



T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK GERİLİM HATLARINDA VE
TRAFO MERKEZLERİNDE GÜVENLİK**

Yüksek Lisans Tezi

Seher EKER

Çorum -2022

**YÜKSEK GERİLİM HATLARINDA VE
TRAFO MERKEZLERİNDE GÜVENLİK**

Seher EKER

**Lisansüstü Eğitim Entitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

TEZ DANIŞMANI

Doç.Dr. Mehmet Fatih IŞIK

Çorum 2022

Seher EKER tarafından hazırlanan(“Yüksek Gerilim Hatlarında Ve Trafo Merkezlerinde Güvenlik”)adlı tez çalışması.../.../.....tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mehmet Fatih IŞIK

.....

Dr. Öğr. Üyesi Bilge Han TOZLU

.....

Dr. Öğr. Üyesi Salih ERMİŞ

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../.....tarih ve sayılı kararı ile’ın Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

(İmza)

Unvanı Adı SOYADI

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Seher EKER

YÜKSEK GERİLİM HATLARINDA VE TRAF0 MERKEZLERİNDE GÜVENLİK

Seher EKER

ORCID:0000-0002-7754-5653

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Nisan 2022

ÖZET

Bulduğumuz dönem ve gelişen dünya her geçen gün enerjiye duyulan gerekliliği arttırmaktadır. Bunun gibi ihtiyaçlar neticesinde enerji üretim ve dağıtım tesislerinde, üretim kapasiteleri artmaktadır. Sektörün artan ihtiyaçları doğal olarak bu alan da iş sağlığı ve güvenliğini daha da değerli olmasını sağlamaktadır. Tez çalışmasında, orta ve yüksek gerilimin bulunduğu hatlar ve trafo merkezlerinde alınan güvenlik önlemleri ile kullanılan güvenlik elemanları hakkında bilgi verilmiştir. Bu tesislerde meydana gelebilecek kazalar ve risklere ait değerlendirilmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmelere göre alınması gereken güvenlik önlemleri detaylandırılmıştır. Bu süreçte alınan güvenlik önlemlerinin sahadaki uygulanabilirliği araştırılmış ve örnek bir çalışma ortaya konulmuştur. Kullanılan koruma elemanlarının yanı sıra çalışan operatörlerin iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyma ve uygulama süreçleri de ele alınmıştır. Yapılan saha çalışmalarına göre alınacak önlemlerin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, alınacak önlemlerin meydana gelebilecek olumsuz durumların önlenmesinde hem can hemde mal güvenliği açısından önemli bir yer tuttuğunu göstermiştir.

Anahtar Kavramlar: İş Sağlığı ve Güvenliği, Orta ve Yüksek Gerilim, Trafo Merkezi, İletim Hatları

Bilim Kodu:113512

SAFETY IN HIGH VOLTAGE LINES AND SUBSTATIONS

Seher EKER

ORCID:0000-0002-7754-5653

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE EDUCATION INSTITUTE

Master of Science Thesis

April 2022

ABSTRACT

Energy is needed in our time and the world day by day. As a result of such needs, production capacities in energy production and distribution facilities are increasing. The increasing needs of the sector naturally make occupational health and safety even more valuable in this field. In the thesis, information is given about the lines with medium and high voltage, the security measures taken in the transformer centers and the security elements used. Evaluations regarding the accidents and risks that may occur in these facilities have been made. The security measures to be taken according to these evaluations are detailed. In this process, the applicability of the security measures taken in the field was investigated and an exemplary study was presented. In addition to the protection element used, the processes of complying with and applying the occupational health and safety rules of the working operators are also discussed. The measures to be taken according to the field studies were evaluated in terms of occupational health and safety. The results obtained have shown that the measures to be taken have an important place in the prevention of adverse situations that may occur in terms of both life and property safety.

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

Science Code: 113512

TEŐEKKÖR

İő sağlığı gűvenliđi yűksek lisansında geçirdiğim eğitim hayatımda emeklerini sakınmayan hocalarıma, danıőmanım olan sayın hocam Doç.Dr. Mehmet Fatih Iőık Bey'e, çalıőmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan çalıőma arkadaőlarıma ve aileme teőekkűr ederim.

Seher EKER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
GİRİŞ.....	1

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1.Elektrik.....	4
1.1.1.Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi.....	4
1.1.2. Elektrik Enerji Üretimi.....	6
1.1.3. Elektrik Enerjisi İletimi.....	7
1.2. Orta Gerilim ve Yüksek Gerilim.....	9
1.2.1. İletkenler.....	9
1.2.2. Elektrik Direkleri.....	9
1.2.3. Trafo Merkezleri(TM).....	12
1.2.4. Geçici Olaylar.....	19

2. BÖLÜM

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğini Amacı.....	24
2.2. İş Kazaları.....	24
2.3. İş Kazalarının Sebepleri.....	26

3. BÖLÜM

ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

	Sayfa
3.1. İzolasyon.....	28
3.2. Topraklama.....	28
3.3. Kişisel Koruyucu Donanımlar(KKD)	29
3.3.1. Baret.....	29
3.3.2. Eldivenler.....	29
3.3.3. Emniyet Kemerini	30
3.3.4. Güvenlik Ayakkabısı.....	31
3.3.5. İş Elbisesi	31
3.3.6. İzole Halı	31
3.3.7. İzole Stanka.....	32
3.3.8. Sigorta Değişirme Pensi	32
3.3.9. Gerilim Dedektörü	33
3.3.10. Termal Kamera.....	33
3.3.11. SF6 Gaz Dedektörü.....	34

4. BÖLÜM

SAHA ÇALIŞMALARI

4.1. Sahada Yapılan İncelemeler	35
SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	45

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Alternatif akımın insan vücuduna etkileri.....	5
Tablo 1.2. Yüksek gerilim hatlarına azami yaklaşma mesafeleri	6
Tablo 2.1. SGK toplam zorunlu sigortalı sayıları.....	25
Tablo 2.2. Sigortalıların ay ve cinsiyete göre iş kazası ve meslek hastalıklarından ölenlerin sayısı.....	26



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Enerji iletim ve dağıtım sisteminin blok şeması	8
Şekil 1.2. Durdurucu direkler	10
Şekil 1.3. Köşede durdurucu direkler	11
Şekil 1.4. Taşıyıcı direkler	11
Şekil 1.5. Köşede taşıyıcı direkler	11
Şekil 1.6. Nihayet direkleri	12
Şekil 1.7. Branşman direkleri	12

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1.Elektrik üretiminin basit düzeneği.....	4
Resim 1.2.Elektriğin son kullanıcıya ulaşması.....	7
Resim 1.3.Direk tipi trafo.....	13
Resim 1.4.Beton köşk.....	13
Resim 1.5.Açık şalt sahası.....	14
Resim 1.6.Güç trafosu.....	14
Resim 1.7.SF6 gazlı kesici.....	15
Resim 1.8.Dahili tip bıçaklı ayırıcı.....	16
Resim 1.9.İzolatörün parçaları.....	16
Resim 1.10.OG akım trafosu.....	17
Resim 1.11.Gerilim trafosu.....	18
Resim 1.12.OG parafudr.....	18
Resim 1.13.Koruma rölesi.....	19
Resim 3.1.Doğrudan temas.....	27
Resim 3.2.Dolaylı temas.....	27
Resim 3.3.Yalıtkan baret.....	29
Resim 3.4.İzole eldiven.....	30
Resim 3.5.Paraşüt tipi emniyet kemeri.....	30
Resim 3.6.Güvenlik ayakkabısı.....	31
Resim 3.7.İzole halı.....	32
Resim 3.8.İzole stanka.....	32
Resim 3.9.Sigorta değiştirme pensi.....	33
Resim 3.10.Gerilim dedektörü.....	33
Resim 3.11.Termal kamera.....	34
Resim 3.12.SF6 gaz dedektörü.....	34

Resim 4.1. Ark elbisesi	35
Resim 4.2. Hatta çalışma var levhası	36
Resim 4.3. Saha ekibinin çalışması.....	37
Resim 4.4. Saha ekibinin çalışması.....	37
Resim 4.5. Saha ekibinin çalışması.....	38
Resim 4.6. Sahada bakım çalışması.....	38
Resim 4.7. İzolatör bakımı	39
Resim 4.8. Sahada çalışma	40
Resim 4.9. Sahada çalışma	40
Resim 4.10. Trafo bakımı	41
Resim 4.11. Hat çalışması	41
Resim 4.12. Dağıtım merkezi	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

AG	Alçak gerilim
OG	Orta gerilim
YG	Yüksek gerilim
TM	Trafo merkezi
AC	Alternatif akım
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
KKD	Kişisel koruyucu donanım
TSE	Türkiye Standartları Enstitüsü
CE	Conformite Europeenne
kVA	Kilovolt amper
kV	Kilovolt
V	Volt
MVA	Mega volt amper
mA	Miliamper
A	Amper
s	Saniye
Hz	Hertz
cm	Santimetre

GİRİŞ

Elektrik enerjisi yüklerin hareketi olarak bilinen bir süreçtir. Süreç, başka bir enerji formundan elektrik enerjisi elde etme üzerine kurulmuştur. Süreç üretim, iletim ve dağıtım olarak ayrılmaktadır. Her bir sürecin kendi içinde özellikleri olmakla beraber bu özelliklere göre teknik detaylar ortaya çıkmaktadır. Elektrik enerjisinin vazgeçilmez olduğu kabul edildiğinde ve bu enerji türünün tehlikeleri dikkate alındığında bu alanda yapılacak çalışmaların önemi de ortaya çıkmaktadır.

İnsan nüfusunun artmasının yanında gelişen sanayi ve teknolojik ilerleme sonucunda elektrik enerjisine olan ihtiyaç artmıştır. Bu artışın başlıca nedenleri kullanılan cihaz ve makinelerin elektrik enerjisi ile çalışması ile doğru orantılıdır. Bu sürecin doğal bir sonucu olarak da elektrik enerjisinin üretim miktarının artması ile sağlanmaktadır. Artan ihtiyaçlar daha fazla elektrik enerjisi kullanılması gerekliliğini ile beraber bunu karşılamak için yeni üretim santrallerinin devreye girmesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Üretilen enerjinin tüketici gruplarına iletimi ve dağıtımını da son derece önemli bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. İletim ve dağıtım sistemleri gerek verimlilik gerekse güvenlik açısından son derece önemli yerler olarak görülmektedir. Elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımında arazi yapısının durumu da dikkate alınması gereken hususlardan biridir. Ülkemizde iletim ve dağıtım süreci, arazi yapısı nedeniyle engebeli arazilerde yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Elektrik enerjisi yüklerin hareketi olarak tanımlandığından, üretilen elektrik yüklerinin tüketici gruplarına ulaştırılması için oluşan kayıplar da göz önüne alındığında iletim sürecinde, üretilen elektrik enerjisinin tüketim merkezlerine taşınması yüksek gerilimli ya da çok yüksek gerilimli enerji iletim hatları ile yapılabilir. Tüketicilerin üretim santrallerine olan uzaklıkları doğal olarak çok fazla olduğundan bu süreçte iletimin yüksek seviyelerde yapılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan yöntemlere bağlı olarak uzaklık değişmekle beraber, genel anlamda bakıldığında mesafelerin çok uzak olduğu görülmektedir. Dolayısı ile elektrik üretim merkezleri ile tüketici merkezleri arasında oldukça uzun mesafeler bulunabilmektedir[1].

