

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**OG MODÜLER ÇIKIŞ HÜCRELERİ  
522EE0138**

**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 .....                                                             | ii |
| GİRİŞ .....                                                                   | 1  |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....                                                     | 3  |
| 1. OG MODÜLER ÇIKIŞ HÜCRELERİ.....                                            | 3  |
| 1.1. Modüler Çıkış (Trafo Koruma) Hücreleri .....                             | 3  |
| 1.1.1. Görevi ve Kullanım Yerleri .....                                       | 3  |
| 1.1.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Şemaları.....                          | 3  |
| 1.2. OG Modüler Çıkış Hücresinin Yerine Montajı .....                         | 19 |
| 1.2.1. Zemin Özelliği .....                                                   | 20 |
| 1.2.2. Yerleşim Mesafeleri .....                                              | 20 |
| 1.2.3. Montaj Yeri Hazırlama .....                                            | 21 |
| 1.2.4. Modüler Hücreyi Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar ..... | 21 |
| 1.2.5. Yerine Montajı Yöntemi .....                                           | 22 |
| 1.3. Çıkış Hücresinin Diğer Hücre İle Montajını Yapma .....                   | 24 |
| 1.3.1. Montaj İşlem Sırası .....                                              | 24 |
| 1.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar .....                                | 26 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....                                                      | 27 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                                  | 29 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....                                                      | 31 |
| 2. OG MODÜLER ÇIKIŞ HÜCRELERİ BAĞLANTILARI.....                               | 31 |
| 2.1. Kablolarda İzin Verilen En Küçük Bükülme Yarıçapları.....                | 31 |
| 2.2. Kablo Kanalının Özelliği .....                                           | 32 |
| 2.3. Çıkış Kablosu Bağlantıları.....                                          | 33 |
| 2.3.1. Çıkış Kablosu Özelliği .....                                           | 33 |
| 2.3.2. Kablo Başlığı Hazırlama .....                                          | 34 |
| 2.3.3. Çıkış Kablosu Bağlama İşlem Sırası.....                                | 35 |
| 2.3.4. Giriş Kablosu Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar .....             | 36 |
| 2.4. Giriş Bara Bağlantısı.....                                               | 37 |
| 2.4.1. İşlem Sırası.....                                                      | 37 |
| 2.5. Çıkış Hücresi Topraklama Bağlantısı .....                                | 37 |
| 2.5.1. İşlem Sırası.....                                                      | 39 |
| 2.5.2. Dikkat Edilecek Hususlar.....                                          | 40 |
| 2.6. Çıkış Hücresini Devreye Almak .....                                      | 40 |
| 2.6.1. İşlem Sırası.....                                                      | 40 |
| 2.6.2. Dikkat Edilecek Hususlar.....                                          | 41 |
| 2.7. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....                                 | 41 |
| 2.8. Tedaş Teknik Şartnamesi.....                                             | 44 |
| 2.9. Topraklamalar Yönetmeliği.....                                           | 50 |
| UYGULAMA FAALİYETİ .....                                                      | 53 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....                                                  | 55 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME .....                                                     | 56 |
| CEVAP ANAHTARLARI .....                                                       | 57 |
| KAYNAKÇA .....                                                                | 58 |

# AÇIKLAMALAR

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KOD                                     | 522EE0138                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ALAN                                    | Elektrik Elektronik Teknolojisi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| DAL/MESLEK                              | Yüksek Gerilim Sistemleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| MODÜLÜN ADI                             | OG Modüler Çıkış Hücreleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| MODÜLÜN TANIMI                          | Kuvvetli Akım Yönetmeliği, şartnameler, orta gerilim modüler çıkış hücreleri yapısı ve bu hücrelerin bağlantıları ile ilgili, bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| SÜRE                                    | 40 / 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ÖN KOŞUL                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| YETERLİK                                | OG modüler çıkış hücre montajını yapmak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| MODÜLÜN AMACI                           | <b>Genel Amaç</b><br>Gerekli ortam sağlandığında, standartlar ve Kuvvetli Akım, Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak orta gerilim modüler çıkış hücrelerini seçebilecek ve yerine montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.<br><b>Amaçlar</b><br>1. Orta gerilim modüler çıkış (trafo koruma)hücrelerini seçebilecek ve yerine montajını hatasız olarak yapabileceksiniz.<br>2. Orta gerilim modüler çıkış(trafo koruma) hücrelerinin giriş, çıkış bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | <b>Ortam:</b> Elektrik atölyesi, elektrik makineleri laboratuvarı, işletme ortamı<br><b>Donanım:</b> Projeksiyon, bilgisayar, eğitim seti, orta gerilim modüler çıkış hücreleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME                  | Modül içinde her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.<br>Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.                                                                                                                                                                                                    |

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Günümüz teknolojisi hızla gelişiyor değişiyor. Biz teknik elemanlar olarak piyasada tutunmak iş yapmak istiyorsak teknolojiyi mutlaka takip etmeliyiz. Şu ana kadar:

Modüler hücrelerin ne olduğunu,

Ne işe yaradığını,

Hangi malzemelerden oluştuğunu,

Eskilerine göre hangi üstün özelliklerinin olduğunu önceki modülümüzde öğrenmiştik.

Şimdi de bunlardan biri olan çıkış hücrelerini tanımaya çalışacağız. Bu modülde çıkış hücrelerini ayrıntılı bir şekilde göreceğiz.

Orta gerilimin (OG) hiç de karmaşık ve zor bir konu olmadığını anlamaya çalışacağız. Dışarıdan bakıldığında alışmadığımız bir sürü sembol, değişik şekiller, değişik terimler, isimler hep ürkütücü gelmiştir. Ama hiç de zor ve karmaşık olmadığını göreceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette standartlara, Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne, şartnamelere uygun ve hatasız olarak OG çıkış hücrelerinin yapısal özelliklerini tanıyacak ve OG modüler çıkış hücrelerin yerine montajını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Orta gerilim modüler çıkış hücre çeşitlerini araştırınız.
- Orta gerilim modüler hücre montajı yapan firmalara giderek elemanları çıkış hücresi montajı yaparken izleyiniz ve mümkünse bunları görüntüleyiniz. Çalışmalarınızı sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. OG MODÜLER ÇIKIŞ HÜCRELERİ

### 1.1. Modüler Çıkış (Trafo Koruma) Hücreleri

#### 1.1.1. Görevi ve Kullanım Yerleri

Trafodan çıkan sekonder gerilimini kontrol altına almak ve kumanda etmek için kullanılır. Modüler hücreler, şehir şebekeleri OG/AG dağıtım merkezlerinin OG bölümünde ve OG tüketici veya dağıtım merkezlerinde 36kV'a kadar kullanılır. Modüler hücreler tesis ve işletme özelliklerinin yanı sıra can güvenliği ile ilgili standartlara da uygundur. Modüler hücrelerin kullanıldığı yerleri sıralarsak;

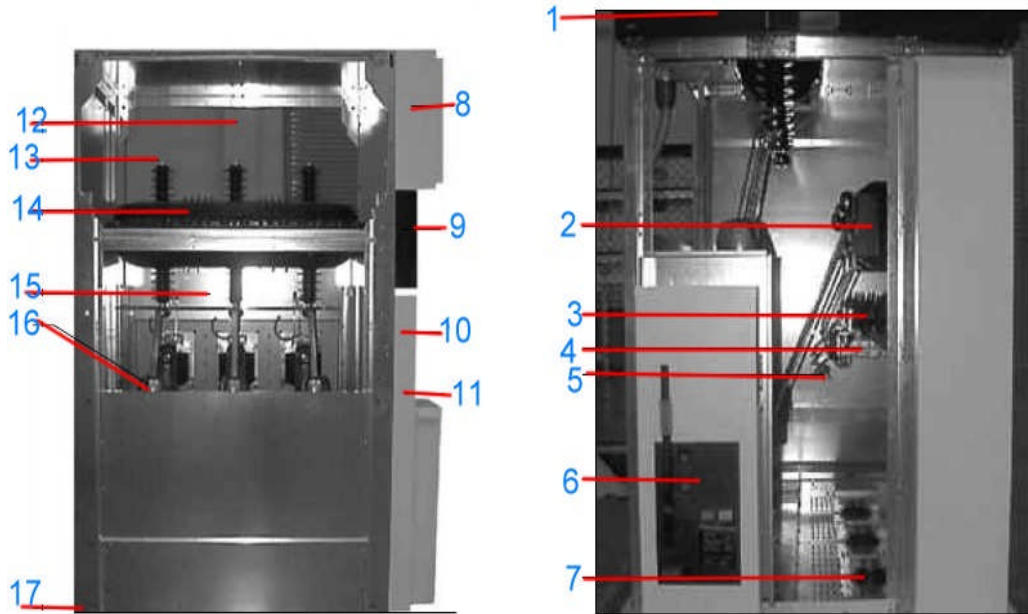
- Enerji üretim tesisleri,
- Trafo merkezleri,
- Rüzgâr santralleri,
- Oteller, alışveriş merkezleri, iş merkezleri,
- Enerji kesilmesine tahammülü olmayan hastaneler, hava alanları vb. yerler için tasarlanmıştır.

#### 1.1.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Şemaları

Çıkış hücrelerinin çeşitleri aşağıda tablo hâlinde sıralanmıştır. Biz bu modülümüzde çıkış hücrelerinden iki tanesini anlatmaya çalışacağız. Zaten diğerleri de yapı, görev ve kullanılan malzemeler bakımından birbirlerine benzemektedir. Gerek sekonder dağıtım şebekelerinde gerekse endüstriyel tesislerde sık kullanılan çıkış hücre tipleri aşağıda verilmiştir.

|                                                |
|------------------------------------------------|
| Yük Ayırıcılı Giriş / Çıkış Hücresi            |
| Kesicili Giriş / Çıkış Hücresi                 |
| Ayırıcılı Giriş / Çıkış Hücresi                |
| Kesicili Bara Bölme Hücresi ( Yandan Çıkışlı ) |
| Gerilim Trafolu Kesicili Çıkış Hücresi         |

**Tablo 1.1: Metal mahfazalı modüler çıkış hücre çeşitleri**

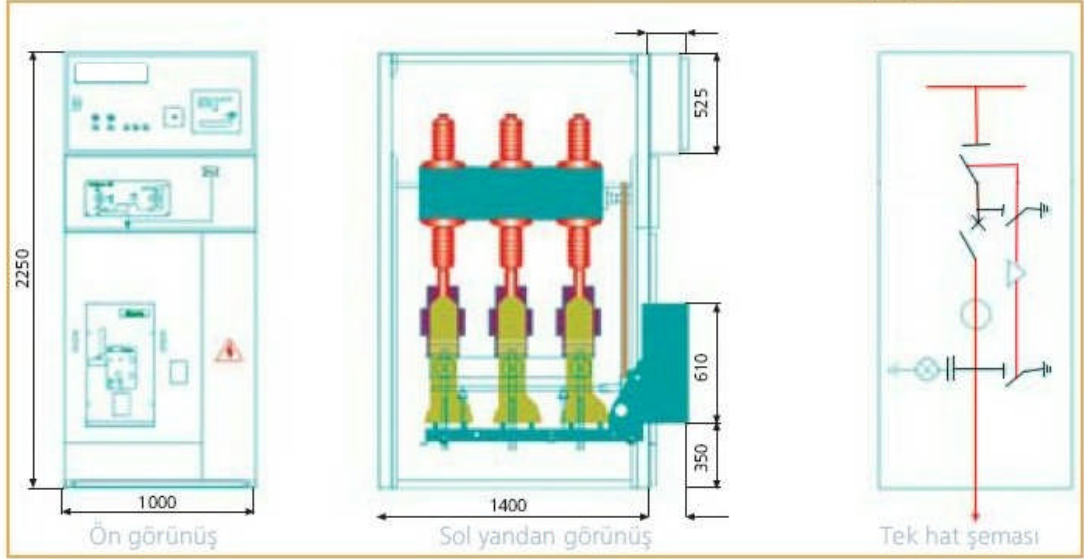


**Şekil 1.1: Metal mahfazalı modüler çıkış hücre parçaları**

| P. nu. | Parça Adı                   | P. nu. | Parça Adı                   | P. nu. | Parça Adı                     |
|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-------------------------------|
| 1      | Gerilim Göstergesi          | 7      | OG Kablo Bağlantı Kelepçesi | 13     | Bara Bağlantı Terminalleri    |
| 2      | Akım Transformatörleri      | 8      | Alçak Gerilim Bölmesi       | 14     | Anahtarlama Anahtarı Bölmesi  |
| 3      | Kapasitif Gerilim Bölücü    | 9      | İşletme Mekanizması Bölmesi | 15     | Kablo Bağlantı Bölmesi        |
| 4      | Topraklama Ayırıcısı        | 10     | Gözetleme Penceresi         | 16     | OG Kesicisi                   |
| 5      | OG Kablo Bağlantı terminali | 11     | Ön Panel                    | 17     | Topraklama Bağlantı Terminali |
| 6      | Kesici İşletme Mekanizması  | 12     | Bara Bölmesi                |        |                               |

**Tablo 1.2: Metal mahfazalı modüler çıkış hücre paça isimleri**

### 1.1.2.1. Kesicili Çıkış Hücreleri (Trafo Koruma)



Şekil 1.2: Kesicili giriş hücresinin görünüş ve tek hat şeması

Havadan tümüyle izole edilmiş, paslanmaz tank içinde bulunan, 630A anma akımı olan fider baraları ve yük ayırıcısı-topraklayıcı ile bunlara bağlantıları sağlayan geçmeli tip kablo başlıklarının bağlandığı buşinglerden oluşmaktadır. Koruma istenmeyen ring fiderleri için kullanılır. İsteğe bağlı olarak kablo arıza göstergesi ve akım trafoları, motorlu mekanizma ilave edilebilir. Diğer hücrelere bağlantı 1250A'lık izole ve ekranlı baralar ile sağlanır.

OG sekonder dağıtım sistemlerinde ve OG/AG trafo merkezlerinde dâhili mekânlarda kullanılmak üzere tasarlanmış metal mahfazalı, hava yalıtımlı (baralar) modüler yapıda hücrelerdir.

| SEMBOLLER                                                                           |                       |                                                                                     |                                             |                                                                                     |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|  | SF6 Gazlı Ayırıcı     |  | Gerilim Trafosu                             |  | Parafudr             |
|  | SF6 Gazlı Yük Ayırıcı |  | Sigorta                                     |  | Topraklama Ayırıcısı |
|  | SF6 Gazlı Kesici      |  | Kapasitif Gerilim Bölücü<br>ve Göstergeleri |  | Geçit İzolatörü      |
|  | Akım Trafosu          |  | Mekanik Kilit Tertibatı                     |  | Döner ayırıcı        |
|                                                                                     |                       |                                                                                     |                                             |  | Anahtarlı Kitleme    |

Tablo 1.3: OG Tek hat şemalarında kullanılan semboller

### ➤ **Bara düzeneği**

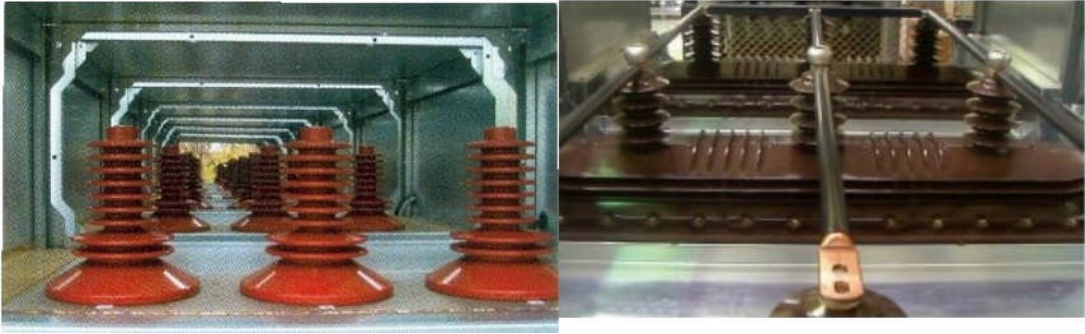
Bütün baralar yatay olarak aynı seviyededir ve ek pano yerleştirilmesine olanak verir. Baralar elektrolitik bakırdan hazırlanmış olup hücrenin üst kısmında hücre anma değerlerine uygun kesitte ve ayırıcı veya yük ayırıcısına üstten bağlantı yapılacak şekilde yapılmaktadır. Baraların üzeri sac kapaklar ile kapatılmıştır. Bara bölümüne erişim hücre üst kapağından sağlanmaktadır. Hücreler tesis edildiklerinde tek bir bara bölümü oluşmakta ve en sağ ve en soldaki hücrelerin bara bölümü yan sacları ile kapatılmaktadır.

Bu bölüm yan yana eklenmiş tüm hücreler boyunca devam eder ve modüller arası geçişi sağlar.

Modüller arası bağlantıyı sağlayan ana baralar, polimer izolasyonlu, temas yüzeyleri karbon kaplanarak topraklanmıştır. Modüller içindeki tüm elektriksel bağlantılar ise özel şekillendirilmiş bakır baralar ile yapılmaktadır.

Nominal ana bara akımı isteğe göre 630A veya 1250A olabilir, izole edilmiş baralar da kullanılan ısı büzüşmeli makara atlamaya, kazayla temasa ve dış ortam etkilerine karşı koruma sağlar.

Modüler hücreler yan yana tesis edildiklerinde hücreler arası bara bağlantısı uygun kesitlerde 3 adet bara ile yapılmaktadır.



**Resim 1.1: Baralar**

### ➤ **OG SF6 gazlı ayırıcı**

Açıldıktan sonra akım yolunda bir ayırma aralığı oluşturan ve yaklaşık akımsız açma kapama yapabilen ve iki kontağı arasında büyük bir gerilim oluşturmeyen akımların şalterlenmesinde kullanılan cihazlara ayırıcı denir.

Proje ihtiyaçlarına göre ayırıcılar hava yalıtımlı veya SF6 gaz yalıtımlı olabilir. Yük altında açma ve kapama yapmak için uygun değildir. Devrede akım kesildikten sonra ayırmak amacı ile kullanılmaktadır. Gazlı ayırıcılar mühürlü basınç sistemi ile kapatılan çelik tank içerisinde ve normal işletme ömrü boyunca (20 yıl) bakım gerektirmez.

