne kablo geçirilir.
- Kabloların diğer uçları otomatik sigortalara bağlanır.
- Otomatik sigortalardan çıkarılan kablolar ampermetrelere bağlanır (3 ampermetre veya tek ampermetre).
- Ampermetrelerden çıkan kablolar kondansatör bağlantı terminallerine bağlanır.
- Kondansatör topraklaması yapılır.
- Kablo bağlantılarında, kabloların uçlarının fazla açılmamasına dikkat edilir. Kablo pabuçlarını sıkıca için pabuç pensesi kullanılmalıdır.



Resim 3.9: Kondansatör bağlantı kablosu ve sigortaya bağlantısı



Resim 3.10: Kondansatör ve ampermetre bağlantısı yapımı

### 3.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

- Kuvvetli akım elektrik aygıtları, kullanılmaları ya da işletilmeleri sırasında oluşacak ark ve kıvılcıklar, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olmayacak biçimde yapılmalı ya da düzenlenmelidir. Bu durum kullanılan her aygıt için yürürlükteki TS'de (yok ise sırasıyla EN, HD, IEC, VDE' de) belirtilen tip deneyleri ile doğrulanmış olmalıdır.
- Yangın tehlikesi bulunan yerlerdeki sigortalı ayırıcılarda oluşabilecek arkların yaratacağı yangın tehlikesini en aza indirmek üzere, bu tip ayırıcıların bulunduğu direklerin altına 10 cm kalınlığında ve 3 metre yarıçapında bir bölgeye mıcır dökülecek veya grobeton atılacaktır.
- Kuvvetli akım tesisleri her türlü işletme durumunda, cana ve mala herhangi bir zarar vermeyecek ve tehlike oluşturmayacak bir biçimde yapılmalıdır.
- 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 iç tesisleri yönetmeliği'nde belirtilen ilgili hükümlerde göz önüne alınır.
- Aşırı gerilimlerin oluşmasını önlemek veya aşırı gerilimleri zayıflatmak için alınacak önlemler: İç aşırı gerilimlerde; toprak teması sonucunda oluşacak aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler: 3 amperden küçük kapasitif toprak temas akımlarında ark, özel bir önlem alınmadan kendi kendine söner. Toprak temas akımının daha büyük değerlerinde, şebekenin yıldız noktası topraklanmalıdır.
- Tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anında dahil olmak üzere, en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluşmasına, yangın çıkmasına ya da tesisin zarara uğramasına engel olacak şekilde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.
- Her koruma elemanı hemen önündeki işletme elemanının korunmasını sağlayacak şekilde, bu elemanın anma değerine göre ayarlanmalı; gerekirse daha sonraki işletme elemanları için de yedek koruma görevi yapabilmelidir.
- Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar minyatür kesiciler, kesiciler ve kesicilerin buldukları yerde ulaşılacak en büyük devre akımını güvenle kesebilecek değerde seçilmelidir. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yanmamış sigortalar kullanılmamalıdır.
- Aşırı akımlara karşı koruma düzeni, arıza olduğunda tehlike altında kalan iletkenlerin akımının kesilmesini sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Buna karşılık topraklanmış sistemlerde, aşırı akımlara karşı koruma düzeninin çalışması sırasında topraklama tesisleri sistemden ayrılmamalı; topraklama tesisleri direnci yükseltilmemelidir.
- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri; işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı, kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.