İletim ve dağıtım süreçlerine mesafelere bağlı olarak hat uzunlukları sınıflandırılmaktadır. 80 km'ye kadar olan hat uzunlukları kısa mesafeli hatlar, 80-250 km'ye kadar olan mesafeler orta uzunluktaki hatlar ve 250 km ve üstü mesafeler ise uzun hat olarak tanımlanmaktadır. Bu hatların tamamı iletim hattı olup, elektrik enerji seviyesi olarak değerlendirildiğinde Orta Gerilim (OG) yada Yüksek Gerilim (YG) hatları olarak sınıflandırılmaktadır. Bu hatlarda kullanılacak şalt malzemelerinin yanında alınacak önlemlerde enerjinin dağıtım merkezlerine verimli ve güvenli bir şekilde ulaştırılmasında önemli bir rol üstlenecektir[2].

Elektrik enerjisinin tehlike sınıfları da göz önüne alındığında gerilim seviyesinin yükselmesi ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Özellikle YG hatlarında oluşabilecek olumsuz durumlar ciddi sıkıntılara yol açabilmektedir. Bu süreçlerde iş sağlığı ve güvenliği kavramı

ortaya çıkmaktadır. Gerek ülkemizde gerekse küresel anlamda bu alanda alınması gereken tedbirler ve kullanılacak yöntemler belirli standartlara göre belirlenmiş ve uygulamaya geçirilmiştir. Ancak her ne kadar kurallar belirlenmiş olsa da saha çalışmalarında sıkıntılar ve istenmeyen durumlar olabilmektedir. Bu nedenle uygulama çalışmaları da dikkate alınarak önleyici tedbirlerin ortaya konulması gerekmektedir.

Yüksek gerilim hatlarında kullanılan enerji seviyesinin yüksek olması, oluşabilecek bir olumsuzlukta operatörlere ciddi zararlar verebilmekte ve hatta ölüm ile sonuçlanabilmektedir. Bu anlamda ortaya çıkan kavram iş sağlığı ve güvenliğidir. Alınabilecek çok küçük önlemler ortaya çıkabilecek büyük felaketleri önlemeye yetecektir. Elbette tedbirlerin belirli standartları bulunmaktadır. Ancak bunların saha uygulamalarında da yapılması şarttır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bu alanda yapılan çalışmalar ve alınabilecek önlemler tartışılmakta ve bunlar raporlanarak sorumlu kişi yada kurumlara verilmektedir. Ancak bu durum bazen sadece teorik olarak ortaya konulmakta ve saha çalışmalarına çok fazla yansımamaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği, yapılan çalışmalar aşamasında çalışma sahasında oluşabilecek sağlıksal problemleri ve mesleki risklerin azaltılması veya yok edilmesiyle uğraşan bir bilim koludur. İş güvenliği, iş yerlerinde oluşan tehlikelerden ve sağlığa zarar verebilecek durumlardan koruma sağlamak amacıyla uyulması gereken hem işçiyi hem de işvereni korumaya yönelik anayasal bir güvencedir. İş sağlığı ve güvenliğinin tarihi çok eski zamanlara dayanmaktadır. İnsanların çalıştıkları işlerde yaşadıkları sağlık sorunlarına ilk olarak M.Ö. 2600 yıllarında rastlanmaya başlamıştır. Dönem içerisinde Antik Mısır'da mimar ve mühendislik alanlarında çalışma yapan İmhotep, Mısır'da piramitlerin yapılması aşamasında ortaya çıkan kazalar sonucunda birçok insanın ölmesine ve işçilerde ortaya çıkan bel kısımlarında problemlerin oluştuğuna dair tespit de bulunmuştur. Kanunlar olarak ise Hammurabi Kanunlarında iş sağlığı ve güvenliğinin temelleri atılarak bilinen ilk yasalara yer verilmiştir. Türkiye tarihinde ise Osmanlı'nın sanayileşmeye başlamasıyla birlikte iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili düzenlemelerin temeli inşa edilmeye başlamıştır. Dönem içerisinde ilk olarak düzenleme, 1865 tarihli Dilaver Paşa Nizamnamesi olmuştur. Asıl düzenlemeler Cumhuriyet döneminde yapılmaya başlamıştır[3].

Ülkemizdeki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kurum ve kuruluşlar belirlenmiş olup yetkilendirme süreçleri de kanunlar ve yönetmelikler ile ortaya konulmuştur. Ortaya konulan ve belirlenen bu durumların uygulanabilirliği sağlanmış ve ciddi bir süreç oluşturulmuştur. Ortaya konulan standartların kurum ve kuruluşlarca uygulanabilirliğinin sağlanması için saha uygulamaları önem kazanmıştır. Ayrıca operatörlerinde göstereceği dikkat, oluşabilecek kazaların bertaraf edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Konunun önemini operatörler tarafından anlaşılabilmesi için periyodik eğitimler ve saha örneklemeleri yapılarak sorunların çözülebileceği aşikardır. Bu nedenle özellikle OG ve YG hatlarında oluşabilecek olumsuzluklar

ve alınması gerek önlemlerin iyi bir şekilde analiz edilmesi sürecin daha iyi olması açısından son derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, OG ve YG hatlarının genel özellikleri açıklanmış ve bu hatlarda kullanılan güvenlik önlemleri detaylandırılmıştır. Süreç teknik olarak ele alınmış ve açıklayıcı bilgiler ile desteklenmiştir. Aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği açısından da bir analizi yapılmıştır. Elde edilen teorik sürecin ardından saha çalışmaları uygulamaları ile çalışmanın etkinliği artırılmıştır.

Çalışma Çorum ilinde yapılmıştır. İncelemenin yapıldığı saha da 154 kVgirişe 31,5 kVçıkışa sahip sırasıyla 100 MVA, 50 MVA ve 50 MVA olmak üzere 3 trafo vardır. Açık şalt sahasıdır. Çıkış fider sayısı toplam da 8 adettir. Toplam trafo gücü 200 MVA olmasına karşın tüketilen güç 80 MVA' tır. Normal şartlarda bulunulan bölgede tüketim daha fazladır ancak son zamanlarda artan güneş enerjisi sistemlerinden dolayı sahadan tüketim bu sebeplerden daha az olmaktadır.

1. BÖLÜM

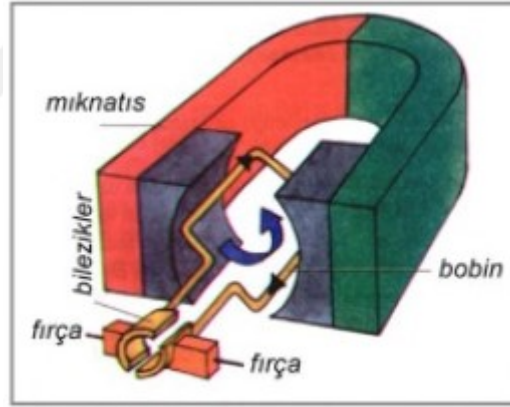
GENEL BİLGİLER

1.1. Elektrik

Elektrik, iletken maddelerin (bakır, alüminyum, gümüş vb.) atomlarının son yörüngelerindeki elektronların hareketi olarak açıklanabilir. TDK'ninyapmış olduğu tanımı "maddenin elektron, pozitron, proton vb. parçacıklarının hareketiyle ortaya çıkan enerji türü" olarak yapılmaktadır [4].

Elektrik enerjisi; en kullanışlı enerji olan elektrik bugün, ev ve işyerlerinin vazgeçilmez unsurudur. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde yararlanılan göstergelerden birisi de kişi başına düşen elektrik tüketimi oranıdır[5].

En basit elektrik üretici resim 1.1' de görüldüğü mıknatıs kutupları içine konulan bobinle yapılabilir. Mıknatıslar ya da bobin döndürülürse, manyetik kuvvet çizgilerinin etkisiyle bobinin içindeki elektronlar hareket etmeye başlar ve bu hareketle doğan akım alıcıları çalıştırır.



Resim 1.1. Elektrik üretmenin basit düzeneği

1.1.1. Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi

İnsan üzerinde geçen elektrik akımının bedende gösterdiği etkiler vardır. Bu etkiler akımın büyüklüğü ve bedenden geçme süresine göre etkisinde farklılıklar olabilir.

Akımın sebep olduğu kazalar, etkisi bakımından üç gruba ayrılabilir:

- Elektrik akımı direkt olarak sinirlere, adalelere ve kalp çalışmasına etkisi
- Elektrik akımı sonucunda oluşan ısı ve arkin neden olduğu yanmalar

- Canlıya zarar vermeyecek küçük akımlarda, panik nedeniyle fiziksel zararlar [6].

Hayati tehlikeye sebep gerilim değil, geriliminde etkilediği vücuttan geçen akımdır. Elektriksel akımbedenden geçtiğinde, sinirleri kullanarak kasların kasılmasına sebep olur ve bu fizyolojik olaydır. Ancak akımın en tehlikeli durumu kalp kaslarına olan etkisidir [6].

Vücuttan geçen elektriksel akımın gittiği yol önemlidir. Akımın vücutta sağ taraftan mı sol taraftan mı ilerlemesi dikkate alınması gereken bir durumdur. Bu durumda en tehlikeli oluşabilecek durum kalp üzerinden akımın çıkmasıdır. Yapılan denemeler neticesinde 50 Hz'lik alternatif akımın bazı akım şiddetleri için belirtiler tablo 1.1'de gösterilmiştir. Burada verilen etkiler bir saniye maruz kalma sonucunda ortaya çıkan etkilere aittir [6].

Tablo 1.1. Alternatif akımın insan vücuduna etkileri

Akım Bölgesi	Akım Şiddeti	Fizyolojik Belirti
AC-1	0,01 mA	Hissetme sınırı, dokunulan yerde gıdıklanma meydana gelir.
AC-2	1-5 mA 5-15 mA 15-25 mA	Dokunulan yerde uyuşukluk, hareket zorlaşması oluşur. Akıma tutulmaya neden olan nesne hala bırakılabilir, kramplar girmeye başlar, tansiyonun yükseldiği görülür. Akıma tutulmaya neden olan nesne artık bırakılamaz, kalp çalışmasında henüz bir şey yoktur.
AC-3	25-80 mA 80-100 mA	Dayanılabilen akım değeridir. Tansiyonun değerinde yükselme olur. Kalpte çalışma düzensizdir. Teneffüs de sıkıntı yaşanır. Kalbin durması söz konusudur. Genelde bilinç açıktır. Bazılarında bayılma yaşanabilir. Akım şiddetinin süresine göre kalpte fibrilasyon ortaya çıkabilir, bilinçte kayıp yaşanır. (üç milisaniyeden az zamanlarda fibrilasyon ortaya çıkmaz.)
AC-4	>3-8 A	Tansiyon artar, kalp çalışmaz, akciğerler şişme ve bilinçte kayıp olur.

İnsanın vücut direnci, dokunulan alandaki derinin direnciyle vücut iç direncinden meydana gelir. Elektriğe çarpılma yönünden dikkat edilmesi gereken yer, akımın geçtiği yolda kalbin bulunması veya akımın devreyi tamamlarkenki değeridir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken durum deri direncinin gerilim değeriyle alakalı olduğudur. Gerilim artarsa derinin direncinde düşme meydana gelir. 70 V ve 100 V arasında çoğunlukla deride delinme ortaya çıkar ve

bundan dolayı deri direnci pratik olarak bakıldığında sıfıra düşer[6]. Yüksek gerilim geçen insan vücudunda ise aşırı gerilimden dolayı deride yanmalar oluşur.