Devrenin emniyetli yalıtımını temin etmek için konulmuştur. Genellikle toprak bıçağı ile beraberdir.

Ayırma ortamı SF6 gazı olmasından dolayı çalışma emniyeti açısından, yanlış manevra ya da bir cihaz arızası sonucu oluşabilecek ark tehlikesine karşı bir avantajdır. SF6 gazlı yük ayırıcısı ile aynı ölçülerdeki paslanmaz metalden imal edilmiş olan bir kazan içerisinde çalışan ayırıcı, doğrusal çalışan kontaklar vasıtası ile ayırma işlevini gerçekleştirir. Bu ayırıcının bir diğer özelliği de içindeki toprak ayırıcısının da kısa devre üzerine kapatma yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca kontakların tam yerine oturmasını garanti etmek bakımından bir yardımcı "yay-baskı sistemi" işletme güvenliğini artıran bir faktör olmaktadır.



**Resim 1.2: SF6 ayırıcılı görünüşü**

Ayırıcılar üç kutuplu ve iki konumludur. Ayırıcı mekanizmasında bulunan yay-baskı özelliği ile kontakların hareketini tamamlaması güvence altına alınmaktadır.

Ayırıcının kesme ya da kapama gücü olmadığı için açma ve kapama işlemleri devre yük altında olmadığı durumlarda yapılır.

#### ➤ **Toprak ayırıcısı**

Topraklama ayırıcısı; enerjisiz bırakılan tesis bölümlerinin topraklanmasında ve kısa devre yapılmasında kullanılır. Topraklama ayırıcısı kısa devre akımlarına bir saniye dayanarak kabloların deşarj akımını üzerinden taşıyabilmelidir. Topraklama ayırıcısı kimi durumlarda “kapama” özelliğine de sahiptir.

Hava yalıtımlı topraklama ayırıcıları kısa devre akımlarına güvenle kapama yeteneğine sahiptir. Bu özelliği ile operatörün yanlışlıkla yapacağı manevra sırasında güvenliği garanti edilmektedir. Topraklama ayırıcıları hücre yan duvarlarına galvanizli sac şase üzerine monte edilmiştir. Topraklama ayırıcılarında, kontaklarda, gümüş kaplamalı elektrolitik bakır kullanılmaktadır.

Topraklama işlemini gözle görebilmek mümkündür. Toprak ayırıcısı 7 kez kısa devre akımı ( $40 \text{ kA}_{\text{tepe}}$ ) üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Hızlı kapama yapabilen toprak ayırıcısı bağımsız el kumandası ile çalışır.



**Resim 1.3: Çeşitli toprak ayırıcıları**

➤ **OG SF6 gazlı kesici**

Kesiciler, orta gerilim ve yüksek gerilim şebekelerinde yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Bu cihazlar devreyi, boşa, yükte ve özellikle kısa devre hâlinde açıp kapayabildikleri gibi otomatik kumanda yardımı ile açılıp kapanmasına da olanak sağlar. Böylece insanları tehlikeden korumakta, alçak ve yüksek gerilim cihazlarında meydana gelebilecek hasarı önleyip en aza indirmektedir. Kesiciler hem ark söndürme özelliğine hem de çok hızlı hareket etme özelliklerine sahiptir.

**NOT:** Enerjiyi keserken **önce** kesici, **sonra** ayırıcı açılmalıdır!

Kesici birbirinden bağımsız ve SF6 gazı ile doldurulmuş üç kutuptan oluşmaktadır. Mühürlü basınç yöntemi kullanılarak üretilmiştir. SF6 gazlı kesici de arıza veya yük akımının kesilmesi, açma esnasında sıkıştırılan gazın ark üzerine püskürtülmesi ile gerçekleşir. Kesme esnasında oluşan ark ürünleri ise özel bir malzeme kullanılarak zararsız hâle getirilir ve böylece SF6 gazı pratik olarak kesicinin ömrü boyunca temiz kalır. Hücre içinde mevcut SF6 gazlı kesici, kurulduktan sonra uzaktan kapatılıp açılabilir. Eğer kesici aynı zamanda motor kumandalı ise kurma işlemi uzaktan da yapılabilecektir. Yakından ise kesici açma kapama butonları yardımı ile çalıştırılabilir.



**Resim 1.4: SF6 gazlı kesici**

Kesicinin hücre içinden çıkartılması: Hücre içerisindeki kesici, tekerlekli bir sehpa üzerindedir ve önden iki kapağın yukarı kaldırılarak sökülmesi ile kesicinin önü tamamen açılır, bara bağlantıları söküldükten sonra, kilit butonunun da çözülmesi ile kesici serbest kalır. OG kablolarının bağlanması, akım transformatörlerinin değiştirilmesi ya da başka bir gerekçe ile hücrenin içerisine girilmesi gerektiğinde SF6 gazlı kesici kolaylıkla hücre dışına alınabilir. Bu olayı animasyonları seyreterek daha iyi anlayabilirsiniz.

Kesici işletme mekanizması: Hareketli kontakları açıp kapatan, tırnak, yay ve mil gibi parçalardan oluşan sistemdir. Mekanik olarak veya elektrik motorlu yapılır. Motorlu işletme mekanizmalarında motor gerilimi 110 V.DC veya 220/380 V. AC'dir.



**Şekil 1.3: Kesici işletme mekanizması**

Normal işletme ömrü boyunca gaz takviyesi gerektirmez. Kesicinin tüm aktif kısımları yalıtkan muhafaza içindedir ve tam işletme güvenliği sağlamaktadır. Hücrenin ön kapağını kullanarak kesicide bakım yapmak mümkündür. Ayırıcı ve devre kesicisi arasında da anahtarlı mekanik kilit sistemi vardır. Kesici kapalı iken ayırıcı açılmaz; ayırıcı açık iken kesici kapatılamaz.

#### ➤ **Kapasitif gerilim göstergesi**

Modüler hücre önünde bulunan kapasitif gerilim gösterge paneli ile hücrede kablo bağlantı noktasında enerji olup olmadığını gösteren kapasitif gerilim göstergesi ışıklı paneli hücre ön yüzündedir. Fazların tanımı etiketlerle yapılır. Gerilim göstergeleri geçici montaja uygun şekilde hazırlanmış olup takıp çıkartılabilir. Bu, her fonksiyonel birimin ön yüzüne yerleştirilir. Her kablunun gerilim durumu ayrı ayrı gösterilebilir.



**Resim 1.5: Kapasitif gerilim göstergesi**

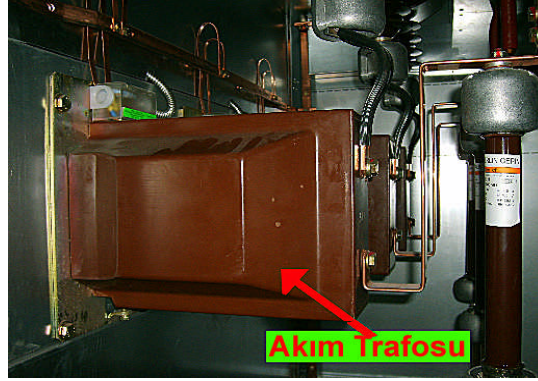
➤ **Ayırıcı –toprak kilidi**

Ayırıcı ve toprak ayırıcısı arasında mekanik kilit bulunmaktadır. Ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısı kapatılamaz, ayrıca toprak ayırıcısı kapalı iken ayırıcı kapanamaz. Ayırıcı ve toprak ayırıcısı konum bilgileri için 4NA+4NK yardımcı kontak vardır.

➤ **OG koruma akım trafosu**

Primer sargıları üzerinden sisteme girerek sekonderlerine bağlanacak ölçü, kayıt, koruma ve kontrol elemanlarının ilgili fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli sistemden geçen akımı güvenilir sınırlar içinde sağlayan küçük güçlü trafolardır.

Akım trafolarının kısa devre dayanım akımı ve anma gerilimi kullanılacak şebekenin gerilim ve kısa devre özelliklerine uygun olarak seçilmektedir. Gövde epoxy reçinelidir.



**Resim 1.6: OG akım trafosu**

Ölçü ve koruma akım trafoları olmak üzere ikiye ayrılır:

**Ölçü akım trafoları:** Ölçü aletleri ve benzeri cihazlara sistem akımını belirli bir oranda dönüştürerek uygulayan elemanlardır.

**Koruma akım trafoları:** Aynı prensip ile koruma sistemlerinde kullanılan elemanlardır.

➤ **AG kesiciler (1 ve 2 kutuplu)**

AG kesici, normal işletme şartlarında devreyi kapamaya, kesmeye ve bu devrenin akımını taşımaya, kısa devre ve aşırı akım gibi anormal şartlarda ise devreyi otomatik olarak kesmeye yarayan mekanik açma kapama cihazıdır. Bir AG kesicinin devreyi açma kapama işleminden sonra en önemli fonksiyonu, anormal şartlarda devreyi korumasıdır.

Devreden çekilen akım, kesicinin anma akım değerini aştığı durumlarda kesiciyi açtırır. Akımın değeri arttıkça açma süresi küçülür.

Bir devre kesicinin en önemli parçası kontaklarıdır. Daha çok gümüş, grafit, nikel ve wolfram alaşımlı kontaklar kullanılır.

Devre kesicilerde dikkat edilmesi gereken en önemli özelliklerden biri de şüphesiz devre kesicinin kısa devre kesme kapasitesidir. Kısa devre kesme kapasitesi büyük olan devre kesicinin elektriksel ömrü de uzundur. Yani 16 kA'lık bir devre kesicinin elektriksel ömrü ile 35 kA'lık devre kesicinin elektriksel ömrü aynı değildir.

Bunun yanı sıra toroidal trafo, kaçak akım rölesi ve açtırma bobini kombinasyonu yaparak kaçak akım koruma olarak kullanmak da mümkündür. AG kesiciyi açtırma bobini veya düşük gerilim bobini takarak ve çeşitli röle kombinasyonları kullanarak farklı işlevlerde de kullanabiliriz.



**Resim 1.7: AG kesiciler**

#### ➤ **Aşırı akım koruma rölesi**

Aşırı akım koruma röleleri, sistemleri kısa devre ve toprak kaçağına karşı korumak için tasarlanmış, bir akım ayarı ve iki gecikme ayarı (başlama ve bekleme) olan rölelerdir. Başlama (start) gecikmesi nedeniyle oluşabilecek hatalı açmaları önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Röleler, koruduğu sistemin akımını ölçer ve bu ölçülen akım değeri ayarlanan akımın altında veya üzerindeyse koruduğu sistemi devreden çıkarmak için kullanılır.

Akım değeri normal sınırlar içinde ise çıkış rölesi çekili (ON) konumundadır. Bu sınırların dışına çıktığında ayarlanabilir bir bekleme gecikmesi süresi sonunda röle kapanır (OF) ve bağlı olduğu sistemi devreden çıkarır.



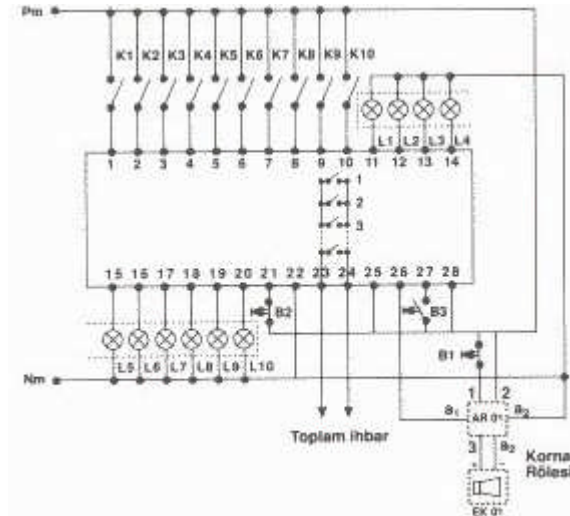
**Resim 1.8: Aşırı akım koruma rölesi**

➤ **İhbar rölə kombinasyonu**

Sistemde oluşan arızaları ihbar düzenine ileterek akustik ve optik olarak ihbar (haber) alınmasını sağlayan rölelerdir.

Güç ve dağıtım trafolarının sekonder koruma panolarında kullanılan röle küçüktür fakat yapmış olduğu işler bakımında önemi büyüktür. Trafonun kontrol ve arıza sisteminin tümünü karşılayacak ve bilgi verecek kapasitede bir röledir.

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| Standart gerilim | : 24 V DC.                 |
| Kontak akımı     | : 16 A.                    |
| Işıklı ikaz      | : Ön panelde               |
| Sesli ikaz       | : Korna için 24 V DC çıkış |



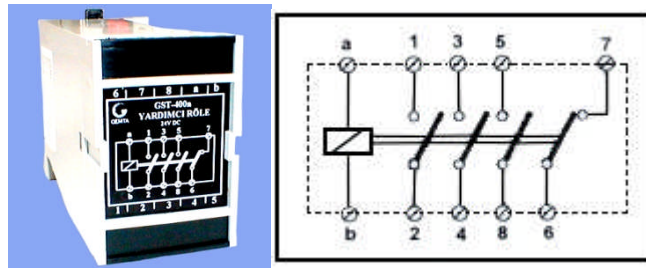
**Şekil 1.4: İhbar röle kombinasyonu devre şeması**



Resim 1.9: İhbar röle kombinasyonu ön panel görünüşü

➤ **Yardımcı röle, kontaklar(24 V DA)**

Yardımcı röle ve kontaklar, hücre içindeki malzemelerinin çalışması ve arıza durumları hakkında bilgi almak için kullanılacak malzemeleri bağlamak için kullanılacak yedek kontaklardır. Yardımcı kontaklar 2NA+2NK (normalde açık (NA), Normalde kapalı(NK))



Şekil 1.5: Yardımcı röle görünüş ve kontak yapısı

4 kontaklı bir röle olup 3 adet normalde açık 1 adet normalde kapalı kontağı vardır. Şekilde rölenin iç yapısı ve klemens numaraları görülmektedir.

➤ **Termostat kontrollü ısıtıcı**

Metal mahfazalı hücreler metalden yapıldığı için korozyona karşı hem iç kısmı hem de dış kısmı korunmalıdır. Gece ve gündüzdeki ısı değişimleri hücrede değişimlere yol açar. Isı değişiminden dolayı hücre içinin ve malzemelerinin zarar görmemesi için yani hücre içi ısıyı sabit tutmak için ısıtıcı konulmuştur. Isıtıcı 220 V AC ve 150W gücündedir. Isıtıcının kontrolü termostat ile yapılır.



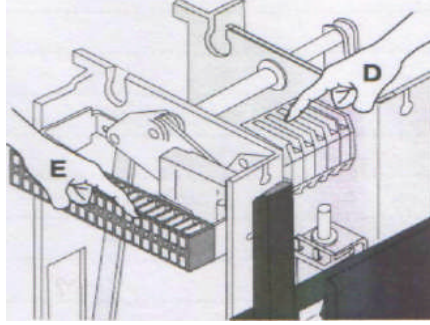
**Resim 1.10: Isıtıcı ve termostatu**

➤ **İç aydınlatma**

Modüler hücrelerde standart donanım olarak AC ve DC hücre içi aydınlatma tesisatı bulunmaktadır. Kullanılan yerdeki yardımcı sistem gerilimine uygun olarak hazırlanan DC aydınlatma buton ile kullanılmaktadır. Şu an kullanılan sistemde şarjlı lambalar kullanılmaktadır. Bazı ünitelerde aydınlatmalar için akü kullanılmaktadır.

➤ **AG terminaller**

Günümüzde kesiciler, imalatçı firma tarafından, işletme mekanizması elektrik bağlantıları yapılmış olarak gönderilmektedir. Metal mahfazalı modüler hücrelerde (MMM) bütün bağlantılar bir soket içinde toplanıp diğer elemanlarla irtibatı soket bağlantı ile sağlanmaktadır. Kullanıcı, sadece bara ve toprak bağlantılarını ve hücre içi besleme bağlantılarını yapar.

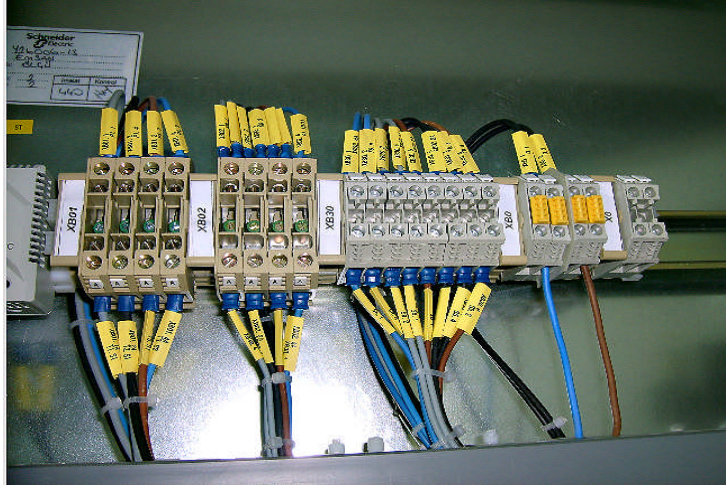


**D : Döner yardımcı kontak**

**E : AG terminal bloku**

**Şekil 1.6: MMM hücredeki kesicinin AG bağlantı terminali**

Çıkış hücresinin üst ön kısmında yer alan alçak gerilim bölmesindeki kumanda ve kontrol elemanlarının bağlantılarının yapıldığı kısımdır.



**Resim 1.11: AG bağlantı terminalleri**

➤ **Lamba test modülü (24 V DA)**

Hücre içinde gerilimin varlığı ya da yokluğunun gözlenmesi, her faza takılan kapasitif gerilim bölücü izolator ve buna bağlı olarak gerilimin varlığında yanan neon lambalar vasıtası ile sağlanır. Art arda bağlanan hücrelerin faz sırası kontrolleri, bir ölçü aleti ya da bir lamba test devresi ile yapılır.