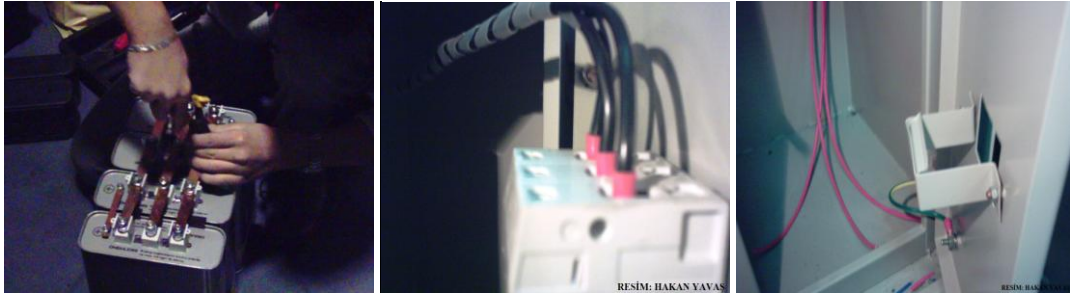


- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümlerine rastgele dokunmayı önlemek için yapılan kutular, bir arıza anında oluşabilecek içten ve dışarıdan gelebilecek mekanik zorlamalara karşı dayanıklı ve aygıtta ark oluşsa bile tehlikesiz bir manevra yapılabilecek biçimde olmalıdır. Bu koruyucu kutular aygıtın bulunduğu yerin koşullarına uygun koruma derecesine sahip olmalıdır. Koruma derecelerinin tanımı, ilgili standartlarda belirtildiği gibidir (Burada kutu kelimesi mahfaza anlamında kullanılmaktadır.).
- Kuvvetli akım elektrik aygıtlarının gerilim altındaki bölümleri işletme gerilimi ve yerel koşullar göz önüne alınarak toprağa karşı ve kendi aralarında güvenli ve sürekli bir biçimde yalıtılmalıdır.
- Bu Yönetmeliğin kapsamına giren tesislerde Türk Standartları'na uygun kablolar kullanılacaktır. Bunlar bulunmadığında belirtilen standartlara uygun kablolar kullanılacaktır.



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Sabit kompanzasyon kondansatör bağlantılarını yapınız. Uygulama faaliyetini yaptığınızda ölçüm panosunda kullanılan kompanzasyon bağlantılarını yapabileceksiniz.



Resim 3.11: Kondansatör bağlantıları

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sabit kompanzasyon malzemelerini seçiniz.</li><li>➤ Sabit kompanzasyon bağlantılarını yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bütün malzemelerin katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz.</li><li>➤ Sabit kompanzasyon kondansatörlerinin trafo gücünün %3'ü ile %5'i değerinde olacağını hatırlayınız.</li><li>➤ Otomatik sigortaları seçerken bulduğumuz kondansatörün çekeceği akıma uygun olacağını hatırlayınız. Ampermetreleri seçerken kondansatör akımına uygun olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Seçeceğimiz kablonun en az 2,5'lik çok telli kablo olmasına dikkat ediniz. Bağlantı için Şekil 3.2'den faydalanınız.</li><li>➤ Baralara 3 adet kabloları pabuçlarından bağlayınız.</li><li>➤ Kabloların diğer uçlarını sayaç bölmesinden kondansatör bölmesine geçirin. Kabloları sigortalara takınız.</li><li>➤ Sigortalardan çıkan kabloları Ampermetre'lere takınız. Ampermetrelerden çıkan kabloları kondansatör bataryaları terminallerine bağlayınız.</li><li>➤ Kondansatör topraklama kablosunu topraklama barasına bağlayınız.</li><li>➤ Bağlantıları yaparken iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.</li></ul>

## 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. Sabit kompanzasyon malzemelerini doğru seçebildiniz mi?		
2. Baralardan sigorta girişlerine kablo bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
3. Sigorta çıkışlarından ampermetrelere kablo bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
4. Ampermetre çıkışlarından kondansatöre kablo bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
5. Bağlantılarda kablo pabuçları ve yüksüklerini kullandınız mı? Sayaç bölmesinden kondansatör bölmesine kablo geçişini rekordan yaptınız mı?		
6. Bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

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

1. ( ) Ölçüm pano sayaç akım devresi kablo kesiti 4 mm<sup>2</sup> olmalıdır.
2. ( ) Ölçüm pano sayaç gerilim devresi kablo kesiti 1,5 mm<sup>2</sup> olmalıdır.
3. ( ) Akım trafolarının sekonder sargısı birer uçları topraklanmalıdır.
4. ( ) Ölçüm pano ana şaltere giriş bağlantısı bara ile yapılmaktadır.
5. ( ) Ölçüm panosu sabit kompanzasyon kondansatörleri kabloları akım trafolarından sonra bağlanmalıdır.
6. ( ) Ölçüm panosunda x 6 sayaç kullanılmalıdır.
7. ( ) Ölçüm panosunda baralı tip akım trafoları kullanılmaktadır.
8. ( ) Gerilim klemensinin dördüncüsüne nötr kablosu bağlanır.
9. ( ) Akım trafolarının sekonder devresi açık bırakılmalıdır.
10. ( ) Ölçüm panosu baraları standart, sarı- kırmızı- mavi renk olmalıdır.