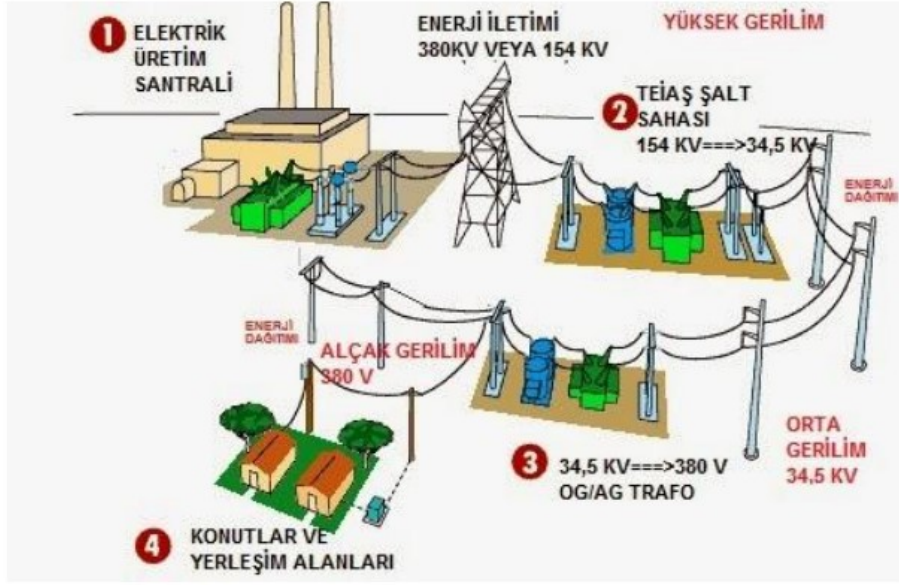
Yüksek gerilim hatlarında elektrik akımına maruz kalmak için doğrudan hatlarla temas etmek gerekmez. Yüksek gerilim hatlarının etrafında oluşan elektromanyetik alandan dolayı insan vücudunda tehlikeye yol açmaktadır. Bu nedenle yüksek gerilim çeşitlerine göre azami yaklaşma mesafesi belirlenmektedir. Bu mesafeler aşağıda tablo 1. 2' de verilmiştir.

Tablo 1.2. Yüksek gerilim hatlarına azami yaklaşma mesafeleri

GERİLİM (V)	AZAMİ YAKLAŞMA MESAFESİ (cm)
50-3.500	30
3.500-10.000	60
10.000-50.000	90
50.000-100.000	150
100.000-250.000	300
250.000-450.000	450

1.1.2. Elektrik Enerjisi Üretimi

Elektrik iletken bir telin manyetik bir alan içinde hareket etmesiyle üretilir. Mesken, işyerleri, fabrikalarda ihtiyaç duyulan büyük miktardaki elektrik enerjisini üretmek için büyük güç santrallerine ihtiyaç duyarız. Güç santrallerinin bir kısmında elektrik enerjisi ortaya çıkarmak için ısı üretirler. Fosil yakıtlı santrallerde ısı için doğal gaz, kömür ve petrol yakılır. Nükleer santrallerde uranyum parçalanarak ısı üretilir. Oluşan ısı, elektrik enerjisini üretmek için gerekli olan mekanik enerjiye dönüştürülür. Oluşan elektrik ise iletken teller ile kullanılacağı yere gönderilir. Üretilen elektrik dağıtım merkezlerine gönderilir ve buradan kullanım alanlarımıza dağıtılır.



Resim1.2. Elektriğin son kullanıcıya ulaşması

Enerjiyi elde edebileceğimiz kaynaklar değerlendirildiğinde, petrol, doğalgaz ve kömürden meydana gelen fosil bazlı yakıtların ağırlığını gelecek senelerde desürmesi beklenmekte ve enerjiye olan ihtiyacındaki artışın (2010-2035 dönemi) %77,8'lik kısmının bu tarz kaynaklardan temin edileceği öngörülmektedir[7].

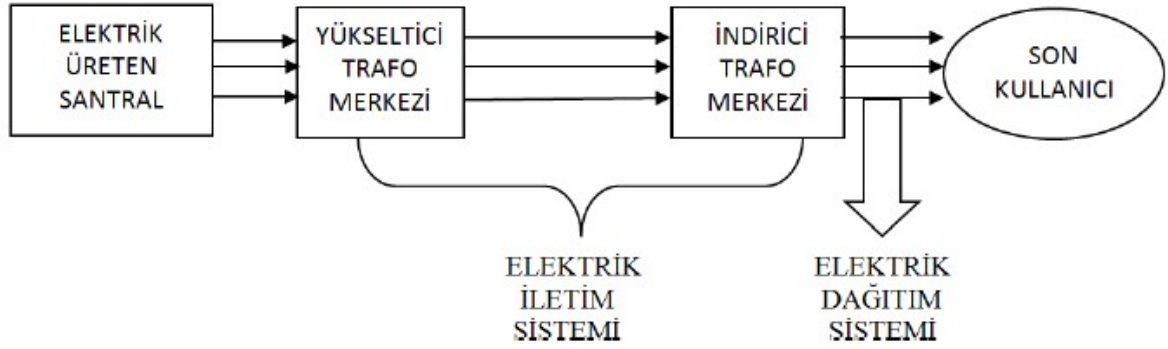
Doğal yollarla üretilen enerji için tesis edilecek sistemin yapımındaki maliyetlerden dolayı ülkemizde hala fosil bazlı kaynaklar kullanılmaya devam etmektedir. Son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımın artmasıyla Marmara, Ege, Batı Trakya ve Akdeniz bölgelerinde doğal kaynaklarla üretim artmıştır [7].

Santrallerin türünün seçimi, enerjinin maliyetini belirleyecek işletme ve bakımla ilgili olan masraflarla ilgilidir. Bir termik santralin kurulum maliyeti, yenilenebilir enerji üretecek bir santralin kurulum masraflarının yaklaşık üçte biridir. Ancak yenilenebilir enerji santralini işletme maliyeti, termik santralin işletme maliyetinden daha düşüktür. Bunun başlıca sebebi termik santralinde kullanılan yakıtın maliyetinin pahalılığıdır [8].

1.1.3. Elektrik Enerjisi İletimi

Elektrik enerji üretiminin yapıldığı yerlerin çoğu tüketim bölgelerinden uzaktadır. Elektriğin son tüketiciye ulaştırılması gerekmektedir. Üretilen elektrik enerjisi santrallerden dağıtım merkezlerine iletilmesine sağlayan hatlar üzerinden gerçekleşmektedir. Elektrik hatlarının döşenmesinde iletim hatlarının güzergahı ve arazi durumu gibi hususlar incelenir. Elektriğin güvenli ve minimum kayıplarla iletilmesi önemlidir.

Şekil 1.1' de enerji iletim ve dağıtım sisteminin hangi yol izlediğine dair blok şema bulunmaktadır. Son kullanıcının enerjiden yararlanacağı dağıtım merkezlerine, üretilen elektrik enerjisinin gerilimi öncelikle trafolar yardımıyla yükseltilerek ulaştırılır. İletim hattında; iletkenler, trafo merkezleri ve direkler gibi bölümler bulunur [9].



Şekil 1.1. Enerji iletim ve dağıtım sisteminin blok şeması

Enerji üretim tesisleriyle TM arasındaki hatlara yüksek gerilim; iki trafo merkezi arasındaki hatlara orta gerilim, küçük trafo merkezleri ile son tüketici ortasındaki hatlar enerjii ulaştırmak üzere kurulan hatlar olup, alçak gerilim olarak isimlendirilir [9].

Anma gerilimi aynı olan, birbiriyle bağlantılı elektrik tesislerine şebeke denir. İletim şebekeleri iletimde kullanılırken, dağıtım şebekeleri dağıtımda kullanılır. Elektriğin iletilmesi ve dağıtılmasını sağlayan şebekeler, enerjinin üretilmesinden tüketilmesine kadar elektriği güvenilir ve kesinti yaşamadan, iletmeye ve dağıtmaya uygun olmalıdır. Enerjiyi iletmek ve dağıtmak için şebekelerin yerleşimi ve planlaması çok iyi şekilde yapılmalıdır. Şebekelerde meydana gelebilecek her türlü arıza ve sorun kullanıcıları etkilememelidir. Dağıtım hattı boyunca kullanıcı hangi noktada olursa olsun sabit gerilim ve sabit frekansa sahip olacak şekilde aynı özellikleri taşıyan enerjiyi kullanabilmelidirler. Şebekeler ani olarak değişen şartlara cevap verebilecek nitelikte olmalıdır [10].

Şebeke çeşitleri; alçak gerilim, orta gerilim, yüksek gerilim ve çok yüksek gerilim şebekeleri olarak ayrılabilir. Alçak gerilim şebekelerinin gerilim aralığı 1 volt ve 1000 volt arasındadır. Dağıtım trafolarından son kullanıcıya giden şebekelerdir. Ülkemizde alçak gerilim değeri olarak 220 V ve 380 V kullanılır. Bu tez çalışmasında orta ve yüksek gerilim şebekeleri daha detaylı incelenecektir.

1.2. Orta Gerilim ve Yüksek Gerilim

1 kV ile 35 kV arasındaki gerilim değerine sahip şebekelere orta gerilim şebekeleri denir. OG şebekeleri yüksek gerilim şebekeleriyle alçak gerilim şebekeleri arasındaki bağlantıyı sağlar. Tüketicilerin yüksek gerilim ile bağlantılı olması güvenlik ve izolasyon açısından uygun olmadığından yüksek gerilimler trafolar vasıtasıyla uygun değerlere indirilerek orta gerilim şebekelerine bağlanırlar. Orta gerilim şebekelerinin hitap ettiği alanlar genellikle çok büyük olmayan şehirler ve sanayi bölgeleridir. Bu yerlere elektrik enerjisinin taşınması amacıyla kullanılmaktadırlar [10].

35 kV ile 154 kV arasındaki gerilim değerine sahip şebekelere yüksek gerilim şebekeleri denir. Yüksek gerilimler dağıtım yapılmak amacıyla kullanılmaz. İletime en uygun gerilimler yüksek gerilimlerdir. Yüksek gerilimler çoğunlukla iletim hatlarında kullanılmaktadır. Bunun sebebi uzak mesafelerde alçak gerilim enerji iletiminde güç kaybı fazla olurken, yüksek gerilimde güç kaybının az olmasıdır [10].

Yüksek gerilim tesislerinde bulunan elemanlar; iletkenler, direkler, trafo merkezleri ve koruma elemanları gibi gruplandırılmaktadır.

1.2.1. İletkenler

İletkenler, santrallerde üretilen elektrik enerjisini tüketim bölgelerine taşıyan hatlardır. Enerji taşınmasında kullanılan bu iletkenlerin taşıma sırasında en az kayıpla elektriği iletmesi gerekmektedir. Bu nedenle yüksek iletkenlik özelliğine sahip malzemelerden seçilmelidirler. Aynı zamanda mekanik yüklere ve hava koşullarına uygun olmalıdır.

İletkenlerin gerekliliği esnekliğini sağlamak, askı ve gergi noktalarında oluşan titreşimler sebebiyle kopmasını önlemek amacıyla spiral şeklinde örgülü olarak yapılır [11].

Enerji taşıma hatlarında çelik özlü alüminyum iletkenler kullanılabilir. Bunun nedeni daha yüksek gerilebilme imkanının olması, daha hafif oluşu ve maliyetinin daha düşük olmasıdır [12].

1.2.2. Elektrik Direkleri

Elektrik enerjisi üretildikten sonra tüketim merkezlerine iletilmesi için hava hatları kullanılmaktadır. Bu iletimi sağlamak için direkler kullanılmaktadır. Direk, iletkenleri belirli bir mesafede havada durmasını sağlayan ve uygun aralıklarla yerleştirilen şebeke donanımıdır [13].

Durdurucu direkler, köşede durdurucu direkler, taşıyıcı direkler, köşede taşıyıcı direkler, braşman direkleri ve nihayet direkleri sınıflandırılan direkler kullanılış çeşitleri açısından sınıflandırılmıştır.

Yapıldıkları malzemelere göre de direk çeşitleri; ağaç direkler, beton direkler ve demir direkler olmak üzere sınıflandırılır.

