

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**YÜKSEK VE ORTA GERİLİM İLETİMİNDE
İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ SORUNLARI
ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Nasip Gül İNCEKARA

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

ANKARA-2008

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**YÜKSEK VE ORTA GERİLİM İLETİMİNDE
İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ SORUNLARI
ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Nasip Gül İNCEKARA

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Mehmet BAŞAR

ANKARA-2008

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Nasip Gül İncekara'nın, İstatistik, Piyasa Gözetimi ve Denetimi Daire Başkanı Sayın Mehmet BAŞAR danışmanlığında, tez başlığı “Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları ve Çözüm Önerileri” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 27/08/2008 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları ve Çözüm Önerileri” olarak kabul edilmiştir.

Kasım ÖZER
İSGGM Genel Müdür
JÜRİ BAŞKANI

Coşkun DEMİRCİ
İSGÜM Müdürü
ÜYE

Ümit TARHAN
İSGGM Daire Başkanı
ÜYE

Mehmet BERK
İSGGM Daire Başkanı
ÜYE

Çiğdem Ünal
Makina Mühendisi
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

İSGGM Genel Müdürü

TEŞEKKÜR

Gerek çalışma hayatımda gerekse uzmanlık tezimin hazırlanması sürecinde katkıları olan Genel Müdürümüz sayın Kasım ÖZER'e, Genel Müdür Yardımcılarımız sayın Dr. Rana GÜVEN'e, sayın İsmail GERİM'e ve sayın Sabit YAMAN'a, teknik katkılarından dolayı İSGÜM Müdürü sayın Coşkun DEMİRCİ'ye, Daire Başkanlarımız sayın Mehmet BERK'e, sayın Mehmet BAŞAR'a, sayın Mustafa BİRBENLİ'ye, sayın Ali UYAR'a, sayın Meftun SAKALLI'ya ve sayın Ümit TARHAN'a, kurum olarak yaptıkları çalışmalar ve yaptıkları yayınlar konusunda destek veren Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Eğitim ve İş Güvenliği Daire Başkanlığı Müdürü Sayın Mete GÜNER'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

Nasip Gül İncekara

**Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Problemleri
ve Çözüm Önerileri**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü”
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi
Ankara, 2008**

Sanayileşme ile birlikte artan enerji ihtiyacı neticesinde elektrik üretim, iletim ve dağıtım tesislerinin de kapasiteleri artırılmaktadır. Teknolojik gelişmelerin bir neticesi olarak güvenlik ihtiyacı da giderek artmaktadır.

Yüksek ve orta gerilim elektrik tesislerinin bileşenlerini oluşturan iletim hatlarında, direklerde ve trafo merkezlerinde; aşırı akım, aşırı gerilim, yüksekten düşme, elektrik çarpmaları, patlama, yangın gibi riskler bulunmaktadır. Tesis güvenliği noktasında topraklama işlemleri yapılmakta, koruma teçhizatları kullanılmaktadır. Ayırıcılar, kesiciler, parafudrlar, izolatörler, sigortalar, koruma iletkenleri ve ark boynuzları gibi teçhizatlar aşırı gerilim ve aşırı akım risklerine karşı tesisi koruma altına almaktadır.

Bunların yanında bütün tesisi bileşenleri için topraklama, önemli bir unsurdur. Direklerde, iletim hatlarında, güç trafolarında ve trafo binalarında topraklamanın sağlanması gerekmektedir.

Tesiste alınan bu güvenlik önlemlerinin yanı sıra çalışanların da dikkat etmesi gereken hususlar vardır. Çalışanlar çalışmalardan önce gerilim kesilmesini sağlamalı, işin niteliğine göre yüksekten düşmeye veya elektrik çarpmasına karşı koruyucuları kullanmalı, uyarı ve ikaz levhalarına dikkat etmelidir. Gaz, yağ veya boya ile ilgili çalışmalarda işin niteliğine göre gerekleri önlemleri almalı talimatlara uygun davranmalıdır.

Hem tesis bazında hem de çalışan bazında gerekli önlemler alındığında yüksek ve orta gerilim elektrik iletiminde hem iş kazası sayısının hem de ölümlü iş kazası sayısının düşürülmesi sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Yüksek ve Orta Gerilim, İletim Hatları

SUMMARY

Nasip Gül İncekara

**Occupational Health and Safety Problems and Solution Offers in High and Medium
Voltage Transmission Lines**

Ministry of the Labor and Social Security

Directorate General of Occupational Health and Safety

Thesis for OHS Expertise

Ankara, 2008

The capacity of the electric production, transmission and distribution installations is increased with the industrialization. As a result of the technologic developments, safety needs increases also.

Over-current, over-voltage, falling from height, electric shocks, explosion and fire risks are exist at the transmission lines, electric columns and transformer stations that are the components of high and middle voltage electric installations. Earthing is carried out and guarding equipments are used as a safety of the installation. Separators, cutters, surge arresters, isolators, fuses, earthing wires and arc horns provide safety against the over-current and ober-voltage.

Beside these protections, earthing is an important safety component. At electric columns, transmission lines, power transformers and transformer buildings earthing is needed.

There are also subjects that workers must consider. Workers must perform the energy-off, must use the protective equipment such as safety belts for fallings or electrical protective equipments against electrical risks according to the risk type, and must pay attention to the warning boards. Workers must take the necessary measures against works with gas, oil or paints and must use the instructions.

If the necessary measures are taken for both the installations and workers, decrease of the both accident number and death number will be provided at High and Medium Voltage Electic Transmission.

Key Words: Occupational Health and Safety, High and Medium Voltage, Transmission
Lines

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
ELEKTRİK NEDİR?.....	3
Elektriğin Temeli	3
Elektrik Nasıl Üretilir	5
Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerine Tesiri.....	6
ORTA ve YÜKSEK GERİLİM.....	8
Yüksek Gerilim Elemanları	9
İLETKENLER.....	9
ELEKTRİK DİREKLERİ.....	10
Direklerin Topraklanması.....	11
Adım Gerilimi	12
TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ.....	12
Direk Tipi Transformatörler	13
Açık Yer Tipi Transformatör Merkezleri	14
Bina Tipi Transformatör Merkezleri	17
Topraklama	20
İşletme Topraklaması Yapma:	20
Koruma Topraklaması Yapma:	21
Ayrıcılar.....	21
Kesiciler.....	23
İzolatörler.....	26
Parafudrlar	27
Sigortalar	27
Kuşkonmazlar	28
Koruma Röleleri	28
Ölçü Trafoları	28
İzolasyon Yağları.....	29
Baralar	29
GEREÇ VE YÖNTEMLER	31
BULGULAR	32
ELEKTRİK TESİSLERİNDE KORUMA SİSTEMLERİ	32
İzolasyon.....	32
Aşırı Gerilim Korumaları	33

Aşırı Akımın Oluşumu ve Etkileri.....	37
Fider Korumaları	39
Güç Trafosu Korumaları.....	40
Enerji İletim Hattı Korumaları	44
YÜKSEK GERİLİM İLETİM TESİSLERİNDE ÇALIŞMALAR SIRASINDA ALINMASI	
GEREKEN ÖNLEMLER.....	47
Yaklaşma Mesafeleri	50
Kazaların Önlenmesi	50
Elektrikli El Aletleri	51
Orta Ve Yüksek Gerilim Şalt Tesisleri.....	51
Enerji İletim Hatları.....	54
SF6 Gazlı Çalışmalarda İş Güvenliği	55
Yağlardan Temizleme İşleri	56
Depo vb. Yerlerde Yapılan Çalışmalar	57
Boya İşleri	57
Basınçlı Kaplar	58
Kaynak İşleri.....	58
Ark Ve Kıvılcımlardan Korunma	59
İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ	60
Kişisel Koruyucular.....	60
Baret	61
Emniyet Kemer.....	61
Direkten İndirme Aparatı.....	62
Yalıtkan Eldiven	63
Güvenlik Ayakkabısı (Elektrikçiler İçin)	63
Gaz Maskesi Ve Filtreler.....	64
Orta Gerilim Dedektörü (Neon Lambalı Stanka)	64
Güvenlik Trafosu.....	65
Hat Tüfeği.....	66
36 kV Manevra Stankası	67
Hat Topraklama Teçhizatı	67
Sf6'lı Ortamda Çalışma İçin Elbise.....	69
TARTIŞMA.....	70
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR.....	74
TABLolar.....	75
ŞEKİLLER	76
ÖZGEÇMİŞ.....	77

SİMGE VE KISALTMALAR

İSGGM	İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
AG	Alçak Gerilim
OG	Orta Gerilim
YG	Yüksek Gerilim
ENH	Enerji Nakil Hattı

GİRİŞ VE AMAÇ

Sanayileşmenin, ekonomik ve sosyal hayatın en önde gelen unsurlarından biri olan elektrik enerjisi, yaşamın ana maddeleri olan hava, su, ekmek kadar zorunlu bir ihtiyaç maddesi haline gelmiştir. Yılda kişi başına tüketilen enerji, ülkelerin gelişmişlik durumunun saptanmasında birinci sırada kabul edilen bir ölçüt olmuştur.

Bu nedenle, ülkemizin ihtiyacı olan elektrik enerjisinin üretimini artırmak için girişilen büyük uğraşlara paralel olarak, üretilen enerjinin iletim ve dağıtımının da yapılıp, ülkenin en ücra köşelerine kadar taşınması gerekmektedir. Doğudan batıya 1500, kuzeyden güneye 650 km genişliğinde topraklara sahip olan, doğal yapısı ve buna bağlı olarak da iklim koşullarının değişiklik gösterdiği ülkemizde elektrik enerjisinin dağıtımının ne denli önem kazandığı günümüzde bilinmektedir.

Son yıllarda dünya petrol fiyatlarında görülen büyük artışla ülkemizi dışa bağımlı yapacak petrole dayalı elektrik santralleri yerine, zengin rezervi olan kaynaklarımızdan kömüre dayalı termik ve özellikle hidrolik potansiyelden daha çok elektrik enerjisi üretimini hızlandırmıştır. Kömür ve hidrolik kaynaklarımızın tüketim merkezlerinden uzakta oluşu, iletim ve buna paralel olarak dağıtım hatlarının tesis edilmesini gerektirmiş, üretim ve tüketim merkezlerinin enterekte sisteme bağlanması ile de hatların önemi bir kez daha artmıştır. (1)

Bu gelişmelerle birlikte önem kazanan bir diğer unsur “güvenlik” unsuru olmuştur. Sanayinin bütün dallarında önemi giderek artan iş güvenliği konusu, sistemlerin kurulması, işletilmesi, bakım ve onarımları sırasında alınması gereken önlemlerin geliştirilerek çalışanların ve işletmelerin korunması için yapılan çalışmaların artmasını da beraberinde getirmiştir.

Elektrik; farklı seviyelerde üretilmesi, iletilmesi, dağıtılması; evlerde, işyerlerinde birçok farklı alanda kullanılması nedeniyle her alana ve sektöre yönelik farklı tehlikeleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada elektriğin yüksek ve orta gerilim hatlarıyla iletilmesi sırasında işletmelerin ve çalışanların güvenliğinin sağlanması konusuna değinilecektir.

TEİAŞ İstatistiklerine göre yılda ortalama 20 iş kazası meydana gelmekte ve yılda ortalama 2 kişi ölmektedir. İş kazası bazında bakıldığında, diğer sektörlerle kıyasla daha az iş kazası görülmekte ancak ortalama %10'luk bir ölüm oranıyla yüksek bir ölüm oranına sahiptir.

TEİAŞ 2007 yılı istatistik verilerine bakıldığında kazaların niteliğini orta gerilim, mekanik işler, düşme ve trafik kazaları tehlikeleri oluşturmaktadır. Bu kazalar hat tesis-bakım, trafo tesis-bakım ve röle test işlemleri sırasında meydana gelmiştir.

Yüksek ve orta gerilimin iletimi için hem tesislerin hem de çalışanların güvenliğinin sağlanması için hem sistem bazında hem de kanunlar bazında büyük önlemler alınmaktadır. Tesislerin güvenliğini azami düzeye getirmek için tesislere ilave teçhizatlar kurulmakta, bakımları ve işletmeleri yapılmaktadır. Bu çalışmada yüksek ve orta gerilimin etkilerinden, bu etkileri gidermek için genel olarak alınan önlemlerden ve çalışanların alması gereken önlemlerden bahsedilecektir.

GENEL BİLGİLER

ELEKTRİK NEDİR?

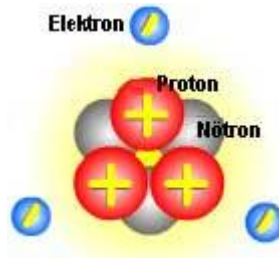
Grek (Yunan) dilinde kehribar ağacının adı elektriktir. Adı geçen toplumun bilginleri, bu ağacın kurumuş dallarının saç kıllarına sürtülmesinden sonra saman çöplerini çektiğini belirleyince, bu tip özellik gösteren tüm diğer cisimlere elektrik adını vermişlerdir.

Türk Dil Kurumunun sözlüğündeki tanım ise “maddenin elektron, pozitron, proton vb. parçacıklarının hareketleriyle ortaya çıkan enerji türü” şeklindedir. (2)

Elektrik dünyada en yoğun olarak kullanılan enerji türüdür. Elektriğin günlük yaşantımızda birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Kol saatimizdeki minik pilden tutunda, büyük tren ve gemilerde kullanılan motorlara kadar birçok yerde elektrik enerjisinden faydalanılmaktadır.

Elektriğin Temeli

Bütün maddeler atomlardan oluşmuştur. Atomlar çok küçük olduğundan onları göremeyiz. Neye benzediklerini ancak hayal edebiliriz.



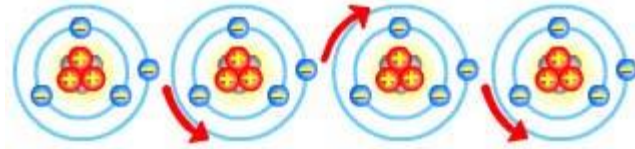
Şekil 1: Atomun Yapısı

Her atom proton, nötron ve elektronlardan oluşmuştur. Protonlar "+" yüklü, elektronlar "-" yüklü ve nötronlar da yüksüzdür. Protonlar ve nötronlar atomun merkezindeki atom çekirdeği adı verilen bölgede bulunmaktadır. Elektronlar ise atomun çevresinde dolaşmaktadır (şekil 1).

Bir atomdaki proton ve elektron sayıları birbirlerine eşitse, bunların yükleri ("+" ve "-" yükler) birbirlerini dengeler ve atom yüksüz hale gelir. Atom fazla elektron aldığında "-" yüklü,

elektron verdiğinde ise "+" yüklü hale gelmektedir. Atom tarafından verilen elektronlar "serbest elektron" halini almaktadır.

Doğada aynı yüke sahip atomlar birbirlerini itmekte, Farklı yüklü atomlar ise birbirlerini çekmektedir. Dolayısıyla, serbest elektronlar, elektron kaybedip "+" yüklü hale gelmiş atomlar tarafından çekilmektedir. Bu sürekli bir şekilde gerçekleştiğinde, atomdan atoma atlayan elektronlar "**akım**" adını verdiğimiz elektrik enerjisini oluşturmaktadır (şekil 2).



Şekil 2: Elektronların Hareketi

Örneğin bir halı üzerinde dolaşıp, bir kapı koluna dokunduğumuzda parmağımızla kapı kolu arasında statik elektriğin atladığını hissetmekteyiz.

Halı üzerinde dolaşırken elektron kaybetmekteyiz. Kapı koluna dokunduğumuzda ise vücudumuzdaki elektron kaybetmiş atomlar, kapı kolundaki serbest elektronları çekmekte ve bu elektronlar vücudumuza atlamaktadır.

Bir atomdan diğerine serbest elektronları çeken elektrik gücüne "**voltaj**" adını vermekteyiz.

Nasıl bahçelerimizi sularken suyu hortumun içinden geçirmek için basınca ihtiyacımız bulunmaktaysa, elektrik akımını da kablolardan geçirmek için de benzer bir kuvvete ihtiyaç duymaktayız (şekil 3). Elektrik basıncını belirtmek için kullandığımız birime "**volt**" adını vermekteyiz. Voltaj genellikle piller veya jeneratör tarafından sağlanmaktadır.



Şekil 3: Su ve Elektriğin Karşılaştırılması

Elektrik akımını ölçmek için kullandığımız birime de "**amper**" adını vermekteyiz. Amper aynen hortumun içinden akmakta olan suyun miktarı gibidir. Elektrik akımı ne kadar yüksekse, kablolardan o kadar çok elektrik akımı geçiyor anlamına gelmektedir.

Elektrik akımı kablolardan akarken, kablonun direnci nedeniyle ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Direnç, malzemelerin elektronları tutma kapasitesini göstermektedir. Kablolardan akan akım miktarı ve kablonun direnci ne kadar fazlaysa, kabloda o kadar fazla ısı enerjisi oluşmaktadır.

Elektrik Nasıl Üretilir

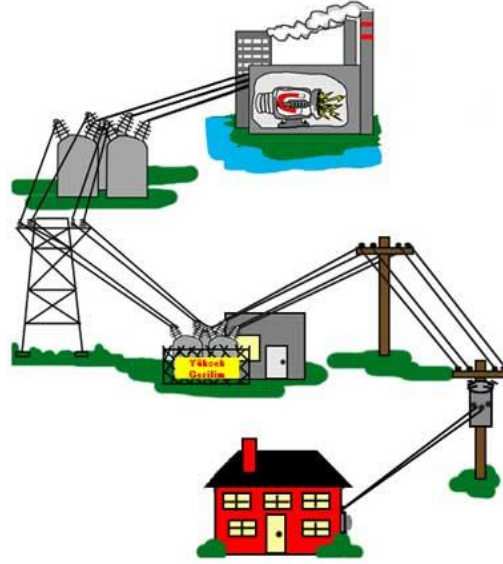
Elektrik üretmek için farklı yöntemler bulunmaktadır. Kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlarında yanma sonucunda ortaya çıkan kimyasal enerji yardımıyla soğutucu olarak kullanılan su ısıtılarak buharlaşması sağlanmaktadır. Nükleer santrallerde ise soğutucu suyun buharlaştırılması için yakıt olarak kullanılan Uranyum'un bölünmesi sonucunda ortaya çıkan nükleer enerji kullanılmaktadır.

Oluşan buhar, türbin adı verilen aygıtın kanatlarına çarparak dönmesini sağlamaktadır. Türbinin ucunda jeneratör bulunmaktadır. Türbin dönerken beraberinde jeneratörde bulunan dev bir mıknatısı da bir kablo bobini içinde döndürmekte, böylece jeneratörde elektrik enerjisi oluşmaktadır. Santralde üretilen elektrik kablolar yardımıyla santralin yakınında bulunan ünite transformatörüne getirilmektedir.