### 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

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun atölye ortamında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak, ölçüm panosunun yerine montajını ve bağlantılarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ölçüm panoları nereye montaj yapılır, araştırınız.
- Ölçüm panolarına enerji giriş çıkış şekilleri nasıldır, araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa pano imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca pano ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor hâline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

## 4. ÖLÇÜM PANOSUNUN YERİNE MONTAJI

### 4.1. Ölçüm Pano Montaj Yerleri

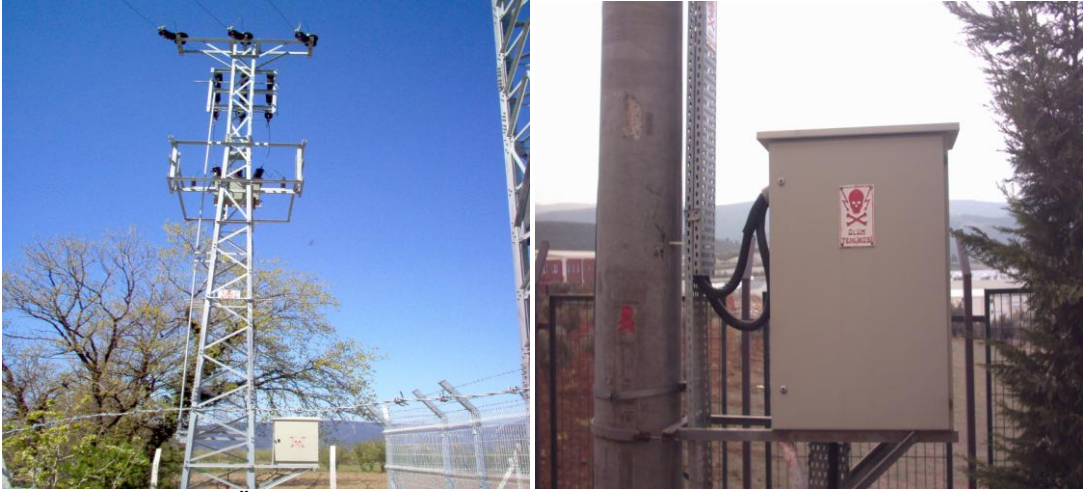
Direk tipi trafo ölçüm panoları mutlaka direk yanına monte edilmelidir. Direk, demir veya beton direk olabilir. Ancak beton direkler daha çok tercih edilmektedir. Ölçüm panosunun standarta en uygun montajı direk yanı beton platform üzerine olanıdır. Diğer montajlar pek sağlıklı olmamaktadır. Bazı durumlarda (kuyu pompaları panoları) kompanzasyon ve AG dağıtım panosuyla ölçüm panosu beraber montaj yapılmaktadır.



Resim 4.1: Ölçüm panosu ve AG kompanzasyon panosu



**Resim 4.2: Ölçüm panosu beton trafo direğinde montajlı**



**Resim 4.3: Ölçüm panosu demir ve beton trafo direğinde platforma montajlı**



**Resim 4.4: Ölçüm panosu direk dibinde zeminde demir ve beton platforma montajlı**



## 4.2. Ölçüm Panosu Yerine Montaj İşlem Sırası

- Ölçüm panosu montaj atölyesinden dikkatli bir şekilde montaj yerine taşınır.
- Trafo direği yanında daha önceden beton platform (kaide) hazırlanmalıdır. Beton platform zeminden en az 30 cm yüksekte olmalıdır ve pano alt genişliğinden küçük olmamalıdır. Tesise gidecek yer altı kablosu beton platformun içinde kalmalıdır.
- Beton platform, ölçüm pano alt montaj yerine uygun olarak işaretlenir.
- İşaretlenen yerler beton matkabı ile delinir.
- Delinen yerlere uygun çelik dübellere takılır.
- Ölçüm panosu montaj delikleri, platformdaki çelik dübellere geçirilerek platforma yerleştirilir.
- Çelik dübellere uygun bir şekilde sıkılarak yerine montajı bitirilir.
- Yerine montajda iş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyulmalıdır.