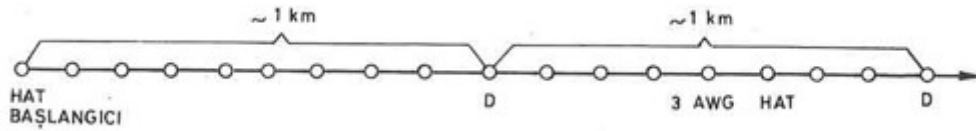
Ağaç direkler; OG enerji naklinde kullanılan direkler, iğne yapraklı olan çam, köknar, ladin, ardıç gibi ağaçlardan elde edilir. OG enerji naklinde genellikle 12 metrelik ağaç direkler kullanılabilir.

Beton direkler; OG enerji naklinde kullanılan beton direkler, beton çelik çubuklar ve yüksek dayanımlı ön gerilmeli çelik tel ve halatları kullanılarak savurma yöntemi ile yapılan betonarme direklerdir. OG enerji naklinde kullanılan beton direkler 10 metreden 26 metreye kadar imal edilmektedir[14].

Ağaç direklere göre daha dayanıklı, beton direklere göre daha hafif olan direkler demir direklerdir. Meydana gelen arızaların tamiri daha kolaydır. Bakım ve işletme masrafları fazladır.

1.2.2.1. Durdurucu Direkler

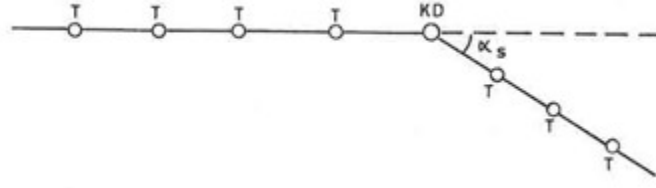
Belirli bir güzergâh boyunca taşınan iletkenlerin sağlam ve sabit olarak belirli mesafelerde bağlanmış ve gerilmiş olmaları gerekir. İletkenlerin kopması, direkte meydana gelebilecek bozukluklar sonucunda sorun sadece iki direk arasında kalacak olup, havai hattın diğer bölümlerini etkilemeyecektir. Güzergâh üzerinde iletkenlerin belirli mesafelerde gerilmesi amacıyla düz hat üzerinde kullanılan, iletkenlerin nihayet bağıyla izolatörlere bağlandığı direklerdir [15].



Şekil 1.2. Durdurucu direkler

1.2.2.2. Köşede Durdurucu Direkler

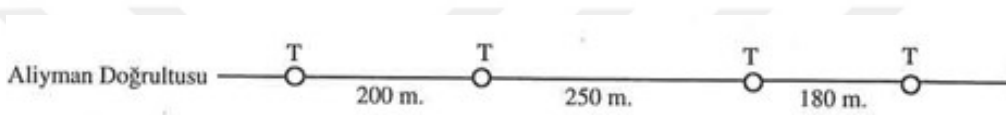
Yönelmelerin olmadığı bir hat üzerinde giden iletkenlerin, büyük sapma olacak şekilde yön değiştireceği kısımlarda, iletkenin izolatöre nihayet bağıyla bağlandığı direklerdir [14].



Şekil 1.3. Köşede durdurucu direkler

1.2.2.3. Taşıyıcı Direkler

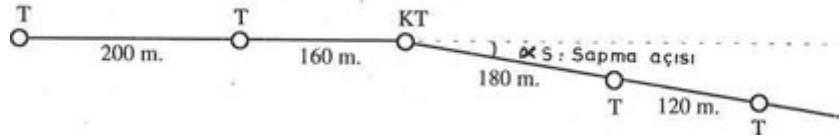
İletkenleri sadece taşımak amacıyla düz hat doğrultusunda iletkenlerin asıldığı direklerdir.



Şekil 1.4. Taşıyıcı direkler

1.2.2.4. Köşede Taşıyıcı Direkler

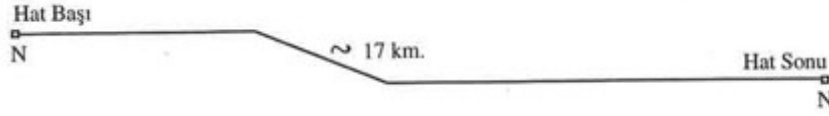
Düz doğrultuda giden hattın, yön değiştirdiği küçük sapmalarda kullanılan iletkenlerin izolatörlere taşıyıcı bağ ile bağlandığı direklerdir.



Şekil 1.5. Köşede taşıyıcı direkler

1.2.2.5. Nihayet Direkleri

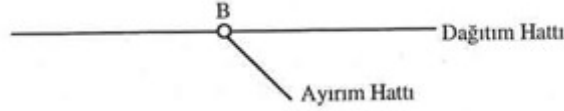
Hava hattının başladığı ve bittiği yerlerde kullanılan, iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklere denir[14].



Şekil 1.6. Nihayet direkleri

1.2.2.6. Branşman Direkleri

Dağıtım hattının kollara ayrıldığı yerlerde kullanılan direklere denir. Üzerlerinde dağıtım için gerekli ilave bağlanma tesisleri ve ayırıcı/kesiciler de bulunabilir[14].



Şekil 1.7.Branşman Direkleri

1.2.3. Trafo Merkezleri(TM)

Trafo merkezleri üretilen enerjinin iletim hattı ile son tüketiciye ulaşırken orta ve alçak gerilime dönüştüren elemanların tamamının bulunduğu yerdir. Bu işlemler farklı güç ve özellikteki trafo merkezleri ve trafolarla elektrik istenilen seviyeye getirilerek dağıtılır. Gerilimleri dönüştürmek için şalt sahaları vardır.

Şalt sahası; güç trafoları, baraları ve diğer elemanlarıyla birlikte elektrik üretim, iletim ve dağıtımın yapıldığı tesislere denir. Kısaca açıklamak gerekirse elektrik enerjisini farklı noktalardan bu noktaya getirerek, bu noktadan da dağıtmayayan birimlerdir.

1.2.3.1.Direk Tipi Trafolar

Direk tipi trafolar, iletim hattından gelen enerjiyi son tüketicinin kullanması amacıyla alçak gerilime düşüren ve direkler üzerine monte edilen trafolardır. Bu türler 400 kVA' dan daha az güce ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılır. Bu tipte trafo direk üstüne monte edilirken, diğer elemanlar aşağıda panoya yerleştirilir.



Resim 1.3. Direk tipi trafo

1.2.3.2.Bina Tipi Trafolar

Bina tipi trafo merkezleri şehir veya kasabalarda zemini dayanıklı, estetiği bozmayan yerlere alçaltıcı trafo merkezleri görevini yapmak için kullanılır. Bu tip trafo merkezleri kapalı bir bina veya kapalı mahfazalı mekanlarda kurulur[15].



Resim 1.4. Beton köşk

1.2.3.3.Açık Şalt Sahası

Elektrik üretiminin gerçekleştiği santralden yüksek gerilimin, orta gerilime dönüştürüldüğü yerlere denir. Bununla beraber enerjiyi dağıtımına uygun hale getirmek amaçlanmaktadır. Çoğunlukla canlıların fazla temasının olmadığı bölgelere tesis edilirler.



Resim 1.5. Açık şalt sahası

Bu sahalarda trafolarla beraber elektriği düşürmeye yarayan başka elemanlarda vardır. Bunu sağlayan elemanlar aşağıda açıklanmıştır.

1.2.3.3.1. Güç trafosu

Trafolar enerji çeşidi ve frekansında herhangi bir değişiklik olmadan genliğini değiştiren elektrik makineleridir. Santrallerde üretilen enerjiler alternatif gerilimdir ve bu gerilimler uzak mesafelere taşınacak büyüklükte değildir. Bu nedenle trafolar elektrik enerjisini yükselterek üretim merkezlerinden trafo merkezlerine taşınmasında kullanılır. Uzak mesafelere taşındıktan sonra ise tekrardan son kullanıcının kullanması için düşürücü trafolar vasıtasıyla alçak gerilime düşürülür.

Güç trafoları 200 MVA üzerinde olan ve indirici merkezleri gibi yerlerde kullanılan trafolardır. Bu tür trafolar hava ve yağ ile soğutulmaktadır. Ağır olmaları, pahalı olmaları ve bakımlarının zor olması gibi dezavantajları vardır.



Resim 1.6. Güç trafosu

1.2.3.3.2. Kesiciler

Kesiciler, orta ve yüksek gerilim şebekelerinde yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Bu cihazlar devreyi, boшта, yükteve özellikle kısa devre halinde açılıp kapayabildikleri gibi otomatik kumanda yardımı ile açılıp kapanmasına da olanak sağlarlar. Böylece insanları tehlikeden korumakta, alçak ve yüksek gerilim cihazlarında meydana gelebilecek hasarı önleyip en aza indirmektedir. Kesiciler hem ark söndürme özelliğine hem de çok hızlı hareket etme özelliğine sahiptir. Enerjiyi keserken önce kesici açılır, daha sonra ayırıcı açılmalıdır[16].

Kesicilerin çalışma mantığı kapalı durumda iken güç akışını sağlamak, açık durumdayken de gücü kesmektir. Kesicinin görevlerinin başında kısa devre anında devreyi açmak gelir. Kesiciler bir nevi sigorta görevi görmektedir. Kesiciler arkın söndürüldüğü ortama göre gruplandırılabilir. Bunlar; SF6 gazlı, vakumlu, basınçlı hava üfleli, tam yağlı, mekanik üfleli kesicilerdir. Son zamanlarda genellikle vakumlu veya SF6 gazlı kesiciler tercih edilmektedir.



Resim1.7. SF6 gazlı kesici

1.2.3.3.3. Ayırıcılar

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma kapama işlemi yapabilen ve açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt cihazlarıdır. Tesis bölümlerini birbirinden ayırıp bakım ve kontrol işlerinin güvenli şekilde yapılmasını sağlar[17].

Harici ve dahili tip olarak sınıflandırılabilirler. Dahili tipler iç mekanlarda kullanılanlardır. Bu ayırıcılar modüler hücre içinde bulunmaktadır. Harici tipler ise dış mekanlarda kullanılır ve buna uygun olacak şekilde imal edilirler.

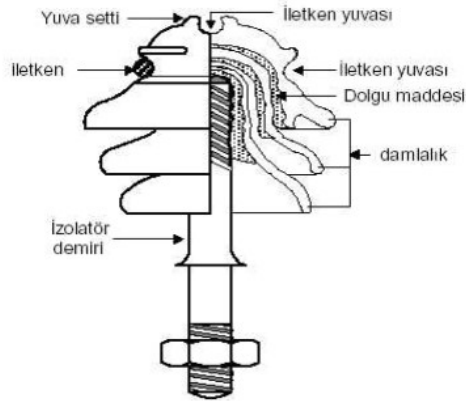


Resim 1.8.Dahili tip bıçaklı ayırıcı

1.2.3.3.4. İzolatör

Enerji nakil hava hatlarında kullanılan iletkenlerin direklere tespitine yarayan, iletkenleri hem taşımaya hem de toprak ile diğer iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine izolatör denir[11].

İzolatörlerin görevlerinden bazıları; elektriksel olarak iletkenleri topraktan ayırmak ve iletken ağırlığıyla beraber iletkenlere gelen ek yükleri karşılamaktır. İzolatörler hava şartlarına dayanıklıdır. Genellikle porselen ve camdan imal edilirler. Silikon ve epoksi reçineden üretilenlerde vardır ancak maliyet nedeniyle tercih edilmezler.



Resim 1.9. İzolatörün parçaları

35 kV'a kadar tek eleman şeklinde daha büyük gerilimlerde ise birkaç elemanın bir araya gelmesiyle harici ve dahili tiplerde imal edilir.