➤ **Butonlar (push ve normal)**

Modüler çıkış hücrelerinde kullanılan butonlar ışıklı tiptir. AG bölümünün üst ön kısmında bulunur. Kesicinin açma ve kapaması, 220 V AC ve 24 V DC aydınlatma gibi fonksiyonların yerine getirilmesinde anahtarlama görevi yapar. Butonların yanında uzaktan kumanda soketi bulunur.

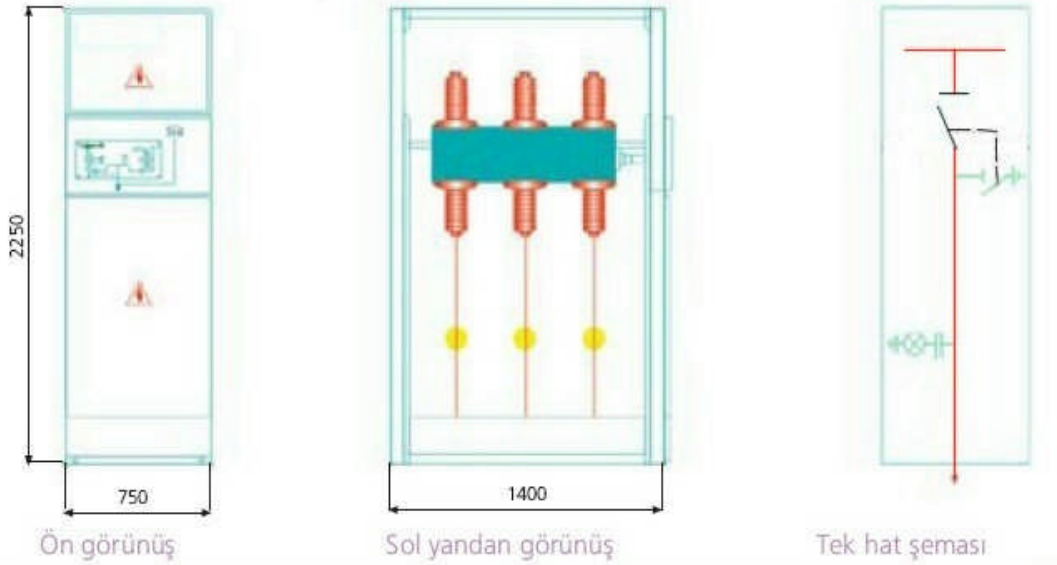


**Resim 1.12: Butonlar**

➤ **Sinyal lambaları (24V DA)**

Arıza sinyalleri, sinyal lamba kutusunda gelir. Sinyal lamba kutusu, transformatör koruma hücresi olarak kullanılacak hücrenin alçak gerilim bölümünde yer alır. Arıza sinyallerine ait ışıklı göstergeler, yardımcı rölelere ait kontaklarla kumanda edilir ve arıza giderildikten sonra panel üzerinde yanan lambalar sinyal silme butonları ile silinir.

**1.1.2.2. Kesicili Bara Bölme Hücresi (Yandan Çıkışlı )**



**Şekil 1.7: Kesicili bara bölme hücresinin görünüş ve tek hat şeması**

➤ **SF6 gazlı ayırıcı**

Açıldıktan sonra akım yolunda bir ayırma aralığı oluşturan ve yaklaşık akımsız açma kapama yapabilen ve iki kontağı arasında büyük bir gerilim oluşturmeyen akımların şalterlenmesinde kullanılan cihazlara ayırıcı denir.

Proje ihtiyaçlarına göre ayırıcılar hava yalıtımlı veya SF6 gaz yalıtımlı olabilmektedir. Yük altında açma ve kapama yapmak için uygun değildir. Devrede akım kesildikten sonra

ayırmak amacı ile kullanılmaktadır. Gazlı ayırıcılar mühürlü basınç sistemi ile kapatılan çelik tank içindedir ve normal işletme ömrü boyunca (20 yıl) bakım gerektirmez.

Devrenin emniyetli yalıtımını temin etmek için konulmuştur. Genellikle toprak bıçağı ile beraberdir.

Ayırma ortamı SF6 gazı olmasından dolayı çalışma emniyeti açısından, yanlış manevra ya da bir cihaz arızası sonucu oluşabilecek ark tehlikesine karşı bir avantajdır. SF6 gazlı yük ayırıcısı ile aynı ölçülerdeki paslanmaz metalden imal edilmiş olan bir kazan içerisinde çalışan ayırıcı, doğrusal çalışan kontaklar vasıtası ile ayırma işlevini gerçekleştirir. Bu ayırıcının bir diğer özelliği de içindeki toprak ayırıcısının da kısa devre üzerine kapatma yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca kontakların tam yerine oturmasını garanti etmek bakımından bir yardımcı" yay-baskı sistemi" işletme güvenliğini artıran bir faktör olmaktadır.

Ayırıcıları üç kutuplu ve iki konumludur. Ayırıcı mekanizmasında bulunan yay-baskı özelliği ile kontakların hareketini tamamlaması güvence altına alınmaktadır.

Ayırıcının kesme ya da kapama gücü olmadığı için açma ve kapama işlemleri devre yük altında olmadığı durumlarda yapılır.

#### ➤ **Toprak ayırıcısı**

Topraklama ayırıcısı, enerjisiz bırakılan tesis bölümlerinin topraklanmasında ve kısa devre yapılmasında kullanılır. Topraklama ayırıcısı kısa devre akımlarına bir saniye dayanarak kabloların deşarj akımını üzerinden taşıyabilmelidir. Topraklama ayırıcısı kimi durumlarda “kapama” özelliğine de sahiptir.

Hava yalıtımlı topraklama ayırıcıları kısa devre akımlarına güvenle kapama yeteneğine sahiptir. Bu özelliği ile operatörün yanlışlıkla yapacağı manevra sırasında güvenliği garanti edilmektedir. Topraklama ayırıcıları hücre yan duvarlarına galvanizli sac şase üzerine monte edilmiştir. Topraklama ayırıcılarında kontaklarda gümüş kaplamalı elektrolitik bakır kullanılmaktadır.

Hava yalıtımlıdır ve yük ayırıcısından ayrı tesis edilmiştir. Topraklama işlemini gözle görebilmek mümkündür. Toprak ayırıcısı 7 kez kısa devre akımı (40 kAtepe) üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Hızlı kapama yapabilen toprak ayırıcısı bağımsız el kumandası ile çalışır.

#### ➤ **OG kesici**

Kesiciler kablo bağlantı bölümünde ve yandan mekanizmalı olarak monte edilmiştir. Elektriksel bağlantıları söktükten sonra kesici hücre dışına çıkartılıp değiştirilebilir. Uygun anma değerlerinde ve standardına uygun tip testleri tamamlanmış SF6 yalıtımlı OG devre kesicileri kullanılmaktadır. Kesicinin kutupları mühürlü basınç yöntemi ile üretilmiş olup 20 yıllık işletme ömürlerinde gaz takviyesi gerektirmez. Modüler hücrelerde OG kesicisi ile ayırıcı arasında anahtarlı kilitleme mevcuttur. Bu sayede hücrede hatalı manevra yapılması engellenmekte ve yüksek işletme güvenliği sağlanmaktadır.

➤ **Kapasitif gerilim göstergesi**

Modüler hücre önünde bulunan kapasitif gerilim gösterge paneli ile hücrede kablo bağlantı noktasında enerji olup olmadığını gösteren kapasitif gerilim göstergesi ışıklı paneli hücre ön yüzündedir. Fazların tanımı etiketler yardımı ile yapılır. Gerilim göstergeleri geçici montaja uygun şekilde hazırlanmış olup takıp çıkartılabilir. Bu, her fonksiyonel birimin ön yüzüne yerleştirilir. Her kablonun gerilim durumu ayrı ayrı gösterilebilir.

➤ **Ayırıcı-toprak kilidi**

Ayırıcı ve toprak ayırıcısı arasında mekanik kilit bulunmaktadır. Ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısı kapatılamaz, ayrıca toprak ayırıcısı kapalı iken ayırıcı kapanamaz. Ayırıcı ve devre kesicisi arasında da anahtarlı mekanik kilit sistemi vardır. Kesici kapalı iken ayırıcı açılmaz; ayırıcı açık iken kesici kapatılamaz. Ayırıcı ve toprak ayırıcısı konum bilgileri için 4NA+4NK yardımcı kontak vardır.

➤ **OG koruma akım trafosu**

Primer sargıları üzerinden sisteme girerek sekonderlerine bağlanacak ölçü, kayıt, koruma ve kontrol elemanlarının ilgili fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli sistemden geçen akımı güvenilir sınırlar içinde sağlayan küçük güçlü trafolardır.

Akım trafolarının kısa devre dayanım akımı ve anma gerilimi kullanılacak şebekenin gerilim ve kısa devre özelliklerine uygun olarak seçilmektedir. Gövde epoxy reçinelidir.

Ölçü ve koruma akım trafoları olmak üzere ikiye ayrılır:

**Ölçü akım trafoları:** Ölçü aletleri ve benzeri cihazlara sistem akımını belirli bir oranda dönüştürerek uygulayan elemanlardır.

**Koruma akım trafoları:** Aynı prensip ile koruma sistemlerinde kullanılan elemanlardır.

➤ **Aşırı akım koruma rölesi**

Aşırı akım koruma röleleri sistemleri kısa devre ve toprak kaçağına karşı korumak için tasarlanmış, bir akım ayarı ve iki gecikme ayarı (başlama ve bekleme) olan rölelerdir. Başlama (start) gecikmesi nedeniyle oluşabilecek hatalı açmaları önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Röleler koruduğu sistemin akımı ölçer ve bu ölçülen akım değeri ayarlanan akımın altında veya üzerindeyse koruduğu sistemi devreden çıkarmak için kullanılır.

Akım değeri normal sınırlar içinde ise çıkış rölesi çekili (ON) konumundadır. Bu sınırların dışına çıktığında ayarlanabilir bir bekleme gecikmesi süresi sonunda röle kapanır (OFF) ve bağlı olduğu sistemi devreden çıkarır.

➤ **Termostat kontrollü ısıtıcı**

Metal mahfazalı hücreler metalden yapıldığı için korozyona karşı hem iç kısmı hem de dış kısmı korunmalıdır. Gece ve gündüzdeki ısı değişimleri hücrede değişimlere yol açar. Isı

değişiminden dolayı hücre içinin ve malzemelerinin zarar görmemesi için yani hücre içi ısıyı sabit tutmak için ısıtıcı konulmuştur. Isıtıcı 220 V AC ve 150W gücündedir. Isıtıcının kontrolü termostat ile yapılır.

➤ **Yardımcı röle, kontaklar**

Yardımcı röle ve kontaklar hücre içindeki malzemelerinin çalışması ve arıza durumları hakkında bilgi almak, malzemeleri bağlamak için kullanılacak yedek kontaklardır. Ayırıcı ve toprak ayırıcısı konum bilgileri için 4NA+4NK yardımcı kontak vardır.

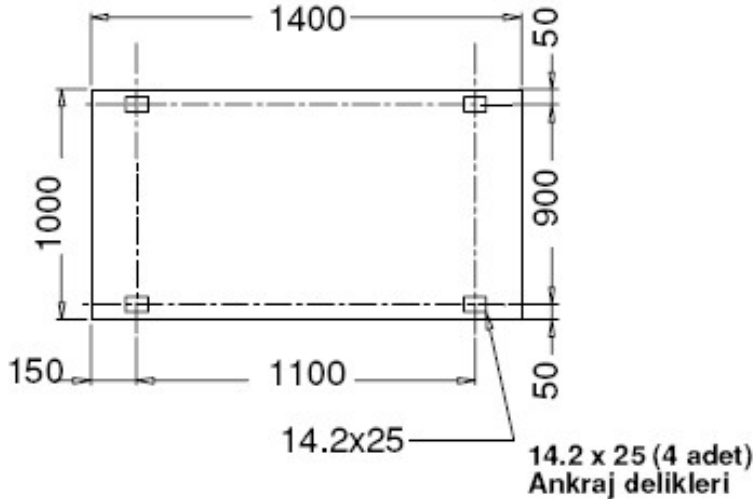
➤ **Açma kapama bobini**

Uzaktan kumanda için açma kapama bobinleri otomatik kumanda ile çalışan sistemlerde bulunur. Ayırıcıyı açarken veya kaparken bobinler enerjilenir. Bobinlerin yardımı ile açma veya kapama işlemi gerçekleşir. Bobinler çeşitli gerilimlerde üretilir. Bunlar 24, 48, 110 Vdc, 220Vac DC ve AC gerilim konumları mevcuttur. 80 W/75 VA güç değerlerindedir.

Mekanizma gövdesine mekanik tırnak ve buna kumanda eden mekanik kollardan ibarettir.

## 1.2. OG Modüler Çıkış Hücresinin Yerine Montajı

- **Doğrudan zemine montaj:** MMMH'ler bina içinde doğrudan beton zemin üzerine, 1000 mm genişlik ve hücre yerleşim planındaki kablo çapları ölçüleriyle bağlantılı olarak belirlenecek derinlikte bir kanal üzerine monte edilebilir. Bu durumda her hücre yere 4 adet M12 cıvata ile bağlanacaktır.



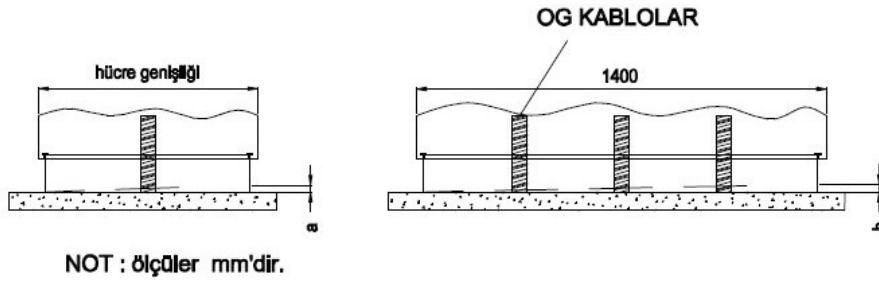
Şekil 1.8: Hücre yerleşim planı

- **Yükseltilmiş zemine montaj:** Bu durumda beton bina ya da köşk içinde çelik konstrüksiyon ya da beton kaide üzerine MMMH'ler monte edilebilir. Gerekli yükseklikler için hücre yerleşim planında verilen kanal derinlikleri göz önüne alınmalıdır.

### 1.2.1. Zemin Özelliği

Modüler hücrelerin tesis edildiği zemin düz olmalıdır. Zeminde bulunan bozukluklar modüler hücrelerin fonksiyonel çalışmalarını engelleyebilmekte ya da modüler hücreler ile birlikte verilen bara setlerinin yetersiz olmasına neden olabilmektedir.

| HÜCRE GENİŞLİĞİ | a ( max ) | b ( max ) |
|-----------------|-----------|-----------|
| 750 mm          | 3         | 6         |
| 1000 mm         | 4         | 6         |
| 1150 mm         | 5         | 6         |
| 1500 mm         | 7         | 6         |

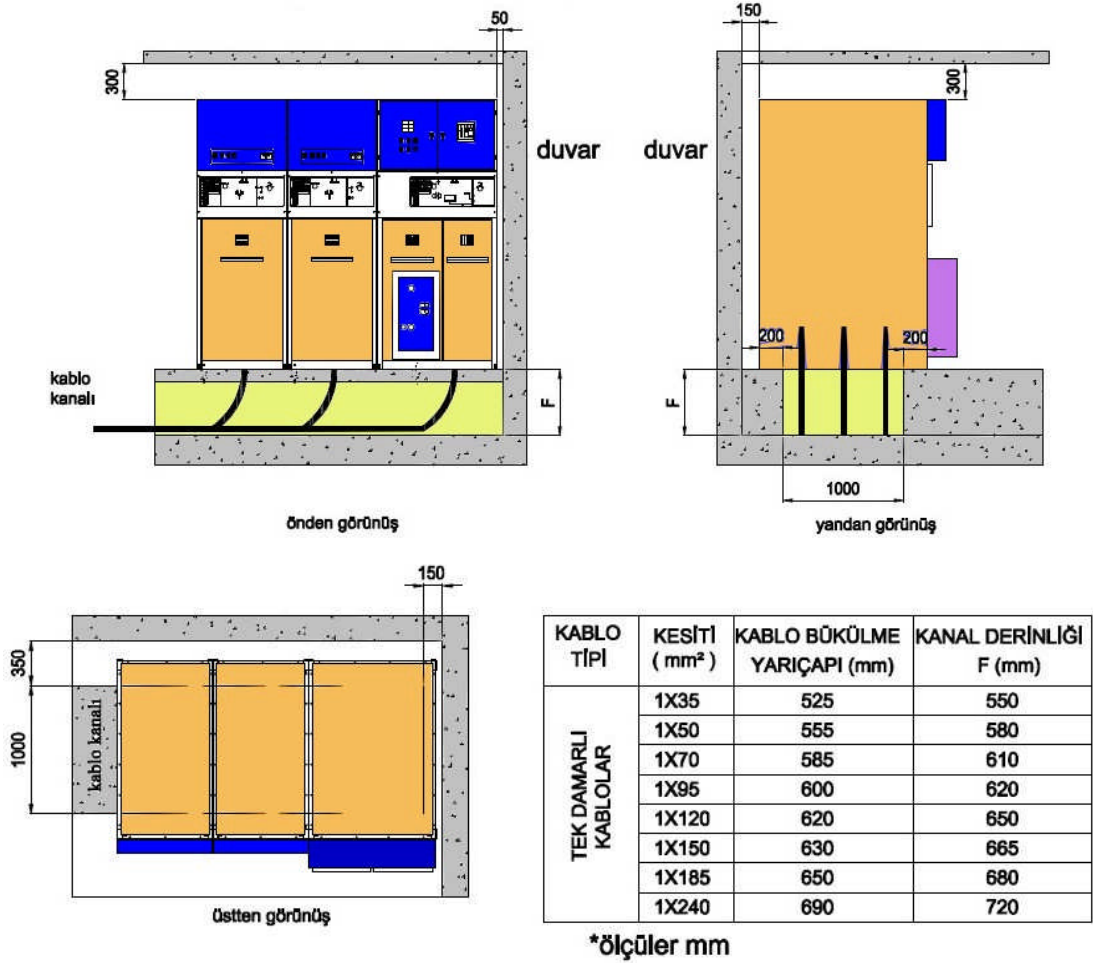


Şekil 1.9: Hücre yerleşim zemin toleransları

Hücrelerin fonksiyonel çalışmaları için gerekli zemin toleransları yukarıda verilmiştir. Bu toleransların aşılması durumunda hücrede meydana gelebilecek mekanik gerilmeler fonksiyonel ünitelerin doğru çalışmalarını engelleyebilir.