Resim 4.5: Ölçüm panosunun montaj yerine taşınması



Resim 4.6: Ölçüm panosu beton platform (kaide) hazırlanması



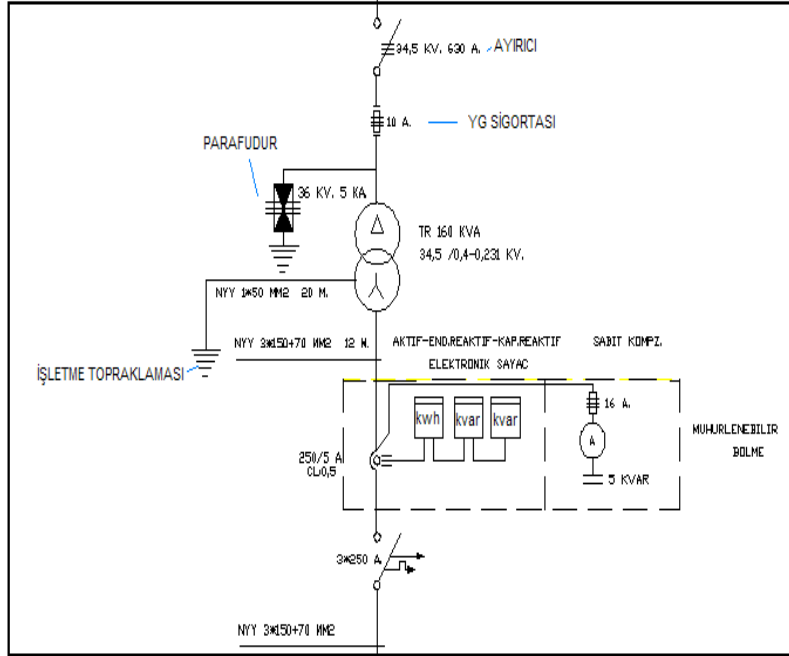
Resim 4.7: Ölçüm panosu beton kaideye montaj yerlerinin hazırlanması

### 4.3. Ölçüm Pano Giriş Çıkış Kablo Bağlantıları

Trafo çıkışı alçak gerilim kablosu ölçüm panosuna, üstte bulunan kablo giriş yerinden geçirilerek baralara takılır. Tesise giden çıkış kablosu ise kompakt şalter çıkışına takılır. Ölçüm pano giriş çıkış kabloları olarak NYY enerji kablosu kullanılmaktadır.

Genellikle 160 KVA'dan sonraki direk tipi trafoların çıkış kabloları paralel olarak ikiye bölünmektedir. Çünkü kablo kesiti arttığı için kablunun işlenmesi zorlaşmaktadır; ayrıca kablunun çok ısınması ve kayıplar da azaltılmaktadır.

**Örnek:** 2(3\*150+70) mm<sup>2</sup> NYY kablo, burada iki adet 150'lik NYY kablo kullanılmaktadır. Şekil 4.1'de 160 KVA'lık direk tipi trafo tek hat şeması görülmektedir, şemayı incelediğimizde pano giriş ve çıkış kablosu olarak 3\*150+70 mm<sup>2</sup> NYY kablo kullanılacağı görülmektedir.



Şekil 4.1: 160 KVA direk tipi trafo tesisi tek hat şeması

#### 4.3.1. Pano Giriş Çıkış Bağlantı Kablo Özellikleri

Ölçüm panosu giriş çıkışında YVV(NYY) enerji kablosu kullanılmaktadır. Gerilim düşümü hesabından bulunan standart kesitte kablo seçilir.

YVV(TS) – VDE karşılığı NYY  
(1-Bakır iletken, 2-Protodur yalıtkan, 3-Protodur dış kılıf)





**Şekil 4.2: YVV (NYV) Kablo**

Bir veya çok telli, bakır iletkenli bir veya çok damarlı, protodur yalıtımlı, protodur. Dış kılıflı alçak gerilim enerji kablosudur. Standart kesitleri 1\*4- 1\*240ş, 2\*1,5- 2\*240ş, 3\*1,5- 3\*240/120ş, 4\*1,5- 4\*50 arasında değişmektedir.

Akım taşıma kapasitesine örnek verilirse, 3\*150/70 mm<sup>2</sup> için toprakta 353 Amper, havada 324 Amper'dir.