Transformatör elektriğin voltajını (basıncını) 380 kilovoltta yükseltmekte, böylece elektrik akımı uzak yerlere taşınmaya uygun hale gelmektedir. Voltajı yükseltilmiş elektrik daha sonra "yüksek gerilim hatları" adı verilen iletim hatları yardımıyla çok uzak mesafelere taşınabilmektedir.

İletim hatları yardımıyla kullanılacağı yere ulaşan elektrik bu sefer trafo merkezlerine (voltaj indirici istasyonlara) sokularak, elektriğin voltajı önce 380 kilovolt'tan 154 kilovoltta, daha sonra da 154 kilovolttan 34,5 kilovoltta indirilmekte ve yerleşim alanlarına gönderilmektedir.

Yerleşim alanlarına ulaşan elektrik akımı evlerimize gelmeden önce son olarak dağıtım transformatörleri girmekte ve 34,5 kilovoltluk voltaj bir kez daha düşürülerek 0,4 kilovoltta indirilmektedir. Böylece elektrik evlerimizde kullanılabilir hale gelmiş olmaktadır. Dağıtım transformatörlerinden çıkan elektrik, kablolardan akarak evlerimize ulaşmaktadır (şekil 4). (3)



Şekil 4: Elektriğin İletilmesi

Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerine Tesiri

Arızasız bir yüksek gerilim şebeke işletmesinde toprak üzerinden gayet küçük akımlar geçerler; her üç faza ait bu kapasitif akımların toplamı toprakta sıfıra eşit olur. Buna karşılık bir faz ile toprak arasında bir temas meydana gelirse oldukça büyük bir toprak akımı geçer. Eğer bir insan vücudu bu toprak akımının devresi üzerinde veya buna paralel olarak bulunursa, insan vücudundan da bir akım geçer. İnsan vücudundan geçen akımın şiddeti, insan vücudu tarafından köprülenen gerilime bağlı olduğu gibi insan vücudunun direnci ile temas noktalarındaki (iki el, iki ayak veya bir el ve bir ayak) geçiş dirençlerinin toplamına bağlıdır. Tehlikeli temas veya adım gerilimlerine karşı koruma maksadı ile tesis edilen topraklamanın yapılışı, şu halde insan vücudundan geçen akımın insan sağlığı üzerine olan tesirine bağlıdır. 50 Hz'lik alternatif akımla insanlar üzerinde yapılan deneylere göre elde olunan sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: 50 Hz’lik alternatif akımın insan vücudundan geçtiğinde yaptığı tesirler.

50 Hz’lik akım şiddeti	İnsan vücudundaki tesirler
1 mA	Hissedilebilir
2 - 4 mA	Parmaklarda sinirler titreşir.
5 - 7 mA	Kolda hafif kramp his edilir.
10 - 15 mA	Tutulan cisim henüz bırakılabilir.
19 - 22 mA	Çok acı duyulur, tutulan cisim bırakılamaz
30 mA	Şiddetli acılar duyulur, eller çalışamaz olurlar
50 - 100 mA	Ölümle sonuçlanır.
1 - 10 A	Yanmalar baş gösterir.

Buradan anlaşıldığına göre, insan vücudundan en fazla 10 – 15 mA mertebesinde bir akımın geçmesine müsaade edilebilir. İnsan hayatı için tehlikeli akım sınırı 30 – 50 mA olup eğer insan vücudundan 50 – 100 mA kadar bir akım geçecek olursa, olay mutlaka ölümle sonuçlanır. Zira bu mertebedeki bir akımın kalp üzerinden geçmesi, kalpte anormal titreşimlere yol açarak kalbin normal çalışmasını önler ve nefes alma organlarının felç olmasına sebep olur. Böylece en fazla 4 dakika gibi bir süre beyin kanla beslenemezse, hayati merkezler harap olarak ölüm baş gösterir.

Doğru akımın insan vücudu üzerine tesiri, 50 Hz’lik alternatif akıminkinden daha azdır; duyarlılık sınırı, alternatif akımındakinin yaklaşık olarak beş katı daha yüksektir. Onun için 50 Hz’lik alternatif akımın meydana getirdiği bir tesir, doğru akımın 4 – 6 katında baş gösterir.

380 – 500 volt’luk gerilimler, kalp faaliyeti bakımından insan vücudundan tehlikeli olan akımların geçmesine yol açtıklarından, bu gerilimler bilhassa tehlikelidir ve bu gerilimlerde çalışmak özel koruma tedbirlerine ihtiyaç gösterir. Buna karşılık daha yüksek gerilimlere dokunulması halinde vücuttan daha büyük akımlar geçerek ısınmaya ve yanmalara yol açarsa da, bazı hallerde olay ölümle sonuçlanmayabilir.

İnsan vücudunun direnci şahıstan şahsa göre çok farklı değerler alır ve 1000 ohm ile 4000 ohm gibi geniş sınırlar arasında değişir. İnsan vücudunun direncini esas itibarıyla derinin direnci teşkil eder ve bu da gerilime çok bağlıdır. İnsan vücudunun iç direnci hemen hemen sabit olup

2000 ohm mertebesinde dir. Temas noktalarındaki geçiş direnci, temas eden derinin, yani ellerin veya ayakların rutubetli, temiz, derinin yıpranmamış olmasına veya olmamasına göre çok değişik değerler alabilir. Rutubetli, temiz ve yıpranmamış bir deride geçiş direnci küçüktür; buna karşılık kuru, yabancı maddelerle yalıtılmış, nasırlaşmış ellerdeki veya ayaklardaki derinin geçiş direnci çok büyüktür. Genel olarak insan vücudu için toplam direncin 3000 ohm mertebesinde olduğu kabul edilebilir. İnsan hayatını tehlikeye sokmadan insan vücudundan geçmesine müsaade edilen akımın 20 – 25 mA mertebesinde olduğu kabul edilirse, alçak gerilim tesislerinde tehlikeli sınır geriliminin, yani müsaade edilen en yüksek temas geriliminin 65 volt olduğu sonucuna varılır. Yüksek gerilim tesislerinde müsaade edilen en büyük temas veya adım gerilimi 125 volt'tur. (4)

ORTA ve YÜKSEK GERİLİM

Elektrik retim, iletim ve dağıtım tesislerinde yer alan elektrik gerilimi, belirli değerler arasında gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmalara göre düzenlemeler yapılmakta, tesis elemanları üretilmekte, iş güvenliği önemleri de bu kademelere göre farklı alınabilmektedir.

30/11/2000 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğine göre bu gerilimler 3 kademeye, TEİAş tarafından yayımlanan İş Güvenliği Yönetmeliğine göre de bu gerilim düzeyleri 5 kademeye ayrılmıştır.

Bu kademeler şu şekildedir:

Küçük Gerilim	:	0 – 50 Volt arası
Alçak Gerilim	:	50 – 1000 Volt arası
Orta Gerilim	:	1000 – 36000 Volt arası
Yüksek Gerilim	:	36000 – 170000 Volt arası
Çok Yüksek Gerilim	:	170000 Volt'tan yukarısı

Burada 50 V'un üzerindeki gerilimler tehlikeli gerilim olarak kabul edilmektedir. Alınacak güvenlik önlemleri açısından da 1000 V'un üzerindeki gerilimler Yüksek Gerilim olarak kabul edilmektedir. (5)

Yüksek Gerilim Elemanları

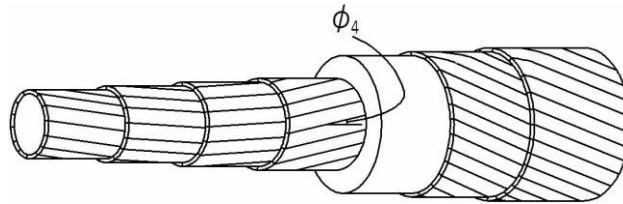
Yüksek gerilimde güvenlik önlemlerinden bahsetmeden önce yüksek gerilim tesislerinde ve sistemlerinde yer alan elemanların neler olduğunu bilmek güvenliğin hangi noktalarda gerekli olabileceğini bilmek açısından önemlidir. Yüksek gerilim elemanlarını ise aşağıdaki şekilde gruplandırmak mümkündür:

- a) İletkenler
- b) Elektrik Direkleri
- c) Trafo Merkezleri
- d) Kesiciler, ayırıcılar, izolatörler, parafudrlar, röleler, fiderler vb.

İLETKENLER

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğine göre iletken, gerilim altında olup olmamasına bağlı olmaksızın bir hava hattının mesnet noktaları arasındaki çıplak ya da yalıtılmış örgülü ya da tek tellerdir.

Her seviyede elektrik iletiminde olduğu gibi yüksek gerilim iletiminde de iletkenler kullanılmaktadır ancak burada söz konusu olan yüksek gerilim olduğu için iletkenlerin önemi biraz daha fazladır. Enerji taşıma hatlarında kullanılan iletkenlerin hem enerji taşınması ve hem de mekanik b akımdan uygun seçilmesi gerekmektedir. İletkenler, gerekli esnekliği sağlamak ve askı noktalarında oluşan titreşimler nedeni ile zedelenmeleri ve ayrıca iletkenin yorulmasını ve kopmasını önlemek bakımından spiral şeklinde sarılmış örgülü olarak yapılırlar (şekil 5).



Şekil 5: İletim Kablosu

Spiral şeklinde örgülü yapılmış iletkenlerde her bir damarın yüzeyinde meydana gelen kir ve oksit tabakası nedeni ile akım damardan damara değil, spiral olarak sarılmış örgünün içinde

akar. Bu bakımdan örgülü iletkenlerin elektriksel hat sabitlerinden direnç ve endüktansları dolayısıyla endüktif reaktansları aynı kesit ve cinsteki iletkenlere nazaran daha büyüktür. Endüktans artışını azaltmak için katlardaki damarlar birbirini izleyen katlarda ters yönde spiralleştirilir. Örgülü iletkenlerde genel olarak ortada bir damar bulunur ve bu damarın etrafına diğer damarlar oluşturulur.

Enerji taşıma hatlarında, daha yüksek gergi ile direkler arasına gerebilme imkânı olması, bakıra nazaran hafif oluşu, alüminyum iletkenlere nazaran ise ağırlığında fazla bir artış olmayışı ve fiyatının da bakır ve alüminyum iletkenlerden düşük olması gibi nedenlerle, çelik özlü alüminyum iletkenler kullanılır. Bu iletkenlerin yapısında ortada çelik damarlardan yapılmış bir göbek ve etrafında alüminyum damarlardan oluşmuş bir ya da daha fazla tabakadan oluşan bir kılıf vardır. (1)

Enerji iletim hatlarında iletkenler ölçmeli germe yolu ile çekilirler. Nakil hatlarının çekimi sırasında derin vadilerin haricindeki kısımlarda iletim hattın belli bir çapı kadar (154 kV için 7,5 m), 50 cm'yi geçen bitkiler budanır.

İletkenlerin çekilmesi sırasında çizilmelerine, oyulmalarına, yere düşmelerine, yerde sürünmelerine, keskin bükülmelerine veya başka nedenlerle hasara uğratılmalarına izin verilmez. İletkenler, hasara uğramamaları ve temas ettiği kimyasal zeminde korozyona uğramamaları için makaralar üzerinde çekilirler. Büyük kesitli iletkenler ise çekme makinaları ile çekilirler. (6)

ELEKTRİK DİREKLERİ

Direkler, gerilim altındaki iletkenleri, izolatörler üzerinde, yerden ve birbirinden belirli uzaklıkta havada tutmak için kullanılırlar.

Direkler işlevlerine göre (taşıyıcı, durdurucu, nihayet, ayırım direkleri) dörde ayrılırlar. (7)

Taşıyıcı direkler, işlevleri yalnızca iletkenleri taşımak olan direklerdir. Taşıyıcı direklerde iletkenler mesnet izolatörlere bağ teliyle kayar olarak veya askı zincir izolatörlere bağımsız olarak doğrudan bağlanır.

Durdurucu direkler, işlevi yine iletken taşımak olan direklerdir. Durdurucu direklerde iletkenler mesnet izolatörlere bağ teliyle sıkı olarak veya gergi zincir izolatörlere bağımsız olarak doğrudan bağlanır. Hava hattı durdurucu direkler arasındaki bölümlerden kuruludur. İletkenler

durdurucu direkler arasında çekilir ve gerilirler. Durdurucu direkler arasındaki açıklık ve bu açıklıkta kullanılan taşıyıcı direklerin sayısı, iletkenlerin çekildiği ve gerildiği makine, aygıt veya düzeneğin çekme gücüne bağlıdır. Durdurucu direklerin bir başka işlevi de aradaki taşıyıcı direklerin devrilmesi ve iletkenlerin kopması durumunda, iletkenlerin durdurucu direklerde durdurularak diğer açıklıkların bundan etkilenmesini önlemektir.

Nihayet direkleri, hava hattının başında ve sonunda kullanılan direklerdir.

Ayırım direkleri, ana hattın bir veya daha çok hattın ayrıldığı yerlerde kullanılan direklerdir.

Direkler yapıldıkları malzemeye ve yapılarına göre 3 türdür.

1. Ağaç direkler
2. Demir direkler
 - a. Boyalı ve galvanizli kaynaklı demir direkler
 - b. Galvanizli civatalı demir direkler
3. Betonarme direkler
 - a. Santrifüj (SBA) direkler
 - b. Vibre betonarme (VBA) direkler

Ülkemizde sıklıkla SBA direkler, kaynaklı demir direkler ve civatalı demir direkler ender olarak da ağaç direkler kullanılmaktadır.

Direk hesaplarında göz önüne alınacak kuvvetler:

- Düşey kuvvetler: Direk ve travers ağırlıkları ile izolatör, iletken donanımı ve ek yüklerden oluşur. Ek yükler; buz yükü ve montaj yükü varsayılır. Montaj yükü, iletkenin konsol ya da traverse bağlandığı yerde 100kg. olarak alınır.
- Yatay kuvvetler: Rüzgar yükü ve iletken çekme kuvvetidir.

Direklerin Topraklanması

İletim hattının tüm direkleri birbirinden bağımsız olarak kesinlikle topraklanır. Direk

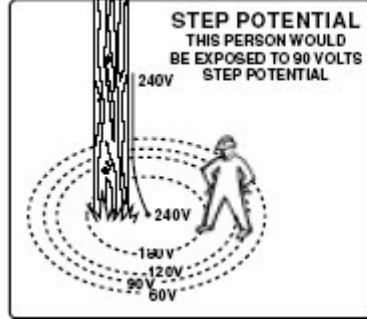
topraklaması direğin kenarından 0 – 30 m yarıçapındaki alan içinde, en küçük topraklama direncini sağlayacak yer ve yönde yapılır. (6)

Hava hatlarında bir izolatörün elektriksel olarak delinmesi ya da izolatör direnci üzerinden direğe gerilim atlaması ile meydana gelen toprak akımı, direk temelinden ya da topraklama elektrotundan toprağa akar. Homojen olan toprakta, topraklama elektrotu civarında bu akım derinliğe doğru da olmak üzere bütün yönlerde yayılır. (1)

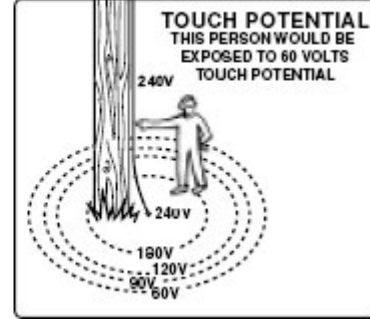
Adım Gerilimi

Bir insan ya da hayvan şekil 6.a'daki gibi topraklama mevkiine yürürse bazı şartlar altında tehlikeli bir gerilim canlıyı etkileyebilir. Bu durumda toprakta bulunan gerilim nedeniyle canlı vücudundan bir akım geçecektir. Adım gerilimi toprak akımı ve direğe olan uzaklıktan başka toprak özgül direncine ve adım genişliğine de bağlıdır.

Canlının tehlikeye düşmesi adım geriliminin yüksekliğinden değil, canlının vücudundan geçen akım nedeniyledir. (1)



(a)



(b)

Şekil 6: (a) Adım Gerilimi (b) Dokunma gerilimi

Topraklamanın bu tür etkilerinden kaçınmak için topraklama hesaplarının iyi yapılarak uygulanması gerekmektedir.

TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ

Transformatör merkezleri genel olarak bir veya birden fazla yüksek gerilim iletim hattından enerji alan ve bu enerjiyi genellikle orta ve alçak gerilim ile müşteri fiderlerine dağıtan

cihaz topluluğunun bulunduğu yerdir. Transformator merkezleri 3 şekilde gruplandırılabilir: (8)

1. Direk tipi transformatorler
2. Açık yer tipi trafo merkezleri
3. Bina tipi trafo merkezleri

Direk Tipi Transformatorler

Direk tipi trafolar, iletim hatlarında gelen orta gerilimi tüketicilerin kullanabileceği alçak gerilime düşüren ve direklerin üzerine monte edilen trafolardır (şekil 7).

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 bakımlarının kolay ve gövdeye kaçak olma olasılığı çok düşük olması nedeniyle beton direkler daha çok tercih edilmektedir. Bu tip trafolar 400 kVA'ye kadar kurulur.

Trafo direğinde ayırıcı ve kumanda kolu, parafudr, izolatörler ve korkuluk bulunur. Ayırıcı kolu, direk tipi trafo merkezlerinde kullanılan ayırıcıları açma ve kapama işlemi için kullanılır. Yetkili kişi ayırıcıyı açmak istediğinde kolu çekmesi yeterlidir. Korkuluklar ise direklere insan, hayvan veya tırmanabilecek canlıların tırmanmaması için direğin gövdesine monte edilen parçaya denir.