### 1.2.2. Yerleşim Mesafeleri

Modüler hücreler kullanım yerine göre aşağıda verilen mesafelerde tesis edilmelidir. Bu mesafelere uygun yerleşimler yapılmamasında modüler hücrelerde meydana gelebilecek iç ark arızasında operatör zarar görebilir.



Şekil 1.10: Modüler hücre yerleşim mesafeleri

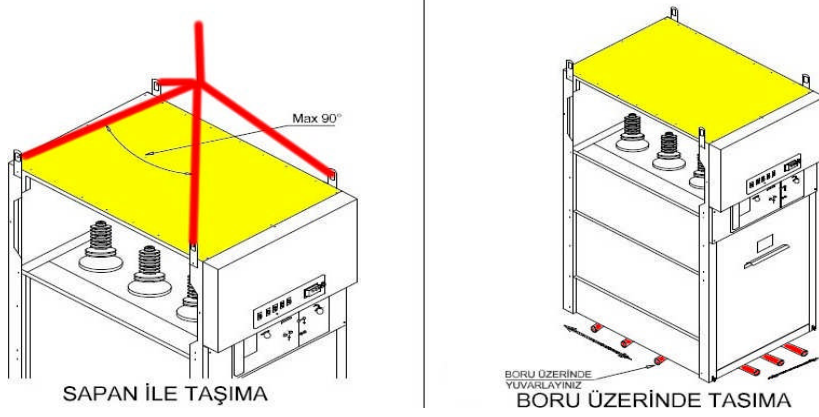
### 1.2.3. Montaj Yeri Hazırlama

Hücreler, yukarıdaki resme uygun olarak çevrelerindeki duvarlar ile aralarında boşluk bırakılmak suretiyle yerleştirilmelidir. Hücrelerin arkasındaki boşluk, patlama pencerelerinin basınç boşaltma boşlukları olup bu bölgeye giriş engellenmelidir OG kablolarının hücrelere girişi alttan olup bu amaçla hücrelerin altındaki zeminde kablo çaplarına uygun derinlikte kablo kanalları hazırlanmalıdır. Tüm hücreler, yerlerinde dikili olarak durabilecek tipte olarak titreşimlere karşı zemine sabitlenmelidir. Hücre beton zeminlere, zemin gönyesine getirildikten sonra çelik dübel ve cıvata kullanılarak sabitlenir.

### 1.2.4. Modüler Hücreyi Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar

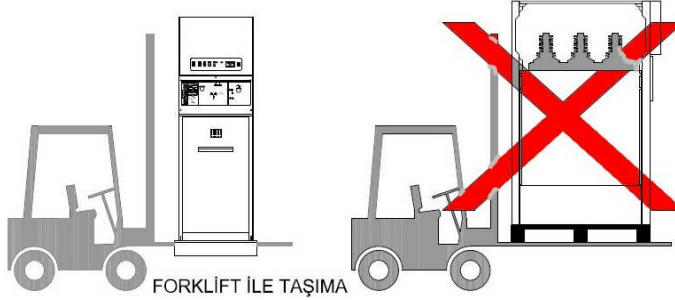
Modüler hücreyi montaj yerine taşıırken değişik yöntemler uygulanır. Bunlar sapan ile taşıma, boru üzerinde taşıma ve forklift ile taşımadır. Bu hücrelerin içinde hassas parça ve mekanizmalar bulunduğu ve bu parçalar fabrikadan kurulu bir vaziyette çıkartıldığı için taşımada çok dikkatli olunması gerekir. Çünkü montaj yerinde sadece dış kısım ve enerji

kablo montajları yapılmaktadır. Sapan ile taşımada kaldırma plakalarına takılan parçanın merkezlemesi ve sağlam olmasına dikkat edilmelidir. Boru üzerinde taşımada ise yavaş ve dikkatli hareket edilmelidir.



**Şekil 1.11: Hücre taşıma şekilleri**

Forklift üzerinde taşımada ise dikkat edilecek en önemli husus hücreyi palet üzerinde taşımaktır. Forklift dişleri palet deliklerine takılmalıdır.



**Şekil 1.12: Hücrenin forklift ile taşınması**

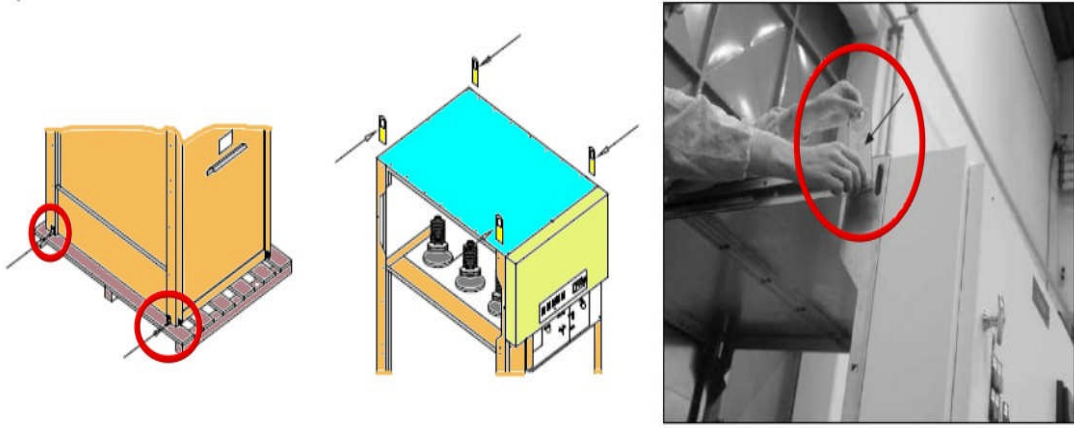
### 1.2.5. Yerine Montajı Yöntemi

Hücreler düzgün (teraziye alınmış) beton zemin üzerine veya önceden hazırlanmış ve betona sabitlenmiş demir konstrüksiyon üzerine monte edilebilir. Hücre tiplerine göre zemine bağlantı delik ölçüleri projede belli edilir. Zemin bağlantısında en az M8 cıvata kullanılmalıdır.

#### 1.2.5.1. Montaj İşlem Sırası

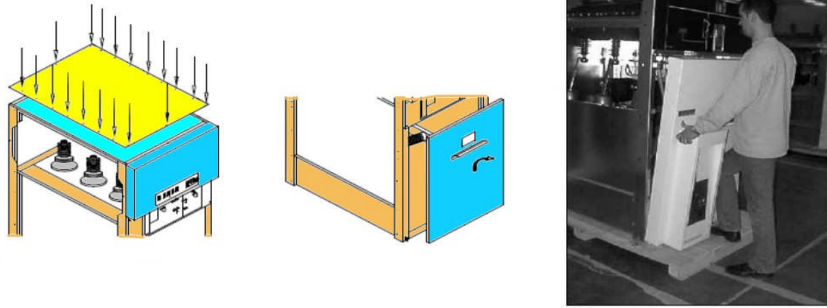
Modüler hücre, montaj yerine forkliftle taşındıktan sonra daha önceden hazırlanmış olan düzeltilmiş beton zemin ve kablo kanalı üzerine sabitlenmelidir. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- Hücreyi palete bağlayan cıvataları çıkarınız ve kaldırma plakalarını sökünüz.



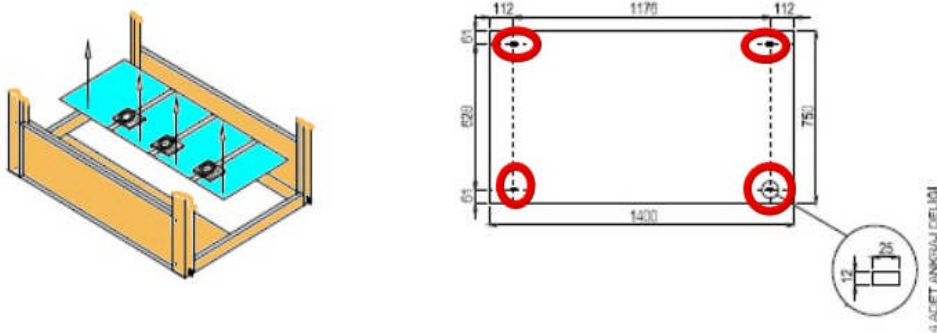
Şekil 1.13: Hücre palet civatalarının sökülmesi ve kaldırma plakaları

- Hücre tava sacını ve ön kapağını çıkarınız.



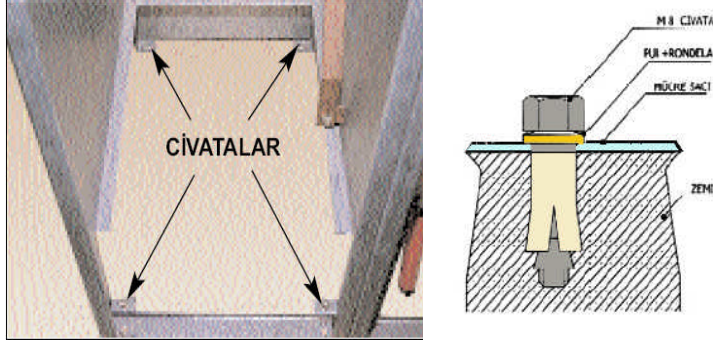
Şekil 1.14: Hücre tavan sacı ve kapağının çıkartılması

- Hücre taban sacları üzerindeki kablo bağlama kelepçelerini ve hücre taban saclarını sökünüz. Hücre sabitleme deliklerinden (ankraj delikleri) yere sabitleyiniz.



Şekil 1.15: Hücre taban sacının çıkartılması ve ankraj delikleri

- Modüler hücrenin zemine sabitlenmesinde kullanılan bağlantı elemanları hücreden ayrı olarak üretici firma tarafından gönderilmektedir.



Şekil 1.16: Hücrenin uygun bağlantı elemanları ile yere sabitlenmesi

#### 1.2.5.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Hücrelerin montajında kullanılacak bağlantı elemanlarının uygun kesit ve ölçülerde olduğuna dikkat edilmelidir.
- Cıvataların tork anahtarı ile sıkma momentlerine göre sıkılması sağlanmalıdır.
- Cıvata altlarına mutlaka uygun rondela takılmalıdır.

**NOT:** 36 kV MMMH’lerde kullanılan orta gerilim kabloları tek damarlı kablolar olmalıdır (Eğer üç damarlı kablolar kullanılacak ise bükülme yarıçaplarının büyük olması nedeni ile bükülme yarıçapları kablo dış çaplarının minimum 15 katı olmalıdır.). Bu tip kablolar kablo kanalları içinde iletkenlerine ayrılarak hücre içine ayrı iletkenler şeklinde girilmelidir.

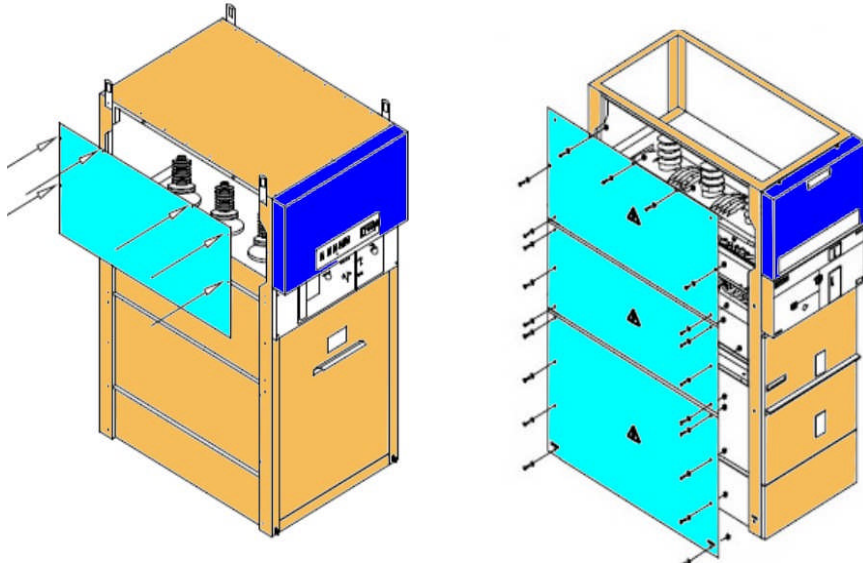
### 1.3. Çıkış Hücresinin Diğer Hücre İle Montajını Yapma

Modüler hücrelerde hücreler, birbirine monte edilirken baralar yardımı ile bağlanır. Üstten geçiş bara sistemi ile ürünler istenildiği gibi dizebilir, üst üste konabilir, istenirse baradan kablo ile çıkış alınabilir ya da gaz izoleli hücrenin yanına hava izoleli hücre konabilir.

Hücreler düzgün bir şekilde yan yana yerleştirildiğinde, bağlantı delikleri birbirine denk gelecektir. Bir tarafta takılı olan tırnaklı somunlar ve hücre ile birlikte verilen cıvatalar (M8) kullanılarak tek anahtarla, hücreler birbirine bağlanır.

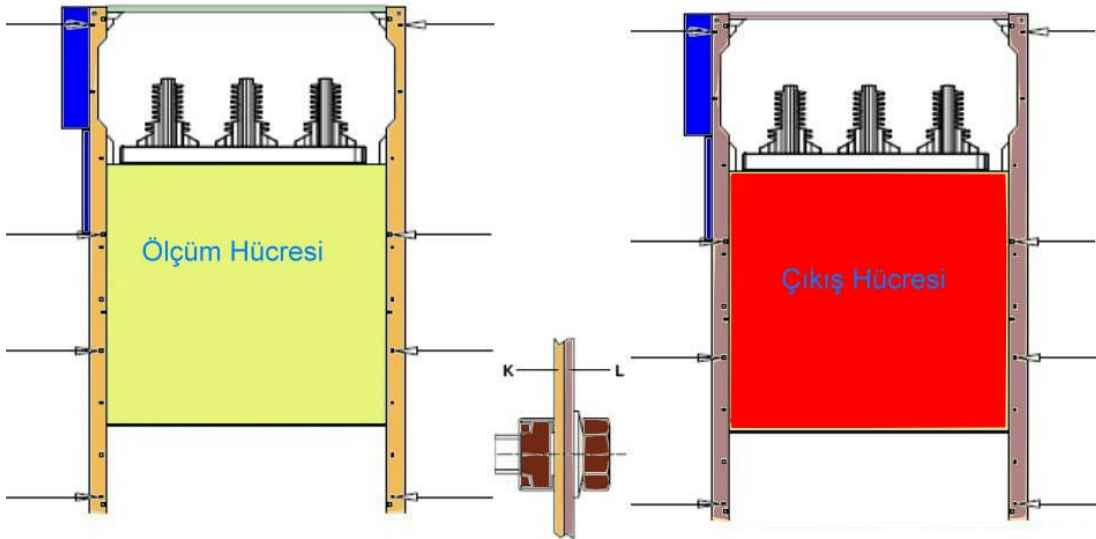
#### 1.3.1. Montaj İşlem Sırası

- Üretici firma tarafından fabrikadan sevk edilen dizi sonu hücrelerde bu saçlar takılmış olarak gelir.



**Şekil 1.17: Hücrelerin birbirine montajı için yan sacların takılması**

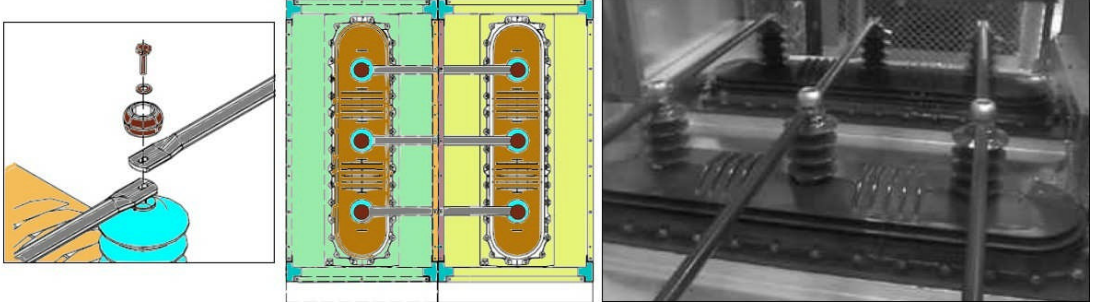
- Her hücre yandaki hücre ile konstrüksiyonun 6 adet ana direği üzerinde mevcut olan 12.5 mm çapındaki deliklerden M12 cıvatalar ile birbirine bağlanır. Her dikme üzerinde iki adet delik mevcuttur. Toplam 6 adet M12 cıvata ile her hücre yandaki hücreye irtibatlandırılır (Verilen cıvata ölçüleri örnektir. Markaya göre M8 ve M10 cıvatalar da kullanılmaktadır.).