#### 4.3.2. Pano Giriş Çıkış Kablosu Bağlantı İşlem Sırası

- Direk tipi trafo tek hat şemasından kullanacağımız kablo seçilir ve uygun boyda kesilir.
- Kablo pano yanına uygun şekilde taşınır.
- Daha önceden açılmış olan kablo ucuna, kablo pabucu ve başlığı takılır.
- Kablonun bir ucu trafo direğine uygun ve emniyetli şekilde çıkartılır.
- Kablo, trafo AG çıkış bağlantı terminallerine uygun şekilde tutturulur.
- Kablonun yerdeki diğer ucu pano kablo giriş yerinden içeriye takılır.
- Giriş kablosu pabuçlarından baralara tutturulur.
- Daha önceden tesisten panoya kadar çekilmiş olan çıkış kablosu uçları açılır ve pabuçları takılır.
- Kompakt şalter çıkışlarına uygun bir şekilde kablo bağlanır.
- Trafo iniş kablosu sac kanal kapağı kapatılır.
- Trafo direğinde çalışırken emniyet kemeri, eldiven ve baret kullanılmalıdır.
- Kablo ucunu açarken, yalıtkanlarını zedelememeye dikkat edilir.
- Kabloyu taşırken de yalıtkanını zedelememeye dikkat edilir.
- Kablo pabuçlarını pabuç pensesi ile sıkınız.
- Kabloyu bara ve şaltre sabitlerken uygun şekilde ve gevşek kalmayacak şekilde tutturunuz. Gevşek kalması ark oluşumu yapar. Bu durum çok tehlikelidir.
- Giriş kablosu nötr ucu sayaç bölümünde bulunan nötr barasına bağlanır.
- Sayaç bölümündeki nötr barası ile şalter bölümündeki nötr barası arasında kablo ile bağlantı yapılır.
- Çıkış kablosunun nötr ucu şalter bölümündeki nötr barasına bağlanır.
- Pano topraklama barasına direğin koruma topraklaması bağlanır.



**Şekil 4.3: Kablo yalıtkanının soyulmasında dikkat edilecekler**

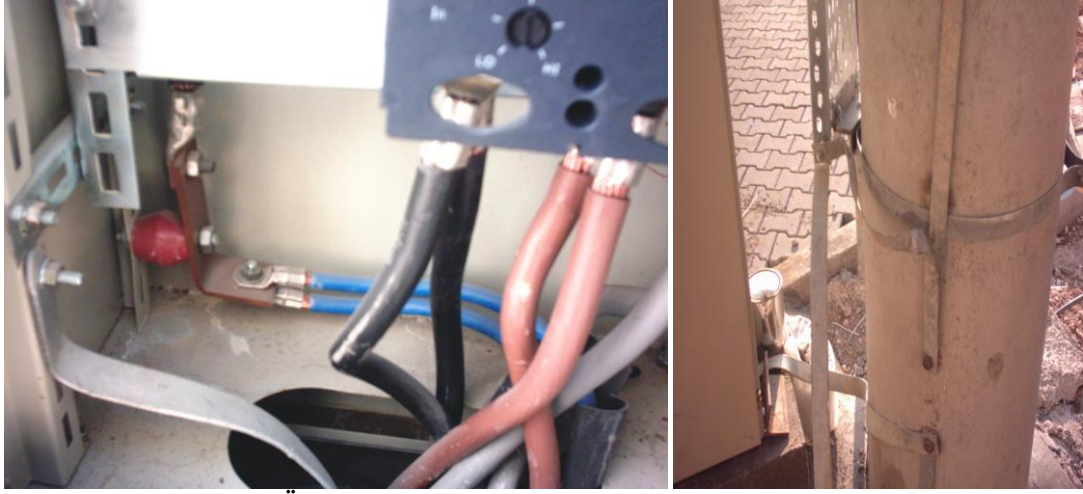
**NOT:**Kablo pabucu takmadan önce iletken temizlenmeli, pabuc çekiçle takılmamalı, mutlaka pabuç pensesi kullanılmalıdır.



**Resim 4.8: Ölçüm pano giriş çıkış kabloları ve yalıtkanının soyulması**



**Resim 4.9: Ölçüm panosuna direktten kablo girişi**



Resim 4.10: Ölçüm panosu çıkış kablo, nötr ve topraklama bağlantıları

## 4.4. Ölçüm Pano Malzeme Çalışma Test ve Ayarları

Ölçüm panosunda bulunan şalter, sayaç ve kompanzasyon test ve ayarlarını inceleyelim.