Şekil 7: Direk tipi transformator

Direk tipi trafoların montajında dikkat edilmesi gerekenler:

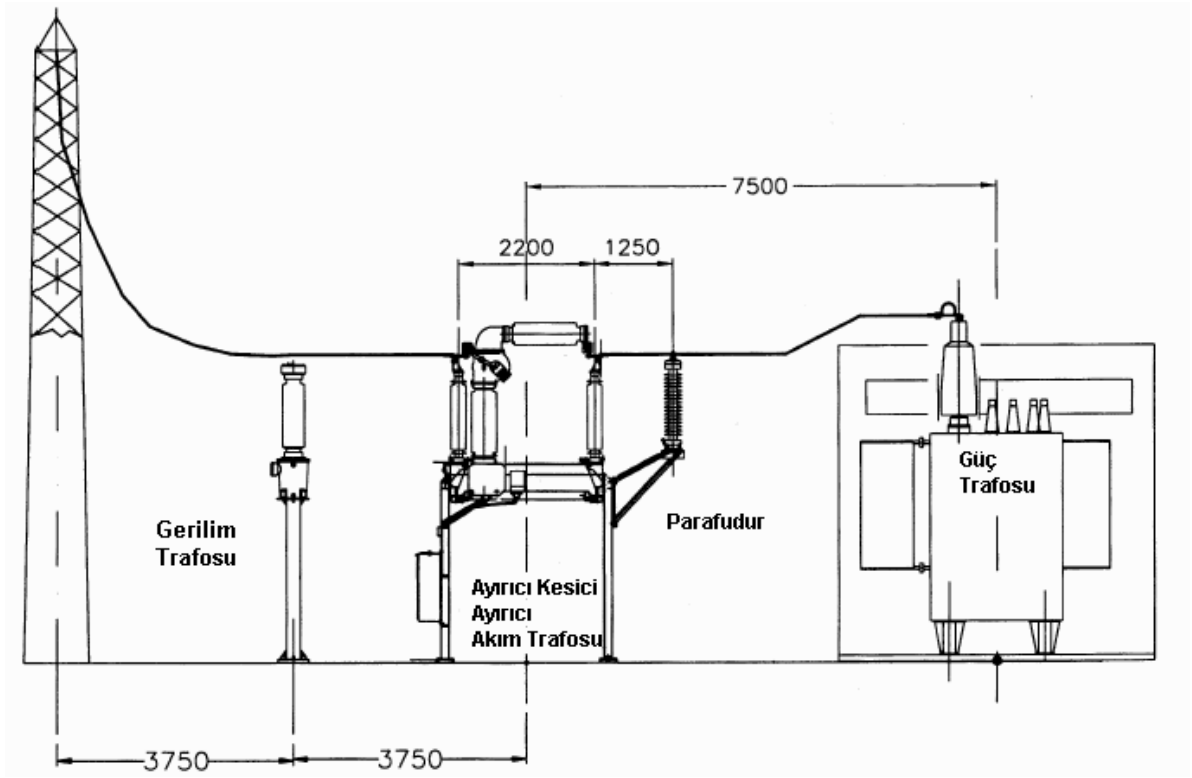
- Montaj yapılacak yer yüksek bir yer olduğundan önce güvenlik tedbirleri alınmalıdır.
- Önlük giyilmelidir.
- Emniyet kemeri, baret ve eldiven kullanılmalıdır.
- Kaynak işlemi yapılacaksa gözün rahatsız olmaması için gerekli koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Montaj işlemine yalnız gidilmemelidir.
- Kullanılacak kaldırma malzemeleri trafo ağırlığını kaldırabilecek özellikte olmalıdır.
- Trafoyu kaldırma ile kaldırmadan önce kancaların düzgün takılıp takılmadığını bir daha kontrol edilmelidir.
- Trafo kaldırılırken, trafonun kaldırılacak alan içinde malzeme ve canlı olmadığına dikkat ediniz.
- Kaldırıcı kullanırken dikkatli olunmalıdır. Yavaş yavaş kaldırılmalıdır.
- Yerleştirilme işlemi bittikten sonra vidaların montajında vidalarda gevşeklik kalmamalıdır.

Açık Yer Tipi Transformatör Merkezleri

Açık yer tipi transformatör merkezleri, gerilimlerin büyüklüğü sebebiyle açık havada bir alana yerleştirilmişlerdir. Bu tip trafo merkezleri genellikle şehir merkezlerinin dışına kurulur ancak zamanla nüfusun ve yerleşim alanlarının içinde kalmışlardır.

Açık yer tipi trafo merkezi malzemelerinin yerleştiği alan 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 sahali olarak tesis edilir.

Açık yer tipi trafo merkezlerinde güç trafoları, kumanda elemanları, koruma elemanları, izolatörler, bara düzenekleri, ölçü aletleri, ölçü trafoları, dağıtım panoları ve yangından koruma düzenleri kullanılır. Kumanda elemanları olarak ayırıcılar ve kesiciler; koruma elemanları olarak da sigortalar, parafudrlar, kuşkonmazlar, kesiciler, topraklı ayırıcılar, koruma iletkeni, topraklama ve koruma röleleri kullanılır (şekil 8).



Şekil 8: Trafo Merkezinde Elemanların Yerleşimi

Açık şalt sahalı trafo merkezleri bir kumanda binası, orta gerilim elemanların bulunduğu bina ve açık şalt sahasından oluşmaktadır. Bu tip trafo merkezlerinde emniyet ve güvenlik tedbirleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- 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.
- Yangına karşı gerekli yangın bildirim tesisatı kurulur.
- Açık hava tesisleri görevli olmayan kimselerin giremeyeceği biçimde kilitli olarak yapılmalıdır.
- 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 uyarı levhaları takılmalıdır.
- Doğrudan doğruya zemine konulan aygıtların dış çite olan uzaklığı küçük olamamalıdır.
- Tesis gerilimsiz duruma getirilmeden şalt alana girilmemelidir.

Trafo merkezine enerji giriş ve çıkış şekillerinde aşağıdakiler hususlar bulunmaktadır.

- Trafo merkezinde kullanılan her kesicinin önüne ve arkasına bir ayırıcı yerleştirilmektedir.
- 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.
- Direklerle taşınan enerji iletim hattı ilk önce durdurucu direklerle trafo merkezi şalt sahasındaki akım trafosuna bağlanır, bu bağlantıdan sonra ayırıcıya oradan kesiciye bağlanır. Kesiciden alınan iletim hattı ayırıcıya oradan da güç trafosuna bağlanır.
- 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.
- 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.
- Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda kabloların içinden geçirileceği çelik borular kullanılmalıdır.
- 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.

- 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. (8)

Bina Tipi Transformator Merkezleri

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 400 kVA 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. (14)

Bina tipi trafo merkezlerinde emniyet ve güvenlik konusunda aşağıdaki hususlardan söz etmek mümkündür.

- Bu tip trafo merkezleri kapalı alan oluşturdıklarından dolayı sadece kapısının güvenli bir şekilde kapalı olması gerekir.
- Bölümlerin, yeter büyüklükte, basınca dayanıklı, menteşeli, dışa doğru açılan ve kilitlenebilir kapıları bulunmalıdır.
- Kapılar burulma, eğilme 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, 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:
 - Ölüm tehlikesi levhası
 - Tehlike ve yaklaşmanın yasak olduğunu belirten uyarı yazısı

ile gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

- OG Anahtarlama, transformatör ve AG dağıtım bölümlerinin içerisi ayrı ayrı aydınlatılmalıdır. Aydınlatma için, AG panosundaki 220 V.AA gerilimle şarj edilen kuru tip akü-redresör grubu tarafından beslenen özel aydınlatma lambaları kullanılmalı ve ait olduğu bölümdeki anahtarla kumanda edilmelidir.
- Akü- redresör grubu, AA gerilim kesildiğinde bütün lambalar (iç aydınlatma lambaları ve arıza gösterge lambaları) yanarken en az 4 saat süreyle besleme yapabilecek kapasitede olmalıdır.
- Köşkün havalandırma sisteminin tasarımında; çevre sıcaklığı ve güneş ışıını gibi dış etkenlerle mahfaza içerisindeki transformatör, cihazlar, baralar, kablolar ve akım taşıyan diğer bölümlerdeki güç kayıpları nedeniyle meydana gelecek sıcaklık artışları dikkate alınmalıdır.
- Hücrede oluşan ısıyı, doğal soğutma yoluyla dışarıya atabilmek için transformatörün altında ve üstünde yeterli büyüklükte havalandırma açıklıkları bulunmalıdır.
- Trafo binasının belirlenen yerlerine gerekli fan takılarak hava akışı sağlanabilir.
- Yangın söndürme malzemeleri bir köşede hazır bulundurulmalı ve gerekli zamanlarda kontrol sağlanmalıdır. Duman dedektörleri ile yangın bildirim tesisi kurularak oluşabilecek yangın için tedbir alınmalıdır.
- Trafo yağından dolayı oluşabilecek yangın için bölüm içerisinde bir yangintüpi bulundurulmalıdır.
- Trafo merkezlerinde gerekli kontroller ve bakım onarım için yapılan gerekli müdahalelerde personelin orta gerilime karşı korunması için yalıtım amacı olarak izole halı (şekil 9) ve izole sehpa (şekil 10) kullanılmalıdır.
- İzole halı, OG kapalı şaltlarda, hücrelerde ve panoların bulunduğu yerlerde yapılacak çalışmalarda toprakla yalıtılarak çalışanın güvenliğini sağlayan güvenlik malzemesidir. Üst düzeyi kaymayacak şekilde ve yalıtkan (kauçuk, poliüretan vb.) malzemelerden imal edilmiş en az 1 m genişliği olan halıdır.
- Halıların 3 mm kalınlıkta olanları 30 kV'luk, 4 mm kalınlıkta olanları 40 kV'luk test gerilimine dayanıklı olmalıdır.

- Halılarda üretim hatası olarak, hava kabarcığı, yırtık, çatlak, iplik dokuma vb.
- Halılar ısıya, neme ve aside karşı dayanıklı olmalıdır.



Şekil 9: İzole Halı

- İzole Sehpa, OG Şalt tesislerinde gerilim altında yapılacak operasyonlarda, toprakla, çalışan arasında yalıtkanlık sağlayan güvenli malzemesidir. Sökülüp takılabilir veya sabit 4 ayağı bulunan 50x50 cm veya 60x60 cm'lik platformdur. Sehpanın platformu ve ayakları tamamen yalıtkan malzemeden imal edilmelidir.
- Sehpanın her parçası ısıya, neme ve suya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Tek parça olmayan sehpa için platform ve ayakların montajında kesinlikle iletken malzeme (çivi, vida) kullanılmamalıdır.
- Sehpa işletme geriliminin iki katı yalıtıma sahip olmalıdır.
- Sehpanın üzerine çıkıldığında neresine basılırsa basılsın dengesi bozulmamalıdır.
- Sehpanın yere basan uçlarına kaymayı önleyecek şekilde yalıtkan pabuçlar giydirilmelidir.
- Sehpa 85 kg'lık bir insanı taşıyacak sağlamlıkta olmalı ve maksimum ağırlığı da 5.5 kg'ı geçmemelidir.



Şekil 10: İzole Sehpa

Topraklama

Topraklanması istenen makinenin, cihazın veya tesisin toprak ile iletken bir bağlantı sağlanmasına yarayan elemanına topraklama elektrotu veya sadece topraklayıcı denir. Topraklayıcılar genellikle suni olarak yapılırlar bazı özel hallerde tabii topraklayıcılardan yararlanılır. 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 taktirde topraklayıcı, zemin suyu ile temas etmelidir. Buna karşılık topraklayanın doğrudan doğruya göl veya nehir suyuna konması uygun olmaz. Zira bu sulara 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.

İşletme Topraklaması Yapma:

Elektrik tesislerinde işletme araçlarının aktif kısımlarının topraklanmasına işletme topraklaması denir (şekil 11). 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.



Şekil 11: İşletme Topraklaması Bağlantısı

Koruma Topraklaması Yapma:

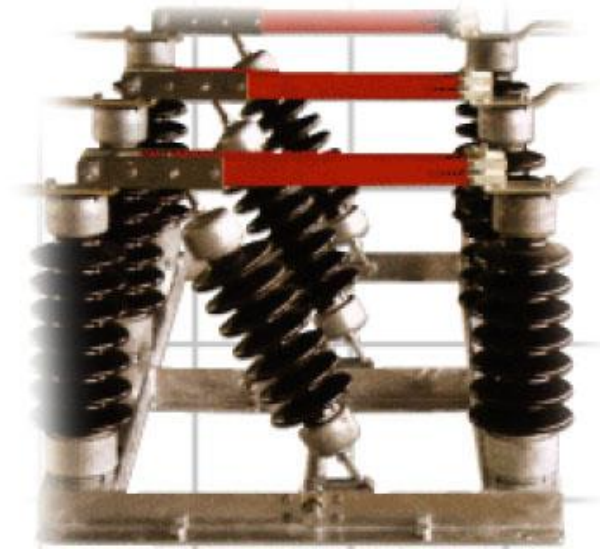
Canlıları tehlikeli temas ve adım gerilimlerine karşı korumak amacı ile tesislerin işletme akım devresine ait olmayan, fakat yalıtım hatası veya ark tesiri ile gerilim altına girebilen ve canlıların temas edebileceği iletken kısımlarını toprağa bağlamak için yapılan topraklama tesislerine "koruma topraklaması" denir. Elektrik tesislerinin, makinelerin ve cihazların işletme akım devresi ile ilgili olmayan madeni gövdeleri ve muhafazaları, daima tesisi kullanan kişiler tarafından temas edilebilir durumdadır. Bunun gibi iletken kısımları, gerilim altında bulunan tesis kısımlarının altında bulunduklarından, 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. Koruma topraklaması, temas ve adım gerilimlerine karşı korumadır. Koruma topraklaması sadece canlıların hayatını korumak için gerçekleştirilir. (8)

Ayırıcılar

Ayırıcı, kontaklarının açık veya kapalı olduğu fiziksel olarak gözle görülebilen yüksüz devreleri gerilim altında açıp kapatmaya yarayan basit tipten bir kesme organıdır (şekil 12). Amacı, garanti edilen şartlarda sistemi ayırmak ve bağlamaktır. Sistemde gerilim arındaki

tarafından herhangi bir çalışma yapılan tarafa (revizyon veya tamir) atlama olmayacağını garanti etmelidirler. Ayırıcılar gerilim altında ancak akım çekilmediği durumlarda kullanılabilirler. Kapalı durumda iken kısa devre akımlarının elektrikli ve mekanik etkilerine dayanacak şekilde tasarlanmışlardır. Elle kumandalı ve mekanik kumandalı mekanizmaya sahip tipleri vardır. Görevlerine göre bazı ayırıcılar aşağıdaki şekilde örneklenebilir;

- Hat ayırıcısı: Enerji nakil hatlarının başında veya hat sonunda bulunan ayırıcılardır.
- Bara ayırıcısı: Bara kesicisi ile bara arasında bulunan ayırıcıdır.
- Topraklama ayırıcısı: Gerilim altında bulunmayan elektrik devrelerinin toprakla irtibatını sağlar.
- Bara bölümleyici ayırıcı: Aynı gerilimli baraların birleştirilmesinde veya ayrılmasında kullanılan ayırıcılardır.



Şekil 12: Ayırıcı

Ayırıcılarda, kontaklarında kötü temas sonucu bazı olaylar meydana gelmektedir. Bu olaylar şöyledir:

- Küçük arklar başlar
- Bu arklardan dolayı kontaklar oksitlenir ve buna bağlı olarak kontak direnci artar.

- Kontak direncinin artmasıyla arkın şiddeti büyür
- Aşırı ısınmadan dolayı kontak baskı yayları gevşer
- Kontakların gevşemesi arkı artırır ve ayırıcının harap olmasına neden olur

Bu nedenle ayırıcıların gerilim kesmede kontaklarını koruyan tertipler vardır. Yardımcı kontaklar ve ark boynuzları bunlardandır. Bu tertipler, meydana gelecek arkın yolunu uzatıp tutuşma gerilim değerini arttırıp arkın sönümlenmesini ve kontakların arktan dolayı tahrip olmasını önlemektedir. (9)

Kesiciler

Kısa devre dahil olmak üzere, her türlü yük altında açma ve kapama yapan sistem elemanlarına kesici denilmektedir. (9) Kesiciler yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. (10) Alçak gerilimin üstündeki gerilim kademelerinde elektrik devreleri (kesildiğinde) açıldığında meydana gelen arkın çok kısa bir sürede sönümlendirilmesi dolayısıyla devrenin enerjisiz hale getirilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için kesiciler geliştirilmiştir. Kesiciler hem ark söndürme hem de çok hızlı hareket etme özelliğine sahiptirler.

Bir kesicinin görevi kapalı durumda devreden güç akışını sağlamak, açık durumda ise güç akışını engellemektir. Bu iki görevden ilkinin kontak elemanları arasında iyi bir temas oluşturarak, ikinci görevi ise kontak elemanlarını ayırarak elektriksel olarak yerine getirir. Kesiciden bu iki görevin gerektiği anda tam olarak yerine getirilmesi beklenir. Uzun süre kapalı kalmış bir kesiciden birdenbire devreyi açmasını istemek ona ağır bir görev yüklemek demektir. İşte kesicilerin gerçek görevleri bu durumda ortaya çıkmaktadır. Çünkü yüksek gerilimde, elektrik geçerken devreyi açmak veya kapatmak doğacak arktan dolayı hem zor hem de tehlikelidir (şekil 13). (11)



Şekil 13: Yüksek gerilim kesicisi

Ark esas itibariyle bir gaz deşarjıdır (şekil 14). Kesiciler bunların meydana gelmesiyle zorlanır. Eğer ark önlenemez ise kesiciler görevlerini yapamaz. Çünkü ark bir elektrik akımıdır. Kontakların açılmasından sonra eğer bunlar arasındaki gerilim 300 volttan küçükse, ark meydana gelmeyebilir. Akımı kesmek için mutlaka arkı söndürmek gerekmektedir. Bunun içinde en çok kullanılan yol ark yolunun uzatılmasıdır. Ark uzayıp inceltilir ve bunun sonucunda arkın direnci artar. Böylece ark akımı düşer, ark sıcaklığı azalır ve arkın enerjisi iyonize olayını devam ettirebilmek için yetersiz kalır.



Şekil 14: Kesici açma işleri sırasında oluşan ark

Kesicilerin yapısında bulunan ark söndürme bölümleri, kontakların birbirinden ayrıldığı, arkın meydana geldiği ve söndürüldüğü bölümdür. Görevleri arkın söndürülmesini kolaylaştırmak ve etkilerini azaltmaktır.

Kesicilerde aranan özellikler;

- Açma anında meydana gelen arkı süratle söndürmeli
- Peş peşe açma ve kapama yapmalı
- Süratli olarak açma ve kapama yapmalı
- Kontakları nominal akımları ısınmadan, kısa devre akımlarını ise kısa bir süre taşıyabilmelidir.

Kesici açmalarına daha çok geçici arızalar neden olmaktadır. Elektrik enerjisinin sürekli ve kesintisiz istenmesi, kesicinin herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan tekrar kapanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle kesicilerin tekrar kapanması kapama cihazları ile gerçekleştirilir.

Kesiciler, koruma mekanizmasında nihai noktadır. Koruma sistemi, arıza inbarını değerlendirir ve kesiciye kumanda verir. Arızanın giderilmesi, yani arıza akımının kesilmesi ve arıza noktasının gerilimsiz bırakılması kesiciye ait bir görevdir. Kesicinin hatalı çalışması veya hiç görev yapmaması şebeke korumasında ciddi güçlükler çıkarır. (9)

Kesiciler ark söndürme prensiplerine göre sınıflandırılırlar.