1.2.3.3.5. Akım trafosu

Bağlı oldukları devreden geçen akımı, istenen oranda küçülterek bu akımla sekonder terminallere bağlı aletleri besleyen ve onları yüksek gerilimden izole eden özel trafolar, akım transformatörleri denilir[18].

Akımlı trafoları, primer devreden geçen akımı küçülterek sekonder devreye aktarır. Bunun amacı cihazların yüksek akımlar sonucunda zorlanmasını, OG ve YG devrelerinde cihazların yüksek gerilimden dolayı zorlanmasını engellemektir.

Kullanım amaçları;

Ölçü aletlerini ve koruma rölelerini primer geriliminden izole eder, güvenli çalışmaya imkân sağlar.

Değişik primer değerlerine karşılık, standart sekonder değerler elde edilir[18].



Resim 1.10. OG akım trafosu

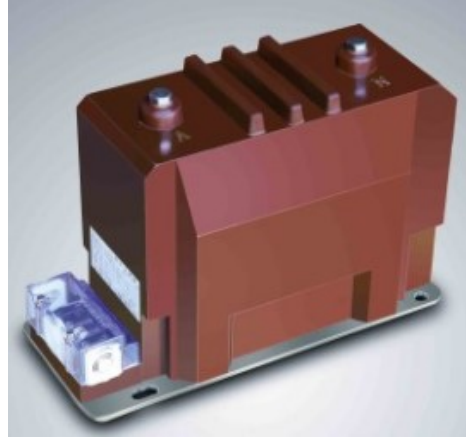
1.2.3.3.6. Gerilim trafosu

Gerilim trafoları, primer devreden geçen gerilimi manyetik bir kuplaj ile küçülterek sekonder devreye aktarır. Böylece sisteme bağlı gerilime karşı hassas olan elemanların enerjilenmesini sağlar. Gerilim trafolarının amacı ise yüksek gerilimler sonucunda cihazların zarar görmesini engellemektir.

Kullanım amaçları;

Ölçü aletlerini ve koruma rölelerini primer geriliminden izole ederek güvenli çalışmaya imkân sağlar.

Değişik primer değerlerine karşılık standart sekonder değerler elde edilir[18].



Resim 1.11. Gerilim trafosu

1.2.3.3.7. Parafudr

Yüksek gerilim tesislerinde hat arızaları, yıldırım düşmeleri ve kesici açması gibi manevralar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı çok yüksek gerilim şoklarının etkisini önler. Ayrıca iletim hatlarında meydana gelen yürüyen dalgaları tahrip etkisini önleyen cihazlardır[19].

Sistemi ve trafoları aşırı gerilime karşı korurlar.



Resim 1.12. OG parafudr

1.2.3.3.8. Koruma röleleri

Santraller ve enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde bildirim sistemleri, arızaları, sesli veya ışıklı devre elemanları aracılığı ile bildirirler. Bazıları da bildirim yapmadan ayarlandıkları büyüklüklere göre devreleri açarlar. Şebekede oluşan arızaların etkili ve ekonomik şekilde önlenmesi için röleler, devre açıcı elemanlar ve bildirim sistemleriyle beraber kullanılır[19].

Koruma röleleri; aşırı akım olması, yağ seviyesinde düşüş olması, sıcaklık artışında ve yanma gibi durumlarda devreye girmelidir. Koruma röleleri aynı zamanda benzer hatalarda aynı tepkiyi verecek kadar güvenilir, hatayı algılama aşamasında hızlı karar vermeli ve ark oluşturmamalıdır.



Resim1.13. Koruma rölesi

1.2.3.3.9. Buchholz rölesi

Buchholz rölesi, genişleme deposu bulunduran trafolarında bulunur. Bu tür röleler gaz basıncı ve yağ akışı ile çalışan röleler kategorisinde bulunmaktadır. Bazı yağ içerisine yerleştirilmiş cihazlar arıza sırasında gaz oluşmasına sebep olur. Bu gibi durularda buchholz rölesi devreye girer ve cihazı servis ışığı bırakır.

Transformatörde bir arıza yavaşça ortaya çıkarsa, yerel ısınmalar meydana gelerek katı veya sıvı yalıtım malzemelerini ayrıştırır ve böylece yanıcı gazlar doğar. Buchholz rölesinde belirli miktar gaz biriktiğinde alarma sistemi çalışır. Rölede toplanan gazın analizi, arıza cinsi ve yeri hakkında bir göstergedir[20].

1.2.4. Geçici Olaylar

Enerjinin iletiminde meydana gelen geçici olaylar iki grup olarak sınıflandırılabilir. Bunlar içsel ve dışsal kaynaklı olan geçici olaylar olarak adlandırılır. Yıldırımsal darbeler ve yürüyen dalgalar gibi durumlar dış kaynaklı geçici olaylara sebep olurlar. Ancak açma-kapama, trafolarında kademenin değişmesi gibi şebekesel olaylarsa içsel geçici olaylar olarak nitelendirilir. Bunun gibi olayların sisteme etkisi çok kısa bir zamanda geçmektedir. Yıldırımsal darbelerin sırt yarı değer süresi 30 ila 100µs'dir. Bunun gibi geçici olayların çoğu en geç iki periyot içinde sonlanır[21].

Geçici olaylar bu kısa zamandateçhizatlarda eskime ve izolasyon sorunlarına neden olmaktadır. Bununla beraber koruma sisteminde kullanılan kapasitif gerilim trafolarında gerilimin hatalı ölçülmesine sebep olmaktadır. Bu olay aynı zamanda sistemin ani korumasını sağlayan mesafe koruma rölelerinin hatalı çalışmasınadasebep olmaktadır. Geçici olaylar akım trafolarının doymasına neden olabilmektedir. Bu olaylar sunucunda aşırı akım rölelerinin ve diferansiyel rölelerinin hatalı çalışmaya ya da beklenen anda çalışmamaya neden olur.

Kapasitif gerilim trafoları (KGT) sık olarak kullanılan gerilim trafolarındandır. Koruma sisteminde geçici olayların en çok etkilediği teçhizattır [21].

İletim sisteminde bulunan akım trafoları arıza zamanlarında aşırı akımlara maruzkalmaktadır. Bu durum akım trafolarının doymasına sebep olabilmektedir. Akım trafolarının doyması ise bilgi ilettiği rölelerin hatalı çalışmasına sebep olmaktadır. Akım trafolarının doyması nonlinear bir olay olmakla birlikte arıza akımının DC bileşeni ile ilişkilidir [21].

Geçici olaylarakım trafolarının doymaya gitmesine sebep olmaktadır. Doymaya giden akım trafosu akımın gerçek değerini tam olarak yansıtamaz. Bu da iletim sistemi üzerinde güç trafolarının korunmasında kullanılan diferansiyel rölelerin hatalı çalışmasına sebep olabilmektedir. Güç trafoları ilk enerjilendirildiklerindemıknatıslama akımı çekerler. Mıknatıslama akımı diferansiyel rölede fark akımı oluşmasına neden olur.Akım trafolarının hatalı ölçüm yapması geçici olaylar gerçekleşirken akım trafolarının doymasından dolayıdır.Doyma elektromekanik aşırı akım rölelerinde diskin dönmesini sağlayan torkun yetersiz kalmasına neden olur[21].

1.2.4.1. Geçici Olayların Etkisi

Güç sistemlerinin oluşması sırasında önem arz eden öncelikli konulardan birisi de iletim hatlarının, kabloların ve şalt merkezlerinin izolasyon ihtiyacıdır. Anahtarlama olayları, yıldırım düşmesi ve başkaca sebeplerle oluşan geçici olaylar sonunda aşırı gerilim, aşırı akım ve osilasyonlar oluşabilmektedir. Bu değerler, normal çalışma şartlarındaki değerlerinden çok daha fazladır.

Geçici olaylar, enerji depolayan elemanlara sahip bir sistemin vaziyetindeki ani değişimler olmasında dolayı meydana gelenolaylardır.Bu durum aslında oluşan ani değişimlerden, geçici olaya neden olan elemanlar anında etkilenmezler. Depo edilen enerjinin dağılması için belli bir süreyeihtiyaç duyarlar. Bir sürekli durumdan diğer duruma geçişe kadar olan bu süreye, geçici dönem adı verilir [22].

Elektriksel devrelerde, endüktans ve kapasite elemanları enerji depo edebilenteçhizatlardır. Bu sebeple, sistemde meydana gelebilecek bir anahtarlama olayı ya da oluşan bir arıza gibi bu

teçhizatların durumunu değiştirecek bir olayoluştuğunda, geçici olaylar gerçekleşmektedir. Bu olaylarda aslında gerçekleşmekte olan endüktansda ki akımın aniden değişmeyeceği gibi kapasitördeki gerilimin de aniden değişmemesidir. Bir miktar zaman geçtikten sonra olan değişim sonunda sistemdeki akım ve gerilim değerleri fazlaca artar ve salınımlı olarak sönmektedirler.

Sürekli durum çalışma koşullarının detayına bakıldığında, geçici dönem oldukça kısa olmasına karşın çokça önemlidir. Geçici dönemlerde sistemde aşırı akım veya gerilimler sonucunda elemanlar zarara uğramaktadır. Geçici olaylar, aynı zamanda izolasyon problemlerine de sebebiyet verebilmektedir. Bu durumdan dolayı, geçici olaylarla beraber oluşabilecek sorunlar analizi yapılmalı ve etkileri değerlendirilmelidir.

Geçici olayların sistemdenasılıbiretki oluşturduğu teçhizata ve olayın meydana geldiği yere göre farklılık gösterir. Geçici olayların meydana gelme süreleri çok kısa olduğundan tespit edilmelerinde zorluklar yaşanabilmektedir. Geçici olaylarla beraber ortaya çıkan sorunlar, günümüzde giderek dijitalleşen cihazların hassasiyetinden dolayı artış gösterebilmektedir.

1.2.4.2. Geçici Olayların Sınıflandırılması

Güç sistemlerindeki geçici olaylar hızlarına göre yani sürelerine bakılarak değerlendirildiğinde üç sınıfta incelenebilmektedir. Bu sınıflandırmalar aşağıda açıklanmıştır.

1. Çok Hızlı Geçici Olaylar: Bu durum yıldırım düşmesi veya anahtarlama olaylarından dolayı meydana gelmektedir. Bu olaylar sonucunda oluşan aşırı gerilimlere karşı trafoyu korumak için buşingler veya parafudr kullanılır. Ancak parafudr kullanmak daha güvenilirdir. Aşırı gerilimin etkilerinden sistemi korumak için koruma teli, ark boynuzu ve parafudr kullanılmaktadır. Koruma teli, yalıtım malzemelerini yıldırım sonucundan oluşan gerilimden korumak amacıyla kullanılır. Koruma teli, yıldırımla oluşan elektrik yükünü izolasyon malzemesine zarar vermeden toprağa iletir. Ark boynuzu da koruma teli gibi izolasyon malzemesini korumaktadır. Boynuzlar arasında bulunan atlama aralığında izolasyon seviyesinin düşüklüğü nedeniyle aşırı gerilim boşalması bu elemandan yapılır ve böylece sistem izolasyonu korunmuş olur. Parafudr ise ana koruma elemanlarından biridir. Parafudr faz ile toprak arasında belirli bir izolasyon değerini sağlar ve arkın boşalmasına yardımcı olmaktadır. Çok hızlı geçici olaylar birkaç milisaniye gibi kısa zaman da gerçekleşir. Ayrıca bu olaylar elektrik yükünden kaynaklı oluşurlar.