### 4.4.1. Kompakt Şalter Test ve Ayarları

Kompakt şalterin konumunu gösteren 3 durum mevcuttur:

- ON/I : Şalterin kontaklarının kapalı olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en üst pozisyonudadır.
- TRİP : Şalterin herhangi bir arızadan (aşırı yük veya kısa devre) dolayı açıldığını gösterir. Bu durumda şalter kolu ON ile OFF konumları arasında orta pozisyonudadır.
- OFF/0: Şalterin kontaklarının açık olduğunu gösterir. Bu durumda şalter kolu en alt pozisyonudadır.

Trip pozisyonundaki şalteri ON pozisyonuna almak için; şalter kolunu OFF yazısı istikametinde aşağı doğru bastırırız. Şalter 'KLİK' sesiyle beraber kurulacaktır (Reset pozisyonu). Şalter kapatmak için kolu ON istikametine doğru bastırırız (Eğer şaltere düşük gerilim bobini takılmışsa, şalteri kapatmak ancak düşük gerilim bobini gerilimi anma değeri ile enerjilendirilmiş iken mümkündür.).

Trip Butonu: Açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla kapak üzerinde bulunan kırmızı renkli butondur. Bu butona basıldığında mekanizma çalışır ve şalterin kontakları ani olarak açılır (Resim 4.11'e bakınız.).

Mekanik çalışma kontrolü (testi): Şalteri 5 kez kapayıp açınız. Kol rahatça hareket edebilmeli, I ve 0 konumlarında sabit olarak kalabilmelidir.

Termik/Manyetik ayarlarının yapılması: Anma akımı ayar düğmesini (0,8-1) xIn işletme akımına ayarlayınız. Ani açma değeri bazı şalterler için sabittir. Bazı şalterlerde ise (5-8)xIn arasına ayarlanır. Ancak şalterin koruma yapacağı yükün özelliğine göre istenirse üretici nominal akımın 2,5-12 katı arasında ani açma yapacak şekilde sevk edilebilmektedir (Resim 4.11'e bakınız.).



**Resim 4.11: Kompakt şalter ayar bölümü ve trip butonu**

#### **4.4.2. Sayaç ve Kompanzasyon Test ve Ayarları**

Sayaçlar üreticileri tarafından test ve ayarları yapıldıktan sonra satılmaktadırlar. Panodaki sayacımıza enerji bağlandıktan sonra sinyal ledi yanıp sönmelidir.

Sabit kompanzasyondaki ampermetreler'de devreye enerji verildikten sonra kondansatör gücüne göre bir akım geçişi olduğu görülmelidir (Örnek, 5 KVAR kondansatör için 7,2 A görülmelidir.).

Sayaç bölmesi ile sabit kompanzasyon bölmeleri tesis kabulü yapıldıktan sonra elektrik satış görevlilerince mühürlenecektir.

#### **4.5. Ölçüm Pano Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri**

Ölçüm panosunun her zaman dış kapakları kilitli olarak bulundurulmalıdır. Kilit anahtarları yetkili kişilerde bulunmalıdır. Pano metal gövdesi mutlaka topraklanmalıdır. Ayrıca kapakları ve gövde arasında topraklama iletkeni bağlanmalıdır.



## 4.6. Topraklamalar Yönetmeliği

- Topraklama tesislerinin kurulması için temel koşullar:
  - Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması,
  - Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesap yolu ile bulunan) dayanıklılık
  - İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi,
  - En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanmasıdır.

Bu koşulların sağlanması için;