1. Havalı kesiciler: Bu tip kesicilerde kesicinin kumandası ve arkın söndürülmesi yüksek basınçlı hava ile yapılır. Basınçlı havanın temini için hava kompresörleri, yüksek basınçlı havanın depolanması ve dağıtılması için hava tankı ve boru tesisatı gibi ilave teçhizata ihtiyaç duyarlar. Bu kesiciler çok yüksek gerilim, akım ve açma kapasitesinde imal edilebilirler, arkı kısa sürede söndürebilirler. (10)
2. Tam Yağlı Kesiciler: Bu kesiciler fazla izolasyon yağına ihtiyaç duyarlar ve yangın tehlikeleri fazladır. Bu nedenle günümüzde çok fazla kullanılmamaktadırlar ancak eski tesislerde halen mevcut bulunmaktadır.
3. Az yağlı kesicilerde işletme yönünden önemli bir husus, yağının belli açma-kapama sayısından sonra sık aralıklarla veya zaman zaman mutlaka değiştirilmesi gerekmektedir. Bu kesicilerde kullanılan izolasyon maddesi izolasyon yağıdır. Ark söndürme prensibi ise şöyledir; yağın içinde kapalı bulunan kontak elemanlarının açılması ile meydana gelen ark civarında bulunan yağ buharlaştırarak mühim bir

kısmını gaz haline getirir. Bu şekilde meydana gelen gaz ve buhar tanecikleri arkın etrafında bir küre meydana getirir. Bu küre içinde sıcaklık dereceleri birbirinden farklı olan bölgeler oluşur. En içteki ark çekirdeği en sıcak bölgedir (10.000°C 'de). Onun dışı gaz zarfını oluşturur. Daha sonra dışarıya doğru sırayla buhar bölgesi, buhar kabuğu bölgesi gelir ve yağ tabakasıyla sona erer. Yağın buharlaşması sırasında meydana gelen gaz buhar karışımı yağ yüzeyine çıkarken arkı da beraberinde sürükler. Bu sürüklenme hücre içindeki plakalar yardımıyla yapılır. Buhar ve gaz karışımı arkın etrafında girdap şeklinde dönerek arkın çapını küçültür. Hem girdap etkisi hem de ark yolunun uzatılmasıyla sönmeye kolay bir şekilde yapılır.

4. SF6 Gazlı Kesiciler: Son yıllarda büyük kullanım alanı bulmuş olan yeni bir tip kesicidir. Hacimlerin küçük olması nedeni ile kapalı mekanlarda kullanılmaktadır. Kesicilerin çalışma prensibi sabit basınçtaki SF6 (sülfür hekza florür veya kükürt hekza florid) hareketli kontaktaki piston vasıtasıyla sıkıştırılarak ark üzerine üflenmesi ve arkın koparılması esasına dayanır. SF6 gazının yalıtım özelliğinden dolayı kontaklar arası açılma mesafesi çok küçülür. SF6 gazlı kesicilerde ark söndürme hücresi SF6 gazıyla doldurulmuştur. Açma-kapama mekanizması ise yaylı veya çeşitli elektromekanik sistemler olabilir. (11)

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 (şekil 15). (8)

Hava hatlarında işletme güvenliği ve sürekliliği büyük ölçüde hattın yalıtımına bağlıdır. İzolatörler iletkenleri taşımak, iletkenleri birbirlerine ve metal kısımlara karşı yalıtım amacıyla kullanıldıklarından, elektriksel ve mekanik olarak zorlanırlar. Bu nedenle, izolatörlerde elektriksel atlama ve delinme olmamalı, mekanik zorlamalara dayanmalıdır.

İzolatör malzemesi sırlı porselen veya sertleştirilmiş camdır. Porselen izolatörlerin dış yüzeyi kahverengi veya beyaz renkte sırlanmıştır. Sır, izolatörlere cam gibi parlak koruyucu bir yüzey sağlayarak nem emmesini ve kir birikmesini, dolayısıyla kaçak akımların oluşmasını önler.

Yüksek gerilim izolatörlerinde aranan özellik kıvılcım, ark veya delinme olmaması, izolatörün mekanik ve elektromekanik kırılma yüküne dayanmasıdır. Elektriğin, izolatörün yüzeyinden ani ve kesintili olarak atlaması veya sıçraması kıvılcım şeklinde olur. Elektrik akışı sürekli olursa ark baş gösterir. İzolatörün yalıtkanlığı yetersize, izolatörün içinden izolatör demirine doğru boşalma olur ve bu, izolatörün delinmesine yol açar. İzolatörün yüzey kaçak yolu uzun yapılarak toprağa kaçak akımların oluşması önlenir. (6)



Şekil 15: İzolatör Örneği (12)

Parafudrlar

İlerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

Sigortalar

Yüksek gerilim şebekelerinin herhangi bir noktasında meydana gelen arızanın, arızalı işletme elemanın üzerindeki koruma elemanı tarafından arızanın diğer kısımlara yansımaları önleyerek daha büyük arızaların meydana gelmesini önler. (8)

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 halde kuş pislikleri izolatörleri kısa devre ederek toprak arızasına sebep olurlar. (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.

Trafo merkezlerinde ve enerji iletim hatlarında kullanılan koruma rölelerin çeşitleri:

- Sekonder aşırı koruma rölesi
- Diferansiyel koruma rölesi
- Toprak kaçağı koruma rölesi
- Bucholz rölesi
- Mesafe rölesi
- Isı kontrol rölesi

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.

- Akım Trafosu

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

- 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. (8)

İzolasyon Yağları

İzolasyon yağları, reçine, parafin ve hidrokarbon yağlardır. İzolasyon yağlarının amaçları; iletkenlerde elektrik yüklenmelerinden dolayı meydana gelen ısıyı dağıtarak soğutmayı sağlamak, dielektrik dayanıklılığı yüksek olduğundan elemanlar arasında izolasyon görevi yapmak, meydana gelen elektrik arklarını söndürmek ve elektrik makinalarındaki izole maddeler ve elemanlar arasında dolgu vazifesi görüp onların kirlenmesini ve rutubet almasını önlemektir. (13)

Baralar

Baralar elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilmesinde kullanılan teçhizat ve malzemelerin birbirleri ile irtibatlarını sağlayan iletkenlerdir. Bara malzemeleri işletme gerilimine ve akımına ve de bulunduğu ortama göre seçilirler. Bara malzemeleri bakır ve alüminyumdan olmak üzere lama, boru ve iletken şekillerinde yapılırlar. (9)

Yangından Koruma Düzeni

Trafo merkezlerinde yangın tehlikesini oluşturabilecek makinelerden birisi transformatörlerdir. Bir de eski trafo merkezlerinde bulunan yağlı kesiciler yangın tehdidi oluşturmaktaydılar. 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. (8)

Yüksek ve orta gerilim elektrik tesislerinin ve dolayısıyla kişilerin de güvenliğinin sağlanması amacıyla kurulan bu teçhizatların, hem kurulumu hem de bakım-onarımı sırasında yine iş güvenliği önlemlerinin alınması gerekmektedir.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu çalışma; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM) İstatistik, Piyasa Gözetimi ve Denetimi Daire Başkanlığı bünyesinde, 11.06.2004 tarih ve 25489 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan, İSGGM İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcılığı ve Uzmanlığı Atama, Görev ve Çalışma Yönetmeliği’ ne göre hazırlanmıştır.

Çalışmada, elektriğin yüksek ve orta gerilim kademelerinde iletimi işlerinde iş güvenliği ile ilgili hususlara değinilmiş, özellikle Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın sorumluluk alanına giren Kişisel Koruyucu Donanımlar hakkında da bilgi verilmiştir.

Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Güvenliği konusu hem İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünü hem de Türkiye Elektrik İletim A.Ş’yi ilgilendiren bir konu olması nedeniyle, iki kurum arasında bir koordinasyon kurulmuştur. TEİAŞ’ın iş güvenliği konusunda yapmış olduğu yayınlardan büyük ölçüde faydalanılmıştır. Bunların haricinde iletim hatları mühendisliği ile ilgili yayınlardan da katkı yapılmıştır.

BULGULAR

ELEKTRİK TESİSLERİNDE KORUMA SİSTEMLERİ

İzolasyon

Elektrik devrelerinde iletkenlerin fazlar arası veya faz-toprak teması yalıtkan malzemelerle önlenir. Yüksek gerilim devrelerinde kullanılan yalıtkan malzemelerin uygulanan gerilimde yalıtım yapabilme özelliğine izolasyon, bu özelliği sağlayan katı, sıvı, gaz veya bunların karışımı olan maddelere izolasyon maddeleri denir.

İzolasyon özelliğinin kaybolmasına neden olan gerilim değerine izolasyon seviyesi denir. İzolasyon seviyesi kV ile ifade edilir. Örneğin 6 kV'lık bir işletme geriliminde 60 kV'lık bir izolasyon gerekmektedir.

İzolasyon maddeleri imal edildiklerinde istenen şartları yerine getirirse de zamanla çeşitli nedenlerden dolayı izolasyon özelliği zayıflar veya tamamen kaybolur. İzolasyonu bozan nedenler aşağıda belirtilmiştir:

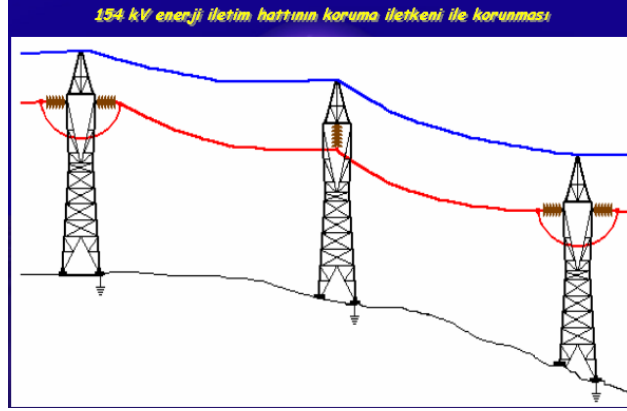
- a) Sıcaklık: Her izolasyon malzemesi belirli bir sıcaklık değerine kadar özelliğini korur. Bu sıcaklık değerinin üzerine çıkıldığında izolasyon özelliği kısmen veya tamamen bozulur ve kısa devreye neden olur.
- b) Eskime: İzolasyon malzemelerinin belirli kullanım zamanı vardır. Bu zaman aşıldığında izolasyon seviyesi azalmaya başlar. Aşırı akım, aşırı ısınma, aşırı gerilimler, rutubet, basınç, bakımsızlık ve kirlenme eskimeyi hızlandıran yani izolasyonun ömrünü kısaltan nedenlerdir.
- c) Aşırı Gerilimler: İzolasyon seviyesini aşan gerilimler, izolasyonun bozulmasına neden olur. Aşırı gerilimler dış aşırı gerilim ve iç aşırı gerilim olmak üzere iki şekilde oluşur. Dış aşırı gerilim, bulutla toprak arasında elektron alışverişi olan yıldırımın oluşturduğu aşırı gerilimdir. İç aşırı gerilimler, açma-kapama manevraları, faz-toprak kısa devreleri gibi işletme sırasında meydana gelen olaylardır. Enerji iletim ve dağıtım hatlarında hat kopması, kesici açması, sigortanın atması gibi olaylar iç aşırı gerilim oluşmasına neden olurlar.
- d) Dış Etkiler: Atmosfer şartları, sürtünme, aşındırma, çarpma gibi nedenlerdir.

Örneğin; deniz kenarına yakın tesislerde izolatörlerin üzerinin tuzla, sanayi bölgelerinde kurum ve kimyasal maddelerle, çimento fabrikalarına yakın bölgelerde ise çimento tozu ile kaplanması... (14)

Aşırı Gerilim Korumaları

Enerji hatlarında oluşan aşırı gerilimlere karşı önlemler alınmaktadır. Koruma iletkeni, ark boynuzu ve parafudrlar bu önlemlerdendir.

1. Koruma iletkeni: Enerji iletim hatlarında ve şalt sahalarında dış aşırı gerilimin (yıldırım darbe geriliminin) izolasyon malzemelerine zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan bir koruma elemanıdır (şekil 16). Direk tipine bağlı olarak tek veya çift olarak kullanılan koruma iletkeni her direkte topraklanmalıdır. Yıldırım yoğunluğu fazla olduğu yerler hariç 36 kV'a kadar olan hava hatlarında toprak (koruma) iletkeni kullanılmayabilir.



Şekil 16: Koruma İletkeni

2. Ark Boynuzu: Aşırı gerilimlerin etkisinden buşing, izolatör gibi izolasyon maddelerinin zarar görmesini önler (şekil 17).



Şekil 17: Ark Boynuzu

Ark boynuzları arasındaki izolasyon seviyesi sistem izolasyonundan daha düşüktür. Aşırı gerilim meydana gelmediği sürece ark boynuzları arasındaki izolasyonu hava sağlar. Aşırı gerilim meydana geldiğinde ise ark boynuzları arasındaki hava delinir ve deşarj olayı ark olarak gerçekleşir (şekil 18). Arkın oluşmasına neden olan aşırı gerilim ortadan kalkmasına rağmen, ark boynuzları arasındaki ark işletme geriliminde de devam eder ve faz-toprak kısa devresine neden olur. Bu durumda, ark boynuzları 154 – 380 kV gibi çift yönlü beslenen enerji iletim hatlarında kullanılmış ise enerji iletim hattının her iki tarafındaki kesiciler mesafe koruma röleleri tarafından açılır. Ark boynuzları 6,3 – 34,5 kV gibi tek yönlü beslenen enerji dağıtım hatlarında kullanılmış ise enerji dağıtım hattının başındaki kesici Toprak Koruma rölesi tarafından açtırılır.



Şekil 18: Yüksek Gerilim Ark Boynuzu Deneyi (15)

İşletme gerilim değerlerine göre ark boynuzu mesafeleri Tablo 2’de verilmiştir:

Tablo 2: İşletme gerilimine göre ark boynuzu mesafeleri

Ark Boynuzu Mesafeleri							
İşletme Gerilimi (kV)	6	10	15	30	60	150	380
Ark Boynuzu Açıklığı (cm)	6	8,6	11,5	22	40	83	230

Ark boynuzu mesafeleri, deniz seviyesinden 1000 m yükseltiye kadar geçerlidir. Yükseltinin artması nedeniyle havanın delinme gerilimi düşer ve ark boynuzlarının daha erken deşarj yapmasına neden olur. Bu nedenle rakımın 1000 m’nin üzerinde olan tesislerde ark boynuzu mesafeleri her 100 m’de %1,5 artırılır.

3. Parafudr: Aşırı gerilimlerin zararlı etkilerine karşı kullanılan koruma elemanıdır. Aşırı gerilim anında gerçek bir kısa devre gibi davranarak enerjinin çok büyük bir kısmını toprak hattına iletirler. Bu sebeple parafudrlar en kısa yoldan toprağa bağlanmalıdırlar. Parafudr izolasyon seviyesi ark boynuzu ve sistem izolasyonundan daha düşüktür. Parafudrlar her üç fazda, faz-toprak arasına ve korunacak teçhizatın en yakınına bağlanır (şekil 19), topraklama direnci 1Ω ’un altında olmalıdır. (14)

Parafudrlarda, işletme geriliminde direnç değerinin çok yüksek olmasına rağmen aşırı gerilim sözkonusu olduğunda düşer ve dirençsiz bir iletken konumuna düşerek enerjinin rahat boşalmasını sağlar. Boşalma bitmeye yakın zamanda gerilim değeri düştükçe kullanılan malzemenin yapısından dolayı gerilim düşmesine karşın direnç değeri yükselir. (13)



Şekil 19: Parafudr

Parafudrlar genellikle seri ark aralıkları, değişken dirençler, basınçlı gaz veya kuru hava, basınç dengeleme yayı, porselen veya polimer muhafazadan meydana gelir. (14)

Parafudrun dayanabileceği yıldırım şoku sayısı (20 şoktan 1 şoka kadar) yıldırımdan dolayı meydana gelen akımın değerine göre azalır. Bu sebepten dolayı parafudr seçimi yapılırken mutlaka bir bölgede yıldırımdan dolayı meydana gelebilecek yüksek akımın değeri ve yıldırım düşme sıklığı göz önünde bulundurulmalıdır. (16)

Parafudrlar, jeneratör çıkışları, güç trafolarının giriş ve çıkışları, güç trafolarının yıldız noktaları, enerji iletim hatlarının hat başı ve sonu, enerji dağıtım hatlarının hat başı ve sonu, yer altı kablo giriş ve çıkışlarında kullanılır (şekil 20).



Şekil 20: 34,5 kV Parafudr Bağlantısına Örnek

Parafudr seçiminde parafudr gerilim değerine dikkat edilmesi gerekir. Gerilim değerinin yüksek seçilmesi deşarjın erken kesilmesine neden olur sistem izolasyonu için sakıncalıdır, gerilim değerinin düşük seçilmesi de deşarjın geç kesilmesine neden olur ki bu da parafudrun patlamasına neden olabilir. (14)

İşletmedeki bir parafudrun topraklama iletkeni üzerinde bir çalışma yapılacaksa, parafudr deşarjı sırasında bu iletken üzerinde tehlikeli seviyelerde gerilim olabileceği göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle böyle bir çalışma için parafudr ayrıca iyi bir şekilde topraklanmalı ve çalışma yapılacak topraklama iletkeni parafudrdan sökülmelidir.

Arızalı ve şüpheli parafudrlarda, hasara uğradığından şüphelenilen parafudrlar dikkatli bir şekilde sökülmeli ve taşınmalıdır, zira tehlikeli derecede yüksek basınçlı gaz birikimi olabilir.

Parafudrların yapısındaki maddelerde ısınma ve maddelerin ayrışmasından dolayı gaz sıkışmasına neden olunacağından arızalı parafudrlar taşınırken ve demonte işlemleri sırasında çok dikkat edilmelidir. (13)

Aşırı Akımın Oluşumu ve Etkileri

Normal işletme şartları içinde güç transformatörleri belirli bir direnci olan devreleri beslerler. Bu durumda trafolardan çekilen akıma işletme akımı, güç trafosu etiketinde belirtilen, nominal güce karşı gelen trafonun primer ve sekonder tarafındaki akımlarına nominal akım denir.

Fazların birbiri ile veya toprakla temas etmesi durumunda devrenin toplam direnci azalarak kısa devre meydana gelir. Devrenin toplam direncinin azalması trafo sargılarından çekilen akımın artmasına neden olur.

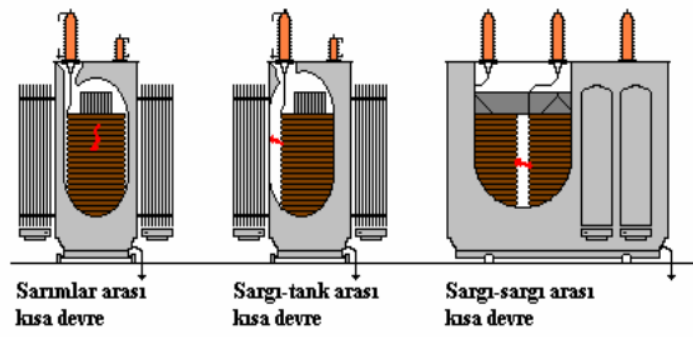
Nominal akımın 1,2 katına kadar olan akım değerlerine maksimum akım veya müsaade edilebilir işletme akımı, bu değerin üzerindeki akım değerlerine de aşırı akım denir. (10)

Tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anı da dahil olmak üzere, en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluşmasına, yangın çıkmasına, ya da tesislerin zarara uğramasına engel olacak biçimde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.

