

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

OG MODÜLER GİRİŞ HÜCRELERİ
522EE0136

Ankara, 2012

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. OG MODÜLER GİRİŞ HÜCRELERİ.....	2
1.1. Modüler Hücreler.....	2
1.1.1. Görevi.....	5
1.1.2. Açık Tip Sistem ile Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Karşılaştırılması	5
1.1.3. Üretim Standartları.....	7
1.1.4. Hücre Bölümleri.....	7
1.1.5. Yapısal Özellikleri	11
1.1.6. Kullanım Yerleri	13
1.1.7. Anma Değerleri.....	14
1.1.8. Kilitleme Fonksiyonları	15
1.2. Modüler Giriş Hücreleri.....	15
1.2.1. Görevi.....	15
1.2.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Şemaları.....	15
1.3. Modüler Giriş Hücresinin Yerine Montajı.....	30
1.3.1. Montaj Zemin Özelliği.....	30
1.3.2. Yerleşim Mesafeleri	31
1.3.3. Montaj Yeri Hazırlama	31
1.3.4. Modüler Hücreyi Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar	32
1.3.5. Yerine Montajı Yöntemi	33
1.3.6. Hücreler Arası Montajı Yapma.....	35
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	42
2. OG MODÜLER HÜCRELERİNİN BAĞLANTILARI	42
2.1. Kablolarda İzin Verilen En Küçük Bükülme Yarıçapları.....	42
2.2. Kablo Kanalı'nın Özelliği	43
2.3. Giriş Kablosu Bağlantıları	43
2.3.1. Giriş Kablosu Özelliği.....	44
2.3.2. Kablo Başlığı Hazırlama.....	45
2.3.3. Giriş Kablosu Bağlama İşlem Sırası	46
2.3.4. Giriş Kablosu Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar	47
2.4. Çıkış Bara Bağlantısı	47
2.4.1. İşlem Sırası.....	48
2.5. Giriş Hücresi Topraklama Bağlantısı	48
2.5.1. İşlem Sırası.....	50
2.5.2. Dikkat Edilecek Hususlar.....	51
2.6. Giriş Hücresini Devreye Almak	51
2.6.1. İşlem Sırası.....	51
2.6.2. Dikkat Edilecek Hususlar.....	53
2.7. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	54
2.8. Tedaş Teknik Şartnamesi.....	57
2.9. Topraklamalar Yönetmeliği.....	64
UYGULAMA FAALİYETİ	67

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	69
MODÜL DEĞERLENDİRME	70
CEVAP ANAHTARLARI.....	71
KAYNAKÇA	72

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0136
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Yüksek Gerilim Sistemleri
MODÜLÜN ADI	OG Modüler Giriş Hücreleri
MODÜLÜN TANIMI	Kuvvetli Akım Yönetmeliği, şartnameler, OG modüler giriş hücreleri yapısı ve bu hücrelerin bağlantıları ile ilgili, bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 24
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	OG modüler giriş hücresi montajını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, standartlar ve Kuvvetli Akım, Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak OG modüler giriş hücrelerini seçebilecek ve yerine montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Orta gerilim modüler giriş hücresinin yerine montajını hatasız olarak yapabileceksiniz 2. Orta gerilim modüler giriş hücresinin giriş, çıkış bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik atölyesi, elektrik makineleri laboratuvarı, işletme ortamı Donanım: Projeksiyon, bilgisayar, eğitim seti, OG modüler giriş hücreleri ve montaj araç gereçleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. 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 geliyor değişiyor. Biz teknik elemanlar olarak piyasada tutunmak ve iş yapmak istiyorsak mutlaka teknolojiyi takip etmemiz gerekiyor.

Daha 2000 yılına kadar fabrika, iş yerleri gibi enerji tüketimi yapan yerlerin binasının yanına bir beton bina yapıp içerisine bir trafo, bir ayırıcı, bir kesici koyup fabrika veya işletmesinin enerjisi sağlanıyordu. Fakat enerji kesintilerinde, enerjiyi vermek veya kesmek için uğraşıldığında bazı elektrikçiler canlarından oluyordu. Bizim biraz önce anlattığımız sistemler 2000’li yıllarda metal muhafaza içine alınmış ve her bir kısmı ayrı ayrı bölmelere yerleştirilmiştir. Bu bölümlere hücre denilmiş. Toplam hepsine ise metal mahfazalı modüler hücreler denilmiştir.

Modüler hücreler ne işe yarar ?
Görevleri işlevleri nelerdir?
Hangi bölümlerden oluşur?
Eskisine göre neler değişmiş?

Bu ve bunun benzeri soruları modülümüzde anlamaya çalışacağız.

Dışarıdan bakıldığında alışmadığımız bir sürü sembol, değişik şekiller, değişik terimler isimler hep ürkütücü gelmiştir. Ama hiçte zor ve karmaşık olmadığını göreceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette standartlara, kuvvetli akım yönetmeliğine, şartnamelere uygun ve hatasız olarak, OG giriş hücrelerin yapısal özelliklerini seçebilecek ve OG modüler giriş hücrelerin yerine montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- OG modüler hücre çeşitlerini araştırınız.
- OG modüler hücre montajı yapan firmalara gidiniz. İzin isteyerek hücre montajı yaparken izleyerek ve mümkünse bunları görüntüleyerek sınıf ortamında bu dokümanları arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. OG MODÜLER GİRİŞ HÜCRELERİ

1.1. Modüler Hücreler

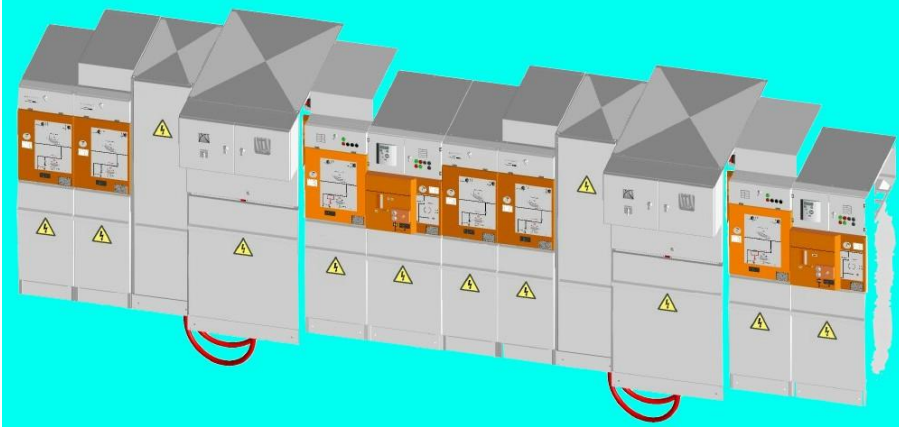
1-36 kV'a kadar olan orta gerilim dağıtım sistemleri için transformatör binalarında, beton ya da saç köşklere kullanılmak üzere dizayn edilmiştir ve bina tipi trafo yüksek gerilim tesislerinde kullanılması zorunludur. Tüm enerji sürekliliği (devamlılığı) ve enerji bulunabilirliği gereksinimlerini karşılayan fabrika yapımı hazır sistemlerdir. Bu sistemler; işletmenin istek ve ihtiyaçlarına göre giriş- ölçü- çıkış olarak üç hücreden oluşur.



Resim 1.1: Çeşitli modüler hücreler

Modüler hücre deyince çok çeşitli firma isimleri ve yaklaşık 20 civarında modüler hücre aklımıza gelir. Burada hepsini incelemeyeceğiz. Piyasada en çok karşılaştığımız hücreleri işlemeye, tanıtmaya çalışacağız. Çünkü yeni bir teknoloji olmasına rağmen çok

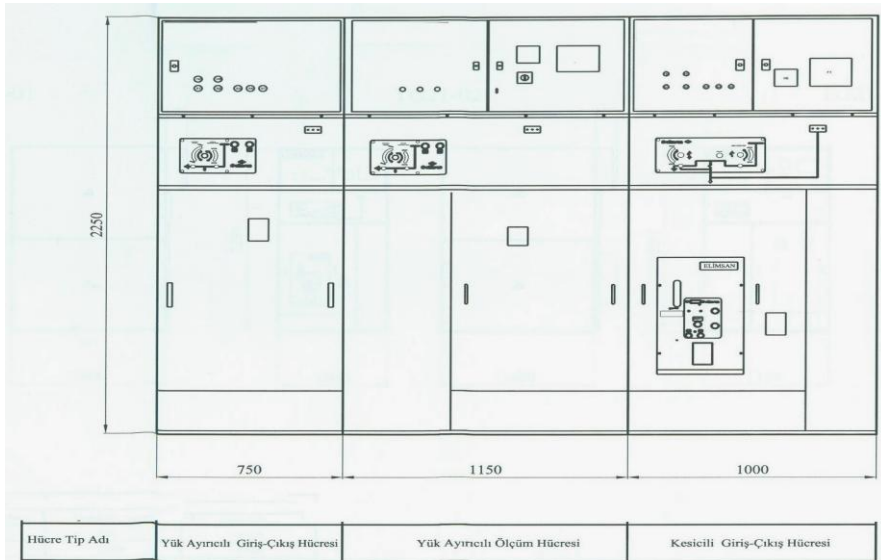
hızlı gelişim göstermektedir. Metal mahfazalı modüler hücrelerin hava yalıtımlısı varken şu an gaz yalıtımlı modüler hücreler üretilmeye başlanmaktadır. Modüler hücreler piyasada dolap tipi, kompakt tip, köşk tip, metal muhafazalı tip olarak yaygınlaştırılmıştır. Bu modülde sadece metal mahfazalı hava yalıtımlı modüler hücreler (dolap tip) işlenecektir.



Resim 1.2: Yan yana getirilmiş modüler hücrelerden görünüş

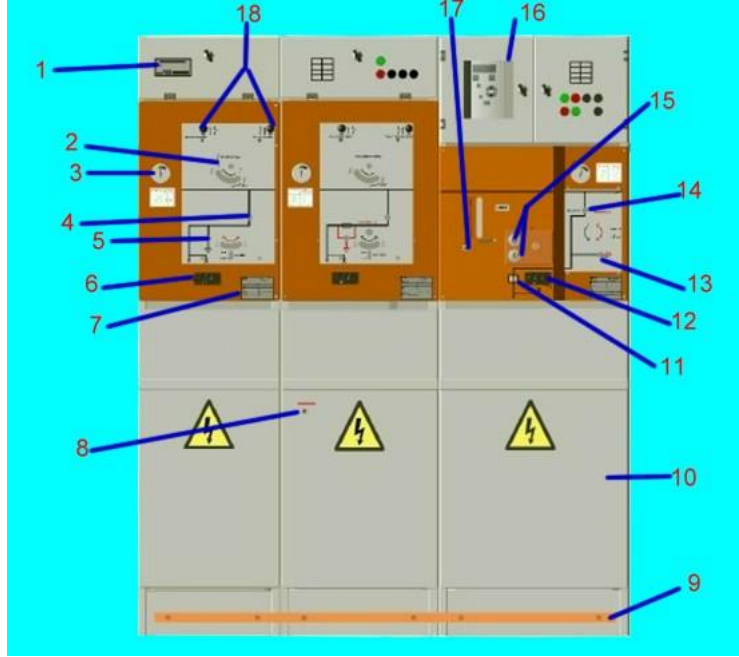
12 kV'dan 36 kV'a uzanan geniş üretim aralığında üretilen metal mahfazalı modüler hücreler, endüstriyel kuruluşların gereksinimlerine cevap verir.

Modüler yapı ve tip çeşitliliği sayesinde istenen konfigürasyonlar kolayca sağlanabilmektedir (Resim 1.2). Sonradan doğacak ihtiyaçlara göre konfigürasyonun değiştirilmesi, hücre ilave edilmesi veya iptali mümkündür. Hücreler, aynı boyutlardaki farklı işlevler yerine getiren hücreler ile değiştirilebilir. Modüler hücreler arasındaki güç bağlantısı, ana baralar üzerinden sağlanır.



Şekil 1.1: Yan yana getirilmiş giriş-ölçü-çıkış modüler hücreleri

Hücrelerde kullanılan SF6 gazı ve polimerik izolasyon malzemeleri sayesinde hücre boyutları küçültülmüştür. Ana bara bağlantılarının esnekliği olması sayesinde, deprem, toprak kayması, zemin oturması gibi modüller arasındaki bağlantıları olumsuz etkileyen faktörlerden zarar görmez ve işletme sürekliliği sağlanmış olur. Ana bara bağlantılarının modüllerin üst tarafında olması sayesinde, herhangi bir modülün aradan sökülerek alınabilmesi için diğer modüllerin sökülmesi gerekmemektedir.



Şekil 1.2: Modüler hücrelerin elemanları

P. nu.	Parça Adı	P. nu.	Parça Adı	P. nu.	Parça Adı
1	Etiket	7	Arıza akım göstergesi	13	Topraklayıcı pozisyonu
2	Yay kuruldu göstergesi	8	Sigorta attı göstergesi	14	Ayırıcı pozisyonu
3	Gaz basınç göstergesi	9	Topraklama barası	15	Kesici kapama/açma butonları
4	Yük ayırıcı pozisyonu	10	Kablo bölümü standart kapağı	16	Koruma rölesi (GE MIHI)
5	Topraklayıcı pozisyonu	11	Vakum kesici pozisyonu	17	Yay kuruldu göstergesi
6	Kapasitif gerilim göstergesi	12	Kapasitif gerilim göstergesi	18	Yük ayırıcı kapama/açma mandalları

Tablo 1.1: Modüler hücrelerde bulunan elemanların isimleri

1.1.1. Görevi

Orta gerilimin kontrolünde ve insan sağlığı açısından daha güvenli olan modüler hücreler kullanım bakımından ve tehlikelere karşı diğer tesislerden daha üstündür. Orta gerilimin kontrollü ve emniyetli bir şekilde kullanımını sağlar. Önceki trafo odaları ve kumanda ünitelerindeki gibi karmaşık ve tehlikeli bir ortam yoktur. Tamamen işletme güvenliği sağlanmıştır ve çalışan operatör sağlığının zarar görmesi engellenmiştir. Bu hücreler enerjiyi dış ortamdan yalıtarak kullanımını daha rahat ve güvenli bir hâle getirmişlerdir. Orta ve yüksek gerilim enerji üretim, iletim ve dağıtımında kullanılan sistem ve cihazların yalıtımları için seçilen gaz malzemelerinin, güvenilir bir çalışma ortamı oluşturması daima aranan bir özelliktir.

Bir şalt merkezinde gerekli tüm fonksiyonel birimler yan yana kolaylıkla tesis edilebilmektedir.



Resim 1.3: Yan yana getirilmiş giriş-ölçü-çıkış modüler hücreleri

1.1.2. Açık Tip Sistem ile Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Karşılaştırılması

Aşağıda tablo hâlinde modüler hücreler ile daha önce kullanılan açık tip sistemlerin belli başlı ölçütlere göre kıyaslaması yapılmaktadır.

Ölçüt	Modüler Hücreler	Açık Tip Sistemler
Kısa devre dayanımı	Belirli bir kısa devre seviyesine dayanacak tarzda dizayn edilir ve tip testleri uygulanır.	Mevcut tesisin kısa devre seviyesine dayanıp dayanamayacağı bilinemez.
Ark yayılımı	Kısa devrelerde oluşan ark bölmeler olduğundan diğer kısımlara yayılmaz.	Sistem açık olduğundan ark her tarafa yayılır. Hem personel hem de işletme açısından tehlikelidir.
Montaj durumu	Tesise montajı son derece kolaydır. İnşaat işçiliği gerektirmez.	Sistem doğrudan kurulacak tesiste imal edildiğinden işçilik fazladır.
Emniyet	Fabrika üretimi olduğundan rutin testleri yapılmış, gerekli emniyet tedbirleri kontrol edilmiştir. Ayrıca basit ve sağlam kilitleme düzenleri ile yanlış manevralar önlenir.	Sahada izolasyon testi yapılmadığı için arıza tespit imkânı yoktur. Gerekli emniyet tedbirleri tam değildir. (Manevralar ve kilitlemeler açısından)
Boyutlar	Oldukça kompakt bir yapıya sahiptir.	Oldukça büyüktür.
İşletmede süreklilik	Özellikle arıza bakım süresi açısından işletme kolaylığı sağlar.	Gerekli emniyet tedbirleri tam olarak sağlanamadığından işletmede güvenlik söz konusu değildir.
Personel güvenliği	Metal bölümler tam topraklanmıştır. Gerilimli noktalara erişmek mümkün değildir. Dâhili ark durumunda arkın yayılması önlenmiştir.	Koruma derecesi olmadığından yanlışlıkla gerilimli noktalara erişilir.
Ekipman güvenliği	Kapalı ve kompakt yapıda olduğundan yalıtkan özelliklerinin bozulması ve kirlenme pek görülmez.	Ortam ile direkt irtibatlı olduğundan yalıtkan özelliğinin bozulması ve kirlenme sıkça görülür.
Ekonomiklik	Fiyat açısından hücre bazında karşılaştırmada daha pahalı görünmesine karşın; boyutlar, inşaat işçiliği, bakım masraf ve süresi göz önüne alındığında daha ekonomik olduğu kesindir.	Bakım periyodu, inşaat, tesis ve bakım işçiliği, kapladığı alan açısından ele alındığında kompakt hücreye nazaran daha pahalı olduğu söylenebilir.