2. Orta Hızdaki Geçici Olaylar: Sistemdeki aniden meydana gelen kısa devreler sonucu oluşan olaylardır. Kısa devrelere karşı röle veya sigortalarla koruma sağlanabilmektedir. Bu olaylarda elektrik yükü kaynaklı gerçekleşmektedir. Çoğunlukla kaynak geriliminin güç frekansına bağlı olup 10 periyot kadar sürerler (50 Hz'lik sistemde 200 ms) [22].

3. Yavaş Geçici Olaylar: Bu olaylar, sistemdeki mekanik osilasyonlarnedeniyle meydana gelen elektromekanik geçici olaylardır. Bu tür olaylar sistemde kararlılığın bozulmasına neden olabilmektedirler. 1 saniye ve üzerinde olan bir sürede gerçekleşirler.

1.2.4.3. Güç Sistemlerindeki Geçici Olayların Tipleri ve Nedenleri

Güç sistemlerinde geçici olaylar, bazı sebeplerden meydana gelebilmektedir. Olası geçici olayların bazıları şu şekildedir: atmosferik olaylar (yıldırım düşmesi vb.), yük anahtarlama, devre kesicinin açılması ve tekrar kapanması iletim hattı ve kabloların enerjilendirilmesi ve enerjisinin kesilmesi için yapılan anahtarlama, kondansatör gruplarının anahtarlama, güç transformatörlerinin enerjilendirilmesi için yapılan anahtarlama, ferro-rezonans olayları.

Yük Anahtarlama

Kesici ve ayırıcı gibi elemanları yüklediği nominal akım değerinde gerçekleştirilen anahtarlamalardır. Yük anahtarlama kavramı, sisteme enerjinin verilmesi veya kesilmesiyle oluşan durumdur.

Yük anahtarlama esnasında oluşan yüksek akımlar, güç sisteminin empedansı üzerinden akarak gerilim düşümlerine, alt frekanslardaki osilasyonlar gibi durumlara neden olurlar. Anahtarlama gibi olaylara karşı hassas olan güç elemanları bu durumdan olumsuz etkilenirler. Oluşan aşırı gerilimler sistemdeki diğer teçhizatların zarar görmesine neden olabilmektedir. Bu aşırı gerilimlerden kaynaklı koruma olarak hatlar arasında belirli mesafe olması gerekmektedir.

Devre Kesicinin Açılması ve Kapanması

Güç sisteminde çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelen arızalardan sistemi korumak amacıyla arıza akımını tespit ederek devreyi açıp kapayan röle ve kesiciler kullanılmaktadır.

Kondansatör Grubunun Anahtarlama

Kondansatör grubunun anahtarlama elektriksel salınımında bozulma meydana getirir. Akım ile gerilimde çok hızlı değişimler meydana gelmektedir. Aşırı akım ve gerilimler sistem üzerinde olumsuz etkiler oluşturur. Kondansatör anahtarlama ile meydana gelen geçici olaylar genel olarak 300 Hz ile 1 kHz aralığındadır.

Güç Transformatörleri İçin Anahtarlama

Güç sistemlerinde olağan biçimde gerçekleştirilen anahtarlama olaylarından biri de enerjisiz kalan güç transformatörüne başka ağ üzerinden enerji verilmesi sırasında yapılanlardır. Bu anahtarlamalardan dolayı güç sisteminde geçici olaylar oluşmaktadır. Bu durumla beraber aşırı akım, aşırı gerilim ve osilasyonlar oluşmaktadır.

Transformatörlerin Enerjilendirilmesindeki Anahtarlamlar

Trafoaların devreye alınması sırasında da geçici olaylar meydana gelir. Enerjilendirme aşamasında akım normal olması gereken akım değeri çok üzerindedir. Bununla birlikte koruma sistemlerinde hatalar meydana gelebilir. Oluşan yüksek akım, gerilim değeri dalgalanmalara neden olabilmektedir. Bununla beraber bozulmuş aşırı gerilimler oluşur [22].



2. BÖLÜM

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Uluslararası Çalışma Örgütü(ILO) VE Dünya Sağlık Örgütü(WHO) iş sağlığı ve güvenliğinin tanımını aşağıdaki gibi yapmaktadır. Bütün mesleklerde çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden iyilik hallerinin en üstün düzeyde tutulması, sürdürülmesi ve geliştirilmesi çalışmalarından oluşur. Diğer taraftansa iş güvenliği personellerin çalıştıkları işler ve işyerlerinde karşı kaşıya kaldıkları tehlikeli durumları bertaraf edilemiyorsa azaltılması için geliştirilen yükümlülüklerle ait kuralları ifade eder. İş güvenliği çoğunlukla personelin yaşamına ve bedenine zarar verecek risklerin kaldırılmasını amaçlar. İş sağlığı ve iş güvenliği birbirini tamamlayıcı niteliktedir. İş güvenliği alanında yapılan çalışmalar sonucunda iş kazalarında azalmalar olacak ve iş sağlığı kavramı gelişecektir.

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı

İş güvenliğinin amacı, çalışılan iş ve işyerlerindeki kaza olasılığını düşürmek, oluşabilecek sağlık sorunlarına engel olmak ve meydana gelebilecek meslek hastalıklarını önlemektir. Önlemler çalıştıkları işe ve ortama göre farklılık gösterebilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalar sadece ağır işleri kapsamamakla beraber her sektöre dahil edilebilir.

İş sağlığı ve güvenliğinin üç temel amacı vardır. Bunlar;

- Çalışanların, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturarak korunması
- İşletmelerin, gerekli önlemleri alarak zarar görmesini önleyerek korunması
- Üretimin, devamlılığını ve verimini artırarak korunması

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesinin (1948) üçüncü maddesinde “Yaşamak, özgürlük ve kişi güvenliği herkesin hakkıdır.” denilmektedir. Bildirgenin yirmi beşinci maddesinde de “Her şahsın gerek kendisi gerekse ailesi için yiyecek, giyim, mesken, tıbbi bakım, gerekli sosyal hizmetler dahil olmak üzere sağlığı ve refahını temin edecek uygun bir hayat seviyesine ve işsizlik, hastalık, sakatlık, dulluk, ihtiyarlık veya geçim imkanlarından iradesi dışında mahrum bırakacak diğer hallerde güvenliğe hakkı vardır.” hükmü ile güvenliğin önemi vurgulanmaktadır[23].

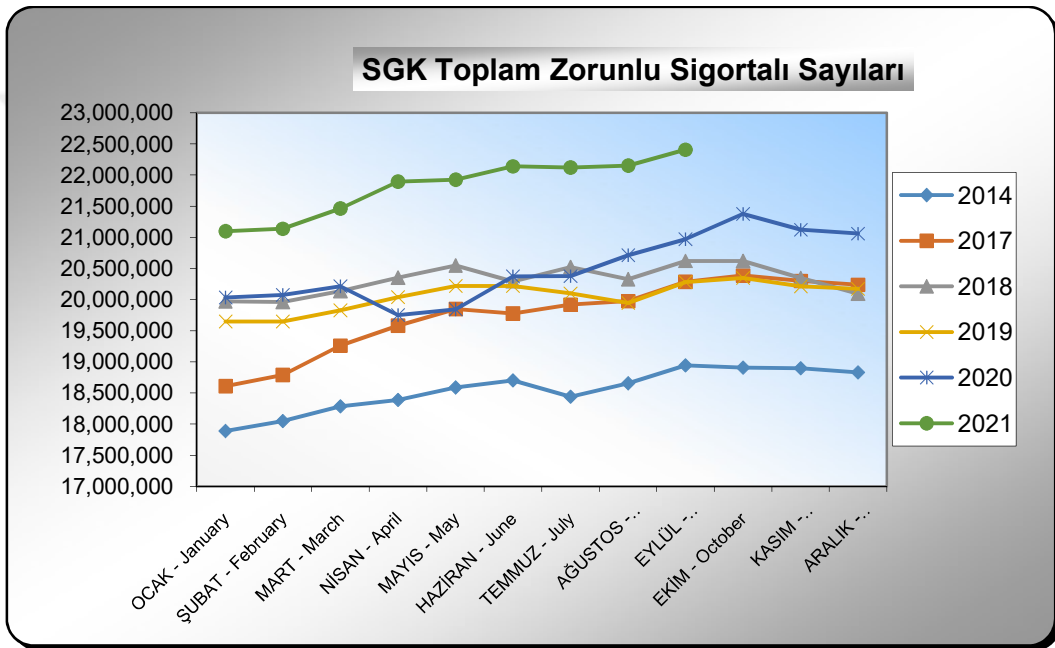
2.2. İş Kazaları

Kaza kelime anlamıyla can veya mal kaybına veya zararına neden olan kötü olay demektir. Zamanı, yeri ve nasıl olacağı belli olmayan, sonucunda bazı şeylerin kaybına ya da zararına neden olan olaylardır.

İş kazası, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda işyerlerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen “engelli hale getiren” olay olarak tanımlanmıştır[24].

İş kazası ve meslek hastalıklarının kayıt ve bildirimini yapılması gerekmektedir. İşveren, bütün iş kazaları ve meslek hastalıklarının kaydını tutar ve bunlarla ilgili rapor düzenler. Ayrıca işveren, iş kazalarından sonraki üç iş günü içinde bildirimde bulunmalıdır. Meslek hastalığı tanısı konulan çalışanlar ise on gün içinde SGK ‘ya bildirilir.

Tablo 2.1. SGK toplam zorunlu sigortalı sayıları[27]



Tablo 2.2. Sigortalıların ay ve cinsiyete göre iş kazası ve meslek hastalıklarından ölenlerin sayısı [27]

Tablo 3.1.13 - 5510 Sayılı Kanununun 4-1/a Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası veya Meslek Hastalığı Sonucu Ölenlerin Aylara ve Cinsiyete Göre Dağılımı, 2020							
<i>Table 3.1.13 - Distribution of The Deceased Persons Due To Work Accident or Occupational Disease by Months and Gender (Under Article 4-1/a of Act 5510), 2020</i>							
Kod no Codeno	Aylar Months	İş kazası sonucu ölen sigortalı sayısı ⁽¹⁾ Number of fatal accident at work ⁽¹⁾			Meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı sayısı Number of fatal occupational diseases		
		Erkek Male	Kadın Female	Toplam Total	Erkek Male	Kadın Female	Toplam Total
01	Ocak-January	72	5	77	0	0	0
02	Şubat-February	88	3	91	0	0	0
03	Mart-March	83	5	88	0	0	0
04	Nisan-April	77	4	81	1	0	1
05	Mayıs-May	74	2	76	0	0	0
06	Haziran-June	117	0	117	0	0	0
07	Temmuz-July	130	1	131	0	0	0
08	Ağustos-August	107	5	112	1	0	1
09	Eylül-September	115	1	116	0	0	0
10	Ekim-October	116	4	120	0	0	0
11	Kasım-November	112	3	115	2	0	2
12	Aralık-December	106	1	107	1	0	1
Toplam Total		1.197	34	1.231	5	0	5
⁽¹⁾ Ayrıntılı bilgi için Metaveri İK (4a) sayfasına bakınız. ⁽¹⁾ For more information refer to Metaveri İK (4a) page.							
Not: İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölen Sigortalı verileri yıl içinde iş kazası geçirip yine aynı yıl içinde ölenler ile yıl içinde meslek hastalığına tutunulup yine aynı yıl içinde bu meslek hastalığına bağlı olarak ölen sigortalı sayısını içermektedir.							
Note: Data of the deceased due to work accident and occupational disease include the insured having work accident or exposure to occupational disease within year and being deceased in the same year.							

2.3. İş Kazalarının Sebepleri

İş kazalarının temel nedenleri ile ilgili araştırmalarda kazaların büyük bir çoğunluğunun güvensiz davranışlar nedeniyle olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra bir kısmını da güvensiz durumlar oluşturmaktadır. Güvensiz davranışlar, insanların etrafında olan şeylerle ve fizyolojik yapısından kaynaklıdır. Güvensiz durumlar ise birçok etkenden kaynaklanan işyerindeki koşullardır. Bunların temeline inildiğinde ise her iki durumda da insan hatasından kaynaklıdır.

