

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	3
1. DİREK TİPİ TRANSFORMATÖR MONTAJI	3
1.1. Trafo Platformu.....	3
1.1.1. Tanımı ve Görevi	3
1.1.2. Özelliği	4
1.2. Direk Tipi Trafo	8
1.2.1. Tanımı	8
1.2.2. Özelliği	8
1.2.3. Standartları.....	8
1.2.4. Soğutma Yöntemi	9
1.2.5. Direğe Trafonun Montajı.....	10
1.3. Trafo Direğinde Bulunan Diğer Donanımlar	12
1.3.1. Ayırıcı ve Kumanda Kolu.....	12
1.3.2. Parafudur	14
1.3.3. Travers ve İzolatörler	14
1.3.4. Korkuluk.....	15
1.3.5. Ölçüm Panosu	16
1.4. Direk Tipi Trafo Bağlantıları	17
1.4.1. Direk Tipi Trafo Bağlantıları.....	17
1.5. Trafo Topraklanması	21
1.5.1. Topraklama İşlem Sırası.....	21
1.5.2. Topraklamada Dikkat Edilecek Hususlar	22
UYGULAMA FAALİYETİ.....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	27
2. AÇIK YER (HAVADA) TİPİ TRAFO MERKEZİ VE DONANIMLARI.....	27
2.1. Açık Yer Tipi Trafo Merkezi Kurulma Yerleri ve Özellikleri.....	28
2.1.1. Cihaz Tipi Şalt Sahası	29
2.1.2. KirişTipi Şalt Sahası.....	29
2.1.3. Toprak Üstü Tipi Şalt Sahası.....	29
2.2. Açık Yer Tipi Trafo Merkezi Donanımları ve Özellikleri.....	30
2.2.1. Güç Trafosu	30
2.2.2. Kumanda Elemanları (Şalterleri)	31
2.2.3. Koruma Elemanları	33
2.2.4. İzolatörler	36
2.2.5. Bara Düzenegi.....	37
2.2.6. Ölçü Aletleri	38
2.2.7. Ölçü Trafoları	39
2.2.8. Dağıtım Panoları	39
2.2.9. Yangından Koruma Düzeni	40
2.3. Trafo Merkezi Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri	41
2.4. Açık Yer (Havada) Tipi Trafo Bağlantıları	41
2.4.1. Açık Trafo Merkezi Proje ve Şemaları.....	42
2.4.2. Trafo Merkezi Donanımları Bağlantı Şemaları	45

2.4.3. Trafo Merkezinde Kullanılan İletken ve Kabloların Özellikleri	49
2.4.4. Trafo Merkezine Enerji Giriş ve Çıkış Şekilleri	50
UYGULAMA FAALİYETİ.....	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	57
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	59
3. BİNA TİPİ TRAFİ MERKEZİ VE DONANIMLARI	59
3.1. Bina Tipi Trafo Merkezi Çeşitleri.....	59
3.1.1. Kule Tipi Trafo Merkezi	60
3.1.2. Köşk Tipi Trafo Merkezleri.....	62
3.2. Bina Tipi Trafo Merkezi Donanımları ve Özellikleri.....	66
3.2.1. Bina Tipi Güç Trafosu.....	67
3.2.2. Bara Düzeneği.....	72
3.2.3. İzolatörler	74
3.2.4. Koruma Düzeneği	74
3.2.5. Kumanda Elemanları (Şalterler)	75
3.2.6. Topraklama Düzeneği	77
3.2.7. Modüler Hücreler.....	78
3.2.8. AG Panoları	81
3.2.9. Trafo Merkezi Aydınlatma Sistemi	82
3.2.10. Trafo Bina Havalandırma Sistemi.....	83
3.3. Bina Tipi Trafo Montajı	84
3.3.1. Trafo Hücresi	84
3.3.2 Trafo Montajı.....	85
3.4. Bina Tipi Trafo Bağlantıları	89
3.4.1. Trafo Bina Enerji Giriş, Çıkış Bağlantıları.....	89
3.4.2. Trafo Bağlantıları.....	93
3.4.3. Trafo Topraklanması.....	95
3.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmenliği	99
3.6. Topraklamalar Yönetmenliği	118
UYGULAMA FAALİYETİ.....	123
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	128
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	129
CEVAP ANAHTARLARI	130
KAYNAKÇA	136

AÇIKLAMALAR

KOD	522 EE 0126
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Yüksek Gerilim Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Transformatör Merkezleri
MODÜLÜN TANIMI	Transformatör merkezlerin montajı ve kontrolü ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	Güç Trafoları, Direkler modülünü almış olmak
YETERLİK	Dağıtım transformatör merkezleri özelliklerini hatasız seçme ve montajını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, kuvvetli akım, topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, trafo merkezleri donanımlarını seçebilecek ve trafo montajlarını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Direk üzerine trafo montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.2. Açık yer tipi trafo montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.3. Bina tipi trafonun yerine montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik atölyesi, trafo merkezleri, elektrik şantiyeleri, TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi) işletmesi işletme ortamı. Donanım: Projeksiyon, bilgisayar, güç trafosu, ayırıcı, trafo merkezi modülü, ölçü panosu
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan herhangi bir öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda öğretmeniniz tarafından teorik ve pratik performansınızı tespit etmek amacıyla size ölçme teknikleri uygulanacak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçülerek değerlendirilecektir.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile elektrik enerjisi iletim ve dağıtımında kullanılan en önemli sistemlerden biri olan trafo merkezlerini yani dağıtım merkezlerinin görevleri, kuruluşu, kullanılan malzemeler hakkında bilgi edinecek ve montaj aşamaları öğrenerek uygulama becerisine ulaşacaksınız.

Ekonomik ve sosyal kalkınmamızın temel ihtiyaçlarının başında elektrik enerjisi gelmektedir. Türkiye’imizde giderek gelişen ve ihtiyacı artan elektrik enerjisinin üretim, iletim dağıtım ve tüketiminde hizmet veren kuruluşların tüketiciye kesintisiz bir enerji sunmaları için kurmuş oldukları tesislerin belirlenen ve dünyaca kabul edilmiş standartlara göre tesis edilmelidir.

Elektrik enerji iletim ve dağıtım hatlarında indirme, yükseltme, ölçme ve koruma görevini yapan trafo merkezleri şehir ve endüstri alanları içinde kalmıştır. Dağıtım merkezlerinin oluşturduğu kazalar (elektrik çarpmaları, iletken kopmaları vb.) yerleşim ve endüstriyel alanlarda meydana gelmektedir. Toplumun kalitesiz güç sistemlerine karşı tepkileri gün geçtikçe artmakta, bu tepkiler daha gelişmiş tedbir sistemlerini ortaya çıkarmaktadır.

Elektrik enerjisi vazgeçilmez bir enerji olmuştur. Bu bağlamda yaygın olarak kullandığımız elektrik enerjisinde verimliliği sağlamak, kalite ve güvenilirliği artırmak koşuluyla üretim maliyetlerini azaltmak ve sistem kayıplarını aza indirmek, elektrik enerjisi sistemlerinin planlanması ve işletilmesinde en önemli hedefler haline gelmiştir.

Verimlilik ve güvenlik amacıyla yapılacak en önemli şartlarda biri bunların kurulması aşamasında çalışan kişilerin eğitilmiş olması gerekmektedir. Dünyaca kabul edilmiş standartlara göre yapılmış bir kurulum için eğitilmiş elemana ihtiyaç vardır ve sizden bu modül sayesinde istenilen kalifiyeli eleman düzeyine ulaşacaksınız.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, kuvvetli akım, topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, direk tipi trafo seçebilecek ve hatasız olarak direğe montajını yapabilecek ve direk tipi trafo bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Ayırıcılar ve izolatörler, direkler, traversler hakkında araştırma yapınız.
- Ø Etrafınızda montajı yapılmış direk tipi trafo merkezlerini araştırınız.
- Ø Orta gerilim malzemeleri satan firmalarla görüşerek katalog elde etmeye çalışınız.
- Ø Topraklama yönetmenliğini elde ediniz.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ve direk tipi trafo malzemelerin satıldığı şirketleri gezmeniz gerekmektedir. Direk tipi trafo merkezinin montajını yapan firmalarla görüşerek ön bilgi elde edebilirsiniz. İlinizde bulunan TEDAŞ kurumuna giderek trafo merkezi hakkında ön bilgi edininiz

1. DİREK TİPİ TRANSFORMATÖR MONTAJI

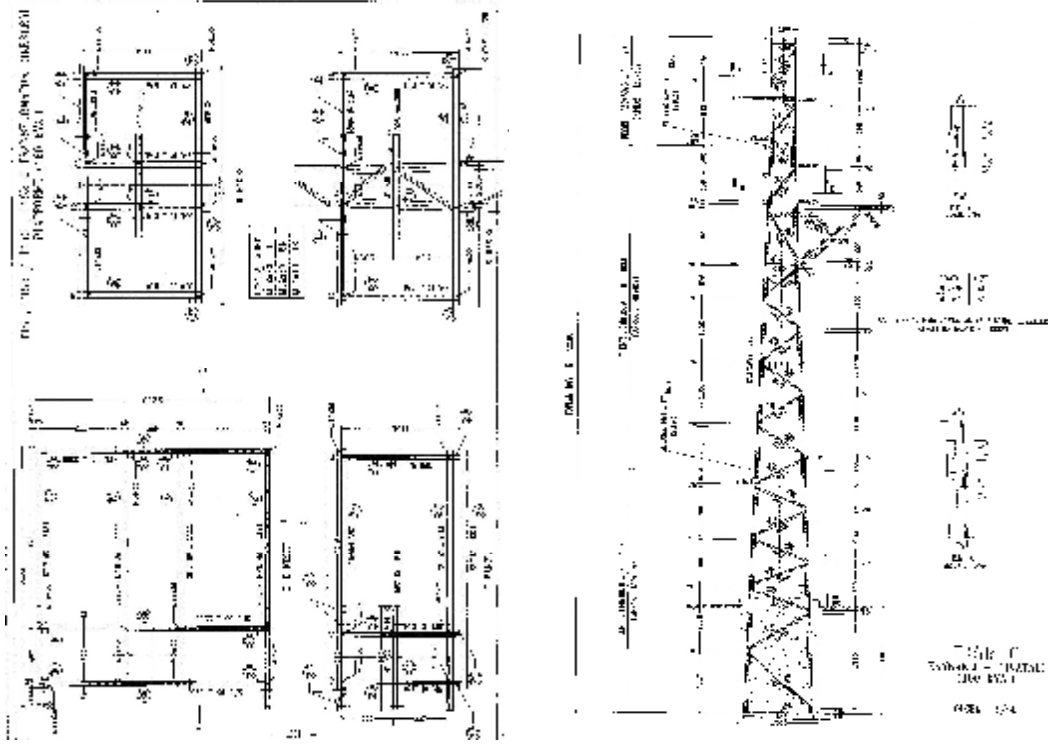
1.1. Trafo Platformu

1.1.1. Tanımı ve Görevi

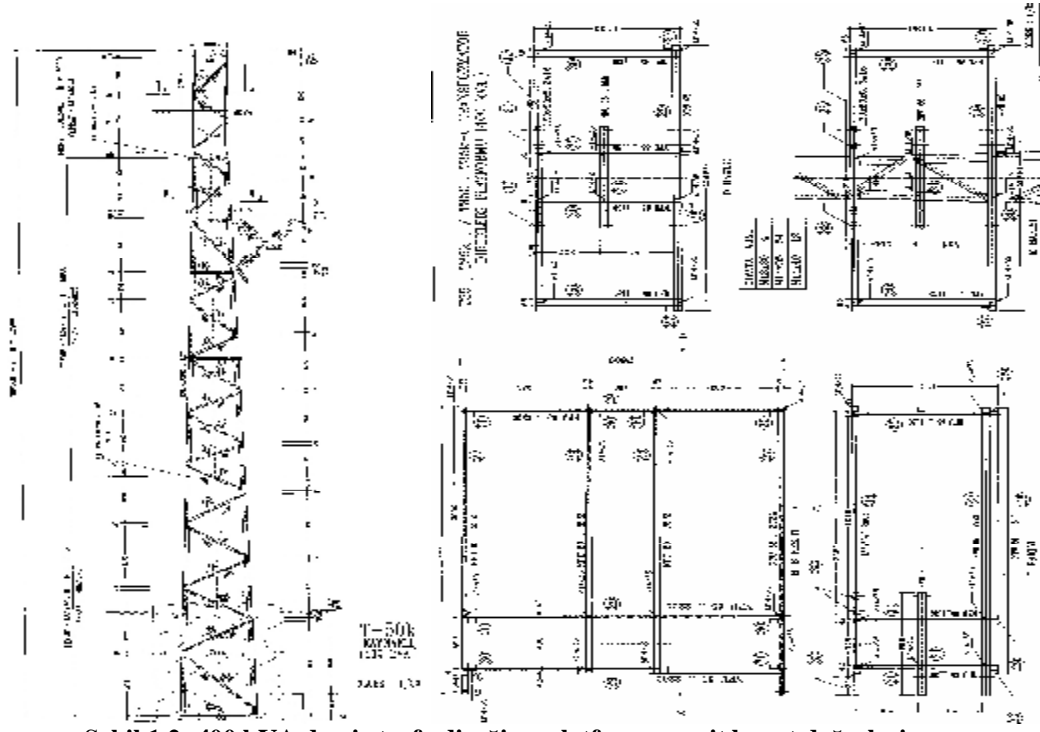
Gücü 400kVA'dan aşağı olan trafoları direklerin üzerlerine yerleştirmek amacıyla kullanılan alana trafo platformu denir. Görevi trafoyu insanların dokunabilecekleri mesafede tutmak ve trafoyu taşımak amacıyla kullanılır.

1.1.2. Özelliği

Demir direklerdeki direk tipi trafolarla kullanılan trafo platformu köşebent şeklinde parçalardan oluşur. Beton direklerde ise gövdeye monte edilmiş özel kalıplarla yapılmış beton parçadan oluşur. Transformatör platformları 160kVA'lık trafo ve 400kVA'lık trafoların monte edilebileceği şekilde iki tipte projelendirilir. Tip projede 160kVA'lık trafoların monte edildiği platforma "küçük tip platform", 400kVA'lık trafoların monte edildiği platforma "büyük tip platform" denilmiştir. İleride gücü artabilecek trafolarla büyük tip kullanılması tavsiye edilir. Aşağıda 160kVA ve 400kVA'lık iki adet demir direk tipi platformun detay ve boyut değerleri verilmiştir.



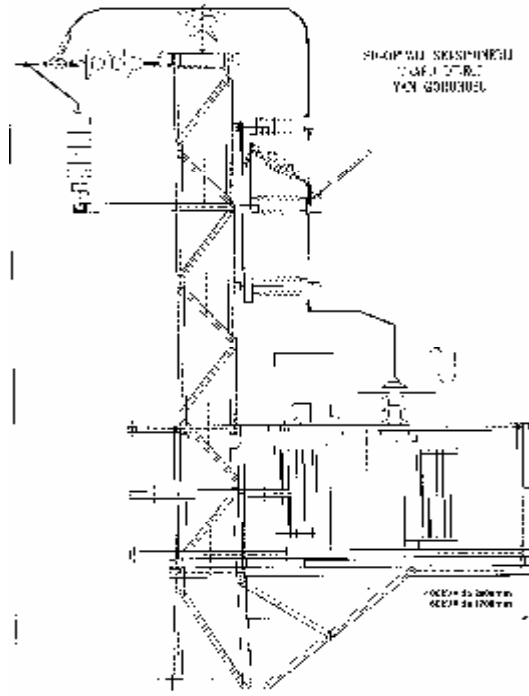
Şekil 1.1: 160 kVA demir trafo direği ve platformuna ait boyut değerleri



Şekil 1.2: 400 kVA demir trafo direği ve platformuna ait boyut değerleri



Resim 1.1: 250 kVA demir trafo direği ve platformu



Yukarıda verilen örnekler demir direklere ait olan örneklerdir. Şimdi ise demir direk trafoların yerini beton direkli trafolar almıştır. Bunun nedeni ise demirin bakımının zor olması ve ayrıca bakımında gecikme olması halinde kısa devre akımların oluşma ihtimali artar. Fakat beton direklerde ise bu durum söz konusu değildir. Hesaplamalar ve uzunluklar demir direk tipi trafolarla aynıdır. Aşağıda beton direk trafolarına örnek şekiller gösterilmiştir.



Resim 1.2: Beton direk trafo platformu ve trafonun platforma yerleşimi

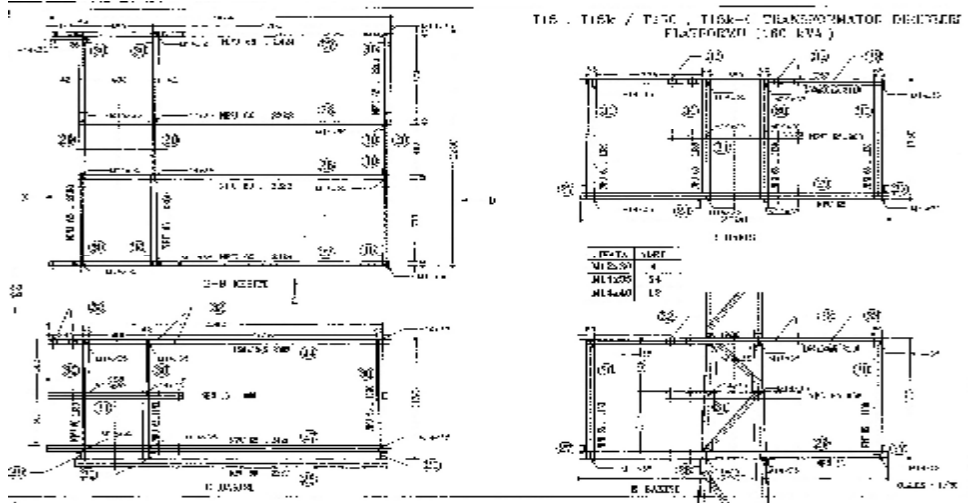
1.1.3. Platformun Direğe Montaj Yöntemi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Demir direklerde montaj işleminde önce trafonun gücü önemlidir. Çünkü malzemelerin tespitinde önce trafonun gücü ne göre malzemeler temin edilecektir. 160 kVA kadar olan trafolar için platformun uzunluğu 1700mm olacaktır. 160kVA ile 400kVA arasında ise platformun uzunluğu ise 2000 mm olmalıdır.

Montaj işleminde ise sıra şöyledir:

- Ø Montajda kullanılacak demir köşebent istenilen uzunlukta kesilecektir.
- Ø Montajın kaynak veya cıvata ile ne şekilde montaj olacağı yer tespit edilir.
- Ø Güvenlik malzemeleri ve kullanılacak montaj malzemeleri alınır.
- Ø Güvenlik tedbiri olarak vinç (kaldıraç) yardımıyla montaj edilecek mesafeye gelinir.
- Ø Emniyet kemeri ve kask takılarak çalışmaya başlanılabilir.
- Ø Vida yardımıyla köşebentler monte edilir (veya kaynak edilir).

- Ø Montaj işleminde önce direğe monte edilenler sonra diğer parçalar takılır.
- Ø Vidalar gevşek kalmayacak şekilde sıkılır.
- Ø Montajda denge terazisiyle denge durumu kontrol edilir.
- Ø Montaj yapıldıktan sonra görüntü aşağıdaki gibi olmalıdır.



Şekil 1.3: Platformun montaj durumu

Beton direklerde ise trafo platformu zaten direği imal eden firma tarafında montaj edilmiştir. Veya direğin montaj yapılacak yerde özel harç yapılarak montaj işlemi gerçekleştirilir. Aşağıdaki resimde beton direğe monte edilmiş ve yerde olan bir trafo platformu gösterilmiştir.



Resim 1.3: Beton direğe ait trafo platformu

1.2. Direk Tipi Trafo

1.2.1. Tanımı

İletim hatlarında gelen orta gerilimi tüketicilerin kullanabileceği alçak gerilime düşüren ve direklerin üzerine monte edilen trafolarla direk tipi trafolar denir.

1.2.2. Özelliği

Bu tip trafo merkezleri genellikle küçük yerleşim birimleri ile ana dağıtım trafosuna uzak aboneleri beslemek için kullanılır. Trafo ve donanım direk üzerine monte edilmiştir. Bir kısım elemanlar ise direğin yanında bulunan alçak gerilim panosuna monte edilmiştir. Yapı olarak demir direklerden oluştuğu gibi beton direklerden de oluşabilir. Yeni yapılacak olan direk tipi trafolar için ise beton direkler daha çok tercih edilmektedir. Bakımları kolay ve gövdeye kaçak olma olasılığı çok düşük olmasındandır. Trafo gücüne göre platform boyutu belirlenir.



Resim 1.4: Beton direk tipi trafo postası

1.2.3. Standartları

Ø Gerilim Değerleri

Direk tipi trafolar orta gerilimi tüketicilerin kullanabileceği alçak gerilimi düşürür. Türkiye’de gerilim değeri olarak fazlar arası gerilim değeri 380 voltur. Bu yüzden direk tipi trafolar orta gerilim değeri olan 36 kV’luk gerilim 0,4kV’a düşürür. Standart olarak bu gerilim değerlerinde kullanılır. Özel amaçlar için yapılan direk tipi trafolar ise tüketici ile dağıtım şirketi arasındaki anlaşmaya bağlıdır.

Ø Güç Değerleri

Direk tipi trafolar 400kVA kadar kurulur. İhtiyaca bağlı olarak 25kVA , 50kVA, 160kVA, 250kVA ve 400kVA olarak imal edilir. Özel olarak imal edilebilmektedir. Bu da tüketici ile TEDAŞ arasındaki anlaşmaya göre yapılabilmektedir. Tüketici özel bir direk tipi trafo kurmak istediğinde üretici firma ile görüşür. TEDAŞ ile kurulacak yer ve montajda kurulacak tesis işletmesi için iletişime geçer. Şekil1.6'da direklerin üzerine montaj edilen güç trafo şekli ve malzemeleri gösterilmiştir.



Şekil 1.4: Güç trafosu

1.2.4. Soğutma Yöntemi

Transformatörlerin soğutulmalarındaki amaç sargıların üzerinden akım geçtiğinde sargılar ısınmaktadır. Trafo beslediği yük miktarı arttıkça ısınma artacaktır. Bu ısınma sargılara zarar vermektedir. Bu yüzden sargıların soğutulmaları gerekmektedir. İki yöntemle yapılmaktadır.

Ø Sargıların yerleştiği tankın içine yağ doldurarak.

Ø Trafo yüzeyinde hava akım dolaşımını sağlayarak soğumayı sağlamak.

Zaten trafo dışarıda olduğu için bu hava akımı sağlanmaktadır. Yüzeyin üzerinde yaprak şeklinde yarıkların yapılmasındaki amaçta hava akımının dolaşacak yüzeyin fazla olmasını sağlamaktadır. Ayrıca tankın içindeki yağda bir soğutma görevini görmektedir.

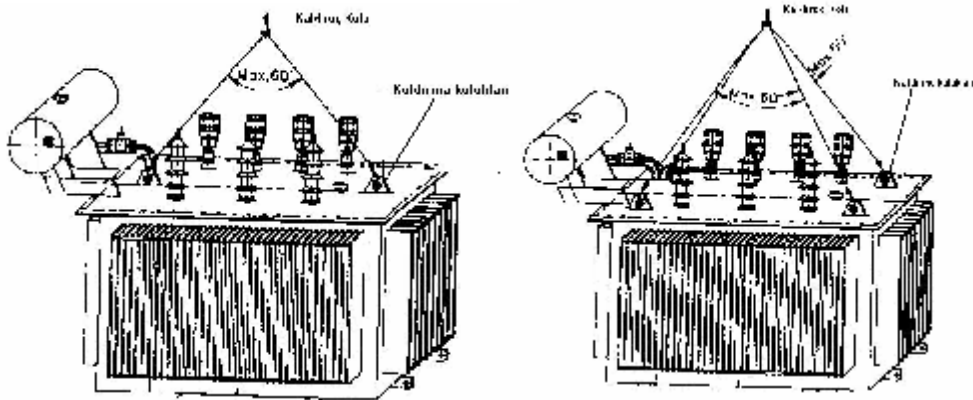
1.2.5. Direğe Trafonun Montajı

1.2.5.1. Montaj İşlem Sırası

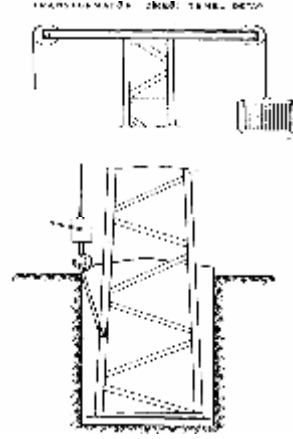
Dağıtım transformatörleri taşınarak montaj yapılacak yere getirilir. Trafo üzerindeki bulunan parçalardan kırılabilir olanlar ahşap bir sandık içine konularak korunmuş olarak gelir.

Yapılacak işlemler:

- Ø Trafo gözden geçirilmelidir.
- Ø Taşıma esnasında boyası bozulan bölgeler temizlenerek boyatılmalıdır.
- Ø Yağ kaçağı kontrolü yapılmalıdır. Yağ kaçağı varsa contalar sıkıştırılmalıdır.
- Ø Yağ seviyesi kontrol edilmelidir.
- Ø Dışardan olan parçalar kırık olup olmadığına bakılmalıdır.
- Ø Trafonun direğe monte edileceğinden önceden bir kaldırma bulundurulmalıdır.
- Ø Trafo üzerinde bulunan önceden monte edilmiş olan kaldırma kulaklarına gerekli boyutta kancayı takılır (bk. Şekil 1.7).



Şekil 1.5: Trafonun kancaya takılması



Şekil 1.6: Trafo montajı

- Ø Kancaların takılı olup olmadığı bir daha kontrol edilir.
- Ø Kontrollü bir biçimde kaldıraç çalıştırılır.
- Ø Yerleştirilecek alana geldiğinde ise kaldıraç durdurulur.
- Ø Dikkatli bir şekilde trafo platforma bırakılır.
- Ø Vidalarla ayaklar direğe vidalanır. Vidaların gevşek kalmamasına dikkat edilir.
- Ø Kaldıraç kolu çıkarılır.
- Ø Kulaklardaki parça çıkarılır.

Son bir defa gözden geçirilir. Trafonun direğe yerleşimi Resim 1.5 ve Resim1.6'da gösterilmiştir.



Resim 1.5: Trafonun demir direğe yerleşimi



Resim1.6: Trafonun beton direğe yerleşimi

Trafonun kaldırılması ve yerine yerleştirilmesi için artık eskisi gibi direklerin üzerine yerleştirilen kaldıraçların yerine araçların üzerine yerleştirilmiş kaldıraçlar kullanılır (bk. Resim 1.4). Güvenlik bakımından ve zaman konusunda kazanç sağlamaktadır.



Resim 1.7: Kurtarma aracı

1.2.5.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

Her şeyin başında gerekli güvenlik tedbirleri alınacaktır. Sonra kancanın takılmasında zincir gevşek kalmayacaktır. Buşinglerin kırılmamasına dikkat edilecektir. Sonra kablo bağlantıları yapılmadan önce YG ve AG sargılarının birbirine ve kazana göre yalıtımı megger yardımıyla test edilmelidir. Bu test sırasında buşinglerin kuru ve temiz olması gerekir. Ölçme belirlenen değerde ise bağlantı yapılır. Vidalar gevşek kalmamalıdır. Trafo dengeli bir şekilde yerleştirilmelidir.

1.3. Trafo Direğinde Bulunan Diğer Donanımlar

1.3.1. Ayırıcı ve Kumanda Kolu

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma-kapama işlemi yapabilen açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt cihazıdır. Uygulamada seksiyoner olarak bilinir.

Direk tipi trafolarda bıçaklı ayırıcılar kullanılır.

Bunlar sigortalı ve sigortasız harici bıçaklı ayırıcılar olarak da kullanılabilir.

Bıçaklı ayırıcılar direk tipinde aşağıdaki çeşitleri ile monte edilir.

- Ø Harici tip ayırıcılar
- Ø Toprak ayırıcısı
- Ø Sigortalı ayırıcılar

Direk tipi trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcıların açma ve kapma işlemi için ayırıcı kolu kullanılır.



Resim 1.8: Ayırıcı

Direk tipi trafolarında kullanılan ayırıcıların emniyet mesafesi fazla olduğundan açma kapama işlemi yapılırken mekanik hareketi sağlayan düzenin çalışması için 30mm çapında ve 3 m boyunda galvanizli çelik malzemeden yapılmış bir mekanizmadır. Çünkü emniyet mesafesi fazla olduğundan dolaydır. Direğin yanında bulunmaktadır. Yetkili kişi açmak istediğinde kolu çekmesi yeterlidir. Yandaki resimde ayırıcıya ait kumanda kolu gösterilmiştir.

Ayırıcılar için daha fazla bilgi ayırıcılar modülüne bakabilirsiniz.

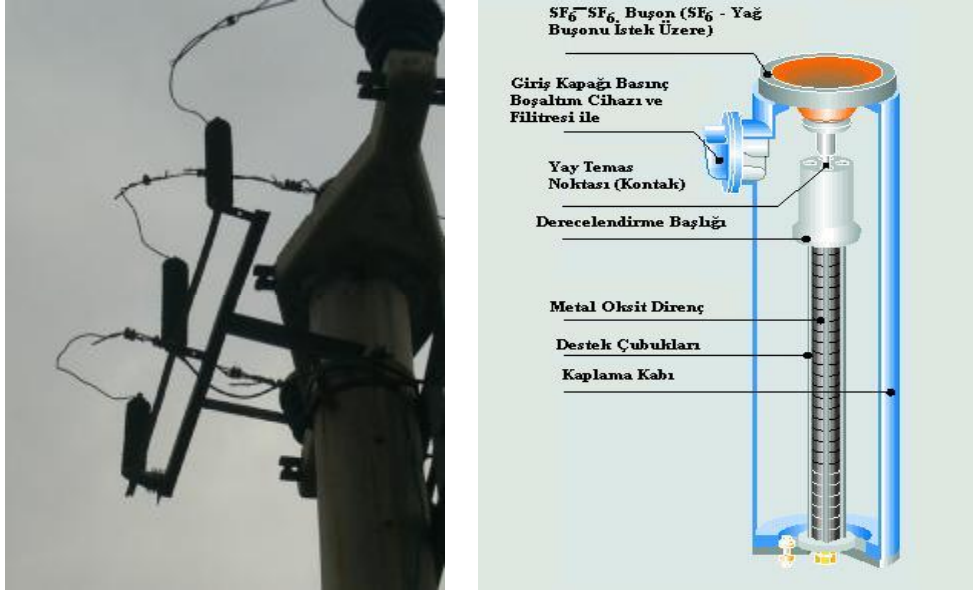


Resim 1.9: Ayırıcı kolu

1.3.2. Parafudur

Orta gerilim ve yüksek gerilim tesislerinde hat arızaları, yıldırım düşmeleri ve kesici açması gibi manevralar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı yüksek gerilim şoklarının etkisini önler. Ayrıca iletim hatlarında meydana gelen yürüyen dalgaların tahrip etkisini önleyen cihazdır.

Parafudur emniyet supabı gibi çalışır. Aşırı gerilim dalgalarını toprağa akıtır. Direk tipi trafolarda orta gerilim iletkeni ile toprak arasına bağlanır. Daha fazla bilgi için parafudur modülüne bakınız.



Şekil 1.7: Sf6 gazlı parafudur

1.3.3. Travers ve İzolatörler

Enerji nakil hatlarında kullanılan iletkenlerin direklere tespitine yarayan, iletkenleri hem taşımaya hem de toprak ile diğer iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine izolatör denir.

İzolatörler elektrik akımına karşı direnci çok büyük ve yüksek derecedeki sıcaklığa dayanıklı porselen, cam ve epoksi reçineden imal edilir.

Orta gerilim hava hatlarında iletkenlerin izolatöre bağlanması ve izolatörlerin direklere tespit edilmesi için traversler kullanılır. Traversler normal (L) demir profilden (NPL) yapılır ve her biri üzerine iki adet izolatör monte edilebilir. Dolayısıyla her birine iki iletken bağlanabilir. Traverslerin sayısı iletkenlerin tertibindeki durumuna ve direğin beslediği hatta göre değişir.

Çelik kafes direklerde olduğu gibi beton direklerde de hava hatlarının izolatörlere bağlanması ve izolatörlerin de direklere tespit edilmesi için beton traversler kullanılır. Bir beton direkte kullanılacak travers sayısı teşkil edilen hattın tertibine bağlıdır. İzolatör ve traversler için daha fazla bilgi ulaşmak istiyorsanız Traversler ve İzolatörler modülüne bakınız.

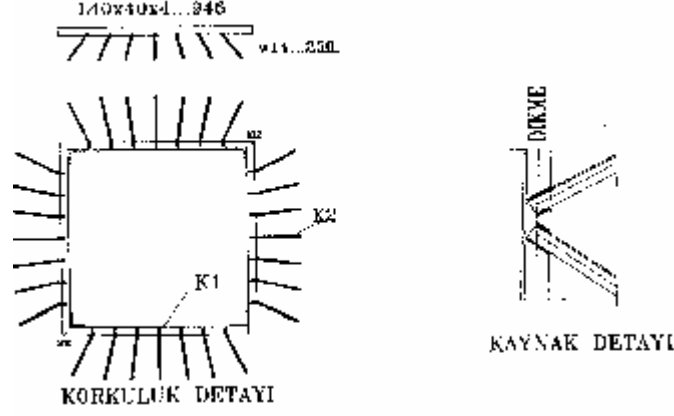


Resim 1.10: İzolatör ve travers

1.3.4. Korkuluk

Direklere insan, hayvan veya tırmanabilecek canlıların tırmanmaması için direğin gövdesine monte edilen parçaya denir.

Demir parçasından yapıp uçları sivrileştirilmiş demir parçaların direğin etrafını kaplaması için kaynak edilerek veya vidalanarak monte edilir. Önce sivri uçlu parçalar L tipi lama demire montaj edilir. Parça sonradan direğin gövdesine monte edilir.



Şekil 1.8: Korkuluk ve detayı

1.3.5. Ölçüm Panosu

Direk tipi trafo için ölçüm ve korumada kullanılacak elemanların monte edildiği ve kapalı saçtan yapılmış malzemeye ölçü panosu denir. Ölçü panosunun içinde akım trafosu, şalter, sokak lambası için gerekli şalter ve sigortalar, aktif ve reaktif sayaç, beslenen her bir hat için gerekli şalterler konulmuştur.

Görevi ise gerekli korumayı sağlamak ve hattan çekilen akım, güç değerlerini kaydetmek için kullanılır. Ayrıca alçak gerilimin üzerinde herhangi bir arıza durumunda enerjiyi kesmek için kullanılır.



Resim 1.11: Direk tipi trafo ölçüm panosu



Resim 1.12: Panonun önden görünüşü, arka görünüş ve elemanların bağlantısı

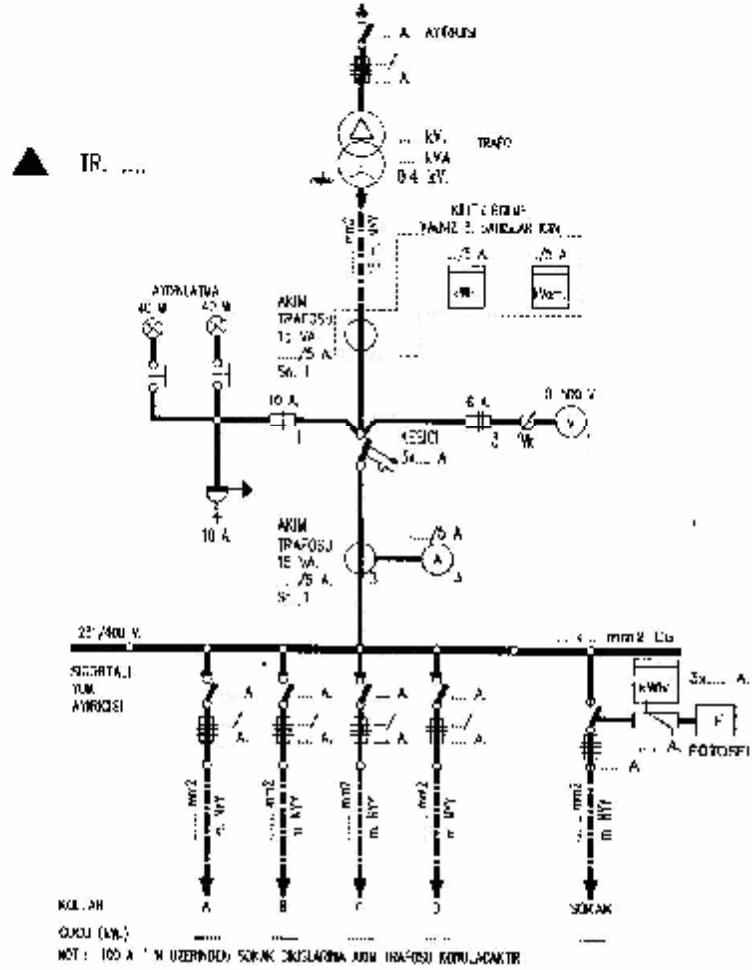
1.4. Direk Tipi Trafo Bağlantıları

1.4.1. Direk Tipi Trafo Bağlantıları

1.4.1.1. Direk Tipi Direk Bağlantı Tek Hat Şeması

Trafo bağlantıları genellikle hat şemaları ile belirlenir. Trafo gücü ve bağlanacak elemanlar ve fider sayısı hat şemasıyla belirlenir. Elemanların bağlantısı da hat şemasına göre yapılır. Hat şemasında kullanılacak semboller TSE standartlarına göre olmalıdır.