Tablo 1.2: Modüler hücreler ile açık sistemin karşılaştırılması

1.1.3. Üretim Standartları

Metal mahfazalı modüler hücreler ve hücrelerde kullanılacak malzemeler, teçhizatlar, ulusal ve uluslararası standartlara uygun bir şekilde yapılmaktadır. Hangi firma olursa olsun aşağıda verilen standart ve teknik şartnamelere uygun olarak modüler hücre üretir. Boyutları, içinde kullanacağı malzemeler, kablo kesitleri, kablo kanal boyları dahi şartnamede belirtilmiştir. Ayrıca modüler hücrelerde kullanılan ana ve yardımcı devre elemanları aşağıdaki ilgili standartlara da uygun olmalıdır.

IEC 60265 Yüksek Gerilim Anahtarlama Elemanları

IEC 62271-102 Yüksek Gerilim Ayırıcıları ve Topraklama Ayırıcıları

IEC 60694 YG Anahtarlama ve Kumanda Cihazları Standartları Ortak Hükümler

IEC 62271-105 YG Sigorta-Yük Ayırıcısı Tertipleri

IEC 62271-100 Yüksek Gerilim Kesicileri

IEC 282-1 Yüksek Gerilim Sigortaları

IEC 185 Akım Trafoları

IEC 186 Gerilim Trafoları

IEC 265 -Yüksek Gerilim Anahtarlama Elemanları

IEC 129 -Yüksek Gerilim ayırıcıları ve Topraklama Ayırıcıları

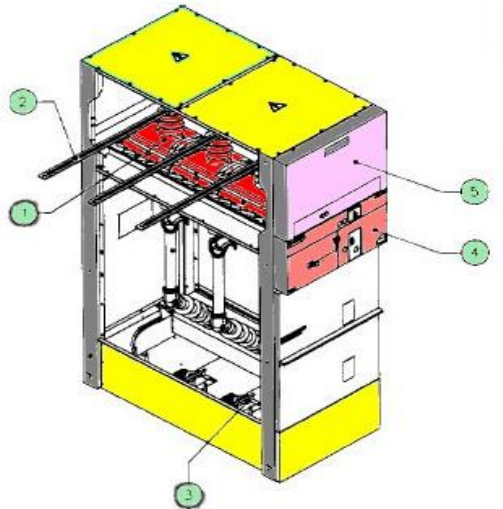
IEC 694 -YG Anahtarlama ve Kumanda Cihazları Standartları

IEC 420 -YG Sigorta - Yük ayırıcısı tertipleri

IEC 298 -Anma gerilimi 1kV'tan 52kV'a kadar olan metal mahfazalı anahtarlama ve kumanda tesisleri

1.1.4. Hücre Bölümleri

Metal mahfazalı modüler hücreler 5 ana bölümden oluşur. Bölmeler birbirinden metal gövde ile ayrılmıştır;



Şekil 1.3: Modüler hücreleri bölümleri

Anahtarlama bölümü
Bara bölümü
Kablo bağlantı bölümü
İşletme mekanizma bölümü
AG pano bölümü

➤ **Kablo bağlantı bölümü**

Orta gerilim kablolarının girdiği bölmedir. Kablo bağlantı odası hücrenin arka alt kısmındadır. Şebeke kabloları topraklama ayırıcısının altında bulunan bağlantı terminaline bağlanır. Bu bölüme 300 mm² ye kadar kablolar kolaylıkla bağlanır.

Kabloların hücrede dik durabilmesi için kablo girişlerinde rakor ve kelepçeler bulunmaktadır. Bu bölüme erişmek için kablo bağlantı bölümüne erişim, bölümde enerjinin kesilmesi ve topraklama ayırıcısının kapatılması ile mümkündür. Bu sayede yüksek işletme güvenliği sağlanmaktadır. Kablo bağlantı bölümünde ayrıca hücrenin özelliklerine göre kesici, gerilim transformatörleri, topraklama ayırıcısı, sigortalar, kapasitif gerilim bölücüler ya da parafudrlar, troid tipi akım trafoları, sabit kontaklar gibi malzemeler bulunur.

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

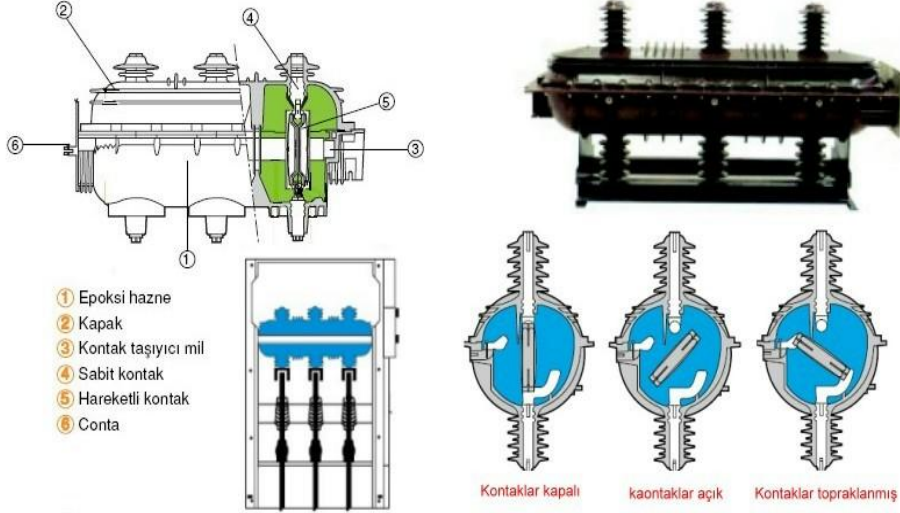


Resim 1.4: Kablo bölümü

➤ **Anahtarlama bölümü**

Bu bölümde anahtarlama elemanı olarak hücre tipine göre devre kesicisi ve/veya topraklama ayırıcısı bulunur. Kesici odasında SF6 kesici, vakum kesici, ayırıcı, sigorta, vakum kontaktör, ayırma baraları ve gerilim trafoları araba üzerine monte edilebilir.

Sigorta+yük ayırıcısı birleşğinde OG sigortalar ve vurucu pim iletim mekanizması bulunur. Yük ayırıcısı veya ayırıcı çelik gövde içinde ve bara bölümünden ve kablo bağlantı bölümünden sac bölme ile tamamen ayrılmıştır.

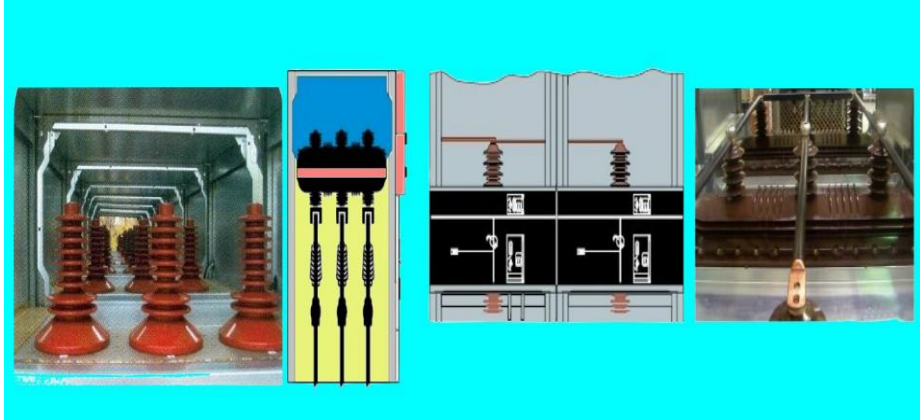


Şekil 1.4: Anahtarlama elemanı ve anahtarlama bölümü

➤ Bara bölümü

Metal mahfazalı modüler hücreler yan yana tesis edildiklerinde hücreler arası bara bağlantısı uygun kesitlerde 3 adet bara ile yapılmaktadır. Bara bölümüne erişim; hücrenin üst kısmında hücre anma değerlerine uygun kesitte ve ayırıcı veya yük ayırıcısına üstten bağlantı yapılacak şekilde yapılmaktadır. Baralara üzerinde tehlike uyarısı bulunan sac kapak kaldırılarak ulaşılmaktadır. Hücreler tesis edildiklerinde tek bir bara bölümü oluşmakta ve en sağ ve en soldaki hücrelerin bara bölümü yan sacları ile kapatılmaktadır. Bara sisteminde kaburgalı mesnet izolatörleri ve kenarları kavisli bakır lamalar kullanılmaktadır.

Baralar elektrolitik bakırdan hazırlanmıştır.

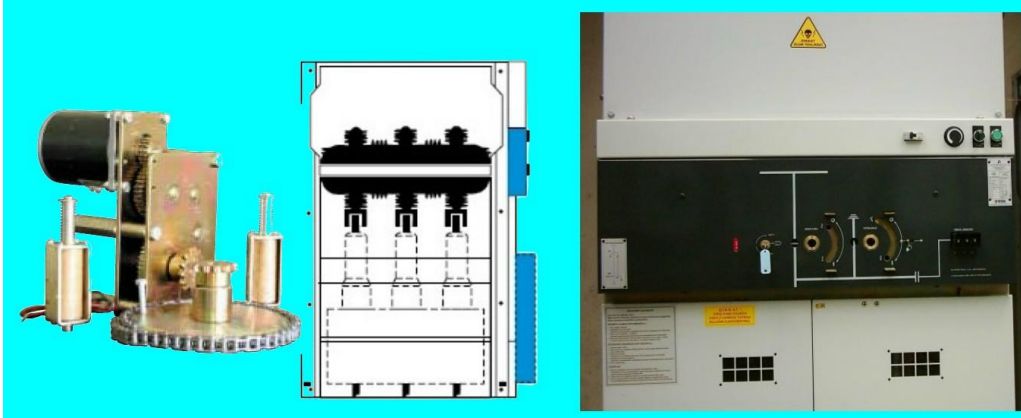


Şekil 1.5: Bara bölümü

➤ İşletme mekanizması bölümü

Bu bölümde yük ayırıcısı, ayırıcı, kesici ve topraklama ayırıcılarının tahrik mekanizma elemanları bulunur. Yük ayırıcısı, ayırıcı ve topraklama ayırıcısının mekanizmalarına bölüm ön kapağı sökülerek hücreler (kablo ve baralar) enerjili iken erişilebilir. Diğer mekanizmalarda yardımcı kontak ilave/tesis edilebilir. Bu bölümde asma kilit düzeneği bulunmaktadır.

Hücrelerde kumanda mekanizması hücre tipine göre şartnameye uygun çalışma koşullarını sağlayacak niteliktedir. Kumanda mekanizmaları hücrenin ön yüzünde ve diğer bölümlerden ayrılmış ve topraklanmıştır. Kumanda mekanizması ile hücredeki ayırıcı/yük ayırıcısı ile topraklama ayırıcısının konumları değiştirilmektedir. Ayırıcının ve toprak ayırıcısının mekanizmasına kontak açık-kapalı bilgilerini verecek yardımcı kontaklar ilave edilebilmektedir. Yük ayırıcısının mekanizması motor tahrikli olabilmektedir. Yük ayırıcılarına ilave edilen açma kapama bobini ile uzaktan açma kapama yapma olanağı sağlanmaktadır.



Şekil 1.6: İşletme mekanizması bölümü

➤ AG pano bölümü



Şekil 1.5: AG pano bölümü

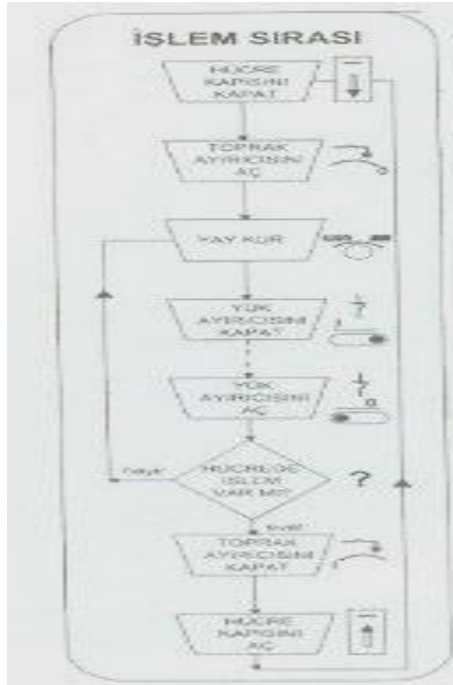
Şalt dolabının ön üst bölümünde orta gerilim odasından metal bölmelerle ayrılmış olup ayrı bir kapağı vardır. Tüm kumanda, koruma, ölçü, alçak gerilim cihazları ve klemens dizisi bu bölümde bulunur. Kesici arabası ile bağlantısı Flexibel kablo ile fiş priz üzerinden sağlanır. Hücre enerjili (baralar ve kablo) iken AG panoda işlem yapılabilir.

1.1.5. Yapısal Özellikleri

- **Genel:** Metal mahfazalı modüler hücreler dolap tipi, kompakt tip, köşk tip olarak tasarlanır. Bunların da hava izoleli ve gaz izoleli olan tipleri bulunur. Şu an piyasada en yaygın olarak kullanılan hava izoleli dolap tipi modüler hücrelerdir.
- **Koruma derecesi:** Modüler hücrelerin koruma derecesi standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Koruma sınıflarına göre yani IP değerlerine göre sızdırmazlık, suya karşı korumalı vb.
- **Hücre gövdesi:** 2 mm galvanizli sac kullanılarak üretilmiştir. Dış yüzeyler elektrostatik toz boya ile boyanmıştır. Gövde ve taşıyıcı parçalar, çelik cıvatalar ve perçinler ile sağlam bir şekilde birleştirilir. İç ark arızası bölümlendirmelerle sınırlandırılmıştır. Arıza durumunda meydana gelebilecek iç arkta etkilenmemesi için her bölümde ayrı ayrı deşarj klapeleri mevcuttur. Metal bölmeler, kablo bağlantı odası, kesici odası, bara odası ve AG bölmesi olmak üzere dört bölümden oluşur. Bölme araları metal kaplamalarla birbirinden ayrılmıştır.
- **Topraklama sistemi:** Metal mahfazalı 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.

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.

- **İç aydınlatma:** Metal mahfazalı modüler hücrelerde standart donanım olarak AC ve DC hücre içi aydınlatma tesisatı bulunur. Kullanılan yerdeki yardımcı sistem gerilimine uygun olarak hazırlanan DC aydınlatma buton ile kullanılmaktadır.
- **Lokal uzaktan kumanda:** Modüler hücrelerden yük ayırıcılı modüler hücreler yay kurulduktan sonra elle, AG panosunda bulunan butonlar ile veya hücre grupları ile verilen ve ucunda açma kapama butonu bulunan 5m uzunluğundaki kabloyla AG panodaki soket kullanılarak açılabilir veya kapatılabilir.
- **Mimik diyagram:** Metal mahfazalı modüler hücrelerin kumanda mekanizmasının bulunduğu ön panelde kolayca anlaşılabilen basit bir mimik diyagram mevcuttur. Bu sayede hücrenin ana devre elemanlarının konumu güvenle tespit edilebilir. Bunun yanında işlem sırası görsel olarak mimik panel üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 1.7: Mimik diyagram

- **Sökülebilir ve sabit kapaklar:** Metal mahfazalı modüler hücrelerde ana devre elemanlarına gerekli topraklamaları yaptıktan sonra hücre önünde bulunan sökülebilir ve sabit kapaklar kullanılarak erişilebilir. Sökülebilir kapakları açmak için özel alet ve donanım gerekmez. Ancak sabit kapaklar alet kullanılarak açılır. Kapaklar üzerinde tehlike işareti ve yazısı bulunur.

Üst ve alt kapak bölümü 2 mm kalınlıkta elektrostatik toz boyalı sacdan yapılmıştır. Mekanizma kapağında tüm anahtarlama elemanlarının pozisyon bilgilerini gösteren mimik diyagram mevcuttur.

Mekanizma kapağı civatalıdır, sökülebilir. Üst kapak AG ekipmanlarına aittir. Altta kablo bölümü kapağı vardır, çıkarılabilir.

Tüm kablo kapakları çıkarılabilir. Her hücre diğer bölümlerden izole edilmiş ayrı bir kablo bölümüne sahiptir.



Resim 1.5: Pano sacı üretimi

- **Korozyona karşı önlemler:** Metal mahfazalı modüler hücre gövdesi ve kapakları galvanizli sacdan üretilir. Hücrede kullanılan demirden parçalar galvanizlenir. Boyama gereken parçalar elektrostatik epoxy toz boya ile boyanır. Ayrıca her hücre içerisine korozyonu önlemek için ısıtıcı konulmuştur.
- **İç ark dayanımı:** Metal mahfazalı modüler hücreler, hücrede herhangi bir bölümde meydana gelebilecek iç ark arızası sırasında ortaya çıkan termik ve dinamik kuvvetlere dayanabilecek yapıda tasarlanır. İç ark arızası anında meydana gelen basınç yükselmesi ile hücrenin arka kapakları açılarak içeride sıkışan sıcak gaz kablo kanalına yönlendirilir. Bu şekilde hücre önünde bulunan operatörün emniyeti de güvence altına alınır. Tüm devre elemanları fabrikada monte edilip gerekli testleri yapılmaktadır.

1.1.6. Kullanım Yerleri

Modüler hücreler şehir şebekeleri OG/AG dağıtım merkezlerinin OG bölümünde ve OG tüketici veya dağıtım merkezlerinde 36 kV'a kadar kullanılır. Modüler hücreler tesis ve işletme özelliklerinin yanı sıra can güvenliği ile ilgili standartlara da uygundur.

- Enerji üretim tesisleri
- Çimento endüstrisi
- Otomotiv endüstrisi
- Demir-çelik işletmeleri
- Tekstil, kâğıt ve gıda endüstrisi
- Kimya endüstrisi
- Petrol endüstrisi
- Boru hatları
- Deniz-göl platformları
- Elektrokimya tesisleri

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

1.1.7. Anma Değerleri

Metal mahfazalı modüler hücreler için aşağıda verilen değerler -5°C ve +40 °C arasında ve 1000 m yükseklik seviyesi için geçerlidir. Farklı uygulama koşullarında farklı değerler karşımıza çıkar.

Anma frekansı	50 Hz
Anma normal bara akımı	630 A, 1250 A
Sıcaklık artışı	-5 / +40 °C
Anma kısa süreli (1 s) dayanım akımı	16 kA-etken
Anma kısa devre süresi	1 saniye
Anma tepe dayanım akımı	40 kA-tepe

İç ark dayanımı 16 kA-etken, 1 saniye

Anma gerilimleri ve anma yalıtım düzeyleri

• Anma gerilimleri (kV)	7.2	7.2	17.5	36
• Normal işletme gerilimleri (kV)	6.3	10.5	15.8	33

Yıldırım darbe dayanım gerilimleri

• Toprağa göre ve fazlar arası (kV-tepe)	60	75	95	170
• Ayırma uzaklığında (kV-tepe)	70	85	110	195

1 dakika süreli şebeke frekanslı dayanım gerilimi

• Toprağa göre ve fazlar arası (kV-etken)	20	28	38	70
• Ayırma uzaklığında (kV-etken)	23	32	45	80
▪ Yardımcı donanım için şebeke frekanslı dayanım gerilimi (kV-etken)	2			

Yardımcı servis besleme gerilimleri

• AC (50 Hz)	220/380 V, ± %10
• DC (malzeme listesine göre)	24 V, 48 V, 110 V

Tablo 1.3: Modüler hücrelerin anma değerleri

1.1.8. Kilitleme Fonksiyonları

Modüler hücrelerin kullanıldığı şartlara ve birbirleri ile olan irtibatlarına bağlı olarak istenilen anahtarlama özelliklerini sağlamak üzere mekanik, elektrik ve elektromekanik kilitlemeler kullanılır.

Hücreler, güvenli bir işletme sağlamak ve hatalı manevraları önlemek amacıyla ilgili standart ve şartnamede istenilen mekanik kilitleme sistemleri ile donatılmıştır. Modüler hücrelerin kullanılmasında istenilmeyen durumların yaşanmaması için her türlü önlem alınması gerekir. Modüler hücrelerde alınan önlemler aşağıda sıralanmıştır. İlgili standartlara göre kilitlemeler genel olarak:

Yük ayırıcısı veya ayırıcı ve topraklama ayırıcısı arasında; ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısı kapatılamaz, ayrıca toprak ayırıcısı kapalı iken ayırıcı kapanamaz. Toprak ayırıcısı ancak yük ayırıcısı açık iken kapatılabilir. Yük ayırıcısı sadece hücre kapısı kapalı iken ve toprak ayırıcısı açık iken kapatılabilir.

Kesicili hücrelerde ayırıcı ve kesici arasında kilitleme fonksiyonu bulunur.

Topraklama ayırıcısı ve kablo bölmesi kapısı arasındadır. Hücre kapısı ancak toprak ayırıcısı kapalı iken açılabilir. Hücre kapısı açıkken toprak ayırıcısı kapatılamaz.

Yük ayırıcısı ve sigorta arasında kilitleme fonksiyonu bulunur.

Tüm mekanizmalarda asma kilit kullanılabilmektedir. Şimdi ise nerede hangi tip kilitleme kullanılmış onu inceleyelim.

- **Mekanik kilitler:** Yük ayırıcıları- topraklama ayırıcıları arasında, ayırıcı – topraklama ayırıcıları arasında, kesici- ayırıcı arasında, topraklama ayırıcıları- kapak arasında kullanılır.
- **Elektrikli kilitler:** Motor devresinde başlatma durdurma sınır anahtarları ve hücreler arasında hareket sonu şalterin kontakları ile sağlanır. Örneğin kesicili hücre ile ayırıcılı hücre arasında kesici açmadan ayırıcının açmaması için kullanılır.
- **Elektromekanik kilitler:** Hücreler arasında, örneğin ayırıcılı giriş ile kesicili çıkış hücreleri arasında, kesici açmadan ayırıcının açmaması için kullanılır.

1.2. Modüler Giriş Hücreleri

1.2.1. Görevi

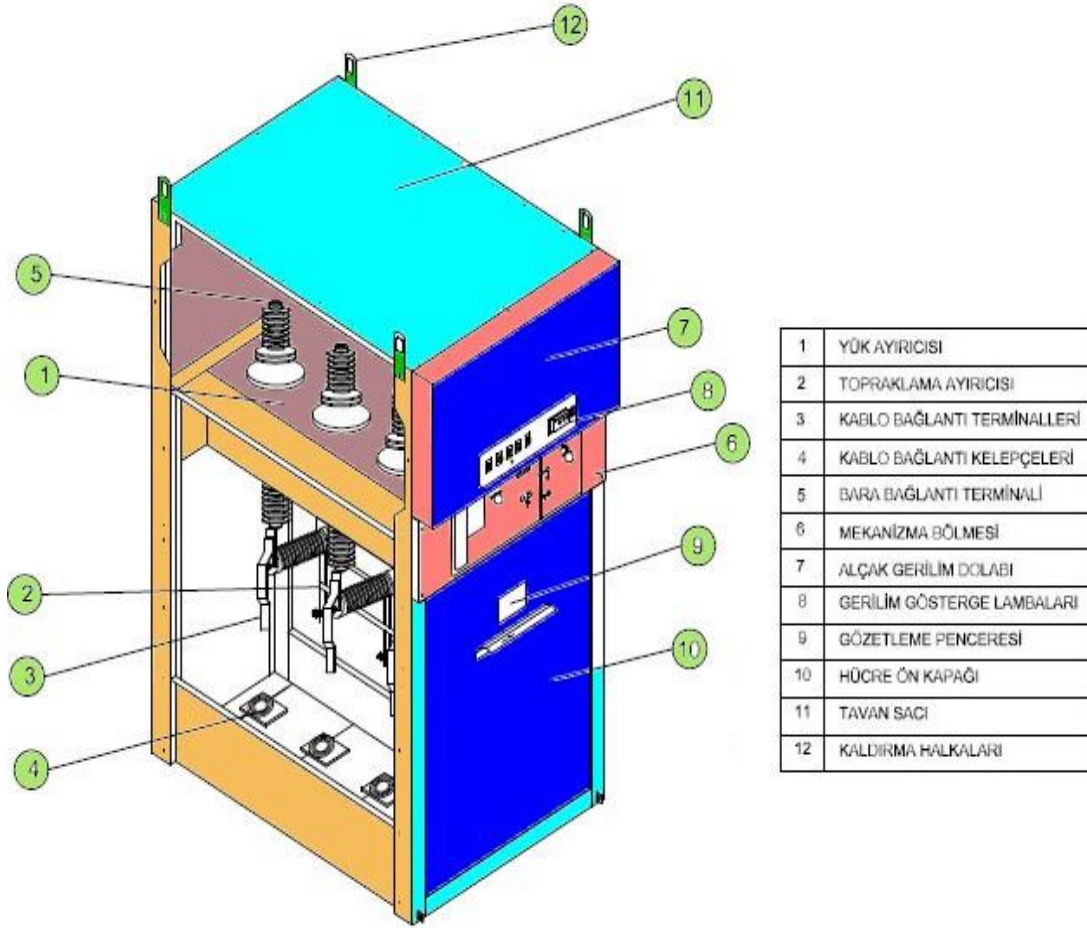
Enerjinin trafo çıkışından giriş hücresine gelir. Trafodan çıkan sekonder gerilimini kontrol altına almak ve kumanda etmek için kullanılır.

1.2.2. Çeşitleri ve Yapıları, Bağlantı Şemaları

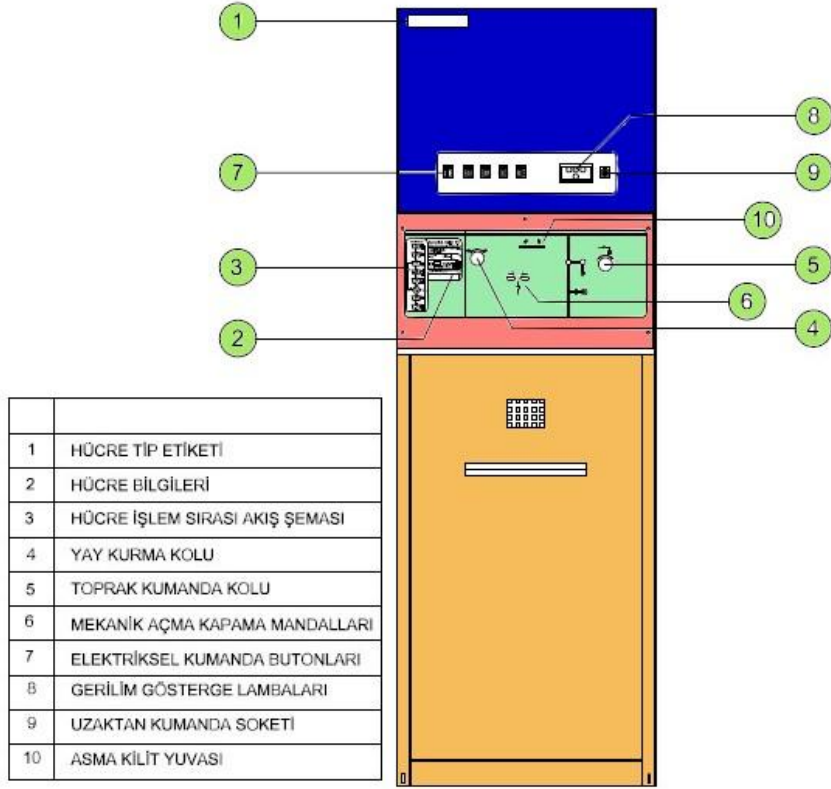
Gerek sekonder dağıtım şebekelerinde gerekse endüstriyel tesislerde sık kullanılan hücre tipleri aşağıda verilmiştir.

Yük Ayırıcılı Giriş / Çıkış
Sigorta+Yük Ayırıcılı Bileşiği
Kesicili Giriş / Çıkış Hücresi
Ayırıcılı Giriş / Çıkış Hücresi

Tablo 1.2: Metal mahfazalı modüler giriş hücre çeşitleri

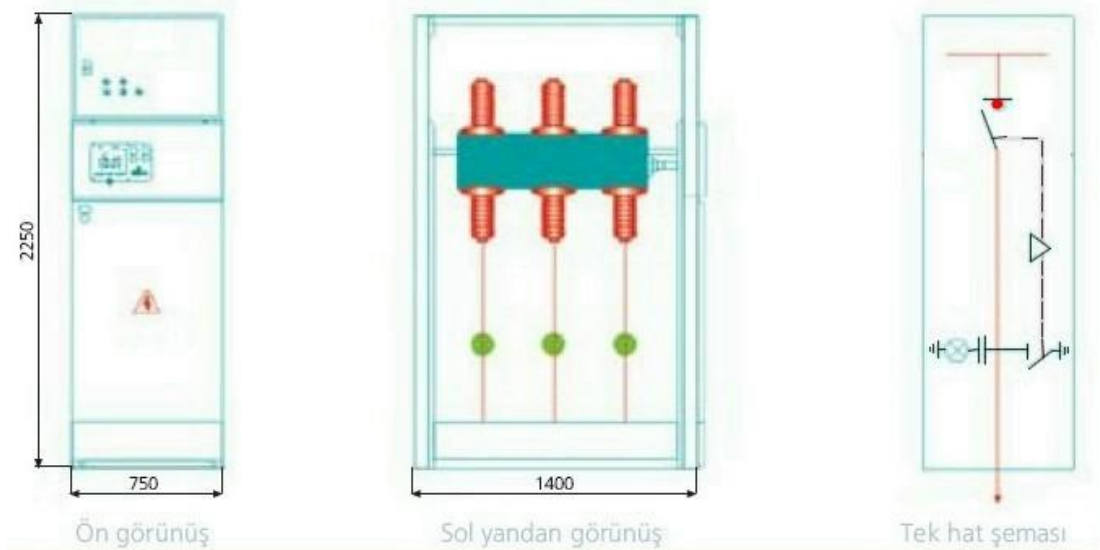


Şekil 1.8: Yük ayırıcılı giriş hücresinin yandan görünüşü



Şekil 1.9: Yük ayırıcılı giriş hücresinin önden görünüşü

1.2.2.1. Yük Ayırıcılı Giriş Hücresi



Şekil 1.10: Yük ayırıcılı giriş hücresinin görünüş ve tek hat şeması

Görüldüğü gibi baradan yük ayırıcısı ile enerji alınmakta ve diğer hücrelere gönderilmektedir. Burada yük ayırıcısı ile toprak ayırıcı arasında bir mekanik kilit bulunmaktadır. Kablo üzerinde içerideki gerilim hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamak amacı ile kapasitif gerilim göstergesi konulmuştur. Yine bu mekanizmada tek hat şemasından görüldüğü gibi topraklanmıştır. İsteğe bağlı olarak kablo arıza göstergesi ve akım trafoları, motorlu mekanizma ilave edilebilir. Şimdi hücre içerisinde bulunan elemanları özellikleri ile birlikte ayrıntılı bir biçimde inceleyelim.

➤ **Bara düzeneği**

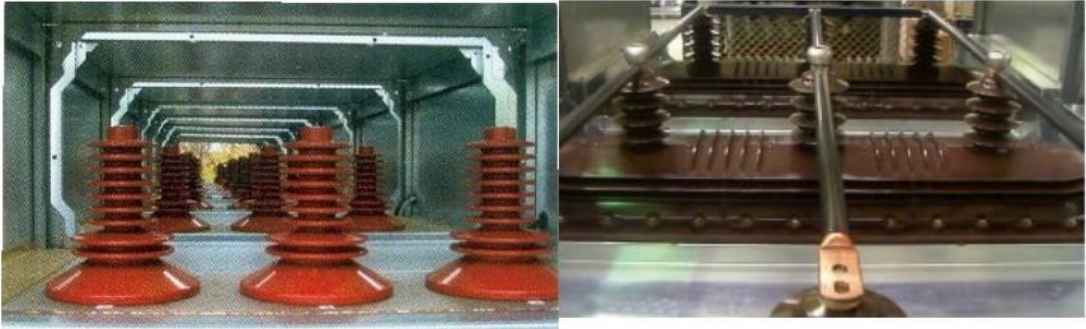
Bütün baralar yatay olarak aynı seviyededir ve ek pano yerleştirilmesine olanak verir. Baralar elektrolitik bakırdan hazırlanmış olup hücrenin üst kısmında hücre anma değerlerine uygun kesitte ve ayırıcı veya yük ayırıcısına üstten bağlantı yapılacak şekilde yapılmaktadır. Baraların üzeri saç kapaklar 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 içerisindeki 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 1.6: Baralar

➤ **SF6 gazlı yük ayırıcısı**

Yük ayırıcıları, yük altındaki devreleri açma ve kapama için kullanılan cihazlardır. Aşırı akımları da ihtiva eden çalışma şartlarında açıp kapama yapan devre elemanıdır. Sistemin açma ve kapama kontrolünü yapmak için tasarlanmıştır. Genellikle ayırma işlemi için kullanılır. Özel ve kamu alanındaki OG dağıtım şebekelerinde çoğunlukla sigortalarla beraber kullanılır.