**Şekil 1.18: Hücrelerin montaj deliklerinin birbirine konumu**

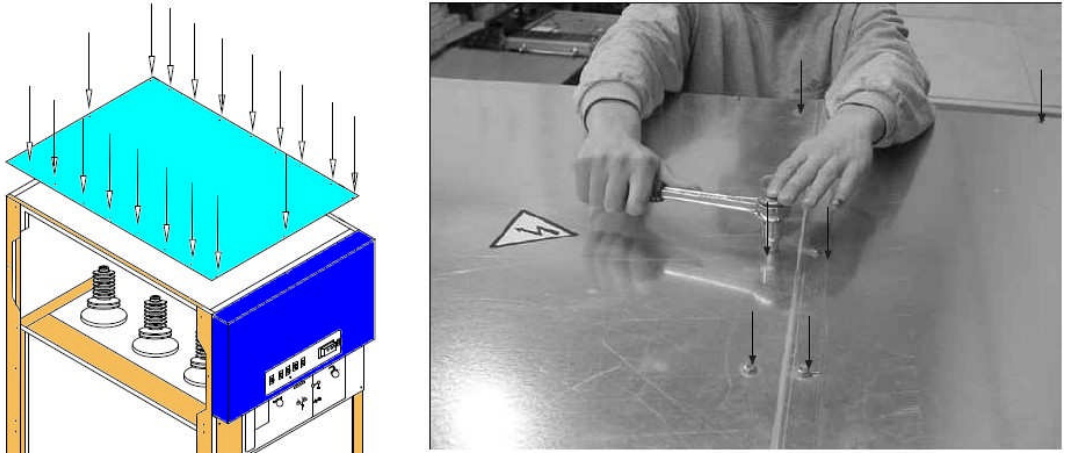
- Daha önce sökülen tavan sacı kısmında hücrelerin ana bara montajı yapılır.
- Birinci sıradaki çıkış hücresinin ayırıcı izolatörü ile ikinci sıradaki ölçü hücresi ayırıcı izolatörü arasındaki bara yerleştirilir.

- Bara üzerine küre yerleştirilir ve ayırıcı izolatörü bara bağlantı cıvatası küre içinden tork anahtarı ile sıkılır. Bu işlemler sırası ile üç faz için ayrı ayrı uygulanır.
- Baraları bağlamak için 3 adet M8x25 ve 3 adet M8 rondela firmaca belirtilen tork ile sıkılır.



**Şekil 1.19: Hücrelerin baralarının birbirine montajı**

- Tavan saclarını yerine takarak ana bara bağlama işlemi bitirilir (Şekil 1.20).
- Hücrelerin ön alt kısımda bulunan topraklama kuşakları verilen flexible iletken bakırı bağlanarak birbirleriyle irtibatlandırılır.



**Şekil 1.20: Hücre üst kapağının takılması**

### 1.3.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Hücrelerin ana bara bağlantıları yapıldıktan sonra kapakları yerleştirilerek birbirine bakan yüzeylerdeki cıvatalar hariç diğer cıvatalar sıkılmalıdır.
- Hücrelerin montajında kullanılacak bağlantı elemanlarının uygun kesit ve ölçülerde olduğuna dikkat edilmelidir.
- Cıvataların tork anahtarı ile sıkma momentlerine göre sıkılması sağlanmalıdır.
- Cıvata altlarına mutlaka uygun rondela takılmalıdır.
- Hücre içinde araç gereç bırakılmamasına dikkat edilmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Orta gerilim modüler çıkış hücresinin yerine montajını yapınız. Aşağıdaki işlem basamaklarını adım adım uygulayarak karşısındaki önerilerden faydalanınız.

| İşlem Basamakları                                                                                                                                                                                                               | Öneriler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modüler çıkış hücresinde kullanılacak elemanları seçiniz.</li><li>➤ Modüler çıkış hücre çeşitlerini seçiniz.</li><li>➤ Modüler çıkış hücresinin standart boyutlarını seçiniz.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Temiz ve düzenli olunuz.</li><li>➤ Planlı olunuz.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modüler çıkış hücresinin montaj yerini standartlara uygun seçiniz.</li><li>➤ Modüler çıkış hücresinin montaj yerini hazırlayınız.</li></ul>                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Eldiven takınız.</li><li>➤ Baret takınız.</li><li>➤ Hücre montaj zemininin düzgün olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Modüler hücrelerin duvarlarla olan açıklık mesafelerini, Yönetmelik'te belirtilen sınırlarda ve üretici firma katalog bilgilerine dayanarak bırakınız.</li><li>➤ Montaj yerinin kolay ulaşılabilir, nemsiz ve emniyetli bir yer olmasını sağlayınız.</li><li>➤ Hücre OG kablo ve AG kablo girişleri için kablo bükülme paylarını hesap ederek gerekli olan kablo kanalını hazırlayınız.</li><li>➤ Beton zemin hazırlandıktan sonra modüler hücrelerin taban sacını zemine monte ederek işleme başlayınız.</li><li>➤ Sabırlı olunuz.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modüler çıkış hücresinin yerine montajını yapınız.</li></ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modüler hücreyi hazırladığınız beton zemin üzerine, esnetmeden içindeki bağlı olan elemanlara zarar vermeden güvenli getiriniz.</li><li>➤ Modüler hücrelerin montaj yerine taşıma kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Montaj işleminde uygun araç, gereç ve bağlantı elemanlarının kullanımına özen gösteriniz.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

| Değerlendirme Ölçütleri                                                            | Evet | Hayır |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| 1. Modüler çıkış hücresinde kullanılan elemanları seçebildiniz mi?                 |      |       |
| 2. Modüler çıkış hücre çeşitlerini seçtiniz mi?                                    |      |       |
| 3. Modüler çıkış hücresinin standart boyutlarını seçtiniz mi?                      |      |       |
| 4. Modüler çıkış hücresi montaj yerini standartlara uygun seçerek hazırladınız mı? |      |       |
| 5. Modüler çıkış hücresinin yerine montajını yaptınız mı?                          |      |       |
| 6. Modüler çıkış hücresinin diğer hücre ile montajını yaptınız mı?                 |      |       |

## 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

1. Aşağıdakilerden hangisi modüler hücrelerin kullanım alanı değildir?  
A) Çimento endüstrisi    B) Çok katlı meskenler  
C) Trafo merkezleri    D) Hastaneler
2. Hangisi çıkış hücresindeki kesici kesme ortamında kullanılan gazdır?  
A) CO<sub>2</sub>    B) Freon12    C) NO<sub>2</sub>    D) SF<sub>6</sub>
3. Aşağıdakilerden hangisi kesicili çıkış hücresinde yoktur?  
A) Açma kapama bobini    B) Kapasitif gerilim göstergesi  
C) Topraklama ayırıcısı    D) Termostat kontrollü ısıtıcı
4. Aşağıdakilerden hangisi çıkış hücresi tiplerinden değildir?  
A) Ayırıcılı çıkış hücresi    B) Yük ayırıcılı giriş hücresi  
C) Kesicili çıkış hücresi    D) Ayırıcılı bara bölme hücresi
5. Hangisi hücrelerin montaj yerine getirirken kullanılan yöntemlerden değildir?  
A) Sapan ile taşıma    B) Sürükleyerek taşıma  
C) Boru üzerinde taşıma    D) Forklift ile taşıma
6. I- EN    II- HD    III-IEC    IV- VDE  
Yukarıdaki standartlar öncelik sırasına göre hangi şıkta doğru sıralanmıştır?  
A) I- III- II- IV    B) I-III- IV-II  
C) I-II-III-IV    D) III-IV-I-II
7. Aşağıdakilerden hangisi modüler çıkış hücresi için doğrudur?  
A) İşletme sisteminin bilgilerinin alındığı hücredir.  
B) Orta gerilim kablolarının girdiği hücredir.  
C) Orta gerilim firmaya verildiği hücredir.  
D) Giriş Hücresi montaj yeri diğerlerine göre biraz daha esnek olmalıdır.
8. Modüler hücrelerin içinde ısıtıcı neden kullanılır?  
A) Hücre içindeki elemanların sıcaklık ihtiyacını karşılamak için  
B) Hücre içerisindeki SF<sub>6</sub> gazının donmasını önlemek için  
C) Hücre içerisindeki korozyonu önlemek için  
D) Ayırıcının açma kapama işini kolaylaştırmak için

9. Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) 36kV MMMH'lerde kullanılan orta gerilim kabloları tek damarlı kablolar olmalıdır.
- B) Birbirine hücreler monte edilirken cıvatalar tam olarak sıkılmamalıdır.
- C) Modüler hücreler yan yana dizilirken gaz izoleli hücrenin yanına hava izoleli hücre koyabilirsiniz.
- D) Kabloların dik durması için kablo başlığı takılır.

## 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 standartlara, Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne, teknik şartnamelere ve Topraklama Yönetmeliği'ne uygun olarak OG modüler çıkış hücrelerin bağlantılarını yapabileceksiniz.

### ARAŞTIRMA

- Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ni, proje şartnamelerini, Topraklama Yönetmeliği'ni araştırınız. OG modüler çıkış hücre kullanılan kabloların özelliklerini araştırınız.
- OG modüler hücre montajı yapan firmalara giderek OG modüler hücre montajını yaparken kablo bağlantısının yapılmasını, topraklamasının yapılmasını ve çıkış hücrelerinin devreye alınmasını inceleyip mümkünse bunları görüntüleyerek sınıf ortamında bu dokümanları arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. OG MODÜLER ÇIKIŞ HÜCRELERİ BAĞLANTILARI

### 2.1. Kablolarda İzin Verilen En Küçük Bükülme Yarıçapları

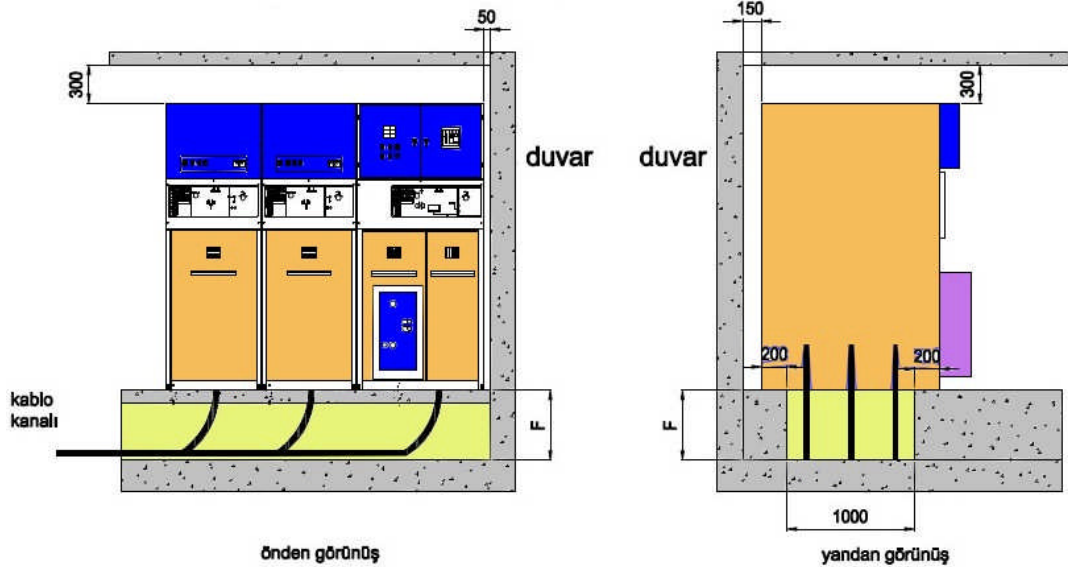
Kanala dönecek OG kabloların bükülme yarıçapları kablo kesitlerine göre Şekil 2.1'de verilmiştir. Burada kablo kesitine uygun olan yarıçap bulunarak ona göre kanal derinliği seçimi yapılır.

| KABLO TİPİ           | KESİTİ (mm <sup>2</sup> ) | KABLO BÜKÜLME YARIÇAPI (mm) | KANAL DERİNLİĞİ F (mm) |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| TEK DAMARLI KABLolar | 1X35                      | 525                         | 550                    |
|                      | 1X50                      | 555                         | 580                    |
|                      | 1X70                      | 585                         | 610                    |
|                      | 1X95                      | 600                         | 620                    |
|                      | 1X120                     | 620                         | 650                    |
|                      | 1X150                     | 630                         | 665                    |
|                      | 1X185                     | 650                         | 680                    |
|                      | 1X240                     | 690                         | 720                    |

Tablo 2.1: Modüler hücrelerde kullanılan kabloların bükülme yarıçapları

## 2.2. Kablo Kanalının Özelliği

36 kV modüler hücrelerde kullanılan orta gerilim kabloları tek damarlı kablolar olmalıdır. Hücrelerin monte edileceği kanalın hazırlanmasında aşağıda verilen hücre yerleşim planı dikkate alınmalı ve Şekil 2.1’de gösterilen F derinliği en büyük kablo kesitine göre Tablo 2.1’den belirlenmelidir. Kanal genişliği ise şekilde de görüldüğü gibi standart 1000 mm olarak alınır.



Şekil 2.1: Modüler hücrelerde kullanılan kanal yükseklikleri

## 2.3. Çıkış Kablosu Bağlantıları

Şebeke kabloları topraklama ayırıcısının altında bulunan bağlantı terminaline bağlanır. Bu bölümde anahtarlama elemanı olarak hücre tipine göre kesici veya ayırıcı bulunur.

Tek damarlı OG kabloları uygun kesitte dâhili kablo başlıkları ile modüler hücrede bulunan bağlantı barasına bağlanır.

Kablolar hücre girişinde bulunan kablo kelepçesi kullanılarak hücre alt paneline sabitlenir. Hücre ile sevk edilen kablo rakorları kablo giriş noktasında hücrenin koruma derecesinin devamlılığını sağlar.

Üç damarlı kablolarda kablo bükülme yarıçapları büyük olduğundan bu kablolar kablo kanalında damarlara ayrılarak hücre içine iletilmelidir. Hücre ölçüleri üç damarlı kabloların hücrenin içine doğrudan montajına izin vermez.

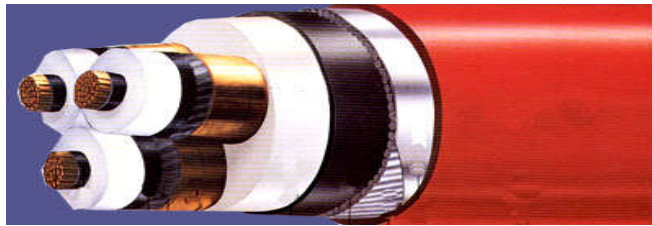


**Resim 2.1: Modüler hücrelerde kabloların bağlantıları**

Kablo bağlantı bölümü uygun anma değerindeki tek veya üç damarlı kabloların güvenle sonlandırılması için uygun ölçülerdedir. Uygun kablo başlıkları kullanılması durumunda fazlar arasında gerekli emniyet mesafeleri elde edilmektedir. Kablo başlıkları bağlantı noktalarına dik olarak bağlanmalıdır.

Bağlantı tamamlandıktan sonra başlıkların dış yüzeyleri topraklanır.

### 2.3.1. Çıkış Kablosu Özelliği



**Resim 2.2: Modüler hücrelerde kullanılan kablolar**

Yukarıda da anlatıldığı gibi kablolar tek damarlı veya çok damarlı olabilir. Kablo başlıkları tek bir üniteden oluşup çok geniş bir kablo kesit aralığında kullanılabilir. OG kablo olarak XLPE kabloları kullanılır.

Kablo başlıkları monte edilen tek bir ünite ile nem sızdırmazlığını sağlamaktadır. Kablo başlıkları hava koşullarına dayanıklı ısı büzüşmeli bir materyalden oluşmaktadır. Isı büzüşmeli tüplerin yüksek büzüşme katsayısı sayesinde geniş bir kablo kesit aralığı aynı malzeme ile yapılabilir.

Üretim sürecinde kablo başlık gövdesinin iç çeperine yapışkan bir malzeme ilave edilir. Isı ile büzüştürme sürecinde bu yapışkan malzeme daha akışkan bir hâle gelip başlığın nem sızdırmazlığını sağlayacak şekilde yüzeyi kaplar.



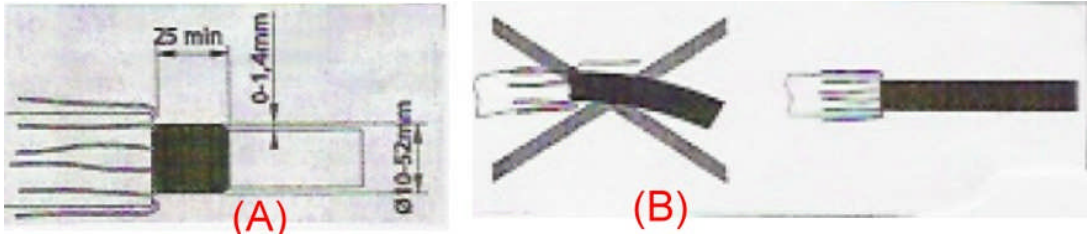
**Resim 2.3: Modüler hücrelerde kablo başlığı**

### 2.3.2. Kablo Başlığı Hazırlama

OG kablo bağlantı uçları (kablo başlıkları) aşağıdaki ana parçalardan oluşur. Bunlar;

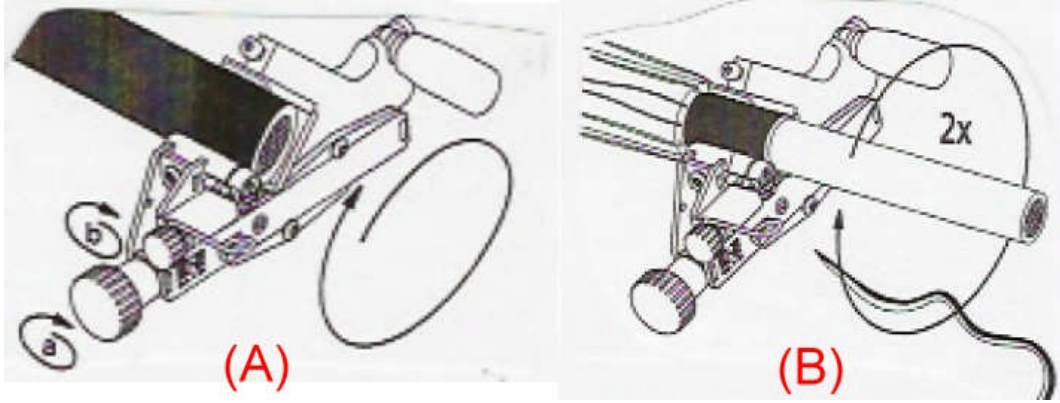
- İletken ve topraklama terminalleri (kablo pabucu),
- İzolatör,
- Üç fazlı kablolarla damarların ayrılma yerini dış etkilere karşı koruma düzeni (üçleme seti)' dir.