Her koruma elemanı hemen önündeki işletme elemanının korunmasını sağlayacak şekilde, bu elemanın anma değerlerine göre ayarlanmalı, gerekirse daha sonraki işletme elemanları için de yedek koruma görevi görebilmelidir.

Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akıma karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ve kesicilerle yapılır. (7)

Aşırı akımın meydana gelme sebepleri iç arıza veya dış arızalar olabilir. Dış arızalar, güç transformatörünün dışındaki devrelerde oluşan arızalardır ve faz-faz kısa devresi, faz-toprak kısa devresi, dengesiz yüklenme gibi arızalar sözkonusudur. İç arıza olarak da güç transformatörünün içinde oluşan sarımlar arası kısa devre, sargı-toprak kısa devresi nüve arızaları sayılabilir (şekil 21).



Şekil 21 : Güç transformatörü iç arızaları

Sistem arızalarından oluşan aşırı akımlar, teçhizat üzerinde termik ve dinamik olmak üzere iki önemli etkiyi meydana getirir. Termik etkide, üzerinden akım geçen iletken ısındığı için, trafo sargıları ve diğer teçhizatlardan kısa devre akımları çekildiğinde sıcaklıkta da bir artış olur. Meydana gelen sıcaklık sargı ve sistem izolasyonunda zorlanmalara neden olur. Üzerinden akım geçen iletkenlerin etrafında manyetik alan meydana getirir.

Üç fazlı sistemlerde, fazlar arasındaki açı farkından dolayı, fazların meydana getirdiği manyetik alanların yönü ve şiddetine göre alanlarında dengeli bir itme-çekme kuvveti mevcuttur. Güç trafosu sargılarından kısa devre akımları çekilmesi sonucu manyetik alanlar arasındaki denge bozulur. Kısa devre akımı geçen sargıdaki manyetik alanın büyümesi ve frekansa bağlı olarak yönlerinin değişmesi sargılar arasında büyük güçlü itme-çekme kuvvetlerini meydana getirir. Bu da sargı, nüve, trafo tanklarında şekil bozulmalarına ve sargı izolasyonunda ezilmelere neden olur.

Güç trafoları, işletme sırasında ortam sıcaklığı ve çekilen işletme akımından dolayı ısınır. Güç trafolarının maksimum akımın üzerindeki akımlarda yüklenmesi ve ortam sıcaklığının artması, yağ ile sargılarda aşırı ısınmaya sebep olacağından izolasyonda bozulmalar meydana gelir. Güç trafolarının nominal akımın üzerindeki akım değerlerinde çalıştırılması ancak soğutma sistemleri kullanılarak mümkündür. Güç trafolarında soğutma sistemlerinin kullanılma amacı; sargı dirençlerini düşürerek güç trafolarını daha fazla güçte yüklemek, izolasyon direncinin artmasını sağlamak, yağ ve sıcaklıklarını kontrol altında tutmaktır. (14)

Trafolar test edilmeden önce aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Trafo primer ve sekonder bağlantıları sökülmalıdır. Çünkü bara devresine bağlı diğer elemanlar test sonuçlarını etkiler ve doğru sonuç alınamaz.
- Açık yüzeylerde birikebilecek yüklenmelere karşı test edilecek terminaller topraklanarak deşarj edilmelidir.
- Trafo tankı topraklanmalıdır. Herhangi bir gerilim tehlikesi anında tankın toprağa bağlı olmaması nedeniyle kesiciler koruma görevini yapamaz ve testçiler tehlikeye maruz kalır.
- Test edilecek teçhizata yakın enerjili teçhizat bulunmamalıdır.
- Yağışlı havalarda 0 °C'nin altında %70 nemin üstünde test yapılmamalıdır. Çünkü bu değerlerde izolasyon değeri etkilenir ve yanlış sonuçlar elde edilebilir.
- Teçhizatın havayla temas eden izoleli ve bağlantı yerleri temiz olmalıdır. (13)

Fider Korumaları

Fider, bir merkez barasından bir müşteri veya müşteriler grubuna enerji taşımaya yarayan hat veya kablounun bağlı bulunduğu teçhizattır. Fider korumaları, baradan birden fazla fiderin beslenmesi durumunda kullanılır ve 2 şekilde yapılır; fider aşırı akım koruma ve fider toprak koruma. Bu fider korumalarının kullanılma amacı; arızalı fiderin servis harici olmasını sağlamak, baradan beslenen diğer fiderlerin arızadan etkilenmesine engel olmak, fiderin beslediği güç trafosundaki termik ve dinamik zorlanma süresini asgariye indirmek, fiderdeki diğer teçhizatların termik ve dinamik zorlanma süresini asgariye indirmek şeklinde sıralanabilir.

Fider aşırı akım koruma tertibatı, aşırı yüklenme ve faz-faz kısa devrelerine karşı kullanılan koruma tertibidir. Ayrıca topraklı devrelerde, faz-toprak kısa devrelerine karşı artçı koruma olarak kullanılabilir. Fider aşırı akım koruma, fider akım trafolarından beslenen korumadır. Fider aşırı akım röleleri belirli bir çalışma akımına ve zamanına ayarlıdır. Fiderde aşırı yüklenme veya faz-faz kısa devresi meydana geldiğinde röleden geçen akım, röle başlatma akımının üzerine çıkar ve röle çalışır. Fider aşırı akım röleleri kontağını kapattığında, sistemde bulunan alarm çalar, kumanda panosunda “fider aşırı akım” ışıklı sinyali çıkar ve fider kesicisi açar. Fider toprak koruma ise fiderdeki faz-toprak kısa devreleri için kullanılan bir koruma tertibidir. (14)

Güç Trafosu Korumaları

Enerji iletim ve dağıtım sistemlerinde kullanılan korumaların amacı, beslendikleri güç kaynaklarını korumaktır. Bu amaçla trafonun gerilim ve güç değerlerine göre farklı yapı ve prensiplerde çalışan korumalar kullanılmaktadır.

Güç trafosuna ait dış korumalar;

- Trafo aşırı akım koruma (çıkış aşırı akım – giriş aşırı akım koruma)
- Trafo toprak koruma
- Yağ seviye koruma

Güç trafosuna ait iç korumalar;

- Tank koruma
- Termik koruma
- Diferansiyel koruma
- Gaz röleleri ile koruma

Dış korumaların kullanılma amacı, arızalı fiderlerin servis harici olmasını sağlamak, baradan beslenen diğer fiderlerin arızadan etkilenmesine engel olmak, fiderin beslediği güç trafosundaki termik ve dinamik zorlanma sürelerini asgariye indirmek, fiderdeki diğer teçhizatların termik ve dinamik zorlanma süresini asgariye indirmektir.

İç korumaların kullanılma amacı, termik ve dinamik zorlanmaların güç trafosu sargılarında meydana getirdiği hasarın büyümesine engel olmak, arızalı güç trafosunun servis harici olmasını sağlamaktır.

Trafo Aşırı Akım Koruma:

Güç trafolarının giriş ve çıkışlarında, akım trafoları arasındaki bölgelerde kısa devrelere ve trafonun aşırı yüklenmesine karşı korunmak amacı ile yapılır. Trafo giriş ve çıkış aşırı akım rölelerinin başlatma akımları, güç trafosu primer ve sekonder akımlarının genellikle %20'sine eşittir. Trafo giriş ve çıkış aşırı akım röleleri kontaklarını kapattığında; korna çalar, kumanda panosunda trafo giriş veya trafo-çıkış aşırı akım sinyali çıkar ve trafo giriş ve çıkış kesicileri açar. Trafo giriş ve çıkış aşırı akım röleleri aynı anda başlatma almış olsa bile giriş aşırı akım rölelerinin zaman ayarları daha uzun olduğu için öncelikle çıkış aşırı akım rölesi çalışır. Ancak çıkış aşırı akım röleleri çalışmaz veya çıkış kesicisi açtırılmaz ise giriş röleleri çalışır.

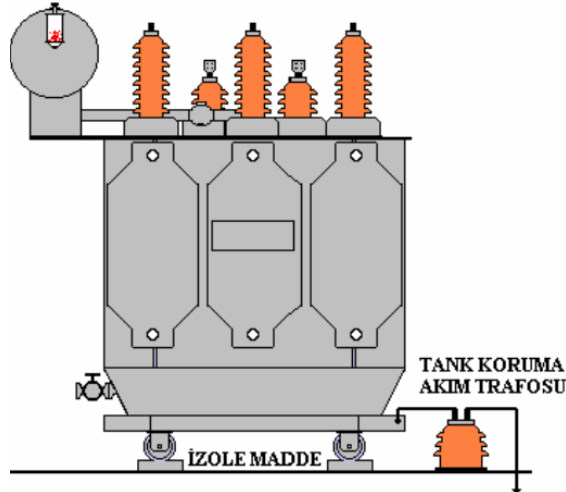
Yağ Seviyesi Koruma:

Güç trafolarında kullanılan yağlar, izolasyon ve soğutma amacıyla kullanılır. Güç trafosunun herhangi bir noktasından yağ kaçağı oluşması veya trafo yükü ile birlikte ortam sıcaklığının ani düşmesi, rezerve yağ tankındaki yağ seviyesinin düşmesine neden olur ve yağ seviye koruma rölesi çalışır. Bu durumda yapılması gereken kontroller çevre sıcaklığı, sargı ve yağ sıcaklıkları, yağ seviyesi, güç trafosu üzerindeki yağ kaçak noktalarıdır.

Yağ seviye rölesi, yağ rezerve tankının alt bölümüne yerleştirilir ve rölenin kontağı kapandığında kumanda panosunda hem sesli hem ışıklı uyarı gözükür.

Tank Koruma:

Güç trafosunun enerjili kısımları ile tank-toprak arasındaki kısa devreleri tespit etmek için kullanılan korumadır. Tank koruma rölesi, trafo tankının topraklandığı iletken üzerinden akım trafosuna sekonderine bağlanır (şekil 22).



Şekil 22: Tank koruma

Rölenin sağlıklı çalışabilmesi için trafo tankı ile toprak arasında, topraklama iletkeni dışında başka bir bağlantı bulunmamalı ve trafo tankı topraktan izole edilmelidir.

Trafonun enerjili kısımları ile tank-toprak arasındaki kısa devrede, topraklama iletkeni dışında başka bir bağlantı bulunmamalı ve trafo tankı topraktan izole edilmelidir.

Trafonun enerjili kısımları ile tank-toprak arasındaki kısa devrede, akım trafosu primerinden geçen arıza akımı, sekonderindeki tank koruma rölesini çalıştırır.

Tank koruma rölesi kontağını kapattığında korna çalar, kumanda panosunda tank koruma ışıklı sinyali çıkar, güç trafosu giriş ve çıkış kesicileri açar, genel açma rölesi çalışır ve trafo giriş-çıkış kesicilerinin kapama devrelerini kilitler.

Tank koruma rölesini çalıştıran arızalar:

- Giriş veya çıkış buşinglerinin çatlaması veya kırılması
- Giriş veya çıkış sargılarında tank kısa devresi
- Buşingler üzerindeki ark boynuzlarının deşarj yapması
- Soğutma sistemlerine ait bir fazın trafo tankına temas etmesi
- Tank ile toprak arasındaki izole maddelerin özelliğini kaybetmesi.

Tank koruma rölesinin çalışması ile servis dışı olan güç trafosu gerekli test ve kontroller yapılmadan servise alınmamalı, arıza yetkililere bildirilmeli ve talimata göre hareket edilmelidir.

Termik Koruma:

Güç trafolarında sıcaklık artışının sebebi çevre sıcaklığı ve aşırı yüklenmelerdir. Trafolarda, yağ ve sargı sıcaklıklarının tespit edilmesi ile bu sıcaklıkların belli bir değerde tutulması için Termik Koruma kullanılır. Termostat koruma olarak da bilinen termik koruma, trafoda sıcaklığın sınırlandırılması amacıyla kullanılabileceği gibi iç arızada hasarı sınırlandırmak için de kullanılır. Bu özelliği ile trafo iç korumalarından biridir.

Sıcaklık, izolasyonun bozulma nedenlerindendir. Güç trafolarında kullanılan izolasyon maddelerinin sınıfına göre çalışma sıcaklığı farklı değerlerdedir.

Güç trafolarının, izolasyon maddelerinin en yüksek devamlı çalışma sıcaklığını aşan sıcaklık değerlerinde uzun süre çalıştırılması, izolasyon maddelerinin izolasyon özelliğinin azalmasına dolayısıyla güç trafolarının ömrünün azalmasına neden olur.

Termik koruma, yağ ve sargı sıcaklığına göre 2 şekilde uygulanmaktadır.

Yağ sıcaklığı ile korumada, güç trafosunda yağ sıcaklığının ölçülebilmesi ve bu sıcaklığın belirli bir değerin üzerine çıkması halinde koruma işleminin yapılabilmesi amacıyla termik röle kullanılır. Bu sistemde ölçme elemanlarına 2 adet kontak ilave edilmiştir. Kontaklar, sinyal ve açma devreleri için kullanılmıştır.

Termik röle sinyal kontağını kapattığında korna çalar, kumanda panosunda termik alarm ışıklı sinyali çıkar.

Termik röle sinyal devresi çalıştığında; güç trafosu yükü, ortam sıcaklığı, röle üzerinden yağ ve sargı sıcaklıkları, soğutma fanları, yağ sirkülasyon pompaları, radyatör vanaları, radyatörler ve buşingler ve yağ seviyelerinin kontrol edilmesi gerekir.

Sargı sıcaklığına göre koruma, güç trafosu sargı sıcaklığının ölçülmesi ve bu sıcaklığın belirli bir değerin üzerinde çıkması halinde koruma işleminin yapılabilmesi amacıyla kullanılır.

Diferansiyel Koruma:

Diferansiyel koruma, güç trafosunun primer ve sekonder akım trafolarından alınan akımların karşılaştırılması prensibine dayanır. Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için güç trafosunun primer ve sekonder akımlarının röleye eşit olarak gelmesi gerekir. Güç trafosunda meydana gelebilecek bir arızada röle terminallerindeki akımlar arasında fark oluşur ve bu da diferansiyel akım rölesinin çalışmasını sağlar.

Güç trafosunun primer ve sekonder akım değerleri birbirine eşit değildir. Rölede karşılaştırma yapılabilmesi için bu akım değerlerini dengelemek üzere dengeleme akım trafosu kullanılır.

Diferansiyel röle kontağını kapattığında korna çalar, kumanda panosunda diferansiyel koruma ışıklı sinyali çıkar, güç trafosu giriş ve çıkış kesicileri açar.

Diferansiyel röleyi çalıştıran koruma bölgesi içindeki teçhizatlar;

- Güç trafosu giriş ve çıkış akım trafoları
- Güç trafosu giriş ve çıkış parafudrları
- Güç trafosu giriş ve çıkış buşingleri ile üzerindeki ark boynuzları
- Giriş akım trafosu ile güç trafosunun buşingi arasındaki bağlantı iletkeni, bara ve kablolar
- Güç trafosu
- Çıkış akım trafosu ile güç trafosunun buşingi arasındaki bağlantı iletkeni, bara ve kablolar

Diferansiyel rölenin çalışması ile servis dışı olan güç trafosu gerekli test ve kontroller yapılmadan servise alınmamalı ve arıza yetkililere bildirilmelidir.

Gaz Röleleri ile Koruma:

Gaz trafosunun içerisinde enerjili kısımların kendi arasında ve enerjili kısımlarla tank-toprak arasında kısa devrede arıza akımı izolasyon maddelerini yakarak gaz oluşumunu sa lar. Ayrıca ısı karşısında ya ın yapısı de i erek genleşme meydana gelir. Gaz röleleri ile yapılan koruma bu amaçlara yöneliktir. Trafo ya ında meydana gelen de i imlerden faydalanılarak, çeşitli yapı ve prensibe göre çalışan mekaniki röleler kullanılmaktadır. Bu r eler, bucholz ile basınç röleleridir. (14)

Enerji İletim Hattı Korumaları

Mesafe Koruma:

Mesafe koruma röleleri, hat gerilimi ve hat akımı bilgisine göre çalışan empedans tipi yönlü rölelerdir. Enerji iletim hatlarındaki faz-faz ve faz-toprak kısa devre arızaları için kullanılır.

İletim hattında meydana gelen kısa devrelerde arıza akımları çok yüksek değerlerdedir. Jeneratörler, g   trafoları ile kısa devre akımının geçtiği diğer teçhizatların zarar görmemesi ve sistemin tümünde enerjinin kesilmemesi için arızalı hattın belirlenerek anında servis dışı bırakılması sağlanır. Seçicilik, arızalı hattın her iki tarafındaki en yakın kesicilerin açtırılması ile mümkündür.

Elektrik sistemlerinde bu korumanın sağlanması mesafe koruma röleleri ile gerçekleştirilir.

Aşırı Akım Koruma:

Kısa devre akımlarının elektrik teçhizatı üzerinde iki tür zararlı etkisi vardır. Mekanik zorlanma ve termik zorlanma. Mekanik zorlanma sadece akımın genliğine bağlıdır, termik zorlanma ise hem akımın genliği hem de arıza süresine bağlı olarak artar. Bu zorlanmalara karşı sistemi korumak için aşırı akım röleleri kullanılır. İletim hattında herhangi bir arızadan dolayı aşırı akımın oluşması durumunda, aşırı akım röleleri devreye girer ve kesicilerin açılmasını sa lar. (14)

Titreşim Söndürücüler:

Hava hattı iletkenleri belirli rüzgar koşullarında, önemli zararlara yol açan, değişik frekanslarda ve biçimlerde mekanik titreşimlerin etkisi altında bulunurlar. Titreşim nedeniyle aşağı ve yukarı devinen iletkenin zamanla yorulmasıyla iletken telinde kırılmalar baş gösterebilir. Titreşimlerin daha kuvvetli olması durumunda, demet iletken tutucuları ve bunların bağlı bulundukları noktalar aşırı zorlanabilir ya da iletkenlerin birbirine çarpması söz konusu olabilir.

Hava hatlarının tasarımında titreşimlerin olumsuz etkilerini aza indirebilmek için her tür iletken titreşimi göz önünde tutulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Olumlu titreşim davranışları nedeniyle çok malzemeli ağır iletkenler yeğlenir. Alüminyumdan yapılmış olan hafif malzemeli iletkenler titreşime yatkındır. Bu nedenle bu iletkenlerin kullanılmaları, titreşim söndürücü donatıların özenle seçilmesini gerektirir. Titreşim söndürücülerin yeri olarak askı takımlarından yaklaşık 1,5 m uzaklık genelde uygun olarak görülür. (6)

Uyarı Küreleri:

Uçak, helikopter için gündüz işaretlemesinin yapılacağı hava hatlarında uyarıma küreleri kullanılır (6). Uyarı küresi 1 mm kalınlığında alüminyum levhadan yapılır (şekil 23).