- Hata akımının değeri,
  - Hatanın süresi ve
  - Toprağın özellikleri bilinmelidir.
- Bütün topraklamalar, Topraklama Yönetmeliği'ne, Elektrik Dağıtım Tesisleri Genel Teknik Şartnamesine, Tip Projelerine, TEDAŞ Şartname ve Uygulama Esasları'na uygun olarak yapılacaktır.
  - Topraklama iletkeni olarak işletme topraklamalarında 50 mm<sup>2</sup> kesitinde bakır iletkenli NYY kablo, koruma topraklamalarında 95 mm<sup>2</sup> galvanizli örgülü çelik iletken veya veya muadili en az 100 mm<sup>2</sup> kesitinde 3mm kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerit kullanılacaktır.
  - Aydınlatma direklerinin veya AG saha dağıtım kutularının topraklama elektrodu yerine gerektiğinde topraklama sistemi olarak 35, 50 veya 95 mm<sup>2</sup> örgülü bakır iletken kullanılacaktır.
  - Aşağıda belirtilen topraklama malzeme ve montajları; AG-YG şebekeleri, bina ve direk trafo postalarının koruma ve işletme topraklamaları ile parafudr topraklamaları için geçerlidir. Santral, dağıtım merkezleri ve indirici trafo merkezleri topraklamaları için gerekli malzemeler keşif listelerinde gösterilir ve Topraklama Yönetmeliği'ne ve tip projelerine göre yapılır.
  - **50 mm<sup>2</sup> NYY kablo (işletme topraklaması için)**

**Montaj:** İzoleli topraklama kablosunun şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak; kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, civata, somun, gerekli her türlü malzeme vb.

- **Örgülü çelik iletken**
  - **a)Malzeme:** 95 mm<sup>2</sup> galvanizli örgülü çelik iletken
  - **b) Montaj:** Örgülü çelik iletkenin, şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak; kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, civata, somun, gerekli her türlü malzeme vb.

➤ **Galvanizli Şerit**

- **a) Malzeme:** En az 100 mm<sup>2</sup> kesitinde en az 3 mm. kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerit
- **b) Montaj:** Galvanizli şeridin, şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak; kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, cıvata, somun gerekli her türlü malzeme vb.

➤ **Örgülü Bakır İletken**

- **a) Malzeme:** 35, 50 veya 95 mm<sup>2</sup> örgülü bakır iletken
- **b) Montaj:** Gerektiğinde örgülü bakır iletkenin, şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak; kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, cıvata, somun gerekli her türlü malzeme vb.

➤ **Topraklama Elektrodu (Topraklama kazığı)**

- **a) Malzeme:** Topraklama elektrotu olarak 65x65x7 mm köşebentten 2 m boyunda sıcak daldırma galvanizli topraklama kazığı veya muadili galvanizli boru
- **b) Montaj:** Elektrotun şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına göre, üst ucu toprak yüzeyinden en az 50 cm derinde olacak şekilde gömülmesi



Şekil 4.4: Kablolarda oluşabilecek zararlar

Kablolar kemiricilere karşı korunmalı ve fazla ısınmalarına müsaade edilmemelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Ölçüm pano giriş çıkış ve toprak bağlantılarını yapınız. Uygulama faaliyetini yaptığınızda ölçüm panosunun kablo bağlantılarını yapabileceksiniz.



Resim 4.12: Ölçüm pano kablo bağlantıları

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçüm pano, giriş kablo bağlantılarını yapınız.</li><li>➤ Ölçüm pano topraklama bağlantısını yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ NYY kablo katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz.</li><li>➤ Proje tek hat şemasından kullanılacak kabloyu seçiniz.</li><li>➤ Pano kablo giriş yerlerinden kabloyu içeriye sokunuz. Kablo dış yalıtkanını soyunuz. Kablo damar uçlarını soyunuz.</li><li>➤ Soyma işleminde emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyunuz. Kablo uçlarına pabuçlarını takınız.</li><li>➤ Baralara uygun civata ve somun ile kabloları pabuçlarından tutturunuz.</li><li>➤ Nötr kablosunu sayaç bölmesindeki nötr barasına takınız. Pano metal gövdesinden uygun bir kablo ile topraklama barasına bağlantı yapınız.</li><li>➤ Pano kapakları ve gövde arasında çoklu kablo ile geçiş bağlantısını yapınız.</li><li>➤ Bütün kablo bağlantılarında pabuç kullanınız.</li></ul>



## 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. Projeye uygun giriş kablosunu seçebildiniz mi?		
2. Kablo yalıtkanını düzgün bir şekilde soydunuz mu?		
3. Kablo damarlarının uçlarının yalıtkanını düzgün soydunuz mu?		
4. Kablo uçlarına pabuçları düzgün ve doğru yöntemle taktınız mı?		
5. Kabloları pabuçlarından baralara doğru yöntemle taktınız mı?		
6. Bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