Kablo başlıkları standart kablo kesitlerini 35 mm<sup>2</sup> den 300mm<sup>2</sup> ye kadar kaplayabilir. Kablo başlığı takmak için kablonun soyulması özel bir işlem ister. Soyulacak kablo katmanlarına zarar verilmeden yapılmalıdır. Kablo düzgün olmalıdır (Şekil 2.2 B).



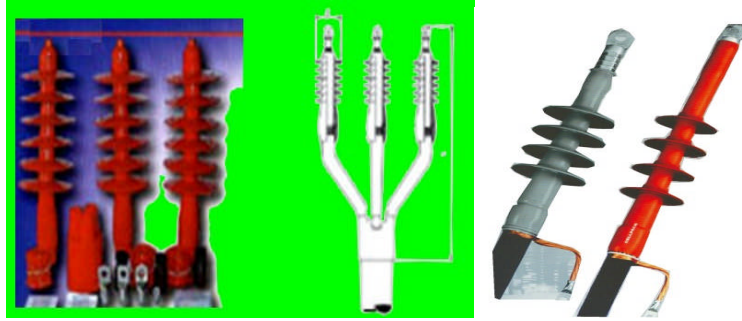
**Şekil 2.2: OG Kablosunun soyulması**

Kablo başlığı soyulurken özel kablo aparatı kullanılmalıdır (Şekil 2.3). Kablo ne fazla ne de az soyulmalıdır.



**Şekil 2.3: OG kablusunun soyma aparatı**

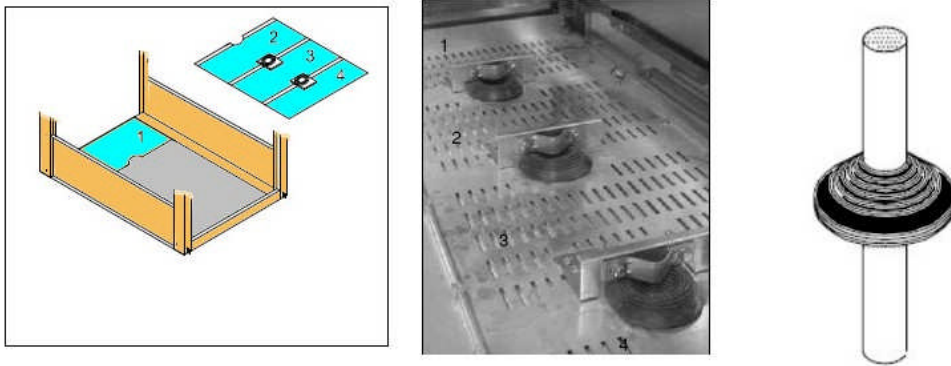
Soyma işlemi bittikten sonra kablo üzerindeki topraklama kısmı özenle ayrılmalıdır. Sonra soyulan kısma ısı büzüşmeli kablo başlığı geçirilmelidir (Şekil 2.4).



**Şekil 2.4: Kablo başlığı takılmış ORTA GERİLİM kablolu**

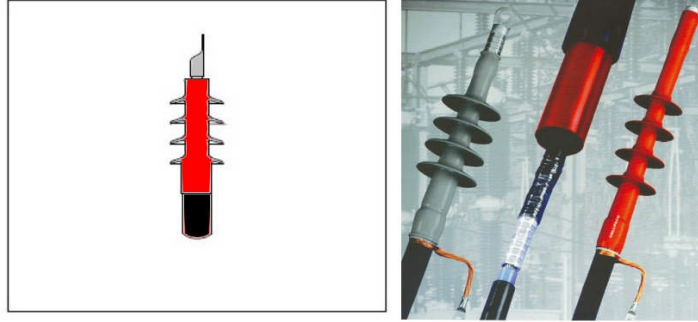
### 2.3.3. Çıkış Kablolu Bağlama İşlem Sırası

- 1 nu'lu hücre taban sacını yerine koyunuz ve hücreye bağlayınız. Şekilde gösterilen 4 adet taban sacını çıkartınız. Köprüğü yerleştiriniz (Şekil 2.5).



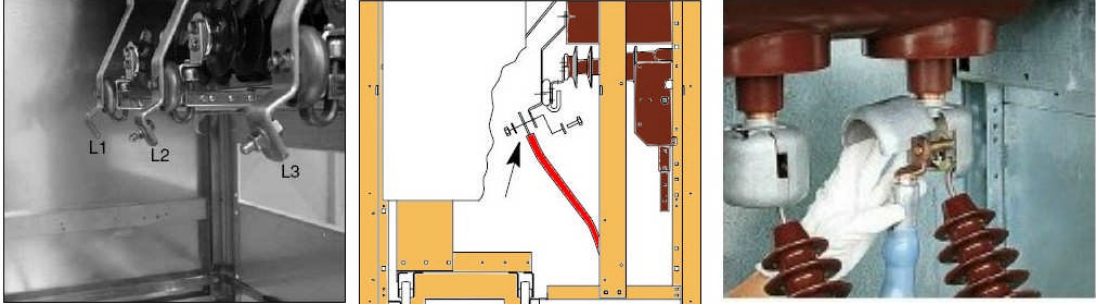
**Şekil 2.5: Taban sacının yerleştirilmesi ve kablo köprüğü**

- Kablo başlığını yapınız (Şekil 2.6).



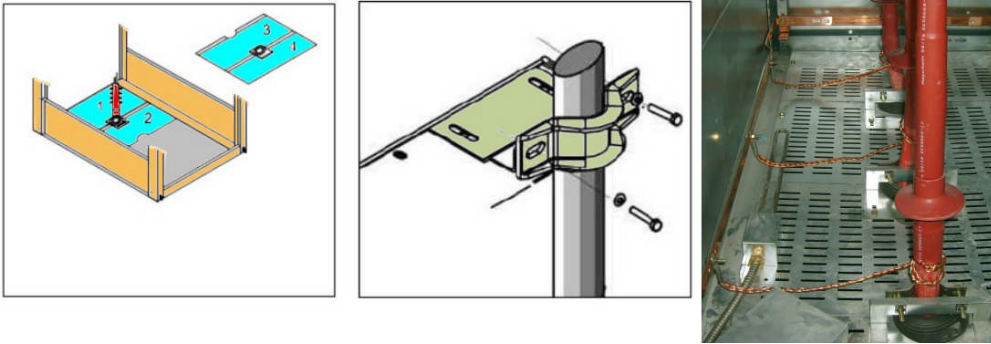
Şekil 2.6: Kablo başlığı takılmış orta gerilim kablosu

- Hazırladığımız kabloyu L1 fazına bağlayınız.



Şekil 2.7: Giriş kablosunun L1 fazına bağlanması

- 2 nu'lu hücre taban sacını yerine koyunuz ve hücreye bağlayınız. Kablo bağlama kelepçesini takınız. Kablonun topraklamasını topraklama bakırına bağlayınız. Bu işlemleri L2 ve L3 fazları için tekrarlayınız.



Şekil 2.8: Taban sacının yerleştirilmesi ve kablo kelepçesinin bağlanması

#### 2.3.4. Giriş Kablosu Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

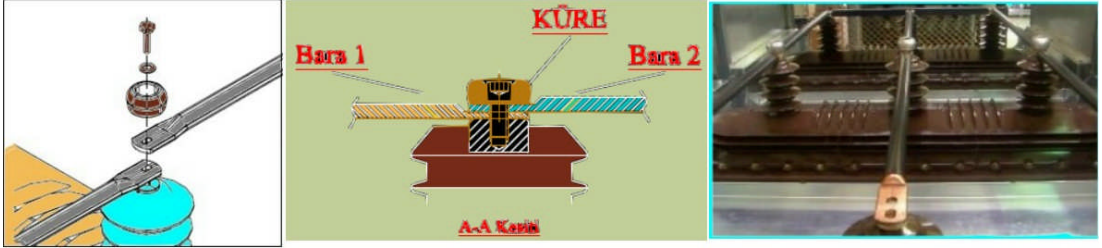
- Bağlantı yaparken önce L1 fazından yani arka taraftan başlanmalıdır.
- Körükleri düzgün yerleştirip hücre kapaklarının kablo ile teması kesilmelidir.
- Kabloların toprak bağlantısını yapmayı unutulmamalıdır.

## 2.4. Giriş Bara Bağlantısı

Baralar, hücreler yan yana dizilirken sıra ile yan taraftan ve üstten monte edilebildiği gibi alçak gerilim kompartımanının veya öndeki sabit kapağın çıkartılması ile önden de monte edilebilmektedir.

### 2.4.1. İşlem Sırası

- Hücreleri bir araya getirilerek kapı ve kapak yüzeylerinin işlevselliğine zarar vermeyecek şekilde yerleştiriniz.
- Hücrelerin üst kapaklarına ait M8 cıvatalarını çözerek üst kapak saclarını alınız.
- 2. sıradaki yük ayırıcılı ölçüm hücresi izolatörü ile 2.sıradaki kesicili çıkış hücresi izolatörü arasına 1 nu'lu barayı yerleştiriniz. Yukarıda belirtilen işlemleri sırasıyla 3 bara için ayrı ayrı uygulayınız (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Çıkış baralarının birbirine bağlanması

- Hücrelere ana bara bağlantıları yapıldıktan sonra kapakları yerleştirerek birbirine bakan yüzeylerdeki cıvatalar hariç diğer cıvataları sıkınız.



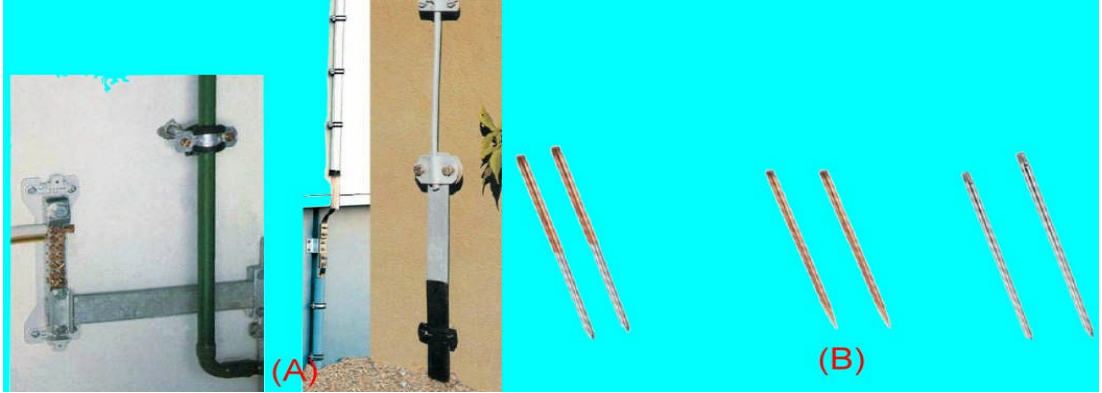
Resim 2.4: Üst kapak sacının yerine takılması

## 2.5. Çıkış Hücresi Topraklama Bağlantısı

Topraklama sistemi, modüler hücrelerde bakım işlemlerinde güvenliğin sağlanması amacıyla normalde erişilebilen ana devre elemanları şaseleri veya topraklanması gereken parçalar üzerinden doğrudan hücre içinde bulunan topraklama barasına bağlanır.



**Şekil 2.10: Hücre topraklaması için kullanılan toprak papuçları ve flexi iletkenler**



**Şekil 2.11: Hücre topraklaması için kullanılan topraklama çubukları**

Toprak devamlılığı için her bir hücrenin toprak barası hücrenin ön tarafına ve görülebilecek şekilde taşınmıştır. Modüler hücreler yan yana tesis edilmeleri durumunda toprak baraları cıvata ile önden birbirine bağlanır ve tüm hücre grubunun önünde görünür. Bu topraklama barası daha sonra sistem toprağına bağlanır ve böylece topraklama işlemi tamamlanmış olur.

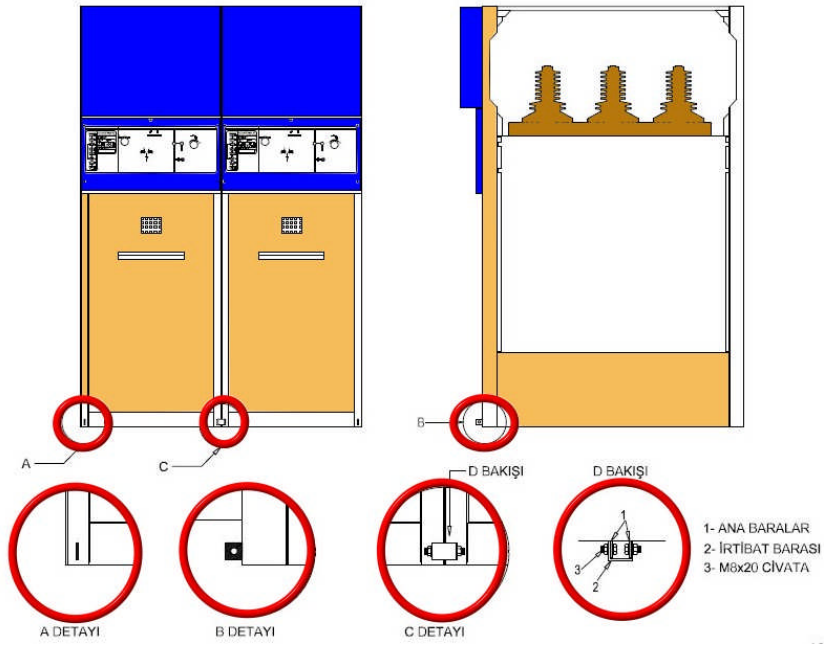
Hücre içinde;

- Toprak ayırıcısının bıçakları,
- Orta gerilim kablolarının toprak iletkenleri,
- Ayırıcı, yük ayırıcısı gibi cihazların şaseleri,
- Hücrenin bölmeleri toprak iletkeni vasıtası ile birbirlerine bağlanır.

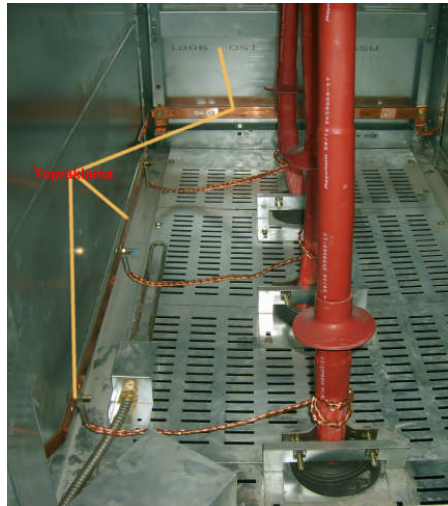
Bütün bu bağlantıların birleştiği ana toprak barası ise hücrelerin ön tarafındadır. Hücreler ana toprak baralarının ek parçalar ile birbirlerine bağlanmasından sonra, sistem toprağına bağlanır. Böylece topraklama işlemi tamamlanmış olur. Metal mahfazalı modüler hücrenin bölmeleri bakır iletkenler vasıtası ile birbirleri ile irtibatlandırılmıştır.

### 2.5.1. İşlem Sırası

- Orta gerilim kablolarının topraklama kablolarını topraklama barasına bağlayınız.
- Kesici, ayırıcı ve toprak ayırıcısı cihazlarının şaselerini topraklama barasına bağlayınız.
- Hücrelerin birbirine montesinde hücre önündeki topraklama barası bağlantısını yapınız (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Hücre topraklaması ana toprak barasının bağlantı yerleri



Resim 2.5: Hücre içi topraklama barası

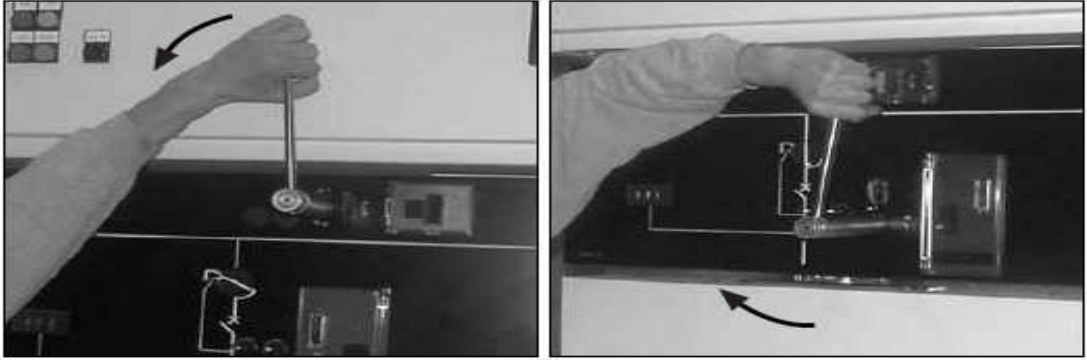
### 2.5.2. Dikkat Edilecek Hususlar

- Topraklama yaparken yukarıda saymış olduğumuz parçaların tek tek topraklamasının yapılması unutulmamalıdır.
- Topraklama barasının her yerinin teması (iletkenliği) kontrol edilmelidir.
- Kullanılan cıvatalar iyi seçilip baranın zarar görmemesi için dikkatli sıkılmalıdır.

## 2.6. Çıkış Hücresini Devreye Almak

### 2.6.1. İşlem Sırası

- Toprak ayırıcılarını açınız (kapak kapalı olmalı).