Şekil 23: Uyarı Küresi (17)

İletim Hatlarının Tasarımında Dikkat Edilen Hususlar:

- Hava hatlarında iletkenler arasında alınması gerekli, elektrik kuvvetli akım tesisleri yönetmeliğinde belirlenen en küçük uzaklıklara dikkat edilmelidir.
- Konsol ve travers boyları ile bunlar arasındaki uzaklıklar hesaplanırken iletken salınım diyagramları göz önünde bulundurulacaktır iletkenlerin teması engellenmelidir.
- Bir direkte birbirinin üstünde bulunan iletkenlerden, alttaki iletkenin üzerindeki buz yükünün birdenbire düşmesinden sonra, alttaki iletkenin düşey düzlemde bir sıçrama yapacağı varsayılmalıdır.
- Aynı direk üzerinde bulunan yüksek ve alçak gerilimli iletkenlerin bağlantı noktaları arasındaki düşey uzaklık en az 1,5 m. olacaktır.
- Toprak iletkeni ile faz iletkenleri arasındaki uzaklık, toprak iletkeninin faz iletkenlerini yıldırıma karşı maksimum 30°'lik açı altında koruyabileceği biçimde hesaplanmalıdır.
- Hava hattı iletkenleri ile yanından geçtikleri yapıların en çıkıntılı bölümleri arasında, en büyük salınım konumunda belirli bir yatay uzaklık bulunmalıdır.
- Yüksek gerilim hatları, hatlara rastgele dokunmayı önleyecek önlemler alınmak koşulu ile elektrik işletme yapılarına tespit edilebilir.
- Elektrik kuvvetli akım tesislerinin civarlarındaki diğer tesislere olan yaklaşım mesafeleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- Alçak ve yüksek gerilimli demir direklere zeminden en az 4 m. yükseklikte ve gerilimli bölüme 3 m.den daha fazla yaklaşmayacak bir tırmanma engeli tesis edilmelidir.
- Ayrıca yüksekliği 50 metreyi geçen hatlarda gündüz işareti ve 80 metreyi geçen hatlarda gündüz ve gece işareti bulundurulması zorunludur.

Her tip yüksek gerilim direğine zeminden en az 2,5 m. yükseklikte ve kolayca sökülmeyecek biçimde bir ölüm tehlike levhası takılacaktır. Yalnızca beton direkler üzerine gömme ya da yağlı boya ile çıkmayacak biçimde ölüm tehlikesi işareti yapılabilir. (7)

YÜKSEK GERİLİM İLETİM TESİSLERİNDE ÇALIŞMALAR SIRASINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Tesislerde yapılacak bakım-onarım çalışmaları sırasında çalışanların hayatının korunması açısından mutlaka alınması gereken önlemler aşağıdaki şekildedir.

- Gerilimin kesilmesi: Bakım ve onarım yapılacak yere enerji sağlayan tüm kesicilerin açılması ve bunlara ait ayırıcılar ile ayırma işleminin emniyet altına alınması gerekir.
- Tekrar gerilim verilmesinin önlenmesi: Gerilimin kesilmesi için açılmış olan kesici ve ayırıcıların bir başkası tarafından yanlışlıkla kapatılmasını önlemek üzere gerekli önlemlerin alınmış olması gerekir. Bu maksatla, bu aygıtların varsa tahrik ve kumanda kilitleme düzenleri kilitlenebilmeli, aygıtların üzerine "kapamak yasaktır", "hat üzerinde çalışılıyor" gibi yazılar asılmalıdır. Bu önlemler, örneğin kesicilerin kapanmasını önleyici anahtarlı kilitleme düzeninin anahtarının yetkili kişi tarafından alınması ile de daha emin şekilde sağlanabilir.
- Çalışılacak yerde gerilim olmadığının kontrolü: Tesislerin bir bölümünde çalışma yapmak için gerilimin kaldırılması gerekiyorsa, devre kapama ve açmalarının belirli bir zamanda yapılacağını bildirmek yeterli değildir. Çalışılacak yeri besleyen tüm kesicilerin açılmış olmasına rağmen söz konusu tesis bölümünün gerilim altında olup olmadığı gerekli ölçü veya gösterge cihazları ile denetlenmeli ve denetleyen kimse gerilim olmadığı kanısına vardıktan sonra çalışmaya başlanmalıdır. Üzerinde çalışılacak bir tesisin gerilim altında olmadığının saptanmasında, devresi kesildikten sonra ölçü aygıtlarının göstergelerinin geri gitmesi, anahtarı kapatılan lambaların sönmesi, ya da transformatör gürültülerinin kesilmesi gibi özelliklere güvenilmemelidir. İş bittiğinde çalışanların tehlikeyle karşılaşmayacaklarına kesinlikle inanıldıktan sonra tesisler gerilim altına alınmalıdır.

- Çalışılan bölüme yakın yerlerde, işletme esnasında gerilim altında bulunması gerekli başka bölümler varsa, bu bölümlerdeki gerilimli kısımlara dokunmayı önleyecek önlemler alınmalıdır. Örneğin bir anahtarlama hücresi içinde çalışılırken, kesici açıldığı halde, tesisin diğer bölümlerinde işletmeye devam edildiği için, baralarda gerilim bulunabilir. Bölmelendirilmemiş hücrelerde, hücre içine, hücre kapısı kapalı iken sokulmuş bulunan bir ayırma plakası ile bu koruma önlemi alınmış olmalıdır. Böyle bir önlem alınamıyorsa, baraların gerilimlerinin mutlaka kesilmesi gerekir. Bara bölümü bölmelendirilmiş bir hücrede bu ilave önleme gerek yoktur.
- Kısa devre etme ve topraklama: Gerilimi kesilmiş yüksek gerilim tesislerinde çalışılacaksa, çalışılacak bölüm önceden topraklanmış olan bir düzenek üzerinden kısa devre edilecektir. İşletmelerin sorumlu kimseleri, iş süresince çalışanların tehlikeyle karşılaşabileceği hiçbir devre kapama işlemi yapılmamasını sağlayacaktır. Kısa devre ve topraklama, ancak bütün çalışmalar bittikten ve bunları yapanların hepsine haber verildiği kesin olarak öğrenildikten sonra kaldırılabilir.
- Topraklama ve kısa devre etme işi, çalışma yapılan yerin yakınında ve olabilirse burası ile akım kaynakları arasında yapılacaktır. Topraklama ve kısa devre etme düzenleri, yapılan çalışmalardan dolayı ve çalışma süresince hiç kaldırılmayacak biçimde tesis edilmelidir. (7)

Genel Kurallar

Elektrik iletim hatları ile ilgili yapılan bütün çalışmalarda dikkat edilmesi gerek kuralları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Her türlü güvenlik tedbirleri alınmadan herhangi bir işe girişmemelidir.
- Kişiler, görev veya çalışma güzergahı haricindeki iş yeri ünitelerine izinsiz girmemelidir.

- Yetkili amirin bilgisi dışında tehlike uyarı levhaları ile kartların yerleri değiştirilmemelidir.
- Ünite dahilinde ve çalışma sahasında uyarı ve tehlike levhalarına kesinlikle uyulmalıdır.
- Bütün çalışmalar tesis, işletme ve bakım talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.
- Üzerinde bakım-onarım yapılan kısımların altında, güvenlik tedbiri alınmadan bulunulmamalıdır.
- İş elbiseleri makinaların çalışan kısımlarına girecek veya takılacak şekilde bol ve yırtık olmamalıdır.
- Koruyucu tertibatın kaldırılmasını gerektiren hallerde; bakım ve onarım işlerinin yapılabilmesi için makine durduktan ve onarım işlerinden sorumlu olanlardan izin alındıktan sonra koruyucu tertibat kaldırılmalı ve onarım işlerinden sorumlu kişi, onarılan makine, cihaz veya tesisatın çalışmasına izin vermeden önce koruyucu tertibatın uygun şekilde tekrar yerlerine konulup konulmadığını kontrol etmelidir.
- İşyerlerinde tesisat durdurulmadan yapılması gereken bakım ve onarım işleri, yetkili amir gözetiminde ve güvenlik tedbirleri alınarak yapılmalıdır.
- Yapılan bütün bakım-onarım-işletme çalışmalarında, yapılacak iş güvenliği tedbirleri teyide (kayda) bağlanmalıdır.
- Gezici ekiplerde sabit iş güvenliği ve ilk yardım malzemeleri her an kullanmaya hazır halde bulundurulmalıdır.
- Gelip geçmeye engel olan çalışma yerlerinde şerit ve ikaz levhaları ile gerekli emniyet önlemleri alınmalı, gerektiğinde ilgili kuruluşlarla işbirliği yapılmalıdır.
 - Özellikle yollarda yapılacak çalışmalarda uygun yerlere üzerinde “ÇALIŞMA VAR” yazılı levhalar asılmalıdır.
 - Trafığın bir müddet için kesilmesi gerektiğinde, kırmızı bayraklı bir işaretçi bulundurulmalıdır.
 - Geceleri kırmızı bayraklar, ışıklı işaretlerle değiştirilmeli ve levhaların okunaklı durumda kalmaları sağlanmalıdır.

- Çalışmalara başlamadan önce, üzerinde çalışılacak tesisatı enerjilemesi için muhtemel olan, her gerilimdeki kesici ve ayırıcıların açık durumda olmaları sağlanmalı ve çalışma süresince bu durumu koruyacak önlemler alınmalıdır.
- İhtiyaç görülen hallerde kumanda mekanizmalarına ait beslemenin (elektrik veya basınçlı hava vb) kesilmesi, kilitlenmesi sağlanmalı ve kesicilere ait özel basınçlı hava tankları boşaltılmalıdır. (5)

Yaklaşma Mesafeleri

Gerilim altındaki iletkenler için azami yaklaşma mesafelerine dikkat edilmelidir. Azami yaklaşma mesafeleri

50 - 3.500	volt arası	30 cm
3.500 - 10.000	volt arası	60 cm
10.000 - 50.000	volt arası	90 cm
50.000 - 100.000	volt arası	150 cm
100.000 - 250.000	volt arası	300 cm
250.000 - 450.000	volt arası	450 cm

olarak verilmektedir. (5)

Kazaların Önlenmesi

Tesislerde kazaların önlenmesi amacıyla aşağıdaki tedbirler alınmalıdır:

- Haberleşme imkânı olmayan tesis, işletme, bakım, onarım, laboratuvar ve test işlerindeki çalışmalarda en az iki kişi bulunmalıdır.
- Elektrik tesisatındaki tüm değişiklikler yetkili amirin onayından sonra yapılmalıdır.
- Teçhizatla yapılacak çalışmalarda kullanılan araç gereç ve aletlerin bu işi yapmaya uygun ve güvenli olmasına dikkat edilmelidir.

- Üç fazlı sistemlerde yapılacak çalışmadan önce ve sonra faz sıraları ve fazların doğru bağlandığından emin olunmalıdır.
- DA sistemlerinde (+) ve (-) potansiyel uçların doğru bağlanmasına dikkat edilmelidir.

Elektrikli El Aletleri

Tesislerde yapılan çalışmalar sırasında, elektrikli el aletlerinin kullanımında aşağıdakilere dikkat edilmelidir:

- Elektrikli el aletlerinin madeni gövdeleri gerilim verilmeden önce mutlaka topraklanmalıdır.
- Portatif elektrikli el aletlerinin küçük gerilim ile veya bir güvenlik trafosundan beslenmeleri şarttır. Bunların temin edilmediği veya mecbur kalındığı durumlarda (doğrudan şebekeden beslenmeleri halinde);
 - İzole eldiven giyilmeli
 - İzole ızgara üzerinde çalışılmalı
 - Uygun topraklama yapılmalıdır. (5)

Orta Ve Yüksek Gerilim Şalt Tesisleri

- Orta ve yüksek gerilim tesislerine görevlilerin dışındaki şahısların girmesi yasaktır. Ancak diğer şahısların tesislere girmesi özel izinle, görevli bir elemanın kontrolünde ve kişisel koruyucu kullanmaları ile mümkün olacaktır.
- Stanka ile manevra yapılması gereken ayırıcıların manevralarında mutlaka stanka kullanılmalıdır. Gerek stanka ile manevra yapılan ayırıcıların, gerekse mekanik kollu ayırıcıların manevralarında izole eldivenler, baret, izole ayakkabı ve tesisatın özelliğine göre seyyar izole halı veya tabure kullanılmalıdır.
- OG ve YG tesislerinde her türlü çalışmalar aşağıdaki işlemlerden sonra yapılmalıdır.

- Üzerinde çalışılacak teçhizatı gerilimsiz bırakmak için önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalıdır.
- Kesici ve ayırıcıların her fazının teker teker açık olduğu gözle ve uygun araçlarla kontrol edilmelidir.
- OG şalt tesislerinde hücre kapıları ile bara ayırıcıları arasında bir kilit tertibatı olmalıdır. Bu kilitleme tertibatı, fidere ait bara ayırıcıları açılmadan hücre kapısının açılmasını önleyecek şekilde olmalıdır.
- Çalışma yerinde gerilim yokluğunun kontrolü iletkenlerin her biri üzerinde, neon lambalı gerilim kontrol stankası, hat tüfeği ve benzeri özel aletler yardımı ile yapılmalıdır.
- Gerilim yokluğu tespit edilince mahalli topraklama ve kısa devre etme işlemleri, çalışma yerinin mümkün olduğu kadar yakınında ve çalışma yerini besleyebilecek bütün kollar üzerinde yapılmalıdır.
- Bu işlem, enerji kaynaklarından ayrılmış olan hat parçaları üzerinde de yapılmalıdır. Çünkü bu parçalar atmosferik aşırı gerilimler veya endüksiyon tesirinde kalmış olabilirler.
- Topraklama ve kısa devre yapma işlerinde izole eldivenler, baret, izole ayakkabı, izole halı veya izole tabure ile stankalar kullanılmalıdır.
- Topraklama ayırıcısı bıçaklarının hepsinin kapalı olması şarttır.
- Çalışma yeri; levhalar, bayraklar, flamalar, kordonlar, bariyerler vb. işaretlerle sınırlanmalıdır.
- Statik kondansatörlerin bulunduğu yerlerde her işlemten önce kondansatörler boşaltılmalıdır. Boşaltma tertibatı bulunsa bile, kondansatörlerin her hangi bir çalışmadan önce bütün uçlarının topraklanması şarttır.
- O.G. ve Y.G. tesislerinde insanın temas olasılığı bulunan hücre kapısı, kesici şasesi, ayırıcı kolu vb. metal aksamın toprak şebekesi ile irtibatını sağlayan topraklama iletkenlerinin gözle görülen kısmı üzerinden geçiş dirençleri periyodik olarak kontrol edilmelidir.
- İşaret, bayrak, flama, plaka, tehlike uyarı bandı, levha, güvenlik kartları ve benzeri güvenlik malzemeleri ile, kısa devre ve topraklama tertibatı kaldırılmadan tesisat gerilim altına alınmamalıdır.

- Yüksek gerilim şalt sahalarında bulunan kesici ve ayırıcıların hangi fidere ait olduğunu gösterir yazılı levhalar, uzaktan okunabilecek şekilde teçhizatın uygun yerlerine asılmalıdır.
- OG hücrelerinde çalışma bittikten sonra gerekli güvenlik önlemleri kaldırılmalı, korunma kapıları kapatılmalı daha sonra enerji verilmelidir.
- Bir transformatörün yağ seviyesinin kontrolünde kibrit ve benzeri alevli aydınlatma araçları kullanılmamalıdır.
- İşletmede çalışan güç trafoları ve reaktörler gibi teçhizatlarla yağ depolanan tanklarda herhangi bir nedenle araştırma yapmak gerektiğinde gerekli emniyet tedbirleri alınmadan (yağın boşaltılması, tank içerisindeki havanın sirküle edilmesi, gaz maskesi takılması vb.) tank içerisine girilmemeli ve teçhizat üzerinde kaynak yapılmamalıdır.
- Akım ölçü trafoları servisteyken sekonder devrelerinin açık kalmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. (Akım trafolarının sekonderleri beslediği aletler üzerinden kapalı devre edilememelidir.)
- Gerilim ölçü trafolarının sekonderleri, bağlı herhangi bir alet yoksa uçları açık bırakılmalıdır.
- Transformatör merkezlerindeki OG sigortaları, ancak ayırıcı açıldıktan ve gerilimi kesildikten sonra sigortanın her iki tarafında gerilim bulunmadığı kontrol edilmeli ve daha sonra orijinali ile değiştirilmelidir.
- Gerilimi kesmek mümkün olmayan hallerde sigorta değiştirmek zorunda kalınırsa, sigorta değiştirme pensi, baret, izole eldiven, izole tabure veya izole halı kullanılmalıdır.
- Şalt sahalarında stanka, merdiven vb. insan boyunu aşan uzunluktaki malzemeler yere paralel olarak taşınmalıdır.
- Direk tipi dağıtım güç trafolarında yapılacak çalışma türü ne olursa olsun gerilim önce AG den daha sonra OG den kesilmelidir. Gerilim kontrolü yapılarak gerilimin olmadığı görüldükten sonra topraklama ve kısa devre işlemi yapılarak çalışmaya başlanmalıdır. (5)

Enerji İletim Hatları

Enerji iletim hatlarının çekilmesinde aşağıdaki önlemlere uyulmalıdır.

- Enerji iletim hatları üzerinde yapılacak tamirat ve izolatör değiştirilmesi gibi ekip çalışmalarında kazaya uğrayan kimsenin kurtarılması için gerekli indirme malzemesi ile ilk yardım malzemesi ekibin yanında bulundurulmalıdır.
- Tel çekiminde kullanılan çekme ve fren makinaları ile hareketli iletken topraklanmalıdır.
- Gergi altına alınmış iletkenlerin gergi yükü uygun şekilde kaldırılmadan kesme işlemi yapılmamalıdır.
- Koruma teli çekimi sırasında hareket halindeki koruma teli tamburlarının en az 5 m. lik emniyet mesafesinde eleman bulunmayacaktır.
- Direk üzerine çıkmadan önce direğin her türlü gerilimden arındırıldığından emin olunmalıdır. Direğe çıkan bir kimsede; emniyet kemeri, güvenlik ayakkabısı, baret vb. kişisel koruyucular ile takım torbası bulundurulmalıdır. Direğin cinsine göre hazırlanmış tırmanma civataları, özel kanca ve merdiven gibi tırmanıcılarla direk donatılmalıdır. Emniyet kemeri çalışma süresince düşmeyi önleyecek sağlam noktalara bağlanmalıdır.
- Küçük el aletleri (pense, tornavida, anahtarlar vb.) çalışanın kemerine takılmış takım torbasında taşınmalıdır.
- Bir direğe birden fazla kişinin çıkması çalışma için gerekli ise; aynı çıkış aksında birinci şahıs çıkmadan ikinci şahıs çıkmamalıdır.
- Kaldırma ve taşıma araçlarının gerilim altında bulunan veya bulunmayan iletkenlerinin yakınında kullanılması ve hareket ettirilmesi esnasında bu araçların iletkenlere olan güvenlik mesafelerini ihlal veya temas etmemeleri için önlemler alınmalıdır.
- Müşterek hatlar ve çok devreli hatlar üzerinde çalışırken, hatlardan herhangi birinde enerji var ise gerilim altında çalışma hükümlerine uyulmalıdır.
- Tesisatın çok yakınındaki çalışma, elektrikle ilgili olmasa da önce çalışma müsaadesi alınmalı ve tesisatın enerjisi kesilmelidir. Enerjinin kesilmesi mümkün

olmazsa gerilim seviyesine göre AG, OG veya YG'de çalışma göz önünde bulundurulmalıdır.