3. BÖLÜM

ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Elektrik, temas şekline bağlı olarak insan vücuduna farklı şekillerde etki eder. Bu farklılıklar doğrultusunda koruma önlemleri değişiklik gösterir. Elektrikle doğrudan veya dolaylı olarak temas kurabiliriz. Doğrudan temas, yüklü halde bulunan iletkene direkt dokunulmasıdır. Bu durumda bedenden yüksek seviyede akım geçmekte ve hat gerilimine uğramaktadır. Dolaylı temas, gerilim altında kalan cihazın gövdesine dokunan insanın elektrikle olan temasıdır. Temasa neden olabilecek tüm gövdeler topraklanmalıdır.



Resim 3.1. Doğrudan temas



Resim 3.2. Dolaylı temas

Elektrik kazalarının oluşmasının en önemli nedenlerinden bazıları; gerekli olan bilgi donanımına sahip olunmaması, çalışanların güvenlik kurallarına uymaması, çalışanın dikkatsizliği, aceleciliği, sistemin bağlantılarındaki eksiklik, izolasyonun bozukluğu gibi sebepleri vardır. Elektrik kazalarını güvenlik önlemlerini uygun şekilde uygulayarak önemli derecede azaltabiliriz. Elektrik kazalarını önlemek amacıyla dikkat etmemiz gereken bazı durumlar aşağıda açıklanacaktır.

3.1. İzolasyon

Elektrik sistemlerinde iletkenlerin birbiri ile olan teması yalıtkan yani elektriği iletmeyen malzemelerle sağlanır. Yalıtkan malzemelerin yalıtım yapabilme özelliğine izolasyon denir. Bu özelliği sağlayan maddelere ise izolasyon malzemesi denir. Yalıtmanın amaçlarından biri de dokunma geriliminin vücuttan geçmesini önlemektir. Uygun olmayan şartlarda kullanılan izolasyon malzemeleri zamanla özelliklerini kaybedebilir. Sıcaklık, yıpranma, aşırı gerilim ve dış etkiler sonucunda izolasyon bozulabilir.

Pense, tornavida ve benzeri aletler koruyucu yalıtıma sahip olmalı ve akım geçirmeyen malzemeden yapılmalıdır.

Elektrikle çalışan cihazlar ve panoların bulunduğu zeminlerin yalıtılması gerekmektedir. Yalıtkan paspas kullanılarak bu durum sağlanabilir. Bu durum kaçak sırasında yalıtımı sağladığı için elektrik çarpması meydana gelmemektedir. Beton köşklere de trafo ve hücrelerin önlerine yüksek gerilime dayanıklı paspaslar bulunmaktadır.

3.2. Topraklama

Toprak iyi iletken bir maddelerden biridir. Normal şartlar altında topraktan önemli olmayan ufak akımlar geçmektedir. Ancak arıza durumunda yüksek akımlar geçebilmekte ve bu durumda orada bulunan canlılar için tehlike oluşturmaktadır. Aynı zamanda bu oluşan kaçaklar yangınlara da sebebiyet verebilmektedir. Gerekli hesaplamalar sonucu topraklayıcı elektrotların toprakla teması sağlanarak topraklama yapılabilir.

Topraklamanın amacı, arıza anında meydana gelen kısa devre akımını canlılara zarar vermeyen yoldan ilerlemesini sağlamaktır. Yalıtım malzemelerinde oluşan hataları topraklama yaparak korumaya çalışırız. Topraklama yapılan cihazlar ve topraklama tesisi eş potansiyel baraya bağlanabilir. Bu durumla arada oluşacak gerilim farkı giderilmiş olur. Arıza sırasında farklı potansiyel olmayacağından tehlikeli durum oluşmaz.

3.3. Kişisel Koruyucu Donanımlar(KKD)

Kişisel koruyucu donanım, bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunmak için kişilerce giyilmek, takılmak veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzemedir[25].

Kişisel koruyucu donanımlar, kişilere özel olmalıdır. Kullanılmaya başlamadan kontrol edilmelidir. Hasarlı olanlar kullanılmamalıdır. Kişisel koruyucu donanımların belirli bir raf ömrü vardır, kullanılmamış olsa bile raf ömrü dolanlar yenilenmelidir. TSE ve CE standartlarına uygun üretilmelidir.

3.3.1. Baret

Çalışanları kaza sırasında darbelere ve düşen cisimlere karşı koruyan donanımdır. Elektrik tesis çalışmalarında yalıtkan malzemeden yapılan baret kullanılmalıdır. Trafo sahalarında çalışan ekiplerde yalıtkan baret kullanılmaktadır.



Resim 3.3.Yalıtkan baret

3.3.2. Eldivenler

Çalışma sırasında, çalışanlar, ellerini elektrik çarpmalarına, kaynak arklarına, ezilmelere, cisim batmalarına, ısıya, kimyasal maddelere, asitlere, bazlara vb. etkenlere karşı koruyan uygun eldivenler kullanılmalıdır[26].

Elektrik bulunan veya bulunma ihtimali olan yerlerde gerilim kademelerine uygun olmak şartı ile izole eldiven kullanılacaktır. Kesici ve ayırıcıları açar veya kapatırken, sigorta değiştirirken, gerilim dedektörü ile gerilim olup olmadığını kontrol ederken, topraklama

yaparken, laboratuvarında yapılan gerilimli çalışmalarda, izole eldivenler ile doğrudan enerjili yere kesinlikle temas edilmeyecektir[26].



Resim 3.4. İzole eldiven

Eldivenler her kullanım öncesi ve sonrası kontrol edilmeli, raf ömrüne bakılmalı, yağ ve kesici cisimlerle temas ettirilmemelidir. Eldivende delik, yırtık gibi hasarlar bulunmamalıdır.

3.3.3. Emniyet Kemerı

Yüksek yerlerde yapılan (direk, kule, iskele, güç trafosu vb.) çalışmalarda düşmeye karşı paraşüt tipi emniyet kemeri kullanılmalıdır[26].



Resim 3.5.Paraşüt tipi emniyet kemeri

3.3.3. Güvenlik Ayakkabısı

Elektrik çalışmaları sırasında kullanılan ayakkabı çeşidi yalıtkan ayakkabıdır. Sıvılara ve aşınma gibi durumlara karşı dayanıklı olmalıdır. Ayakkabıdaki izole yüksek gerilime karşı dayanıklı olmalıdır. Metal hiçbir parça bulunmamalı ve ark oluşmasına neden olabilecek herhangi bir delikte bulunmamalıdır.



Resim3.6.Güvenlik ayakkabısı

3.3.4. İş Elbisesi

Vücudu dış etmenlerden korumak amacıyla iş tulumu veya iş elbisesi giyilecektir. Gerilimli yerlere yakın veya ark tehlikesi olan veya olabilecek yerlerdeki çalışmalarda mutlak ısı ve alev dayanıklı iş güvenlik elbiseleri, kimyasal maddelerle ve akü odalarındaki çalışmalarda aside ve kimyasal maddelere dayanıklı önlük, ceket, pantolon veya tulum, elektrik tesis, işletme, bakım, onarım işleri ve atölyelerde çalışan personel işlerine uygun iş elbisesi giyeceklerdir[26].

3.3.5. İzole Halı

Yüksek gerilim seviyesine izolasyon sağlayacak özellikte olmalıdır. Kauçuk ve poliüretandan imal edilirler. Yırtık, çatlak gibi üretim hataları bulunmamalıdır. Teslim tarihinden en fazla altı ay önce üretilmiş olabilirler. Trafo merkezlerinde kapalı şahtlarda hücre önlerine serilirler.



Resim 3.7.İzole halı

3.3.6. İzole Stanka

YG' de devreyi açıp kapatan kesme ve ayırma işlemi yapan cihazların manevrasında el ile kumanda edilmesi ihtiyacı olduğunda topraklama işleminin yapılmasında gerilim seviyesine uygun izole stanka kullanılmalıdır[26].



Resim 3.8.İzole stanka

3.3.7. Sigorta Değişirme Pensi

OG tesislerinde bulunan sigortaların değiştirilmesinde kullanılan güvenlik malzemesidir. Sigorta değişirme pensi değişik çaplardaki sigortayı kavrayacak yapıdadır. Yalıtkan malzemedden üretilmelidir.



Resim 3.9. Sigorta değiştirme pensi

3.3.8. Gerilim Dedektörü

YG ve OG' deki çalışmalarda gereklilik halinde gerilimin olup olmadığı gerilim dedektörüyle kontrol edilmelidir[26].



Resim 3.10.Gerilim dedektörü

3.3.9. Termal Kamera

Cihazlar üzerinde meydana gelen ısınmaları tespit etmeye yarayan alettir. Kullanım süresi uygun kullanım koşulları sağlandığında 20 yıl kullanılabilir. Kalibrasyon şartı vardır ve süresi bir yıldır.



Resim 3.11.Termal kamera

3.3.10. SF6 Gaz Dedektörü

SF6 gaz kaçağı olduğu düşünölen yerlerde kullanılır. Kaçak tespit edilince sesli ikaz verir. Uygun koşullarda kullanıldığı takdirde 10 yıl kullanılabilir.



Resim 3.12. SF6 Gaz Dedektörü

4.BÖLÜM

SAHA ÇALIŞMALARI

4. 1. Sahada Yapılan İncelemeler

Bu tez çalışması için sahada incelemeler yapılmış ve personelden iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgi alınmıştır. Sahada yapılan çalışmalar sonucunda trafo merkezlerinde ve iletim hatlarında çalışanlar hangi tehlikeli durumlarla karşılaşılıyor ve bu tehlikeli durumlara nasıl müdahale ediliyor, bu konular hakkında bilgi edinildi. Çalışanların sahada çalışmaya başlamadan önce uyguladığı ve hayati önem taşıyan altı altın kural olarak isimlendirilen maddeler bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanmaktadır: Kişisel koruyucu donanımlarını kullan, enerjiyi kes, tekrar enerjinin verilmesini önle, dokunmadan önce kontrol et, topraklama yap ve çalışma alanını işaretle. Yapılan incelemeler sonucunda trafo merkezlerinde personelin çoğunlukla karşılaştığı tehlikeli durum ark oluşmasıdır. Ark, iletkenler arasındaki bir hava boşluğundan akan yüksek akımlı kesintisiz bir elektrik deşarjıdır. Ark, en ciddi ve en az anlaşılan en tehlikeli risklerden biridir. Tesis çalışanlarının ark patlamasına karşı aldığı ilk önlemlerden birisi ark elbisesi ve ark eldiveni kullanılmaktadır.



Resim 4.1.Ark Elbisesi

Personelin tehlikelerden korunmak amacıyla kullandığı diğer sistem scada sistemidir. Bu sistemin amacı tesisi uzaktan kontrol etmektir. Uzaktan kontrolü ve izlemeyi sağlayan sistemle beraber birçok tehlike devre dışı bırakılmıştır. Manuel olarak işlem yapılması gerekentesislerde ise koruyucu elbiseler ve ekipmanlar kullanılarak olabildiğince mesafeyi koruyarak işlem yapılmaktadır. Risk bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığı ve bu tehlikenin ortaya çıktığı anda sebep olacağı etkinin ciddiyeti arasındaki bağıdır. İnceleme yapılan sahada

oluşabilecek riskler değerlendirmeye alınmış ve bunlar şu şekilde sıralanmıştır: mekanik faktörler, elektriksel faktörler, malzeme kaynaklı faktörler, patlama ve yangın faktörleri, fiziksel faktörler, çevresel faktörler, ergonomik faktörler, zihinsel faktörler ve insani davranışlardır. Bunlar daha detaylı incelendiğinde bazı tehlikeler; yalıtıklılık hatası, gövde teması, kısa devre, hat teması, toprak teması, hata akımı, kaçak akım, makine veya elektrikle temas, itme, çarpma, kopma, yetersiz müdahale ve dış etmenler şeklindedir. Aşağıdaki resimler sahada yapılan incelemeler sonucunda elde edilmiştir.