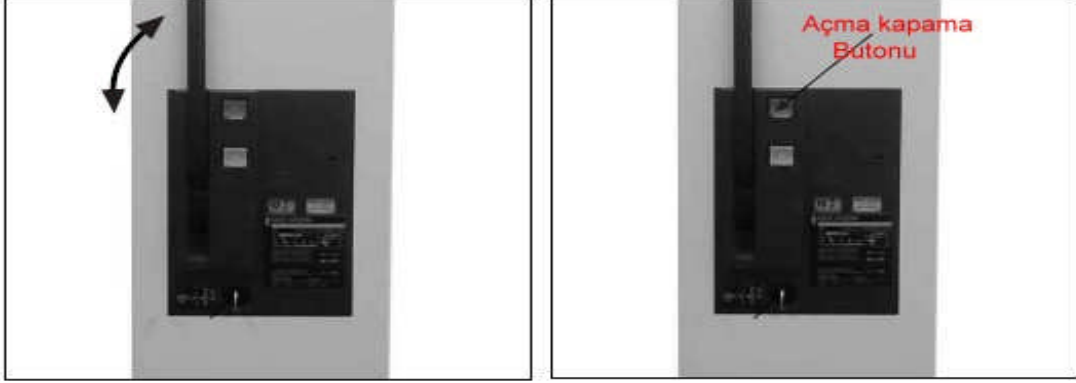
Şekil 2.13: Toprak ayırıcısının levye ile açılması

- Kapak üzerindeki ayırıcı kilidi çözüp kapalı pozisyona getirerek kilitleyiniz. Anahtarı ayırıcı üzerinden alıp kesici üzerine takınız, kesici kilidini çözünüz.



Şekil 2.14: Hücre üzerindeki asma kilidin kapatılması

- Kesiciyi el veya motor ile kurunuz (Şekil 2.16).

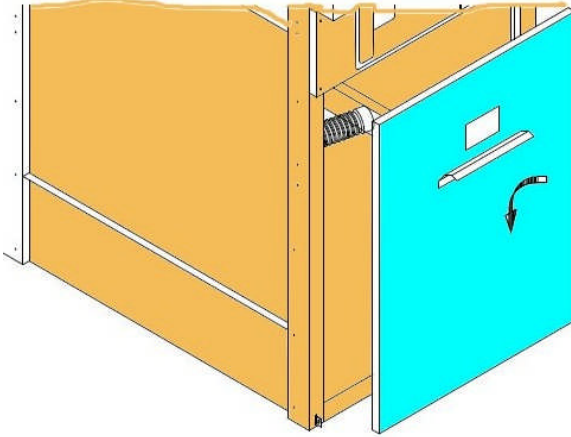


Şekil 2.16: Kesicinin el veya motorla kurulması

- Kesici kapama butonuna basarak sistemi devreye alınız.

## 2.6.2. Dikkat Edilecek Hususlar

- Kapak kapalı ve kilitli olmalıdır.
- Toprak ayırıcı açık ve kilitli olmalıdır.
- Ayırıcı kapalı ve kilitli pozisyonda olmalıdır.



Şekil 2.18: Kapağın kapatılması

- Hücre içinde yabancı cismin olmamasına dikkat ediniz.
- Hücrelerin bağlantı yerlerini kontrol ediniz.
- Troid trafolarının doğru bağlanıp bağlanmadığını kontrol ediniz.

## 2.7. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

İlgili Türk Standartları bu Yönetmelik'in tamamlayıcı ekidir. Yönetmelik'te bulunmayan hükümler için EN, HD, IEC, VDE gibi standartlar göz önüne alınır. Çelişmeler durumunda sıralamaya göre öncelik verilir.

## Aygıtların düzenlenmesi

**Madde 14-** İşletme sırasında üzerinde manevra yapılacak aygıtlar ve okunacak ölçü aletleri kolayca ve tehlikesizce ulaşılabilen yerlere konulacak ve kullanışlı olacaklardır.

Bağlama tesislerinde kullanılacak olan elle ya da yalıtkan pensler ve benzer aletlerle kumanda edilen sigortalar, ayırıcılar ve kesicilerin kumanda kollarının tutma noktaları, uygun bir yüksekliğe yerleştirilecektir. Ancak bu yükseklik, manevra sırasında basılan zeminden en az 50 cm ve en fazla 170 cm yükseklikte olacaktır.

## Aygıtların kumanda düzenleri

**Madde 15-** Elektrik aygıtlarının kumanda bölümleri, kullanma sırasında oluşabilecek dış zorlamalara ve arıza hâlinde iç zorlamalara zararlı bir biçim değişikliği olmaksızın ilgili standartta belirtildiği şekilde dayanmalıdır. Bunlar ayrıca, arıza durumunda gerilim altındaki bölümlere dokunmayacak biçimde düzenlenmelidir.

## Kesici, ayırıcı ve yük ayırıcılarının konumları

**Madde 16-** Kesiciler ve ayırıcılar açık konumlarında her türlü hava koşullarında, devreyi tam ve güvenli bir biçimde ayırmış olmalıdır. Burada ana kontakların konumlarının gözle görülmesi şart değildir. Bu aygıtların açık ve kapalı konumları güvenli bir düzenle konum göstergesi ile fark edilmelidir.

## Aygıtların koruma topraklamasına bağlanması

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

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### Aydınlatma

**Madde 23-** Bütün tesis bölümleri olabildiğince gün ışığı ile iyi biçimde aydınlatılmalıdır. Ayrıca bu bölümlere yeterli ve düzgün dağılımlı elektrik aydınlatma tesisi yapılmalıdır. Yapılan aydınlatma tesisi, YG hücreleri ve AG pano odalarında en az 250 lux aydınlık düzeyini sağlamalıdır. Söz konusu lambalar sürekli insan bulunan yerlerde enerji kesintilerinde otomatik devreye girecek şekilde yapılmalıdır.

**Madde 30-** Akümülatörlerin kullanılması gerektiğinde bakım gerektirmeyen veya kuru tip aküler olması zorunludur. Akülerin kapasiteleri, besledikleri tüketicilere işletmenin gereği olan süre kadar yetebilecek şekilde olmalıdır.

### Hücreler, bağlama dolapları, tablolar vb.

Bağlama (şalt) dolapları, bağlama tabloları vb. tesis bölümlerindeki tüm geçiş ve giriş elektrik iletkenleri çok açık ve anlaşılabilir biçimde bağlanmalı ve kolayca çözülebilmelidir. Bağlantı uçları kolayca denetlenebilmelidir.

Her tarafı kapalı olan ve yüksekliği 220 cm'den az olan hücreler, bağlama dolapları, bağlama çerçeveleri vb.nin üst bölümleri kapalı olmalıdır.

Dokunmaya ve rasgele dokunmaya karşı korunma

Yapı içindeki tesisler görevli olmayan kimselerin giremeyeceği biçimlerde kilitli olarak yapılmalıdır.

Kısa devre etme ve topraklama

Çıkış hatlarının topraklanmasında kullanılan topraklama donatımı hücre içindeki öteki aygıtları topraklamıyorsa gerektiğinde topraklama ve kısa devre etme düzenlerini bağlamak için hücrede ya da aygıtlar üzerinde sabit bağlantı yapmaya uygun çıplak bölümler bırakılmalıdır. Hücrelere girmeden topraklama sağlanabilmelidir. Hücre kapısı bağlama sırasında açık olabilir.

## ALTINCI BÖLÜM

Kablolar

**Madde 58-** Bu Yönetmelik'in kapsamına giren tesislerde Türk Standartları'na uygun kablolar kullanılacaktır.

Kabloların döşenmesi

YG kablolarına dâhilde ve hariçte kablo başlığı yapılacaktır. Kablo başlıkları kabloya su, nem girmesini önleyecek şekilde olmalıdır. AG kablolarda su girmesini önleyecek tedbirlerin alınması durumunda kablo başlığı kullanılmayabilir.

Kablo ekleri mutlaka özel ek aksesuarları veya ek kutularında yapılmalıdır. Ekler, mekanik bakımdan güvenilir, iyi bir elektrik iletkenliğini sağlamalıdır. Ekler tesis edildiği yere uygun tipte seçilmelidir.

Kabloların koruyucu kılıfları ya da yalıtkanları bulundukları yerlerde zorlanmamalı ve zedelenmemelidir.

Kablolar duruma göre toprak içine yerleştirilen kabloların altında ve üstünde yaklaşık 10 cm kalınlıkta elenmiş kum bulunmalıdır.

## YEDİNCİ BÖLÜM

## **İşletme güvenliğine ilişkin hükümler**

Gerilimi kesilmiş yüksek gerilim tesislerinde çalışılacaksa, çalışılacak bölüm önceden topraklanmış olan bir düzenek üzerinden kısa devre edilecektir. İşletmelerin sorumlu kimseleri, iş süresince çalışanların tehlikeyle karşılaşabileceği hiçbir devre kapama işlemi yapılmamasını sağlayacaktır. Kısa devre ve topraklama, ancak bütün çalışmalar bittikten ve bunları yapanların hepsine haber verildiği kesin olarak öğrenildikten sonra kaldırılabilir.

## **2.8. Tedaş Teknik Şartnamesi**

### **➤ Yönetmelikler**

Bu şartname kapsamında yer alan hava yalıtımlı metal mahfazalı modüler hücrelerin tasarım ve imalinde, "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği" ile "Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği" nin yürürlükteki hükümlerine uyulacaktır.

### **➤ Elektriksel Özellikler**

### **➤ Fonksiyonel Birimler (Hücreler)**

Bu şartname kapsamında yer alan ve hava yalıtımlı metal mahfazalı modüler hücrelerde bulunacak teçhizatlar aşağıda belirtilmiştir.

### **➤ Kesicili Çıkış Hücresi**

Standart hücre aşağıdaki teçhizatlardan oluşacaktır:

- Baralar
- Ayırıcı
- Kesicinin kaynak tarafını kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- Kesici
- Kablo terminallerini kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- 3 (üç) adet akım transformatörü, (malzeme listesine göre)
- Kablo bağlantı düzeneği
- Kabloların gerilimli olup olmadığının hücre dışından kontrolünü sağlayan ışıklı tip gerilim göstergesi ve faz sırasının hücre dışından kontrolünü sağlayan gerilim kontrol prizleri
- Koruma rölesi ve yardımcı röleler
- Hücresinin transformatör koruma hücresi olarak kullanılması halinde sinyal lamba kutusu( Madde:2.4.3'e göre)
- Termostat kontrollü ısıtıcı

Malzeme listesinde istenmiş ise

- Aktif ve/veya reaktif sayaç
- Ampermetre ve/veya diğer ölçü aletleri

➤ Kesicili bara bölme hücresi, (yandan çıkışlı) standart hücre aşağıdaki teçhizatlardan oluşacaktır.

- Baralar
- Ayırıcı
- Kesicinin kaynak tarafını kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- Kesici
- 3 adet akım transformatörü (malzeme listesine göre)
- Çıkış haralarının gerilimli olup olmadığının hücre dışından kontrolünü sağlayan ışıklı tip gerilim göstergesi ve faz sırasının hücre dışından kontrolünü sağlayan gerilim kontrol prizleri
- Termostat kontrollü ısıtıcı

Malzeme listesinde istenmiş ise

- Aktif ve/veya reaktif sayaç
- Ampermetre ve/veya diğer ölçü aletleri
- Koruma Rölesi ve yardımcı röleler

#### ➤ Çalışma Mekanizması

Kesiciler, açma öncelikli tip olacaktır.

Çalışma mekanizması bir yay düzeni üzerinde biriktirilmiş enerjiyle çalışan tipte olacak ve açma ve kapama işlemleri için gerekli enerji yaylar üzerine depo edilecektir.

Kapama yayı elektrik motoru ile açma yayı ise kesici kapatıldığında otomatik olarak kurulacaktır. Ayrıca acil durumlarda kullanılmak üzere sökülüp takılabilen bir kol vasıtasıyla elle yay kurma düzeni bulunacaktır. Çalışma mekanizmasının yapısı, yay kurma kolu yerine takılı durumda iken motorun çalışması, kurma kolu üzerinde herhangi bir etki yapmayacak şekilde olacaktır.

Çalışma mekanizması ayrı bir işleme gerek duyulmadan bir "Açma-Kapama-Açma" işlemi çevrimi için yeterli enerjiyi depo edebilecektir.

Kapama yayının tam olarak kurulmamış olması durumunda kesicinin kapatılmasını önleyen bir kilitleme bulunacaktır.

Çalışma mekanizmasında yayın durumunu gösteren kırmızı zemin üzerine beyaz harflerle "YAY KURULU", yeşil zemin üzerine beyaz harflerle "YAY BOŞ" yazılı mekanik bir gösterge bulunacaktır.

#### ➤ Açma ve Kapama Düzenleri

Açma ve kapama işlemleri şönt açma ve kapama bobinleri vasıtasıyla uzaktan ve ayrıca acil durumlarda kesici çalışma mekanizmasının ön yüzündeki buton veya mandalla

mekanik olarak yapılabilecektir.

#### ➤ **Ayırıcılar**

Ayırıcılar, IEC 62271-102 Standardı'na uygun, SF6 gazı ya da hava yalıtımlı olacaktır. Ayırıcılar 3 kutuplu ve 2 konumlu (AÇIK ve KAPALI), ya da 3 kutuplu ve 3 konumlu (AÇIK, KAPALI ve TOPRAKLANMIŞ) olacaktır.

3 kutuplu ve 2 konumlu ayırıcıların hareketli kontakları (kontakt kolları) açık konumda iken topraklanmış olmuyorsa bu ayırıcılar ayrıca topraklama ayırıcıları ile teçhiz edilecektir.

#### ➤ **Topraklama Ayırıcıları**

Topraklama ayırıcıları IEC 62271-102 Standardı'na uygun, 3 kutuplu olacaktır. Topraklama ayırıcıları ile ilgili bazı anma değerleri aşağıda verilmektedir.

- Anma kısa devre süresi : 1 saniye
- Anma kısa süreli dayanım akımı : 16 kA-etken
- Anma tepe dayanım akımı (kA-tepe) : 40 kA.

#### ➤ **Yük Ayırıcıları, Ayırıcılar ve Topraklama Ayırıcılarının Çalışma Mekanizmaları**

Tüm çalışma mekanizmaları hareketli kontakların açık ve kapalı konumlarını güvenilir şekilde gösteren konum göstergeleri ile donatılacaktır.

Açma işlemi için gerekli enerji, kapama işlemi sırasında açma yayının otomatik olarak kurulması ile sağlanacaktır. Açma işlemi, kumanda mekanizmasındaki açma butonu/mandalı aracılığıyla yakından elle veya şönt açma bobininin enerjilenmesi ile uzaktan yapılacaktır.

- Ayırıcıların çalışma mekanizması "bağımlı el kumandası" tipinde olabilir.
- "Kısa devre üzerine kapatan" tip topraklama ayırıcılarında kapama işlemi,"bağımsız el kumandası" ile yapılacaktır. Açma işlemi "bağımlı el kumandası" ile yapılabilir.
- Ayırıcı ve topraklama ayırıcılarına ayrı ayrı kumanda edilecektir.
- Ayırıcı ve topraklama ayırıcılarının kumandası; açık ve kapalı konumlarda asma kilit takılarak kilitlelenebilir olacaktır.
- Mekanizmanın, dönme hareketi yapan parçalarının birleştirilmesi pim veya kama ile yapılacak ve ek yerlerinde boşluk ve gevşeme oluşması önlenecektir.
- Çalışma mekanizmasında kullanılan yaylar ve diğer elemanlar korozyona karşı korunmuş olacak ve bakım gerektirmeyecektir.
- Tüm çalışma mekanizmalarında, kilitlemeler için kullanılanlardan başka, 2 adet normalde açık (NA), 2 adet normalde kapalı (NK) kontak bulunacaktır.

➤ **Gerilim Göstergesi ve Faz Sırası Kontrol Prizi**

Ring şebeke kablolarının faz gerilimleri, kapasitif gerilim bölücüleriyle beslenen ışıklı tip gerilim göstergeleri vasıtasıyla kontrol edilecektir.

➤ **Akım ve Gerilim Transformatörleri**

Malzeme listesinde ve teknik şartnamede aksi belirtilmedikçe hava yalıtımlı metal mahfazalı hücrelerde kullanılacak orta gerilim akım transformatörleri TEDAŞ-MYD/96-010, OG gerilim transformatörleri TEDAŞ-MYD/96-011 nu'lu teknik şartnamelere (söz konusu teknik şartnameler revize edilmiş ise en son hâline) uygun olacaktır.

- Akım transformatörleri:

Malzeme listesine göre bir veya iki değiştirme oranlı ve bir veya iki sekonder sargılı olacaktır.

Ölçü akım transformatörleri (sargılan)

- Gerilim transformatörleri

➤ **Koruma Röleleri**

Malzeme listesinde aksi belirtilmedikçe bu şartname kapsamında yer alan hücrelerde kullanılacak sekonder röleler, TEDAŞ-MYD/96-027.A nu'lu teknik şartnameye (söz konusu teknik şartname revize edilmiş ise en son haline) uygun olacaktır.

➤ **Sinyal Lamba Kutusu**

OG/AG dağıtım transformatörünün arıza sinyalleri, sinyal lamba kutusunda görülecektir. Sinyal lamba kutusu, transformatör koruma hücresi olarak kullanılacak hücrenin alçak gerilim bölümünde yer alacaktır. Arıza sinyallerine ait ışıklı göstergeler, yardımcı rölelere ait kontaklarla kumanda edilecek ve sinyal silme butonları ile silinebilecektir.

➤ **Tasarım ve Yapısal Özellikler**

➤ **Boyutlar**

Bu şartname kapsamında temin edilecek hücrelerin yükseklik ve derinlikleri 36 kV'ta tabloda belirtilmiştir.

Hücrelerin genişlikleri aşağıdaki tabloda verilenlerden büyük olmayacaktır.

| IRA<br>NU | HÜCRE ADI                                     | 36 KV<br>için | 7.2-12-<br>17.5 KV<br>için |
|-----------|-----------------------------------------------|---------------|----------------------------|
|           | Yük ayırıcılı giriş / çıkış hücresi           | 750 mm        | 375 mm                     |
|           | Kesicili çıkış hücresi                        | 1000<br>mm    | 750 mm                     |
|           | Ayırıcılı giriş-çıkış hücresi                 | 1000<br>mm    | 750 mm                     |
|           | Kesicili bara bölme hücresi (yandan çıkışlı)  | 1000<br>mm    | 750 mm                     |
|           | Gerilim transformatörü kesicili çıkış hücresi | 1000<br>mm    | 750 mm                     |

➤ **Topraklama**

➤ **Ana Devrenin Topraklanması**

Bakım işlemleri sırasında güvenliği sağlamak için ana devrenin erişilmesi istenen bütün bölümleri, erişilir duruma gelmeden önce topraklanacak ve/veya ölü (gerilimsiz) duruma getirilecektir.