## 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. Ölçüm pano montaj kaidesinin yerden yüksekliği en az kaç cm olmalıdır. Doğru seçeneği işaretleyiniz.  
A) 10 cm B) 15 cm C) 20 cm D) 25 cm E) 30 cm

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

2. ( ) Ölçüm pano giriş ve çıkışlarında NYY kablolar kullanılır.
3. ( ) Trip butonu, şalter açma mekanizmasının çalışmasını kontrol etmek amacıyla kapak üzerinde bulunan kırmızı renkli butondur.
4. ( ) Ölçüm panosunu montaj kaidesine tutturmak için plastik dübel kullanılır.
5. ( ) Ölçüm panosuna enerji kablo girişi üstten, dıştan görünecek şekilde olmalıdır.
6. ( ) Ölçüm panosunda genellikle 160 KVA'dan sonraki direk tipi trafoların çıkış kabloları paralel olarak ikiye bölünmektedir.
7. ( ) Kompakt şalterde bulunan trip butonu ON-OFF konumları arasında orta pozisyonudadır.
8. ( ) Sabit kompanzasyon bölmeleri tesis kabulü yapıldıktan sonra elektrik satış görevlilerince mühürlenecektir.
9. ( ) Topraklama yönetmeliğine göre galvanizli şerit en az 1 mm kalınlığında olmalıdır.
10. ( ) Topraklama yönetmeliğine göre toprak elektrot üst ucu toprak yüzeyinden en az 30 cm olmalıdır.

## 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 cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Baraların panoya sabitlenmesinde.....kullanılır.
2. Ölçüm panosunda ana şalter olarak,.....şalter kullanılır.
3. Ölçüm panosu akım ve gerilim klemenslerinin görevi.....dir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Ölçüm panosunda kullanılan sayaç aşağıdakilerden hangisidir.  
A) Elektromekanik B) Mekanik C) Elektronik kombi D) Aktif E) Reaktif
5. Ölçüm panosundaki sabit kompanzasyon trafo gücünün en az % kaç olması gerekir?  
A)%10 B)%20 C)%40 D)%5 E)%8
6. Ölçüm panosu yüksekliği en fazla ne kadar olmalıdır?  
A)210 cm B) 250 cm C) 150 cm D)120 cm E) 60 cm
7. Ölçüm panosu eni en fazla ne kadar olmalıdır?  
A)70 cm B) 90 cm C) 150 cm D) 30 cm E) 100 cm

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

8. ( ) Ölçüm panosuna enerji giriş kablosu alttan girmelidir.
9. ( ) Akım trafolarının sekonder devresi açık bırakılmalıdır.
10. ( ) Ölçüm panosunda 2 adet akım ve 2 adet gerilim klemensi kullanılmaktadır.

## 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 ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	Direk Tipi Trafo Merkezi
5	Sayaç Panosu
6	Mesnet İzalatör
7	Kompakt Şalter
8	Bimetal
9	Ölçme Aletlerini Ve Sayaçlarına Akım Sağlamak
10	Kondansatör Akımını Göstermek

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	B
4	D
5	D
6	D
7	A
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Yanlış

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Yanlış

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Mesnet İzolatörleri
2	Kompakt Şalter
3	Ölçme Ve Ayırma
4	C
5	D
6	D
7	A
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Yanlış

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Pano Üretimi Yapan Firmaların İnternet Siteleri ve Broşürleri
- Kablo Üretimi Yapan Firmaların İnternet Siteleri ve Broşürleri
- Kompakt Şalter Üretimi Yapan Firmaların İnternet Siteleri ve Broşürleri
- Elektrik Sayaç Üretimi Yapan Firmaların İnternet Siteleri ve Broşürleri

# KAYNAKÇA

- YILMAZ Ünsal, Hayati DURMUŞ, **Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resmi**, Ankara, 2002.
- **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara, Ağustos, 2002.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara, 2000.
- YAVAŞ Hakan, **Bina enerji giriş sistemleri**, Ankara, 2007.
- **Tedaş Yönetmelikleri**, 2003.
- Federal Elektrik, Klemsan, Sayport, Hualin Firmaları İnternet Siteleri Dökümanları ve Katalogları
- Köhler, Makel, Esem Sayaç Firmalarının İnternet Siteleri Dökümanları ve Katalogları