- Tesisatın çok yakınında olmayan çalışmalarda tesisatın çalışılan yere uzaklığı güvenlik mesafesinde ise hatların gerilim dışı bırakılmasına gerek yoktur. (5)

SF6 Gazlı Çalışmalarda İş Güvenliği

Daha önce de bahsedildiği gibi SF6 gazı kesicilerde kullanılmaktadır. Gaz olması nedeniyle yangın, patlama gibi tehlikeleri de doğurmaktadır. Bu nedenle SF6 gazının bulunduğu çalışmalarda aşağıdakilere dikkat etmek gerekmektedir:

SF6 gazı bulunan teçhizatın bakım ve onarımı sırasında aşağıda belirtilen malzemeler kullanılmalıdır:

- Yüz hariç tüm vücuda toz geçirmeyen yıkanabilir veya kullanılıp atılan elbiseler ,
- Sıvı sızdırmayacak plastik, yıkanabilir veya kullanılıp atılabilen eldivenler,
- İçeri toz ve sıvı geçirmeyen çizme veya galoşlar,
- Tam yüz veya hava beslemeli gaz maskesi
- Yerdeki veya etraftaki partikülleri toplayabilecek elektrik süpürgesi

Kapalı Şalt Kesicilerindeki Patlamalarda İzlenecek Yol:

- Çalışan, patlamadan hemen sonra önce kendi güvenliğini sağlamalı (açık havaya çıkmak, maske takmak vb.)
- Kapalı şaltın havalandırılması sağlanmalı,
- Kesicinin bulunduğu yerde gerekli güvenlik önlemleri alınmalı,
- Elektrik süpürgesi ile etraftaki partiküller alınmalı, partiküllerin alınması sırasında yavaş hareket edilmeli, yerdeki zerrecikler havaya kaldırılmamalı,
- Kesici üzerine yapışmış olan partiküller, elyaf bırakmayan bir bezle silinmelidir.

Kapalı (atölye, laboratuvar vb.) Ortamlardaki Kesici Bakımlarında İzlenecek Yol:

- Çalışma sırasında gerekli olan güvenlik malzemeleri giyilmeli,

- Kesici açılmadan kutupta bulunan SF6 gazı boş tüplere doldurulmalı, açığa bırakılmamalı,
- Kesici, içerisindeki gaz basıncı atmosfer basıncı ile eşit seviyeye ulaştığında açılmalı,
- Yeterli havalandırmanın olmadığı yerlerde hava beslemeli maskeyle çalışma yapılmalı,
- Etrafında şalterleme artıklarının bulunduğu yerlerde kesinlikle sigara içmek, yiyecek yemek veya herhangi bir içki içmek yasaktır.
- İşe ara verildiğinde (öğle paydosu vb.) veya iş bitiminde yüz, boyun ve eller sabun ve bol su ile yıkanmalıdır.

Bakım Sonrası Alınacak Tedbirler:

- İş bitiminde kullanılıp atılan malzemeler kullanılmış ise bu tür malzemeler sızdırmaz torbalarda toplanmalı, bu torbalar emin bir şekilde muhafaza edilmeli,
- İş bitiminde elektrik süpürgesinin torbası, gaz maskesinin filtresi, temizlikte kullanılan bezler ile atılması gereken diğer malzemeler de sızdırmaz torbalarda toplanmalı, torbalar saklanmalı,
- Temizlenebilir türdeki malzemeler (gaz maskesi, çizme, temizlenebilir elbiseler) iş bitiminde bol su ile çalkalandıktan sonra %10 soda solüsyonu ile yıkanarak temizlenmeli,
- Temizlik işleminden sonra ark ürünleri ile temas etmiş olan ve atılması gereken tüm malzemeler, muhafaza edildikleri yerden alınarak kireç kaymağı içerisinde etkisizleştirilmelidir.
- Saklanması gereken sızdırmaz torbaların üzerine uyarı amacı ile tehlike uyarı işareti (kuru kafa) mutlaka konulmalıdır.

Yağlardan Temizleme İşleri

Elektrik tesislerinde trafo, kesici vb. yağ kullanılan teçhizatlarda yağlardan temizleme işlemlerinde aşağıdakilere dikkat edilmesi gerekir.

- Çalışma sırasında insan sağlığına ve teçhizata zarar vermeyen parlayıcı–patlayıcı özelliği olmayan temizleyiciler kullanılmalıdır.
- Klorlu eriticilerle her türlü çalışma sırasında sentetik kauçuk veya lastik eldivenler ile koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Klorlu eriticilere çıplak elle dokunulmamalıdır.
- Klorlu eriticiler koklanmamalı ve yakınında sigara içilmemelidir.
- Püskürtme tabancası ile klorlu eriticiler kullanılmamalıdır.
- Yağı temizleme işleri geniş ve iyi havalandırılmış bir yerde yapılmalıdır.
- Buharı emen bir vantilatörle zehirli buharlar emdirilmelidir
- Klorlu eriticiler mutlaka orijinal ve etiketli ambalajında saklanacak, gelişi güzel kaplara konulmamalıdır.
- Çalışılan yer çok dar veya havası kirli ise portatif vantilatörün emici hortumu çalışılan yere yakın konulmalıdır.

Depo vb. Yerlerde Yapılan Çalışmalar

Depo ve sarnıç içerisinde yapılan çalışmalar sırasında, bu gibi yerlere girilmeden önce ortam iyice havalandırılmalı ve bütün çalışma boyunca da havalandırma işlemine devam edilmelidir.

- Özel solunum maskesi takılması gerekirse bunun yanı sıra özel donatım da ilave edilecektir.
- Çalışma sırasında emniyet kemeri takılacaktır.
- İşaret verme ipi bulundurulacaktır.
- Dışarıda ise içeride çalışanı gözetleyen bir veya birkaç yardımcı ipin diğer ucunda bulunacaktır.

Boya İşleri

- Püskürtme yolu ile boya yapılırken sigara içilmemelidir.
- Çıplak alevli ocaklar kullanılmamalıdır.

- Eski boyaların çıkarılma ve temizleme işleri için açık alevli veya parlayıcı maddeler kullanılması tehlikelidir. Bu iş için boya fabrikalarının imal ettiği özel boya çözücüler kullanma talimatlarına göre kullanılmalı veya boya mekanik olarak temizlenmelidir.
- Boyama işlemi kapalı alan içinde yapılıyorsa, ortam havalandırılmalı ve gerekli koruyucu malzeme kullanılmalıdır.
- Kapalı kaplarda yapılan boyama veya boya temizleme işlerinde tam yüz maskesi veya hava beslemeli bir başlık giyilmeli, tank veya depoya girmeden önce içerideki havanın solunuma elverişli olduğundan emin olunmalıdır.

Basınçlı Kaplar

- Basınçlı kaplar üzerinde emniyet supabı, boşaltma vanası, manometre ve termometre, gibi kontrol cihazları bulunacaktır. Emniyet supabı ayar değeri değiştirilmemelidir.
- Paralel çalışan basınçlı kapların giriş, çıkış, boşaltma vanaları ayrı ayrı işaretlenmelidir.
- Basınçlı kapların yılda bir defa yetkili personel tarafından periyodik kontrolü yapılmalıdır
- Kompresörler yılda bir defa yetkili personel tarafından teste tabi tutulmalıdır.

Kaynak İşleri

- Kaynak yapmaya başlamadan önce her seferinde kaynak cihazı ile cihazın herhangi bir yerinde bozukluk, ek yerlerinde hasar, gaz ve elektrik kaçağı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kaynak makinasının kabloları sağlam ve güvenli bir şekilde bağlanmalıdır.
- Topraklama ucuna topraklama kablosu bağlanmalıdır.
- Çalışan kişi işe uygun önlük, tozluk, eldiven, ayakkabı, gözlük veya maske ile korunmalıdır.

- Çalışma ortamı dar bir yerde ise veya boyalı demirler üzerinde çalışma yapılıyorsa, çalışma ortamı iyice havalandırılmalı veya maske takılmalıdır.
- Yağlı bir ortamda veya makine yağları ile çok kirlenmiş elbiselerle kaynak yapılmamalıdır.
- Kaynak işleri sırasında havayı temizlemek için oksijen kullanılmamalı, bunun yerine geniş çaplı bir havalandırma yapılmalıdır.
- Kapalı kaplar içinde çalışırken kaynak makinası dışarıda bir yardımcının gözetiminde bırakılmalıdır. Ortam iyice havalandırılmalı ve gerektiğinde kaynakçıya hava beslemeli maske kullandırılmalıdır.
- İçinde parlayıcı ve uçucu maddeler bulunan kaplar üzerinde kaynak işlemi yapılmamalıdır.
- Kaynak makinalarının temizlenmesi, tamiri, bakım veya çalışma yerinin değiştirilmesi sırasında makinaların elektrik tesisatı ile irtibatı kesilmelidir.
- Yanıcı ve parlayıcı maddelerin yakınında kaynak yapılmamalıdır.
- Kaynak yapılan yerlerde kullanılmakta olan gaz tüplerinden başka (ayrı cins olsa bile) gaz tüpleri bulundurulmamalıdır. (5)

Ark Ve Kıvılcımlardan Korunma

- Kuvvetli akım elektrik aygıtları, kullanılmaları ya da işletilmeleri sırasında oluşacak ark ve kıvılcımlar, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olmayacak biçimde yapılmalı ya da düzenlenmelidir.
- Yangın tehlikesi bulunan yerlerdeki sigortalı ayırıcılarda oluşabilecek arkların yaratacağı yangın tehlikesini en aza indirmek üzere, bu tip ayırıcıların bulunduğu direklerin altına 10 cm. kalınlığında ve 3 metre yarıçapında bir bölgeye mıcır dökülmeli veya grobeton atılmalıdır. (7)

İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ

Kişisel Koruyucular

İş yerlerinde iş kazalarından korunmanın üç temel ilkesi:

1. Tehlike kaynağını ortadan kaldırmak
2. Tehlike kaynağını koruyucu içine almak
3. Çalışanlara kişisel koruyucu vermek ve bunların kullanılmasını sağlamaktır. (18)

Kişisel koruyucu donanım, risklerin, toplu korumayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği veya tam olarak sınırlandırılmadığı durumlarda kullanılmalıdır. (19)

Tüm kişisel koruyucu donanımlar;

1. Kendisi ek risk yaratmadan ilgili riski önlemeye uygun olmalı
2. İşyerinde var olan koşullara uygun olmalı
3. Kullanan işçinin sağlık durumuna ve ergonomik gereksinimlerine uygun olmalıdır.

Elektrik işlerinde, elektrik çarpmalarına karşı uygun KKD'ler kullanılmalıdır. Bu KKD'ler;

Elektrik akımının etkilerine karşı vücudun tamamını veya bir bölümünü korumak için tasarlanmış KKD'ler, öngörülen en olumsuz koşullar altında kullanıcının maruz kalabileceği voltajlara karşı yeterli bir şekilde yalıtılmış olmalıdır.

Bu amaca ulaşmak için, bu tip KKD'lerin yapıldığı malzeme ve diğer elemanlar, gerçek çalışma ortamlarında karşılaşılabilecek voltajlara uygun koşullarda test edilmeli ve koruyucu yüzeyden geçen kaçak akımın miktarı ölçülmelidir. KKD'lerin malzemesi ve diğer elemanlar, ölçülen değerin her koşulda tolerans eşik değerine karşılık gelen azami izin verilen değerin altında olacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalı ve birleştirilmelidir.

Gerilim altında olan veya olabilecek elektrik tesisatında yapılan çalışmalarda kullanılacak tipteki KKD'ler ve ambalajlarında; özellikle, üretim tarihi, seri numarası, uygun kullanım voltajı ve/veya koruma sınıfını belirten işaretler bulundurulmalıdır. Ayrıca bu tip KKD'lerin dış

yüzeyinde de kullanıma başlama tarihi ile yapılacak periyodik test ve kontrol tarihlerinin sırasıyla yazılacağı boş yer bırakılmalıdır.

Kullanım kılavuzunda, özellikle kullanma ömrü boyunca yapılması gereken dielektrik testlerinin sıklığı, şekli ve bu tip KKD'lerin hangi tür amaçlar için kullanılacağı belirtilmelidir.

Ayrıca patlayıcı ortamlarda kullanılacak KKD'ler, patlayıcı karışımların tutuşmasına neden olabilecek elektrik, statik elektrik, çarpma sonucu oluşan ark veya kıvılcım oluşturmayacak nitelikte tasarlanarak imal edilmelidir. (20)

Bu koruyucular ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

Baret

Baret, tesislerde çalışan kişilerin herhangi bir kaza anında darbelere, cisim düşmesine ve temas anında (Alçak Gerilim'de) elektrik çarpmalarına karşı başını koruyan güvenlik (şapkasıdır) Malzemesidir.

Herhangi bir deliği ve madeni aksamı bulunmayan, darbeye, neme, ısıya, yağa, suya, aside, tere ve elektriğe karşı dayanıklı, tek parça olarak, ağırlığı 450 gr.dan fazla olmayan, önünde siperliği olan kubbeye benzer şekilde yalıtkan malzemeden imal edilmiştir.

Baret diğer özelliklerinin yanında, 50 Hz 'lik 20.000 V'luk delinme gerilimine 3 dk. dayanabilecek yalıtkanlığa sahip olmalıdır. Bu gerilim değeri kullanıcıya koruma sağlayacak gerilim değeri olarak kesinlikle düşünülmemelidir.

Geceleri veya gerekli aydınlanması olmayan yerlerde yapılacak çalışmalarda, baret lambası gerek barete takılarak gerekse direk başa takılarak kullanılabilir.

Emniyet Kemer

Emniyet kemeri, düşme riski olan yerlerde (direk, şalt tesisleri, atölye vb.) çalışanı düşmeye karşı korumak amacıyla kullanılan kemer ve halatlardan oluşan güvenlik malzemesidir.

Çalışanı belinden emniyetli bir şekilde kavrayan kemer kısmı ile direğe vb. yerlere tutturmaya yarayan halat veya emniyet askıları bulunmalıdır (şekil 24).

Kemerlerin arka kısmında çalışanın belini rahatsız etmeyecek şekilde kuvvetlendirici destek parçası bulunmalıdır.



Şekil 24: Emniyet Kemerı

Emniyet kemerinin üzerine civata torbası, malzeme ve alet çantası takmaya uygun askıları olmalıdır.

Direkten İndirme Aparatı

Düşme riski olan yerlerde (direk, şalt tesisleri, atölye vb.) çalışanların olası kaza durumunda bulundukları yerden indirilmesi için kullanılan güvenlik malzemesidir.

Aparat; Paraşüt tipi emniyet kemeri ile çalışan personelin kaza yapması durumunda, kazazedenin sırt veya göğüs kısmında bulunan halkaya takılabilen karabina ile kullanılan, halatın hareketini sağlayan ve direğin L demirlerine rahatlıkla takılabilen tek mekanizmalı (fren tertibatlı, ani düşmelerde otomatik kilitleme sistemli, indirme halatının hızı isteğe bağlı olarak kontrol edilebilen) makara sisteminden ibaret olmalıdır.

Yalıtkan Eldiven

Yalıtkan eldiven, 36 kV'luk gerilimlerde manevra yapan kişilerin manevra esnasında kullandıkları yalıtkan eldivendir.

Eldiven doğal, sentetik veya bunların karışımı kauçuk, lastik veya lateks (kauçuğun hammaddesi) gibi yalıtkan ve elastiki malzemeden beş parmaklı olarak üretilir.

Eldiven üzerinde dikiş, çatlak, delik, yırtık kalıp izi buruşuk, kabarcık ve yama olmamalı sağ ve sol el ayrı ayrı imal edilmelidir.

Eldivenler yağlara, kimyasal maddelere, ısıya (-20°C + 45°C) ve elektriğe karşı dayanıklı olmalıdır. Eldivenlerin ait olduğu sınıf ile kullanılabilecek maksimum gerilim düzeyi aşağıdaki tablodan karşılaştırılmalıdır.

SINIF	KULLANMA	GERİLİMİ
	AC (V)	DC (V)
OO	500	750
0	1000	-
1	7500	-
2	17000	-
3	26500	-
4	36000	-

Güvenlik Ayakkabısı (Elektrikçiler İçin)

Güvenlik ayakkabısı, elektrik enerjisi ile ilgili çalışmalarda çalışanların, elektrik enerjisi ile teması anında toprak direncini artırarak kazaların etkisini azaltmaya yarayan güvenlik malzemesidir.

Elektrik enerjisine karşı koruma yapan ayakkabılar direk olarak giyildiği gibi günlük ayakkabı üzerine giyilecek şekilde de olabilir. Ayakkabıların üretildiği malzemeler elektriğe yalıtkan olmalıdır. Bu tür ayakkabılarla sert ve sivri cisimlerin üzerine basılmamalıdır.

Ayakkabıların tabanları 50 Hz. 14 kV'luk test gerilimine 1 dk. dayanmalıdır. Bu gerilim değeri, kullananların korunmasını sağlayacak gerilim değeri olarak düşünülmemelidir.

Gaz Maskesi Ve Filtreler

Gaz maskesi, insan hayatı için tehlike arz eden gaz ve toz kaçaklarının olduğu yerlerde çalışmak zorunda olanlara filtre edilmiş temiz hava vererek sağlıklı bir ortamda çalışmasını temin eden bir malzemedir.

Gaz maskeleri kullanım yeri ve şekillerine göre ikiye ayrılır.

- Yarım yüz maskesi: Bu maskeler, ağız burun ve çeneyi kapatarak, havayı temizlerler, maskenin gövdesi sentetik maddeden yapılmıştır. Filtreler kartuş tipi olup filtre etmez duruma geldiğinde değiştirilirler. Filtrelerin seçimi, hangi tür gaz veya toza karşı koruma yapılması isteniyorsa ona uygun filtre seçilir. Yüze iyi oturması için ayarlanabilir ve elastiki bandı olmalıdır.
- Tam yüz maskesi: Bu maskelerin yapısı yarım yüz maskelere benzer, ek olarak farkları gözleri ve yüzü de korumasıdır. Bu tür maskelerde de kartuş tipi filtreler kullanılır, yine isteğe uygun olarak filtre seçimi yapılmalı, filtreler temiz hava vermez duruma geldiğinde yenisi ile değiştirilmelidir.