Resim 4.2.Hatta Çalışma Var Levhası

Resim 4.2 de bulunan fotoğrafta hatta çalışma var levhası bulunmaktadır. Bu resim de bulunan levha saha operatörü tarafından çalışmanın yapılacağı alanda çevrede bulunan kişilerinde görebileceği bir yerde bulundurulmalıdır. Bu levhanın amacı yetkili olmayan kişilerin çalışma sahasına girmesini engelleyerek, bu kişilerin zarar görmesini önlemektir.



Resim 4.3.Saha Ekibinin Çalışması

Resim 4.3 de bulunan fotoğrafta saha operatörü direk üzerinde çalışma yapacaktır. Operatör çalışmasına başlamadan önce izole stanka ile topraklama işlemini yapmıştır. Kişisel koruyucu donanımlarını kullandığı resimde görülmektedir. Aynı zamanda direkte çalışma yapacağı için sepetli araç kullanıldığı görülmüştür.



Resim 4.4.Saha Ekibinin Çalışması

Resim 4.4 da olumsuz hava şartlarından dolayı meydana gelen hatlarda meydana gelen arıza saha ekiplerince ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışma sırasında operatörler gerekli

tedbirleri alarak kişisel koruyucu donanımlarını kullanmışlardır. Yüksekte çalışma yaptıkları için emniyet kemerleri mevcuttur.



Resim 4.5.Saha Ekibinin Çalışması

Resim 4.5 de saha ekibi hatlar üzerinde çalışma yapacaktır. Çalışmaya başlamadan önce izole stanka kullanarak topraklama önlemini almışlardır.



Resim 4.6.Sahada Bakım çalışması

Resim 4.6 de hatlar üzerinde çalışma yapan saha operatörünün can güvenliğini korumak amacıyla baret, koruyucu elbise ve emniyet kemeri kullandığı görülmüştür.



Resim 4.7.İzolator Bakımı

Resim 4.7 da izolator bakımını yapan personel çalışmasına başlamadan önce izole stanka ile topraklamasını yapmıştır. Aynı zamanda çalışması sırasında sepetli vinçte bulunmakta ve yalıtkan eldiveniyle beraber herhangi bir patlama veya meydana gelebilecek malzeme sıçramasına karşın yüz koruyucu kullanmıştır.



Resim 4.8.Sahada Çalışma

Resim 4.8 de kablo çekmekte olan ekip güvenliklerini tehlikeye atabilecek durumlara karşı tedbirlerini almış, kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak ve topraklama yaparak çalışmasını tamamlamıştır.



Resim 4.9.Sahada Çalışma

Resim 4.9 de saha operatörünün kullandığı emniyet kemerinin paraşüt tipi olduğu görülmektedir.



Resim 4.10.Trafo Bakımı

Resim 4.10 de trafo bakımını yapmakta olan saha ekipleri direk üzerine sepetli araç ile çıkmıştır. Kendilerini güvenli bir şekilde emniyet kemeri ile bağladıktan sonra çalışmaya başlamışlardır.



Resim 4.11.HatÇalışması

Resim 4.11 de hat çalışması yapan ekipler zor şartlar altında çalışmalarını gerçekleştirmekte olup, yüksek çalışma tehlikelerine karşı tedbirlerini almışlardır. Emniyet kemerleri ve koruyucu giysileri mevcuttur.



Resim 4.12.Dağıtım Merkezi

Resim 4.12 de bulunan fotoğraf bir dağıtım merkezinde çekilmiştir. Hücre önlerinde yalıtkan paspas mevcuttur. Çoğunlukla uzaktan sistemle kontrol edilse de manuel müdahalelere karşı koruyucu kıyafetleri ve yalıtkan eldivenleri mevcuttur. Ayrıca her hücrenin de kendi içinde topraklaması mevcuttur.

Tez çalışmam için yaptığım incelemeler aşamasında saha personeline iş sağlığı güvenliğiyle ilgili bazı sorular yönelttim. Bu sorulardan birkaçını aşağıdaki gibidir.

1.Öncelikle iş güvenliği ile ilgili yeterli bilgiye sahip olduğunuzu düşünüyor musunuz?

Biz saha personellerinin işe alım süreci tamamlandıktan sonra çalışma sahasına alınmadan önce işimiz riskleri ve tehlikeleri çok fazla olan bir iş olduğu için eğitime tabi tutuluyoruz. Hem teknik bilgi olarak hem de iş güvenliği olarak eğitim veriliyor.

2.Bu eğitimlerin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?

İşe alındıktan sonra verilen iş güvenliği eğitimi belirli aralıklarla tekrarlanıyor. Bazı zamanlarda uygulamalı olarak da eğitim verilebiliyor. Önceki zamanlara göre iş güvenliğine daha fazla önem veriliyor ama ben üzerine daha fazla odaklanılması gerektiğini düşünüyorum.

3.Neden iş güvenliği üzerine daha fazla odaklanılması gerektiğini düşünüyorsunuz?

Çünkü her ne kadar kurallara uyulmaya çalışılsa da hala çok fazla iş kazası ve ölümleri meydana gelmektedir. Aynı zamanda meslek hastalıkları da devam ediyor.

4.Daha önce hiç iş kazası geçirdiniz mi?

Çok büyük bir kaza geçirmediğim ancak birkaç defa elektrik çarpmasına maruz kaldım.

5.Peki bu elektrik çarpması neden kaynak olarak gerçekleşti?

Çalışma yaptığım sırada kullandığım el aletinin izolasyonunda problem olduğunu fark etmedim. Aslında çalışmaya başlamadan önce kontrol etmem gerekiyordu. Bu nedenle ufak bir elektrik çarpması oldu.

6.Kullandığınız el aletlerinin ve teçhizatların kontrolünü siz mi yapıyorsunuz?

Evet, çalışmaya başlamadan önce tüm personel el aletlerini ve kişisel koruyucu donanımlarını kontrol etmelidir. Ancak bazı zamanlarda kontrol etmeyi unuttuğumuz ya da etmediğimiz zamanlarda oluyor.

7.Kişisel koruyucu donanım olarak çoğunlukla hangilerini kullanıyorsunuz?

KKD olarak yalıtkan baret, yalıtkan eldiven, yalıtkan ayakkabı, koruyucu elbise ve yüksek çalışma yaptığımız için bir de emniyet kemeri kullanıyoruz.

8.Kişisel koruyucu donanımları kullanmadığınız zamanlarda oluyor mu?

Bu konuda sıkı denetim uygulanmaya çalışıyor iş sağlığı ve güvenliği birimi ama bazen baret ve emniyet kemeri kullanırken bunaltma gerekçesiyle kullanmadığımız zamanlar oluyor. Her ne kadar doğru olmadığını bilsek de.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanların hayatında büyük bir alan kaplayan elektriğin, son tüketiciye iletilirken tercih edilen yüksek ve orta gerilim kademelerini bu çalışmada inceleyerek, bu kademelerden doğabilecek tehlikeli durumların önlenmesi için kullanılan donanımlar ve bu tesislerde uyulması gereken iş güvenliği kurallarından bahsedilmiştir. Bu tez çalışması için sahada incelemeler yapılmış olup, saha personeli ile fikir alışverişinde bulunulmuştur.

Türkiye’ de daha önceki yıllara oranla iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan çalışmalarda artış olmuştur. Bu çalışmalar henüz yeterli olmasa mevzuat ve yönetmeliklerle beraber daha fazla odak noktası haline gelmiştir.

İş kazalarının fazla olduğu çalışma hayatında bu güvenlik önlemleriyle beraber düşüşler yaşanmıştır. Daha çok azalma olması için, iş sağlığı ve güvenliği kültürü insanların hayatına işlemeli ve tehlikenin farkında olmalıdırlar. Çalışanlara eğitimler verilmeli, elektrik konusunda ise enerji üretim, iletim ve dağıtım şirketleri iş sağlığı ve güvenliği kurumu ile ortak olarak çalışmalıdır. Çalışma olan alanlarda kapsamlı olarak risk analizi yapılarak tehlikeyi en aza indirmek hedeflenmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Ersin Soyberk, Enerji İletim Hatları Mühendisliği. Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi: D.M.M.A Yayınları, 2013.
- [2] Hadi Saadat, PowerSystem Analysis. Milwaukee School of Engineering: McGraw-Hill, 1976.
- [3] Özel Çiçek, Mehmet Öçal. Emek ve Toplum, "Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi" Cilt:5, Yıl:5, Sayı:11.
- [4] <https://sozluk.gov.tr> , 2019
- [5] Ali Özdemir, Elektrik Bilgisi. Ankara: Gece Kitaplığı, Eylül 2020.
- [6] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), "World Energy Outlook 2012"
- [7] "TÜSİAD ve MARSH & ZÜRİCH 2019 Küresel Riskler Raporu" Erişim 2021.
- [8] Hüseyin C eyilan. Türkiye'de Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi. International Journal of EngineeringResearchand Development 2012; Vol 4, No 2
- [9] <https://www.teias.gov.tr> , 2020
- [10] Mustafa Üstünel, Enerji Üretimi İletimi ve Dağıtımı (Ünite 10). Ankara: MEB, 2012.
- [11] Mustafa Üstünel, Elektrik Tesisat Bilgisi (Ünite 6). Ankara: MEB, 2012.
- [12] H.Hüsnu Dengiz, Enerji Hatları Mühendisliği. Ankara: Kardeş Kitapevi Yayınları, 1991.
- [13] Mustafa Üstünel, Enerji Üretimi İletimi ve Dağıtımı (Ünite 12). Ankara: MEB, 2012.
- [14] Atilla Yunusoğlu, Orta Gerilim Enerji Nakil Hatları Proje Cilt-1. Ankara: Genç Büro Reklam Matbaacılık, 1995.
- [15] Saçkesen E. ve Amaç A. Koruma Sistemleri, TEİAŞ Eğitim ve İş Güvenliği Dairesi Başkanlığı, 2011.
- [16] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Elektrik Elektronik Teknolojisi (Kesiciler). Ankara: MEB, 2012.
- [17] T.C.Milli Eğitim Bakanlığı, Elektrik Elektronik Teknolojisi (Ayırıcılar). Ankara: MEB, 2012.
- [18] Mustafa Üstünel, Enerji Üretimi İletimi ve Dağıtımı (Ünite 9). Ankara: MEB, 2012.
- [19] Mustafa Üstünel, Enerji Üretimi İletimi ve Dağıtımı (Ünite 8). Ankara: MEB, 2012.
- [20] Pınar, Mustafa. "Elektrik Sistemlerinde Koruma, Röleler ve Röle Koordinasyonu". Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, 1985.
- [21] Toruş, Ali. "Enerji Sistemlerinde Geçici Olayların Korumaya Etkisi". Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2009.
- [22] Arıkan, Oktay. "Elektrik Güç Sistemlerindeki Anahtarlama Olaylarının Dinamik Analizi ve Harmonik Bileşenlerin Bu Olaylar Üzerindeki Etkileri". Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2009.
- [23] Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni. Ankara: Kalkan Matbaacılık, 21.02.2014.
- [24] 6331 Sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 30/6/2012.
- [25] <https://www.csgb.gov.tr> , 2021
- [26] TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliği, 25/02/2010.
- [27] <https://www.sgk.gov.tr> , 2016.