50 - 100 - 160 - 250 - 400 kVA. TRANSFORMATORLER
İCİN AG. DAĞITIM PANOSU TEK HAT ŞEMASI



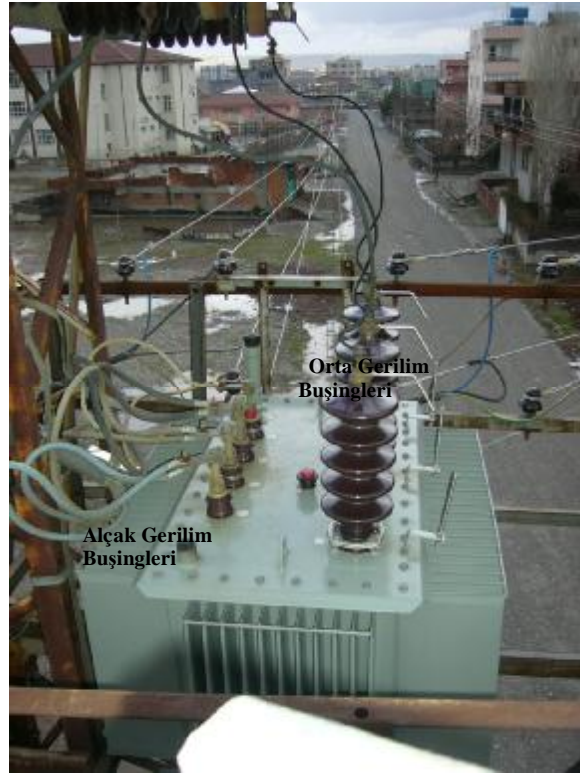
Şekil 1.9: Tek hat şeması

Şekil 1.9'da direk tipi trafolarında kullanılan tek hat şeması görülmektedir. Orta gerilim hattı ayırıcıdan sonra trafoya gelmekte ve trafo çıkışından ölçü aletlerine (akım trafosu üzerinden), sonra kesiciye (şalter), kesiciden baralara enerji verilmektedir. Kullanılacak iletkenler ise bağlanan güce göre değişeceğinden belirtilmemiştir.

1.4.1.2. Trafo Buşinglerinin Özelliği

Ana tank içerisine yerleştirilen sargı uçlarının dışarı çıkartılmasında buşingler kullanılır. Porselenden imal edilmiş olup, ebatları transformatörün gücü ile (gerilim ve akım ile) orantılıdır. Ayrıca buşingler tesis sahasının evre şartlarında yeterli olabilecek şekilde dizayn edilir. Her porselen yumuşak işlemeli homojen imal edilmiş olup, mekanik mukavemetini veya yalıtkanlık(dielektrik) kalitesini etkileyen çatlak oyuk ve tabakalardan arıtılmıştır. İzolatörler tek parça porselen teşkil edilmiştir.

Buşingler, izolasyon kısmı ile içindeki iletkenler arasındaki boşluğun doldurulduğu maddelerin cinsine göre sınıflandırılır. Direk tipi trafolarında kullanılan buşinglerin iç yüzeyi ile iletkenler arasındaki boşluk özel olarak yağ veya sıvı ile doldurulmuş tiptendir.



Resim 1.13: Trafo buşingleri

1.4.1.3. Trafo Bağlantı İletkenlerin Özelliği

Trafo bağlantılarında kullanılan iletkenler gerilim değerine göre farklılık göstermektedir. Orta gerilimde gelen kablo ayırıcıdan sonra bağlandığında çok damarlı kullanılan iletkenler bakır iletkenli ve çapraz bağlı polietilen yalıtkanlı bir veya üç damarlı bireysel olarak siperlenmiş, PVC dış kılıflı olarak kullanılır. Bazı yerlerde ise örgüli alüminyum tek parça iletken kullanılır. Yalıtkan kılıf olmadan kullanılabilir. Alçak gerilim tarafını besleyecek kablonun ucu pabuç ile lehimlenmelidir.

1.4.1.4. Trafo Giriş Çıkış Bağlantı İşlem Sırası

Direk tipi trafo 36 kV'luk orta gerilim, 0,4kV alçak gerilime düşürecekse önce alçak gerilim tarafındaki bağlantı gerçekleştirilir. Çok damarlı pvc kalıp ve ortam sıcaklığında etkilenmeyen kablo kullanılmalıdır. Elektriksel bağlantı yapılmadan önce OG ve AG sargılarının birbirlerine ve kazana göre yalıtımı megger yardımıyla test edilmelidir. Bu test sırasında bütün buşinglerin kuru ve temiz olması gerekir. Yalıtım direnci uygun olan transformatörlerin montajı tamamlanabilir. Bunun için şebekenin OG iletkenleri OG buşinglerine, AG baralarında gelen iletkenler AG buşing bağlantı pabuçlarına bağlanır; koruma röle ve elemanlarının kablo bağlantıları yapılır.

Aşağıdan kablo çekilir, uçları açılır, pabuçlar uygun bir şekilde takılır. Kablonun ucu açıldığında hiçbir damar zarar görmemelidir. Panoya kadar olan kısım boru içerinden taşınır. Trafo bağlantısı buşinge yapılacağından dolayı kablo ucuna papuç bağlanmalıdır. Bu bağlama bittikten sonra biraz kabloya boşluk vererek buşing ucuna bağlanır. Vida bağlantısında kablo gevşek kalmayacaktır. Alçak gerilim tarafı bağlandıktan sonra, orta gerilim bağlantısı ise ayırıcıdan alınan kablo örgülü ve çelik destekli olacağından ortam sıcaklığı düşünerek trafonun orta gerilim buşingine sarılma yöntemi ile bağlanır.



Resim 1.14: Trafo giriş ve çıkış bağlantıları

1.4.1.5. Trafo Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

Trafo bağlantıları direğin üzerinde yapılacağında önce can güvenliği tedbirleri alınmalıdır. En önemli trafo gücüne göre iletken seçilmiş olmalıdır. Bu iletkeni seçerken ortam sıcaklığı da hesaba katılmalıdır. Bağlantılarda boşluk ve gevşeklik kalmamalıdır. İletken aralıkları verilirken ortamın nem oranı ve havanın delinme gerilim hesaba katılmalıdır. Vida bağlantılarda buşingleri kırarak şekilde bir basınç uygulanmamalıdır. İletken bağlantıları bittikten sonra tekrar transformatör gözden geçirilir. Yağ akıntısı iletkenler arasında kısa devre olup olmadığına bakılmalıdır.

1.5. Trafo Topraklanması

Elektrik tesislerinde aktif olmayan bölümler ile sıfır iletkenleri ve bunlara bağlı bölümlerin, bir elektrot yardımı ile toprakla iletken bir şekilde birleştirilmesine topraklama denilmektedir.

İşletme topraklaması, alçak gerilim şebekelerinde, transformatörlerin sıfır noktalarının, doğru akım tesislerinde bir kutbun veya orta iletkenin topraklanması ile yapılır. Böylece sistemde, toprağa karşı oluşacak gerilimin belirli değerleri aşmamasına çalışılır.

Sadece bir transformatörün yerleştirildiği direkler söz konusu olduğunda küçük bir topraklama tesisi (örneğin, derin topraklayıcı, halka topraklayıcı veya iletken malzemeden yapılmış direğin temeli) bir transformatörün topraklanması için gerekli şartları sağlar.

Genel olarak çelikten veya başka bir iletken malzemeden ya da betondan yapılan direklerin üzerine bulunan anahtarlama tesisleri topraklanmalıdır. Kumanda yerlerindeki topraklama tesisi, en azından eş potansiyel dengelemeyi sağlayacak bir topraklama ağıyla yapılmalıdır. Eğer kumanda için bulunulan yerin yalıtılması yapılmışsa veya anahtarlama işlemi yalıtkan bir düzenek yardımı ile yapılıyorsa (örneğin, yalıtılmış aletlerle, çubuklarla veya eldivenlerle), küçük bir topraklama tesisi (örneğin, derin topraklayıcı veya halka topraklayıcı) yeterli olabilir.

1.5.1. Topraklama İşlem Sırası

- Ø Topraklama için çukur kazılır.
- Ø İletken kablo ve kullanılacak lama iletken malzemesi trafoya kadar çekilir.
- Ø Direğin belirli yerlerine bağlantı yapılır.
- Ø Trafo üzerinde bulunan topraklama bağlantısına bağlantı yapılır.
- Ø İletken toprağa gömülen levha veya çubuk malzemeye kaynak edilir.
- Ø Metal levha gömülür ve toprak ile kaplanır.



a)

Resim 1.14.a: Trafo toprak bağlantısı



b)

b: Topraklama iletkeninin topraklama çubuğuna bağlantısı

1.5.2. Topraklamada Dikkat Edilecek Hususlar


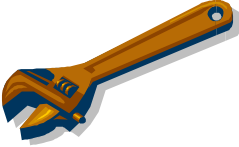
Topraklama için kullanılacak iletken yalıtılmış olarak çekilmelidir. Topraklama barasının kesiti en büyük sigorta ile ya da otomatik anahtarlarla korunan işletme aracının koruma iletkeninin kesitine eşit olmalıdır.

Topraklama yapılırken topraklayıcılar için olabildiğince nemli yerler seçilmelidir. Topraklanacak trafonun yakınında böyle bir yer varsa topraklayıcı buraya gömülecek ve topraklama iletkeni en az 70cm derinliğe gömülecektir.

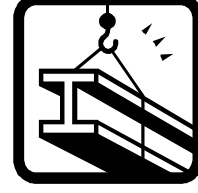
Toprak içinde yapılan bağlamalarda korozyona karşı gerekli önlemler alınacaktır. Bütün bağlantılar mekanik bakımından sağlam elektriksel bakımından iyi bir iletken sağlayacak şekilde yapılacaktır.

Zorunlu olmadıkça koruma ve işletme topraklamaları birleştirilmeyecektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Trafo Platformun Montajı</p> <ul style="list-style-type: none">• Montajda kullanılacak demir köşebent aşağıda istenilen uzunlukta kesiniz.• Montajın kaynak veya cıvata ile ne şekilde montaj olacağı tespit ediniz.• Güvenlik malzemeleri ve kullanılacak montaj malzemeleri alınız.• Güvenlik tedbiri olarak vinç (kaldıraç) yardımıyla montaj edilecek mesafeye geliniz.• Emniyet kemeri ve kask takılarak çalışmaya başlayınız.• Vida yardımıyla köşebentler monte ediniz (veya kaynak ediniz).• Montaj işleminde önce direğe monte edilenler sonra diğer parçalar takınız.• Vidalar gevşek kalmayacak şekilde sıkınız.• Montajda denge terazisiyle denge durumu kontrol ediniz.	<p>Ø Montaj yapılacak yer yüksek bir yer olduğundan önce güvenlik tedbirleri alınmalıdır.</p> <p>Ø Önlük giyilecektir.</p> <p>Ø Emniyet kemeri ve kask kullanılacaktır.</p>  <p>Ø Kaynak işlemi yapılacaksa gözün rahatsız olmaması için gerekli koruyucu gözlük kullanılmalıdır.</p> <p>Ø Tek başınıza montaj işlemine gitmeyiniz.</p> <p>Ø Vida sıklmaları için uygun boyutta anahtarları kullanınız.</p> 
<p>Ø Trafo Montajı</p> <ul style="list-style-type: none">• Trafoyu gözden geçirin.• Taşıma esnasında boyası bozulan bölgeler temizlenerek boyatınız.• Yağ kaçağı kontrolü yapılmalıdır. Yağ kaçağı varsa contaları sıkıştırınız.• Yağ seviyesi kontrol ediniz.	<p>Ø Kullanılacak kaldıraç malzemeleri trafo ağırlığını kaldırabilecek özellikte olmalıdır.</p> <p>Ø Kontroller yapılırken kendiniz için bir tablo oluşturunuz.</p>

- Dışardan olan parçalar kırık olup olmadığını kontrol ediniz.
- Trafonun direğe monte edileceğinden önceden bir kaldıraç bulundurunuz.
- Trafo üzerinde bulunan önceden monte edilmiş olan kaldırma kulaklarına gerekli boyutta kancayı takınız (bk. Şekil 1.7).
- Kancaların takılı olup olmadığını bir daha kontrol ediniz.
- Kontrollü bir biçimde kaldıraç çalıştırınız.
- Yerleştirilecek alana geldiğinde ise kaldırıcı durdurunuz.
- Dikkatli bir şekilde trafo platformuna bırakınız.
- Vidalarla ayaklar direğe vidalanır. Vidaların gevşek kalmamasına dikkat edilir.
- Kaldıraç kolu çıkarılır.
- Kulaklardaki parça çıkarılır.
- Son bir defa gözden geçiriniz. Trafonun direğe yerleşimi Resim 1.2 ve Resim1.3 gösterilmiştir.
- Trafo bağlantıları direğin üzerinde yapılacağına önce can güvenliği tedbirleri alınız.
- En önemli trafo gücüne göre iletken seçimini yapınız.
- Önce alçak gerilim iletkenini buşinge bağlayınız.
- Sonra orta gerilim iletkenini ayırıcıdan alarak trafo buşingine bağlayınız.
- Bu iletkeni seçerken ortam sıcaklığı da hesaba katınız.
- Bağlantılarda boşluk ve gevşeklik bırakmayın.
- İletken aralıkları verilirken ortamın nem oranı ve havanın



Ø Trafoyu kaldıraçla kaldırmadan önce kancaların düzgün takılıp takılmadığını bir daha kontrol ediniz.

Ø Trafo kaldırılırken, trafonun kaldırılacak alan içinde malzeme ve canlı olmadığına dikkat ediniz.



Ø Kaldırıcı kullanırken dikkatli olunmalıdır.

Ø Yavaş yavaş kaldırılmalıdır.

Ø Yerleştirilme işlemi bittikten sonra vidaların montajında vidalarda gevşeklik kalmamalıdır.

Ø Aldığınız malzemeleri tekrar yerine bırakınız .



<ul style="list-style-type: none"> • delinme gerilim hesaba katınız. • Vida bağlantılarda buşingleri kırarak şekilde bir basınç uygulamayınız. • İletken bağlantıları bittikten sonra tekrar transformatör gözden geçiriniz. • Yağ akıntısı iletkenler arasında kısa devre olup olmadığına bakınız. 	
<p>Ø Topraklama Kablosu Bağlantısı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kullanılacak iletkeni hesaplayarak seçiniz. • Topraklama için çukur kazınız. • İletken kablo ve kullanılacak lama iletken malzemesi trafoya kadar çekiniz. • Direğin belirli yerlerine bağlantı yapınız. • Trafo üzerinde bulunan topraklama bağlantısına bağlantı yapınız. • İletken toprağa gömülen levha veya çubuk malzemeye kaynak ediniz. • Metal levha gömünüz ve toprak ile kaplayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Topraklama için kullanılacak iletken yalıtılmış olarak çekilmelidir. Ø Topraklama barasının kesiti en büyük sigorta ile ya da otomatik anahtarlarla korunan işletme aracının koruma iletkeninin kesitine eşit olmalıdır. Ø Topraklama yapılırken topraklayıcılar için olabildiğince nemli yerler seçilmelidir. Topraklanacak trafonun yakınında böyle bir yer varsa topraklayıcı buraya gömülecek ve topraklama iletkeni en az 70cm derinliğe gömülecektir. Ø Vida bağlantılarının gevşek kalmamasına dikkat edilmelidir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Direk tipi trafo üzerinde bulunan malzemeleri yazınız.
2. Direk tipi trafolarında kullanılan güç trafolarının gerilim ve güç değerlerini yazınız.
3. Direk Tipi trafoların direk imalat malzemesine göre kaçta ayrılır?
4. Direk tipi trafolarında kullanılan platformların uzunlukları neye göre hesaplanır?
5. Direk tipi trafolarında kullanılan panonun görevini yazınız.
6. Topraklamanın amacını yazınız.
7. Buşingleri tanımlayınız?
8. Trafo üzerinde bulunan buşinglerin orta gerilim ve alçak gerilim değerlerini yazınız.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, kuvvetli akım, topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, açık yer tipi trafo merkezinin donanım çeşitlerini hatasız olarak seçebilecek ve açık yer tipi trafo merkezinin donanım bağlantı şekillerini hatasız olarak seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Açık yer tipi trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcılar, kesiciler, izolatörler, direkler, traversler hakkında araştırma yapınız.
- Ø Etrafınızda montajı yapılmış açık şalt sahali trafo merkezlerini araştırınız ve geziniz. Yüksek gerilim ve orta gerilim malzemeleri satan firmalarla görüşerek katalog elde etmeye çalışınız.
- Ø Topraklama yönetmenliğini elde ediniz.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ve açık şalt sahali trafo merkezi malzemelerin satıldığı şirketleri gezmeniz gerekmektedir. Açık şalt sahali trafo merkezinin montajını yapan firmalarla görüşerek ön bilgi elde edebilirsiniz. İlinizde bulunan TEİAŞ kurumuna giderek trafo merkezi hakkında ön bilgi ediniz.

2. AÇIK YER (HAVADA) TİPİ TRAFİO MERKEZİ VE DONANIMLARI

Yüksek gerilim şalt sahaları elektrik enerjisini üreten kaynaklar ile tüketici kaynakları arasındaki güç iletim zincirinin önemli bir halkasını oluşturur. Trafo merkezleri iki farklı şekilde tasarlanabilir. Bunlardan sürekli olarak kullanılan hava yalıtımlı açık şalt sahali trafo merkezleri (AIS) diğeri ise açık ve kapalı alanlarda kurulan SF6 gazı ile yalıtılmış kapalı ve mahfazalı trafo merkezleridir (GIS).

AIS (Air Insulated Substation) hava yalıtımlı trafo merkezleri, çevre şartlarının dikkate alınmadığı ve yer sınırlamasının olmadığı her yerde yaygın olarak kullanılmaktadır. AIS'ler 800kV'a kadar ki yüksek gerilimlerde tasarlanabilmektedir. AIS'lerin montaj maliyetleri düşüktür. Açık şalt sahali trafo merkezlerinin elamanlarının her biri tesiste monte edilir. Ancak elemanların açık alanda oluşundan dolayı, gerilim altında çalışma yapmak ve dokunmak tehlikelidir. Bu trafo merkezleri hava ve çevre etkilerine doğrudan maruz kalmaktadır.

Trafo merkezleri bir veya daha fazla yüksek gerilim enerji nakil hatlarından elektrik enerjisini alarak, orta gerilim ve alçak gerilim ile abonelerin fiderlerine dağıtan cihazların tesis edildiği yerlere denir. Trafo merkezleri gerilimlerin büyüklüğü sebebiyle açık havada bir sahada yerleştirilir.

Elektrik enerjisi santrallerde üretildikten sonra aboneler ulaşana kadar değişik işlemlerden geçer. İlk önce santral çıkışında elektrik enerjisinin gerilimi yükseltilir. Böylece iletim yüksek gerilimle yapılmış olur. Şehir ve kasabaların girişinde YG düşürülerek orta gerilim haline getirilir. Son olarak da OG dağıtım trafoları yardımıyla alçak gerilime çevrilir. İşte bu işlemler yerine getirilirken değişik büyüklükte ve özellikle trafolar kullanılabilir. Bu trafolar ve yardımcı elemanların yerleştiği yerlere trafo merkezleri denir.

Trafo merkezinin kuruluşunda dikkat edilmesi gereken vardır. Trafo merkezinin kurulacağı yer veya merkezinin tipi, içine konulacak trafonun özelliğine ve büyüklüğüne bağlıdır. Bir trafo merkezi hem estetik açıdan hem de enerji dağıtım ve emniyet yönünden uygun olmalıdır.

2.1. Açık Yer Tipi Trafo Merkezi Kurulma Yerleri ve Özellikleri

İl ve ilçelerde trafo merkezleri, dağıtım ve istimlak kolaylığı sağlayan, zemini dayanıklı, estetiği bozmayan yerlere kurulması uygun olur. Bu bakımdan trafo merkezleri yük bakımından ağırlık taşıyan/teşkil eden yerlerde olması en önemli şart değildir.

Trafo merkezleri genellikle şehir merkezlerinin dışına kurulur. Zamanla nüfusun ve yerleşim alanların büyümesinden dolayı, yerleşim alanların içinde kalmıştır. Zeminin sağlam olması önemli bir özelliktir. Yüksek gerilim iletim hattına uzak olmaması ve iletim hattı çekiminin zor olmadığı alanlara dikkat edilir.

Açık alanda kurulduklarında dolayı bütün malzemeleri dışarıda olup atmosferik şartlardan etkilenir. Bu da hava şartlarının kötü olduğu yerlerde sık sık arızaların ortaya çıkmasına sebep olur.



Şekil 2.1: Açık şalt sahası

Açık yer tipi trafo merkezi malzemelerinin yerleştiği alana şalt sahası olarak adlandırılır. Ayırıcılar, kesiciler, baralar, transformatör ve yardımcı gereçlerin bir arada tesis edildiği yerlerdir. Elektrik enerjisini toplamaya veya dağıtmaya yarayan üniteleri bulunan tesistir.

36 kV'tan 800kV'ta kadar olan trafo merkezleri açık şalt sahaları olarak tesis edilir.

Arazinin durumuna göre trafo şalt sahaları aşağıdaki gibi gruplandırılır:

- Ø Cihaz tipi şalt sahası
- Ø Kiriş tipi şalt sahası
- Ø Toprak üstü şalt sahası

Her üç tip şalt sahasında çok ağır olan transformatörler beton üzerindeki raylar üzerine, sf6 kesiciler ise betonarme kaideler üzerine yerleştirilir.

2.1.1. Cihaz Tipi Şalt Sahası

Arazinin düz olmadığı yerlerde tesis edilir. Ölçü transformatörü gibi hafif olan cihazlar çelik çerçeve üzerine yerleştirilir. Baralar A tipi demir direklere tespit edilen gergi tipi zincir izolatörler arasında gergin bir şekilde yerleştirilir. Tesisin kuruluş maliyeti ucuzdur. Ayrıca dar alanlar içinde tercih edilen bir yöntemdir.

2.1.2. Kiriş Tipi Şalt Sahası

Bu tip şalt sahaları yatay ve dikey şekilde monte edilen kafes kırşlerden yapılır. Baralar gerilmiş şekilde tutturulan zincir izolatörler veya mesnet izolatörler yardımı ile kırşler arasında gergin bir şekilde monte edilir.

Ayırıcılar ve diğer hafif gereçler kırşler üzerine tutturulur. Kiriş tipi şalt sahaları cihaz tipi şalt sahalarına göre daha pahalı tesis edilir. Ancak daha sağlam ve küçük sahaya tesis edilir. Bu şalt sahası deprem ve arazi konusunda sıkıntı çekilen yerlerde kurulabilir.

2.1.3. Toprak Üstü Tipi Şalt Sahası

Bu tip şalt sahalarında üniteler beton sütunlar üzerine yerleştirilir. Baralar beton kaideler üzerine monte edilen pylonlardaki zincir izolatörler arasında gergin bir şekilde yerleştirilir. Tesisin yere olan yüksekliği fazla olmadığı için maliyeti ucuzdur. Ancak bu tip şalt sahası için geniş ve düz bir alan gereklidir.

Toprak üstü tipi şalt sahaları gevşek zemin toprak kayması ve deprem kuşağı olan yerler için uygun değildir.

2.2. Açık Yer Tipi Trafo Merkezi Donanımları ve Özellikleri

2.2.1. Güç Trafosu

Transformatörler elektrik enerjisinin gerilimi ve akım değerlerini frekansta değişiklik yapmadan ihtiyaca göre değiştiren elektrik makinesidir.

Transformatörler santrallerde üretilen elektrik enerjisini yükselterek, şehir merkezleri yakınında veya içinde bulunan indirici trafo merkezlerinde ise düşürür. Türkiye’de iletim gerilimi 380kV olup indirici merkezlere bu gerilimle taşınır. İndirici merkezlerde 380/154 kV transformatör ile sistemin bağlantısı yapılır. Genelde bu transformatörler 150-250MVA gücündedir. Bu merkezlerdeki 154 kV’a düşürülen enerji belli kadar iletim yapılarak YG/OG indirici merkezlerindeki yıldız/yıldız ve yıldız/üçgen bağlı 154/34,5kV, 154/10,5kV trafolar kullanılarak gerilim OG seviyesine düşürülür. Burada kullanılan trafolar nominal güçleri 25-50-100MVA’dır. OG. sargılarının yıldız noktaları 20 ya da 60 ohm’luk nötr direnci üzerinden topraklanır. Bu dirençlerin görevleri; besledikleri 34,5 veya 10,5 kV fiderlerde oluşacak faz toprak arızalarında arıza akımlarını sınırlamaktır.



Resim 2.1: 100 MVA 154/36kV güç trafosu

Güç trafolarında 25 gerilim kademesi ayarı olup, yük altında değiştirilir. Plakasında verilen primer ve sekonder anma akımlarının üzerinde belli bir süre (dakika, saat gibi) aşırı yüklenebilir. Bu süreler, imalat sırasında verilmiştir. Aşırı yükleme esnasında sıcaklık kontrolü yapılmalıdır. Trafolarında yalıtma, soğutma elemanı olarak yağ ve gaz kullanılmaktadır. Gaz izoleli transformatörler halen Türkiye’de kullanılmaya başlanmamıştır.

Güç trafoları ile daha fazla bilgi için Güç Trafoları modülüne bakınız.

2.2.2. Kumanda Elemanları (Şalterleri)

Açık şalt sahalarında orta gerilim ve yüksek gerilim sistemlerinde enerji hatlarının açma ve kapama gibi işlemleri yapan kumanda elemanları kesiciler ve ayırıcılar kullanılmaktadır.

Bu iki kumanda elemanı temel olarak açma ve kapama işi yapmalarına rağmen yapılarında ve kullanıldıkları yer ve kullanım şekillerinde büyük farklılıklar göstermektedir.

2.2.2.1. Ayırıcılar

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde yüksüz iken açma ve kapama işlemini yapar. Açma ve kapama işlemi gözle görülmektedir. Devreyi topraklama işlemi içinde kullanılır.

Kullanım yerine göre çeşitleri şunlardır.

- Ø Hat ayırıcısı
- Ø Bara ayırıcısı
- Ø Toprak Ayırıcısı
- Ø By-pass ayırıcısı
- Ø Transfer ayırıcısı
- Ø Bara bölümleyici ayırıcıları



Resim 2.2: 154/36 kV trafo merkezinde kullanılan ayırıcılar

Yapı bakımından yüksek gerilim trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcılar döner izolatörlü ayırıcılar kullanılır. Yapı olarak hareketli kontaklara bağlı izolatörlere kendi ekseni etrafında istenen açılarda dönebilen ayırıcılardır. Dahili ve harici tipleri vardır. En çok harici tipleri vardır. Yüksek ve çok yüksek gerilimli trafo merkezlerinde kullanılır. 60, 154, 380kV gerilimlerde kullanılan döner izolatörlü ayırıcılar iki tipte yapılır.

Trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcıların kontakların açılıp kapanması için yapılan kumanda şekli ise elektrik motoru veya basınçlı hava kumanda edilir.

Ayırıcılar için daha geniş bilgiye ayırıcılar modülünden ulaşabilirsiniz.

2.2.2.2. Kesiciler

Yüksek gerilimli ve büyük akımlı şalterlerde, yük akımını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazdır. Yüksek gerilim iletim hatlarında oluşan kısa devrelerde ve yük altında açma ve kapama yapan cihazdır.

Kesiciler üç faz kumandalı veya tek faz kumandalı olabilir.

Orta ve yüksek gerilimlerde yük altında yani devreden akım çekilirken süratli ve emniyetli açma ve kapama yapabilen şalterlerdir. Dahili ve harici olarak imal edilir.

Kesiciler arkın söndürüldüğü ortama göre değişik tipte imal edilir. Bunlar:

- Ø Havalı kesiciler
- Ø Yağlı kesiciler
- Ø Gazlı kesiciler
- Ø Vakumlu kesiciler

Orta ve yüksek gerilim trafo merkezlerinde en fazla gazlı kesiciler kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni, açma ve kapamalarda oluşan arkın hızlı kesilmesi ve yangın tehlikesinin oluşmamasıdır. Kesicilerle ilgili daha geniş bilgi kesiciler modülünden elde edebilirsiniz.



a) 154kV SF6 gazlı kesici b) 154kV havalı kesici

2.2.3. Koruma Elemanları

Yüksek gerilim şalt tesislerinde, enerji nakil hatlarında yüksek arıza akımlarının ve gerilimlerinin meydana getireceği ısı ve diğer olumsuz etkilere karşı koruyucu veya haber verme görevini yapan devre elemanlarına koruma elemanları denir.

Yüksek gerilim enerji iletim hatlarında ve trafo merkezlerinde kullanılan koruma elemanları şunlardır:

- Ø Sigortalar
- Ø Parafudur
- Ø Kuşkonmazlar
- Ø Kesiciler
- Ø Topraklı ayırıcılar
- Ø Koruma iletkeni
- Ø Topraklama
- Ø Koruma röleleri

2.2.3.1. Sigortalar

Yüksek gerilim şebekelerinin herhangi bir noktasında meydana gelen arızanın, arızalı işletme elemanının üzerindeki koruma elemanı tarafından arızanın diğer kısımlara yansımaları önlenerek daha büyük arızaların meydana gelmesini önler.

2.2.3.2. Parafudur

Yüksek gerilim tesislerinde hat arızaları, yıldırım düşmeleri ve kesici açması gibi manevralar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı yüksek gerilim şoklarının etkisini önler. Ayrıca iletim hatlarında meydana gelen yürüyen dalgaların tahrip etkisini önleyen cihazdır.

Devrede iletkenler ile toprak arasında bağlanan ve her türlü elektrik cihazını geçici aşırı gerilimlere karşı koruyan elemandır.



Resim 2.4: 154kV parafudurlar

2.2.3.3. Kuşkonmazlar

Yüksek gerilim enerji hatlarını taşıyan direklerde bulunan traverslerdeki izolatörlerin bağlantı yerinin üst kısmını kuş konması veya yuva yapması istenmez. Bu nedenle traverslerin bu kısmına kuşların konması için U veya V şeklin de bir kuşkonmaz malzemeleri montaj edilir ve arası çapraz bir şekilde galvanizli ince bağlama teli ile bağlanır. Aksi hâde kuş pislikleri izolatörleri kısa devre ederek toprak arızasına sebep olur.

2.2.3.4. Kesiciler

Daha önceki konularda anlatıldı.

2.2.3.5. Ayırıcılar

Daha önceki konularda anlatıldı.

2.2.3.6. Koruma İletkeni

Örgülü çelik iletkenler olup enerji nakil hatlarına düşebilecek olan yıldırımları üzerine çekip toprağa aktarma görevini görür. Koruma teli hava hatlarının üstünde direklerin tepesine koruma teli için imal edilmiş küçük izolatörlerle irtibatlandırılarak çekilir.

2.2.3.7. Topraklama

İşletme akım devresinin bir noktasının veya tesisin akım taşımayan iletken kısımları ile toprak arasında iletken bir bağlantı yapmaya topraklama denir. Bina yakınında ve iletim hatlarının yakınına kazılan çukurlara bakır veya galvanizli çubuk veya levhaların gömülmesi ile elde edilir. Topraklama devresi, elektrik tesislerinde oluşan arıza durumunda kısa devre akımlarını insan hayatını tehlikeli olmayacak yoldan geçmesini sağlar.

Topraklama çeşitleri ise;

- Ø Koruma topraklaması
- Ø İşletme topraklaması
- Ø Yıldırıma karşı topraklama
- Ø Özel topraklama olarak çeşitleri bulunmaktadır.



Resim 2.5: Trafo merkezlerinde bina topraklama iletkeni

2.2.3.8. Koruma Röleleri

Trafo merkezleri ve enerji iletim hatlarında çeşitli arızalar olabilir. Bu arızalar kısa devre, istenilmeyen yüksek gerilimler vb. Arızalar sonucunda meydana gelebilecek tahribatları önlemek için yüksek ve orta gerilim tesislerinin korunması gerekmektedir. Enerji iletim hatlarında ve trafo merkezlerinde oluşan arızaları haber vermek için kullanılan rölelere koruma röleleri denir. Rölelere arızaları sesli veya ışıklı devre elemanları aracılığıyla bildirir. Bazıları da bildirim yapmadan ayarladıkları büyüklüklere göre devreleri açar. Şebekelerde oluşan arızaların etkili ve ekonomik bir şekilde önlenmesi için röleler, devre açıcı elemanlar ve bildirim sistemleri ile beraber kullanılır.



Resim 2.6: Koruma röleleri yerleşimi

Trafo merkezlerinde ve enerji iletim hatlarında kullanılan koruma rölelerin çeşitleri:

- Ø Sekonder aşırı koruma rölesi
- Ø Diferansiyel koruma rölesi
- Ø Toprak kaçağı koruma rölesi
- Ø Buchholz rölesi
- Ø Mesafe rölesi
- Ø Isı kontrol rölesi

2.2.4. İzolatörler

Enerji nakil hava hatlarında kullanılan iletkenlerin, direklere tespitine yarayan, iletkenleri hem taşımaya hem de toprak ile direği iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine izolatör denir. Trafo merkezlerinde izolatörler iletkenleri taşıma ve ayrıca bağlantıların tespitinde de kullanılır.

İzolatörler elektrik akımına karşı direnci yüksek ve yüksek derecedeki sıcaklığa dayanıklı porselen, cam, epoksi reçineden yapılır.

Yapılış tiplerine göre izolatörler:

- Ø Mesnet izolatörler
- Ø Zincir izolatörler
- Ø Geçit izolatörleri



Resim 2.6: İzolatörler

2.2.5. Bara Düzenegi



Resim 2.7: Bina içinde kullanılan baralar

Aynı cins gerilimlerin toplanıp dağıtıldığı ünitelere bara denir. Baralar elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilmesinde kullanılan ünitelerin birbiriyle irtibatını sağlayan iletkenlerdir. Bara malzemeleri bakır ve alüminyumdan olmak üzere değişik metallere yapılır:

- Ø Bakır ve alüminyum lama
- Ø Bakır ve alüminyum boru
- Ø Çelik özlü (St-Al) alüminyum iletken

Lama şeklindeki baralar çoğunlukla iç tesislerde, boru ve iletken baralar ise dış tesislerde kullanılır. İç tesislerde kullanılan baralar, faz sırasını belirlemek, malzemelerin oksitlenmemesi önlemek ve akım yoğunluğunu artırıp soğutmayı sağlamak amacıyla değişik renklere boyanır. R- Sarı, S-Yeşil, T-Mor baraları boyanır.

Bara üzerindeki enerji çıkışlar (fiderler) sayesinde müşterilere dağıtılır. Baralar yapılarına göre sınıflandırılır. Tek bara sistemi, transfer bara sistemi, çift bara sistemi, kare bara sistemi, üç bara sistemi. Dağıtım kesiminde en çok kullanılan tek ve transfer bara sistemi incelenecektir.

Bu bara sistemi tek bir baradan ibaret olup ayırıcı ve kesici az kullanıldığından ekonomiktir. Fakat fider kesicilerinde bakım yaparken enerji kesilmesi söz konusudur. Bunu önlemek için bakım sırasında kesici yerine geçen by-pass ayırıcısı konur. Fakat by-pass ayırıcı ile besleme sırasında devre korumasız kalır.

2.2.6. Ölçü Aletleri

Trafo merkezinde kullanılan ölçü aletleri her fider için ayrı ayrı bağlanarak gerekli değerleri kaydetmeye ve trafo merkezinde bulunan mesul tablocuya haber vermek için kullanılır. Kullanılan ölçü aletleri akım ve gerilim trafoları ile beslenmektedir. Bu ölçü aletleri trafo merkezi içindeki panonun üzerinde ve ayrıca gerekli olduğunda gerekli cihazın yanında bulunan panolarda bulunur. Trafo merkezinde kullanılan ölçü aletleri şunlardır:

1. Ampermetre, 2. Voltmetre, 3. Wattmetre, 4. Cosinüsfi metre, 5. Aktif sayaç,
6. Reaktif sayaç, 7. Trafo için yağ basıncı 8. Mesafe rölesi, 9. Buchzoll rölesi,
10. Diferansiyel röle



Resim 2.8: Ölçü aletleri

Kullanılan ölçü aletleri ibrelili olduğu gibi sayısal olarak da kullanılabilir. Ayrıca yeni kurulan trafo merkezlerinde ise ölçü aletlerinin daha çok kaydedici özellikte olması da tercih edilir.

2.2.7. Ölçü Trafoları

Yüksek gerilimde istenilen değerlerin ölçülebilmesi için ölçü aletleri direk şebekeye bağlanamaz. Yüksek gerilime uygun değerlerde izolasyonu sağlamak ve uygun büyüklükte cihaz imal etmek zordur. Bu yüzden ölçü aletlerinin ve koruma rölelerin devreye bağlanması için yardımcı elemana ihtiyaçları vardır. Akım ve gerilim değerlerini istenilen değerlerde tutan elemanlara ölçü trafoları olarak adlandırılır. Ölçü trafoları akım ve gerilim trafoları olarak ikiye ayrılır.

Ø Akım Trafosu

Primer akımını belirli bir oranda düşüren ve primer akımı arasındaki faz farkı yaklaşık sıfır derece olan ölçü transformatörüdür. Devreye seri bağlanır.

Ø Gerilim Trafosu

Yüksek gerilimi istenen oranda düşüren ve primer ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkı yaklaşık olarak sıfır derece olan bir trafodur. Gerilim trafosu devreye paralel bağlanır.



Resim 2.9: Akım trafosu

2.2.8. Dağıtım Panoları

Üretilen enerjinin kullanım yerlerine ulaştırılması ve dağıtımında belirli merkezler oluşturulur. Dağıtım merkezleri olarak alınan bu yerlerden dağıtımın kontrol ve güvenlik konuları önemlidir. Elektrik enerjisinin elde edilmesi, iletimi ve dağıtımında kontrol (kumanda) ve güvenlik konularında yönetmeliklere uyulması gerekmektedir. Kuvvet tablosu hem kilitlemeli hem de butonlu olarak bir tesisin kumandasını sağlar. Tehlikeli durumlarda

butona basılmak suretiyle tesisin enerjisi kesildiği gibi, kilitlenerek enerjinin kontrolü isteğe bağlı hale getirilir. Ampermetreler ve voltmetreler baralara bağlanan akım trafosu ve gerilim trafosu ile bağlanmıştır. Devreye start stop butonları hem de röleler kumanda etmektedir. Bu da enerji kesilmelerinde arızalı yerin ayrılmasını sağlamaktadır. Panoların yapımında köşe bent, DKP sac kullanılır. Panolar kablo giriş ve çıkış yerleriyle kapak kısımları içerisine toz, çamur, nem gibi maddelerin girmesini önleyecek şekilde yapılır. Panonun ön yüzüne konulacak mimig diyagramda her gerilim kademesi ayrı renkte belirtilir. Renkler; 380 kV kahverengi, 154 kV kırmızı, 66 kV kavuniçi, 34.5 kV mavi, 15 kV sarı, 10 kV ve aşağı gerilimler yeşil, toprak siyah olur. Mimig diyagramlar; ana baralar 10 mm, fiderler 8mm eninde ve 3mm kalınlığında fiberglas malzemenen yapılır. Kesici ve ayırıcı pozisyon anahtarları mimig diyagramlardaki baralar üzerine yerleştirilecek, ayrıca baraların kesiştiği yerlerde 10 mm çapında ek işareti ile çıkışlarda 30*35*35 mm ölçülerinde ok işareti vardır. Tüm panolar kendi kendisini taşıyacak tipte yapılır. Panolarda kullanılan bütün cıvata ve somunlar paslanmaz çelik (kadminyum kaplı) yapılır.



Resim 2.10: Kumanda panoları

380 kV ve 154 kV kumanda panolarında en fazla iki fidere ait cihaz bulunur. 30 kV ve daha aşağı gerilimlerde ise 4 fidere ait cihazlar bulunur. Bunlar; mesafe, aşırı akım, tekrar kapama, faz uyuşmazlığı, yardımcı röleler vs. ve test kutularıdır. 154 kV trafo fideri röle panosunda da yalnız o fidere ait röleler bulunur. Bunlar; aşırı akım, tank koruma veya diferansiyel, yardımcı röleler, test kutuları ve gerektiğinde adaptör kutularıdır. 30 kV ve daha düşük gerilimlerde, her röle panosunda en fazla üç fidere ait röleler bulunur. Panoda aşırı akım rölesi, toprak rölesi, demantmetreli aktif ve reaktif sayaç, tekrar kapama, yardımcı röleler ve test kutularıdır. Çeşitli kabloların bağlanacağı panolarda topraklama barası bulunur.

2.2.9. Yangından Koruma Düzeni

Trafo merkezlerinde yangın tehlikesini oluşturabilecek makinelerden birisi transformatörlerdir. Bir de eski trafo merkezlerinde bulunan yağlı kesiciler yangın tehdidini oluşturuyorlardı. Bu yüzden trafo merkezlerinde yangın köşeleri oluşturulur. Hazırda yangın söndürücü yangın tüpü ve gerekli diğer malzemeler hazır bulundurulur. Ayrıca trafo merkezlerinde yangını bildirmek için yangın bildirim tesisatı da ayrıca çekilir. İletim hattının bulunduğu alan ve şalt sahasında gerekli zamanlarda artık otlardan temizleyerek yangın olma tehdidi ortadan kalkar.

2.3. Trafo Merkezi Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri

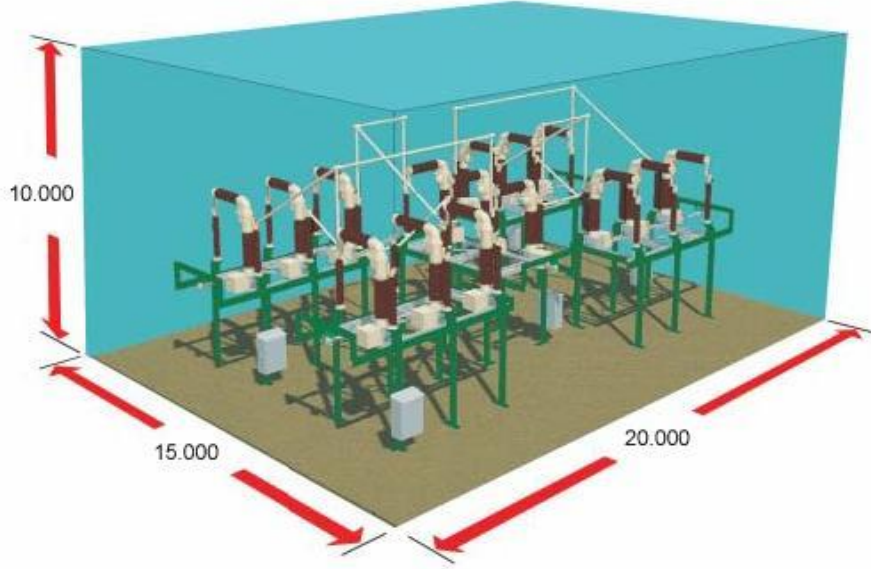
Açık şalt sahalı trafo merkezleri bir kumanda binası, orta gerilim elemanların bulunduğu bina ve açık şalt sahasından oluşmaktadır. Açık şalt sahalı trafo merkezleri geniş bir alana kurulduklarından dolayı ilk önce alanın tümünü kapsayacak geniş bir tel örgü örülür ve gerekli görülen yerlere yüksek duvarlar inşa edilir. Ayrıca açık şalt sahası yani yüksek gerilim malzemelerin bulunduğu alan tümü gene tel kafes ile çevrilir. Yüksek gerilimin bulunduğu alana sadece trafo kumanda odasında girilebilir. Güvenlik için elemanlar arası gerekli açıklıklar bırakılır. Ayrıca güvenlik ve olabilecek hırsızlıklar içinde giriş kapısında bir bina ile güvenlik elamanı bulunur. Yangına karşı gerekli yangın bildirim tesisatı kurulur.

Açık hava tesisleri görevli olmayan kimselerin giremeyeceği biçimde kilitli olarak yapılmalıdır. Çitle çevrilmiş tesisler içerisindeki koruma düzenleri: Dolu duvarlar ve tel kafes düzenlenir ve en az 1800 mm yükseklikte olmalıdır. Tesisler içerisindeki koruma alanı tesislerdeki aygıtların çevresindeki koruma düzeni (örgülü tel, parmaklık vb.) ile aygıtlar arasında güvenlik açıklıkları bırakılmamalıdır. Açık hava tesislerinin çevresi, üzerinde yüksek gerilim tesislerine karşı uyarma levhası bulunan ve yüksekliği en az 1800 mm olan bir çitle çevrilmelidir. Açık hava tesislerinin giriş kapılarına dilli anahtar ya da güvenli anahtarlar ile açılan kilitler ve uyarma levhaları takılmalıdır. Açık hava tesislerinde dış çitin içerisinde güvenlik açıklıkları olan bir koruma alanı bırakılmamalıdır. Doğrudan doğruya zemine konulan aygıtların dış çite olan uzaklığı küçük olamamalıdır. Fakat tesis gerilimsiz duruma getirilmeden şalt alana girilemez. Her yanı kapalı tesis ve işletme araçları için çit yapılması gerekmez.

2.4. Açık Yer (Havada) Tipi Trafo Bağlantıları

Açık şalt sahalı trafo merkezleri projeleri ve bağlantıları tasarlandıklarında beslenecek fider sayısı ve gerilimin değerine göre projelendirilir. Gerekli bağlantılar kuvvetli akımlar yönetmenliğine göre yapılmaktadır. Eleman bağlantılarından önce trafo merkezinde kullanılacak elemanlar için inşaat yapılması gerekmektedir. Kumanda binası, orta gerilim binası ve direklerin yerleştirilecek alanda temellerin yapılması gerekmektedir.

154kV Trafo Merkezi için



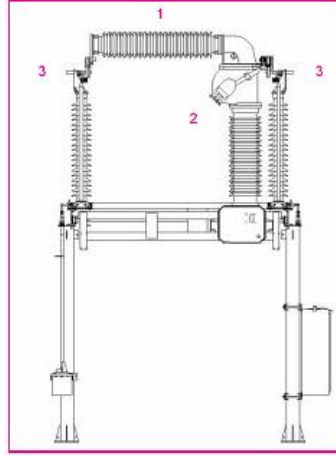
Şekil 2.1: Açık şalt sahası şekli

2.4.1. Açık Trafo Merkezi Proje ve Şemaları

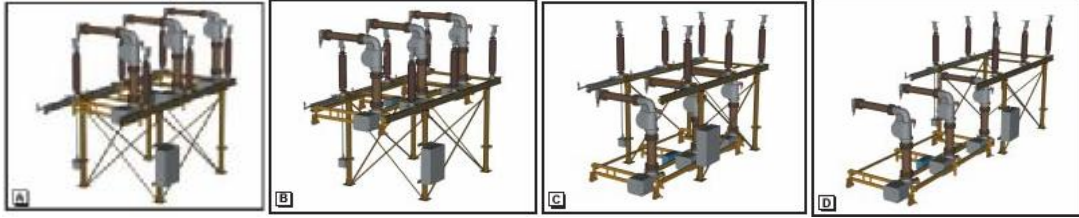
Yandaki şekilde örnek verilecek bir trafo merkezinde kullanılacak elemanlar ve bağlantısı gösterilmiştir. Bu elemanlar aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

- Ø Kesici
- Ø Akım trafosu
- Ø Ayırıcı

Trafo merkezinde kullanılan her kesicinin bir önüne ve arkasına bir ayırıcı yerleştirilmektedir. Yandaki şekilde gösterilmiş elemanların farklı şekillerdeki yerleşimi de aşağıda gösterildiği gibidir.

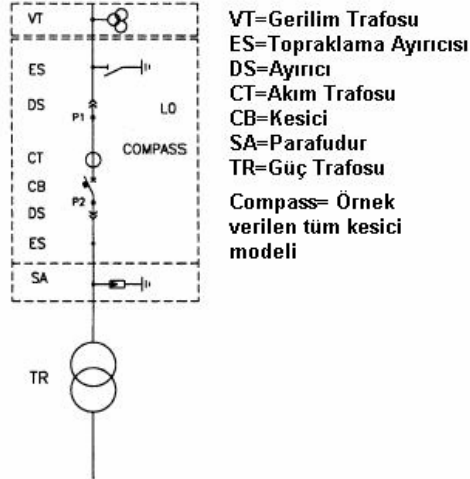


Şekil 2.2: Bir trafo merkezinde kullanılan eleman

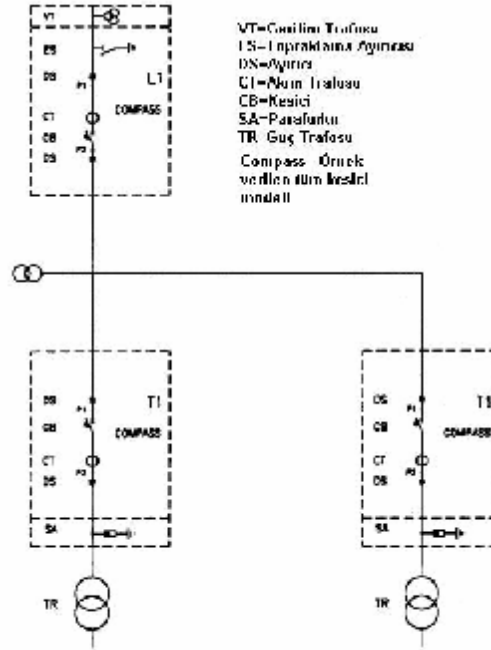


Şekil 2.3: Ayırıcı ve akım trafosunun yerleşimleri

Aşağıda bir trafo merkezine ait proje ve şemalar verilmiştir. Tek fidere ait bir trafo merkezi şeması ve elemanların bağlantıları aşağıda gösterildiği gibidir.

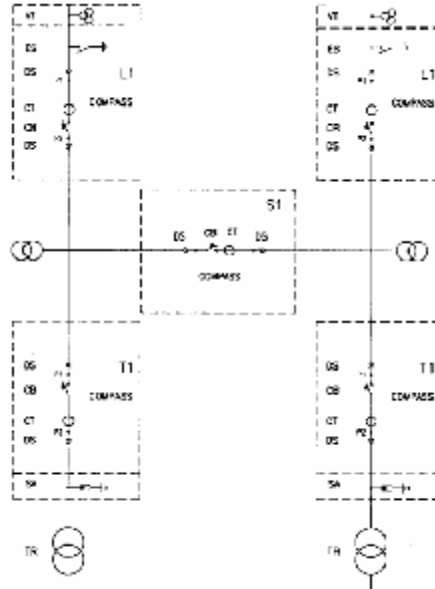


Şekil 2.4: Tek fidere ait devre şeması ve elemanların semböü



Şekil 2.5: İki adet güç trafosu ile beslenen üç fiderin bağlantı şeması ve projesi

Yukarıdaki şemada iki adet trafo fideri ve 1 adet hat fideri bulunmaktadır. Şemada her kesiciden sonra ve trafodan önce bir parafudur yerleştirildiği görülmektedir.

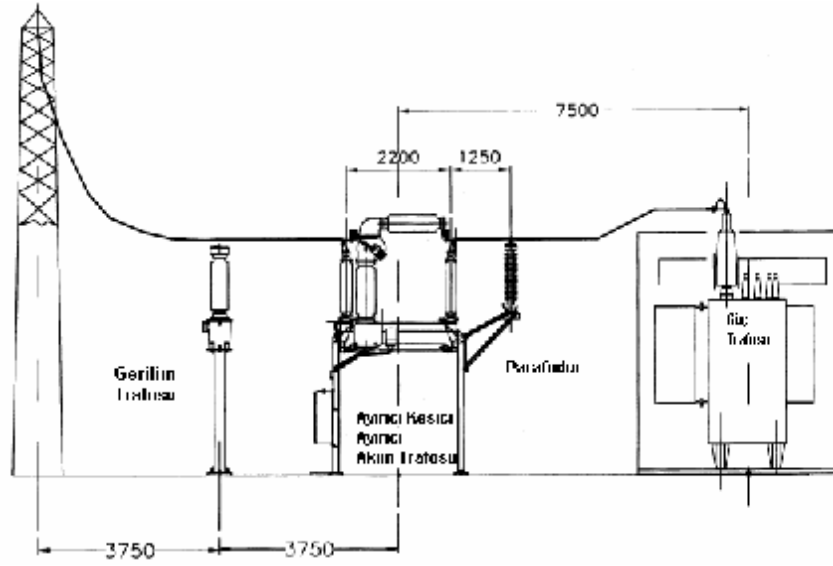


Şekil 2.6: İki adet güç trafosu ile beslenen 5 fiderin bağlantı şeması ve projesi

Yukarıdaki projeye bakıldığında 2 adet trafo fideri ve 2 adet hat fideri görülmektedir. Ayrıca 1 adet bypass barası görülmektedir.

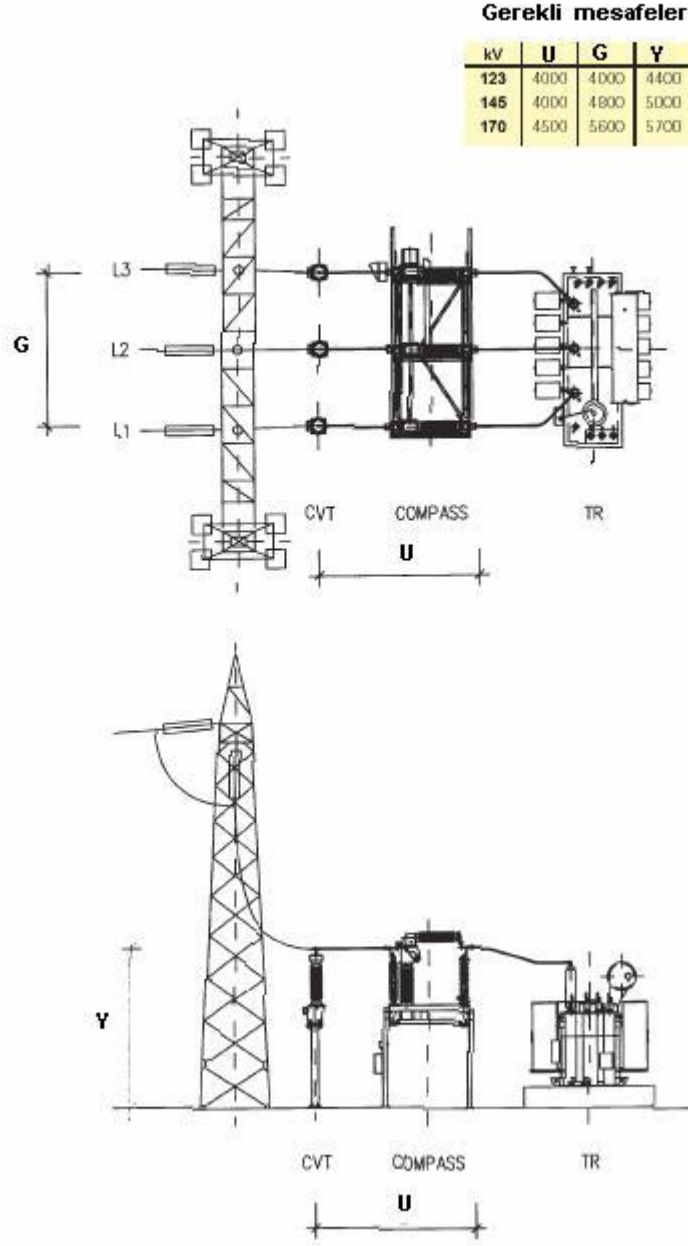
2.4.2. Trafo Merkezi Donanımları Bağlantı Şemaları

Elemanların bağlantı şemaları çizilirken belirlenen 1/50–1/100 ölçeğine göre çizilir. Bağlantı şemasında elemanlar arasındaki mesafe dikkate alınır. Belirlenen şemaya göre gerekli malzemeler için beton temeller oluşturulur (Güç trafosu, kesici, ayırıcı, akım trafosu vb). Aşağıda trafo merkezleri şema ve projeleri verilen şekillerin bağlantı şemaları aşağıda verilmiştir.



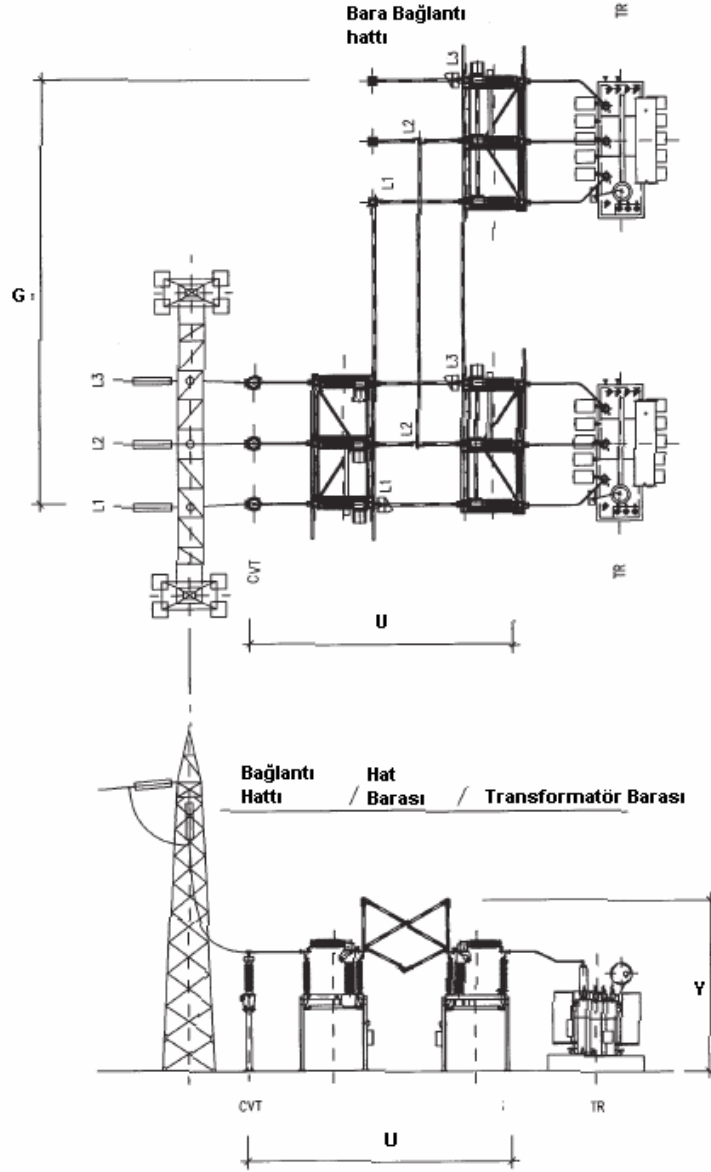
Şekil 2.7: Trafo merkezinde elemanların yerleşimi

Tek Fiderli Trafo Yerleşimi



Şekil 2.8: Tek trafo merkezi şeması ve elemanların bağlantısı

Gerekli Mesafeler			
kV	U	G	Y
123	10000	18000	6400
145	10000	20000	7000
170	12000	23000	7600

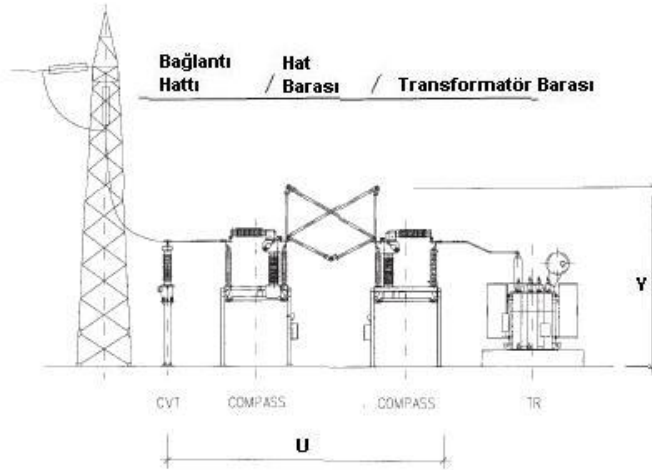
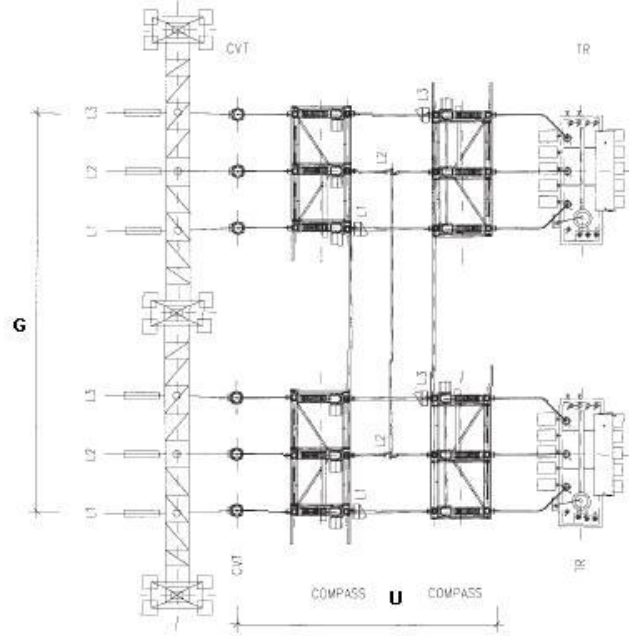


Şekil 2.9: İki baralı sistemin elemanların bağlantısı

4 Fiderli Trafo Merkezi Eleman Bağlantıları

Gerekli Mesafeler

kV	U	G	Y
123	10000	18000	6400
145	10000	20000	7000
170	12000	23000	7600



Şekil 2.10: 4 fiderli sistemin elemanların bağlantısı

2.4.3. Trafo Merkezinde Kullanılan İletken ve Kabloların Özellikleri

Trafo merkezlerinde kullanılan kablolar kullanım yerine göre özellikleri değişmektedir. Bunlar:

Ø Ölçü kumanda kabloları

Küçük kesitli, sinyal iletişimleri için normal işletme şartlarına uygun olanlar kullanılır. Ağır işletme şartlarında çalışılacaksa yağ dayanıklı ve özel dış kılıflı olarak imal edilen kablolar kullanılır. İnce çok telli bakır iletken kullanılır.

Ø Yeraltı iletken bağlantıları kabloları

Yeraltı bakır kablolar genel olarak bakır ve alüminyum iletkenli olarak protothen-x yalıtkanlı kablolar kullanılmaktadır. Orta ve yüksek gerilimlerde protothen-x yalıtkanlı kablolar tercih edilir. Organik peroksit katkısıyla yüksek moleküllü saf polietilenden imal edilir.

Ø Elektrik iletim ve dağıtımında kullanılan kablolar

Yüksek gerilimli hava hat bağlantılarında kullanılacak iletken hem enerji taşımalı hem de mekaniği olarak dayanıklı olmalıdır. Gerilimlere göre kullanılacak iletkenleri gruplandırırken aşağıdaki kriterler göz önüne alınır.

Ø Alçak gerilim iletkenleri

Alçak gerilim iletkenleri bina içerisinde kullanılan iletkenlerdir. Kopmaya karşı dayanıklı ve elektriksel geçirgenliği iyi olduğu için bakır iletken kullanılır.

Ø Orta gerilim iletkenleri

Orta gerilim elektrik enerjisindeki dağıtım hattında ve bağlantılarında kullanılan iletkenler çelik özlü alüminyum iletkendir. 3 AWG (Swallow) 1/0 AWG (Raven) ve 3/0 (Pigon) tipi iletkenler orta gerilimde kullanılır.

Ø Çok yüksek gerilim iletkenleri

Ülkemizde kullanılan 380kV trafo merkezlerinde kullanılan iletkenler bu gruba girer. Bu iletkenler çelik özlü alüminyum örgülü iletkenlerdir. AWG veya MCM rail tipi çelik özlü alüminyum iletkenler kullanılır.



Resim 2.11: a) Yüksek gerilim kablosu b) İletkenlerin elemanlara bağlantısı

2.4.4. Trafo Merkezine Enerji Giriş ve Çıkış Şekilleri

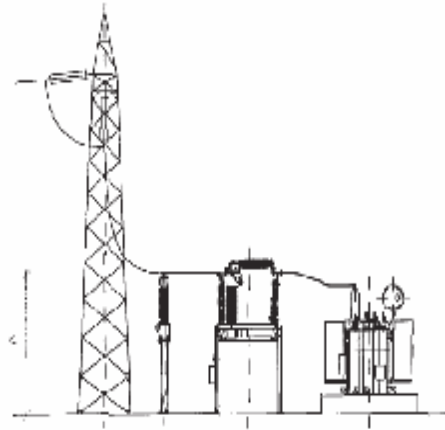
Trafo merkezlerinin düşürücü ve yükseltici olma durumuna göre iletkenlerin giriş ve çıkış bağlantısı değişmektedir. Ayrıca kullanılan iletim hatları yeraltı ve hava hattı olarak iki şekilde giriş ve çıkış bağlantısı yapılmaktadır.

Hava hattı ile giriş ve çıkış yapacak iletkenler direklerle ve izolatörler yardımıyla taşınır.

Şalt sahasına aşağıda belirtilen şekilde enerji iletim hattı girişi yapılmaktadır.



Resim 2.12: İletim hattının giriş ve çıkışı



Şekil 2.13: İletim hattının bağlantısı

Yukarıdaki şekil incelendiğinde direklerle taşınan enerji iletim hattı ilk önce durdurucu direklerle trafo merkezi şalt sahasındaki akım trafosuna bağlanır, sonra bu bağlantıdan sonra ayırıcıya oradan kesiciye bağlanır. Kesiciden alınan iletim hattı ayırıcıya oradan da güç trafosuna bağlanır.



Resim 2.13: Hava hattı ile enerjinin binaya girişi ve bina içi bağlantısı

Yeraltı iletim hattı ile bağlantı yapılacak ise; bağlantı yapılacak alana doğru kanal açılır ve içlerine gerekli kesitlerde iletim hattı döşenir, bina içerisindeki baralara bağlantı yapılır. Kablo kanalları mimari planda belirtilen yerlerde kazılır, gerekli görülen yerlere beton kanallar yapılabilir.



Resim 2.14: Yeraltı kablosunun yerleşimi ve bina içine bağlantısı

Yeraltı kablolu olarak tesis edilecek elektrik şebekesinin projesinde, kablo güzergâhı, kablo kanalı ebatları, kablo tertibi ve döşeme şekli, menhollerin planları, AG dağıtım kutuları (boxlar) ve aydınlatma direklerinin yerleri, keşifler, birim fiyat kitabında standart kablo kanalına ve montaj kalemlerine ek olarak ödenecek pozlara ait miktarlar (derinleştirme, genişletme, tuvenan, kaplama, menhol, muhafaza, malzemeleri vb.) detaylı olarak yer alacaktır. Bu çizim ve planlar, 1/2000'lik imar planlarında, gösterilecek, detaylı gösterilememesi durumunda 1/1000'lik imar planı ve krokilerde gösterilecektir.

Yeraltı 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. Kabloların varsa jüt tabakaları soyulmalıdır. Yapı girişlerinde kablolar boru içine alınmalı, kablo ile boru arasındaki boşluk elastik silikon ya da benzeri bir madde ile doldurulmalıdır. Bu amaçla çimento kullanılamaz. Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda çelik borular kullanılmalıdır. Çelik borular nerede kullanılırsa kullanılsın üç faz aynı borudan geçirilmelidir. Tek damar olması durumunda antimanyetik malzeme kullanılmalıdır.

YG. kablolarına dahilde 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, içine su ve nem sızmasını önlemeli ve iyi bir elektrik iletkenliğini sağlamalıdır. Ekler tesis edildiği yere uygun tipte seçilmelidir.



Kabloların koruyucu kılıfları ya da yalıtkanları buldukları yerlerde zorlanmamalı ve zedelenmemelidir. Kablolar gerektiğinde koruyucu büz ya da borular içine alınmalıdır. Tek damarlı kabloların tespitinde kullanılan elemanlar manyetik halka oluşturmamalıdır.

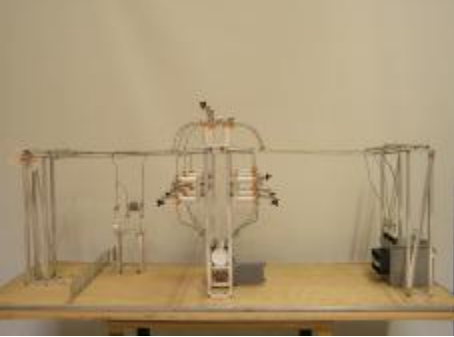

Kablolar duruma göre toprak içine, kablo kanallarına ya da duvarlara tutturulan delikli tavalara veya merdiven raflara döşenmelidir. Deliksiz yapılmış tavalarla kablo döşenmesi tavsiye edilmez. Toprak içine yerleştirilen kabloların altında ve üstünde yaklaşık 10 cm kalınlıkta elenmiş kum bulunmalıdır. Kablonun üzerindeki kumun üzerine ve aynı kanala döşenen AG ve YG kabloları arasına tüm kablo boyunca dolu tuğla veya en az 6 cm kalınlıkta beton plaka veya plastik vb. malzemelerden yapılmış koruyucu elemanlar yerleştirilmelidir. Böylece çukuru açan işçilerin kazma darbelerinden kablo korunmalı ve orada kablo bulunduğu önceden anlaşılmalıdır. Bu koruyucunun yaklaşık 30 cm üzerine ise en az 10 cm genişliğinde polietilenden yapılmış uyarı şeridi konulmalıdır.

Bir enerji kablosu ile başka bir enerji kablosu ya da kumanda kablosu arasındaki en küçük açıklık 7cm'den az olmamak koşulu ile kablo çapı kadar olmalıdır. Kumanda kabloları arasında açıklık gerekmez.

Bir enerji kablosu ile telekomünikasyon, demiryolu, otoyol vb. ile ilgili kabloların birbirlerine yaklaşmaları ya da birbirlerini kesmeleri durumunda aralarındaki açıklık en az 30 cm olmalıdır. Bu açıklık daha küçük olduğunda kablolar yanmayan gereçlerden yapılan levha, yarım büz ya da borularla korunmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Okulunuzun bulunduğu ilde açık şalt sahali trafo merkezi olup olmadığını araştırınız.</p> <p>Ø Trafo merkezinin gezimi için gerekli izin başvurunuzu öğretmeninizle yapınız.</p> <p>Ø Trafo merkezinin gerilim, beslediği güç, fider sayısı ve proje şeması bilgilerini sorumlu kişiden sorarak kaydediniz.</p> <p>Ø Trafo merkezine giderek aşağıda istenilen bilgileri yanınıza kaydediniz.</p> <ul style="list-style-type: none">• Güç trafosu• Kumanda elemanları(şalterleri)• Koruma elemanları• İzolatörler• Bara düzeneği• Ölçü aletleri• Ölçü trafoları• Dağıtım panoları• Yangından koruma düzeni <p>Ø Yukarıda belirtilen elemanların bağlantı ve teknik özelliklerini kaydediniz.</p> <p>Ø Elemanların yerleşimlerini projeye bakarak gözlemleyiniz.</p> <p>Ø Kullanılan iletkenler hakkında bilgi edininiz.</p> <p>Ø Bağlantılarının nasıl yapıldığını kontrol ediniz.</p> <p>Ø Kumanda binasında bulunan kumanda panolarının yerleşimi yeraltı</p>	<p>Ø Gezeceğiniz trafo merkezi açık şalt sahali olmalıdır.</p> <p>Ø Kullanılan malzemeler hakkında gerekli modülleri inceleyiniz.</p>  <p>Ø Gerilim altında inceleme yapacağınızdan dolayı cihazlara dokunmayınız.</p> <p>Ø Alan içerisinde arkadaşlarla şakalaşmayınız.</p> <p>Ø Projeye bakarken elemanların sembollerine dikkat ediniz.</p> <p>Ø Mesul tablocuya merak edilecek konular hakkında önceden soruları hazırlayınız.</p> <p>Ø Soruları sorarken arkadaşlarınıza da sıra vermeyi unutmayınız.</p>  <p>Ø Arkadaşlarınıza saygılı olunuz.</p> <p>Ø Trafo merkezinin topraklama yönetmenliğine göre döşendiğine gözlemleyiniz.</p>

<p>kabloları ile bağlantılarını kontrol ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø Trafo merkezlerine iletim hatlarının girişinin nasıl yapıldığını inceleyiniz. Ø Akım trafosunun, gerilim trafosunun, ayırıcıların ve kesicilerin şalt sahasına yerleşimi ve iletken bağlantılarını inceleyiniz. Ø Güç trafosunun soğutma şeklini ve buşing bağlantılarını gözlemleyiniz. 	
<ul style="list-style-type: none"> Ø Aşağıdaki şekilde bir trafo merkezi modülü elde etmeye çalışınız.  <ul style="list-style-type: none"> Ø Yukarıdaki model sayesinde gerekli bağlantıları kendi atölyenizde yapma imkânını bulacaksınız. Ø Topraklama sistemini aşağıdaki gibi bağlayınız.  <ul style="list-style-type: none"> Ø Direğe bağlı iletkenlerle hat tıkaçını bağlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Yandaki model atölye imkânları ile oluşturunuz. Ø Bu model sayesinde trafo merkezine gitmeden önce ön bilgileri elde edebilirsiniz. Ø Elemanların bağlantılarının nasıl yapıldığını gözlemleyebilirsiniz. Ø Parçaları dikkatli bir şekilde yerine monte ediniz. Ø Bağlantı sırasına dikkat ediniz. Ø Malzemeleri aldığınız yere tekrar düzenli bir şekilde bırakınız. Ø İletken bağlantılarında kullanacağınız iletken alüminyum özlü olmalıdır. Ø Vida bağlantıları için kullanacağınızı anahtarları uygun olanları seçiniz.

Ø Ayırıcıyı hat tıkaçına bağlayınız.



Ø İletken bağlantılarının gevşek olmadığını kontrol ediniz.

Ø Güvenlik tedbirlerini alınız.

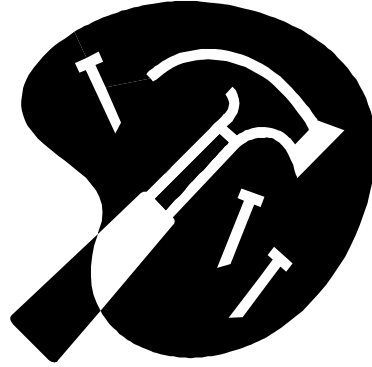
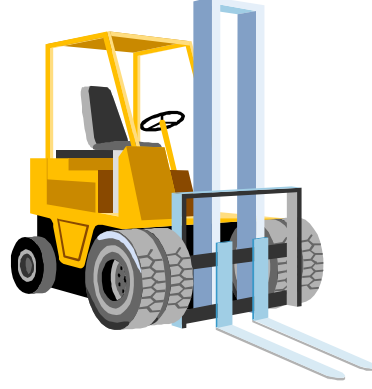


Ø Yukarıdaki resimde görüldüğü gibi elemanları yerine montaj ediniz.

Ø Kesici ve ayırıcı bağlantısını inceleyiniz.



Ø Kesici ve transformatör bağlantılarını yapınız.



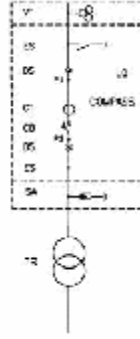


- Ø Yukarıdaki bağlantıları yaptıktan sonra bağlantıların gevşek olmadığını kontrol ediniz.
- Ø Öğretmeninize yapmış olduğunuz bağlantıyı gösteriniz.
- Ø Malzemeleri düzgün sökerek aldığınız yere düzgün bir şekilde bırakınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Kaç çeşit açık şalt sahalı trafo merkezi vardır?
2. Açık şalt sahalı trafo merkezlerikv kadarki gerilimde kurulur.
3. Arazinin düz olmadığı yerlerde kurulan trafo merkezine ne denir?
4. Türkiye’de enerji iletiminde kullanılan gerilim kademelerini yazınız.
5. Açık şalt sahalı trafo merkezinde.....MVA gücünde güç trafoları kullanılır.
6. Açık şalt sahasında kullanılan ayırıcı çeşitlerini yazınız.
7. Açık şalt sahasında kullanılan kesici çeşitlerini yazınız.
8. Parafuduru tanımlayınız.
9. Topraklama çeşitlerini yazınız.
10. Yüksek gerilim hatlarına direklerin üzerine kuş konmaması ve yuva yapmamaları için kullanılır.
11. Trafo merkezinde kullanılan koruma rölelerini yazınız.
12. İzolatörlerin hangi malzemelerden yapılır.
13. Yapılış çeşitlerine göre izolatörleri yazınız.
14. Baralar hangi malzemelerden yapılır?
15. İç tesislerde kullanılan baralar, faz sırasını belirlemek, malzemelerin oksitlenmemesi önlemek ve akım yoğunluğunu artırıp soğutmayı sağlamak amacıyla değişik renklere boyanır. R-, S-....., T-..... baraları renkleri ile boyanır.
16. Baralar yapılarına göre çeşitlerini yazınız.
17. Trafo merkezlerinde kullanılan ölçü aletlerinden 5 tanesini yazınız.
18. Yüksek gerilimi istenen oranda düşürmek ve ölçü aletlerini bağlamak için kullanılan elemana ne denir.
19. Kumanda panoları üzerinde bulunan röleleri yazınız.
20. Aşağıda bağlantı şeması verilen açık şalt sahasının istenilen kısaltmaların anlamlarını yazınız. VT, ES, DS, SA, TR



DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, kuvvetli akım, topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, bina tipi trafo merkezinin donanım çeşitlerini hatasız olarak seçebilecek, bina tipi trafo seçebilecek ve yerine montajını yapabilecek ve bina tipi trafo bağlantı şekillerini hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Bina tipi trafo merkezinde kullanılan güç trafosu, ayırıcılar, kesiciler, izolatörler, baralar hakkında araştırma yapınız.
- Ø Etrafınızda kurulmuş olan bina tipi trafo merkezlerini araştırınız ve geziniz.
- Ø Yüksek gerilim ve orta gerilim malzemeleri satan firmalarla görüşerek katalog elde etmeye çalışınız.
- Ø Topraklama yönetmenliğini elde ediniz.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ve açık şalt sahali trafo merkezi malzemelerin satıldığı şirketleri gezmeniz gerekmektedir. Bina tipi trafo merkezinin montajını yapan firmalarla görüşerek ön bilgi elde edebilirsiniz. İlinizde bulunan TEDAŞ kurumuna giderek trafo merkezleri hakkında ön bilgi edininiz.

3. BİNA TİPİ TRAFİ MERKEZİ VE DONANIMLARI

3.1. Bina Tipi Trafo Merkezi Çeşitleri

Bina tipi trafo merkezleri şehir veya kasabalarda zemini dayanıklı, estetiği bozmayan yerlere alçaltıcı trafo merkezi görevini yapmak için kullanılır. Orta gerilimi alçak gerilime düşürmek için 400kVA gücünden büyük trafoların montaj edildiği alanlardır. Bu tipi trafo merkezleri kapalı bir bina veya kapalı mahfazalı mekânda kurulur. Güvenlik tedbirleri alınmış ve dış etkilerden etkilenmeyecek ve şehir estetiğini bozmayacak şekilde tasarlanır ve kurulur. Yeni kurulan bina tipi trafo merkezleri yeraltı kabloları ile enerji iletim ve dağıtımı yapılabilecek şekilde projelendirilir. Uygulama da bina tipi trafo merkezleri; kule tipi, köşk tipi trafo merkezleri olarak iki gruba ayrılır.

3.1.1. Kule Tipi Trafo Merkezi

3.1.1.1. Tanım

Direk tipi trafo merkezinin kurulmasının zor ve sakıncalı olduğu yerlerde kurulan tip trafo merkezleridir.

3.1.1.2. Yapısı

Kule tipi trafo merkezinde trafo donanımları kule şeklindeki beton veya saçtan bir yapı içerisine kurulur. Kulenin tabanına ve raylar üzerine trafo monte edilmiştir. Kule üzerinde bırakılan açıklık ve alttaki ızgaralar yardımıyla trafo doğal bir hava akımı ile soğutulmaktadır. Kule tipi trafo binasında enerji girişi hava hattından yapılacaksa kule yüksekliği hava hattı direk boyuna eşit olması gerekmektedir.



Resim 3.1: 34,5 kV havai hat girişli kule tipi indirici merkezleri

3.1.1.3. Özellikleri

Beton veya metal mahfazalı olarak yapılır. Direk tipi trafo merkezinin kurulumun uygun olmadığı yerlere kurulur. Alan bakımından az yer kaplamaktadır. Çünkü kullanılan güç trafosu bir ayak taban üzerinde hatta yakın yere kurulabilmekte ve diğer malzemeleri ise trafo ayaklarının altına kurulabilmektedir. Fabrikada gerekli montajı yapılabildikleri gibi ayrıca kurulabildikleri alanda da malzeme montajı yapılabilmektedir. Kule tipi trafo merkezinin ihtiyacı bittiğinde sökülüp ihtiyaç olabilecek alana taşınabilir. Kuruldukları yerlerde görüntü kirliliği oluşturmamak için gerekli özen gösterilebilir.

3.1.1.4. Standartları

Kule tipi trafo merkezi 1000 kVA anma gücüne kadar (1000 kVA dahil) dağıtım trafolarının kullanıldığı ve 34,5/0,4 kV gerilim standartlarında kurulur.

Trafo merkezler; fabrikada yapılmış bir beton ya da metal muhafaza içinde tüm teçhizatı (OG/AG dağıtım trafosu, OG hücreler, AG pano, arıza gösterge düzeni ve diğer yardımcı donanımlar) fabrikada montaj ve test edilmiş olarak komple temin edilecektir.

Trafo merkezinde kullanılacak bütün malzeme ve teçhizat aşağıdaki Türk Standartları (TS) Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) Standartları ve diğer standartların yürürlükteki en son baskılarına uygun olarak imal ve test edilecektir.

TS STANDART NUMARASI	IEC, EN,ISO STANDART NUMARASI	STANDART ADI
TS EN 61330	IEC 61330	OG/AG Prefabrik Transformatör Merkezleri
TS 3033	IEC 60529	Mahfazaların koruma derecelerinin sınıflandırılması
	IEC 60787	Transformatör koruması için Y.G. sigortaları seçimi uygulama kılavuzu
TS 822		Galvanizli Düz ve Oluklu Saclar
TS 914		Çinko kaplama (sıcak daldırma ile)
	ISO 459,1460,1461	Sıcak daldırma galvaniz kaplamalar
	ISO 4998	Sürekli bantta sıcak-daldırma galvanizli karbonlu yapı çelik sacları
TS 4313	ASTM D 3359	Boya ve vernikler-Bantla metalik yüzeylere yapışma derecesinin tayini
	ISO 4628/3	Boyalar ve vernikler-Boya kaplamaların bozulmasının değerlendirilmesi Bölüm 3: Paslanma derecesinin tayini.
TS 3367	IEC 60439-1	Açık Gerilim Anahtarlama ve Kontrol Düzen Grupları Bölüm: 1
TS 500		Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları
TS 2093	IEC 68-2-11	Tuzlu sis deneyi
TS 267	IEC 60076-1	Güç Transformatörleri
TS 5248	IEC 60298	Anma Gerilimi 1 kV'dan 52 kV'a kadar olan AA Metal Mahfazalı Anahtarlama ve Kumanda Tesisleri

Tablo 3.1: Standartlar tablosu

Eş değer veya daha üstün başka standartlar kabul edilebilir. Trafo merkezinin tasarım ve imalinde yürürlükte olan;

"Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği"

"Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği" hükümlerine göre kurulacaktır.

3.1.1.5. Kurulduğu Yerler

Yerleşim alanları içerisinde olduğu gibi yerleşim alanların dışına da kurulabilir. Direk tipi trafo merkezlerinin kurulmasında sakınca olan yerlerde kurulur. Açık alanda kurulmaktadır. Eğer havai hat ile bağlantı yapılacaksa gerekli bağlantı için trafo yüksekliği ayarlanabilir. Ayrıca köye ait tüketicilerin beslenmesi içinde köye yakın yerlere kurulabilir.

3.1.1.6. Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri

Trafo merkezinin girişi kilitli bir kapı ile kapalı olacak. Bütün malzemeler kapalı bir köşk içinde olduğundan dolayı topraklanması gerekmektedir. Trafo yerde monte edilmiş ise etrafı tel örgü ile kapatılmalıdır.

Bölümlerin, yeter büyüklükte, basınca dayanıklı, menteşeli, dışa doğru açılan ve kilitlenebilir kapıları bulunacaktır. Kapılar burulma, eğrilme ve kasıntıya karşı dayanıklı, sağlam bir yapıda olacak ve kapalı konumda içeriye geçmesini önlemek için kasa üzerinde geniş yüzeylere dayanacaktır. Kapılar çalışmayı engellemeyecek şekilde açılacak ve yaklaşık 90° ile 120° açılarda açık konumda kalmasını sağlayan, rüzgâr basıncına dayanıklı, durdurma düzeni ile donatılacaktır.

Kapalı durumda iken kapılar ve kapı kilitleri dışarıdan sökülemeyecektir. Trafo köşkü, aşağıda belirtilen işaret plakaları, tehlike ihbarları, bağlantı şemaları, kullanma yönergesi ve amblem ile donatılacaktır. Plaka, levha ve yazılar kolayca görülebilecek ve okunabilecek yerlerde bulunacaktır. Plaka ve levhalar paslanmaya karşı dayanıklı malzemelerden yapılacak ve paslanmaz vidalar veya perçinle tutturulacaktır. Yazılar okunaklı olacak, yazı ve şekiller dış etkilerle silinmeyecek ve solmayacaktır.

Muhafazanın her üç kapısı üzerinde:

- Ø Ölüm tehlikesi levhası
- Ø Tehlike ve yaklaşmanın yasak olduğunu belirten uyarı yazısı ile gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.1.2. Köşk Tipi Trafo Merkezleri

3.1.2.1. Tanım

Anma gerilimi 36 kV'a kadar OG ring şebekelerinden, AG dağıtım şebekelerini beslemek için, 630 kVA' ya da 1000 kVA anma gücünde, fabrikada monte edilmiş veya ihtiyaç halinde betonarmeden yapılmış OG/AG dağıtım transformatör merkezlerine köşk tipi trafo merkezleri denir. Köşk tipi dağıtım transformatör merkezleri, şehir içerisinde uygun büyüklükte yer bulma güçlüğü ve çevreye uyum sağlama amacı dikkate alınarak küçük hacimli olarak kurulur.

3.1.2.2. Yapısı

Gerilim değerine bağlı olarak;

- Ø 17,5 kV anma gerilimine kadar,
- Ø 36 kV anma geriliminde, olmak üzere beton ya da metal mahfazalı olmak üzere, iki tip olarak kurulur.

Ø Metal Köşkler

Metal mahfazalar, ara bölmeleri, kapılar ve havalandırma panelleri en az 2 mm kalınlıkta sıcak daldırma galvanizli hazır çelik saclardan yapılmıştır. Galvanizli çelik sacların çinko kaplama ağırlığı (bir metre kare düz sacın her iki yüzeyine kaplanan toplam çinko miktarı);

Ø TS 822'ye uygun, anma değeri 381 g/m²-maks.(üç nokta deneyi ortalaması 275 g/m²) ya da ISO 4998'e uygun Z275 sınıfı (üç nokta deneyi ortalaması 275 g/m²) sac kullanılır.

Çelik sacların birleştirilmesinde, elektrik ark ya da oksijen kaynağı kullanılmayacak, birleştirme işleminde galvanize zarar vermeyen yöntemler ile saclar monte edilir.

Mahfazanın toprak seviyesinden itibaren 10 cm yüksekliğindeki bölümü çift komponentli poliüretan akrilik bazlı boya ile boyanır.

Metal mahfazaların çatısı ısı yalıtımlı olarak imal edilir.

Metal mahfazaların iç ve dış yüzeyleri malzeme listesinde aksi belirtilmedikçe RAL 7032 renginde reçine bazlı toz boya ile kaplanacaktır. Boya kalınlığı 65 µ ± 15 µ olacaktır. Tank bölümünün toprakla temas eden yüzeyleri bitüm-lateks emülsiyonu ile kaplanacaktır.



Resim 3.2: Metal köşk tipi trafo merkezi 1

Ø Beton Köşkler

Betonarmeden yapılmış trafo merkezlerine denir. Bunlar sabit tesisler olarak da adlandırılır. Güvenlik ve estetik açıdan diğer trafo merkezlerinden daha çok tercih edilirler. Fakat kurulum aşamasındaki maliyeti diğer trafo merkezlerine yönlendirmektedir. 10-25 MVA'e kadarki yükleri beslemede kullanılabilir.

Beton mahfazaların dış yüzeyleri silikon bazlı dış cephe kaplama malzemesi ile kaplanır. Trafo bölümünün toprakla temas eden yüzeyleri bitüm-lateks emülsiyonu ile kaplanacaktır.



Resim 3.3: Beton köşk tipi trafo merkezi

3.1.2.3. Özellikleri

Köşk tipi trafo merkezleri 400kVA 'den büyük güçlerin beslenmesi için orta gerilim kademesini alçak gerilim kademesine düşürerek düşürücü tip trafo merkezi olarak kurulur. Bütün malzemeler kapalı bir alan içinde bulunması gerilim malzemelerinin insan ve canlı temasını engeller. Hava şartlarına bağlı olmadan gerekli kontroller yapılabilir. Hava şartlarına bağlı olarak elektrik kesintileri en az düzeyde olur. Şehir içindeki trafo merkezleri hava hattı ve ayrıca yeraltı kabloları ile dağıtım yapabilme olanağı mevcuttur.

3.1.2.4. Standartlar

Kapsamdaki köşk tipi transformatör merkezleri ve merkezde kullanılacak bütün malzeme ve teçhizat aşağıdaki Türk Standartları (TS), Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) Standartları ve diğer standartların yürürlükteki en son baskılarına uygun olarak imal ve test edilmiş malzemeler kullanılır.

Eşdeğer veya daha üstün başka standartlar kabul edilebilir.

Köşk tipi transformatör merkezlerinin tasarım ve imalinde yürürlükte olan;

- Ø "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği"
- Ø "Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği" hükümlerine uyulacaktır.

STANDART NUMARASI (TS)	STANDART NUMARASI (IEC, EN, ISO)	STANDART ADI
TS 61330	IEC 61330	OG/AG Prefabrik Transformatör Merkezleri
TS 3033	IEC 60529	Mahfazaların koruma derecelerinin sınıflandırılması
	IEC 60787	Transformatör koruması için Y.G. sigortaları seçimi uygulama kılavuzu
TS 822		Galvanizli Düz ve Oluklu Saclar
TS 914		Çinko kaplama (sıcak daldırma ile)
	ISO 1459,1460,1461	Sıcak daldırma galvaniz kaplamalar
	ISO 4998	Sürekli bantta sıcak-daldırma galvanizli karbonlu yapı çelik sacları
TS 4313	ASTM D 3359	Boya ve vernikler-Bantla metalik yüzeylere yapışma derecesinin tayini
	ISO 4628/3	Boyalar ve vernikler-Boya kaplamaların bozulmasının değerlendirilmesi Bölüm 3: Paslanma derecesinin tayini.
TS 2093	IEC 68-2-11	Tuzlu sis deneyi
TS 267	IEC 60076-1	Güç Transformatörleri
TS 5248	IEC 60298	Anma Gerilimi 1 kV'dan 52 kV'a kadar olan AA Metal Mahfazalı Anahtarlama ve Kumanda Tesisleri
TS 3367	IEC 60439-1	Alçak Gerilim Anahtarlama ve Kontrol Düzen Grupları Bölüm:1
TS 500		Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları

Tablo 3.2: Standartlar listesi

Ø Çalışma Koşulları

Malzeme listesinde aksi belirtilmedikçe, sipariş konusu trafo köşkleri aşağıda belirtilen çalışma koşullarında bina dışında (harici) kullanıma uygun olacaktır.

Yükselti	: 1000 m
Ortam sıcaklığı (°C)	
En az	: -25
En çok	: 40
24 saat ortalama	: 35
Ortam kirliliği	: Var
En yüksek güneş ışınımı	: 500 W/m ²
Bağıl nem (%)	
En çok	: 95
En az	: 60
Ortalama	: 80

Buzlanma	: Sınıf 10, 10 mm
Yer sarsıntısı	
Yatay ivme	: 0.5 g
Düşey ivme	: 0.4 g
Sistem topraklaması	: Doğrudan ya da direnç üzerinden topraklı

Trafo köşklerinin koruma dereceleri ve korozyona dayanım özelliklerinin tasarımında; yağış şartları, hızlı sıcaklık değişimi ve bunun neden olacağı yoğuşma, güneş ışınımının etkileri göz önüne alınmalıdır.

3.1.2.5. Kurulduğu Yerler

Şehir merkezlerine ve köy benzeri tüketim merkezlerinin içine kurulabilmektedir. Sabit kurulacak tesislerde köşk tipi trafo merkezleri tercih edilir. Birkaç bölgenin beslenmesi ve gerekli dağıtım kontrolü için köşk tipi trafo merkezleri kurulur. Köşk tipi dağıtım transformatör merkezleri, şehir içerisinde uygun büyüklükte yer bulma güçlüğü ve çevreye uyum sağlama amacı dikkate alınarak, olabildiğince yüksekliği az ve küçük hacimli olarak kurulur.

3.1.2.6. Emniyet ve Güvenlik

Köşk tipi trafo merkezleri kapalı alan oluşturduklarından dolayı sadece kapısının güvenli bir şekilde kapalı olması gerekir.

Bölümlerin, yeter büyüklükte, basınca dayanıklı, menteşeli, dışa doğru açılan ve kilitlenebilir kapıları bulunacaktır. Kapılar burulma, eğrilme ve kasıntıya karşı dayanıklı, sağlam bir yapıda olacak ve kapalı konumda içeriye geçmesini önlemek için kasa üzerinde geniş yüzeylere dayanacaktır. Kapalı durumda iken kapılar ve kapı kilitleri dışarıdan sökülemeyecektir. Trafo köşkü, aşağıda belirtilen işaret plakaları, tehlike ihbarları, bağlantı şemaları, kullanma yönergesi ve amblem ile donatılacaktır. Plaka, levha ve yazılar kolayca görülebilecek ve okunabilecek yerlerde bulunacaktır. Plaka ve levhalar paslanmaya karşı dayanıklı malzemelerden yapılacak ve paslanmaz vidalar veya perçinle tutturulacaktır. Yazılar okunaklı olacak, yazı ve şekiller dış etkilerle silinmeyecek ve solmayacaktır.

Mahfazanın her üç kapısı üzerinde:

- Ø Ölüm tehlikesi levhası
 - Ø Tehlike ve yaklaşmanın yasak olduğunu belirten uyarı yazısı
- İle gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

3.2. Bina Tipi Trafo Merkezi Donanımları ve Özellikleri

Bina tipi trafo merkezinde kullanılan elamanlar aşağıda belirtilmiştir:

- Ø Güç trafosu

- Ø Bara elemanları
- Ø İzolatörler
- Ø Koruma düzeneği
- Ø Kumanda elemanları(şalterler)
- Ø Topraklama düzeneği
- Ø Modüler hücreler
- Ø AG panoları
- Ø Trafo merkez aydınlatma sistemi
- Ø Trafo bina havalandırma sistemi
- Ø Yangın söndürme düzeni

Bu elemanlar bütün bina tipi trafo merkezinde bulunmaktadır.

3.2.1. Bina Tipi Güç Trafosu

Orta gerilim şebekelerinde kullanılan üç fazlı, en yüksek gerilimi 36 kV'a kadar, anma gücü 2.5 MVA'dan 25 MVA'ya kadar olan güç transformatörlerini kapsar.

Güç trafosu yağ doldurulup montaja hazır vaziyette bulunur.

Temini istenen güç transformatörlerinin tipleri ve özellikleri bu Şartname ile ekindeki Malzeme Listesi ve/veya Garantili Özellikler Listesi'nde belirtilmiştir.



Resim 3.4: Bina tipi güç trafosu

3.2.1.1. Özelliği

Bu şartname kapsamındaki güç transformatörleri yağa daldırılmış, harici tipte olacaktır.

Elektriksel Özellikler

Sargı sayısı	: 2
Faz sayısı	: 3
Anma frekansı	: 50 Hz
Anma güçleri (Malzeme Listesine göre)	
ONAN soğutmalı (MVA)	: 2,5 - 4 - 5 - 6,3 - 10 - 16 - 20
ONAN/ONAF soğutmalı (MVA)	: 10/12,5 - 16/20 - 20/25
Anma gerilim oranları (kV)	: 33/15,8 - 33/10,5 - 33/6,3 - 15,8/6,3
Kademe değiştirici	
Tipi (Malzeme Listesine göre)	: Boşta veya yük altında
Kademe değiştiricinin bulunduğu	
Sargı	: YG sargısı
Ayar sınıfı	: Sabit akı (TS:SAA, IEC:CFVV)
Ayar kademe güçleri	: Bütün kademelerde anma gücüne eşit
Kademe sayısı ve gerilim ayar sahası	: (Malzeme Listesinde aksi belirtilmedikçe)

Tipi	Sargı anma gerilimi	Gerilim ayar sahası	kademe sayısı
Boşta	15,8 Kv	$\pm 2 \times \%2,5$	5
	33 kV	30-31,5-33-34,5-36 kV	5
Yük altında	33 kV	$\pm 6 \times \%1,52$	13
		$\pm 8 \times \%1,25$	17

Tablo 3.3: Kademe sayısı ve gerilim ayar sahası

Sıcaklık artış limitleri

Sargılarda : 60 K

Üst yağ seviyesinde : 55 K

Bağlantı grubu : Malzeme Listesine göre

Dyn 5 veya YNyn 0

Yalıtım düzeyleri

Anma gerilimi (kV) : 6.3 10.5 15.8 33

En yüksek sistem gerilimi (kV) : 7.2 12 17.5 36

Anma yıldırım darbe dayanım gerilimi (kV-tepe) : 60 75 95 170
(1.2/50 µs)

Şebeke frekanslı dayanım gerilimi (kV-etken) : 20 28 38 70

(1 dakika süreli)

Aşırı gerilim altında çalışma

Transformatörler,

anma geriliminin %105'ine eşit gerilimde anma akımında,

anma geriliminin %110'una eşit gerilimde boşa, sürekli olarak çalışmaya uygun olacaktır.

Not: Sıcaklık artış limitinin, % 5'lik aşırı gerilim altında boşdaki kayıpların artmasından dolayı hafifçe aşılması dikkate alınmayacaktır.

Geçici aşırı yükleme

TS 3215/IEC 354'e uygun olacaktır.

Kayıplar, boşdaki akımlar, empedans gerilimi ve ses gücü düzeyleri (maksimum değerler)

Anma gücü (MVA)	Boşdaki kayıplar, Po (kW)	Boşdaki akımlar, Io (%)	Yükteki kayıplar, Pk (kW)	Empedans gerilimi, Uk (%)	Ses gücü düzeyi, LWA (dB)
2.5	3.8	1.1	24	6	73
4.0	5.5	1.0	33	6	77
5.0	6.5	0.9	38	7	78
6.3	7.7	0.9	45	7	80
0.0	11.0	0.8	63	7	84
12.5	10.0	0.5	65	10	79
16	12	0.45	80	10	80
20	14	0.4	95	10	83
25	16	0.4	110	10	85

Not: Anma gücü, ONAN/ONAF transformatörlerde ONAF gücüdür.

Anma gerilimi (kV)	6,3	10,5	15,8	33
Gerilim altındaki bölümler arasında (mm)	130	170	220	390
Gerilim altındaki bölümler ile topraklanmış bölümler arasında (mm)	105	140	180	320

Tablo 3.4: Havadaki en küçük güvenlik açıklıkları

Toleranslar

Sipariş kapsamındaki transformatörlerin deney sonucunda bulunan değerleri, İmalatçı tarafından garanti edilen değerlerle aşağıda belirtilen toleranslar içinde aynı ise, transformatörlerin bu şartnameye uygun olduğu kabul edilir.

Toplam kayıplar	: + %10
Boştaki kayıplar	: + %15
Yükteki kayıplar	: + %15
Boşta değiştirme oranı (bütün kademelerde)	: ± %0.5
Kısa devre gerilimi (U _k) (anma akımında)	: ± %10
Boştaki akım	: ± %30

Toleranslar, aksi belirtilmedikçe, ana kademedeki ve anma değerlerindeki toleranslardır.

3.2.1.2. Standartlar

Bu Şartname kapsamındaki transformatörlerin tasarım, imalat ve deneyleri, aşağıda belirtilen Türk Standartları (TS) ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) Standartlarının yürürlükteki en son baskılarına uygun olarak yapılacaktır.

<u>TS</u>	<u>IEC</u>	
267	60076-1	Güç Transformatörleri
10901	60076-2	Güç Transformatörleri Sıcaklık Artışı
10902	60076-3	Güç Transformatörleri Yalıtım Seviyeleri ve yalıtım(dielektrik) deneyleri
10903	60076-4	Güç transformatörleri- Basamaklar ve bağlantılar
10904	60076-5	Güç transformatörleri- Kısa devreye dayanım yeteneği
803	60214	Yük altında kademe değiştiriciler
595	60137	1000 Volttan yukarı alternatif gerilimlerde kullanılan geçit izolatörleri (buşingler)
623	60296	Elektrik kesicileri ve transformatörler için yalıtkan yağlar
3215	60354	Yağlı güç transformatörlerini yükleme kuralları
8711	60551	Transformatör ve reaktörlerin gürültü seviyelerinin ölçümü

- 60722 Güç transformatörleri ve reaktörlerin darbe gerilimi ve açma-kapama darbe gerilimi deneyleri için kılavuz.

DIN42504 Teil 1 Anma gerilimi 123 kV'a kadar, 50 Hz, anma gücü 2000-10000 kVA boшта veya yükte kademe değiştiricili, üç fazlı, yağlı güç transformatörlerinin karakteristikleri

DIN42508 Teil 1 Anma gerilimi 123 kV'a kadar, 50 Hz, anma gücü 12500-80000 kVA, boшта veya yükte kademe değiştiricili, üç fazlı, yağlı güç transformatörlerinin karakteristikleri

Transformatörlerin imalatında kullanılan tüm malzeme ve yardımcı donanım da ilgili IEC ve/veya TSE standartlarına uygun olmalıdır.

Eş değer veya daha üstün başka standartların kullanılması durumunda bunların İngilizce ya da Türkçe kopyaları teklifle birlikte verilecektir.

Yükselti	: Malzeme Listesinde aksi belirtilmedikçe 1000 m
Ortam sıcaklığı	
en çok	: 45°C
en az	: -40°C
24 saat içinde ortalama	: 35°C'nin altında
Ortam hava kirliliği	: Ağır
Buzlanma	: Sınıf 10, 10 mm
Rüzgâr basıncı	: 700 Pa (34 m/s rüzgâr hızı)
Yer sarsıntısı	
Yatay ivme	: 0.5 g
düşey ivme	: 0.4 g
Sistem koşulları	
En yüksek sistem gerilimi (kV)	: 7.2, 12, 17.5, 36
Topraklama	: Doğrudan veya direnç üzerinden topraklı nötr sistemi
Sistemin görünen kısa devre gücü	
7.2, 12, 17.5 kV'ta	: 500 MVA
36 kV'ta	: 1000 MVA

3.2.1.3. Soğutma Şekilleri

Transformatörlerin soğutulması tanka bağlı yağlı radyatörlerle sağlanır, soğutma sistemi malzeme listesine göre ONAN veya ONAN/ONAF tipte olacaktır. ONAN/ONAF soğutmalı transformatörler, doğal soğutma (ONAN) durumunda, zorlamalı soğutma (ONAF) durumundaki anma gücünün %80'ini sağlayacak şekilde tasarlanacak ve çalıştırılacaktır.

Radyatörler sökülebilir tipte ve tanka flanşlarla bağlanmış olacak ve yağ giriş çıkışlarını kesecek vanalarla teçhiz edilecektir. Böylece her grup radyatör, transformatör devre dışı edilmeden veya tanktaki yağ seviyesi düşürülmeden sökülüp takılabilecektir.

Radyatörler tam-vakuma dayanacaktır. Her radyatörde kaldırma için kancalar, yağ ve hava boşaltma tapaları bulunacaktır.

Transformatörde, radyatörlerden herhangi birinin sökülüp alınması halinde, belirtilen sıcaklık artışlarını geçmeden şartnamedeki ONAN ve ONAF tam güç değerinde sürekli olarak çalışmayı sağlamak üzere yedek bir radyatör bulunacaktır.

Radyatörler çalışmada titreşimler ve yağ sızıntıları olmayacak şekilde tasarlanacaktır.

ONAN/ONAF soğutmalı trafolarla zorlamalı hava dolaşımı için ilave edilecek vantilatörler bina dışında çalıştırmaya uygun, tam mahfazalı ve dış etkenlere karşı korunmuş olacaktır. Pervaneler, yanlışlıkla dokunmayı önlemek üzere, aralıkları 25 mm'den büyük olmayan galvanizli bir tel kafes içine alınacaktır.

Vantilatörler ve tahrik motorları yüksek verimle ve düşük gürültü düzeyinde çalışacaktır. Her vantilatör motoru, termik röle ile teçhiz edilmiş bir kontaktörle çalıştırılacaktır.

Vantilatör kumanda panosunda elle/otomatik kumanda için seçici anahtar bulunacaktır. Otomatik çalıştırmada, soğutma teçhizatının başlatma ve durdurma kumandası, üst yağ sıcaklık termometresi vasıtasıyla yapılacaktır.

Kumanda sisteminde yerinden ve uzaktan kumanda için aşağıdaki göstergeler ve teçhizat bulunacaktır;

- Ø Elle/otomatik kumanda seçici anahtar pozisyonu
- Ø Soğutma sistemleri serviste lambası
- Ø Bir veya daha fazla vantilatör servis dışı lambası
- Ø Çalıştırma ve durdurma butonları

Kumanda ve koruma teçhizatı, transformatör tankına tutturulmuş bir kumanda dolabı içinde bulunacaktır.

3.2.2. Bara Düzenegi

Bara aynı gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisinin toplandığı ve dağıtıldığı ünedir. Baralar elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilmesinde kullanılan ünitelerin birbiriyle irtibatlarını sağlayan iletkenlerdir.

Bina tipinde kullanılacak baralar TSE standartlarına uygun olarak imal edileceklerdir. Keskin uçlar yuvarlatılacaktır.

Lama baralar, akım taşıma kapasitesini yükseltmek, izolatörlere gelen tepe kuvvetlerini azaltmak bakımından dik olarak yerleştirilecek ve bara bağlantılarında kullanılan izolatörler, kelepçe ve diğer malzemelerin montajında gerekli hassasiyet gösterilecek, baraların kıvrılmasında keskin köşelerden kaçınılacaktır.

Bara irtibatlarında devamlı olarak yeterli temas basıncı sağlanacak civatalar takılmadan önce yüzey temizlenecek ve ek yerlerinde hava rutubet bulunmayacaktır.

İrtibatlarda kullanılan tüm çelik parçalar ve civatalar kadyimun kaplı veya galvanizlenmiş olacaktır.

Bina tipi 36 kV sistemlerde baralar A fazı kırmızı, B fazı sarı, C fazı mavi olacak şekilde boyanacaktır. Boyanın azami yapışma ve dayanıklılığının temini için metalin temiz boyanacaktır.



Resim 3.5: Bina tipinde kullanılan baralar

Alüminyum lama baralar ($120 \times 10 \text{mm}^2$, $100 \times 10 \text{mm}^2$, $80 \times 10 \text{mm}^2$, $50 \times 10 \text{mm}^2$) ETIAL-7E malzemesinde kalitesinde, kimyasal bileşim limitleri uygun olmalıdır.



Resim 3.6: Baralar

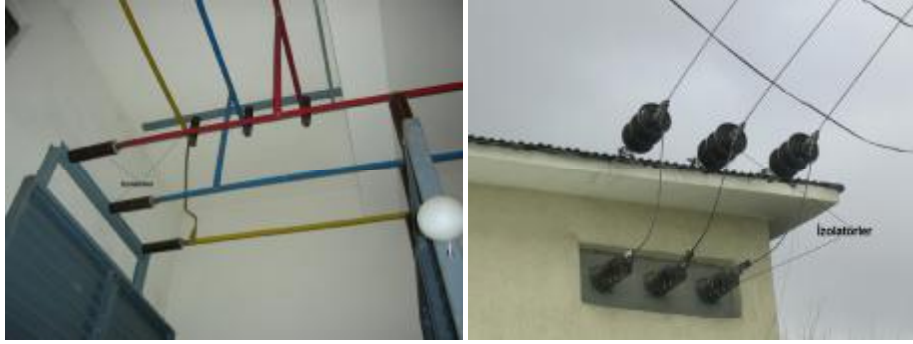
Öz direnci : $0.02848 \text{ ohmm}^2/\text{m}$
Kopma dayanımı : $6-8 \text{ kg}/\text{mm}^2$
Uzaması : %40-%50
Sertliği : 25-35 Brinel
Lama yüzeyleri düzgün ve pürüzsüz, çiziksiz ve çapaksız olacaktır.