Resim 1.7: SF6 yük ayırıcıları

Şalt tesisleri tekniğinde özellikle orta gerilim düzeyinde arızasız işletme koşullarında şebeke eleman ve bölümlerini, işletme akımlarını kesiciler yerine daha az yatırım gerektiren şalt cihazları ile açma - kapama gereği duyulmuştur. Yük ayırıcısı ve topraklama anahtarı içi SF6 gazı ile dolu yapı içindedir ve mühürlü basınç sistemine uygundur. Mühürlü basınç yani gaz takviyesine gerek olmayan, gazın bulunduğu yerde 20-25 sene gibi eksilmeden kalabilmesidir.



Şekil 1.11: SF6 yük ayırıcı kontak pozisyonları

Yük ayırıcısının üç şekilde: "kapalı", "açık" ve "topraklanmış" konumları bulunur. Bu sayede doğal kilitleme (Yük ayırıcısı hem kapalı hem de topraklanmış konumda olamaz.) sağlanmış ve yanlış manevralar önlenmiş olur. Kontak hareket hızı özel bir mekanizma ile operatör hareketinden bağımsız kılınmıştır. Bu sistem ile kesme ve ayırma işlevleri bağlanır. SF6 gazı içindeki topraklama anahtarı standartlara uygun olarak kısa devre üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Kazara oluşacak basınçlar güvenlik zarfının açılması ile giderilir ve her durumda gaz, hücrenin arka kısmına doğru kanalize edilir. Böylece hücrenin ön kısmında oluşabilecek tehlikeli durumlar önlenmiş olur.

SF₆ gazlı yük ayırıcısı ark boyunun uzatılarak ark direncinin yükseltilmesi ve yüksek basınçlı taze SF₆ gazının ark üzerine yönlendirilmesi ile ark söndürülmüş olur. Kesme işlemi sırasında oluşan ark zayıflatılarak alternatif akım sıfır noktasından geçerken söner. SF₆ gazının ortama yerleşmesi ile de kontaklar arası elektriksel dayanımı ilk hâlini alır. Anma yük akımında (630 A) 100 kapama- açma, tam kısa devre (40 kA) üzerine ise 5 kapama yapabilmektedir.

Transformatör fiderleri için sigorta ile korumalı kombine mekanik yapı mevcuttur. Herhangi bir faza ait sigortanın atması hâlinde yük ayırıcısı 3 fazın da akımını keserek eksik fazla çalışmanın önüne geçilmiş olur.

Yük ayırıcısı biriktirilmiş enerji ile kumanda yöntemi ile bağımsız açma ve kapama işlemlerini gerçekleştirir. Kapama işlemi kurulan yaydaki enerjinin boşaltılması ile yapılır. Yük ayırıcısı kapatıldığında açma işlemine hazırdır. Yay kurma işlemi elle yapıldığı gibi istendiğinde motor ile de gerçekleştirilir. Kapama veya açma işlemi elle ve mandallar ile veya açma kapama bobinlerinin enerjilenmesi ile uzaktan da yapılabilmektedir.

İşletme mekanizması değişmeden ve hücre enerji altında iken sahada motor takılması mümkündür.



Resim 1.7: SF6 yük ayırıcısı ve mekanizması

➤ 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 ($40 \text{ kA}_{\text{tepe}}$) üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Hızlı kapama yapabilen toprak ayırıcısı bağımsız el kumandası ile çalışır.



Resim 1.8: Çeşitli toprak ayırıcıları

➤ **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.



Resim 1.9: Kapasitif gerilim göstergesi

Anma Frekansı	50 Hz
Gerilim Eşik Değeri	70-90 V
Akım Eşik Değeri	1.62-2.50 microA
Lamba Ömrü	2000 saat

Tablo 1.3: Anma değerleri

➤ **Yük ayırıcı –toprak kilidi**

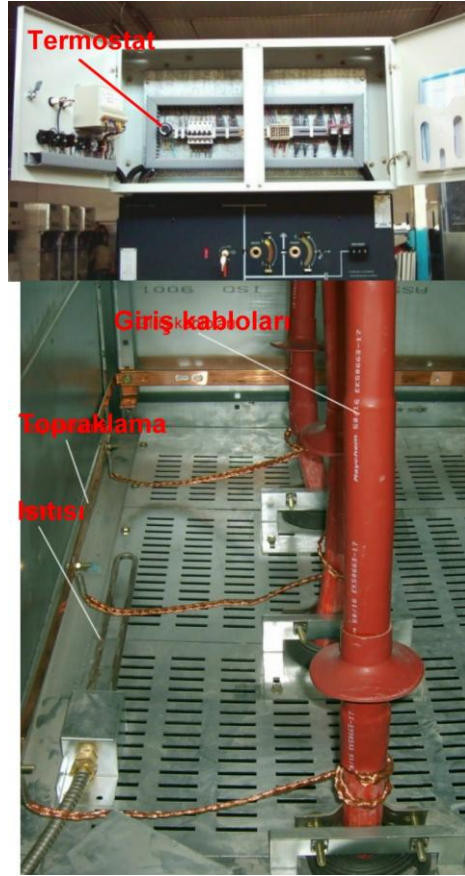
Yük ayırıcısı ve toprak ayırıcısı arasında mekanik kilit bulunmaktadır. Ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısı kapatılamaz, ayrıca toprak ayırıcısı kapalı iken ayırıcı kapanamaz.

➤ **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.

➤ **Termostat kontrollü ısıtıcı**

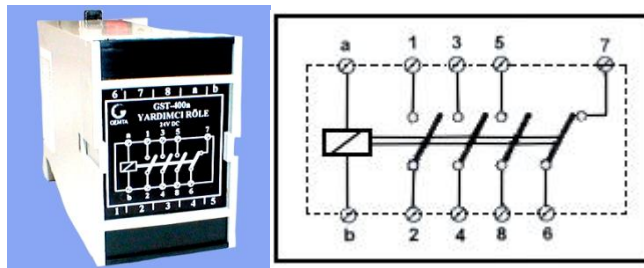
Metal mahfazalı hücreler metalden yapıldığı için korozyona karşı hem iç kısmı hem de dış kısmı korunmalıdır. Gece ve gündüzdeki ısı değişimleri hücrede değişimlere yol açar. Isı değişiminden dolayı hücre içinin ve malzemelerinin zarar görmemesi için yani hücre içi ısıyı sabit tutmak için ısıtıcı konulmuştur.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



Resim 1.9: Isıtıcı ve termostatu

➤ **Yardımcı röle, kontaklar**

Yardımcı röle ve kontaklar hücredeki malzemelerin çalışma ve arıza durumları hakkında bilgi almak, malzemeleri bağlamak için kullanılacak yedek kontaklardır. Yardımcı kontaklar 2NA+2NK (normalde açık (NA), normalde kapalı (NK)), bunlara ek olarak yük ayırıcılarında ve toprak ayırıcılarında 1NA+1NK yardımcı kontak bulunur.



Şekil 1.12: Yardımcı röle 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.

➤ **Arıza gösterge düzeni (isteğe bağlı)**



Resim 1.10: Arıza akım göstergesi

➤ **Arıza akım göstergesi**

Giriş kabloları üzerine geçirilen toroidal akım trafoları üzerinden sinyal alarak kablolarda arıza meydana geldiğinde, arıza akımının hangi fazda oluştuğunu gösterir. İsteğe bağlı olarak kontaklı tip göstergeler ile arıza bilgisi, uzak kumanda merkezlerine taşınabilir. Mikroişlemci yapısı ile arızayı hissederek lokal arıza sinyali verir. Faz ve toprak arızası set değerleri zaman içinde cihaz üzerinde değiştirilebilir.

➤ **Faz göstergesi**

Kapasitif gerilim bölücülü izolatör veya kablo üzerinden sinyal alarak ön panel üzerindeki neon lambalar vasıtasıyla fazlarda gerilim olduğunu gösterir.

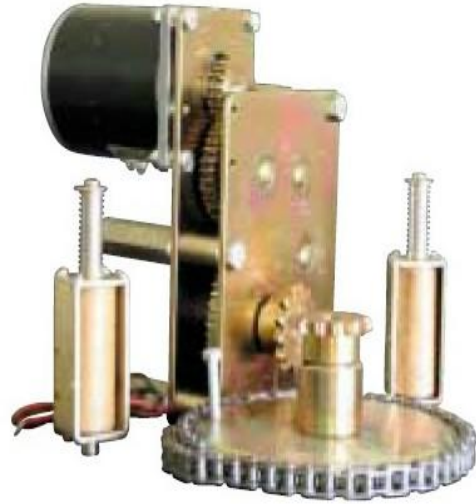
Kapasitif gerilim bölücülü izolatör birinin atması hâlinde yük ayırıcı açar ve transformatör, eksik fazla dengesiz yüklenmeden korunur. Ayrıca, isteğe bağlı olarak transformatörün buchholz rölesi ve kontaklı termometresinden alınacak kontaklar ile açtırma yapabilmek için "açtırma rölesi" takılabilir. İsteğe bağlı olarak fider mekanizmaları motor ile kapamalı ve bobin ile açtırmalı olarak imal edilebilir.



Resim 1.11: Faz göstergesi

➤ **Kurma motoru**

Hücrede mevcut SF6 gazlı yük ayırıcısı, kurulduktan sonra uzaktan kapatılıp açılabilir. Eğer yük ayırıcısı ya da kesici aynı zamanda motor kumandalı ise kurma işlemi uzaktan da yapılabilecektir. Yakından ise yük ayırıcısı ya da kesici açma kapama butonları yardımı ile çalıştırılabilir. Ayırıcı ve toprak ayırıcıları ise ancak yakından kumanda kolu yardımı ile açılır ya da kapatılır.

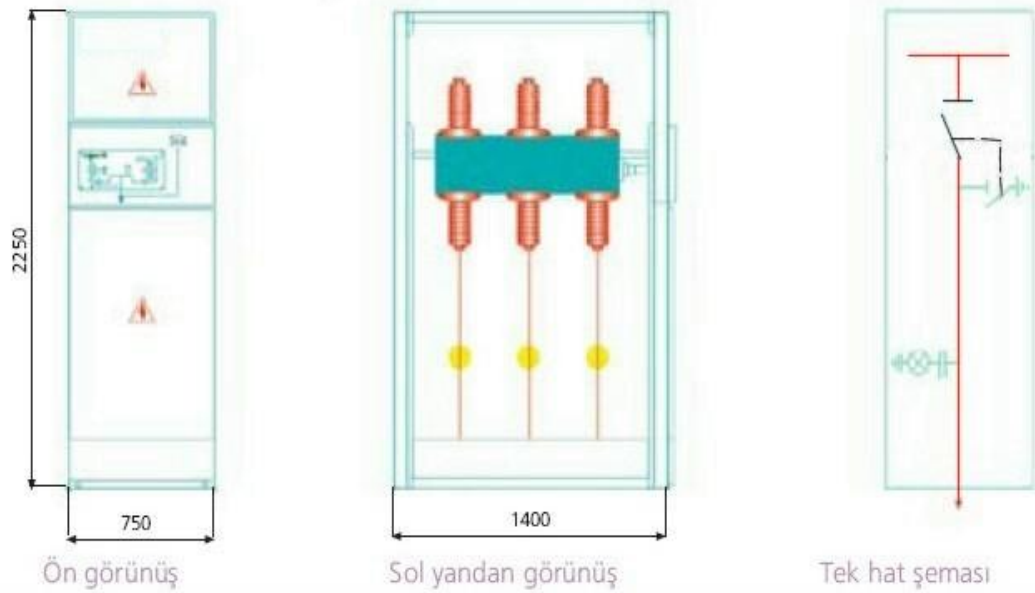


Resim 1.12: Kurma motoru ve yapılışı

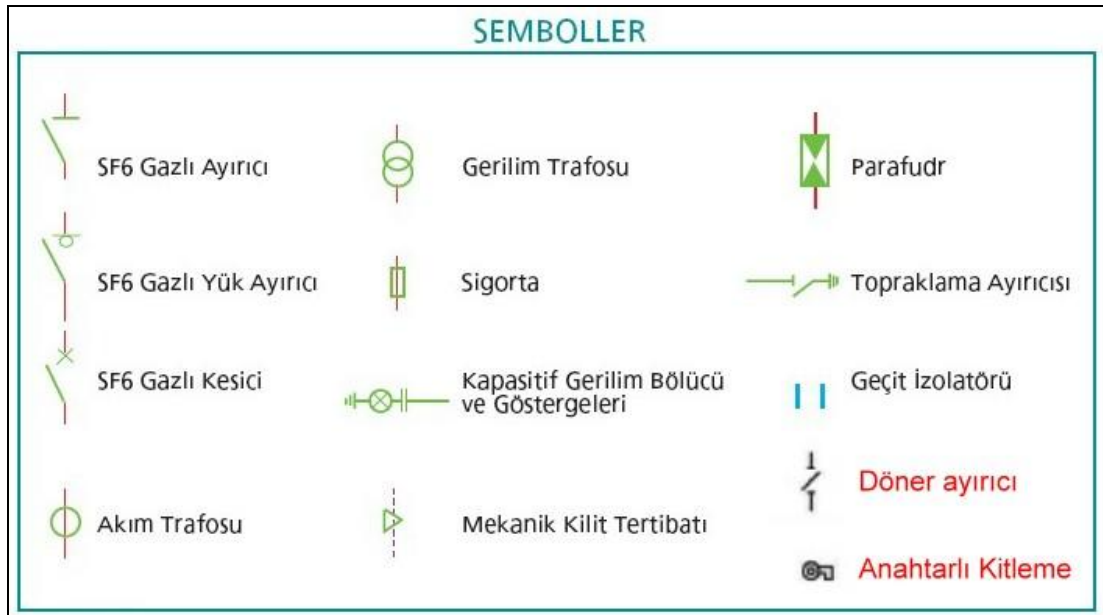
➤ **İç aydınlatma**

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.

1.2.2.2. Ayrıcılı Giriş Hücresi



Şekil 1.13: Ayrıcılı giriş hücresinin görünüş ve tek hat şeması



Şekil 1.14: 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 saç 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 içerisindeki 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.

➤ **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 içinde 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.



Resim 1.13: SF₆ ayırıcılı görünüşü

➤ **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 ($40 \text{ kA}_{\text{tepe}}$) üzerine kapama yeteneğine sahiptir. Hızlı kapama yapabilen toprak ayırıcısı bağımsız el kumandası ile çalışır.

➤ **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 takılıp çıkartılabilir. Bu, her fonksiyonel birimin ön yüzüne yerleştirilir. Her kablonun gerilim durumu ayrı ayrı gösterilebilir.

➤ **Ayırıcı-toprak kilidi**

Yük ayırıcısı ve toprak ayırıcısı arasında mekanik kilit bulunmaktadır. Ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısı kapatılamaz, ayrıca toprak ayırıcısı kapalı iken ayırıcı kapanamaz.

➤ **Yardımcı röle, kontaklar**

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

➤ **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.

- **Arıza gösterge düzeni (isteğe bağlı)**
- **Arıza akım göstergesi**

Giriş kabloları üzerine geçirilen toroidal akım trafoları üzerinden sinyal alarak kablolarda arıza meydana geldiğinde, arıza akımının hangi fazda oluştuğunu gösterir. İsteğe bağlı olarak kontaklı tip göstergeler ile arıza bilgisi, uzak kumanda merkezlerine taşınabilir. Mikroişlemci yapısı ile arızayı hissederek lokal arıza sinyali verir. Faz ve toprak arızası set değerleri zaman içinde cihaz üzerinde değiştirilebilir.

➤ **Faz göstergesi**

Kapasitif gerilim bölücülü izolator veya kablo üzerinden sinyal alarak, ön panel üzerindeki neon lambalar vasıtasıyla fazlarda gerilim olduğunu gösterir.

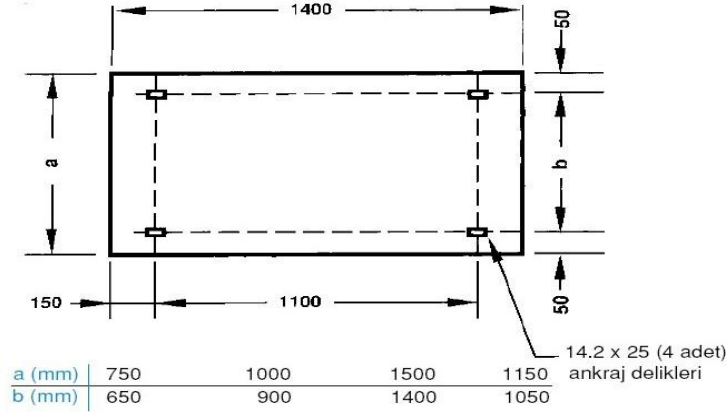
Kapasitif gerilim bölücülü izolator birinin atması hâlinde yük ayırıcı açar ve transformatör, eksik fazla dengesiz yüklenmeden korunur. Ayrıca, isteğe bağlı olarak transformatörün bucholz rölesi ve kontaklı termometresinden alınacak kontaklar ile açtırma yapabilmek için "açtırma rölesi" takılabilir. İsteğe bağlı olarak fider mekanizmaları motor ile kapamalı ve bobin ile açtırmalı olarak imal edilebilir.

➤ **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.

1.3. Modüler Giriş Hücresinin Yerine Montajı

- **Doğrudan zemine montaj:** MMMH'ler bina içerisinde 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.



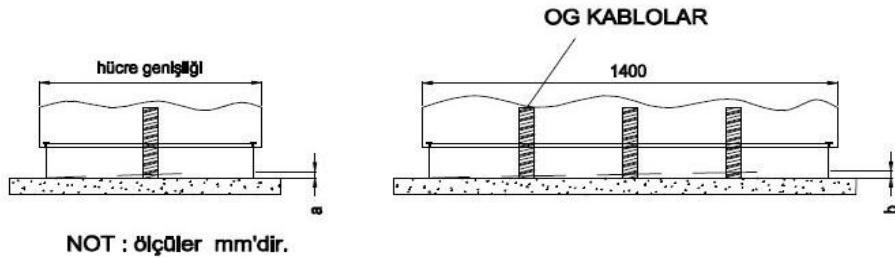
Şekil 1.15: Hücre yerleşim planı

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

1.3.1. Montaj 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 kalmasına yol açabilmektedir.

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

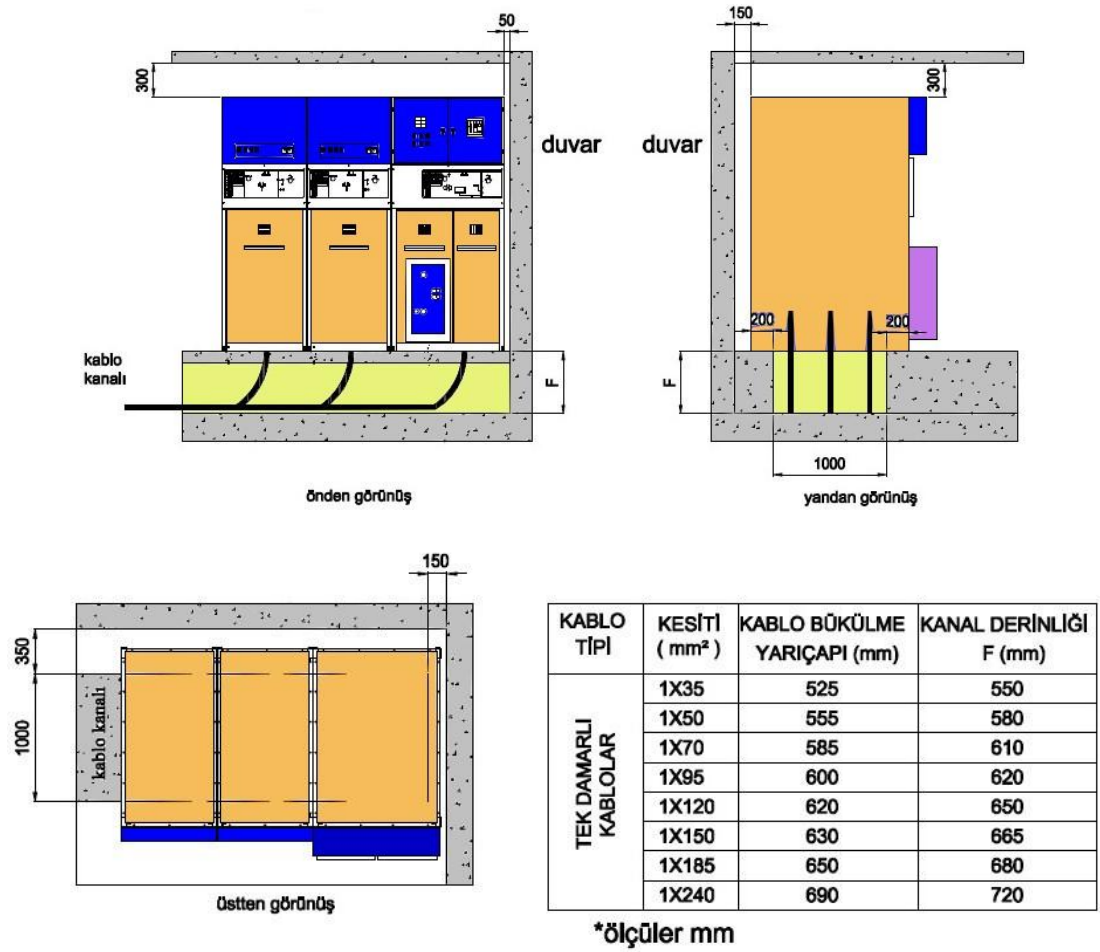


Şekil 1.16: Hücre yerleşim zemin toleransları

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

1.3.2. 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 1.17: Modüler hücre yerleşim mesafeleri

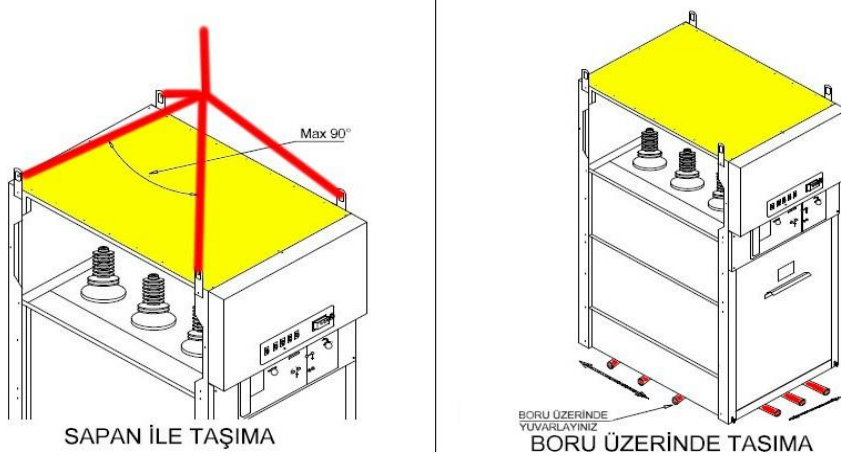
1.3.3. Montaj Yeri Hazırlama

Hücreler, yukarıdaki resme uygun olarak çevrelerindeki duvarlar ile aralarında boşluk bırakılmak suretiyle yerleştirilmelidir. Hücreler 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 olmakla bir titreşimlere karşı zemine sabitlenmelidir. Hücre, beton zeminlere, zemin gönyesine getirildikten sonra çelik dübel ve cıvata kullanılarak sabitlenir.

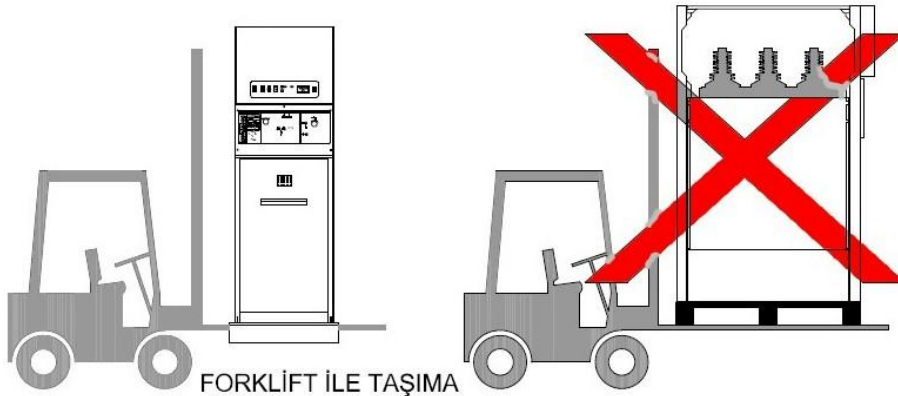
1.3.4. Modüler Hücreyi Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar

Modüler hücreyi montaj yerine taşıırken değişik yöntemler uygulanır. Bunlar sapan ile taşıma, boru üzerinde taşıma ve forklift ile taşımadır. Bu hücrelerin içi 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 1.18: Hücre taşıma şekilleri

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



Şekil 1.19: Hücrenin forklift ile taşınması

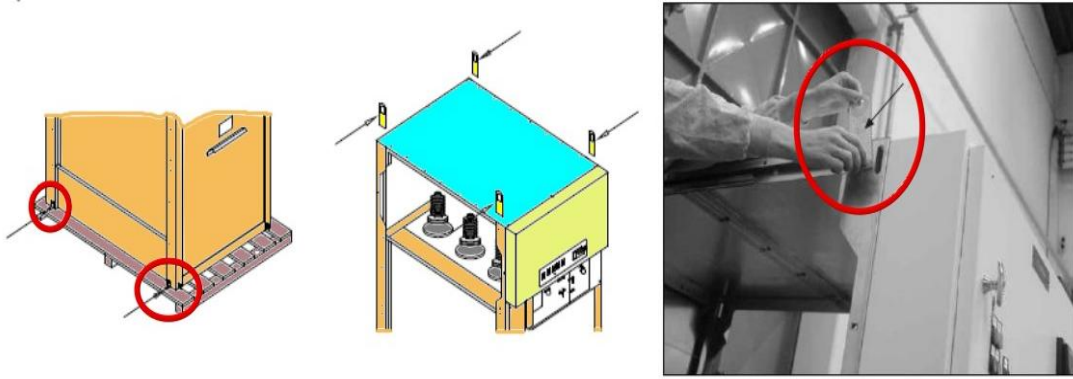
1.3.5. Yerine Montajı Yöntemi

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.

1.3.5.1. Montaj İşlem Sırası

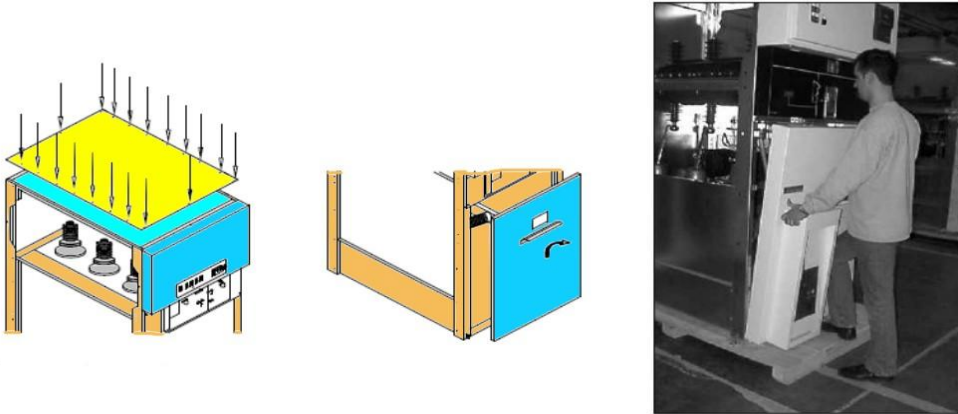
Modüler hücre, montaj yerine forkliftle taşındıktan sonra daha önceden hazırlanmış olan düzeltilmiş beton zemin ve kablo kanalı üzerine sabitlenmelidir. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- Hücreyi palete bağlayan cıvataları çıkarınız ve kaldırma plakalarını sökünüz.



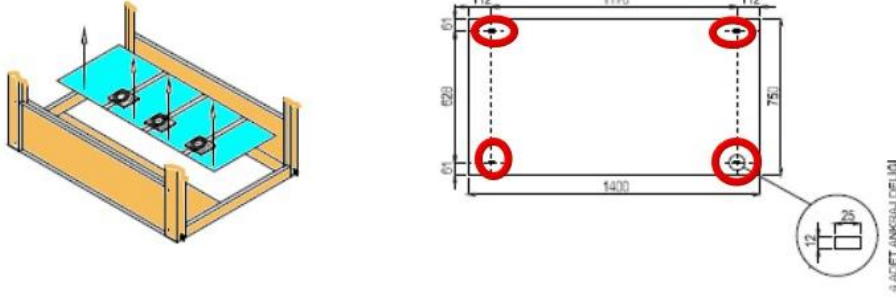
Şekil 1.20: Hücre palet cıvatalarının sökülmesi ve kaldırma plakaları

- Hücre tavan sacını ve ön kapağını çıkarınız.



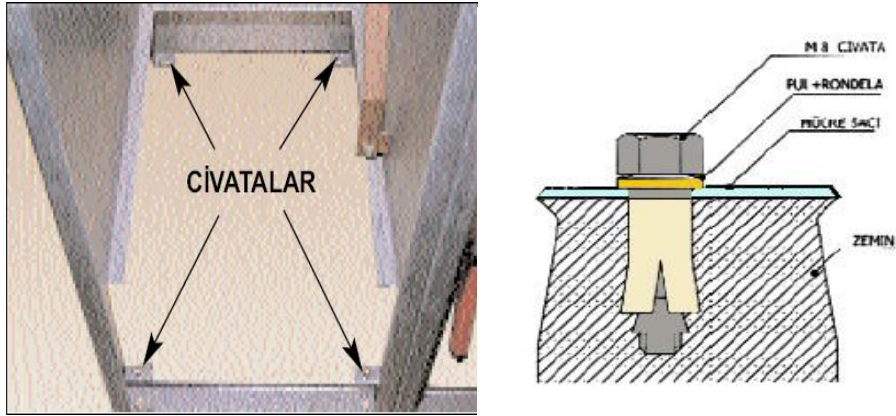
Şekil 1.21: Hücre tavan sacı ve kapağının çıkartılması

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



Şekil 1.22: Hücre taban sacının çıkartılması ve ankraj delikleri

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



Şekil 1.23: Hücrenin uygun bağlantı elemanları ile yere sabitlenmesi

1.3.5.2. 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 kabloların kablo kanalları içinde iletkenlerine ayrılarak hücre içine ayrı iletkenler şeklinde girmesi sağlanmalıdır.

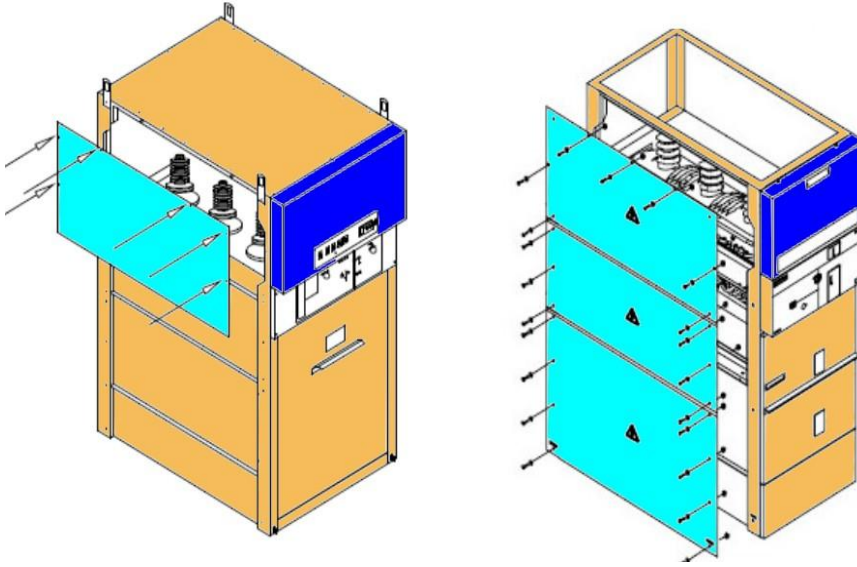
1.3.6. Hücresler Arası Montajı Yapma

Modüler hücrelerde hücreler birbirine monte edilirken baralar yardımı ile birbirine bağlanır. Üstten geçiş bara sistemi ile ürünleri istediğiniz gibi dizebilir, üst üste koyabilir, isterseniz baradan kablo ile çıkış alabilir ya da gaz izoleli hücrenin yanına hava izoleli hücre koyabilirsiniz.

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.

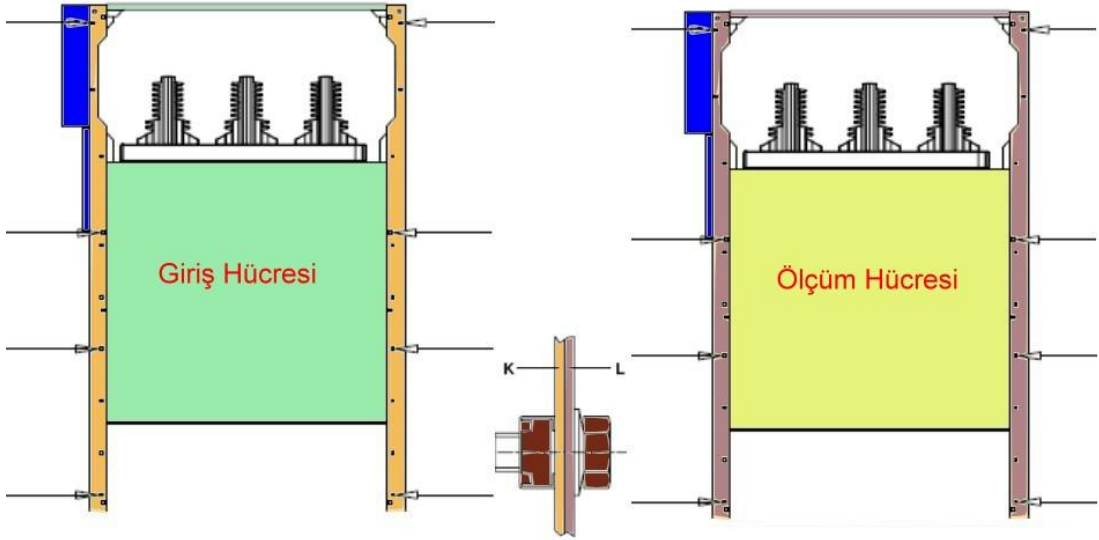
1.3.6.1. Montaj İşlem Sırası

- Firma tarafından fabrikadan sevk edilen dizi sonu hücrelerde bu saclar takılmış olarak gelir.



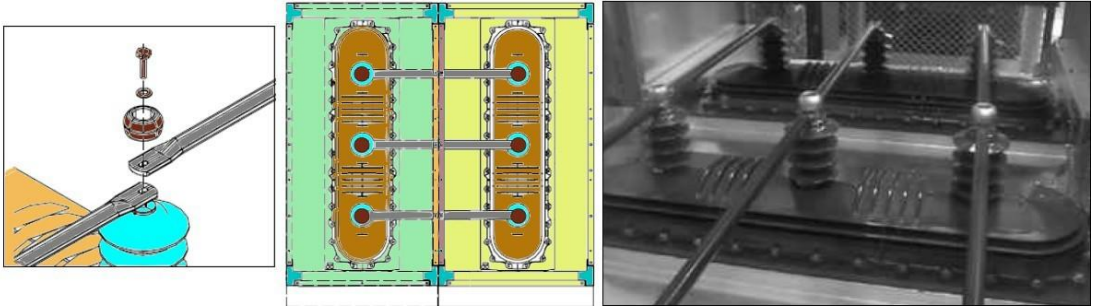
Şekil 1.24: Hücreslerin birbirine montajı için yan sacların takılması

- 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.) .



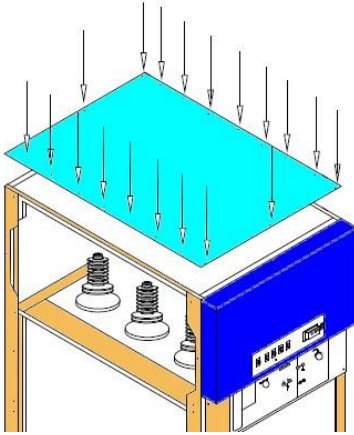
Şekil 1.25: Hücrelerin birbirine montaj deliklerinin konumu

- Daha önce sökülen tavan sacı kısmında hücrelerin ana bara montajı yapılır.
- Birinci sıradaki giriş hücresinin ayırıcı izolatörü ile ikinci sıradaki ölçü hücresi ayırıcı izolatörü arasındaki barayı yerleştiriniz.
- Bara üzerine küreyi yerleştiriniz ve ayırıcı izolatörü bara bağlantı cıvatasını küre içerisinden tork anahtarı ile sıkınız. Bu işlemleri sırası ile üç faz için ayrı ayrı uygulayınız.
- Baraları bağlamak için 3 adet M8x25 ve 3 adet M8 rondelayı firmaca belirtilen tork ile sıkınız.



Şekil 1.26: Hücrelerin baralarının birbirine montajı

- Tavan saclarını yerine takarak ana bara bağlama işlemini bitiriniz (Şekil 1.25).
- Hücrelerin ön alt kısımda bulunan topraklama kuşaklarını verilen flexible iletken bakırı bağlayarak birbirleriyle irtibatlandırınız.



Şekil 1.27: Hücre üst kapağının takılması

1.3.6.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Hücrelerin ana bara bağlantıları yapıldıktan sonra kapaklar 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.
- Hücrede bir araç gereç bırakılmamasına dikkat edilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

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

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Modüler giriş hücresinde kullanılacak elemanları seçiniz. ➤ Modüler giriş hücre çeşitlerini seçiniz. ➤ Modüler giriş hücresinin standart boyutlarını seçiniz.	➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Temiz ve düzenli olunuz. ➤ Planlı olunuz.
➤ Modüler giriş hücresinin montaj yerini standartlara uygun seçiniz. ➤ Modüler giriş hücresinin montaj yerini hazırlayınız.	➤ Eldiven giyiniz. ➤ Baret takınız. ➤ Hücre montaj zemininin düzgün olmasına dikkat ediniz. ➤ Modüler hücrelerin duvarlarla olan açıklık mesafelerini, Yönetmelik'te belirtilen sınırlarda ve üretici firma katalog bilgilerine dayanarak bırakınız. ➤ Montaj yerinin kolay ulaşılabilir, nemsiz ve emniyetli bir yer olmasını sağlayınız. ➤ Hücre OG kablo ve AG kablo girişleri için kablo bükülme paylarını hesap ederek gerekli olan kablo kanalını hazırlayınız. ➤ Beton zemin hazırlandıktan sonra modüler hücrelerin taban sacını zemine monte ederek işleme başlayınız. ➤ Temiz ve düzenli olunuz. ➤ Planlı olunuz. ➤ Sabırlı olunuz.
➤ Modüler giriş hücresinin yerine montajını yapınız.	➤ Modüler hücreyi hazırladığınız beton zemin üzerine, esnetmeden içerisindeki bağlı olan elemanlara zarar vermeden güvenli getiriniz. ➤ Modüler hücrelerin montaj yerine taşıma kurallarına uyunuz. ➤ Montaj işleminde uygun araç, gereç ve bağlantı elemanlarının kullanımına özen gösteriniz.

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 giriş hücresinde kullanılan elemanları seçebildiniz mi?		
2. Modüler giriş hücre çeşitlerini seçebildiniz mi?		
3. Modüler giriş hücresinin standart boyutlarını seçtiniz mi?		
4. Modüler giriş hücresi montaj yerini standartlara uygun seçerek ve hazırladınız mı?		
5. Modüler giriş hücresinin yerine montajını yaptınız mı?		
6. Modüler giriş 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. Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Montajı kolaydır.
B) Taşınması ve depolanması kolaydır.
C) İstenilen büyüklüğe ayarlanabilir.
D) Boyutları oldukça büyüktür.
3. Hangisi modüler hücre bölmelerinden biri değildir?
A) Bara bölmesi
B) Parafudr bölmesi
C) İşletme mekanizması ve kilitlemeler bölmesi
D) Kablo bağlantı bölmesi
4. Hangisi giriş hücresindeki yük ayırıcısının kesme ortamında kullanılan gazdır?
A) CO₂
B) Freon12
C) NO₂
D) SF₆
5. Aşağıdakilerden hangisi ayırıcılı giriş hücresinde yoktur?
A) Topraklama ayırıcısı
B) Kapasitif gerilim göstergesi
C) Açma kapama bobini
D) Termostat kontrollü ısıtıcı
6. Aşağıdakilerden hangisi giriş hücresi tiplerinden değildir?
A) Ayırıcılı giriş hücresi
B) Yük ayırıcılı giriş hücresi
C) Kesicili giriş hücresi
D) Bara bölmeli giriş hücresi
7. Hangisi hücrelerin montaj yerine getirirken kullanılan yöntemlerden değildir?
A) Sürükleyerek taşıma
B) Sapan ile taşıma
C) Boru üzerinde taşıma
D) Forklift ile taşıma

8. Aşağıdakilerden hangisi modüler hücrelerin üretim standartlarından değildir?
- A) IEC
 - B) Tedaş Teknik şartname
 - C) Kuvvetli Akım Yönetmeliği
 - D) ISO
9. Aşağıdakilerden hangisi modüler giriş hücresini için doğrudur?
- A) İşletme sisteminin bilgilerinin alındığı hücredir.
 - B) Orta gerilim kablolarının girdiği hücredir.
 - C) Orta gerilim kablolarının çıktığı hücredir.
 - D) Giriş hücresi montaj yeri diğerlerine göre biraz daha esnek olmalıdır.
10. Modüler hücrelerin içerisinde ısıtıcı kullanma nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Hücre içindeki elemanların sıcaklık ihtiyacını karşılamak
 - B) Hücre içerisindeki SF6 gazının donmasını önlemek
 - C) Hücre içerisindeki korozyonu önlemek
 - D) Ayırıcının açma kapama işini kolaylaştırmak

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 hücrelerin bağlantılarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

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

2. OG MODÜLER HÜCRELERİNİN BAĞLANTILARI

2.1. Kablolarda İzin Verilen En Küçük Bükülme Yarıçapları

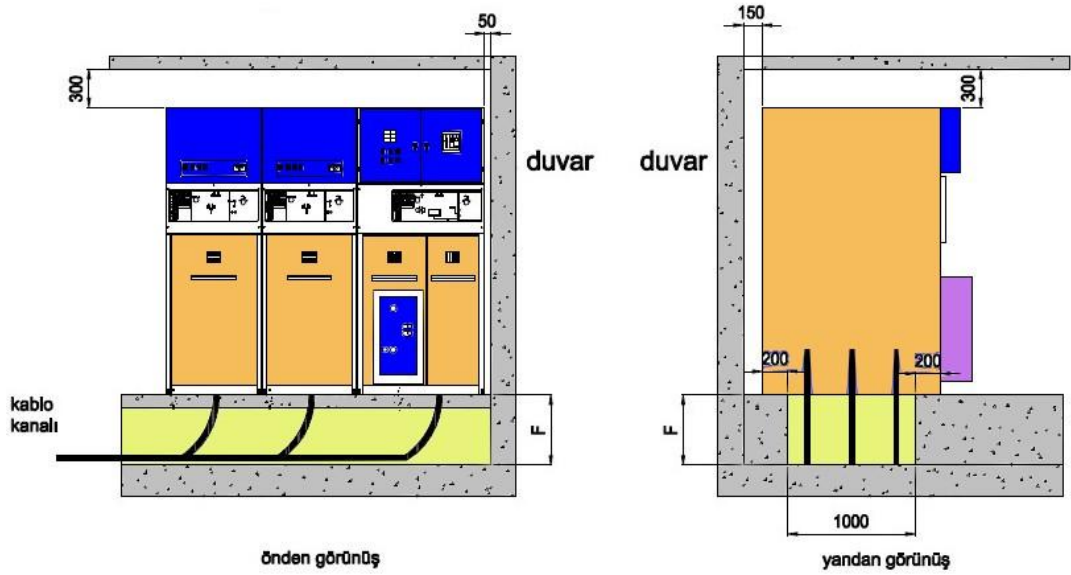
Kanala dönecek OG kabloların bükülme yarıçapları kablo kesitlerine göre Şekil 2.1'de verilmiştir. Burada kablo kesitine uygun olan yarıçap bulunarak ona göre kanal derinliği seçimi yapılır.

KABLO TİPİ	KESİTİ (mm ²)	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 kanal derinliği (F) kullanılacak Şekil 2.1’de gösterilen F derinliği en büyük kablo kesitine göre (Tablo 2.1) belirlenmelidir. Kanal genişliği ise şekilde de görüldüğü gibi standart 1000 mm olarak alınır.



Şekil 2.1: Modüler hücrelerde kullanılan kanal yükseklikleri

2.3. Giriş Kablosu Bağlantıları

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

Tek damarlı OG kabloları tip testleri tamamlanmış 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 sağladığından montaj sırasında kablo rakorlarının mevcut olduğundan emin olunmalıdır.

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

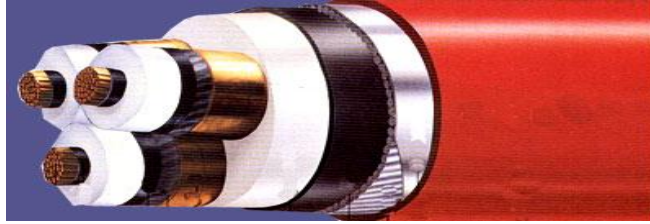
Kablo bağlantı bölümü uygun anma değeriindeki tek veya üç damarlı kabloların güvenli sonlandırılması için uygun ölçülerdedir. Uygun kablo başlıkları kullanılması durumunda fazlar arasında gerekli emniyet mesafeleri elde edilmektedir. Kablo başlıkları bağlantı noktalarına dik olarak bağlanmalıdır.

Bağlantı tamamlandıktan sonra başlıkların dış yüzeyleri topraklanır.



Resim 2.1: Modüler hücrelerde kabloların bağlantıları

2.3.1. Giriş Kablosu Özelliği



Resim 2.2: Modüler hücrelerde 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 kablosu 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.



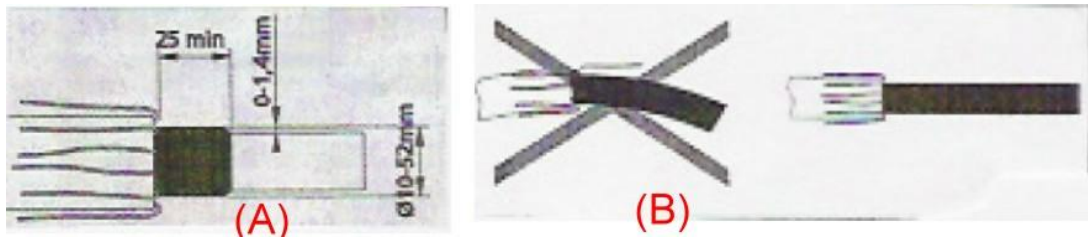
Resim 2.3: Modüler hücrelerde kablo başlığı

2.3.2. Kablo Başlığı Hazırlama

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

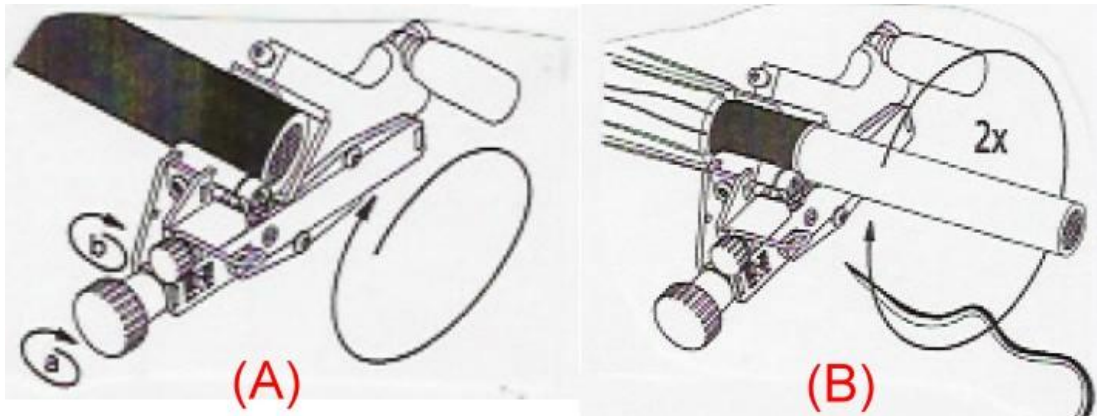
- İletken ve topraklama terminalleri (kablo pabucu),
- İzolatör,
- Üç fazlı kablolarda damarların ayrılma yerini dış etkilere karşı koruma düzeni (üçleme seti)' dir.

Kablo başlıkları standart kablo kesitlerini 35 mm² den 300mm² 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).



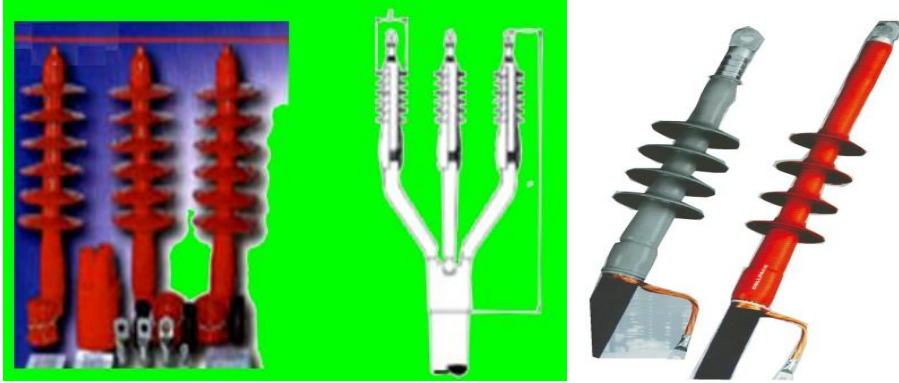
Şekil 2.2: OG kablusunun soyulması

Kablo başlığı soyulurken özel kablo aparatı kullanılmalıdır. Kablo ne fazla ne de az soyulmalıdır.



Şekil 2.3: OG kablusunun soyma aparatı

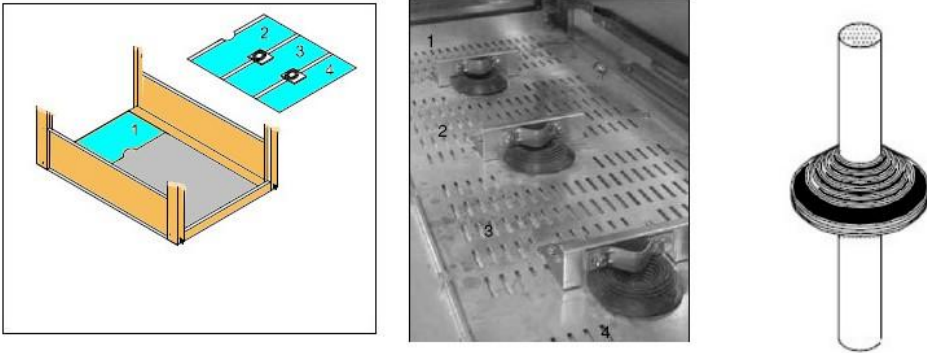
Soyma işlemi bittikten sonra kablo üzerindeki topraklama kısmı özenle ayrılmalıdır. Sonra soyulan kısma ısı büzüşmeli kablo başlığı geçirilmelidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Kablo başlığı takılmış OG kablosu

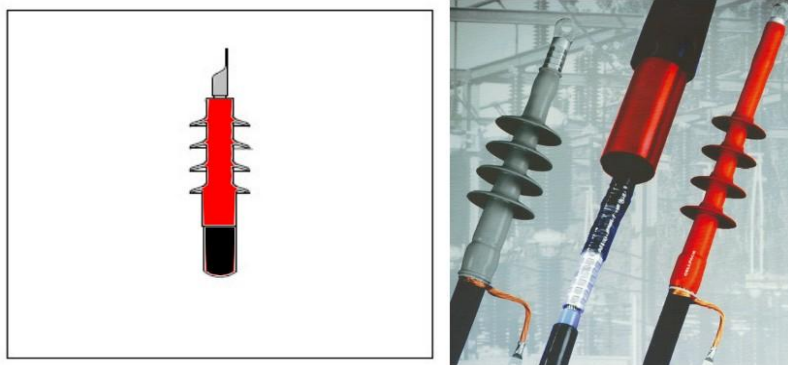
2.3.3. Giriş Kablosu Bağlama İşlem Sırası

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



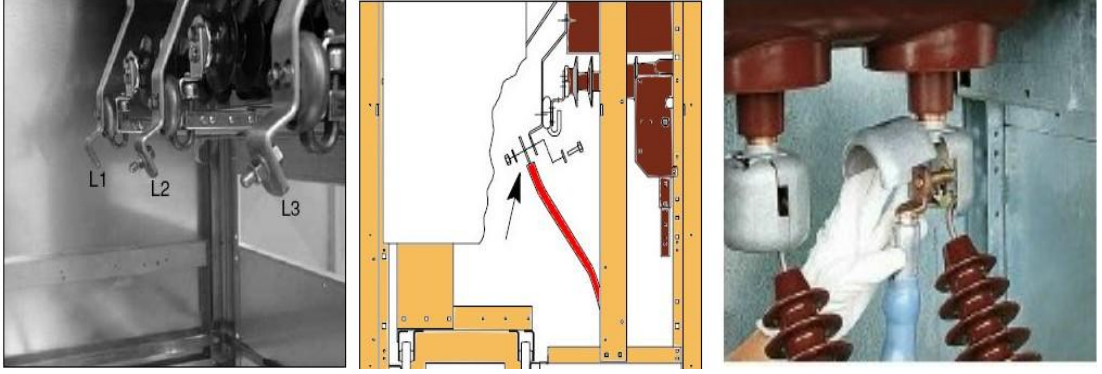
Şekil 2.5: Taban sacının yerleştirilmesi ve kablo körüğü

- Kablo başlığını yapınız (Şekil 2.6). Kablo başlığının yapılışı bir önceki konuda ayrıntılı olarak anlatılmıştı.



Şekil 2.6: Kablo başlığı takılmış OG kablosu

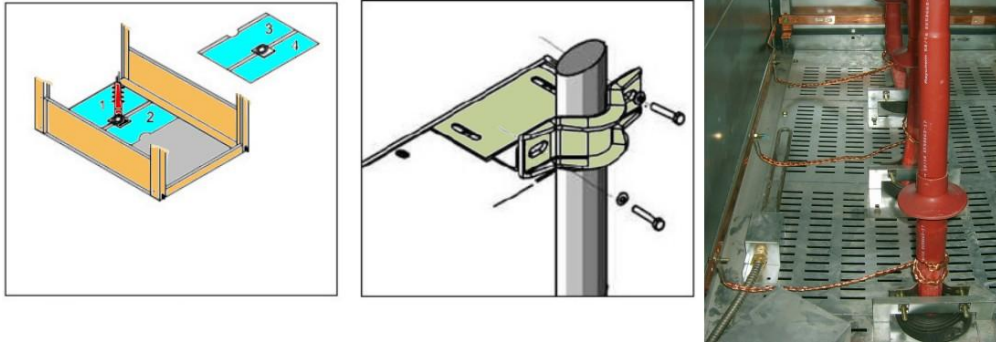
- Hazırladığımız kabloyu L1 fazına bağlayınız.



Şekil 2.7: Giriş kablosunun L1 fazına bağlanması

- 2 nu.lı 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

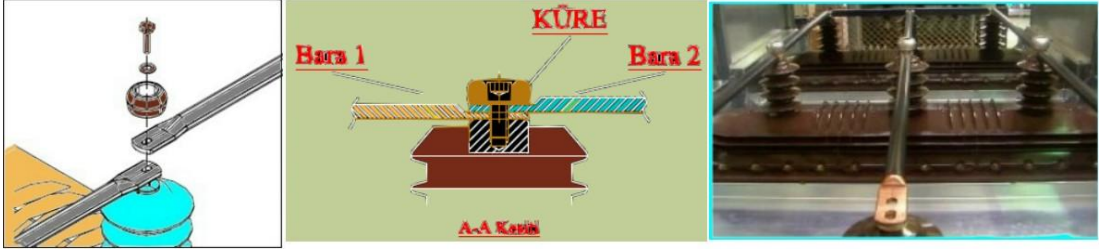
- Bağlantı yaparken önce L1 fazından yani arka taraftan başlanmalıdır.
- Körükleri yerleştirirken düzgün yerleştirip hücre kapaklarının kablo ile temasını kesmeliyiz.
- Kabloların toprak bağlantısını yapmayı unutmamalıdır.

2.4. Çıkış 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.

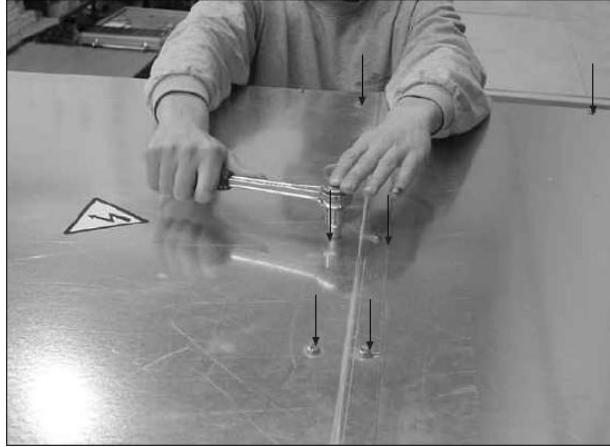
2.4.1. İşlem Sırası

- Hücreleri bir araya getirilerek kapı ve kapak yüzeylerinin işlevselliğine zarar vermeyecek şekilde yerleştiriniz.
- Hücrelerin üst kapaklarına ait M8 cıvataları çözerek üst kapak saclarını alınız.
- 1. sıradaki yük ayırıcılı giriş-çıkış hücresi yük ayırıcı izolatörü ile 2.sıradaki yük ayırıcılı ölçüm 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.



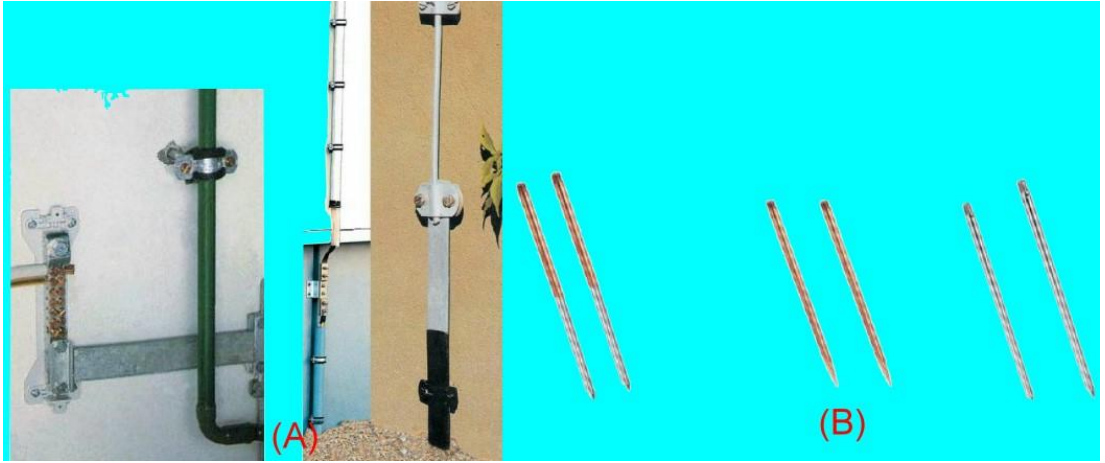
Resim 2.4: Üst kapak sacının yerine takılması

2.5. Giriş 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.

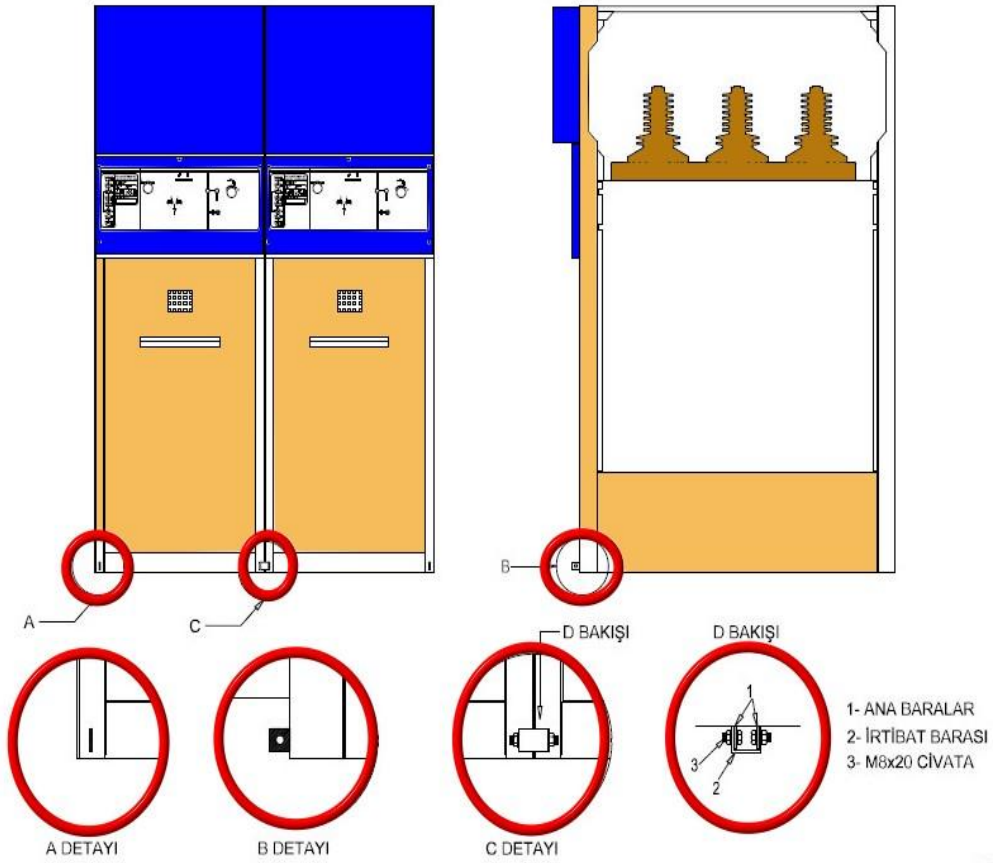
Bütün bu bağlantıların birleştiği ana toprak barası ise hücrelerin ön tarafındadır. Hücreler ana toprak baralarının ek parçalar ile birbirlerine bağlanmasından sonra sistem toprağına bağlanır. Böylece topraklama işlemi tamamlanmış olur. Metal mahfazalı modüler hücrenin bölmeleri bakır iletkenler vasıtası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

2.5.1. İşlem Sırası

- OG 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).



Resim 2.5: Hücre içi topraklama barası



Şekil 2.12: HÜCRE topraklaması ana toprak barasının bağlantı yerleri

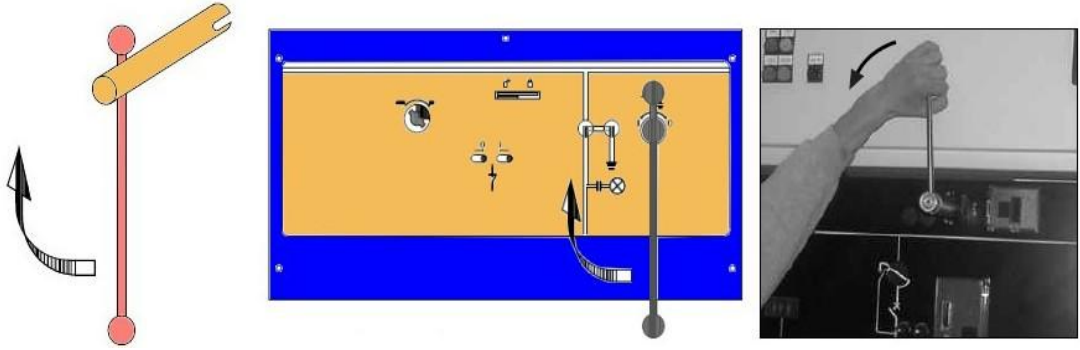
2.5.2. Dikkat Edilecek Hususlar

- Topraklama yaparken yukarıda sayılan parçaların tek tek topraklaması yapılmalıdır.
- Topraklama barasının her yerinin teması (iletkenliği) kontrol edilmelidir.
- Kullanılan cıvatalar iyi seçilip baranın zarar görmemesi için dikkatli sıkılmalıdır.

2.6. Giriş Hücresini Devreye Almak

2.6.1. İşlem Sırası

- Toprak ayırıcılarını açınız.



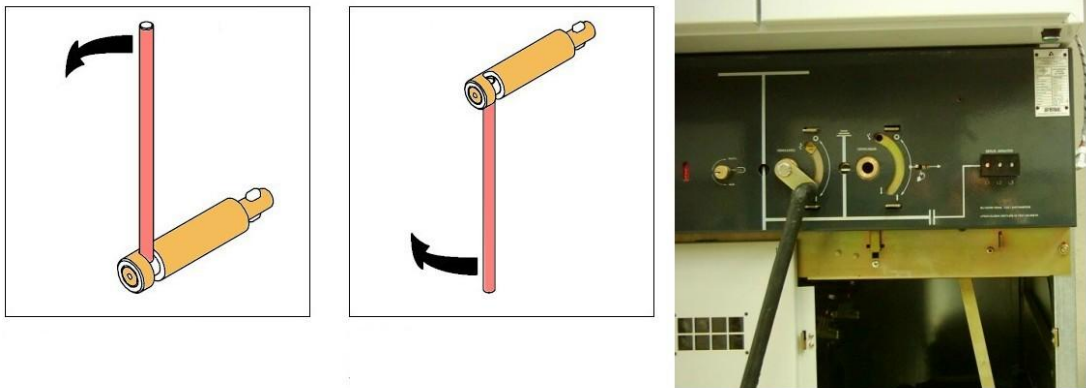
Şekil 2.13: Toprak ayırıcısının levye ile açılması

- Kapak üzerindeki anahtarı kapağı kapalı pozisyonda kilitleyerek alınız.

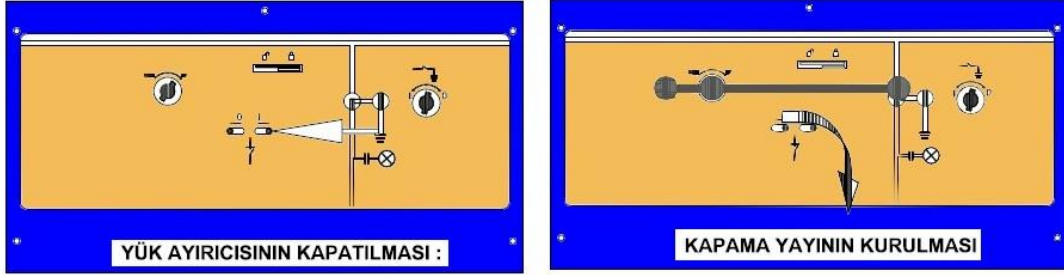


Şekil 2.14: Hücre üzerindeki asma kilidin kapatılması

- Yük ayırıcısı üzerindeki kilidi çözerek uzaktan ve yakından kumanda kilidini çözünüz. Elle veya motorla mekanizmayı kurunuz (Motor ile kurmak için kumanda panelindeki " motor" butonuna basınız.) (Şekil 2.15-16).

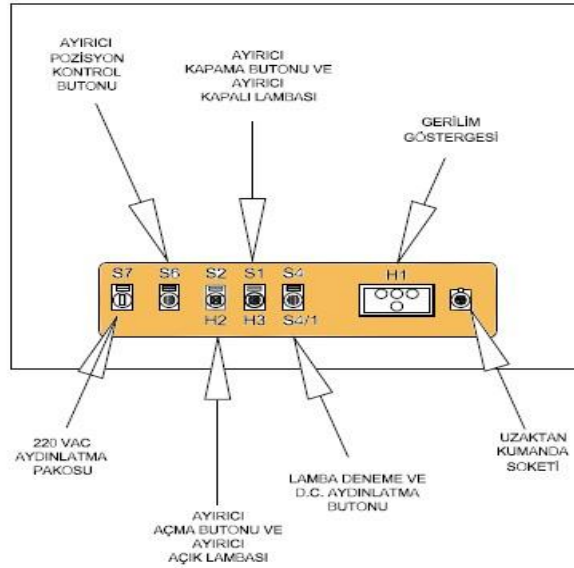


Şekil 2.15: Levye manevraları



Şekil 2.16: Yük ayırıcısının kapatılması ve yayın kurulması

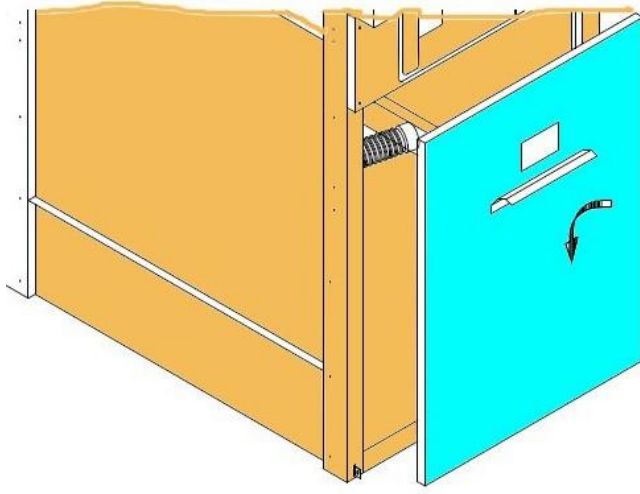
- Kapama butonuna basarak elektromekanik veya mekanik olarak yük ayırıcısını kapayınız.



Şekil 2.17: Kumanda paneli

2.6.2. Dikkat Edilecek Hususlar

- Yük ayırıcısı açık ve kilitli olmalıdır.
- Toprak ayırıcıları kapalı olmalıdır.
- Kapağın kapalı olup olmadığını kontrol ediniz. Ön kapak iyi oturmaz ise levye kurma kolu takılmaz.



Şekil 2.18: Kapağın kapatılması

- Hücrede yabancı cisim olup olmasına 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 zorlama 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 rastgele 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

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

Kablo ve çevresini yangın tehlikesinden korumak ve yangının yayılmasını önlemek için kablolar yanıcı maddeler üzerine döşenmemelidir.

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.

Topraklama düzenleri, hücrelere girmeden topraklama tesislerine bağlanabilmelidir. Hücre kapısı bağlama sırasında açık olabilir, ancak bu durumda kapının açılabilmesi için mutlaka kesicinin açık olması şartı gerekli kilitlemelerle sağlanmış olmalıdır.

Topraklama ve kısa devre etme işi, çalışma yapılan yerin yakınında ve olabilirse burası ile akım kaynakları arasında yapılacaktır. Topraklama ve kısa devre etme düzenleri, yapılan çalışmalardan dolayı ve çalışma süresince hiç kaldırılmayacak biçimde tesis edilecektir.

2.8. Tedaş Teknik Şartnamesi

➤ GENEL

Bu şartname OG dağıtım sistemlerinde kullanılmak üzere temin edilecek anma gerilimi 36 kV'a kadar, baraları ve kablo/bara bağlantı bölümü hava yalıtımlı, tek baralı, dolap tipi metal mahfazalı modüler hücrelerin (MMMH-hava) tasarım, yapım ve deneylerini kapsar.

➤ Standartlar

Bu şartname ve eklerinde aksi belirtilmedikçe, metal mahfazalı modüler hücreler ve hücrelerde kullanılacak malzeme ve teçhizat aşağıdaki Türk Standartları (TS) ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) Standartları'nın en son baskılarına uygun olarak imal edilecek ve deneyden geçirilecektir.

➤ 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.

➤ ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

➤ Fonksiyonel Birimler (Hücreler)

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

➤ Yük Ayırıcılı Giriş-Çıkış Hücresi

Standart hücre aşağıdaki teçhizatlardan oluşacaktır.

- Baralar
- Yük Ayırıcısı
- Kablo terminallerini kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- 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
- Termostat kontrollü ısıtıcı

Malzeme listesinde istenmiş ise

- 1 takım arıza gösterge düzeni, (alıcı'nın ilgili teknik şartnamesine göre)
- 1 adet motor

➤ **Ayırıcılı Giriş-Çıkış Hücresi**

Standart hücre aşağıdaki teçhizatlardan oluşacaktır.

- Baralar
- Ayırıcı
- Kablo terminallerini kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- 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
- Termostat kontrollü ısıtıcı

Malzeme listesinde istenmiş ise

- 1 takım arıza gösterge düzeni, (alıcı'nın ilgili teknik şartnamesine göre)

➤ **OG Teçhizatının Elektriksel Özellikleri ve Anma Değerleri**

Şartname kapsamındaki metal mahfazalı modüler hücrelerin ana devrelerinin ve hücrelerde kullanılan OG teçhizatının ortak elektriksel özellikleri ve anma değerleri Malzeme Listesinde aksi belirtilmedikçe aşağıdaki gibi olacaktır.

- OG modüler hücrelerin ana devrelerinin ve hücrelerde kullanılan og teçhizatın ortak elektriksel özellikleri ve anma değerleri tablo hâlinde Öğrenme Faaliyeti 1'de verilmiştir.
- **Ayırıcılar**

Ayırıcılar, IEC 62271-102 Standardına 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. Ayırıcılar ile ilgili bazı anma değerleri aşağıda verilmektedir.

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| • Anma normal akımı | : 630 A veya 1250 A |
| • Anma kısa süreli dayanım akımı | : 16 kA-etken |
| • Anma kısa devre süresi | : 1 saniye |
| • Anma tepe dayanım akımı | : 40 kA-tepe |

➤ **Topraklama Ayırıcıları**

Topraklama ayırıcıları IEC 62271-102 standardına 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**

Yük ayırıcıları IEC 60265-1 (1998) standardına uygun olacak, SF6 gazı ile dolu bir bölüm içinde açıp kapayacaktır. Yük ayırıcıları 3 kutuplu ve 2 konumlu (açık ve kapalı) ayrıca topraklama ayırıcısına sahip ya da 3 kutuplu ve 3 konumlu (açık, kapalı ve topraklanmış) olacaktır.

Yük ayırıcıları, anma normal akımına kadar bütün akımları kapama, taşıma ve kesmeye, kısa devre akımlarını belirli bir süre taşımaya ve kısa devre üzerine kapamaya uygun olacak, açık konumunda ayırıcılar için istenen yalıtım seviyesini sağlayacaktır.

SF6 gazlı yük ayırıcıları; cihazın 20 yıllık ömrü boyunca gaz takviyesi gerektirmeyen mühürlü basınç yapıda olacaktır.

İç arıza nedeniyle gaz basıncının tehlikeli bir düzeye çıkması durumunda, işletme personeli için tehlike yaratmayacak şekilde gazın boşaltılması sağlanacaktır.

Yük ayırıcılarında kullanılacak SF6 gazı, IEC 60376 standardına uygun olacak ve yük ayırıcıları gaz dolu olarak teslim edilecektir. Yük ayırıcıları ile ilgili bazı anma değerleri aşağıda verilmektedir.

Yük ayırıcısı tipi	: Genel amaçlı
• Yük ayırıcısı sınıfı	: M1 ve E3
• Anma normal akımı (A)	: 630
• Anma aktif yük ağırlıklı kesme akımı (A)	: 630
• Anma boşta transformatör kesme akımı	: 1250 kVA
• Anma kısa süreli dayanım akımı (kA-etken)	: 16
• Anma kısa devre süresi	: 1 saniye
• Anma tepe dayanım akımı (kA-tepe)	: 40
• Kesme ortamı	: SF 6 gazı

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

- Tüm çalışma mekanizmaları hareketli kontakların açık ve kapalı konumlarını güvenilir şekilde gösteren konum göstergeleri ile donatılacaktır.
- Yük ayırıcılarının çalışma mekanizması "biriktirilmiş enerji ile kumanda" tipinde olacaktır. Kapama işlemleri elle ve istenirse motorla kurulan bir yay üzerinde biriktirilmiş enerjinin, çalışma mekanizmasındaki buton/mandal aracılığıyla yakından elle boşaltılması veya kapama bobininin enerjilenmesi ile uzaktan yapılacaktır.

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, yük ayırıcısı ve topraklama ayırıcılarına ayrı ayrı kumanda edilecektir.
- Yük ayırıcısı, ayırıcı ve topraklama ayırıcılarının kumandası; açık ve kapalı konumlarda asma kilit takılarak kilitlenebilir 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.

➤ **TASARIM VE YAPISAL ÖZELLİKLER**

➤ **Genel**

Modüler hücrelerin bütün dış yüzeyleri ve altı metalden yapılmıştır.

Hücrelerde yer alacak bölümler, birbirlerinden topraklanmış metal bölmelerle ve/veya yalıtkan malzemeden yapılmış bölmelerle ayrılmış ve bütün yüzleri kapalı olacaktır.

Hücrelerde en azından, fonksiyonel özelliğine bağlı olarak aşağıda belirtilen bölümlerin gerekli olanları, bulunacaktır.

Bunlar:

- Ana bara bölümü (bütün hücrelerde)
- Kablo/bara bağlantı bölümü
- Çalışma mekanizması bölümü
- Alçak gerilim bölümü
 - Hücreler; normal işletme, muayene ve bakım işlemleri, ana devrenin enerjili olup olmadığının kontrolü, faz sırası denetimi, kablo arıza yerinin belirlenmesi, kabloların topraklanması, kablo ve diğer teçhizatın gerilim deneyleri, tehlikeli elektro statik yüklerin önlenmesi işlemleri güvenli yapılacaktır.
 - Hücreler gerektiğinde, her iki yönde, fonksiyonel birim (hücre) ilavesine olanak verecek yapıda olacaktır.
 - Hücre duvarlarının birleştirilmesinde kaynak kullanılmayacaktır.

➤ Boyutlar

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

Hücrelerin genişlikleri aşağıdaki tabloda verilenlerden büyük olmayacaktır.

IRA NO	HÜCRE ADI	36 KV için	7.2-12-17.5 KV için
	Yük ayırıcılı giriş hücresi	750 mm	375 mm
	“Yük Ayırıcısı+sigorta” birleşği Transformatör koruma hücresi	750 mm	375 mm
	Gerilim transformatörü hücresi	1000 mm	750 mm
	Kesicili çıkış hücresi	1000 mm	750 mm
	Bara bağlama (kuplaj) hücresi	2000 mm	1000 mm
	Ayırıcılı giriş-çıkış hücresi	1000 mm	750 mm
	Akım-gerilim ölçü hücresi	1150 mm	1150 mm
	Kablo giriş bağlantı hücresi	750 mm	500 mm
	Bara yükseltme hücresi	750 mm	500 mm
0	Akım ölçü+bara yükseltme hücresi	750 mm	750 mm
1	Akım ölçü hücresi	1000 mm	750 mm
2	Kesicili Bara Bölme Hücresi (yandan çıkışlı)	1000 mm	750 mm
3	Yük Ayırıcılı Bara Bölme Hücresi (yandan çıkışlı)	1000 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 mm² olmak koşuluyla akım yoğunluğu 160 A/mm² 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 Pencereleeri**

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

➤ **“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 mm² kesitte, çok telli, 750 V sınıfında termoplastik yalıtkanlı, aleve dayanıklı bakır iletkenli kablolar kullanılacaktır.

➤ **DİĞER 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 zırhlarının 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.

İKİNCİ 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 mm²
 - Alüminyum 35 mm²
 - Çelik 50 mm²

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

Y.G ve AG sistemlerinde topraklama tesislerinin birleştirilmesi ve AG Tesislerinin, Y.G 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, sıkıştırmalı 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 arttırmırlar. 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. İstenilen 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 giriş kablo bağlantısını yapınız. Aşağıdaki işlem basamaklarını adım adım uygulayarak karşısındaki önerilerden faydalanınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Modüler giriş hücresinde kablo bağlantısı için kullanılacak elemanları seçiniz.	➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Emniyet ve güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Temiz ve düzenli olunuz ➤ Planlı olunuz.
➤ Modüler giriş hücresinin kanal boyu ölçülerini ayarlayınız.	➤ Eldiven giyiniz. ➤ Baret takınız. ➤ Hücre OG kablo girişleri için kablo bükülme çaplarını gösterir tablolardan faydalanınız. ➤ Kablo körüklerini takmayı unutmayınız.
➤ Modüler hücresinin kablo başlığını hazırlayınız.	➤ Kabloyu soyarken kablo soyma aparatını kullanınız. ➤ Uygun kablo başlığı kullanınız.
➤ Kablo başlığını baraya bağlayınız.	➤ Baraya bağlarken sıkma işlemini iyi yapınız.
➤ Kabloların topraklamasını yapınız.	➤ Toprak barasına iyi temas etmesini sağlayınız.

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 giriş hücresi bağlantı yerlerini seçtiniz mi?		
2. Kablo kanalı özelliğini seçtiniz mi?		
3. Kablo başlığını ,kabloları tutturabildiniz mi?		
4. Kablo körüğünü taktınız mı?		
5. Kabloları hücre alt panaline sabitlediniz mi?		
6. Kabloları hücre bağlantı barasına bağladınız 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. OG 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. Giriş hücresinin topraklamasını yaparken hücre içi topraklamasına OG kablo topraklarını bağlamalıyız.
7. Giriş hücresini devreye alırken kapakların açık olmasına dikkat edilmelidir.
8. Giriş 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.() Modüler hücreler 36 kV' a kadar olan dağıtım sistemleri için kullanılmaktadır.
- 2.() Ana bara bağlantılarının esnek olmamasına dikkat edilmelidir.
- 3.() Metal korumalı modüler hücreler 5 (beş) bölmeden oluşur ve bölmeler PVC bölme ile ayrılmıştır.
- 4.() Kablo bağlantı bölümüne 100 milimetrekareden büyük çaplı iletken bağlanmaz.
- 5.() Metal korumalı modüler hücrelerin gövdesi, korozyona karşı korumak için galvanizli sac'tan yapılır.
- 6.() Modüler hücreler otellerde kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Topraklama ayırıcısı kez vetepe değerine kadar kısa devre akımına dayanabilecek yetenektedir.
7. Hücrenin zemin bağlantısında en az cıvata kullanılır.
8. Orta gerilim kablo başlıkları, ve oluşur.
9. Giriş kablosu bağlantısında önce fazından başlanır.

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	Y

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	Y
5	D
6	D
7	7 40 kA
8	M8
9	Kablo pabucu, izalatör, üçle. seti
10	L1

KAYNAKÇA

- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, EMO yayını 2000.
- Elektrik mühendisleri odası internet sitesindeki dokümanlar
- TEİAŞ-TEDAŞ internet sitelerindeki dokümanlar