➤ **Mahfazanın Topraklanması**

Hücrelerde bütün hücre boyunca uzanan bakır bir topraklama iletkeni bulunacaktır. Bu iletkeninin kesiti, en az 35 mm<sup>2</sup> olmak koşuluyla, akım yoğunluğu 160 A/mm<sup>2</sup> değerini aşmayacak şekilde hesaplanacaktır. Topraklama iletkeni ve bağlantıları dışarıdan bakıldığında veya hücre kapağı açıldığında rahatlıkla görülebilmelidir.

➤ **Mahfaza**

Mahfaza en az 2 mm kalınlıkta çelik saclardan yapılacak ve etkili bir şekilde topraklanacaktır.

➤ **Kapaklar ve Kapılar**

Mahfazanın parçaları olan kapaklar ve kapılar metalden yapılacaktır. Kapak ve kapılarda tel ızgara veya benzeri malzemeler kullanılmayacaktır.

➤ **Gözetleme Pencereleri**

Normal işletmede erişilebilir bölümlerde bulunan, hava yalıtımlı ayırıcı ve topraklama ayırıcılarının açık ve kapalı konumlarını görebilmek için bu bölümlerin kapak veya kapıları üzerinde gözetleme pencereleri bulunacaktır.

### ➤ **Havalandırma Delikleri ve Gaz Çıkış Yerleri**

Havalandırma delikleri ve gaz çıkış yerleri mahfaza için belirtilen koruma derecesini sağlayacak biçimde düzenlenecek ya da mekanik dayanımı uygun olmak koşuluyla tel ızgaralar veya benzeri düzenlerle korunacaktır.

### ➤ **3.10. “Ana Bara Bölümü” ve Baralar**

- Ana bara bölümü hücrelerin üst kısmında bulunacaktır. Ana baralar, bağlantı baraları ve bağlantı parçaları bakır veya alüminyum olacak ve bara kesitleri, belirtilen sıcaklık artış sınırlarını aşmamak üzere anma normal akımları ile kısa süre dayanım akımı ve tepe dayanım akımının doğuracağı termik ve dinamik etkilere dayanacak şekilde boyutlandırılacaktır.
- Ana baralar porselen veya epoksi reçineden yapılmış yalıtkan mesnetler üzerine tespit edilecektir. Ana baralar herhangi bir bakım gerektirmeyecektir.
- Bitişik hücrelerin bara bölümleri arasında bölme bulunmayacaktır. Her hücrenin bara bölümüne, cıvatarla bağlanmış ve üzerinde uyarı işareti olan bir kapağın sökülmesi ile erişilebilecektir.
- Ana bara bölümlerinin yan taraflarında bulunan dış kapaklar sökülerek hücrenin sağına veya soluna yeni hücre ilaveleri mümkün olacaktır.

### ➤ **Çalışma Mekanizması Bölümü**

Çalışma mekanizmalarına sistem gerilim altında iken erişilebilecektir. Çalışma mekanizmalarının ön yüzündeki pano üzerinde tek hat şemasına uygun olarak aşağıdaki donanım bulunacaktır:

- Mimik diyagram
- Ayırıcı, yük ayırıcısı ve topraklama ayırıcılarına ait konum göstergeleri
- Her ayırıcı ve topraklama ayırıcısı için kumanda kolunun takılarak kumandanın yapılacağı yuvalar (Kumanda kolunun açık konumu "O", kapalı konumu "I" sembolü ile işaretlenecektir.)
- Yük ayırıcıları için yay kurma kolunun takılacağı yuvalar (Yayın kurulu ve boş durumları yazı veya uygun sembollerle belirtilecektir.)
- Yük ayırıcısı açma ve kapama butonları/mandalları
- Çalışma mekanizmalarının kilitlenmesi için asma kilit takma tesisatı
- Işıklı tip gerilim göstergeleri ve gerilim kontrol prizleri

### ➤ **“Alçak Gerilim Bölümleri” ve AG Bağlantıları**

- Fonksiyonel hücrenin özelliğine göre hücrelerin üst ön yüzünde, sistem gerilim altında iken bile erişilebilecek bir alçak gerilim bölümü yer alacaktır.
- Bütün iç bağlantılar, dış bağlantıların kolayca yapılmasını sağlayan bir terminal dizisine toplanacaktır.

Bağlantı için en az 1.5 mm<sup>2</sup> kesitte, çok telli, 750 V sınıfında termoplastik yalıtkanlı, aleve dayanıklı bakır iletkenli kablolar kullanılacaktır.

- **Diğer Koşullar**
- **Ambalaj ve Taşıma**

Bütün hücreler, her türlü yükleme, taşıma, indirme ve uzun süreli depolama sırasında karşılaşabileceği mekanik darbe ve titreşim gibi etkilerden kırılmayacak ve bozulmayacak, nem, toz vb. dış etkilerden korunacak şekilde ambalajlanacaktır. Taşıma sırasında oynayabilen ya da yerinden çıkabilen bölümler güvenilir biçimde tespit edilecektir.

## 2.9. Topraklamalar Yönetmeliği

### BİRİNCİ BÖLÜM

**Madde 1-** Bu Yönetmelik esas itibarıyla, frekansı 100 Hz'in altındaki alternatif akım (a.a.) ve doğru akım (d.a.) elektrik tesislerine ilişkin topraklama tesislerinin kurulması, işletilmesi, denetlenmesi, can ve mal güvenliği bakımından güvenlikle yapılmasına ilişkin hükümleri kapsar.

- Topraklama barası (topraklama birleştirme iletkeni): Birden fazla topraklama iletkeninin bağlandığı bir topraklama barasıdır (iletkenidir).
- Hücre biçimindeki tesislerde, bir hücrenin cihazlarının topraklanacak bölümlerini birleştiren ve hücre içinde kesintisiz olarak döşenmiş olan bir topraklama barasına bağlanmış topraklama iletkenleri
- Topraklama tesisi: Birbirlerine iletken olarak bağlanan ve sınırlı bir alan içinde bulunan topraklayıcılar ya da aynı görevi yapan (boyasız direk ayakları, zırhlar ve metal kablo kılıfları gibi) metal parçalar ve topraklama iletkenlerinin tümüdür.
- Topraklamak: Elektriksel bakımdan iletken bir parçayı bir topraklama tesisi üzerinden toprağa bağlamaktır.
- Topraklama: Topraklamak için kullanılan araç, düzen ve yöntemlerin tümüdür.
- Topraklayıcı çeşitleri
  - Yüzeysel topraklayıcı: Genel olarak 0,5 - 1 m arasında bir derinliğe yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli şerit veya yuvarlak ya da örgülü iletkenle yapılabilir ve yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bunların karışımı olabilir.
  - Şerit topraklayıcı: Şerit şeklindeki iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.
  - Boru ve profil topraklayıcı: Boru ve profil şeklindeki iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.
  - Örgülü iletken topraklayıcı: Örgülü iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.

- Topraklayıcı etkisi olan kablo: Metal kılıfı, siperi (ekran) ve zırlarının iletkenliği toprağa göre şerit topraklayıcı niteliğinde olan kablodur.
- Temel topraklayıcı (temel içine yerleştirilmiş topraklayıcı): Beton içine gömülü, toprakla (beton üzerinden) geniş yüzeyli olarak temasta bulunan iletkenidir.

## **İkinci Bölüm**

- Yüksek gerilim tesislerinde topraklama topraklama tesislerinin boyutlandırılması
- Topraklama iletkenleri: Topraklama iletkenlerinin mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılık bakımından en küçük kesitleri aşağıda verilmiştir.
  - Bakır : 16 mm<sup>2</sup>
  - Alüminyum : 35 mm<sup>2</sup>
  - Çelik : 50 mm<sup>2</sup>

### **Madde 6-a) Topraklayıcıların ve topraklama iletkenlerinin tesis edilmesi:**

Bir topraklama tesisi genel olarak toprak içine gömülen veya çakılan yatay, düşey veya eğik birkaç topraklayıcının bir araya getirilmesiyle (uygun toprak yayılma direncinin elde edilmesi için çeşitli topraklayıcı kombinasyonları) yapılır.

Toprak öz direncini düşürmek için kimyasal maddelerin kullanılması önerilmez.

Yüzeysel topraklayıcılar 0,5m ile 1 m arasında bir derinliğe yerleştirilmelidir. Bu mekanik olarak yeterli bir güvenlik sağlar.

Düşey çakılan çubuklar durumunda her bir çubuğun başı, genellikle toprak seviyesinin altına yerleştirilmelidir.

Büyük metal iskelet yapılar, topraklama sistemine yeterli sayıda (en az iki) noktada bağlanmalıdır.

## **Dördüncü Bölüm**

YG ve AG sistemlerinde topraklama tesislerinin birleştirilmesi ve AG tesislerinin, YG sistemleri ile toprak arasında meydana gelen arızalara karşı korunması

- Tesislerin iletken kısımlarına (mahfaza, konstrüksiyon kısımları ve iskeletlerine) Fonksiyon ve koruma topraklaması durumunda sadece aşağıdaki koşulların sağlanmış olması durumunda koruma işlevi verilebilir:

- Sabit mahfaza kısımlarındaki bağlantı yerlerinin, sürekli iyi iletken kalacak şekilde kaynaklanmış veya (gerektiği takdirde dişli ve katlı rondelalar kullanılarak) vidalanmış olması durumunda...
- Mahfaza uzunluğunun 10 m'yi aşması durumunda her iki ucundaki topraklama iletkeni ile topraklama birleştirme iletkenine ve aynı zamanda koruma iletkenine bağlanmış olması durumunda. Topraklama iletkenini, topraklayıcıya, ana topraklama bağlantı ucuna ve herhangi bir metalik kısma bağlamak için uygun bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Cıvata bağlantısı yalnız bir cıvata ile yapılırsa, en azından M10 cıvata kullanılmalıdır. Örgülü iletkenlerde (ezmeli, sıkıştırılmalı ya da vidalı bağlantılar gibi) kovanlı (manşonlu) bağlantılar da kullanılabilir.
- Örgülü bakır iletkenlerin kurşun kılıfları bağlantı noktalarında soyulmalıdır. Bağlantı noktaları korozyona karşı (örneğin bitüm gibi maddeler ile) korunmalıdır. Deney amacıyla ayırma yerleri ihtiyacı karşılanabilmelidir. Özel aletler kullanılmadan eklerin sökülmesi mümkün olmamalıdır. Bu sırada işletme sırasında tesise bağlı bulunan toprak telleri ve topraklayıcı etkisi olan kablo kılıfları ayrılmamalıdır.
- Topraklayıcının, çevresindeki toprağa iyi temas etmesi gerekir. Topraklayıcıların tesisinde iyi iletken toprak tabakaları kullanılmalıdır. Toprak tabakalarının kuru olması durumunda, topraklayıcının çevresindeki toprak yapışkan değilse ıslatılıp çamur durumunda getirilmeli; yapışkan ise topraklayıcı gömüldükten sonra dövülerek sıkıştırılmalıdır.
- Topraklayıcının yanındaki taş ve iri çakıllar yayılma direncini artırır. Bunlar ayıklanmalıdır. Şerit ve çubuk topraklayıcıların yayılma direnci daha çok kendi uzunluklarına, daha az olarak da kesitlerine bağlıdır.

**Derin (çubuk) topraklayıcı:** Boru ya da profil çelikten yapılan ve toprağa çakılarak kullanılan topraklayıcılardır. Çubuk topraklayıcılar yere olabildiğince dik olarak çakılmalıdır. İstenen küçük yayılma direncinin sağlanabilmesi için birden çok çubuk topraklayıcının kullanılması gerekiyorsa bunlar arasındaki açıklık, en az bir topraklayıcı boyunun iki katı olmalıdır. Toprağın üst tabakasının kuruması ve donması gibi nedenlerle paralel bağlı çubuk topraklayıcılar bütün uzunlukları boyunca etkili olmadıklarından, bunlar arasındaki uzaklık bir topraklayıcının etkili boyunun en az iki katı olmalıdır.

**Yüzeysel (şerit) topraklayıcı:** Şerit, yuvarlak iletken ya da örgülü iletkenlerden yapılan ve genellikle derine gömülmeyen topraklayıcılardır. Bunlar, uzunlamasına döşenebileceği gibi yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bunların bazılarının bir arada kullanıldığı biçimde düzenlenebilir. Zemin koşulları elverişli ise şerit topraklayıcılar genel olarak 0,5 ila 1m derinliğe gömülmelidir. Bu arada yayılma direncinin üst zemin tabakasının nemine bağlılığı ve donma olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır.

**Yıldız topraklayıcı:** Yıldız topraklayıcılarda ışınların dağılımı düzgün olmalı ve komşu iki ışın arasındaki açı 60°'den küçük olmamalıdır.

**Daire şeklindeki levha topraklayıcı:** Dolu ya da delikli levhalardan yapılan topraklayıcılardır. Bunlar genel olarak öteki topraklayıcılara göre daha derine gömülür.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Orta gerilim modüler çıkış (trafo koruma) hücresinin giriş, çıkış bağlantılarını yapınız. Aşağıdaki işlem basamaklarını adım adım uygulayarak karşısındaki önerilerden faydalanınız.

| İşlem Basamakları                                             | Öneriler                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ Modüler çıkış hücresinin bağlantı yerlerini tespit ediniz.  | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Temiz ve düzenli olunuz</li><li>➤ Planlı olunuz.</li></ul>                           |
| ➤ Modüler çıkış hücresinin kanal boyu ölçülerini ayarlayınız. | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Eldiven giyiniz.</li><li>➤ Baret takınız.</li><li>➤ Hücre orta gerilim kablo girişleri için kablo bükülme çaplarını gösterir tablolardan faydalanınız.</li><li>➤ Kablo körüklerini takmayı unutmayınız.</li></ul> |
| ➤ Modüler hücresinin kablo başlığını hazırlayınız.            | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kabloyu soyarken kablo soyma aparatını kullanınız.</li><li>➤ Uygun kablo başlığı kullanınız.</li></ul>                                                                                                            |
| ➤ Kablo başlığını baraya bağlayınız.                          | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Baraya bağlarken sıkma işlemini iyi yapınız.</li></ul>                                                                                                                                                            |
| ➤ Kabloların topraklamasını yapınız.                          | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Toprak barasına iyi temas etmesini sağlayınız.</li></ul>                                                                                                                                                          |

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

| Değerlendirme Ölçütleri                                  | Evet | Hayır |
|----------------------------------------------------------|------|-------|
| 1. Modüler çıkış hücresi bağlantı yerlerini seçtiniz mi? |      |       |
| 2. Kablo kanalı özelliğini seçtiniz mi?                  |      |       |
| 3. Kablo başlığını, kablolarla tutturdunuz mu?           |      |       |
| 4. Kabloları hücre alt paneline sabitlediniz mi?         |      |       |
| 5. Kabloları hücre bağlantı barasına bağladınız mı?      |      |       |
| 6. Diğer modüler hücre ile bağlantıyı yaptınız mı?       |      |       |
| 7. Topraklama bağlantısını yaptınız mı?                  |      |       |

## 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. ( ) Orta gerilim kablolarının bükülme yarıçapları kablo kesitine göre değişir.
2. ( ) Kablo kanal derinliği standarttır.
3. ( ) Kablolar hücreye girişinde körük veya kablo kelepçesi takılır.
4. ( ) Giriş kablolarını baralara bağlarken bize en yakın baradan başlanmalıdır.
5. ( ) Çıkış baralarını monte ederken baraların cıvatasını sıkarken deprem ve diğer olayları düşünerek biraz gevşek bırakmalıyız.
6. ( ) Çıkış hücresinin topraklamasını yaparken hücre içi topraklamasına ORTA GERİLİM kablo topraklarını bağlamalıyız.
7. ( ) Çıkış hücresini devreye alırken kapakların açık olmasına dikkat edilmelidir.
8. ( ) Çıkış hücresini devreye alırken toprak ayırıcıları kapalı olmalıdır.
9. ( ) Modüler hücrelerin yapımında esas alınan birinci öncelikte Kuvvetli Akım Yönetmeliği'dir.
10. ( ) Modüler hücrelerin yapımında İç Tesisat Proje Yönetmeliği çok önemlidir.

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

1. ( ) Nominal ana bara akımı isteğe göre 630A veya 1250A olabilir.
2. ( ) Ayırıcılar üç konumlu ve iki kutupludur.
3. ( ) 16 kA'lık bir devre kesicinin elektriksel ömrü ile 35 kA'lık devre kesicinin elektriksel ömrü aynıdır.
4. ( ) Ölçü akım trafoları: Ölçü aletleri ve benzeri cihazlara sistem akımını belirli bir oranda dönüştürerek uygulayan elemanlardır.
5. ( ) Çıkış hücresini devreye alırken toprak ayırıcıları açık olmalıdır.
6. ( ) 36 kV MMMH'lerde kullanılan orta gerilim kabloları tek damarlı kablolar olmalıdır.
7. ( ) Hücresinin monte edileceği kanal genişliği ise şekilde de görüldüğü gibi standart 500 mm olarak alınır.
8. ( ) Çıkış hücresini devreye alırken toprak ayırıcı kapalı ve kiltsiz olmalıdır.
9. ( ) Zemin koşulları elverişli ise, şerit topraklayıcılar genel olarak 0,5 ila 1m derinliğe gömülmelidir.
10. ( ) Topraklama iletkenlerinin mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılık bakımından en küçük kesitleri; Bakır 16 mm<sup>2</sup>, Alüminyum 35 mm<sup>2</sup>, Çelik 50 mm<sup>2</sup> dir.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

|   |   |
|---|---|
| 1 | B |
| 2 | D |
| 3 | A |
| 4 | D |
| 5 | B |
| 6 | C |
| 7 | C |
| 8 | C |
| 9 | B |

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

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

## KAYNAKÇA

- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, EMO Yayını, 2000.
- Elektrik Mühendisleri Odası internet sitesindeki dokümanlar
- TEİAŞ-TEDAŞ internet sitelerindeki dokümanlar