Baralar en az ek yapılacak şekilde yerleştirilecektir ve ekler TEDAŞ'ın uygun göreceği şekilde olacaktır.

Bina tipi trafo merkezlerinde kullanılan baralar tek bara sistemi ve çift bara sistemi olarak iki şekilde karşımız çıkmaktadır.

3.2.3. İzolatörler

Orta gerilim şalt sahasında ve bina tipi trafo merkezinde elektrik hatlarında kullanılan iletkenlerin direklere tespitine yarayan, iletkenlerin hem taşımada hem de toprak ile diğer iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine denir. Yüksek derecedeki sıcaklığa dayanan porselen, cam ve epoksi reçineden yapılır. Bina tipi trafo merkezlerinde kullanılan izolatörler bara ve iletkenlerin taşınması, bağlantısı ve enerji iletim hatlarına bağlantısında kullanılır. Yapılış tiplerine göre mesnet, zincir ve geçit olarak yapılır.



a) Bina İçi izolatörler

b) Bina dışı izolatörler

3.2.4. Koruma Düzenegi

Mahfaza, gerilimli bölümlere erişilmesine ve temasa, hareketli bölümlere dokunulmasına, toz ve suya karşı IEC 60529'a göre IP 23 koruma derecesini sağlayacaktır.

Transformatör bölümü :Transformatör bölümü; ilgili şartnamelerinde boyutları verilen 1000 kVA anma gücünde, 3 fazlı transformatörün yönetmeliklerde yer alan hususlar dikkate alınarak yerleştirilmesine uygun boyutlarda olacaktır. (Transformatör bölümünde genişleme depolu, hermetik veya kuru tip trafo kullanılabilir. Bu nedenle bu trafolardaki en büyük boyutlar dikkate alınacaktır.) Bölümün, transformatörün köşk içine yerleştirilip çıkarılabileceği boyutlarda tek veya çift kanatlı bir kapısı bulunacaktır.

Transformatörden olabilecek yağ sızma veya akıntılarında, yağın mahfaza dışına çıkıp toprağa karışmaması için gerekli tedbirler alınacaktır. Teklif sahipleri yağın dışarı atılmasını sağlayacak tedbirleri ve gerekiyorsa atık yağ toplama çukuruna ait resimleri teklifleriyle birlikte vereceklerdir. Transformatör ray eksenleri arasındaki açıklık 630 kVA için 670 mm, 1000 kVA için 820 mm olacak; ray tespit civatalarının konumları ayarlanabilir olacaktır.

Orta gerilim bölümü: Orta gerilim bölümü ring şebeke anahtarlama tesisinin yerleştirilebileceği büyüklükte olacak, kumanda ve kablo bağlantılarının kolayca yapılmasını sağlayacak büyüklükte çift kanatlı kapısı bulunacaktır. OG bölümünü, terleme nedeniyle meydana gelecek su damlalarından korumak için çatıda gerekli önlemler alınacaktır.

Orta gerilim ring fiderlerinin kablo kesitleri imalattan önce Alıcı tarafından belirlenecektir. Köşk temel resimlerinde kablolar için bırakılması gereken kanal veya delikler gösterilecektir. Kabloların tanka giriş rakorları içeriden sökülebilir kapaklarla su geçirmez şekilde kapatılacak, rakorların kablo montajından sonra da su geçirmezliği sağlanacaktır. Ayrıca kabloların sabitleştirilmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

AG dağıtım bölümü: AG bölümü, AG panosu ve AG kablo bağlantılarının yerleştirilebileceği boyutlarda olacaktır. Bölümün çift kanatlı kapısı bulunacaktır. Terleme nedeniyle meydana gelecek su damllarından korumak için, gerekli önlemler alınacaktır.

AG kablo kesitleri imalattan önce alıcı tarafından belirlenecektir. Köşk temel resimlerinde kablolar için bırakılması gereken kanal veya delikler belirtilecektir. Kabloların tanka giriş rakorları içeriden sökülebilir kapaklarla su geçirmez şekilde kapatılacak, rakorların kablo montajından sonra da su geçirmezliği sağlanacaktır. Ayrıca kabloların sabitleştirilmesi için gerekli önlemler alınacaktır.



Resim 3.8: Koruma düzeneği

İşaret plakaları ve tehlike ihbarları: Trafo köşkü, aşağıda belirtilen işaret plakaları, tehlike ihbarları, bağlantı şemaları, kullanma yönergesi ve amblem ile donatılacaktır. Plaka, levha ve yazılar kolayca görülebilecek ve okunabilecek yerlerde bulunacaktır.

Trafo ve kısa devre koruma elemanları da panoda bulunur. Gerekli olan koruma için bağlantılara dikkat edilecektir.

3.2.5. Kumanda Elemanları (Şalterler)

Bina tipi trafo merkezlerinde kullanılan kumanda elemanları kesici ve ayırıcı olarak iki gruba ayrılır.

Kesici: Orta gerilimli büyük akım şalterlerde, yük akımını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazdır. Yapı olarak üç faz kumandalı olarak yapılır. Yük altında akım çekilirken süratli ve emniyetli açma ve kapama yapabilen şalterlerdir. Kesicide arkın söndürülmesi için SF₆ gazlı olarak imal edilenler tercih edilir.



Resim 3.9: Bina içinde kurulmuş kesici

Kesicilerin, kumanda mekanizmasına yakından elle kumanda verileceği veya elle kurulabileceği göz önünde bulundurularak yerleştirilmeleri yapılır.

Kesiciler 3 fazlı kumanda mekanizması ve bütün yardımcı donanım ve malzemelerle birlikte komple ünite olarak temin edilir.

Ayırıcı: Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde yüksüz iken açma ve kapama işlemini yapar. Açma ve kapama işlemi gözle görülmektedir. Devreyi topraklama işlemi içinde kullanılır.

36 kV ve daha aşağı gerilimde 3150A'ye kadar olan ayırıcılar üç kutuplu ünite halinde bıçak, kontak ve terminalleri monte edildikleri şasileri, kılavuz ve mesnetleri kontrol ve kumanda kısımları, izolator ve diğer izolasyon malzemeleri, mekanik ve elektromekanik kilit tertibatı ve diğer yardımcı donanım ile birlikte komple ünite olarak kurulur.



Resim 3.10: Bina içinde kullanılan ayırıcılar

Ayırıcılar kullanıldıkları merkezin özelliğine, projelere göre yatay veya düşey monte edilecektir. Ancak hangi pozisyonda monte edilirse edilsin, bıçaklar hem mekanik rijitliği, hem de kısa devrede daha fazla sıkışmayı sağlayacak, zati ağırlık, ufak darbeler, titreşimler ve rüzgâr tesiri gibi sebeplerle açılma meydana gelmemeli ve ayrıca kontak temasları da muntazam olmalıdır.

3.2.6. Topraklama Düzenegi

Topraklama sistemi ilgili standartlar ve yönetmeliklere uygun olarak yapılır. Bütün teçhizatın şasilerinde topraklama iletkeni bağlantısına uygun, sıkıştırılmalı tipte ve standartlarda belirtilen çapta bir topraklama civatası bulunacak ve toprak sembolüyle işaretlenir.

Topraklama iletkeni bakır olacak ve iletken kesiti, en az 35 mm² olmak koşuluyla, akım yoğunluğu 160 A/mm² değerini aşmayacak şekilde hesaplanır.



Resim 3.11: Topraklama bağlantısı

Genel olarak taşınması gereken akımın neden olduğu termik ve mekanik zorlamalar dikkate alınarak, topraklama sisteminin sürekliliği sağlanır.

Topraklama devresinin dış topraklama sistemine bağlantısı için, topraklama devresinin kolayca görülen ve erişilen bir noktasında, topraklama direncinin ölçülmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmış, en az 12 mm çapında ve 40 mm uzunlukta bakır bir topraklama terminali/barası bulunur.

Metal mahfazalar ve ara bölmeleri, beton köşklerin çelik iskeleti, kapak ve kapılar, ana devreye ait teçhizatın şasileri, transformatör tankı, AG panosu çerçeve ve mahfazası, kabloların metal siperleri ve topraklanması gereken bütün metal parçalar doğrudan veya metal yapı bölümleri aracılığıyla koruma topraklaması sistemine bağlanır.

3.2.7. Modüler Hücreler

SF₆ gazı ile yalıtılmış metal mahfazalı hücre (MMH-gaz): Fiderlere ait anahtarlama elemanlarının ve topraklama ayırıcılarının gerilim altındaki aktif bölümleri ve baraları SF 6 gazı ile yalıtılmıştır.

Kompakt tip ring şebeke anahtarlama ünitesi (RMU): OG/AG dağıtım transformatörlerinin OG ring şebekelerinden beslenmesi ve korunması ile OG ring şebekede anahtarlama için kullanılan aynı yapıda birden fazla giriş/çıkış fiderlerinin bulunduğu kompakt ring üniteleridir. Fiderlere ait anahtarlama elemanlarının ve topraklama ayırıcılarının gerilim altındaki aktif bölümleri ve baraları SF 6 gazı ile doldurulmuş ortak bir kazan içerisinde olacaktır.

SF 6 gazı ile yalıtılmış metal mahfazalı modüler hücre (MMMH-gaz): Her bir fidere ait anahtarlama elemanlarının ve topraklama ayırıcılarının gerilim altındaki aktif bölümleri ve baraları SF 6 gazı ile doldurulmuş bir kazan içerisinde olacaktır. Her hücre bir “tip fider” i temsil eder. Baraları özel kablo konnektörleri ile birleştirilerek yan yana dizilebilir. Birden fazla hücrenin baraları birleştirilerek OG şebekelerin beslenmesi ve korunması için “tesisler/üniteler” oluşturulur.

SF6 gazlı anahtarlama elemanlarını içeren metal-enclosed yapıda modüler üniteler: Yük ayırıcılar, kesici, ayırıcılardan oluşur. Üniteler şehir şebekelerin OG/AG dağıtım merkezlerinin OG bölümünde ve OG tüketici veya dağıtım merkezlerinde 36kV'a kadar kullanılır. SM6 - 36 serisi teknik karakteristiklerine ek olarak kolay tesis ve işletme özelliklerinin yanı sıra can güvenliği ile ilgili standartlara da uygundur.



Şekil 3.1: a) Modüler hücre b) Modüler hücrenin devreye bağlantısı

Modüler hücreler 750-1500 mm genişlik (hücre tiplerine göre) 2250 mm yükseklik 1400 mm derinlik (taban oturma yüzeyi). Bu küçük boyutlar alan problemi olan tesislerde veya küçük transformatör köşklerinde tesis etme kolaylığı sağlar. Kablo bağlantısı hücrenin ön bölümünden yapılır. Bütün kontrol işlemleri, basit şekilde hücrenin ön tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca hücrelere amaca uygun olarak akım ve gerilim transformatörleri ve gerekli malzemeler yerleştirilebilir. Modüler hücre birimleri aşağıda verilen standart ve şartnamelere göre tasarlanır.

IEC 298, 265,129,694,420 ve 56 ilgili TSE standartları

Dolap tipi modüler hücreler (MMMH-gd): Hücrelerde kullanılacak baralar, anahtarlama ve ayırma elemanları (yük ayırıcıları, kesiciler, topraklama ayırıcıları) SF 6 gazı içinde bulunur.

Yük ayırıcılı giriş-çıkış hücresi: Standart fider aşağıdaki teçhizatlardan oluşur.

- Ø Baralar
- Ø Yük ayırıcısı
- Ø Kablo terminallerini kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- Ø Ana baraya giriş ve çıkış bağlantılarında kullanılacak toplam 6 (altı) adet dışı buşing
- Ø 1 takım (3 adet) ana bara bağlama konnektörü (dışı buşinglere uygun)
- Ø Işıklı tip gerilim göstergesi ve faz sırasının hücre dışından kontrolünü sağlayan gerilim kontrol prizleri



Şekil 3.2: Modüler hücre

Yük ayırıcı + sigorta” bileşiği koruma hücresi : Standart fider aşağıdaki teçhizatlardan oluşur:

- Ø Baralar,
- Ø “Yük ayırıcısı+sigorta” bileşiği
- Ø Sigortaların kaynak ve yük tarafını kısa devre eden ve topraklayan iki ayrı topraklama ayırıcısı, (NOT’a bakınız)
- Ø 3 (üç) adet akım sınırlayıcı YG sigorta,
- Ø OG/AG dağıtım trafosunun zati korumaları için açtırma bobini ve yardımcı kontaklar
- Ø Ana baraya giriş ve çıkış bağlantılarında kullanılacak toplam 6 (altı) adet dışı buşing,
- Ø 1 takım (3 adet) ana bara bağlama konnektörü, (dışı buşinglere uygun),
- Ø Işıklı tip gerilim göstergesi ve faz sırasının hücre dışından kontrolünü sağlayan gerilim kontrol prizleri

Malzeme listesinde istenmiş ise;

- Ø Transformatörün primer koruması için aşırı akım ve toprak koruma rölesi (toroidal tip akım trafoları/akım algılayıcıları ile birlikte)

NOT: “Yük ayırıcısı+sigorta” bileşiğinde sigortaların kaynak ve yük taraflarını kısa devre eden ve topraklayan iki ayrı topraklama ayırıcısı bulunacaktır. Sigorta değiştirme işlemi sırasında operatörü hiçbir tehlikeye sokmayacak tasarıma sahip olması koşuluyla sigortaların sadece bir tarafından topraklanması da kabul edilebilecektir.

Kesicili çıkış hücresi: Standart fider aşağıdaki teçhizatlardan oluşur:

- Ø Baralar
- Ø Ayırıcı
- Ø Kesicinin kaynak tarafını kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı
- Ø Kesici (Kesme ortamı vakum)
- Ø Kablo terminallerini kısa devre eden ve topraklayan Topraklama Ayırıcısı (NOT:1'e bakınız.)
- Ø 3 (üç) adet toroidal tip akım transformatörü/akım algılayıcıları, (NOT:2'ye bakınız)
- Ø Koruma rölesi, (NOT:3'e bakınız.)
- Ø Ana baraya giriş ve çıkış bağlantılarında kullanılacak toplam 6 (altı) adet dişi buşing
- Ø 1 takım (3 adet) ana bara bağlama konnektörü, (dişi buşinglere uygun),
- Ø Işıklı tip gerilim göstergesi ve faz sırasının hücre dışından kontrolünü sağlayan gerilim kontrol prizleri
- Ø Hücresinin transformatör koruma hücresi olarak kullanılması halinde trafonun zati korumaları için sinyal lamba kutusu, (yardımcı röleleri ile birlikte)

Yük ayırıcılı bara bağlama/ayırma hücresi: Standart fider aşağıdaki teçhizatlardan oluşur:

- Ø Baralar
- Ø Yük ayırıcısı
- Ø Ana baraya giriş ve çıkış bağlantılarında kullanılacak toplam 6 (altı) adet dişi buşing
- Ø 1 takım (3 adet) ana bara bağlama konnektörü, (dişi buşinglere uygun)
- Ø Malzeme listesinde istenmiş ise;
- Ø Yük tarafını kısa devre eden ve topraklayan topraklama ayırıcısı.

3.2.8. AG Panoları

Güç trafosunun alçak gerilim çıkış fiderinden sonra tüketicileri besleyecek fiderlerin bağlantısının yapılması için kullanılan panolara AG panoları denir. AG panoları içerisinde; şalterler, akım trafosu, sayaçlar, sigortalar ve her faz içinde ayrıca sigorta grubu ve şalter bulunmaktadır. AG panoları saçtan yapılıdır. Bar sayaçların ve akımların çektiği değeri görmek için sayaçlar için cam bir ekran, akım ve gerilim değerleri için ise ölçü aletleri kapının üstüne monte edilir. Ön yüzeyleri kapalı ve arka yüzeyleri açık olarak imal edilir.



Resim 3.12: AG panosunun baraya bağlantısı

Pano zemine ve birbirlerine cıvatalarla bağlanacaklar. Panoların üzerinde kaldırma halkaları bulunacaktır. Baralar paslanmaz vidalarla bağlantıları yapılacaktır. Panolar topraklama hattına bağlanmalıdır. AG dağıtım panosu teknik şartnameye uygun olacaktır. Malzeme listesinde aksi belirtilmedikçe, panoda 1 adet ana giriş kesicisi, 6 adet 3 fazlı besleme çıkışı ve 1 adet sokak aydınlatması çıkışı tesis edilecek, ayrıca iç ihtiyaçta kullanılmak üzere yardımcı çıkışlar bulunacaktır. Oluşabilecek mekanik titreşimlerin söndürülmesi için pano tespitinde gerekli önlemler alınacaktır.

3.2.9. Trafo Merkezi Aydınlatma Sistemi

OG Anahtarlama, transformatör ve AG dağıtım bölümlerinin içerisi ayrı ayrı aydınlatılacaktır. Aydınlatma için, AG panosundaki 220 V.AA gerilimle şarj edilen malzeme listesinde belirtilen yardımcı servis gerilimine uygun bakımsız, kuru tip akü-redresör grubu tarafından beslenen özel aydınlatma lambaları kullanılacak ve ait olduğu bölümdeki anahtarla kumanda edilecektir.

Akü- redresör grubu, AA gerilim kesildiğinde bütün lambalar (iç aydınlatma lambaları ve arıza gösterge lambaları) yanarken en az 4 saat süreyle besleme yapabilecek kapasitede olacaktır.

Devrenin beslenmesi için belirtilen iç ihtiyaç çıkışına aşağıdaki devreler bağlanılır:

- Ø Her bir hücre için 1 fazlı güç prizi , (10 A kapasitede)
- Ø İç aydınlatma devreleri

Bağlantılarda;

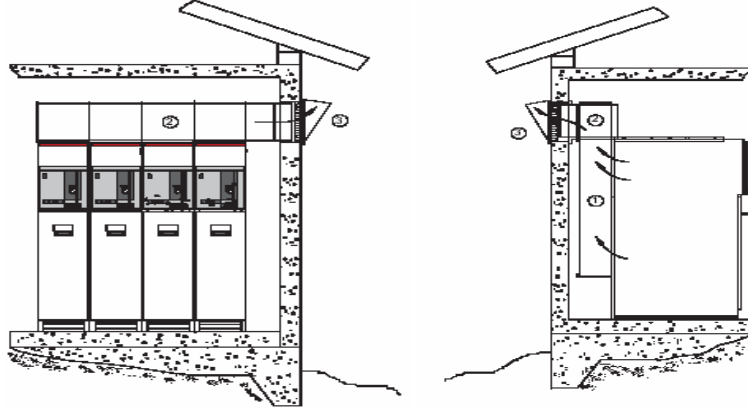
- Ø Priz devrelerinde en az 2,5 mm²,
 - Ø Aydınlatma devrelerinde en az 1,5 mm² kesitli bakır iletkenli kablolar kullanılır.
- Harici çevre için aydınlatma armatürleri 125w AA civa buharlı lamba kullanılacak.

3.2.10. Trafo Bina Havalandırma Sistemi

Köşkün havalandırma sisteminin tasarımında; standartların belirtilen çevre sıcaklığı ve güneş ışınımı gibi dış etkenlerle mahfaza içerisindeki transformatör, cihazlar, baralar, kablolar ve akım taşıyan diğer bölümlerdeki güç kayıpları nedeniyle meydana gelecek sıcaklık artışları dikkate alınacaktır.

Dağıtım transformatörleri, soğutmanın yeterli olarak sağlandığı özel hücrelere yerleştirilir. Hücrede oluşan ısıyı, doğal soğutma yoluyla dışarıya atabilmek için transformatörün altında ve üstünde yeterli büyüklükte havalandırma açıklıkları bulunmalıdır.

- Ø Transformatör üst yağ ve sargı sıcaklık artışlarının standart öngörülen değerleri 10K'den fazla aşmaması,
- Ø AG dağıtım panosu bağlantı noktaları ve AG kabloları civarındaki sıcaklık artışlarının 20 K'nin üstüne çıkmaması sağlanmalıdır.



Şekil 3.3: Trafo binasında havalandırma sistemi

Havalandırma sisteminin tasarımına ilişkin hesaplar ve resimler teklifle birlikte verilecektir. TS EN 61330'a göre mahfaza sınıfı, 10 olacaktır.

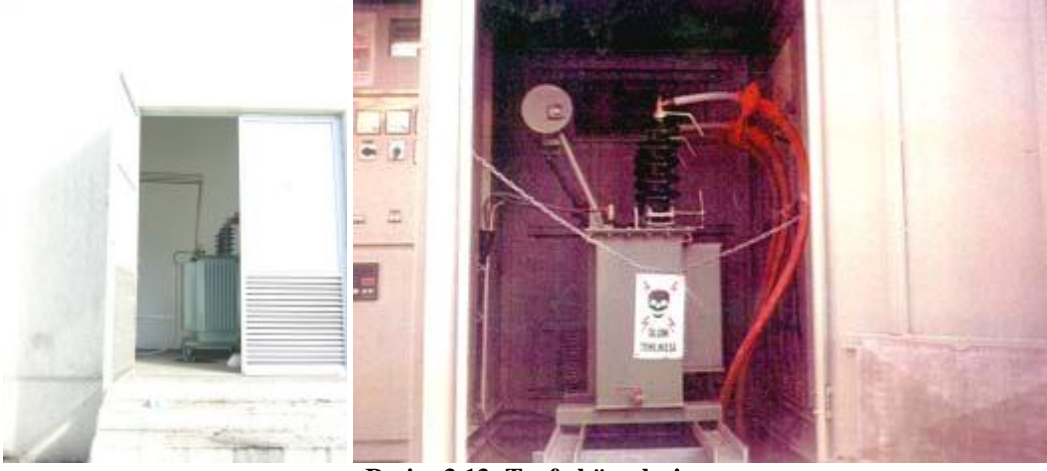
Trafo binasının belirlenen yerlerine gerekli fan takılarak hava akışı sağlanabilir. Otomatik sıcaklığı takip eden bir kontrol devresi ile bu sağlanabilir.

Yangın söndürme düzeni: Yangın söndürme malzemeleri bir köşede hazır bulundurulmalı ve gerekli zamanlarda kontrol sağlanmalıdır. Duman dedektörleri ile yangın bildirim tesisi kurularak oluşabilecek yangın için tedbir alınır.

3.3. Bina Tipi Trafo Montajı

3.3.1. Trafo Hücresi

a) **Özelliği:** Orta gerilimi alçak gerilime düşüren güç trafosunun yerleştiği alana denir. İhtiyaca bağlı olarak saç ve betonarmeden yapilir. Kapalı bir mekân olarak tasarlanır. Kapıları trafonun rahat geçebileceği şekilde tasarlanır. Kapılar dışarıya açılacak şekilde monte edilir. Trafo yağından dolayı oluşabilecek yangın için bölüm içerisinde bir yangın tüpü bulundurulmalıdır.



Resim 3.13: Trafo hücreleri

b) **Standartları :** Transformatör bölümü; standartlarda boyutları verilen 1000 kVA anma gücünde, 3 fazlı transformatörün yönetmeliklerde yer alan hususlar dikkate alınarak yerleştirilmesine uygun boyutlarında olur.. (Transformatör bölümünde genleşme depolu, hermetik veya kuru tip trafo kullanılabilir. Bu nedenle bu trafolardaki en büyük boyutlar dikkate alınır). Bölümün, transformatörün köşk içine yerleştirilip çıkarılabileceği boyutlarda tek veya çift kanatlı bir kapısı bulunacaktır.

Transformatörden olabilecek yağ sızma veya akıntılarında, yağın mahfaza dışına çıkıp toprağa karışmaması için gerekli tedbirler alınacaktır. Teklif sahipleri yağın dışarı atılmasını sağlayacak tedbirleri ve gerekiyorsa atık yağ toplama çukuruna ait resimleri teklifleriyle birlikte vereceklerdir.

c) **Montaj rayı özelliği:** Trafonun hücreye yerleştirilmesi ve montajı için kullanılan parçaya denir. Genellikle demir profilden yapilir. Boyutları ise kullanılan trafonun gücüne göre değişmektedir. Zemine daha önce vidalarla monte edilir sonra transformatör yerleştirilir. Transformatör ray eksenleri arasındaki açıklık 630 kVA için 670 mm, 1000 kVA için 820 mm olacak; ray tespit civatalarının konumları ayarlanabilir olmalıdır.

3.3.2 Trafo Montajı

Ø Trafuyu montaj yerine getirirken dikkat edilecek hususlar

Transformatörleri, yağla dolu ve tekerlekleri sökülmiş olarak taşırlar. Taşıma için, çoğunlukla özel bir ambalaj gerekmez. Sadece, buşinglerin ve kapak üzerindeki kırılabilir parçalar aşıp bir sandıkla korunmalıdır.

Hava kurutucu olan transformatörlerde taşıma sırasında hava kurutucu transformatöre monte edilmemiştir. Doldurma ağzına delikli conta konmuştur. Transformatör kapağının altına devreye alırken hava kurutucusu olmayan transformatörlerde daima delikli conta bulundurulmalıdır. Taşıma sırasında oynamaması için transformatör araç kasasına tespit edilmelidir. Taşımada gerekli özen gösterilmeli, araç 50km/saat'ten hızlı seyretmemeli, aşırı sarsıntılardan kaçınılmalıdır. Transformatörlerin indirilmesi ve yerlerine yerleştirilmesi sırasında da dikkatli olunması, her türlü hasar olasılığına karşı önlemlerin alınması gerekmektedir.

Transformatörler monte edileceği yere ulaştığında gözden geçirilmeli; taşıma sırasında herhangi bir hasarın olup olmadığı kontrol edilmelidir. Boyası bozulan bölgeler zaman geçirilmeden temizlenerek boyanmalıdır. Küçük yağ kaçaqları varsa, bunlar contalı bağlantılarının hafifçe sıkıştırılmasıyla önlenir. Transformatörün indirildiği yerdeki ortam sıcaklığı göz önünde tutularak yağ seviyesi kontrol edilmelidir; gerekiyorsa rutubeti alınmış yağ eklenmelidir.

Ø Trafo montaj araç gereçleri

Trafo montajı esnasında kullanılacak araç gereçler aşağıya çıkarılmıştır.

- Kaldıraç
- Açık ve yıldız anahtar takımı
- Matkap
- Kaynak makinesi
- Bağlantı baraları
- Bağlantı vidaları ve klemensleri
- Megger
- Yağ (ihtiyaç halinde)
- Bağlantı papuçları
- Bağlantı kabloları
- Ölçü aleti (Ohmetre)

Ø Trafo montaj işlem sırası

Bina tipi trafo merkezinin trafo hücreğine yerleştirilecek trafo montaj işlemi aşağıdaki sıraya göre takip edilecektir.

- Yağ dolu olarak taşınan trafonun dış görüntüsüne bakılır herhangi bir hasar olup olmadığına, boya kalkmışsa bozuk olan yer boyatılır.
- Yağ kaçağının olup olmadığına bakılır. Yağ kaçağı söz konusu ise civatalar sıkılarak contalardan oluşabilecek kaçak önlenir.
- Yağ seviyesi kontrol edilir. Yağ eksik ise yağı tamamlanır.
- Hava kurutucusu varsa, silikajel kontrol edilmeli; 2/3 kadar renksiz ise değiştirilmeli veya hava kurutucusu talimatında açıklanan yöntemle aktifleştirilmelidir.
- Hava kurutucusunun yağ kabına, belirtilen seviyeye kadar yağ doldurulur.
- Transformatörler taşıma esnasında tekerlekleri çıkarılmış olarak taşınır. Bu yüzden tekrar tekerlekler takılır.
- Vinç yardımıyla trafo hücreğinin kapısından trafo belirlenen raya yerleştirilir.
- Bağlantılara geçmeden önce Megger yardımıyla sargıların birbirine ve kazana göre yalıtımı kontrol edilir. Yalıtımı uygun olan trafo için elektriksel bağlantılara geçilir.
- Bağlantılar için uygun anahtar ve takımı alınız.
- YG gerilim iletkenleri YG buşingine bağlanır.
- AG baraları da AG buşing bağlantılı pabuçlara bağlanır.
- Bu bağlantılar yapılırken vidaların gevşek olmamasına dikkat edilir.
- Trafoya koruma röleleri bağlantısı yapılır.
- Topraklama iletkenini trafonun topraklama elemanına bağlantısı yapılır.
- Trafo devreye alınır
- Değerlerden anormal bir durum olup olmadığı kontrol edilir.

Ø Trafo montajında dikkat edilecek hususlar

Montajdan önce gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Yukarıda belirtilen işlem basamakları takip edilir. YG ve AG gerilim buşinglerin bağlantılarına dikkat edilmelidir. Yalıtım yağında bir azalma varsa tamamlanmalıdır. Taşıma esnasında trafoya hasar verilmemesine dikkat edilecektir. Trafo yerleşim alanı ve aralıklar; kontrol aşamasında kişilerin rahat geçebilecekleri mesafe aralıkları bırakılır. Boyası bozulmuş yerler ihmal edilmeden boyatılmalıdır.

3.3.3. Bina Tipi Trafo Emniyet ve Güvenlik Tedbirleri

Bina tipi trafo merkezlerinde gerekli kontroller ve bakım onarım için yapılan gerekli müdahalelerde personelin orta gerilime karşı korunması için yalıtım amacı olarak izole halı ve izole sehpa kullanılır. Bunlar :

Ø İzole Halı Kullanımı

Tanım: OG kapalı şaltlarda, hücrelerde ve panoların bulunduğu yerlerde yapılacak çalışmalarda toprakla yalıtılarak çalışanın güvenliğini sağlayan güvenlik malzemesidir.

Yapısı: Üst düzeyi kaymayacak şekilde baklava dilimli olan veya tırtıklı şekilde olan, elastomer ve yalıtkan (kauçuk, poliüretan vb.) malzemelerden imal edilmiş en az 1 m genişliği olan halıdır.

Teknik Özellikleri

- Ø Halılar en az 1 m genişlikte olmalıdır.
- Ø Halıların üst yüzeyi kaymayı önleyici baklava dilimi veya tırtıklı olmalı, ayrıca elastomer ve izole malzemedir.
- Ø Halıların 3 mm kalınlıkta olanlar 3 mm 40 kV'a kadar olanları minimum 4 mm'lik et kalınlığında olmalıdır.
- Ø Halılarda üretim hatası olarak, hava kabarcığı, yırtık, çatlak, iplik dokuma, , vb. yalıtkanlığı azaltıcı etkenler olmamalıdır.
- Ø Halıların 3 mm kalınlıkta olanlar 30 kV'luk, 4 mm kalınlıkta olanları 40 kV'luk test gerilimine dayanıklı olmalıdır.
- Ø Halılar ısıya, neme ve aside karşı dayanıklı olmalıdır.



Resim 3.14: İzole halı

Ø İzole Sehpa Kullanma

Tanım: OG Şalt tesislerinde gerilim altında yapılacak operasyonlarda, toprakla, çalışan arasında yalıtkanlık sağlayan güvenli malzemesidir.

Yapısı: Sökülüp takılabilir veya sabit 4 ayağı bulunan 50x50 cm veya 60x60 cm'lik platformdur. Sehpanın platformu ve ayakları tamamen yalıtkan malzemeden imal edilmeli ve işletme geriliminin iki katı yalıtkanlığa sahip olmalıdır. Montajında kesinlikle çivi ve vida gibi iletken malzeme bulunmamalıdır.

Teknik Özellikleri:

- Ø Sehpanın platformu 50 x 50 cm veya 60 x 60 cm kare üzeri kaymayacak şekilde yivli olmalı, emprenye edilmiş ağaçtan yapılmış ise maksimum aralık 4 cm'lik ızgara şeklinde olmalıdır.
- Ø Platformun ağaç olması halinde 1. kalite kuru (fırınlanmış) tahtadan, budaksız, ağacın lifleri doğrultusunda kesilmiş ve her parça bakalitli vernikten (emprenye edilmiş) geçirilmiş olmalıdır.
- Ø Sehpanın her parçası ısıya, neme ve suya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Ø Tek parça olmayan sehpaaların platform ve ayakların montajında kesinlikle iletken malzeme (çivi, vida) kullanılmamalıdır.
- Ø Sehpa işletme geriliminin iki katı yalıtıma sahip olmalıdır.
- Ø Sehpanın üzerine çıkıldığında neresine basılırsa basılsın dengesi bozulmamalıdır.
- Ø Sehpanın tasarımında, ayakların dış yan kenarlarından geçen dik düzlem ile platformun kenarı arasındaki mesafenin en az 4 cm olmasına dikkat edilmelidir.
- Ø Sehpanın yere basan uçlarına kaymayı önleyecek şekilde yalıtkan pabuçlar giydirilmelidir.
- Ø Sehpa 85 kg'lık bir insanı taşıyacak sağlamlıkta olmalı ve maksimum ağırlığı da 5.5 kg'ı geçmemelidir.
- Ø Sehpa üzerine 85 kg bir kişi çıktığında platform merkezindeki esneme 2 mm'yi geçmemelidir.



Resim 3.15: İzole sehpa

Ø Kitleme Tertibatı

Bölümlerin, yeter büyüklükte, basınca dayanıklı, menteşeli, dışa doğru açılan ve kilitlenebilir kapıları bulunacaktır. Kapılar burulma, eğilme ve kasıntıya karşı dayanıklı, sağlam bir yapıda olacak ve kapalı konumda içeriye geçmesini önlemek için kasa üzerinde geniş yüzeylere dayanacaktır. Hücrelerin önünde tel kafesli kapılar kullanılacaktır.



Resim 3.16: Kitleme tertibatı

3.4. Bina Tipi Trafo Bağlantıları

3.4.1. Trafo Bina Enerji Giriş, Çıkış Bağlantıları

Trafo binalara elektrik enerjisi iletim hattı orta gerilim olarak giriş yapar gerekli hücrelerden geçtikten sonra alçak gerilim olarak çıkış yapmaktadır. Burada kullanılan iletkenler ve bağlantılar havai hat veya yeraltı hatları ile gerçekleştirilmektedir.

Ø Trafo Binasına Enerji Giriş Çıkış Şekilleri

- **Hava hattı ile:** İzolatörler yardımıyla taşınan iletkenler gerilim değerine bağlı olarak hava aralıkları bırakılarak bina dışına monte edilen izolatörler yardımıyla bina içerisine alınarak orta gerilim barasına bağlanır.



Resim 3.17: Direk ile trafo binası arasındaki hava hattı bağlantısı

Ayrıca izolatörler üzerinde ark boynuzları da kullanılmaktadır.

- **Yer hattı ile:** Hava şartlarından etkilenmemek ve estetik açıdan daha güzel bir görüntü elde etmek için, iletim hatları ve trafo giriş çıkışları günümüzde yeraltı kabloları ile döşenme başlanmıştır. Hava hatları daha önce projelendirilmiş şekilde kanallar kazılarak trafo binasının bulunduğu alana getirilerek, bina içine taşınır. İçeri alınan iletken orta gerilim baralarına bağlanır. Bağlantıdan sonra projeden belirlenen aşamalardan sonra alçak gerilim şebekesine bağlanarak devresini tamamlar.



Resim 3.18: Trafo binasının yeraltı kablosu ile bağlantısı

Ø Enerji Giriş Çıkış İletken Özelliği

Yeraltı hattı ve hava hattı ile döşenen iletkenlerin özellikleri birbirine göre farklılıklar göstermektedir.

- **Hava hattında kullanılan iletken:** Hava hatlarında alüminyum örgülü iletken kullanılmaktadır. Bakıra göre daha hafif ve daha ucuzdur. Alüminyum örgülü hava hattı iletkenlerin orta kısmına çelik örgülü teller yerleştirilerek kopma dayanımı artırılmıştır. Yani alüminyum iletkenliğinden, çelik tellerin mekaniksel dayanıklılığından yararlanılmıştır. Bu iletkenlerde, örgülü alüminyum iletkenlerde olduğu gibi damarlar tabakalar halinde ve bir eksen etrafında sarılır. İki veya daha fazla tabakalı iletkenlerde katlar birbirine zıt yönde sarılır. Orta gerilimde kullanılan iletkenler 3 AWG (swallow), 1/0 AWG (Raven) ve 3/0 (Pigon) tipi iletkenler kullanılır.
- **Yeraltı hattında kullanılan iletken:** Yeraltı kabloları bakır ve alüminyum iletkenli olarak 1-15kV kadar protodur, 1-154kV'a kadar protothen- x yalıtkanlı kablo kullanılır. Yeraltı orta gerilimde protothen-x kablolar bilhassa tercih edilir. Protethen –x enerji kablolarında üstün vasıflı bir yalıtkan maddesidir. Organik peroksit katkısıyla yüksek moleküllü saf polietilenden imal edilir.

Bu kablolar bakır iletkenli çapraz bağlı polietilen (XLPE) yalıtkanlı, bir veya üç damarlı, her damara bireysel olarak siperlenmiş, PVC dış kılıflı olarak temin edilecektir.

Enerji giriş, çıkış bağlantı işlem sırası:

Yeraltı iletim hattı ile hava hattı bağlantı işlem sırası farklı olmaktadır.

Yeraltı iletim hattı ile bağlantı yapıldığında aşağıdaki işlem sırası uygulanır.

- Projeye uygun iletkenin binaya giriş yapılacak yeri tespit edilir.
 - Duvarda delik veya yeraltında kanal kazılır.
 - Daha önceden çekilmiş olan kabloyu yapı içine alırken, boru içine alınmalı, kablo ile boru arasındaki boşluk elastik silikon ya da benzeri bir madde ile doldurulmalıdır.
 - Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda çelik borular kullanılmalıdır.
 - O.G. kablolarına dahilde ve hariçte kablo başlığı takılır.
 - Gerekliyse ek bağlantısı yapılır.
 - Kablo başlıkları, kabloya su, nem girmesini önleyecek şekilde olmalıdır.
 - Kanal üstü ve diğer kısımlar kapatılır.
- **Hava hattı ile çekilmesi:**
 - Projeye uygun iletkenin binaya giriş yeri tespit edilecektir.
 - İletkenin giriş yapacak duvar kısmı delinmelidir.
 - Gerilime uygun boşluk bırakarak izolatörlerin destekleri takılmalıdır.
 - İzolatörler desteklere monte edilir.
 - Direkten gelen kablo izolatöre monte edilir.

- Ark boynuzları takılır.
- Bağlantılar tekrar kontrol edilir.
- Bina içi bağlantısı için izolatör desteği duvara monte edilir.
- İzolatöre iletken bağlantısı yapılır.
- Baralar montaj edilir.
- Kırılan yerler gerekli malzeme ile kapatılır(çimento veya alçı).
- Bağlantılar kontrol edilir.
- Malzemeler toplanır.

Ø Enerji Giriş, Çıkış Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

İletken bağlantıları ve montajları yaparken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

Temelleri sağlam şekilde tespit etmeden elektrik bağlantıları yapılmayacak.

Her işe başlamadan önce gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.

Hava hattı izolatörleri bağlarken, hava aralıklarının mesafesi hava şartları dikkate alınarak bırakılmalıdır. Nem, rüzgâr vb.

Kullanılan malzemeler dünya standartları ve TSE standartlarına uygun olmalıdır.

Vida bağlantıları gevşek kalmamalıdır.

AG kablolarında su girmesini önleyecek tedbirlerin alınması durumunda kablo başlığı kullanılmayabilir.

Kablo ekleri mutlaka özel ek aksesuarları veya ek kutularında yapılmalıdır.

Ekler, mekanik bakımdan güvenilir, içine su ve nem sızmasını önlemeli ve iyi bir elektrik iletkenliğini sağlamalıdır. Ekler tesis edildiği yere uygun tipte seçilmelidir.

Kabloların koruyucu kılıfları ya da yalıtkanları buldukları yerlerde zorlanmamalı ve zedelenmemelidir. Kablolar gerektiğinde koruyucu büz ya da borular içine alınmalıdır.

Tek damarlı kabloların tespitinde kullanılan elemanlar manyetik halka çelik borular nerede kullanılırsa kullanılsın üç faz aynı borudan geçirilmelidir. Tek damar olması durumunda anti manyetik malzeme kullanılmalıdır.

Döşeme sırasında kabloyu çekmek için bütün iletkenler bir araya getirilip çekme klemensi ile birbirine bağlanmalıdır. En büyük çekme gerilmesi bakır iletkenler için 5 kg/mm², alüminyum iletkenler için 3 kg/mm² yi geçmemelidir.

Yeraltına dōşenecek kablolar, sokak ve alanlarda en az 80 cm derinliğe gōmūlmalıdır. Bu yerlerin dışında en az 60 cm olmalıdır. Bu derinlik zorunlu durumlarda özel koruyucu ۆnlemler alınarak 20 cm dolaylarında azaltılabilir.

Açık havada dōşenen kablolar olabildiğince güneş ışınlarının etkilerinden korunmalıdır.

Kablolar duruma göre toprak içine, kablo kanallarına ya da duvarlara tutturulan delikli tavalara veya merdiven raflara dōşenmelidir. Deliksiz yapılmış tavalarla kablo dōşenmesi tavsiye edilmez. Toprak içine yerleştirilen kabloların altında ve üstünde yaklaşık 10 cm kalınlıkta elenmiş kum bulunmalıdır. Kablonun üzerindeki kumun üzerine ve aynı kanala dōşenen AG ve YG kabloları arasına tüm kablo boyunca dolu tuğla veya en az 6 cm kalınlıkta beton plaka veya plastik vb. malzemelerden yapılmış koruyucu elemanlar yerleştirilmelidir. Böylece çukuru açan işçilerin kazma darbelerinden kablo korunmalı ve orada kablo bulunduğu önceden anlaşılmalıdır. Bu koruyucunun yaklaşık 30 cm üzerine ise en az 10 cm genişliğinde polietilenden yapılmış uyarı şeridi konulmalıdır.

Bir enerji kablosu ile başka bir enerji kablosu ya da kumanda kablosu arasındaki en küçük açıklık 7 cm'den az olmamak koşulu ile kablo çapı kadar olmalıdır. Kumanda kabloları arasında açıklık gerekmez.

3.4.2. Trafo Bağlantıları

3.4.2.1. Trafo bağlantı kablo ve iletken ۆzellikleri

Transformatör fiderleri için 50 mm² kesitli, bir fazlı bakır iletkenli, XLPE yalıtkanlı kabloların (uygun boyda kablolar İmalatçı tarafından temin edilecek, 7.2-17.5 kV'luk RMU'lar için 17.5 kV'luk kablo kullanılacaktır) bağlantısına uygun olan tam yalıtılmış ve topraklanmış fişli tip yüksek gerilim kablo konnektörleri (screened plug-in type separable connectors) temin edilecektir.

Ring şebeke fiderleri için, 240 mm² iletken kesitine kadar, bir veya üç fazlı, bakır iletkenli, XLPE veya PVC yalıtkanlı kabloların köşkte kullanılması öngörülen OG anahtarlama tesisine bağlantısı için gerekli tam yalıtılmış ve topraklanmış fişli tip kablo konnektörleri kullanılacaktır.

Transformatörün AG dağıtım panosuna bağlantısı, imalatçı tarafından seçilecek sayıda ve uygun boylarda, 240 mm² iletken kesitli, tek fazlı, bakır iletkenli, PVC veya XLPE yalıtkanlı kablolarla İmalatçı tarafından yapılacak ve AG panoya bağlantısından sonra gerekli sabitleştirme düzeneği temin edilecektir. Sabitleştirme düzeneğinde kullanılacak malzemeler antimanyetik ۆzellikte olacaktır.

Nötr hattı bağlantısı 120 mm² iletken kesitli kablolarla yapılacaktır.

AG tarafı ise alüminyum baralar yardımıyla gerekli bağlantı yapılacaktır.



Resim 3.19: AG ve OG iletkenlerin trafoya bağlantısı

3.4.2.2. Trafo Bağlantı Yöntemi İşlemi

Trafo binasında bulunan güç trafosunun bağlantısı yaparken izlenecek işlem sırası aşağıdaki gibidir:

- Ø Bağlantı için gerekli anahtarlar hazır bulundurulacaktır.
- Ø OG iletkenine bağlantı pabucu takılacaktır.
- Ø Gerekli izolatör başlığı takılır.
- Ø İletkenin gevşek kalmaması için gerekli desteklere irtibatı sağlanacaktır.
- Ø OG iletkeni trafonun OG buşingine tespit edilir.
- Ø Uygulanacak sıkma basıncına dikkat edilmelidir. Çünkü buşinglerde çatlama oluşabilir.
- Ø AG baralarından getirilen alüminyum lamaya uygun şekiller verilir.
- Ø AG barası gerekli desteklerle sabit ettirilir (Bunun için izolatörler kullanılır).
- Ø AG buşingine iletken bağlanır.
- Ø Vidaların gevşek kalmamasına dikkat edilir.

3.4.2.3. Trafo Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

İmalatçı tarafından kabloların RMU'ya bağlantısı yapılacak ve trafoya bağlantısından sonra gerekli sabitleştirme düzeneği temin edilecektir. Sabitleştirme düzeneğinde kullanılacak malzemeler antimanyetik özellikte olacaktır. Ayrıca nakliye sırasında boşta kalan kabloların sallanarak köşk içerisinde çarpmalarına engel olacak önlem alınacaktır.

Kabloların trafoya bağlantısı, trafo buşingine uygun olarak, yapılacaktır.

Vida bağlantılarının gevşek olmamasına dikkat edilecektir.

3.4.3. Trafo Topraklanması

3.4.3.1. Topraklama Elemanların Özelliği

Topraklanması istenen makinenin, cihazın veya tesisin toprak ile iletken bir bağlantı sağlanmasına yarayan elemanına topraklama elektrotu veya sadece topraklayıcı denir. Topraklayıcılar genellikle suni olarak yapılır bazı özel hallerde tabii topraklayıcılardan yararlanır. Topraklayıcı daima yeraltına gömülür, bu bağlı topraklama iletkeni (veya topraklama barası) aracılığı ile makine ya cihaza veya tesise bağlanır. Böylece topraklama tesisinden gelen akım toprağa geçirilir.

Topraklayıcının tesisinde en önemli hususu elektrotun her yerinde toprakla iyi temas etmesini sağlamaktır. İmkân olduğu takdirde topraklayıcı, zemin suyu ile temas etmelidir. Buna karşılık topraklayanın doğrudan doğruya göl veya nehir suyuna konması uygun olmaz. Zira bu sular da maden tuzları az olduğundan bunların iletkenlikleri düşüktür. Kuru zeminde killi ve benzeri topraklar dikkatle dövülerek sıkıştırılır. Kumlu ve benzeri topraklar su ile ıslatılır. Yayılma direncinin küçük olmasını sağlamak amacıyla topraklayıcının civarında taş ve çakılın bulunmamasına dikkat edilir.

Aşağıda trafo merkezlerinde kullanılan trafo malzemeleri belirtilmiştir.

Şerit topraklayıcıları: Bunlar en az 3mm kalınlığında ve 100 mm² kesitinde galvanizli demir şeritten yapılır bundan başka yuvarlak iletkenler veya örgülü tellerde bu maksatla kullanılabilir. Şerit topraklayıcılar çok derine gömülmezler. Bu yüzden yüzey topraklayıcı da denir.

Çubuk topraklayıcılar: Bunlar ekseriya bir cm çapında çelik borudan veya eşdeğer profil çelikten yapılır ve zemine dik olarak çakılır. Çubuk topraklayıcının uzunluğu 3-5 m kadardır ve üst ucu 50 cm kadar toprak altında kalır. Çubuk topraklayıcılar oldukça derine indiklerinden yazın zemin kurusa dahi topraklayıcı daima topraklayıcılık görevini yerine getirir. Bu topraklayıcılara derin topraklayıcılar da denir.

Levha topraklayıcısı: Levha topraklayıcı geçmiş yıllarda çok kullanılan ve günümüzde önemini tamamen kaybeden bir topraklayıcı çeşididir. Levha topraklayıcıda belirli bir yayılma direnci elde etmek için başka cins topraklayıcılara göre çok daha fazla bir malzemeye ihtiyaç vardır. Çünkü topraklayıcı levhanın şeritlere ayrıldığı kabul edilirse bunlar karşılıklı olarak akımın toprağa geçmesine engel olurlar. Onun için topraklayıcı levhaya tarak şekli vermekle aynı yayılma direnci sağlandığı halde levha zemine dik olarak yerleştirilir. Eğer paralel olarak yerleştirilirse ancak üst yüzeyi tesirli olur. Toprağın çökmesi ile levhanın altı boşlukta kalabilir.

Levha topraklayıcı ile levha arasında boşluk olmamalı, toprak ile her yerde iyi temas etmeli ve toprağın özgül direnci az olmalıdır. Bunun için topraklayıcı civarında toprağa kömür tozu veya korozyona yol açmayacak iyi bir tuz eriyiği ilave edilir. Doldurulduktan sonra toprak dövülerek sıkıştırılır. Levha boyutları istenen en küçük yayılma direncine göre tayin edilir. Genellikle levha topraklayıcısı 3 mm kalınlığında 1mm*1000 mm boyutlarında masif veya delikli galvanizli, bakır kaplamalı saçtan yapılır. Bunun üst kenarı, donma derinlik sınırı olarak kabul edilen derinliğin 1 m altında olacak şekilde yerleştirilir. Levha topraklayıcısının pahalı olması ve yayılma direncinin büyük olması göz önüne alınırsa bugün bunun yerine daha ziyade şerit ve çubuk topraklayıcının kullanıldığını görürüz.

3.4.3.2. İşletme Topraklaması Yapma

Elektrik tesislerinde işletme araçlarının aktif kısımlarının topraklanmasına işletme topraklaması denir. İşletme topraklaması, işletme akım devresinin toprağa karşı potansiyelin belli bir değerde bulundurulmasına yarar, bu nedenle işletme akım devresi ile toprak arasında direk bir bağlantı yapılır. Bu yüzden toprak, işletme akım devresinin bir kısmını teşkil eder ve üzerinden akım geçer. İşletme topraklaması, topraklanan noktayı toprak potansiyelinde tutar. Gerilim altında bulunan tesis kısımlarının işletme topraklanmasına bağlanması ile bunlar sürekli ve geçici olarak topraklanır. Böylece aşırı gerilimler önlenir veya sınırlandırılmış olur. Koruma topraklamasından yalnız hata halinde bir akım geçtiği halde işletme topraklaması üzerinden arızasız durumda dahi bir akım geçebilir. İşletme topraklaması fonksiyon bakımından koruma topraklaması ile yakından ilgilidir. Çünkü koruma topraklamasında bir fazlı toprak teması devresini işletme topraklaması üzerinden tamamlayarak bir fazlı toprak kısa devresine dönüşür.

İşletme topraklamasında normal topraklama direncinden başka bir direnç bulunmaz ise buna doğrudan(direk) topraklama, topraklama omik, endüktif veya kapasitif bir direnç üzerinden yapılırsa dolaylı(endirek) topraklama denir.

Yönetmelik hükümlerine göre alçak gerilim tesislerinde toprağa karşı gerilimin 250 V üzerine çıkmasına müsaade edilmez. Bu nedenle şebekenin yıldız noktası topraklanır. 220/380 V'luk bir alçak gerilim şebekesinde yıldız noktası topraklanırsa, her bir faz hattının toprağa karşı gerilimi 220 V olur. Yıldız noktası topraklanmamış olsaydı, bir fazın toprak ile temas etmesi halinde diğer iki fazın toprağa karşı gerilimleri 380 V olurdu. Bu da yönetmeliğe aykırıdır. Transformatörlerin yıldız noktaları direkt olarak veya söndürme bobini üzerinden topraklanmaktadır. Söndürme bobini yıldız noktası ile topraklayıcı arasına konur. Bir fazlı bir toprak arızasında arızasız fazların gerilimleri toprağa karşı değişimlerin

meydana gelmesini önlemek için gerçekleştirilir. Dolayısıyla aşırı gerilimlerin gelmesine engel olunur.

Transformatörlerin yıldız noktasının direkt olarak topraklanması yüksek gerilim tesislerinde işletme ve koruma topraklamasının gerilim değeri 125 V'tur.



Resim 3.20: İşletme topraklamasının trafoya bağlantısı

3.4.3.3. Koruma Topraklaması Yapma

Canlıları tehlikeli temas ve adım gerilimlerine karşı korumak amacı ile tesislerin işletme akım devresine ait olmayan, fakat yalıtım hatası veya ark tesiri ile gerilim altına girebilen ve canlıların temas edebileceği iletken kısımlarını toprağa bağlamak için yapılan topraklama tesislerine "koruma topraklaması" denir.

Elektrik tesislerinin, makinelerin ve cihazların işletme akım devresi ile ilgili olmayan madeni gövdeleri ve muhafazaları, daima tesisi kullanan kişiler tarafından temas edilebilir. Bunun gibi iletken kısımları, gerilim altında bulunan tesis kısımlarının altında bulduklarından, yalıtım hatası ile veya ark ve kaçak akımları tarafından potansiyel altına girebilir. Bu durumda hatalı tesise temas eden veya tesisin civarında bulunan çalışanın hayatı tehlikeye girer. Söz konusu tesise ait iletken kısımlar topraklanacak olursa, tesisin durumuna göre devre kesilir. Tehlikeli olan bu akımlar başka yollardan toprağa iletilir veya hata gerilimleri tehlike sınırının altında tutularak tehlikeli durum önlenir.

Koruma topraklaması, temasa karşı koruma olmayıp daha çok tehlikeli temas ve adım gerilimlerine karşı korumadır. Koruma topraklaması sadece canlıların hayatını korumak için

gerçekleştirilir. Buna karşılık tesislerin ve işletme araçlarının korunması için işletme topraklaması vardır.

Yönetmeliklere göre alçak gerilim tesislerinde, toprağa karşı gerilimin 65 volttan büyük olduğu tesislerde temas gerilimine karşı koruma önlemlerinin alınması ve her bir faz hattının toprağa karşı 250 volttan daha yüksek gerilimde olması şart koşulmuştur.

Koruma topraklaması direncinin tayin edilmesinde, hata akımının tesiriyle bunun üzerinde 65 volttan daha büyük bir gerilim düşümü sürekli olarak meydana gelmez. Hata yeri sigortalarla, otomatik anahtarlarla yeteri kadar kısa bir zaman içinde otomatik olarak kesip ayrılır. Böylece 65 volttan daha büyük bir gerilim meydana gelmez ya da sürekli olarak kalmaz.

Yıldız noktası topraklanmış bir transformatör tarafından beslenmiş bir alçak gerilim şebekesine bağlı bir motor ve R fazından toprak kısa devresi olması halinde kısa devre akımının yolu gösterilmiştir. Ayrıca aşırı akımı kesen cihazların kesme akımlarının nominal oranını veren "k" katsayıları verilmiştir.

3.4.3.4. Topraklama Bağlantılarında Dikkat Edilecek Hususlar

Topraklama sistemi ilgili standartlar ve yönetmeliklere uygun olarak yapılacaktır.

Bütün teçhizatın şasilerinde topraklama iletkeni bağlantısına uygun, sıkıştırılmalı tipte ve standartlarda belirtilen çapta bir topraklama civatası bulunacak ve toprak sembolüyle işaretlenecektir.

Topraklama iletkeni bakır olacak ve iletken kesiti, en az 35 mm² olmak koşuluyla, akım yoğunluğu 160 A/mm² değerini aşmayacak şekilde hesaplanacaktır.

Genel olarak taşınması gereken akımın neden olduğu termik ve mekanik zorlamalar dikkate alınarak, topraklama sisteminin sürekliliği sağlanacaktır.

Topraklama devresinin dış topraklama sistemine bağlantısı için, topraklama devresinin kolayca görülen ve erişilen bir noktasında, topraklama direncinin ölçülmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmış, en az 12 mm çapında ve 40 mm uzunlukta bakır bir topraklama terminali barası bulunacaktır.

Metal mahfazalar ve ara bölmeleri, beton köşklerin çelik iskeleti, kapak ve kapılar, ana devreye ait teçhizatın şasileri, transformatör tankı, AG panosu çerçeve ve mahfazası, kabloların metal siperleri ve topraklanması gereken bütün metal parçalar doğrudan veya metal yapı bölümleri aracılığıyla koruma topraklaması sistemine bağlanacaktır.



Resim 3.21: Topraklama hattı

Topraklama için ağ şebeke sistemi kullanılacak ve ilgili yerlere ve ağın çevre noktalarına ve toprak altı kesişme noktalarını azaltmak için projelerine uygun olarak topraklama kazıkları çakılacaktır. Topraklama şebekesinin toprak altı birleşme noktaları cıvatalı, klemens veya özel kaynakla yapılabilecektir. Toprak altı bağlantı noktaları ziftle kaplanacaktır. Yalnız bir cıvata ile yapılan bağlantı şeklinde en aşağı M10 cıvata kullanılacaktır. Toprak altı klemensleri bakır olacaktır. Topraklama ağ şebekesinin cihazlara ve çelik yapıya olan irtibatı doğrudan doğruya ana şebekenin irtibatı noktasında çıktı yapılması şeklinde olacaktır.

Toprak üstü tüm cihaz irtibatlarında kızıl klemens kullanılacak, kroşe kullanılmayacaktır.

Topraklama şebekesinde kullanılacak iletken kesiti en az 95 mm^2 örgülü bakır iletken, toprak çubuğu ise kesintisiz 2,5 m boyunda minimum 22mm çapında 3m bakır çelik olacaktır. Cihazlar topraklama çubuklarına mümkün olduğu kadar en kısa ve düz şekilde bağlanacaktır.

3.5. Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği

Bu yönetmelik, elektrik kuvvetli akım tesislerinin kurulmasının, işletilmesinin ve bakımının can (insan hayatı) ve mal emniyeti bakımından güvenlikle yapılmasına ilişkin hükümleri kapsar.

Aşağıdaki tesisler bu yönetmeliğin kapsamına girmez:
Elektrik İç Tesisleri yönetmeliği kapsamındaki tesisler,
Elektrikle işleyen taşıtlara ilişkin besleme ve cer hatları,
Maden işletmelerindeki elektrik tesisleri.

Ancak, elektrikle ilgili öteki yönetmeliklerde karşıt bir hüküm bulunmadıkça bu yönetmelik hükümleri uygulanır.

İlgili Türk Standartları bu yönetmeliğin tamamlayıcı ekidir. Yönetmelikte bulunmayan hükümler için EN, HD, IEC, VDE gibi standartlar göz önüne alınır.

Çelişmeler durumunda sıralamaya göre öncelik verilir.

Herhangi bir tesisin bu yönetmelik kapsamına girip giremeyeceği konusunda bir kararsızlık ortaya çıkarsa, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın bu konuda vereceği karar geçerlidir.

Bu Yönetmelik, 3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 28' inci maddesine göre hazırlanmıştır.

Bu Yönetmelik yeni kurulacak tesislere ve kurulu tesislerde değişikliğe uğrayacak kısımlara uygulanır.

Bu Yönetmeliğin herhangi bir maddesinin uygulanması yerel koşullar nedeniyle zorluklar, ya da teknik gelişmeyi önleyecek durumlar ortaya çıkarırsa, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na yapılacak gerekçeli başvuru üzerine, Bakanlık yalnızca o başvuru için söz konusu maddenin uygulanmamasına izin verebilir.

a) Trafolarla İlgili Yönetmelik Maddeleri

Üçüncü Bölüm

Topraklamalar, Koruma Yöntemleri, Sigorta, Minyatür Kesici ve Kesiciler

Topraklamalar ve Koruma Yöntemleri

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

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

Sigorta, minyatür kesici ve kesiciler

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

Aşırı akımlara karşı koruma düzeni, arıza olduğunda tehlike altında kalan iletkenlerin akımının kesilmesini sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Buna karşılık topraklanmış

sistemlerde, aşırı akımlara karşı koruma düzeninin çalışması sırasında topraklama tesisleri sistemden ayrılmamalı; topraklama tesisleri direnci yükseltilmemelidir.

Bu tip aygıtların kabul görmüş, tarafsız (akredite edilmiş) laboratuarlardan alınmış bütün tip deney raporlarının bulunması gereklidir.

Dördüncü Bölüm **Kuvvetli akım elektrik aygıtları**

Aygıtların ark ve kıvılcımlardan korunması

Madde 10- Kuvvetli akım elektrik aygıtları, kullanılmaları ya da işletilmeleri sırasında oluşacak ark ve kıvılcımlar, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olmayacak biçimde yapılmalı ya da düzenlenmelidir. Bu durum kullanılan her aygıt için yürürlükteki TS'da (yok ise sırasıyla EN, HD, IEC, VDE'de) belirtilen tip deneyleri ile doğrulanmış olmalıdır.

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.

Özellikle son konumlar yanılmaya yer vermeyecek biçimde işaretlenmelidir.

Aygıtların koruma topraklamasına bağlanması

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

Aygıtlar üzerindeki yazılar

Madde 19- Bütün kuvvetli akım aygıtları, ölçü transformatörleri, ölçü aletleri ve sigortalarla birlikte tüm devre kesme aygıtları üzerinde, bunların ilgili standartlarda belirtilen işaretleme bilgilerini açık olarak gösteren silinmez ve bozulmaz, kolayca görülebilen ve anlaşılabilen yazılar ya da işaretler bulunmalıdır.

Beşinci Bölüm **Elektrik Tesisleri** **Tesislerin düzenlenmesi**

Madde 20- Tesisler gerek işletme, gerekse onarım ve bakım için kısa sürede çabuk ve güvenle izlenebilecek biçimde açık olarak düzenlenmelidir. Bütün önemli tesis bölümlerine ve aygıtlara kolayca ulaşılabilmesi, bunlar zorluk çekilmeden yerlerine konulabilmesi ya da yerlerinden çıkarılabilmelidir. Aynı tesiste değişik gerilim ve akım türleri bulunursa bunlarla

ilgili tesis bölümleri olabildiğince ayrı gruplar halinde toplanmalı ve yer bakımından da birbirinden ayrılmalıdır.

Tesisler arıza, onarım ve bakım nedeniyle çeşitli bölümlerin devre dışı olması durumunda da işletmenin olabildiğince kesintisiz sürebileceği biçimde bölümlere ayrılarak düzenlenmelidir. Devre dışı edilen tesis bölümleri ya da aygıtlar uygun ve kolayca görülebilecek ayırma düzenleri ile gerilimsiz duruma getirilebilmelidir.

Tesisler yapılırken, gelecekteki genişlemeler ve yapım işleri sırasında işletmenin süreceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Yanabilen gereçler

Madde 22- Yanabilen gereçler, yangın ve duman tehlikesi oluşturmayacak biçimde düzenlenerek ya da yanmayan bir örtü ile kaplanarak kullanılabilir. Elektrik tesisleri içinde tesise bitişik konut vb. gibi bölümler dışında, ağaçtan yapılmış gereç kullanılmaz.

Konutlarda ve başka işler için kullanılan yapılarda özellikle yağlı transformatörün bulunduğu bölümler öteki yapı bölümlerinden ateşe dayanıklı ve çıkabilecek bir yangının yayılması önlenecek biçimde ayrılmalıdır. Tüm kapılar mahal dışına açılacak yönde ve çelik saçtan yapılmalıdır ve transformatörlerin iç arızalarına karşı hızla etkili olan koruma düzenleri kullanılmalıdır.

Aydınlatma

Madde 23- Bütün tesis bölümleri olabildiğince gün ışığı ile iyi biçimde aydınlatılmalıdır. Ayrıca bu bölümlere yeterli ve düzgün dağılımlı elektrik aydınlatma tesisi yapılmalıdır. Elektrik aydınlatma tesisinden yararlanılamayan durumlarda manevra ve denetleme yerlerinde tehlikesizce dolaşabilmek ve gerekli çalışmaları yapabilmek için özel aydınlatma tesisleri kurulmalıdır.

Yapılan aydınlatma tesisi, YG. hücreleri ve AG pano odalarında en az 250 Iux, transformatör odalarında en az 150 Iux aydınlık düzeyini sağlamalıdır. Transformatör merkezlerinde her bir mahalde yeterli sayıda (en az bir adet) akümülatörlü acil durum lambası veya yeterli kapasitede akümülatör var ise aküden beslenen aydınlatma lambaları bulunmalıdır. Söz konusu lambalar sürekli insan bulunan yerlerde enerji kesintilerinde otomatik devreye girecek şekilde yapılmalıdır. Diğer yerlerde lambalar uygun bir tedbirle manuel olarak yanmalıdır.

Döşemelerin yapılışı

Madde 24- Hareket eden makine parçaları ve gerilim altındaki tesis bölümlerinin yakınındaki döşemeler, insanların kaymasını ve tökezlemesini önleyecek biçimde yapılmalıdır. Bu olamıyorsa gerilim altında olan ya da hareket eden tesis bölümlerine dokunmayı önlemek için ayrıca koruyucu önlemler alınmalıdır. Yüzey kaplamaları tozlanmaya neden olmayacak malzemelerden yapılmalıdır. Döşemede bulunan yüksek

gerilim kanallarının kapakları herhangi bir arıza sırasında oluşan iç basınçla yerlerinden fırlamayacak şekilde monte edilmelidir.

Yüksek gerilim tesislerinin bulunduğu yerlerin başka işler için kullanılmaması

Madde 25- Yüksek gerilim tesislerine ayrılan ve işletilmekte olan yerler, güvenlik için gerekli olan (manevra çubuğu, izole eldiven vb.) gereçlerden başka eşyaları depolamak için ya da başka bir amaçla kullanılamaz.

İşletme ve bakım aygıtları

Madde 26- İşletmede kullanılan (manevra çubukları, sigorta pensleri, yalıtkan eldivenler, yalıtkan sehpa gibi) bütün araçlar standardında belirtildiği sürelerde, yoksa imalatçının öngördüğü sürelerde denetlenip bakım ve onarım altında bulundurulmalıdır. Bu denetlemeler kalıcı bir şekilde kayıt edilmelidir.

Bir tesis bölümünde çeşitli büyüklükte gerilimler bulunuyorsa, yanlışlıkları önlemek için bu gibi aletlerin en yüksek gerilime göre yapılmış olanı kullanılmalıdır.

Bakım ve onarım

Madde 27- Tesislerin ve aygıtların teknik belgelerinde belirtilen aralıklarda bakım ve onarımları yapılmalıdır. Yapılan bakım ve onarımlar kalıcı bir şekilde kaydedilmelidir.

Elektrik işletme aygıtlarının yerleştirilmesi ve korunması

Madde 28- Elektrik işletme aygıtlarının işletme, bakım ve onarımları tehlikesizce yapılabilecek biçimde yerleştirilmelidir. İşletme görevlilerinin çalışırken üzerinde durduğu yerler ve geçitler her zaman boş bırakılmalıdır.

Elektrik işletme aygıtları ve koruma düzenleri, aralarında 250 volttan fazla gerilim bulunan bölümlere aynı anda ve rasgele dokunulmasını önleyecek biçimde tesis edilmelidir.

Elektrik işletme aygıtlarında yangın çıkması ve yayılması uygun düzenlerle olabildiğince önlenmelidir.

Yalıtılmış yüksek gerilimli işletme aygıtlarında alçak gerilimli bölümler

Madde 29- Toprağa karşı yalıtılmış olarak kurulan yüksek gerilimli makine ve aletlerle temasta bulunan alçak gerilimli devreler, gördükleri iş ve düzenlenmeleri bakımından yüksek gerilimli tesis bölümleri gibi işlem görmelidir.

Bu madde özellikle doğru akımlı seri makinelere, doğrultmaçlara (redresörlere), sığaçlara (kondansatörler) vb. uygulanır. Toprağa karşı yalıtılmış olarak kurulan makinelerin yakınında çalışırken, özellikle taşınabilir el lambaları, bükülgen kablolar, vinç zincirleri vb.nin elle kullanılmasında dikkatli olunmalıdır.

Akümülatörler ve bulunduğu yerlerin havalandırılması

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.

Kuru tip akülerin kullanıldığı yerlerde havalandırma için ek bir önlem alınmasına gerek yoktur ve ayrıca akü odası bulundurulması gerekmez. Mevcut kurşun asit akümülatörlerin ömürleri tamamlandığında yerlerine bakım gerektirmeyen veya kuru tip aküler tesis edilmelidir.

Kurşun - asitli akümülatör odalarının özellikleri

Madde 31- Kurşun - asitli akümülatör odaları kuru havalı, serin, sarsıntısız olmalı ve olabildiğince sıcaklık değişmelerinin etkisinden uzak bulundurulmalıdır. Akümülatörler çok yüksek ya da alçak ortam sıcaklıklarına karşı korunmalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör odaları olabildiğince don tehlikesinden uzak olmalı, ısıtma gereği duyulmamalıdır. Kurşun - asitli akümülatör odaları hiç bir şekilde açık ateş ya da kızarmış cisimlerle ısıtılmamalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör birimlerinin birbirinden farklı biçimde ısınmaları da önlenmelidir. Dışarıdan kolayca ulaşılabilen, örneğin insanların gelip geçtiği yollara açık olan akümülatör odalarının pencereleri sık örgülü tel kafes ya da telli camla korunmalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör odalarında kapılar ve pencereler dışarıya doğru açılmalıdır. Kapılar, pencere çerçeveleri, duvarlar, tavanlar akümülatör yerleştirilen döşeme ve düzlükler elektrolit etkisine karşı dayanıklı olmalıdır. Gerektiğinde bu etkiye karşı koruyucu boyalar kullanılmalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör odalarındaki elektrik tesisleri için nemli ve benzeri yerlere ilişkin iletken, kablo ve elektrik işletme gereçleri kullanılmalıdır. Bu yerlerde akkor telli lamba ve su geçirmez tip armatür kullanılmalı, kıvılcım yapabilen kollektörlü vantilatörler kullanılmamalıdır.

Anahtar, priz vb. gibi işletme sırasında alevlenmeye sebep olabilecek, kıvılcım çıkaran elektrik araçları akümülatör odalarının dışarısına konulmalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör odalarında amonyak gibi zararlı gazlar bulundurulmamalıdır.

Kurşun - asitli akümülatör bataryası için gerekli gereçlerin konacağı bitişik bir bölme olmalı ve burada lavabo bulunmalıdır.

Akümülatörlerin bulunduğu yerler tercihen doğal havalandırmanın yeterli olabileceği biçimde yapılmalıdır.

Pencere, kapı vb. ile havalandırma için gerekli hava sağlanamazsa, akümülatör tesislerinin büyüklüğüne göre kıvılcım yapmayan vantilatör, havalandırma boruları ya da kanalları vb. gibi yapay havalandırma düzenleri kullanılmalıdır. Bu boru ve kanallar elektrolit etkisine karşı dayanıklı olmalı, duman bacalarına ya da ateşli (ocak, vb.) yerlere açık olmamalıdır.

Yapı içindeki tesislerin yapılması

Madde 35-a) Havadaki en küçük açıklıklar:

1) Yapı içindeki yalıtım yeteneği deneyleri yapılmış bağlama (anahtarlama) tesislerinde kullanılacak en küçük açıklıklar, Çizelge - 1'de gösterilmiştir.

Çizelge – 1: Yapı içindeki bağlama tesislerinde kullanılacak en küçük güvenlik açıklıkları

U _n (kV)	U _m (kV)	a _o (mm)	a (mm)	H (mm)	A		B (mm)	C (mm)
					A ₁ (mm)	A ₂ (mm)		
0,4	1	60	72	2500	72	102	172	500
3	3.6	77	95	2500	95	125	195	500
6	7.2	105	130	2500	130	160	230	500
10	12	140	170	2500	170	200	270	500
15	17.5	180	220	2500	220	250	320	500
30	36	320	390	2620	390	420	490	590
60	72.5	600	720	2900	720	750	820	920
154	170	1330	1600	3630	1600	1630	1700	1800

U_n: Anma gerilimi (fazlar arası)

U_m: İzin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (fazlar arası),

a_o: Gerilim altındaki parçalarla topraklanmış bölümler arasındaki en küçük açıklık olup, bu açıklık (a_o = 7,5 U_m + 50mm)dir.

a: Gerilim altındaki parçalar arasındaki (fazlar arası) en küçük açıklık

(a = 1,2 a_o)

H: Geçitler üzerinde gerilim altındaki korunmamış tesis bölümlerinin zeminden en küçük yüksekliği (H = a_o + 2300 mm, en az 2500mm)

A: Açık ya da her tarafı örtülü tesislerdeki dolu duvar ve kapılar için güvenlik açıklıkları (Şekil 2)

A₁: İletken olmayan örtüler (sert kağıt vb.) için A₁ = a,

A₂: En az 1800 mm yüksekliğinde iletken örtü (saç vb.) ya da "C"de açıklandığı gibi hücre kapısının arkasında ayrıca tel kafes ya da çıta bulunursa $A_2 = a + 30$ mm,

B: En az 1800 mm yüksekliğinde tel kafes düzenler ve tel kafes kapılar

kullanılırsa güvenlik açıklıkları ($B = a + 100$ mm) (Şekil 2),

C: En az 1000 mm yüksekliğinde demir parmaklık ya da yüksekliği 1800mm'den küçük tel kafes ve kapı düzenleri kullanılırsa güvenlik açıklıkları ($C = a + 200$ mm, en az 500 mm) Fabrikada yapılmış ve denenmiş olan tesislerde yalıtım yeteneği istenilen değerde ise, en küçük (ao) ve (a) açıklıklarının sağlanması zorunlu değildir.

2) Asenkron çalışabilen ve yalıtım gerilimleri aynı olan tesis bölümleri arasındaki açıklıklar en az Çizelge 1'deki (ao) değerlerinin 1,2 katı olmalıdır.

Fabrikada yapılmış ve denenmiş olan tesislerde, yalıtım yeteneği istenilen değerde ise, en küçük açıklıkların sağlanması zorunlu değildir.

3) Gerilimleri farklı tesis bölümleri arasındaki açıklıklar Çizelge 1'deki daha büyük gerilimlere ilişkin değerlerin en az 1,2 katı olmalıdır.

4) Aygıtların ya da izolatörlerin bağlantı noktalarının toprağa olan açıklıkları Çizelge 1 deki (ao) açıklıklarından küçük olursa aşağıdaki (i ve ii)'deki hükümler uygulanmalıdır.

i) Deney gerilimine göre boyutlandırılmış olan aygıtlar ve izolatörler, denenmiş bağlantı yerlerine bunlara ilişkin montaj talimatına göre bağlanmalıdır.

ii) Yalıtım yetenekleri örneğin model deneyi ile doğrulandığında, özellikle yalıtıcı ara parçalarda ve yalıtılmış iletkenlerde daha küçük açıklıklar kullanılabilir.

b) Geçitler ve kapılar:

1) Geçitlerin genişliği:

Geçit ve giriş yerlerinin genişliği, rahat hareket etmek ve gereçleri taşımak için yeterli olmalıdır. Geçit genişlikleri Çizelge2'de verilen değerlerden küçük olmamalı ve kumanda düzenleri, ayırma noktalarında bulunan arabalı bağlama tesisleri gibi çıkıntı yapan parçalar geçitleri daraltmamalıdır.

Toprağa karşı gerilimi 250 volta kadar olan tesislerde Çizelge2'deki değerler 20 cm kadar azaltılabilir.

Büyük tesisler için geniş geçitler salık verilir.

Tam kapalı tesislerin arkasındaki montaj yerlerinin duvar ile açıklığı en az 60 cm olmalıdır.

Önden müdahaleli tam kapalı sistemler, basınç boşaltma düzeni varsa duvara tam olarak dayandırılabilir.

2) Geçitlerin yüksekliği:

i) Kilitli elektrik işletme yerlerinde geçitler üzerindeki gerilim altındaki çıplak, korunmamış bölümlerin yerden yüksekliği en az Çizelge1'deki (H) kadar olmalıdır.

ii) Kilitli yapı tipi elektrik işletme yerlerinde herhangi bir koruma düzeni yoksa, topraklanmış izolatör taban demirinin üst kenarı yerden en az 2300 mm yükseklikte olmalıdır.

3) Kilitli elektrik işletme yerlerinin çıkışları ve kapıları:

i) Çıkış ve kapılar, tesis içerisinde bulunan ve tehlikeli durumlarda dışarıya çıkışı sağlayan yolun uzunluğu 20 m'den fazla olmayacak biçimde düzenlenmeli ve koridorların her iki yanına da çıkış kapısı yapılmalıdır.

Sabit merdiven ve kayma düzenleri kullanılabilir. Gerilimleri 60 kV ya da daha büyük olan yapı içindeki tesislerde, tehlikeli durumlarda dışarıya çıkmayı sağlayan ve uzunluğu 40 m'yi aşmayan çıkış yolları kullanılabilir.

ii) Kapı kilitleri, görevli olmayan kimselerin girmesini önleyebilecek fakat tesisin içerisinde bulunanların buradan ayrılmasına engel olmayacak biçimde yapılmalıdır.

Bu koşul, yapı giriş kapıları ve tehlikeli durumlarda dışarıya çıkışı sağlayan kapılar dışardan ancak güvenli anahtar (yuvalı değil) yardımı ile açılabilirse yerine gelmiş sayılır.

Bu kapılar dışardan kilitlenmiş olsalar bile, içerden anahtar kullanılmadan bir mandal ya da benzer bir basit düzen ile kolayca açılabilmelidir.

iii) Kapı önündeki alan genel trafiğe açıksa, kapılar ateşe dayanıklı ya da yanmayan gereçlerden yapılmış olmalıdır.

iv) Kapıların serbest yüksekliği en az 200 cm ve serbest genişliği en az 70 cm olmalıdır.

iv) Havalandırma delikleri, gerilim altındaki bölümlere dokunmayı ve yabancı cisimlerin içeriye girmesini önleyecek biçimde yapılmalıdır.

Çizelge2: Yapı içindeki tesislerde en küçük genişlikler (F)

Geçit ya da giriş yerlerinin kullanılma amacı	Geçit genişliği	
	Geçitin bir tarafında gerilim var. (mm)	Geçitin iki tarafında gerilim var. (mm)
Denetleme	F1= 1000	F2= 1200
El ile çalıştırma (manevra)	F3= 1200	F4= 1400

c) 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.

d) Dokunmaya ve rasgele dokunmaya karşı korunma:

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

2) Koruma düzenleri ile gerilim altındaki çıplak tesis bölümleri arasında Çizelge 1'deki (A), (B), ya da (C) güvenlik açıklıkları bırakılmalıdır.

2) Tesis bölümlerinde çalışma sırasında çalışan kişilerin tesis bölümlerinde çalışırken korunması için tesisler koruma düzenleri uygulanabilecek biçimde yapılmalıdır.

Yukarıda belirtilen koruma için yalıtkan levhalar kullanılması halinde bunlar yanlış işlemlerde (çarpma gibi) durumları tehlikeli olarak değişmeyecek biçimde tespit edilmelidir. Levhalar gerilim altındaki parçalara doğrudan doğruya temas etmemelidir.

3) Arıza etkilerine karşı korunma:

Üzerine bağlama aygıtları takılan çerçeveler ve bağlama dolapları yanıcı gereçlerden yapılmamalıdır. Ara bölmeler ve örtüler de güç tutuşabilen ve nem emmeyen (almayan) gereçlerden yapılmalıdır.

Yalıtılmış bara uygulamalarında yalıtkanlar burada belirtilen hususlara uygun olmalıdır.

a) 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.

b) Aydınlatma ve havalandırma:

Tesislerin aydınlık şiddeti en az 250 lux olmalı, nemi giderilmeli ve damlamalar önlenmelidir. Aydınlatma ve havalandırma tesislerinin iletkenleri, olabildiğince arktan tehlike görmeyecek biçimde yerleştirilmelidir. Ayrıca acil durum aydınlatması yapılmalıdır.

Üzerinde çalışılması ya da bakım yapılması zorunlu olan tesis bölümleri (lamba armatürleri gibi) tekniğe uygun olarak ve dikkat edildiğinde çalışanlar için yüksek gerilimli tesis bölümlerine hiç bir dokunma tehlikesi bulunmayacak biçimde kurulmalıdır.

c) İşaretler ve uyarma levhaları:

Bara sistemleri, hücreler, çıkışlar ve öteki önemli tesis bölümleri yeter sayıda açık ve kolay okunulabilecek biçimde işaretlenmelidir. Hücre sistemlerindeki işaretler, hücre kapılarının açık ve kapalı oluşuna göre kolayca görülecek ve karıştırılmayacak bir biçimde takılmalıdır.

Çıplak iletkenler uygun biçimde işaretlenmelidir. İletkenlerin tanıtıcı renkleri TS 6429 da öngörüldüğü gibi olmalıdır. Baraların tamamen boyalı olmasına gerek yoktur. Bu Yönetmelikte istenilen uyarma levhaları, uyarma yazıları, etiketler vb. tesislere kolayca okunulabilecek biçimde yerleştirilmelidir.

Yalıtkan çubuk (istanka) ve kısıkaçlar, gerilim denetleme aletleri, topraklama ve kısa devre etme düzenleri kolayca girilebilen kuru bir yerde saklanmalıdır.

h) Manevralar sırasında ters beslemeyi önlemek ve güvenliği sağlamak bakımından manevra sırasına göre kilidi çözülen kilitleme düzenlerinin (Loop interlock) kullanılması tavsiye edilir.

- i)** Yönetmelik değişikliğinin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren iki yıllık geçiş süresini müteakip en fazla işletme gerilimi 36kV'a kadar (36kV dahil) olan, yeni yapılacak yüksek gerilim tesislerinde, ilgili standarda uygun bu standartta öngörülen tüm tip deneyleri yapılmış, metal muhafazalı tip hücreler/anahtarlama ve kumanda tesisleri kullanılacaktır.

Açık hava tesislerinin yapılması

Madde 36-a) Havadaki en küçük açıklıklar:

1) Açık havadaki tesislerde kullanılacak en küçük açıklıklar Çizelge 3'te gösterilmiştir.

2) Asenkron çalışabilen ve yalıtım gerilimleri aynı olan tesis bölümleri arasındaki açıklıklar en az Çizelge 3'teki (a_0) değerlerinin 1,2 katı olmalıdır.

Çizelge 3'te kullanılan harflerin anlamları:

U_n : Anma gerilimi (fazlar arası),

U_m : İzin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (fazlar arası),

a_0 : Gerilim altındaki parçalarla topraklanmış bölümler arasındaki en küçük açıklık ($a_0 = 7,5 \cdot U_m + 50$ mm, fakat en az 100 mm)

a : Gerilim altındaki parçalar arasındaki (fazlar arası) en küçük açıklık ($a = 1,2 a_0$ mm, fakat en az 100 mm),

H1: Gerilim altındaki bölümlerin zeminden en küçük yüksekliği ($H1 = a_0 + 2400$ mm, fakat en az 2500 mm),

H2: Arazi, cadde vb. yerlerde gerilim altındaki bölümlerin zeminden en küçük yüksekliği (H2'ye ilişkin değerler Çizelge 8'den alınacaktır.),

A: Dış tel çitlerle aygıtlar arasındaki en küçük güvenlik açıklığı ($A = a_0 + 1800$ mm). Bu açıklık içerisinde 6 m'den daha az yüksekliğe gerilimli bölümler konamaz.

B, C: Doğrudan doğruya zemine konulan yüksek aygıtlarla çevrelerindeki koruma düzenleri (engeller) arasındaki en küçük açıklık (Şekil-4).

En az 1800 mm yüksekliğinde koruma düzenleri kullanılırsa $B = a_0 + 100$ mm, fakat en az 600 mm olmalıdır. En az 1000 mm Yüksekliğinde koruma düzenleri kullanılırsa $C = a_0 + 1250$ mm olmalıdır.

Çizelge3.1: Açık hava anahtarlama tesislerinde kullanılacak en küçük güvenlik açıklıkları

U_n (kV)	U_m (kV)	a_0 (mm)	a (mm)	H_1 (mm)	H_2 (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)
3	3.6	100	100	2500		1900	600	1350
6	7.2	105	130	2500		1910	600	1360
10	12	140	170	2550		1940	600	1390
15	17.5	180	220	2580		1980	600	1430
30	36	320	390	2720		2120	600	1570
60	72.5	600	720	3000		2401	700	1850
154	170	1330	1600	3730		3130	1430	2580
220	250	1930	2320	4330		3730	2030	3180
380	420	3200	3840	5600		5000	3300	4450

3) Yalıtım gerilimleri farklı tesis bölümleri arasındaki açıklıklar, Çizelge 3'teki en büyük yalıtım gerilimlerine ilişkin (a_0) değerlerinin en az 1,2 katı olmalıdır.

4) Aygıtların ya da izolatörlerin bağlantı noktalarının toprağa olan uzaklıkları, Çizelge3' teki (a_0) açıklıklarından küçük olursa aşağıdaki gibi davranılmalıdır:

Deney gerilimine göre boyutlandırılmış olan aygıtlar ve izolatörler, denenmiş bağlantı yerlerine bunlara ilişkin montaj talimatnamesine göre bağlanmalıdır. Tesis gerilimsiz duruma getirilmeden (B) ve (C) açıklıkları ile belirlenen alanlara girilemez.

b) Tesisler içindeki geçitler ve geçit yolları:

1) Geçit ve benzeri yerlerin genişliği:

Geçit ve geçit yollarının genişliği rahat çalışmak ve gereçleri taşımak için yeterli olmalıdır. Geçit genişlikleri Çizelge 4'te verilen değerlerden küçük olmamalı ve kumanda düzenleri, kumanda dolapları gibi çıkıntı yapan parçalar geçitleri daraltmamalıdır.

Büyük tesisler için büyük geçitler salık verilir.

2) Geçitlerin yüksekliği:

Koruma düzenleri çit ve diğerleri için Çizelge 3'te verilen yükseklikler, tesislerin bulunduğu yerdeki olağan kar yükseklikleri, bunların koruma değerini önemli biçimde azaltmazsa, geçerlidir.

Çizelge 3.2: Açık hava tesislerinde en küçük geçit genişlikleri (F)

Geçit ya da giriş yerlerinin kullanılma amacı	Geçit genişliği	
	Geçitin bir tarafında gerilim var. (mm)	Geçitin iki tarafında gerilim var. (mm)
Denetleme	F1= 1000	F2= 1200
El ile çalıştırma (manevra)	F3= 1200	F4= 1400

i) Yürünülen yüzeyler üzerinde korunmamış, çıplak ve gerilim altında bulunan bölümlerin yerden yüksekliği, çevreleri çitle çevrilmemişse en az Çizelge3'teki (H1) kadar olmalıdır (Şekil-3).

ii) Tesisteki aygıtların taşınabilmesi için gerilim altındaki bölümlerle aygıtın en yüksek noktası arasında en az Çizelge 3'teki (a0) açıklığı bırakılmalı, fakat bu açıklık 500 mm'den küçük olmamalıdır.

iii) Çevresi bir koruma düzeni ile çevrilmemiş bir aygıtın topraklanmış bir izolatör taban demirinin üst kenarı, bütün gerilimlerde yerden enaz 2300 mm yükseklikte bulunmalıdır.

c) Dokunmaya ya da rasgele dokunmaya karşı korunma:

1) Açık hava tesisleri görevli olmayan kimselerin giremeyeceği biçimde kilitli olarak yapılmalıdır.

2) Çitle çevrilmiş tesisler içerisindeki koruma düzenleri: Dolu duvarlar ve tel kafes düzenler en az 1800 mm yükseklikte olmalıdır.

3) Tesisler içerisindeki koruma alanı (Şekil 4): Tesisteki aygıtların çevresindeki koruma düzeni (örgülü tel, parmaklık vb.) ile aygıtlar arasında Çizelge3'teki (B) ve (C) güvenlik açıklıkları bırakılmalıdır.

4) Açık hava tesislerinin dış çiti ve koruma alanı

i) Açık hava tesislerinin çevresi, üzerinde yüksek gerilim tesislerine karşı uyarma levhası bulunan ve yüksekliği en az 1800 mm olan bir çitle çevrilmelidir.

ii) Açık hava tesislerinin giriş kapılarına dilli anahtar ya da güvenli anahtarlar ile açılan kilitler ve uyarma levhaları takılmalıdır.

- iii) Açık hava tesislerinde dış çitin içerisinde Çizelge3'e göre güvenlik açıklıkları olan bir koruma alanı bırakılmalıdır. (Şekil 5, 6, 7'deki taranmış alanlar)

Doğrudan doğruya zemine konulan aygıtların dış çite olan uzaklığı Çizelge3'teki (C) değerinden küçük olamaz. Fakat tesis gerilimsiz duruma getirilmeden taranmış alana girilemez.

- iv) Dış çit ile yanındaki aygıt arasında bir geçit bulunursa, aygıt ile dış çit arasında (B1 + F) ya da (C2 + F) açıklığı bırakılmalıdır.

5) Her yanı kapalı tesis ve işletme araçları için çit yapılması gerekmez.

d) Kısa devre etme ve topraklama:

Çıkış hatlarını topraklayan topraklama donatımı, hücre içindeki başka aygıtları topraklamıyorsa, topraklama ve kısa devre etme düzenlerinin bağlamaya ya da aygıtlar üzerinde sabit bağlantı yapmaya uygun çıplak bölümler bırakılmalıdır.

e) Mesnetler, iletken donanımları, izolatörler:

Mesnet ve portalların dayanım hesabı ile açık hava bağlama tesislerinde germe için kullanılan çekmeye zorlanan iletken donanımlarının, izolatörler ve izolatör bağlantı parçalarının boyutlandırılması hava hatları için uygulanan ilkelere göre yapılır.

d) Aydınlatma:

Tesislerin aydınlık seviyesi en az 60 lux olmalıdır. Aydınlatma tesislerinin iletkenleri, olabildiğince arktan tehlike görmeyecek biçimde döşenmelidir.

Üzerinde çalışılması ya da bakım yapılması zorunlu tesis bölümleri (lamba armatürleri vb.) tekniğe uygun olarak ve çalışanlar için yüksek gerilimli tesis bölümlerine hiç bir dokunma tehlikesi bulunmayacak biçimde kurulmalıdır.

g) İşaretler, uyarma levhaları:

Bara sistemleri, çıkışlar, transformatörler ve öteki önemli tesis bölümleri kolayca okunabilecek şekilde TS 6429'da belirtilen biçimde işaretlenmelidir.

Bu Yönetmelikte gerekli görülen uyarma levhaları, uyarma yazıları, etiketler vb. tesislerde kolayca okunabilecek biçimde yerleştirilmelidir.

Transformatör merkezleri

Madde 37-a) Dağıtım transformatörlerinin havalandırılması:

- 1) Transformatörlerin havalandırılması için gerekli önlemler alınmalıdır. Dağıtım transformatörlerinin havalandırılması için özel koşullar dışında (kompakt transformatör merkezleri vb.) örnek bir şekil aşağıda verilmiştir.

Bu çözümün uygulanamayacağı yerlerde (özel koşullarda) cebri veya özel doğal havalandırma yapılmalıdır.

Hava girişi kurangalez (havalandırmanın yağ çukuru vasıtasıyla alttan yapılması) ile de sağlanabilir.

- 2) Doğal havalandırma için gerekli panjur boyutlarına örnek bir hesap şekli aşağıda verilmiştir.

H: Transformatör tankı yatay eksenini ile hava çıkış panjuru yatay eksenini arasındaki yükseklik farkı (m)

P: Transformatörün toplam kaybı (kW)

AL: Hava giriş çıkış panjurları alanı (m²) olmak üzere:

$AL = 0,188P/\sqrt{h}$ şeklinde hesaplanır. Ancak çıkış panjuru alanının hesaplanan (AL) değerinden %10 büyük olması tavsiye edilir.

3) Cebri havalandırma yapılan yerlerde termostat kontrolü gereklidir. Transformatör odası ortam sıcaklığı 40 °C 'yi geçmemelidir.

4) Panjur tel kafesleri, yabancı madde ve canlıların girmesini engellemek için en fazla 0,5x0,5 cm'lik gözlerden oluşmalıdır.

b) Transformatör yağ çukurları:

Yağ hacmi 1500 l.'ye kadar olan yağlı transformatörler için, transformatörün bulunduğu bölümde bu yağın tümünü alabilecek büyüklükte bir yağ toplama haznesi yapılabilir ya da uygun yükseklikte eşiği bulunan ve yağ geçirmeyen zemin bu amaçla kullanılabilir. Yağ hacmi 1500 l.'den fazla olan yağlı transformatörler için transformatör bölmesinin altına (Örnek şekildeki gibi) veya dışına sızdırmaz betonarme olmak koşuluyla yağ çukuru yapılacaktır. Bu çukurun galvanizli çelik ızgarasının altındaki yağ toplanan bölümünün hacmi en az transformatör yağ hacmi kadar olmalı ve yağ ızgarasının üzerinde en az 5 cm kalınlıkta çakıl bulunmalıdır.

Yapının içindeki veya dışındaki yağ çukurlarının kanalizasyon şebekesine, toprağa, akarsu, göl ve denize bağlanması kesinlikle yasaktır.

c) Transformatör odaları:

1) Transformatörler duvarlarla en az 60 cm mesafe olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Eğer transformatörün tüm boyu boyunca iki taraflı açılan kapı (kapaklar) var ise bu mesafe (hava sirkülasyonu sağlaması için) 30 cm'ye indirilebilir. 36kV'a kadar transformatörlerin en üst noktası ile tavan arasında en az 60 cm mesafe bulunmalıdır.

Kompakt trafo merkezleri için bu bent (c.1) geçerli değildir. İlgili standartlar ve özel şartnamelerde belirtilen koşullara göre düzenlenir.

2) Transformatör odalarında döşemede kademe bulunması yasaktır. Odanın iç yüzeyleri toz yapmayacak bir malzeme ile kaplanmalıdır. Tavanlara kesinlikle boya yapılmayacaktır.

d) Transformatörlerin elektriksel bağlantıları tesadüfen temas edilmeyecek şekilde yapılacaktır.

e) Yapı içinde kullanılan transformatörlerin yüksek gerilim geçit izolatörlerinin elektriksel bağlantılarının yalıtımı, uygulama gerilimine uygun bir malzeme veya geçmeli tip ile sağlanmalıdır.

f) Transformatörler yeraltına, bodrumlara ve yüksek katlı yapıların üst katlarında da tesis edilebilir. Yeraltı ve bodrumlardaki transformatörlerde, rutubet, havalandırma ve su baskınına karşı önlemler alınmalıdır.

Transformatörlerin yerine konulması ve gereğinde değiştirilmesi durumlarında ağırlığı ve en büyük boyutları göz önünde bulundurulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

g) İnsanların yoğun bulunduğu paniğin yaşanabileceği tüm yapılar, bodrumlar, yüksek katlı binalar, hastaneler, tiyatrolar, alış-veriş merkezleri, okullar gibi yapılar bağımsız olarak yüksek gerilimle enerjilendirildiğinde ana bina içindeki transformatörler güvenlik açısından kuru tip olmalıdır.

h) Yönetmelik değişikliğinin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren iki yıllık geçiş süresini müteakip, primer gerilimi 36 kV'a kadar transformatörlerin (transformatörle ayrılmaz bir bütün oluşturan donanımları dahil) en büyük dıştan dışa (dış) boyutları; A (cm) transformatörün boyu, B (cm) transformatörün eni, C (cm) transformatörün yüksekliği olmak üzere; gücü

630 kVA'ya kadar olan transformatörler için A = 170 cm, B = 135 cm, C = 195 cm; gücü 1600 kVA'ya kadar olan transformatörler için A = 210 cm, B = 185 cm, C = 245 cm; gücü 2500 kVA'ya kadar olan transformatörler için A = 230 cm, B = 215 cm, C = 265 cm'yi aşamaz.

e) Deprem yükleri:

Transformatör merkezlerinin yapımında yatay deprem yükleri göz önüne alınacaktır. Deprem bölgelerinde oluşacak deprem yükleri $F = C.W$ formülü ile hesaplanacaktır. Burada:

F: Her elemanın ağırlık merkezine etki eden kuvveti (kg-kuvvet),

W: Çelik aksam veya elektrik teçhizatının kütlesi (kg-kütle),

C: 0,5 g'dir. ($g = 9,81 \text{ m/sn}^2$ olarak yerçekimi ivmesidir)

Transformatör merkezlerindeki çelik aksam ile elektrik teçhizatı yukarıda verilen formül ile hesaplanacak kuvvetlere dayanmalıdır. Özellikle izolatörler ve bağlantı noktalarının davranışı tahkik edilmelidir.

Dağıtım transformatörlerinin bağlama (şalt) düzeni

Madde 38- Her dağıtım transformatörünün alçak gerilim çıkışına termik manyetik açıcılı ana kesici konulmalıdır. Ancak sekonder kısma konulacak aşırı akım rölesinin primer taraftaki yük ayırıcısını, bir kısa devre halinde sigortanın kesme süresinden daha geç uyarması koşulu ile (primer kısma sekonder korumalı kesici konulması halinde koşulsuz) elektrik üretim-iletim- dağıtım hizmetlerini yürüten şirketler alçak gerilim kısmına ana kesici koymayabilir.

Alçak gerilim besleme hatları çıkışlarına mutlaka koruyucu düzenler ve en azından yük altında açma kapama yapabilen düzenler konulmalıdır.

Güç transformatörlerinin üst ve alt gerilim tarafındaki şebekelerden elektriksel olarak ayrılması

Madde 39- Her güç transformatörü, primer ve sekonder taraflarına sekonder korumalı kesici ile teçhiz edilecektir. Bu kesicinin gerilimden ayrılması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Sekonder taraftaki kesicilerin kesme gücü ve mekanik dayanımı transformatörün bağlandığı alt gerilim barası kısa devre gücüne göre boyutlandırılmalıdır. Röleli kesicilerin röleleri ve koruma devreleri, transformatörün arıza ve aşırı yük akımlarına uygun olarak seçilmiş olmalıdır.

Transformatör merkezlerinde baraya giren tüm hat fiderleri topraklanabilmelidir. Açık ve kapalı çalışan ring sistemlerde, bu topraklama düzeni bağımsız çalışan topraklama ayırıcıları olmalıdır. Bu topraklama ayırıcıları hat gerilimli iken toprak temasını önleyecek elektriksel ve/ veya mekanik kilitleme düzenlerini ihtiva etmelidir. Bu düzenler sağlanamadığı takdirde hattın gerilimsiz olduğunun anlaşılması sağlanarak topraklama ayırıcısı kapatılmalıdır.

Kesicilerle kendi ayırıcıları arasında kilitlenme düzenleri bulunmalı, bu durumda kesiciler kapalı konumda iken ayırıcılar açılıp, kapatılamamalıdır. Bu kilitlenme düzenleri mekanik, elektriksel ya da mekanik - elektriksel tipte olabilir.

Primer ve sekonderde bulunan kesici, ayırıcı, akım transformatörü bara kısa devre akımına göre seçilmelidir. Sekonder tarafta kullanılan aynı cihazlar transformatörün

bağlandığı alt gerilim barası kısa devre akımı göz önüne alınarak seçilmelidir. Her iki halde de kesme akımının dinamik zorlamalarına karşı dayanabilmelidir.

Güç transformatörü, yükseltici-indirici merkezler arası enerji iletiminde kullanılan YG/YG transformatörüdür.

Aşırı yüke ve kısa devre akımlarına karşı koruma

Madde 40-a) Anma gücü 400 kVA'ya kadar (400 kVA dahil) olan dağıtım transformatörlerinin giriş tarafına sigortalı ayırıcı tesis edilerek transformatör korunmalıdır. Mümkün olabilen hallerde primerdeki sigortalı yük ayırıcısı ile sekonderdeki ana şalter arasında kilitleme düzeni sağlanmalıdır.

Anma gücü 400 kVA'dan büyük dağıtım transformatörlerinin besleme tarafında röleli bir kesici kullanılarak transformatör kısa devre ve aşırı yüke karşı bütün kutuplarında korunabileceği gibi, anma gücü 1600 kVA'ya kadar (1600 Kva dahil) olan dağıtım trafolarında kısa devre kesme gücü uygun sigortalar ile donatılmış sigortalı yük ayırıcısı bileşik cihazları da kullanılabilir.

Kısa devre akımlarına karşı korunma bulunmayan sadece yük akımının açılıp kapatıldığı yerlerde, uygun anma akımı ve kısa süreli dayanma akımı özelliklerinde yük ayırıcıları kullanılabilir.

b) 36 kV kademesine kadar trafo merkezlerinde, gerilim transformatörleri baraya sigortalı ayırıcı üzerinden bağlanmalıdır.

Ölçü transformatörlerinin sınıfları, enerji ölçüm için akım transformatörlerinde 0,5, gerilim transformatörlerinde 1, koruma için her ikisinde en az 3 sınıfı olacaktır. Enerji ölçümü dışındaki ölçü aletleri için ölçü transformatörleri 1 sınıfı olmalıdır. Bu konuda ilgili elektrik şirketlerinin kurallarına da uyulmalıdır.

24 kV'un üstündeki gerilimlerde, 36 kV'luk sistemlerde gerilim ölçü transformatörlerinde bağlantı faz-toprak arası olacaktır.

c) Bir transformatör merkezinden çıkan alçak ve yüksek gerilim hatları aşırı akıma karşı ayrı ayrı korunmalıdır.

Deney yerleri ve laboratuvarlara ilişkin hükümler

Madde 41- Deney yerleri ve laboratuvarlar, öteki bölümlerden tesis olarak ayrılmalı ve bu bölümlere yalnızca özel izni olan kimseler girebilmelidir.

Yazılı levhalarla ve başka özel yöntemlerle görevlilerin korunması sağlanmalıdır.

Montaj ve yapım yerlerinde elektrik makinaları deneyleri, ancak deneyler süresince geçici olarak kullanılan tüm koruyucu düzenler yeterli olursa ve dikkatsizlikle bu yerlere yaklaşılması önlenmek kaydıyla yapılabilir.

3.6. Topraklamalar Yönetmenliği

a) İlgili Yönetmelik Maddeleri

Topraklamalar bu talimata göre 3'e ayrılmıştır:

Koruma topraklamaları

İşletme topraklamaları

Hususi topraklamalar

Madde.15- Koruma topraklaması, normal olarak gerilim altında bulunmayan kısımlar arasında tehlikeli olmayan tesisat kısımlarına geçecek herhangi bir kaçak akımı sebebi ile bu kısımlarla, nakil olan el ve ayakla dokunulabilir yakınlıkta bulunan ve normal işletmede gerilim altında bulunmayan kısımlar arasında tehlikeli bir gerilim husule gelmesine mani olmak için tesis edilir. (65 volttan yukarı gerilimler tehlikeli gerilim addolunur.)

Koruma topraklamasına şu kısımlar bağlanır.

Makine, transformatör ve aletlerin gövdeleri, aletlerin şasileri, binaların ulaşılabilir ve nakil olarak yüksek gerilim altında olup yalnız iş yapmak için devre kesilmiş bulunan tesisat kısımları, yüksek ve alçak gerilimli kabloların kurşun kılıf ve çelik zırhları, ölçü transformatörlerinin sekonder sargıları mevzu bahis kuvvetli akım tesisatına ait işletme ve koruma topraklama sistemlerinin tesis sahasına dahilinde bulunan zayıf akım ve alçak gerilim tesisat devrelerinin birer noktası yüksek gerilim hava hatlarının koruma telleri.

Kuvvetli akım tesisatının bulunduğu mahallere koruyucu translatör vasıtası ile giren PTT tesisatının fabrika tarafından kısmi koruma topraklamasına bağlanacaktır.

Eğer translatör yoksa zayıf akım tesisatı koruma toprağına raptedilmiş kısımlardan 4000 voltluk koruma bir tecrübe gerilimine göre izole edilmiş olacaktır.

Not : Tesisatın dahilinde, kurşun kılıfları, kablo başlıklarını ve irtibat kutularını iki sebepten topraklamalıdır. Biri normal bir işletmede tehlikeli bir gerilim farkını göstermemelerini temin etmek, diğeri arıza halinde topraklama ile tam bir bağlantı sağlamaktadır. Kablonun demir kılıfı topraklama naklinin bir kısmı olarak itibar edilemez. Zira elektriki mukavemeti çok fazladır. İmar tarzı dolayısıyla kesiksiz bir nakil olarak kabul edilemez.

Madde.16- Koruma topraklaması hatları: Koruma topraklamasının irtibat nakilleri çıplak tel olacak ve izolatörler üzerine edilmeyecekleridir. Koruma topraklamasının bağlanması gerekir, muhtelif gerilim sistemlerine ait kısımlar müşterek bir toprak hattı vasıtasıyla bağlanabilir.

Madde.17-İşletme topraklaması: İşletme topraklaması normal olarak gerilim altında bulunan tesisat kısımlarına muvakkaten topraklamaya veya akım devrelerinin bazı noktalarını, aşırı gerilimleri önlemek veya zararsız hale sokmak için daimi olarak topraklamaya yarayan topraklamaya denir.

İşletme topraklamasına aşağıdaki tesisat kısımları bağlanır;

Aşırı gerilim giderici sistemin nötr noktası veya kutularından biri (eğer işletme bakımından böyle bir topraklamaya ihtiyaç varsa) koruma teli ile taciz edilmiş havai hatların topraklama ayırıcıları madde 18 ve 28 'deki haller müstesnadır.

Madde.18- İşletme topraklaması hatları işletme topraklamaları topraklanan tesisat kısımlarının normal çalışmalarının temin edecek şekilde tertiplenmelidir. Bu itibarla işletme topraklamasına bağlanacak her tesisat kısmı için 21. Maddede zikredilen ebatta bir toprak nakli derpiş edilecektir. Bunun istisnaları 4. Maddede zikredilmiştir.

Jeneratörlerin ve güç transformatörlerinin yüksek gerilim sargılarının nötr noktaları ve kutuplarının işletme rejiminde direk topraklaması 21. Maddeye uygun bir toprak nakli ile yapılır. Bunun kesiti kendisine paralel bağlı maden kısımlarının mevcudiyeti nazarı itibari alınmadan 21. Maddeye göre tayin edilmektedir.

Aşırı gerilim direncinin toprak nakilleri, bunların hemen civarında en kısa yoldan koruma topraklamasına bağlanmalıdır. Eğer topraklama noktasına doğru madde 21 deki şartlara uygun en az iki yol mevcutsa aşırı gerilim gidericileri, gerilim transformatörlerin kutupları ve toprak teliyle mücehhez havai hatların topraklama ayırıcıları için başka toprak hattı çekmekten vazgeçilebilir.

Yüksek gerilim tesisatın haricinde bulunan şebeke kısımlarına bağlanmış alçak gerilimli işletme topraklamaları hususi topraklama olması dolayısıyla, yüksek gerilimli tesisatın işletme ve koruma topraklamalarından ayrılmış olmalıdır.

Madde.19- Koruma topraklaması ve işletme topraklamalarından bir potansiyel farkı mevzu bahis olduğu taktirde (bina ve açık hava istasyonları gibi yüksek gerilimli tesisatın bulunduğu mahaller gayri mütenaciz bir kül teşkil ettiği hallerde) bu potansiyel farkının meskür tesisatın dışındaki kısımlara sirayet etmesini önlemek için hususi topraklama kullanılması gerekir.

Her bir hususi topraklamaya şu kısımlar bağlanacaktır.

a) Dahili veya açık hava tipi bir yüksek gerilim tesisatına ait bir koruma ve işletme topraklamalarının tesir sahası haricinde de bulunan zayıf akım ve alçak gerilim gidericileri ve bundan başka bir devrelere bağlanan ve bunlara karşı en az 4000 volt muayene gerilimine göre izole edilmemiş cihazların muhafazaları,

b) Koruma teli bulunmayan havai hatlar tamirat dolayısıyla devre harici edildiği müddetçe (elektrikli telleri müstesnadır)

- c) PTT idaresinin zayıf akım hatlarının aşırı gerilim gidericileri.

Madde.20-Hususi topraklamaların hatları:

Hususi topraklamalara ait irtibat hatlarının diğer bütün toprak hatlarından tamamıyla tefrik edilmesi lazımdır. Yüksek gerilimli tesisatta bunların ve kendilerine bağlanmış bulunan tesisat kısımların koruma ve işletme topraklamalarına bağlanmış bulunan tüm tesisat kısımlarına göre izole etmelidir.

Madde.21-Topraklama hatlarının yapılışı:

Topraklama irtibat nakilleri üzerine ne sigorta nede ayırıcı konulamaz. Bu nakiller muhtemel toprak akımlarına tahammül edecek şekilde ebatlandırılmalıdır.

Elektrodu topraklama noktasına veya tesisata bağlayan nakiller mümkün oldukça elektrodun madenin cinsinden olmalıdır. Bakırdan iseler kesitleri en az 16 mm olmalıdır. Eğer bakırdan başka bir maddeden iseler kesitleri hiç olmazsa aynı nakliyeti verecek ebatta hesaplanmalıdır. Gizli veya ulaşılmaz yerde bulunan nakiller en az 50 mm bir kesite sahip olmalıdır.

Topraklama noktasıyla topraklanacak tesisatın muhtelif kısımları arasında, nakiller ya bakırdan ya da hiç olmazsa bakır kadar ömrü olan bir maddeden imal edilmiş bulunmalıdır. Eğer bakır kullanılıyorsa nakilin kesiti 16 mm olacaktır. Eğer başka bir maden kullanılıyorsa kesit bakır nakille elde edilecek nakliyatın aynını verecek ebatta olmalıdır.

Topraklama nakilleri icap eden kontrolleri yapabilmek için bağlanmış oldukları tesisat kısımlarında gerektiği zaman kolaylıkla ayrılabilir durumda olmalıdır. Bilimum irtibatların mekanik bakımdan ömürleri uzun ve nakliyatları iyi olmalıdır. Topraklanacak kısımları, topraklama noktasından zaptedilen topraklama barasına bağlanmalıdır.

Topraklama nakilleri ve irtibatları kolayca tanınabilecek şekilde olmalıdır. Toprağa gömülü olmayan kısımlarda bu nakillerin kontrolünü sağlamak için bütün uzunlukları boyunca ulaşılabilir olmaları ve binaların yanabilen kısımlarından ayrılmış olacakları bir korozyon ile mekanik tahribata karşı korunmuş bulunmalıdır.

İmkân nispetinde işletme topraklamasına ait nakilleri keskin dirsekler yapmaması temin edilmelidir.

Madde.22- Topraklanacak kısımları ihtiva eden bina veya açık hava tipi tesisattan itibaren toprak elektrotlarına kadar 24. Maddenin lüzumlu kıyıldığı en az her yarım metre kare için elektrot çubuk bağlama hattı çekilmiş olacaktır.

Binaların hemen girişlerinde veyahut açık hava tesisatına bağlandıkları noktalarında bu hatlar sökülmesi kolay bir bağlantı ile taciz edilerek kontrol imkânı sağlanmış olacaktır. Bu

talimatta binaya giriş veya açık hava tesisatına bağlanmış “topraklama noktası” tedbir edilmiştir.

Koruma topraklamalarının bütün topraklama noktaları ile işletme topraklamalarının arasındaki irtibatı emin, uzun ömürlü ve büyük nakliyetli olmalıdır. Buna mukabil hususi topraklamaların topraklama noktaları gerek birbirinden gerekse koruma ve işletme topraklamalarının topraklama noktalarından ayrı olacaktır.

Madde.23- Topraklama elektrotları: Topraklama için tercihen suni elektrot kullanılacaktır. Bundan dolayı binalar içinde veya açık hava istasyonlarında bulunan taşlı elektrotlarda daimi olarak zeminle iyi temas imkanı sağlayanlar suni elektrotlarla birlikte koruma ve işletme topraklaması olarak kullanılabilirler. Eğer suni elektrotların yapılması fevkalade müşkül olup toprak direnci 20 ohm dan az olan bir tabii elektrot temin etme imkanı bulunursa suni elektrot kullanmaktan kaçınılır.

Yüksek gerilimli tesisatın koruma ve işletme topraklamalarının tesis sahası haricinde kalan alçak gerilimli tesisat kısımları için toprak direnci 20 ohm dan az olmak şartı ile iyi tabii elektrotlar iktifa olunabilir.

Madde.24- Elektrotların asgari yüzeyleri : Koruma ve işletme topraklamaları için tesis edilen elektrotların macnuu müessir yüzeyleri en az mevcut yüksek gerilimli sistemlerin adedi kadar metre kare olmalıdır. Eğer aynı zamanda alçak gerilimli sistemlerde macnuu müessir yüzeyi en az bir metre kare artırılacaktır.

Gerek zayıf akım ve alçak gerilim tesisat devrelerinin hususi topraklama için ve gerekse koruma teli bulunmayan, devreden çıkarılmış yüksek gerilim havai hatların topraklanması için her vaziyette müessir yüzey en az 0,5 metre olan ayrı bir elektrot tesis edilecektir. Eğer umumi telefon şebekesi ile bir bağlantı mevcut ise bu bağlantıya ait aşırı gerilim gidericilerinin hususi topraklaması için müessir yüzey en az 0,5 metre olan ilave bir elektrot tesis edilecektir. Eğer umumi telefon şebekesi ile bir bağlantı mevcut ise bu bağlantıya ait aşırı gerilim gidericilerinin hususi topraklaması için müessir yüzey en az 0,5 m olan ilave bir elektrot tesis edilecektir. Her hususi topraklamanın elektrotu ve toprak hatları birbirlerinden ve umumi koruma ve işletme topraklamasından tamamı ile ayrı olacaktır.

Madde.25- Elektrotların gerilim düşüklüğü ve topraklama direnci beher metre kare müessir yüzey başına 24. Maddeye göre tayin edilen topraklama direncinin değeri tek kutuplu topraklama akımı geçtiği zaman toprak ile topraklama elektrotuna giden hat arasında 50 volttan büyük gerilim düşümü hasil etmeyecek kadar küçük olmalıdır. Burada topraklama akımının 5 amperden daha az olmadığı farz edilecektir.

Madde.26-Elektrot levhalar, borular veya şeritlerle yapılır. Bunlar evsahafı bozulmayacak maddelerden veya bu işe elverişli madeni kitlerden yapılmış olmalıdır.

Bakır levhadan en az 2mm, demir saçlar ise en az 3mm kalınlığında olmalıdır.

Elektrotları teşkil edecek boruları iç çapı 50mm ve uzunlukları da en az 2m olacaktır. Bir elektrotu teşkil eden müstakil borular birbirlerinden az 2m mesafeye yerleştirilecektir.

Bir elektrotu teşkil eden eğer bakırdan iseler en az 90mm olacaktır. En az 3mm kalınlığında, eğer demirden iseler kesitler 150mm' den ve kalınlıkları 5mm 'den az olmaz.

Madde.27-Elektrotların yerleştirilmesi: Bütün elektrotlar, tek mil yüzeyleri akım geçmesine iştirak edecek şekilde gömüleceklerdir. Koruma ve işletme topraklamalarının elektrotları ile hususi topraklamaların elektrotları birbirinden tamamı ile ayrılmış ve diğerine mümkün olduğu kadar az tesir edecek şekilde yerleştirilmelidirler. Aynı artılar hususi topraklamaların kendi aralarındaki durumunda da geçerlidir. Elektrotlar mümkün mertebe dikine gömülmeli ve yüzeyleri iklime göre 80 ile 15cm derinde bulunmalıdır.

Madde.28-Alçak gerilim şebekelerinin topraklanması: Alçak gerilimli alternatif akım tesisatında sistemin nötr noktası 19.Maddeye göre yapılmış bir topraklamaya bağlanmak sureti ile doğrudan doğruya topraklanacaktır.

Bir sistemin nötr noktasından çıkan ve şebekede topraklama için kullanılmayan her nötr hattı toprağa nazaran gerilim altında bulunan bir nakil gibi müteala olunmalıdır.

Nötr vasıtası ile topraklanan alçak gerilimli hava hatlarından nötr naklinin kesiti faz nakli kesitinin en az yarısına eşit alınacaktır.

Nötr vasıtasıyla topraklanan alçak gerilim tesislerinde nötr hattına, enerji nakletmeyen bir cümle aletlerin çeşitli kısımları ile izoman hatası yükü ihtimaline göre hususi koruma tedbirleri alınması icap eden bütün hatların madeni kılıfları bağlanmalıdır.

Madde.29-Bakım kontrolleri: Her topraklama tesisatı kurulduğundan tabii tutulacaktır. Ulaşılabilir kısımlar ise bilahare vaziyete göre esaslı bir surette iki veya dört senede bir muayeneye tabii tutulacaktır. Bu muayenede toprak mukavemeti ölçülecek ve müşahade edilen bilumum arızalar der hal giderilecektir.

Elektrotların iyi muhafazasına elverişli olmayan zeminlerde bunlar ve irtibat hatları en az 10 senede bir açılırları kontrol edilecektir. Elde edilen bu kontrollerin ve buna göre yapılan tadilat muntazam bir surette kayıt ve muhafaza edilecektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
Bina Tipi Trafo Malzemelerin Tespiti Ø Okulun bahçesinde veya yakının bulunan bir bina trafo merkezini tespit ediniz. <ul style="list-style-type: none">• Binanın devre şemasını gerekli görevliden veya öğretmeninizden isteyiniz.• İçeri girerken izole halısının yere serili olduğunu gözlemleyiniz.• Bina içerisindeki aşağıda verilen elemanların özellikleri yanınıza kaydediniz.<ul style="list-style-type: none">○ Güç trafosu○ Bara düzeneğinde kullanılan iletken○ İzolatörler○ Koruma devresi○ Ayırıcılar○ Kesiciler○ Ölçü Panosu ve kullanılan elemanlar○ Topraklama düzeneği○ AG panoları ve kullanılan malzemeler○ Yangın söndürme malzemeleri.• Kesici ünitesine gidiniz. Ünitenin kapalı olduğunu gözlemleyiniz.• Ayırıcı ünitesine gidiniz. Ünitenin kapalı olduğunu gözlemleyiniz.• Ayırıcının kontaklarının açık ve kapalı olup olmadığını gözlemleyiniz.• Kesicinin ve ayırıcıların bara bağlantı düzeneğini	<ul style="list-style-type: none">Ø Montajdan önce gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.Ø YG ve AG gerilim buşinglerin bağlantılarına dikkat edilmelidir.Ø Yalıtım yağında bir azalma varsa tamamlanmalıdır.Ø Taşıma esnasında trafoya hasar verilmemesine dikkat edilecektir.Ø Trafo yerleşim alanı ve aralıklar kontrol aşamasında kişilerin rahat geçebilecekleri mesafe aralıkları bırakılır.Ø Boyası bozulmuş yerler ihmal edilmeden boyatılmalıdır.Ø Meger ile buşing sargıların bağlantı dirençleri ve sargı ile gövde dirençleri ölçülür.Ø Trafo alanı dar olduğu için gidiş gelişlere dikkat edilmelidir.Ø Alan içerisinde kesinlikle şakalaşmayınız.Ø Ayırıcı açılma ve kapama durumu gösterildiğinde ayırıcı yakınında bulunmayınız.Ø Geziyi öğretmen ve bina sorumlusu ile beraber yapınız.Ø Önceden bina tipi trafolar için merak ettiğiniz soruları yanınızda bulundurunuz.Ø Soru sorarken arkadaşlarınıza da söz

<p>gözlemleyiniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trafo ünitesine geçiniz. • Trafo işletme ve koruma topraklamasını görünüz. • Fider bağlantılarını görünüz. • Gerekli değerleri alınız (gerilim, akım, güç, güç katsayısı, kısa devre yüzdesi vb.). • Trafoya enerjinin giriş çıkış iletken bağlantılarını gözlemleyiniz. • Trafo binasını terk ediniz. 	<p>hakkı veriniz.</p>
<p>Trafo Montajı</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yağ dolu olarak taşınan trafonun dış görüntüsüne bakınız. • Herhangi bir hasar olup olmadığına, boya kalkmışsa bozuk olan yeri aynı renkte boyatınız. • Yağ kaçağının olup olmadığına bakınız. Yağ kaçağı söz konusu ise civataları sıkarak contalardan oluşabilecek kaçağı önleyiniz. • Yağ seviyesi kontrol ediniz. Yağ eksik ise yağı tamamlayınız. • Hava kurutucusu varsa, hava kurutucusu talimatında açıklanan yöntemle aktifleştiriniz. • Hava kurutucusunun yağ kabına, belirtilen seviyeye kadar yağ doldurunuz. • Transformatörler taşıma esnasında tekerlekleri çıkarılır. Bu yüzden tekrar tekerlekler takınız. • Vinç yardımıyla trafoyu hücresinin kapısından, belirlenen raya yerleştiriniz. • Bağlantılara geçmeden önce megger yardımıyla sargıların 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Trafo kaldıraçla taşınacağından vinç ve trafo bağlantısı iki defa gözden geçiriniz. Ø Taşıma esnasında trafonun yakınında birinin olmamasına dikkat ediniz. Ø Buşinglere dikkat ediniz. Ø Yerleştirme esnasında trafonun dengeli yerleştirilmesi için trafo zemini temizlenmelidir. Ø Vida bağlantılarında gevşeklik kalmamalıdır. Ø Uygun anahtar kullanınız. Ø Önlük giymeyi unutmayınız. Ø

<p>birbirine ve kazana göre yalıtımını kontrol ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yalıtımı uygun olan trafo için elektriksel bağlantılara geçebilirsiniz. • Bağlantılar için uygun anahtar ve takımı alınız. • YG gerilim iletkenleri YG buşingine bağlayınız. • AG baraları da AG buşing bağlantılı pabuçlara bağlayınız. • Bu bağlantılar yapılırken vidaların gevşek olmamasına dikkat ediniz. • Trafoyu koruma röleleri bağlantısı yapınız. • Topraklama iletkenini trafonun topraklama elemanına bağlayınız. • Trafoyu devreye alınız. • Değerlerden anormal bir durum olup olmadığı kontrol ediniz. • Değerlerde bir sorun yoksa malzemeleri toparlayınız. 	
<p>Enerji Giriş ve Çıkış Bağlantıları</p> <p>Ø Yeraltı İletim hattı ile bağlantı yapıldığında aşağıdaki işlem sırası uygulayınız.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeye uygun iletkenin binaya giriş yapılacak yer tespit ediniz. • Duvarda delik veya yeraltında kanal kazınız. • Daha önceden çekilmiş olan kabloyu yapı içine alırken, boru içine alınız, kablo ile boru arasındaki boşluk elastik silikon ya da benzeri bir madde ile doldurunuz. • Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda çelik borular kullanınız. • O.G. kablolarına dahil ve 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Temelleri sağlam şekilde tespit etmeden elektrik bağlantıları yapılmayacak. Ø Her işe başlamadan önce gerekli güvenlik tedbirlerini alınız. Ø Hava hattı izolatörleri bağlarken, hava aralıklarının mesafesi hava şartları dikkate alınarak ayarlanacaktır. Ø Kullanılan malzemeler dünya standartları ve TSE standartlarına uygun olmalıdır. Ø Vida bağlantıları gevşek kalmamalıdır. Ø Kablo ekleri mutlaka özel ek

<p>hariçte kablo başlığı takınız.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerekiyorsa ek bağlantısı yapınız. • Kanal üstü ve diğer kısımlar kapatılır. • Bina içerisine alınan iletken bina içerisindeki OG ve AG baralarına bağlayınız. <p>Hava Hattı ile Çekilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeye uygun iletkenin binaya giriş yerini tespit ediniz. • İletkenin giriş yapacağı duvar kısmını deliniz. • Gerilime uygun boşluk bırakarak izolatörlerin desteklerini takınız. • İzolatörleri desteklere monte ediniz. • Direktten gelen kabloyu izolatöre monte ediniz. • Ark boynuzlarını takınız. • Bağlantıları tekrar kontrol ediniz. • Bina içi bağlantısı için izolatör desteğini duvara monte ediniz. • İzolatöre iletken bağlantısını yapınız. • Baraları montaj ediniz. • Kırılan yerleri gerekli malzeme ile kapatınız.(çimento veya alçı). • Bağlantıları kontrol ediniz. • Malzemeleri toplayınız. 	<p>aksesuarları veya ek kutularında yapılmalıdır.</p> <p>Ø Ekler, mekanik bakımdan güvenilir, içine su ve nem sızmasını önlemeli ve iyi bir elektrik iletkenliğini sağlamalıdır. Ekler tesis edildiği yere uygun tipte seçilmelidir.</p> <p>Ø Kabloların koruyucu kılıfları ya da yalıtkanları, buldukları yerlerde zorlanmamalı ve zedelenmemelidir. Kablolar gerektiğinde koruyucu büz ya da borular içine alınmalıdır.</p> <p>Ø Döşeme sırasında kabloyu çekmek için bütün iletkenler bir araya getirilip çekme klemensi ile birbirine bağlanmalıdır. En büyük çekme gerilmesi bakır iletkenler için 5 kg/mm², alüminyum iletkenler için 3 kg/mm² yi geçmemelidir.</p> <p>Ø Açık havada döşenen kablolar olabildiğince güneş ışınlarının etkilerinden korunmalıdır.</p> <p>Ø Kablolar duruma göre toprak içine, kablo kanallarına ya da duvarlara tutturulan delikli tavalara veya merdiven raflara döşenmelidir. Deliksiz yapılmış tavalarla kablo döşenmesi tavsiye edilmez. Toprak içine yerleştirilen kabloların altında ve üstünde yaklaşık 10 cm kalınlıkta elenmiş kum bulunmalıdır. Kablonun üzerindeki kumun üzerine ve aynı kanala döşenen AG ve YG kabloları arasına tüm kablo boyunca dolu tuğla veya en az 6 cm kalınlıkta beton plaka veya plastik vb. malzemelerden yapılmış koruyucu elemanlar yerleştirilmelidir.</p>
<p>Topraklama İletkeninin Çekimi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Binanın yakınına çekilmiş olan topraklama iletkenin yerini 	<p>Ø İlk önce gerekli hesaplamayı yapınız.</p> <p>Ø Güvenlik tedbirlerini alınız.</p>

<p>tespit ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bağlantıyı bina içine taşımak için topraklama devresine bağlayınız. • Bina kenarından ve bina içindeki süpürgeliklerin üzerinden iletkeni çekiniz(Projede belirtilen yerden) • İletkeni duvara monte ediniz. • Kapıları iletkenine bağlayınız. • Ayırıcı ve kesici hücrelerini topraklama iletkenine bağlayınız. • OG ve AG panosunu gövdesini topraklama hattına bağlayınız. • Topraklama barasını trafo odasına kadar döşeyiniz. • Uygun şekil vererek trafonun topraklama vidasına topraklama iletkenini bağlayınız. • Topraklama direncini meger ile test ediniz. • Yönetmeliklerde belirlenen değerlerde ise işlem tamamlanmıştır. • Malzemeler toplanır. 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Topraklama iletkeni bakır olacak ve iletken kesiti en az 35 mm² olmak koşuluyla, akım yoğunluğu 160 A/mm² değerini aşmayacak şekilde hesaplanacaktır. Ø Genel olarak taşınması gereken akımın neden olduğu termik ve mekanik zorlamalar dikkate alınarak, topraklama sisteminin sürekliliği sağlanacaktır. Ø Topraklama şebekesinin toprak altı birleşme noktaları cıvatalı, klemens veya özel kaynakla yapılabilecektir. Toprak altı bağlantı noktaları ziftle kaplanacaktır. Yalnız bir cıvata ile yapılan bağlantı şeklinde en aşağı M10 cıvata kullanılacaktır. Ø Toprak üstü tüm cihaz irtibatlarında kızıl klemens kullanılacak, kroşe kullanılmayacaktır.
---	---

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Bina tipi trafo merkezi çeşitlerini yazınız.
2. Kule tipi trafo merkezinin kullanıldığı yerleri yazınız.
3. Kule tipi trafo merkezinin standartlarını yazınız.
4. TS267 standardının ne amaçla kullanıldığını yazınız.
5. Bina tipi trafo merkezinde alınan güvenlik tedbirlerini yazınız.
6. Bina tipi trafo merkezinde bulunan bölümleri yazınız.
7. Bina tipi trafo merkezi hangi yönetmenliklere göre kurulur?
8. Bina tipi trafo merkezinde kullanılan elemanlardan 5 tanesini yazınız.
9. Bina tipi trafo merkezinde kullanılan güç trafosunun özelliklerini yazınız.
10. Bina tipi trafo merkezinde kullanılan baraların renk ve anlamlarını yazınız?
11. Bina tipi trafo merkezinde kullanılan bara malzemelerini yazınız.
12. Bina tipi trafo merkezinde kullanılan şalterleri yazınız.
13. Modüler hücreleri tanımlayınız.
14. AG panolarını tanımlayınız. ?
15. Bina tipi trafo merkezlerinde kullanılan aydınlatma kablolarının özelliklerini yazınız?
16. Bina tipi trafo merkezinde bulunan yangın söndürme düzenini yazınız.
17. Trafo montajında kullanılan rayın özelliklerini yazınız.
18. İzoleli halının tanımını yapınız.
19. Yer altında kullanılan iletkenlerin özelliğini yazınız.
20. Kullanılan topraklama malzemelerini yazınız.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

1. Transformatör merkezleri kaçta ayrılır?
2. Açık alanda kurulan trafo merkezlerinin özellikleri yazınız.
3. Trafo merkezlerinin kurulmasında uygulanan yönetmenlikleri yazınız.
4. Direk tipi trafo merkezinde kullanılan güç trafosunun özelliklerini yazınız.
5. Direk tipi trafo merkezinde kullanılan trafo platformunun özelliklerini yazınız.
6. Açık alanda kurulan trafo merkezleri panosunda kullanılan rölelerden 5 tanesi yazınız.
7. Açık alanda kurulan trafo merkezlerinde kullanılan izolatörleri yazınız.
8. Direk tipi ölçüm panosunun görevini yazınız.
9. Direk tipi trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcı kolunu yazınız.
10. Açık şalt sahalı trafo merkezleri kaç volta kadar tasarlanabilir?
11. Cihaz tipi açık şalt sahalı trafo merkezleri tanımlayınız.
12. Ayırıcıyı tanımlayınız?
13. Koruma iletkenini tanımlayınız.
14. Akım trafosunu tanımlayınız.
15. Açık şalt sahasında kurulan iki adet güç trafosu ile beslenen 5 fiderin bağlantı şemasını çiziniz.
16. Bina tipi trafo merkezlerinde kullanılan güç trafolarının güç değerlerini yazınız.
17. SF₆ gaz ile yalıtılmış modülü tanımlayınız.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Güç trafosu, ayırıcı, sigortalı ayırıcı, iletken, parafudur, izolatör, trafo platformu
2	36 kV'luk gerilim 0,4kV'a düşürürler. Güç olarak 25kVA, 50kVA 160kVA, 250kVA ve 400kVA olarak imal edilir.
3	Demir, beton direkler olmak üzere ikiye ayrılır.
4	Güç değerlerine göre hesaplanır.
5	Gerekli korumayı sağlamak ve hattan çekilen akım, güç değerlerini kaydetmek için kullanılır. Ayrıca alçak gerilimin üzerinde herhangi bir arıza durumunda enerjiyi kesmek için kullanılır.
6	Elektrik tesislerinde aktif olmayan bölümler ile sıfır iletkenleri ve bunlara bağlı bölümlerin, bir elektrot yardımı ile toprakla iletken bir şekilde birleştirilmesiyle, böylece sistemde, toprağa karşı oluşacak gerilimin belirli değerleri aşmamasına sağlanır.
7	Ana tank içerisine yerleştirilen sargı uçlarının dışarı çıkartılması amacıyla kullanılan elamanlara denir.
8	Orta gerilim değeri 36kV, alçak gerilim değeri ise 400V (0,4kV)'tur.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	1-haz tipi şalt sahası 2-Kiriş tipi şalt sahası 3-Toprak üstü şalt sahası
2	36kV ile 800kV
3	Cihaz şalt sahası
4	0,4kV-36kV, 36kV-154kV, 154kV-380kV, 36kV-380kV
5	25-50-100MVA
6	a-Hat ayırıcısı, b-Bara ayırıcısı, c-Toprak Ayırıcısı, d-By-pass ayırıcısı, e- Transfer ayırıcısı, f-Bara bölümleyici ayırıcıları
7	1-Havalı kesiciler, 2- Yağlı kesiciler, 3- Gazlı kesiciler, 4- Vakumlu kesiciler
8	Parafudur: Yüksek gerilim tesislerinde hat arızaları, yıldırım düşmeleri ve kesici açması gibi manevralar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı yüksek gerilim şoklarının etkisini önler.
9	1-Koruma topraklaması, 2-İşletme topraklaması, 3-Yıldırıma karşı topraklama, 4-Özel topraklama
10	Kuşkonmazlar
11	1-Sekonder aşırı koruma rölesi, 2-Diferansiyel koruma rölesi, 3-Toprak kaçığı koruma rölesi, 4-Bucholz rölesi, 5-Mesafe rölesi, 6-Isı kontrol rölesi
12	İzolatörler elektrik akımına karşı direnci yüksek ve yüksek derecedeki sıcaklığa dayanıklı porselen, cam, epoksi reçineden yapılırlar
13	a-Mesnet izolatörler, b-Zincir izolatörler, c-Geçit izolatörleri
14	Bakır ve alüminyum lama, Bakır ve alüminyum boru, Çelik özlü (St-Al) alüminyum iletken
15	R- Sarı, S-Yeşil, T-Mor
16	Tek bara sistemi, Transfer bara sistemi, Çift bara sistemi, Kare bara sistemi, Üç bara sistemi
17	1-Ampermetre, Voltmetre, Wattmetre, Cosinüsfi metre, Aktif sayaç, Reaktif sayaç, Trafo için yağ basıncı, mesafe rölesi, buchzell rölesi, diferansiyel röle
18	Gerilim trafosu
19	Mesafe, aşırı akım, tekrar kapama, faz uyumsuzluğu, yardımcı röleler vs. ve test kutularıdır. 154 kV trafo fideri röle panosunda da yalnız o fidere ait röleler bulunur. Bunlar; aşırı akım, tank koruma veya diferansiyel, yardımcı röleler, test kutuları ve gerektiğinde adaptör kutularıdır.
20	VT= Gerilim trafosu, ES= Topraklama Ayırıcısı, DS=Ayırıcı, SA=Parafudur, TR=Trafo

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	Kule tipi, 2-Köşk tipi, 3- Bina tipi
2	Direk tipi trafo merkezinin kurulmasının zor ve sakıncalı olduğu yerlerde kurulur.
3	Kule tipi trafo merkezi 1000 kVA anma gücüne kadar (1000 kVA dahil) dağıtım trafolarının kullanıldığı ve 34,5/0,4 kV gerilim standartlarda kurulur.
4	Güç Transformatörleri
5	<p>Trafo merkezinin girişi kilitli bir kapı ile kapalı olacak. Bütün malzemeler kapalı bir köşk içinde olduğundan dolayı topraklanması gerekmektedir. Trafo yerde monte edilmiş ise etrafı tel örgü ile kapatılmalıdır.</p> <p>Bölmelerin, yeter büyüklükte, basınca dayanıklı, menteşeli, dışa doğru açılan ve kilitlenebilir kapıları bulunacaktır. Kapılar burulma, eğrilme ve kasıntıya karşı dayanıklı, sağlam bir yapıda olacak ve kapalı konumda içeriye geçmesini önlemek için kasa üzerinde geniş yüzeylere dayanacaktır. Kapılar çalışmayı engellemeyecek şekilde açılacak ve yaklaşık 90° ile 120° açılarda açık konumda kalmasını sağlayan, rüzgâr basıncına dayanıklı, durdurma düzeni ile donatılacaktır.</p> <p>Kapalı durumda iken kapılar ve kapı kilitleri dışarıdan sökülemezdir. Trafo köşkü, aşağıda belirtilen işaret plakaları, tehlike ihbarları, bağlantı şemaları, kullanma yönergesi ve amblem ile donatılacaktır. Plaka, levha ve yazılar kolayca görülebilecek ve okunabilecek yerlerde bulunacaktır. Plaka ve levhalar paslanmaya karşı dayanıklı malzemelerden yapılacak ve paslanmaz vidalar veya perçinle tutturulacaktır. Yazılar okunaklı olacak, yazı ve şekiller dış etkilerle silinmeyecek ve solmayacaktır.</p> <p>Mahfazanın her üç kapısı üzerinde; Ölüm tehlikesi levhası, Tehlike ve yaklaşmanın yasak olduğunu belirten uyarı yazısı İle gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.</p>
6	Trafo bölümü, kesici bölümü, pano bölümü, ayırıcı ve bara bölümü
7	Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine göre
8	Güç trafosu, Bara Elemanları, İzolatörler, Koruma düzeneği, Kumanda elemanları (şalterler), Topraklama düzeneği, Modüler hücreler, AG panoları, Trafo merkez aydınlatma sistemi, Trafo bina havalandırma sistemi, Yangın söndürme düzeni
9	Orta gerilim şebekelerinde kullanılmak üç fazlı en yüksek gerilim 36 kV'a kadar orta gerilim şebekelerinde kullanılan anma gücü 2.5 MVA'dan 25 MVA'ya kadar olan güç transformatörlerini kapsar.
10	A fazı kırmızı, B fazı sarı, C fazı mavi
11	Alüminyum lama baralar (120x10mm ² , 100x10mm ² , 80x10mm ² , 50x10mm ²) ETIAL-7E malzemesinde kalitesinde, kimyasal bileşim limitleri uygun olmalıdır.
12	Kesiciler, Ayırıcılar
13	Her bir fidere ait anahtarlama elemanlarının ve topraklama ayırıcılarının gerilim altındaki aktif bölümleri ve baraları SF 6 gazı ile doldurulmuş bir kazan içerisinde olacaktır. Her hücre bir "tip fider" i temsil eder. Baraları özel kablo konnektörleri ile birleştirilerek yan yana dizilebilir. Birden fazla hücrenin baraları birleştirilerek OG şebekelerin beslenmesi ve korunması için "tesisler/üniteler" oluşturulur.

14	Güç trafosunun alçak gerilim çıkış fiderinden sonra tüketicileri besleyecek fiderlerin bağlantısının yapılması için kullanılan panolara AG panoları denir.
15	Priz devrelerinde en az 2,5 mm ² , Aydınlatma devrelerinde en az 1,5 mm ² kesitli bakır iletkenli kablolar kullanılır.
16	Yangın söndürme ekipmanları bir köşede hazır bulundurulmalı ve gerekli zamanlarda kontrol sağlanmalıdır. Duman dedektörleri ile yangın bildirim tesisi kurularak oluşabilecek yangın için tedbir alınır.
17	Trafonun hücreye yerleştirilmesi ve montajı için kullanılan parçaya denir. Genellikle demir profilden yapılır. Boyutları ise kullanılan trafonun gücüne göre değişmektedir. Zemine daha önce vidalarla monte edilir sonra transformatör yerleştirilir. Transformatör ray eksenleri arasındaki açıklık 630 kVA için 670 mm, 1000 kVA için 820 mm olacak; ray tespit civatalarının konumları ayarlanabilir olmalıdır.
18	OG kapalı şaltlarda, hücrelerde ve panoların bulunduğu yerlerde yapılacak çalışmalarda toprakla yalıtılarak çalışanın güvenliğini sağlayan güvenlik malzemesidir.
19	Yeraltı kabloları bakır ve alüminyum iletkenli olarak 1-15kV kadar protodur, 1-154kV'a kadar protothen- x yalıtkanlı kablo kullanılır. Yeraltı orta gerilimde protothen-x kablolar bilhassa tercih edilir. Protethen –x enerji kablolarında üstün vasıflı bir yalıtkan maddesidir. Organik peroksit katkısıyla yüksek molekülü saf polietilenden imal edilir. Bu kablolar bakır iletkenli çapraz bağlı polietilen (XLPE) yalıtkanlı, bir veya üç damarlı her damara bireysel olarak siperlenmiş, PVC dış kılıflı olarak temin edilecektir.
20	Şerit topraklayıcıları, çubuk topraklayıcılar, levha topraklayıcısı

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	1- Direk Tipi, 2-Açık şalt sahasında kurulan, 3- Bina tipi Kurulan 4- Kule tipi, 5- Köşk Tipi
2	Hava yalıtımlı trafo merkezleri, çevre şartlarının dikkate alınmadığı ve yer sınırlamasının olmadığı her yerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. AIS'ler 800kV'a kadarki yüksek gerilimlerde tasarlanabilmektedir. AIS'lerin montaj maliyetleri düşüktür. Açık şalt sahali trafo merkezlerinin elamanlarının her biri tesiste monte edilir. Ancak elemanların açık alanda oluşundan dolayı, gerilim altında çalışma yapmak ve dokunmak tehlikelidir. Bu trafo merkezleri hava ve çevre etkilerine doğrudan maruz kalmaktadır.
3	Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine göre
4	Direk tipi trafolar orta gerilim değeri olan 36 kV'luk gerilim 0,4kV'ta düşürür. Güç değerleri olarak 400kVA kadar kurulu. İhtiyaca bağlı olarak 25kVA, 50KVA, 160kVA, 250kVA ve 400kVA olarak imal edilir.
5	Demir direklerdeki direk tipi trafolarla kullanılan trafo platformu köşebent şeklinde parçalardan oluşur. Beton direklerde ise gövdeye monte edilmiş özel kalıplarla yapılmış beton parçadan oluşur. Transformator platformları 160kVA'lık trafo ve 400kVA'lık trafoların monte edilebileceği şekilde iki tipte projelendirilirler. Tip projede 160kVA'lık trafoların monte edildiği platforma "küçük tip platform", 400kVA'lık trafoların monte edildiği platforma "büyük tip platform" denilmiştir.
6	Sekonder aşırı koruma rölesi, Diferansiyel koruma rölesi, Toprak kaçığı koruma rölesi, Bucholz rölesi, Mesafe rölesi, Isı kontrol rölesi
7	Mesnet izolatörler, Zincir izolatörler, Geçit izolatörleri
8	Görevi ise gerekli korumayı sağlamak ve hattın çekilen akım, güç değerlerini kaydetmek için kullanılır. Ayrıca alçak gerilimin üzerinde herhangi bir arıza durumunda enerjiyi kesmek için kullanılır.
9	Direk tipi trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcıların açma ve kapama işlemi için ayırıcı kolu kullanılır. Direk tipi trafolarla kullanılan ayırıcıların emniyet mesafesi fazla olduğundan açma kapama işlemi yapılırken mekanik hareketi sağlayan düzenin çalışması için 30mm çapında ve 3 m boyunda galvanizli çelik malzemeden yapılmış bir mekanizmadır.
10	36kV- 800kV kadar
11	Arazinin düz olmadığı yerlerde tesis edilen trafo merkezlerine denir.
12	Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma-kapama işlemi yapabilen açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt cihazıdır
13	Örgülü çelik iletkenler olup enerji nakil hatlarına düşebilecek olan yıldırımları üzerine çekip toprağa aktarma görevini görür.
14	Primer akımını belirli bir oranda düşüren ve primer akımı arasındaki faz farkı yaklaşık sıfır derece olan ölçü transformatörüdür.

15	
16	Direk tipi trafolar 400kVA kadar kurulurlar. İhtiyaca bağlı olarak 25kVA , 50kVA160kVA , 250kVA ve 400kVA olarak imal edilir.
17	Fiderlere ait anahtarlama elemanlarının ve topraklama ayırıcılarının gerilim altındaki aktif bölümleri ve baraları SF 6 gazı ile yalıtılmıştır.

KAYNAKÇA

- Ø BULUT Alaeddin, **Transformatörler**, Keban TEİAŞ Müdürlüğü, Nisan, 1991.
- Ø YUNUSOĞLU Atilla, **Orta Gerilim Enerji Hatları Proje cilt-2**, Ankara, 1995.
- Ø ÜSTÜNYURT Ali, **Dağıtım Şebekeleri Malzeme ve Teçhizat TEK Dokümanları**, Ankara, 1983.
- Ø DENGİZ Hüsnü, **Enerji Hatları Mühendisliği**, Ankara, 1991.
- Ø ÜRGÜPLÜ Zafer, **Elektrobank**, Ankara, 1997.
- Ø **154/30 kV'luk Mersin II. Trafo Merkezi Projesi TEİAŞ Dokümanları**, Ankara.
- Ø **Koruma – Kontrol Teknisyeni El Kitabı III**, TEK Eğitim yayınları, Ankara.
- Ø ALTIN Mahir, Mustafa ÜSTÜNEL, Mehmet KIZILGEDİK , **Elektrifikasyon Milli Eğitim Yayınları**, Ankara, 2001.
- Ø YUNUSOĞLU Atilla, **Orta Gerilim Enerji Hatları Proje cilt-1**, Ankara, 1995.
- Ø DEMİR Mete, **Kumanda**, Tedaş Eğitim Dokümanı, Ankara.
- Ø Elektrik Dağıtım Tesisleri Genel Teknik Şartnamesi.
- Ø Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği.
- Ø TURAN Mehmet Selim, **Orta Gerilim Şebekelerin Projelendirilmesi Lisans Tezi**, Marmara Üniv. Teknik Eğitim Fakül., İstanbul, 1996.
- Ø AYTEN Bilal, **Teknik Derleme**, Ankara, 1996.
- Ø Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği
- Ø Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği
- Ø Köşk Tipi Og/Ag Dağıtım Transformator Merkezleri (Rmu'lu Trafo Köşkleri)
- Ø Teknik Şartnamesi, Ankara, TEDAŞ Kasım-2003 Revize,
- Ø Orta Gerilim Sf6 Gazlı Yalıtımlı Metal Mahfazalı Hücreler (Mmh-Gaz) Teknik Şartnamesi, Ankara TEDAŞ, Şubat-2003 Revize

- Ø **Dağıtım Trafoları İşletme ve Bakım El kitabı**, ABB Elektrik Sanayi AŞ, İstanbul
- Ø **TURAN Mehmet Selim, Gaz İzoleli Trafo Merkezlerinin Teknik Ve Ekonomik Açından İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi** (Marmara Üniv. FBE), İstanbul, 2005.
- Ø www.abb.com.tr
- Ø www.siemens.com