Bu koruyucuların yanı sıra kulak koruyucular, göz koruyucular ve kulak koruyucular da gereken yerlerde kullanılmalıdır.

Kişisel koruyucu donanımların yanında diğer iş güvenliği malzemeleri ise aşağıda açıklanmıştır.

Orta Gerilim Dedektörü (Neon Lambalı Stanka)

3000 V ile 36000 V ile enerjilendirilen yerlerde (Bara ve ENH'da) gerilim olup olmadığını kontrol etmeye yarayan malzemedir.

Teleskobik stanka ucuna takılan neon lambadan oluşur (şekil 25). Stanka her dilim kademesine göre ayarlanabilmeli ve üzerinde gerilim kademelerinin değeri belirtilmiş olmalı ve en kısa uzunlukta bile en yüksek gerilim kademesinde (36000 V) kullanıldığında kullanan için yaşamsal bir tehlike arz etmemelidir.

Neon lambanın bulunduğu kısım; darbelere, ısıya, neme ve her türlü iklim koşuluna karşı dayanıklı olmalı ve her gerilim kademesinde gün ışığında bile görülecek şekilde ışık vermelidir.



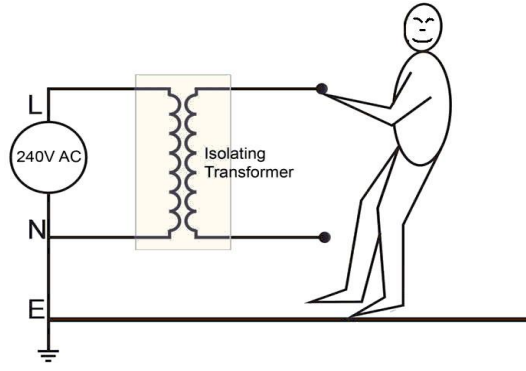
Şekil 25: Orta Gerilim Dedektörü

Bunun haricinde 154 kV ile enerjilendirilen yerlerde (Bara ve ENH'da) gerilim olup olmadığını kontrol etmeye yarayan 154 kV gerilim dedektörleri bulunmaktadır.

Güvenlik Trafosu

Kazan türü, kapalı ve nemli ortamlarda çalışan kişilerin kullandığı elektrikli el aletlerinde meydana gelebilecek enerji kaçığında çalışanı çarpılmalara karşı koruyan güvenlik aracıdır.

Güvenlik trafosunun primer ve sekonder sargıları 1/1 oranında ve trafonun nüvesinin ayrı ayrı bacalarına sarılır (şekil 26).

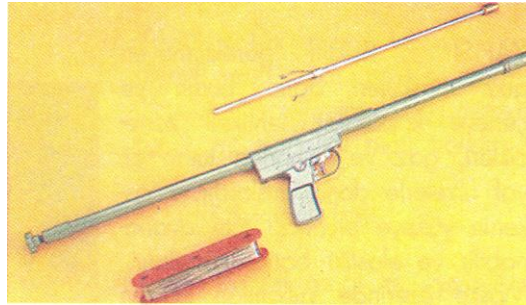


Şekil 26: Güvenlik trafosu

Güvenlik trafoları rahatlıkla taşınabilir şekilde dizayn edilmeli, darbelere karşı dayanıklı olması gereken dış gövde üzerinde, taşıma sapları ve havalandırma panjurları olmalı ve izole (lastik) takozlar üzerinde oturtulmalıdır.

Hat Tüfeği

ENH'larında yapılacak olan çalışmalarda hatta enerji olup olmadığını kontrol etmeye yarayan güvenlik aracıdır (şekil 27).



Şekil 27: Hat tüfeği

Hat tüfeği, yay sıkıştırılmalı olarak ok atan bir alettir. Ok'a bağlanıp fırlatılabilen ince telin, faz-faz veya faz toprak arası kısa devre olması sonucu telin kopmasıyla hatta enerji olup olmadığı anlaşılır.

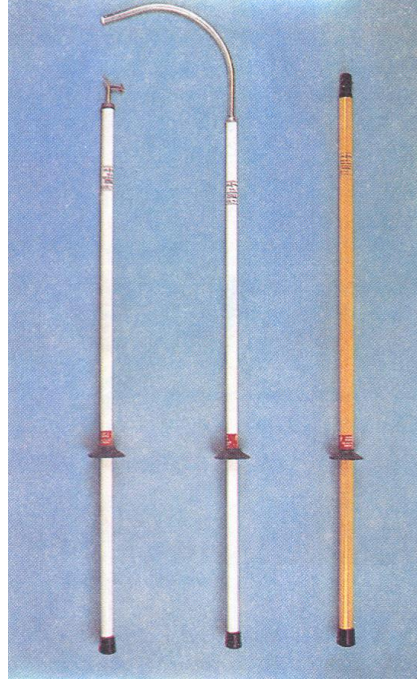
Oka bağlı fırlatılan telin toprağa temasını topraklama kazığı sağlar.

36 kV Manevra Stankası

36 kV'a kadar olan tesislerde ayırıcıların elle açılıp kapanması işleminde kullanılan yalıtkan güvenlik malzemesidir.

Ucunda ayırıcı bıçaklarını çekmeye ve itelemeye yarayan mekanizması olan, üzerinde ellerin ileri gitmesin önleyen siperliğı ve uyarı yazıları bulunan, uzunluğu 3 m'den uzun, 2.5 m'den kısa olmaması gereken, suni fiberle kuvvetlendirilmiş sentetik malzemeden imal edilmiş boru şeklinde bir çubuktur (şekil 28).

Stanka en az 40 kV'luk yalıtkanlığa sahip olmalıdır. 154 kV'lık sistemlerde kullanılan stankalar ise 170 kV'luk yalıtkanlığa sahip olmalıdır.



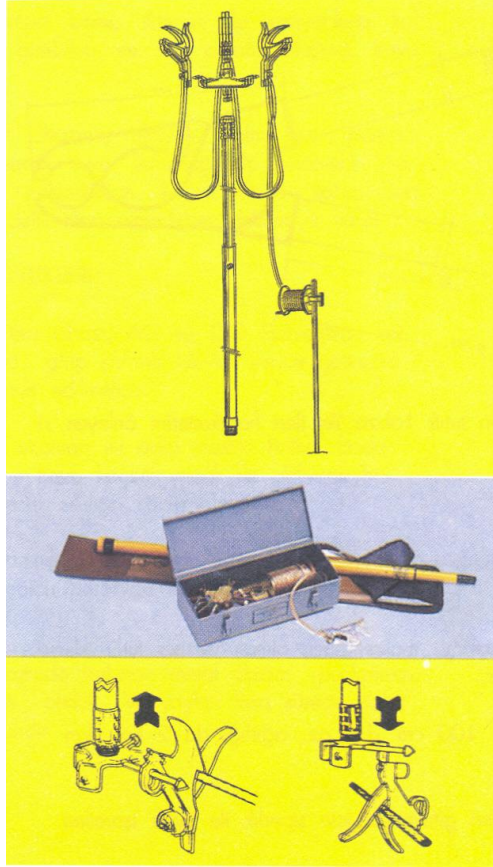
Şekil 28: Manevra Stankası

Hat Topraklama Teçhizatı

Orta gerilim hatlarda (36000 V'a kadar) yapılacak olan çalışmalarda, hattı geçici olarak faz-faz ve faz-toprak arası kısa devre eden güvenlik donanımıdır.

Üç fazlı ENH'larında yapılacak geçici topraklamalarda kullanılacağından; iletkenleri kavrayabilecek şekilde dizayn edilmiş 3 adet klipsi, klipsleri kendi arasında irtibatlandıran kısa devre iletkeni, kısa devre edilmiş klipslerin toprakla irtibatını sağlayan toprak iletkeni, toprak iletkeninin de topraklama kazığına irtibatlandırılmasında kullanılan toprak klipsinden oluşur (şekil 29).

Bunların yanı sıra klipsleri ENH' na uzatabilmek için izole stanka bulunmalıdır.



Şekil 29: Hat Topraklama Teçhizatı

Benzer şekilde bara topraklama teçhizatı, 154 kV hat topraklama teçhizatı ve 380 kV hat topraklama teçhizatları bulunmaktadır.

Sf6'lı Ortamda Çalışma İçin Elbise

İşlem görmüş SF6 ile yan ürünlerine karşı çalışanı koruyan elbisedir. Baş, yüze takılı tam yüz maskesinin çevresinden toz veya herhangi bir partikülün içeri girmesini önleyecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır.

Elbisenin kolları el bileğinde eldiveni, pantolonda ise ayak bileğinde galoşu veya çizmeyi kavramalı ve buralardan içeri bir şey sızmamalıdır.

Ayrıca fermuarlı olan kısmı kapaklı olmalı buradan da içeri bir şey sızdırmamalıdır. (21)

TARTIŞMA

Türkiye’de son zamanlarda büyük gelişme sağlanan iş güvenliği çalışmaları giderek farklı sektörlerde daha derin uygulamalar şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Elektrikle yapılan çalışmalarda iş güvenliği konusunda da belirli bir noktaya gelinmiş durumdadır. Ancak yüksek ve orta gerilim iletimi; gerek gerilim kademeleri, tesislerin büyüklüğü ve karmaşıklığı dikkate alındığında, gerekse bu büyüklük ve karmaşıklığın beraberinde getirdiği elektrik dışındaki güvenlik unsurları dikkate alındığında üzerinde daha da derin çalışmalar gerektiren bir konudur.

Yüksek gerilim tesislerinde oluşan bir hatanın etkileri de büyük olmaktadır. Ayrıca sistemlerin güvenliğini sağlamak için kullanılan teçhizatın kendisi de risk oluşturmaktadır. Bu nedenle tesislerin güvenliğini sağlayan teçhizatların ve bu teçhizatlarla yapılan çalışmaların güvenliği de dikkat edilmesi gereken konular arasındadır.

Yüksek gerilim tesislerinde yapılan çalışmalarda kaza istatistiklerine bakıldığında diğer sektörlerle göre kaza oranı düşüktür. Ancak hem yüksek gerilimin kendisinin büyük tehlikeler arz etmesi hem de yüksekte çalışma, arka maruz kalma, gazlı teçhizatlar ile çalışma koşullarının da ölümcül kazalara sebebiyet vermesi nedeniyle iş kazası sayısı az da olsa büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada öncelikli olarak yüksek gerilim hatlarının, güç trafolarının ve direklerinin özelliklerinden bahsedilmiştir. Daha sonra tesisleri tehlikeye atan aşırı akım ve aşırı gerilimlerden ve bu etkilerden korunmak için sağlanan koruma sistemlerinden bahsedilmiştir. Bu önlemler dolaylı olarak çalışanların güvenliğini korusa da tesislerin güvenliğinin korunmasında büyük rol üstlenmektedir. Yüksek gerilim alanları içerisinde yapılan çalışmalarda, çalışanın izleyeceği yol ve çalışmadan önce alması gereken, kesicilerin açılması, topraklamaların sağlanması gibi önlemlerden bahsedilmiştir. Bu önlemler çalışanın güvenliği açısından oldukça önemlidir çünkü yüksek gerilim alanında yapılacak bir hata yüksek gerilime maruz kalmak anlamını da taşıyacağı için ölümlerle sonuçlanabilecektir. Yine aynı şekilde yüksek gerilim elektrik hatlarında veya direklerinde yapılan çalışmalar sırasında alınmayan güvenlik önlemleri yüksekte düşme tehlikesini beraberinde getirecek ve büyük ihtimalle ölümlerle sonuçlanacaktır.

Hem işletmelerin hem de çalışanların devamlı güvenliğinin sağlanması amacıyla öncelikte tesis korumaları işler vaziyette bulundurulmalı, çalışanlara güvenlik kültürü kazandırılarak tehlikenin farkında olmaları sağlanmalıdır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Amacı hem günlük kullanımda hem de sanayi kullanımda büyük önem arzeden elektriğin, yüksek ve orta gerilim kademelerinde iletimi kısmını incelemek olan bu çalışmada, hem yüksek ve orta gerilimin etkilerinden, bu gerilim kademelerinin oluşturacağı tehlikelerin sınırlandırılması için kullanılan koruyucu teçhizattan, bu teçhizatın tesisi ve bakımında iş güvenliğinin sağlanmasından, kişilerin çalışmalar sırasında uyması gereken kurallardan bahsedilmiştir.

Mevzuat bazında bakıldığında elektrik tesisleri ile ilgili yönetmeliklerde, tesislerin bütün bileşenlerine yönelik olarak ve bu bileşenlerde yapılan çalışmalara yönelik olarak gerek tesis edilme sırasında gerek bakım-onarım işlemleri sırasında alınması gereken iş güvenliği önlemleri belirlenmiştir.

Türkiye elektrik ihtiyacını kendi kendine karşılayabilen, tesislerini kurabilen ve işletebilen bir ülkedir. İş güvenliği konusunda yapılan çalışmalar, çıkarılan yayınlar ve TEİAŞ personeline verilen eğitimler büyük ölçüde yeterli olmakla birlikte çalışmaların Avrupa bazında değerlendirilmesi ve çalışma tekniklerinin Avrupa’da kullanılan yeni tekniklerle karşılaştırılması konularında eksiklikler bulunmaktadır.

Elektrik tesisleri ile ilgili birçok güvenlik problemi ve bu problemlerin giderilmesi için alınması gereken önlemler ile kullanılması gereken koruyucu donanımlar belirlenmiş olmasına rağmen risk değerlendirmesi şeklinde kapsamlı çalışmalar bulunmamaktadır.

Bu hususlar dikkate alındığında, yıllık kaza oranının düşük olduğu ancak, yüksek ölüm oranına sahip olan bu sektördeki hem kaza ölüm oranlarını düşürmek; iş güvenliği çalışmalarında daha etkin olmak amacıyla yapılabilecek bazı hususları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Çalışanlara güvenlik kültürü kazandırılmalı ve tehlikelerin farkında olmaları sağlanması
- TEİAŞ ile İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü’nün koordineli çalışmalar yürütmesi

- Ortak eğitim programlarının oluşturulması
- İş güvenliği uzmanları ile TEİAŞ personeli tarafından ortak yayınların çıkarılması
- İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü uzmanlarından, TEİAŞ saha çalışmalarına katılım sağlanması
- Avrupa ve Dünyadaki uygulama örneklerin de görülmesi amacıyla bu iki kurumun ortaklaşa projeler yürütmesi
- Yayınlarda Avrupa ve Dünya örneklerinden faydalanılması
- Kapsamlı risk değerlendirmelerinin yapılması

KAYNAKLAR

- (1) **Dengiz, H.H.**, 1982. Enerji Hatları Mühendisliği, Ankara
- (2) **Türk Dil Kurumu Sözlüğü**
- (3) **Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Resmi İnternet Sitesi**
www.euas.gov.tr
- (4) **Bayram, M.**, 2000. Elektrik Tesislerinde Topraklama, Birsen Yayınevi, İstanbul
- (5) **İş Güvenliği Yönetmeliği, TEİAŞ**
- (6) **Saner, Y.**, 2004. Güç İletimi, Birsen Yayınevi, Ankara
- (7) Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, 30/11/2000, TEİAŞ
- (8) **MEGEP** (Mesleki Eğitim ve Öğretimin Güçlendirilmesi Projesi), 2007. Transformatör Merkezleri, Ankara
- (9) **Saraç H.**, 1989 Yüksek Gerilim Teçhizatı, TEİAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü, Manisa
- (10) İşletme Mühendisleri için El Kitabı, TEİAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü, Manisa
- (11) **MEGEP** (Mesleki Eğitim ve Öğretimin Güçlendirilmesi Projesi), 2007. Kesiciler, Ankara
- (12) <http://e40003.me.metu.edu.tr/elektrifikasyons/>
- (13) **Erikan, M. R.** , 1999 Yüksek Gerilim Teçhizatları ve Test Uygulamaları, TEİAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü, Manisa
- (14) **Saçkesen, E., Amaç, A.**, Koruma Sistemleri, TEİAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü, Manisa
- (15) <http://www.fotokritik.com/928691>, Taner Arslan
- (16) Legrand, Parafudr Rehberi
- (17) www.internethaber.com
- (18) İş Güvenliği Yönetmeliği, TEİAŞ
- (19) Kişisel koruyucu donanımların iş yerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik, İSGGM
- (20) Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği, 2006, İSGGM
- (21) **Çınar, M., Canpolat E.**, İş Sağlığı ve Güvenliği, TEİAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü, Manisa

TABLÖLAR

Tablo 1: 50 Hz’lik alternatif akımın insan vücudundan geçtiğinde yaptığı tesirler.

Tablo 2: İşletme gerilimine göre ark boynuzu mesafeleri

ŞEKİLLER

Şekil 1: Atomun Yapısı.....	3
Şekil 2: Elektronların Hareketi.....	4
Şekil 3: Su ve Elektriğin Karşılaştırılması.....	4
Şekil 4: Elektriğin İletilmesi.....	6
Şekil 5: İletim Kablosu.....	9
Şekil 6: (a) Adım Gerilimi (b) Dokunma gerilimi.....	12
Şekil 7: Direk tipi transformatör.....	13
Şekil 8: Trafo Merkezinde Elemanların Yerleşimi.....	15
Şekil 9: İzole Halı.....	19
Şekil 10: İzole Sehpa.....	19
Şekil 11: İşletme Topraklaması Bağlantısı.....	21
Şekil 12: Ayrıcı.....	22
Şekil 13: Yüksek gerilim kesicisi.....	24
Şekil 14: Kesici açma işleri sırasında oluşan ark.....	24
Şekil 15: İzolatör Örneği	27
Şekil 16: Koruma İletkeni.....	33
Şekil 17: Ark Boynuzu.....	34
Şekil 18: Yüksek Gerilim Ark Boynuzu Deneyi	34
Şekil 19: Parafudr.....	35
Şekil 20: 34,5 kV Parafudr Bağlantısına Örnek.....	36
Şekil 21 : Güç transformatörü iç arızaları.....	38
Şekil 22: Tank koruma.....	41
Şekil 23: Uyarı Küresi	45
Şekil 24: Emniyet Kemerini.....	62
Şekil 25: Orta Gerilim Dedektörü.....	65
Şekil 26: Güvenlik trafosu.....	66
Şekil 27: Hat tüfeği.....	66
Şekil 28: Manevra Stankası.....	67
Şekil 29: Hat Topraklama Teçhizatı.....	68

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nasip Gül İNCEKARA
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 12.07.1981
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Batıkent Lisesi (1999)
Lisans : Gazi Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü (2003)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar

- Star Asansör Ltd. Şti. (2004 – 2005)
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2005 -)
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü