

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA İŞ GÜVENLİĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Abduselam BULUT
(161113110)

Anabilim Dalı: Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Programı: Elektrik Tesisleri

Danışman
Prof. Dr. Muhsin Tunay GENÇOĞLU

EKİM 2019

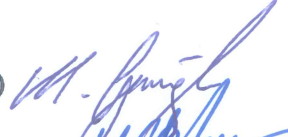


T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA İŞ GÜVENLİĞİ

Yüksek Lisans Tezi
Abdulselam BULUT
(161113110)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 16 Temmuz 2019

Tezin Savunulduğu Tarih: 30 Ekim 2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Muhsin Tunay GENÇOĞLU (F.Ü) 
Diğer Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Temel ÖZDEMİR (F.Ü) 
Dr. Öğr. Üyesi Dursun ÖZTÜRK (B.Ü) 

EKİM -2019

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, elektrikle çalışmalarda iş güvenliği incelenmiştir. Günümüzün en önemli problemleri arasında yer alan iş kazalarını önlemek için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Bu çalışma sırasında engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, imkânlarını sonuna kadar sunmaktan çekinmeyen, çalışmanın her aşamasında bana yardımcı ve destek olan danışman hocam Sayın Prof.Dr. Muhsin Tunay GENÇOĞLU'na ve desteklerini her zaman hissettiğim tüm hocalarım ve arkadaşlarıma, her zaman ve her konuda beni destekleyen, güç veren ve sabır gösteren değerli aileme ve eşime teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Abduselam BULUT
ELAZIG – 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Taraması	2
1.2. Tezin Yapısı.....	3
1.3. Tezin Amacı.....	4
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. 6331 Sayılı Kanunun Günümüze Geliş Süreci	5
2.2. 6331 Sayılı Kanunun Temel Özellikleri	6
2.3. Elektrikle İlgili Tanımlar	8
2.4. Elektrik İle İlgili Sorumlular	9
3. YÜKSEK GERİLİMDE KULLANILAN ELEMANLAR	11
3.1. Senkron Generatörler	11
3.2. Güç ve Dağıtım Transformatörleri	13
3.3. Ayırıcı ve Kesiciler	15
3.4. Elektrik İletim Hatları	18
3.5. Direkler	19
3.5.1. Demir Direkler	19
3.5.2. Beton Direkler	20
3.5.3. Ağaç Direkler	21
3.6. İzolatörler	21
3.7. İletkenler	22
3.7.1. Alçak Gerilim İletkenleri	23
3.7.2. Orta Gerilim İletkenleri	23
3.7.3. Yüksek ve Çok Yüksek Gerilim İletkenleri	24
3.8. Baralar.....	24
3.9. Ölçü Trafoları	25

3.9.1. Akım Trafosu	25
3.9.2. Gerilim Trafosu	26
3.10. Gerilim Bölücüler	26
3.11. Parafudrlar	26
3.12. Ark Boynuzu	27
3.13. Ark Koruma Halkası	28
3.14. Kuşkonmaz	28
3.15. Spacer (Ara Tutucu).....	29
3.16. Koruma İletkeni	29
3.17. Damper.....	30
3.18. Jumper (Atlama Teli).....	30
3.19. İkaz Küreleri	31
3.20. Röleler.....	33
3.20.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesi.....	33
3.20.2. Motor Koruma Röleleri	33
3.20.3. Gerilim Koruma Röleleri	34
3.20.4. Kaçak Akım Koruma Rölesi	34
3.20.5. Zaman Röleleri	34
3.20.6. Frekans Koruma Rölesi	35
4. ELEKTRİK İŞLETMELERİNDE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARI	36
4.1. Pembelik Barajı.....	36
4.2. Karakoçan İlçesi Telekom Ekipleri	37
4.3. Erzincan İliç İlçesi Enerji Nakil Hattı İnşası	37
4.4. Kayseri İli KCETAŞ Şirketi	38
4.5. Balıkesir İli BASKİ Şirketi.....	39
4.6. Erzurum Bakım Onarım Ekibi	39
5. ELEKTRİK İŞLETMELERİNDE ÇALIŞMA SIRASINDA ALINMASI GEREKEN GÜVENLİK TEDBİRLERİ	41
5.1. Elektrik Akımının Canlı Vücudu Üzerindeki Etkileri	41
5.2. Adım Gerilimi.....	42
5.3. Gerilim Altındaki İletkenler İçin Yaklaşma Mesafeleri	43
5.4. Genel Kurallar.....	43
5.5. Elektrikle Çalışmalarda Alınması Gereken Tedbirler	44

5.6. İş Kazalarının Önlenmesi.....	45
5.7. Elektrik Tesislerinde ve Şalt Sahalarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	46
6. ÇALIŞANLARI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	48
6.1. Keban Barajı ve Hidroelektrik Santrali	49
6.2. Tatar Barajı ve Hidroelektrik Santrali	52
6.3. Seyrantepe Barajı ve Hidroelektrik Santrali	53
6.4. Pembelik Barajı ve Hidroelektrik Santrali.....	55
6.5. Kiğı Barajı ve Hidroelektrik Santrali.....	56
7. SONUÇ	58
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Turbo generatör.....	12
Şekil 3.2. Çıkık kutuplu generatör	13
Şekil 3.3. Güç transformatörü	14
Şekil 3.4. Dağıtım transformatörleri	14
Şekil 3.5. Dahili tip bıçaklı ayırıcı	16
Şekil 3.6. Havalı kesici.....	17
Şekil 3.7. İzolatör kısımları	22
Şekil 4.1. Akım ve gerilim transformatörleri	25
Şekil 4.2. Parafudr yapısı	27
Şekil 4.3. Koruma halkaları.....	28
Şekil 4.4. Kuşkonmaz.....	28
Şekil 4.5. Spacer (ara tutucu)	29
Şekil 4.6. Damper.....	30
Şekil 4.7. Jumper (atlama teli).....	31
Şekil 4.8. İkaz küresi	31
Şekil 4.9. Yüksek gerilim elemanları	32
Şekil 5.1. (a) Adım gerilimi (b) Dokunma gerilimi	42
Şekil 6.1 Keban Barajı	49
Şekil 6.2 Tatar Barajı	52
Şekil 6.3 Seyrantepe Barajı	54
Şekil 6.4 Pembelik Barajı.....	55
Şekil 6.5 Kiğı Barajı.....	57

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Elektrik ile ilgili fen adamlarının görev, yetki ve sorumlulukları	9
Tablo 3.1. Standartlara göre kesicilerin ve ayırıcıların kullanım yerleri	18
Tablo 4.1. İşletme gerilimlerine göre ark boynuzu açıklıkları.....	27
Tablo 5.1. 50 Hz'lik akım şiddetinin insan vücudundaki tesirleri.....	41
Tablo 5.2. Gerilim altındaki iletkenler için azami yaklaşma mesafeleri.	43



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA İŞ GÜVENLİĞİ

Abduselam BULUT

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhsin Tunay GENÇOĞLU

Elazığ- 2019, Sayfa IX+63

Günümüzde işçi sağlığı ve güvenliği yalnızca Türkiye'nin değil Dünya'nın en önemli problemi haline gelmiştir. Artan nüfus ile birlikte enerji ihtiyacı da artarak üretim, dağıtım ve iletim hatlarının kapasitesinin artmasını zorunlu kılmıştır. Uluslararası teknolojinin gelişmesi ile birlikte güvenlik gereksinimleri de gün geçtikçe artmaktadır. Yüksek ve çok yüksek gerilim tesislerinin komponentlerini oluşturan iletim ve dağıtım hatlarında, trafo merkezlerinde, direklerde, aşırı gerilim, aşırı akım, kapasitif ve endüktif gerilim, direktten düşme, patlama, yangın, elektrik çarpmaları vb. risklerin yanında çalışanlar sosyal sorunlarla da karşılaşmaktadırlar. Kesiciler, ayırıcılar, izolatörler, parafudurlar, sigortalar, ark boynuzları ve koruma iletkenleri vb. teçhizatlar aşırı akım ve aşırı gerilim risklerine karşı tesisleri koruma altına almaktadırlar. Bunlarla birlikte bütün tesis komponentleri için topraklama çok önemli bir unsurdur. Güç trafolarında, iletim hatlarında, direklerde ve trafo binalarında topraklamanın yapılması ve denetlenmesi gerekmektedir. Tesislerde alınan bu güvenlik önlemlerinin yanında çalışanların da alması gereken bazı önlemler vardır. Bu çalışmada çalışanların karşılaşılabilecekleri riskler incelenmiş, alınması gereken tedbirler değerlendirilmiştir. Hem işletme bazında hem de çalışanlar bazında gerekli önlemler sağlandığında yüksek ve çok yüksek gerilim elektrik tesislerinde ramak kala, iş kazası sayısı ve ölümlü iş kazası sayısının azaltılması sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, Elektrik, Yüksek Gerilim, İletim Hatları.

ABSTRACT

Master's Thesis

OCCUPATIONAL SAFETY IN ELECTRICAL STUDIES

Abdulse lam BULUT

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Electrical and Electronics Engineering

Advisor: Prof. Dr. Muhsin Tunay GENÇOĞLU

Elazığ-2019, Pages IX+63

Occupational health and safety nowadays is not only the most important problem of Turkey but also of the world. With the increasing population, the need for energy has also increased, which has necessitated an increase in the capacity of production, distribution and transmission lines. Moreover, security requirements are increasing day by day with the development of international technology. In addition to the risks of over-voltage, over-current, capacitive and inductive voltage in transmission and distribution lines that form the components of high-voltage and very high-voltage facilities, at transformer centres and at poles, of falling from the pole, of explosion, of fire, of electric shock, etc., employees can also face social problems. Equipments like cutters, disconnectors, insulators, surge arresters, fuses, arcing horns and protection conductors, etc. protect facilities against over-current and over-voltage risks. In addition, grounding is a very important element for all facility components. Fulfilment of grounding and monitoring of power transformers, transmission lines, poles and transformer buildings is required. Alongside these safety precautions taken at the facilities, there are some precautions that employees should take. In this study, the risks that employees may face were examined and the measures to be taken were evaluated. When necessary measures are provided both on an enterprise and employee basis, the number of occupational accidents and the number of fatal occupational accidents will be reduced at high and very high-voltage power facilities.

Key Words: Occupational Safety, Electrical, High Voltage, Transmission Lines.

1. GİRİŞ

Günümüzde en önemli sosyo-politik sorunlardan biri haline gelen iş kazaları ve mesleki hastalıkları ülkemizde özellikle 22.05.2003 yılında yayınlanan 4857 sayılı İş Kanunu vasıtasıyla ele alınmıştır. Bu kanunun çıkarılmasındaki amaç Avrupa Birliği müktesebatına uyum sağlamaktır. Bu süreçte gerek yasal olarak gerekse önlem ve tedbirlerle yeni iş kazaları, meslek hastalıkları ve ölümlerin önlenmesi amacıyla bir takım çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) adına en önemli gelişme olarak değerlendirilen 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu; Avrupa Birliği uyum süreci çerçevesinde düzenlenmiştir. Ancak yasal gereksinimlerden oluşan bu kurallar zinciri, çalışma yaşamına tam anlamıyla kabul ettirilememiş ve bu durum iş kazası ve meslek hastalıkları açısından Avrupa Birliği ülkeleri genelinde en fazla ve ölümlü iş kazalarının Türkiye’de meydana gelmesine sebep olmuştur. Özel sektör ve kamu başta olmak üzere tüm iş kollarını ve tüm işçileri kapsayan bu kanun, yenilikçi yaklaşım temel alınarak hazırlanmıştır. Çoğunlukla işverenin yükümlülük ve sorumlulukları üzerinde durulmuştur. Çalışanlara görüşlerinin sorulmasını öngören çoklu bir yaklaşım oluşturulmuştur. Oluşturulan bu düzenlemelerin yanı sıra İSG Kanunu’nun, çalışanların görevlendirilmesinde, eğitimleri ve teknik bağımsızlıklarının oluşturulmasında, işveren sorumluluklarının yerine getirilmesinde, denetleme sisteminin düzenlenmesinde ve diğer birçok konunun denetim ve uygulamasında sorun oluşturacağı değerlendirilmektedir [1, 2].

Günümüzde işletmeler tehlike sınıflarına göre üç bölüme ayrılmıştır. Bunlar; Az Tehlikeli, Tehlikeli ve Çok Tehlikeli sınıflardır. Çok Tehlikeli işletmelerde A sınıfı iş güvenliği uzmanları görevlendirilmektedir. Tehlikeli işletmelerde B sınıfı, Az Tehlikeli işletmelerde C sınıfı iş güvenliği uzmanları görev almaktadır. Ancak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun yeni olması ve yeteri kadar A ve B sınıfı uzman olmamasından dolayı düzenlemeye gidilerek 01.01.2020 yılına kadar C sınıfı uzmanlar Tehlikeli işletmelere, B sınıfı uzmanlar Çok Tehlikeli işletmelere bakabileceklerdir. Bu durum iş kazalarının oluşumuna çanak tutmaktadır. Benzer şekilde iş güvenliği uzmanı sıkıntısını gidermek için yapılan pirim gün sayısı ile sınıf yükseltme işlemi hiçbir mesleki tecrübesi olmayan uzmanların bir anda A sınıfı gibi özel bir belge almasına neden olmuştur. Bu durum ileride yaşanacak olan iş kazalarının habercisi olmaktadır [3].

TEİAŞ 2018 yılı istatistiksel verileri incelendiğinde iş kazaları ve meslek hastalıklarının nedenleri arasında yüksek gerilim, yüksekte düşme, trafik kazaları ve mekanik işler yer almaktadır. Bu kazaların bakım, onarım ve test işlemleri sırasında oluştuğu gözlemlenmiştir [4].

1.1. Literatür Taraması

İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin önemli uluslararası düzenlemelere, 1948 tarihli Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Evrensel Beyanname'sinin 7, 23 ve 24. maddeleri, ILO'nun 155, 161 ve 187 sayılı sözleşmeleri ile 1989 tarihli Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği Direktifleri (89/391/EEC) örnek olarak gösterilmektedir. Özellikle 89/391/EEC sayılı direktif Avrupa Birliği'nin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki temel ilke ve kurallarını belirleyen hukuki belgedir.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği ciddi anlamda ilk defa 4857 sayılı İş Kanunu ile ele alınmıştır. Bu kanunla birlikte işletmelere iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli çalıştırma zorunluluğu getirilmiştir. Sonrasında yapılan çalışmalar neticesinde, 20 Haziran 2012 tarihinde, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu çıkarılmıştır. Bu kanunun kamu kurum ve kuruluşlarında yürürlüğe girme yılı 2014 olmasına rağmen bu tarih 01.01.2020 yılına ertelenmiştir. Elektrikle çalışmalarda iş güvenliği konusuna daha önceki çalışmalarda değinilmiş ancak detaylı olarak ele alınamamıştır. Elektrik dağıtım şirketlerinin 2009 yılında özelleşmesi ile birlikte iş sağlığı ve güvenliğine olan dikkat gittikçe artmış ve denetimler sıklaştırılmıştır.

2017 yılında yapılan bir çalışmada, Türkiye'de ve Avrupa'da iş kazalarının gelişimi, çıkarılan kanunlar ve meydana gelen iş kazaları karşılaştırılmış, ne gibi farklar olduğu ortaya çıkarılmıştır [1]. Bir başka çalışmada, TEİAŞ'ta meydana gelen kazaların nedenleri ve sonuçları araştırılmış, meydana gelen kazaların büyük bir bölümünün ölümlü kaza olarak gerçekleştiği tespit edilmiş ve kazaların oluşumunda eğitimin niteliği üzerine çalışmalar yapılmıştır. İncekara yapmış olduğu çalışmada; yüksek ve orta gerilim elektrik tesislerinin bileşenlerini oluşturan iletim hatlarında, direklerde ve trafo merkezlerinde; aşırı akım, aşırı gerilim, yüksekte düşme, elektrik çarpmaları, patlama, yangın gibi riskleri belirtmiş, yüksek gerilim çalışmalarda alınması gereken tedbirleri, yaklaşma mesafelerini, dokunma gerilimini ve adım gerilimini tanımlamıştır. Ayrıca yüksek gerilimde kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlara da değinmiştir [4]. Kılış yapmış olduğu çalışmada, 6331 sayılı kanunla birlikte işletmelerde risk analizi, acil durum

eylem planı vb. belgelerin hazırlanmasının zorunlu olduğunu ve iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekiminin çalışmalarının sınırlandırıldığını belirtmiştir. . Ayrıca kamu ve özel sektör olmak üzere tüm faaliyet alanlarını ve tüm çalışanları kapsayan 6331 sayılı kanunun, proaktif yaklaşım esas alınarak hazırlandığına ve büyük ölçüde işveren yükümlülükleri üzerinde durulduğuna değinmiştir [5]. Kalenderli yapmış olduğu çalışmada, yüksek gerilim elemanlarını (generatörler, transformatörler vb.) tanımlamış, çalışma prensipleri ve kullanım alanları üzerinde durmuştur. Ayrıca yüksek gerilimde kullanılan koruma elemanlarını tanımlamıştır [6]. Güç sistemlerinde koruma üzerine yapılan bir çalışmada, koruma sistemleri ve koruma sistemini oluşturan elemanlar hakkında genel bilgiler verilmiş, güç sistemleri işletmesinde hayati önemi olan koruma sistemlerinde güvenilirlik değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca koruma rölelerinin genel güvenilirlik modeli, durum uzayı modeli ve güvenilirlik indislerine değinilmiştir [7]. Ceylan, 2003-2011 yılları arasında TEİAŞ'ta meydana gelen kazalara ait kaza raporlarından hareketle, elektrik kazalarını analiz etmiştir. Ayrıca, SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu) ve TEİAŞ verilerinden hareketle, Türkiye genelinde meydana gelen kazalar ile TEİAŞ kazalarını, uluslararası kaza istatistikçilerinin de kullandığı çeşitli parametreler açısından karşılaştırmıştır [8]. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda elektrikle çalışmalarda alınması gereken önlemler açıkça yazılmamıştır. Burada Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Topraklama yönetmeliği vb. yönetmeliklere atıflarda bulunularak alınması gereken tedbirlerin genel bir çerçevesi çizilmiştir.

1.2. Tezin Yapısı

Bu çalışmada, öncelikle yüksek gerilim tesisleri konusunda yapılmış olan çalışmalar detaylı olarak incelenerek, bu konudaki sorunlara şimdiye kadar nasıl önlemler alındığı incelenmiş ve yapılmış olan çalışmalardan yola çıkılarak konu daha detaylı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada yüksek gerilim tesislerinde kullanılan malzemelere değinilmiş, Elazığ ve bölgesinde bulunan bazı barajların iş sağlığı ve güvenliği açısından almış olduğu önlemler incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Problemlere karşı farklı önlemler aldıkları görülmüş, bu önlemlerin kaza sayılarında azalmalar sağladığı görülmüştür. İş kazalarının meydana geliş nedenleri ve mevcut önlemlere ilave olarak alınabilecek tedbirler değerlendirilmiştir.

1.3. Tezin Amacı

Bu çalışmada; elektrikle çalışmalarda yaşanan iş kazalarının meydana gelme nedenleri ve bu kazalara karşı alınması gereken önlemler incelenerek, iş kazası sayılarının azaltılması amaçlanmaktadır. Çalışmanın temel amaçları şunlardır:

- Elektrikle çalışmalarda ortaya çıkan riskler hakkında bilgi sahibi olmak ve bu risklere karşı alınması gereken İSG tedbirlerini öğrenmek.
- Elektrikle çalışmalarda meydana gelen iş kazası sayılarının azaltılmasını sağlamak.
- Oluşacak iş günü kayıplarını en aza indirmek.
- Çalışanların korunmasını sağlamak, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı meydana getirmek
- Üretimin devamlılığını sağlamak
- Çalışma verimini arttırmak
- Kazalara yol açabilecek etkenleri önceden tespit edip gerekli önlemleri alarak, oluşabilecek direkt ve dolaylı zarar ve ödemeleri önlemek

2. GENEL BİLGİLER

2.1. 6331 Sayılı Kanunun Günümüze Geliş Süreci

Türkiye, İSG alanında seksen yıla yakın mevzuat ve uygulama geçmişine sahiptir.

Ancak;

- Mevcutta İSG kanununun olmaması ve mevzuatın karmaşıklığı,
- Çalışanların İSG hizmetlerinden tam olarak yararlanamaması,
- İSG’de işyeri sendikalaşma açısından bazı sektörlerin kapsama alınmaması,
- İş kazalarının yaklaşık 2/3’ünün çalışan sayılarının elliden az olduğu işyerlerinde yaşanıyor olması,
- Uygulama bütünlüğünün olmayışından kaynaklı yöntem farklılıkları,
- İstatistiksel verilerin gerçeği göstermedeki yetersizliği,
- Çalışanlarda güvenlik kültürünün olmayışı,
- İşyerlerine İSG ile ilgili (danışmanlık, eğitim vb.) hizmet verebilecek devlet kurumlarının yetersiz olması,
- Denetimlerin mevzuata yönelik olmaması,
- İSG oluşturan tarafların (Devlet, çalışan ve işveren) konuya yönelik ilgisizliği,
- Özellikle ondan az çalışanı olan işletmelerde, tarım ve hayvancılık sektörlerinde yeterli ilgi ve bilgi birikiminin oluşmaması,
- ”Uyum taahhüdü” sonucunda mevzuatımızın Avrupa Birliği’nin İSG direktifleri ile ahenkli olması mecburiyeti vb birçok neden, İSG sektöründe yeni, özel bir kanun oluşturulmasını zorunlu kılmış ve bu çalışmaların sonucu olarak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çıkarılmıştır. 6331 sayılı Kanunu daha iyi özümsemek için, 2000’li yılların başlarından itibaren bu Kanunun temel taşlarını oluşturan ve günümüze kadar gelmesini sağlayan çalışmalar incelenirse;
- 2001 yılında düzenlenen uluslararası programlar,
- 4857 sayılı İş Kanunu ve bu kanun sonucunda oluşturulan yönetmelik ve tüzükler,
- İLO’nun 155 ve 161 numaralı sözleşme kabulleri,
- Uluslararası İSG Politika Belgesine yönelik oluşturulan eylem plan ve programları,

- 2007–2013 AB Uyum Planı doğrultusunda İSG Kanunu'nun hazırlanacağı sözünün verilmesi,
- Uluslararası İSG Konseyleri'nin oluşturulması vb. oluşumlar örnek gösterilebilir [5].

2.2. 6331 Sayılı Kanunun Temel Özellikleri

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, beş bölüm ve sekizi geçici madde olmak üzere, toplam otuz dokuz maddeden oluşturulmuştur. İlk bölümlerinde kanunun kapsamı, amacı ve kapsama alınmayan faaliyetlerin yanında, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili mevzuatlarda daha evvel yer alan veya mevzuata yeni eklenen birçok tanıma değinilmiştir. İkinci kısımda, işveren ile çalışanların yetki, görev ve sorumlulukları ayrıntılı bir şekilde düzenlenmiştir. Üçüncü kısımda, ulusal iş sağlığı güvenliği konseyi ile İSG kurullarının oluşması ve çalışma koşulları ile birlikte İSG'de koordinasyon sağlanması için yapılan düzenlemelere değinilmiştir. Dördüncü kısım, çalışma hayatı, taraflar, denetleme ve bununla ilgili idari cezalar belirlenmiştir. Beşinci ve son kısım ise, “Çeşitli ve Geçici Hükümler” kısmının devamında, iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı oluşturulacak yönetmeliklerden, düzenlenen ve mevzuattan kaldırılan maddelerden, geçici hükümlerden ve kanunun sıralı olarak yürürlüğe girmesine ilişkin düzenlemelerden oluşmaktadır. 6331 sayılı İSG kanunu genel gerekçelerinde, İSG'nin “tek başına işyerleri ve işçiler için olmadığı, toplumun büyük bir kısmını doğrudan ya da dolaylı olarak ilgilendiren, aynı zamanda ulusal ve uluslararası seviyede incelenmesi gereken bir öncelik olduğu vurgulanmıştır. Bu görüş ile düzenlenen İSG kanununun önemli görülen temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

➤ Avrupa Birliğinin 89-391 EEC Çerçeve Yönergesi, İLO'nun 161 ve 155 numaralı sözleşmesinden yola çıkılarak, İSG çalışmalarının hem özel sektör hem de kamu olmak üzere bütün çalışma sahalarında ve bütün işçileri içerisine alacak biçimde uygulanma sahası genişletilmiştir. Farklı bir bakışla, İSG konusunda norm birliği yapılmıştır.

➤ İSG konusunda geçmişten gelen kaideci yaklaşımın bırakılarak önleyici, iyileştirici ve toplu koruyucu tedbirleri içeren yeni yaklaşım kabul edilmiştir. Bu yaklaşımın sonucunda her tür faaliyet konusundaki işyerleri için risk değerlendirmesi acil durum planlarının yaptırılması zorunluluk haline getirilmiştir.

➤ Çalışanların işyerlerinde sağlık ve güvenliğini sağlamak, işveren ya da işveren vekilinin temel yükümlülükleri arasında kabul edilmiştir. İSG kanunu çoğunlukla bu değer üzerinde şekillenmiştir.

➤ Uluslararası gelişmeler incelenmiş, işçilere yetki, görev ve sorumluluklar verilmiştir.

➤ Az tehlikeli sınıfta iş yeri hekimi ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanı bulundurma yükümlülükleri için mevcut olan elli çalışan sayısı 2020 yılına ertelenmiştir.

➤ İSG çalışmalarının tamamlanmasında öncelikle, gerekli özellik ve belgeye sahip olunması durumunda işyerinde çalışanlara, işverenlere ya da bu hizmetlerin dışarıdan karşılanmasına imkân sağlanmış ve mesleki yeterlilik kurslarına devlet tarafından yüzde yüz destek verilmiştir.

➤ İSG çalışmalarının yerine getirilmesi aşamasında ilk kez devlet desteği verilmiştir.

➤ İSG alanında çalışanların düşünce ve görüşleri alınmak suretiyle katılım sağlamalarına önem verilen çoğunluk yaklaşımı, İSG çalışmalarında çalışanları temsil etme hakkı olan “Çalışan Temsilcisi” tanımı, ilk kez yasal zemine oturtulmuş ve uygulanmıştır.

➤ Aynı alanda birden çok işveren bulunması ile alakalı yasal düzenlemelere ilk kez yer verilmiştir.

➤ ILO'nun 155 numaralı genelgesi ve 8.Bölgesel Kalkınmada Yeni Yaklaşımlar sonucunda, 2005 yıllarında kurulan “Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Konseyi” yasal olarak oluşturulmuştur.

➤ Kanunun; büyük bir kısmı iptal edilmiş İSG yönetmeliklerinden yararlanılarak temel unsurları derlenmiş, denetim, uygulama ve ayrıntılar yönetmelik ve tüzüklere bırakılmıştır.

➤ İş müfettişlerinin, yetkileri artırılmış ve görev sahaları genişletilmiştir.

➤ İSG' ye yönelik aykırılıklarda, yaptırımlar ve idari para cezalarının caydırıcı ve etkinliği artmıştır.

➤ Ulusal radyo, televizyon ve sosyal medyada İSG, çalışma hayatı, iş kazaları ve meslek hastalıkları vb. konularda eğitici ve uyarıcı özellikte yayın yapma yükümlülüğü getirilmiş, kamu spotları oluşturulmuştur.

Belirtilen bu özellikler değerlendirildiğinde; uluslararası mevzuatın temel alındığı 6331 sayılı Kanunun risk yönetimi ve risk değerlendirmesi temel alınarak hazırlandığı, çoklu katılım yaklaşımı benimsendiği, İSG'nin işverenin öncelikli görevi olduğunun kabul edildiği ve çalışma yaşamında önceliğin insana yani İSG' ye verilme düşüncesinde

olduğuna dikkat çekildiği görünmektedir. Fakat belirtilen bu olumlu çalışmaların yanı sıra 6331 sayılı Kanunun işçi sayıları, işyeri ve işveren açısından tüm sınırlamaları kaldırmaması nedeniyle ülkemizin koşulları ile benzeşmeyen bazı hususlarda uygulama problemleri oluşturacağı da değerlendirilmektedir [5]. Nitekim bu çerçevede 20.06.2012 tarihinde çıkarılan İSG Kanunu kamu kurum ve kuruluşları ile ondan az çalışanı olan tehlikeli sınıftaki işletmeler ve elliden az çalışanı olan az tehlikeli işletmeler için kanunun yayınlandığı tarihten iki yıl sonra yürürlüğe girmesi planlanırken 12.07.2013 tarihinde kabul edilerek yürürlüğe giren Bazı Kanunlar ve Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklikler Yapılmasına Dair Kanun gereğince bu süre 01.07.2016 tarihine ötelenmiştir. Aynı şekilde iş dünyasının sıkıştırması neticesinde yeterli uzman ve doktor bulunmadığı gerekçesiyle kanunun yürürlüğe giriş tarihi 01.07.2017 olarak ilan edilmiştir. Bu iki ertelemeye rağmen son olarak çeşitli nedenler öne sürülerek kanunun uygulanma yılı 2020 yılına ertelenmiştir. Bu ertelemeler neticesinde iş dünyasının 6331 sayılı kanuna bakış açısı değişmiş ve kanunumuz ciddiyetini kaybetmiştir. Bu durum iş kazalarının önlenmesi açısından çok ciddi bir eksiklik olarak görülmektedir [3].

2.3. Elektrikle İlgili Tanımlar

Küçük gerilim: Anma gerilimi 50 Volt'a kadar olan gerilim değeridir.

Tehlikeli gerilim: Etkin değeri alternatif akımda 50 Volt'un, doğru akımda 120 Volt' un üstünde olan, yüksek gerilimde ise, hata süresine bağlı olarak değişen gerilimdir

Alçak gerilim: Etkin değeri 1000 Volt ya da 1000 Volt'un altında olan fazlar arası gerilimdir.

Yüksek gerilim: Etkin değeri 1000 Volt'un üzerindeki fazlar arası gerilimdir.

Elektrik kuvvetli akım tesisleri: İnsanlar, diğer canlılar ve eşyalar için bazı durumlarda (yaklaşma, dokunma vb.) tehlikeli olabilecek ve elektrik enerjisinin üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını ve mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. enerjilere dönüştürülerek kullanılmasını sağlayan tesislerdir.

Elektrik iç tesisleri: Elektrik enerjisinin üretilmesi ve dağıtılmasına dair yapıların içinde veya bu yapılara ek olarak kurulmuş tesisler dışındaki her türlü alçak gerilim tesisleri, evlere ait, bağ, bahçe tesisleri, sürekli tesislerin işletmeye açılmasına kadar kurulmuş geçici tesislerdir.

2.4. Elektrik İle İlgili Sorumlular

Elektrik tesisatı cins ve hacmine göre ehliyetli elektrikçiler tarafından tesis edilerek bakım ve işletmesi sağlanmalıdır. Bu hususta Elektrik ile ilgili Fen Adamlarının Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik hükümlerine uyulmalıdır. Bu yönetmeliğe göre;

1. Grup: En az 3 veya 4 yıl yüksek teknik öğrenim görenler.
2. Grup: En az 2 yıllık yüksek teknik öğrenim görenler ile ortaokuldan sonra en az 4 veya 5 yıl mesleki ve teknik öğrenim görenler.
3. Grup: En az lise dengi mesleki ve teknik öğrenim görenler, lise mezunu olup bir öğrenim yılı süreyle Bakanlıkların açmış olduğu kursları başarı ile tamamlamış olanlar ile 3308 sayılı Çıraklık ve Mesleki Eğitimi Kanunu'nun öngördüğü eğitim sonucu ustalık belgesi alanlar. Elektrik ile ilgili fen adamlarının görev, yetki ve sorumlulukları Tablo 2.1.'de verilmiştir.

(Elektrik İle İlgili Fen Adamlarının Yetki, Görev ve Sorumlulukları Hak. Yönetmelik Madde:3)

Tablo 2.1. Elektrik ile ilgili fen adamlarının görev, yetki ve sorumlulukları

	Elk. iç tesisi plan, proje hazırlanması ve imzalanması işleri	Elk. iç tesisi yapım işleri	İşletme ve bakım işleri	Muayene ve kabul işleri
1.Grup:	50 kW	150 kW 400 V	1500 kW 35KV	Kendileri tarafından yapılan tesislerin bakım, muayene, bağlantı ve kabulü için gerekli işlerin tamamlanması
2.Grup:	30 kW	125 kW 400 V	1000 kW 35 KV	
3.Grup	16 kW	75 kW 400 V	500 kW 400 V	

Yeterli elektrik bilgisi olmayan kimseler yardımcı olarak çalıştırıldığında, bunlara önceden gerekli bilgiler ve talimatlar verilmeli, Elektrik İş Güvenliği açıklamaları yapılmalıdır.

Elektrik tesisleri her türlü işletme konumunda cana ve mala herhangi bir zarar vermeyecek şekilde yapılmalı ve işletilmelidir.

İnsanların dikkatsizlikle yaklaşabilecekleri uzaklıkta bulunan elektrik tesislerinin gerilim altındaki bölümlerine doğrudan doğruya ya da günlük hayatta kullanılan aygıtlarla dokunulmasını önleyici, Elektrik İş Güvenliği teknik tedbirleri alınmalıdır.



3. YÜKSEK GERİLİMDE KULLANILAN ELEMANLAR

Yüksek gerilimde İSG çalışmalarına değinmeden önce yüksek gerilim tesisleri ve sisteminde kullanılan malzemelerin neler olduğunu bilmek, İSG'nin hangi aşamalarda gerekli olabileceğini belirlemek bakımından oldukça önemlidir. Aşırı gerilim malzemeleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir [6].

Temel Malzemeler

- Senkron generatörler,
- Güç transformatörleri,
- Kesiciler, ayırıcılar,
- İletim hatları, kablolar, izolatörler, direkler, baralar.

Koruma ve Ölçme Malzemeleri

- Akım ve gerilim trafoları, gerilim bölücüler
- Parafudrlar, ark boynuzları ve koruma iletkenleri, koruma halkaları ve röleler

Kontrol ve Kumanda Malzemeleri

- Röleler
- Kesici ve ayırıcıların kumanda ve kontrol devreleri

şeklinde sınıflandırılabilir.

3.1. Senkron Generatörler

Senkron generatörler veya motorlar elektrikli makineler arasında kütlice en büyük olanları arasında yer almaktadır. Genel olarak santrallerde çok büyük elektrik enerjisi üretmek için kullanılırlar. Şimdiye kadar bir senkron generatörün ürettiği en yüksek güç 1.700.000-2.000.000 kVA arasındadır. Genelde iki gruba ayrılırlar [9]:

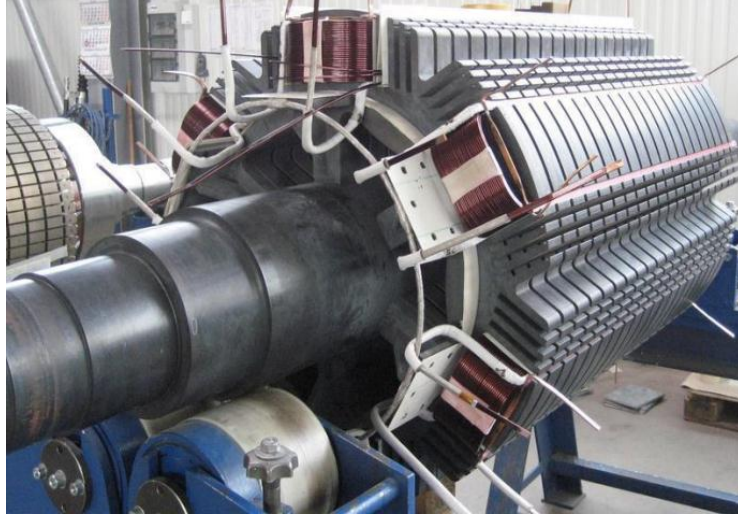
Turbo Generatörler: Yuvarlak kutuplu (turbo) generatörler, sabit kısım stator, dönen kısım rotor ve bunların taşıdıkları stator ve rotor sargılarından oluşur. Rotoru ile statoru arasında kalan hava aralığı sabittir (45mm-65mm). Kutup sayısı küçük, senkron dönme sayıları yüksektir. $2p = 2,4,6$ olarak imal edilirler. Güçleri 1700MVA kadar olabilir

ve çıkık kutuplu generatörlerden daha yüksektir. Yüksek hızlı olduklarından rotor çapı küçük, boyları uzundur. Rotor çevresinin 2/3 üne oluklar açılır ve bu oluklara rotor sargıları yerleştirilir. Büyük güçte turbo generatörlerin rotor sargıları, ısı ile boyutlarının değişmemesi için gümüşlü bakır alaşımından yapılır. Stator, stator gövdesi ve stator çekirdeğinden oluşur. Çekirdek, kayıpları az olan 0.5 mm kalınlığında özel silisyumlu saçlardan yapılır. Saçlara sargı için oluklar açılır. Saçlar biraraya getirilerek sıkıştırılır ve saç paketleri arasında soğutma kanalları bırakılır. Turbo generatörler, gaz veya buhar türbinleri ile uyarılırlar. Bu nedenle termik santrallarda kullanılırlar. Şekil 3.1.'de turbo generatör gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Turbo generatör

Çıkık Kutuplu Generatörler: Stator iç çevresi düzgün, rotor dış çevresi düzgün olmayan makinalardır. Kutup sayıları büyük ve senkron hızları düşüktür. Kutup sayıları $2p=4,6,8\dots60$ olabilir. Senkron hızları küçük olduğundan rotor çapları çok büyük (10-13 m) ve eksen boyları küçüktür. Genellikle su türbini ile döndürülürler. Hidroelektrik santrallarda çıkık kutuplu generatörler kullanılır. Şekil 3.2.'de çıkık kutuplu generatör gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Çıkık kutuplu generatör

3.2. Güç ve Dağıtım Transformatörleri

Alternatif akım üreten elektrik tesisleri çoğu zaman taş kömürü, linyit havzaları, baraj ya da akarsuların olduğu bölgelerde inşa edilirler. Üretilen enerjinin kilometrelerce uzaktaki şehir, kasaba ve sanayi tesislerine ulaştırılması gerekir. Elektrik enerjisinin un ucuz ve en az kayıpla iletilmesini sağlayan elektrik makinalarına transformatör denir. Transformatörler, alternatif akım frekans ve güç değerini değiştirmeden akım ve gerilim gereksinimlerine göre azaltıp ya da arttırlar.

- Bir veya üç fazlı üretilirler. Yüksek verimli elektrik makinesidir.
- Elektrik şebeke sisteminin en önemli makinelerinden biridir.
- Yüksek gerilim sistemlerinde gerilim değerini artırmak ya da azaltmak için kullanılırlar.
- Gerilim değerleri 440.000V- 33.000V arasında olabilir.
- Güç değerleri genel olarak 200 MVA üzerindeki trafolar bu sınıfta yer alır.
- Küçük güçte maks.145.000V gerilimlerde, 5.000KVA'den 40.000KVA'a kadar,
- Orta güçte 72.500 V üstü gerilimde, 40.000KVA'den 250.000KVA'a kadar,
- Büyük güçte maks. 800.000V gerilimde, 1.000.000KVA'a kadar güç değerinde üretilebilirler. Şekil 3.3'de güç transformatörü gösterilmiştir [7].



Şekil 3.3. Güç transformatörü

- Dağıtım transformatörleri Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre 11.000 V - 6.600 V - 3300 V – 440 V -220 V'luk gerilim değerlerinde dağıtım şebekelerinde kullanılır.
- Dağıtım trafoları endüstriyel işletmelerde 33.000V altında, normal şehir hatlarında 380 V ile 220 V elektrik enerjisi dağıtım hatlarında kullanılır. Şekil 3.4'de dağıtım transformatörleri gösterilmiştir [7].



Bir faz dağıtım transformatörü



Küçük güçlü dağıtım transformatörü



Orta güçlü dağıtım transfor

Şekil 3.4. Dağıtım transformatörleri

3.3. Ayırıcı ve Kesiciler

• Yüksek gerilimli sistemlerde devreyi açıp kapatmaya ihtiyaç duyulan temel üç durum vardır:

1. Yüklü durum,
2. Açık devre (boşta çalışma) durumu,
3. Kısa devre (arıza) durumu.

Bunlardan en önemlisi arıza durumunda devrenin açılmasıdır.

• Elektrik şebekelerinde açma kapatma işlemleri şalterlerle yapılır.
• Büyük akım veya gerilimli sistemlerde açma kapatma işlemlerinde ayırıcı (disconnector) ve kesici (circuit breaker) kullanılır.

• Uygulamada ayırıcılar “Seksiyoner” kesiciler de “Disjonktör” olarak adlandırılmaktadır.

• Ayırıcı kesiciler yüksek gerilim tesislerinde sistemin enerjisiz kalması, devrenin açması, hattın açılması ya da kapanması görevlerini yerine getirirler [7].

Ayırıcılar

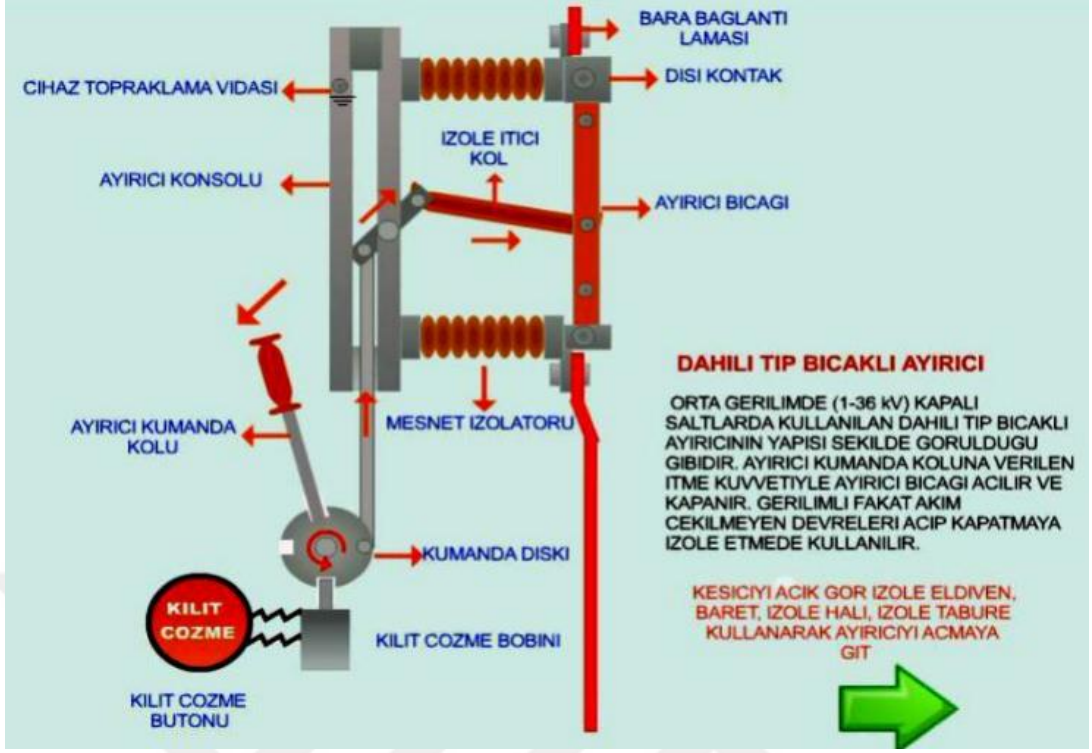
• Yüksüz devrelerde açma ve kapatma işlemlerinde kullanılırlar. Açık konumunda çıplak göz ile görülen bir ayırma boşluğu oluşturan cihazlara denir. Ayırıcılarda devreyi açma olayı görülebilir.

• Enerjinin akış yönünde sistemden sonraki gelen kısımları gerilimsiz yapar.

• Santraller, enerji iletim ve dağıtım sistemleri ve açma kapama yapan elektrik devrelerinde kullanılırlar.

• Ayırıcılar baraları bölümlenmede, güç aktarımında ve topraklama işleminde kullanılmaktadırlar [7].

Şekil 3.5’de dâhili tip bir bıçaklı ayırıcı gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Dahili tip bıçaklı ayırıcı

Kesiciler

- Çok yüksek ve yüksek gerilim hatlarında yük akımları ve kısa devre akımlarını kesmek için kullanılan cihazlara Kesici (disjonktör) denir. Öncelikli görevi, devrenin çalışmasını bozabilecek arıza durumlarını algılayarak elektrik akımını hemen kesmektir.
- Sigortaların aksine kesiciler, işlemler yapıldıktan sonra eski çalışma durumlarına (manuel veya otomatik olarak) geçebilirler.
- Kesiciler kullanım alanlarına göre farklı boyutlarda üretilirler. Bu cihazlar evlerdeki elektrikli aletlerde kullanılabildiği gibi, yüksek gerilim altındaki tesislerde de kullanılırlar.
- Kesiciler: yükte, boşta ve özellikle kısa devre durumunda devreyi açıp kapatabildikleri gibi otomatik kumandalar yardımı ile devrenin açılıp kapanmasını da sağlarlar. Bu şekilde insanları tehlikelerden korumakla birlikte, düşük ve yüksek gerilim elemanlarında oluşabilecek hasarları da engelleyebilirler.
- Kesiciler arkı sönmüleme ve çok çabuk tepki verebilme özelliğine sahiptir.
- Kesicilerde devreyi açması sırasında oluşan arkın kontaklara zarar vermesini önlemek için ark sönmüleme sistemi geliştirilmiştir. Böylece kontakların kullanım ömürleri uzatılmış olur.

- Nominal akımın yanında oluşacak kısa devre akımını da kesmek için kullanılan kesiciler, mutlaka bir koruma rölesi ile birlikte kullanılmalıdırlar [7].

Kesicilerden Beklenen Özellikler:

- Açma gerçekleştiğinde oluşan arkı hızlı bir şekilde söndürmesi
- Açma kapama olayını çok hızlı gerçekleştirmesi
- Ardi arda açma kapama yapabilmesi
- Nominal akımları ısı artışı olmadan taşıyabilmesi
- Arıza sırasında oluşan yüksek akımları az bir süre için taşıyabilmesi
- Arızalarda veya normal çalışmalarda açıp kapamada kontakları koruması. Şekil 3.6'da havalı kesici gösterilmiştir [7].



Şekil 3.6. Havalı kesici

Kesiciler arkın söndürüldüğü ortama göre değişik tiplerde imal edilirler. Bunlar, SF₆ gazlı, vakumlu, basınçlı hava üflemeli, tam yağlı, az yağlı ve manyetik üflemeli kesicilerdir. Standartlara göre kesicilerin ve ayırıcıların kullanım yerleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Standartlara göre kesicilerin ve ayırıcıların kullanım yerleri

	Standartlara Göre Tanım ve Görevleri	Açma			Kapama			Yalıtım
		○	●	●	○	●	●	
Ayırıcı	Devrenin emniyetli yalıtımını sağlamak için tasarlanmıştır. Genellikle toprak bıçağı ile beraberdir.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Evet
Topraklama Ayırıcısı	Enerjili hallerde de güvenliği sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Yük Ayırıcısı	Aşırı akımları da ihtiva eden çalışma şartlarında açma kapama yapan devre elemanıdır. Sistemin açma ve kapama kontrolünü yapmak üzere tasarlanmıştır. Genellikle ayırma işlemi için kullanılır. Özel ve kamu alanındaki OG dağıtım şebekelerinde çoğunlukla sigortalarda beraber kullanılırlar.	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Kesici	Dağıtım sistemlerinde anma akımlarının taşınması ve açılıp kapanması ile aşırı akım ve kısa devre akımlarının kesilmesi amacıyla kullanılırlar.	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır

○ Boşta Çalışma ● Yük altında Çalışma ● Kısa devrede Çalışma

3.4. Elektrik İletim Hatları

Elektrik üretim tesislerinde kontrollü olarak üretilen elektrik enerjisinin, üretim tesisinden dağıtım şebekelerine iletilmesini gerçekleştiren hatlardır. Santraller ile son tüketici bölgesindeki trafo binaları ve trafo binaları ile nihai tüketici arasındaki enerji iletimi sağlayan sistemlerdir. Elektrik hatları yapımında maliyet, iletim hatlarının güzergâhı, arazinin coğrafi durumu, arazi şartları, sistemin güvenliği gibi hususlar değerlendirilir. Elektrik hatlarının güvenli yapımı, elektriğin en az kayıpla iletilmesi açısından çok önem taşımaktadır.

Yüksek gerilim şebekeleri genel olarak santral ile yerleşim yeri arasında tesis edilirler. Alçak gerilim şebekeleri ise şehir içinde elektriğin dağıtımında kullanılırlar. İletim hatları taşıdıkları enerjilerin büyüklüklerine göre isimlendirilirler. Günümüzde; enerji iletimi açık arazide havai hatlarla, yerleşim bölgelerinde ise yeraltı kabloları ile gerçekleştirilir. Yeraltı enerji nakil hatlarının izolasyonlu olması havai hatlara oranla daha pahalı olmalarına karşın görsellik ve güvenlik açısından daha çok tercih edilmektedir [9].

Elektrik santralleri ile trafo istasyonlarını birbirine bağlayan hatlar yüksek gerilim hattı, büyük trafolar ile küçük trafoları birbirine bağlayan hatlar orta gerilim hattı, küçük trafolar ile son tüketicileri birbirine bağlayan hatlar alçak gerilim hattı olarak sınıflandırılır.

Türkiye'de bütün ENH şebekeleri Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından yapıp denetimi ve bakımları yaptırılmaktadır.

Enerji nakil hatları genel olarak; standartlara bağı kalınarak inşa edilen, üretilen elektrik enerjisinin uzak noktalara taşınmasını sağılayan, farklı konstrüksiyon yapılarına sahip direkler, iletkenler, topraklama ekipmanları, hırdavat takımları ve izolatör ekipmanları gibi malzeme gruplarından meydana gelen taşıma hatlarıdır. Elektriksel yönden ele alındığında enerji iletim hatları, hat parametreleri ve uzunluklarıyla karakterize edilirler. Bütün sinüzoidal alternatif akımla çalışan iletkenlerde olduğu gibi, enerji iletim hava hatlarının da omik direnç, endüktans, kapasite katsayıları kısaca R-L-C hat sabitleri bulunmaktadır. Enerji nakil hatlarının omik direnci doğru akım direncinden daha büyüktür, bunun nedeni de deri etkisi olayıdır. Diğer taraftan komşu iletkenlerden akan akımların halkaladığı akılar nedeniyle, faz iletkenlerinin self ve karşılıklı endüktansları meydana gelmektedir. Sinüzoidal alternatif akımla çalışıldığından endüktans deyimini yerine, şebeke frekansının bir fonksiyonu olan endüktif reaktans tanımı kullanılır. Hattın omik direnci ve endüktif reaktansı birbirine seri bağı olarak düşünülür ve hattın karakterize edilmesi bu iki büyüklüğün seri toplamı olan empedans ile gerçekleştirilir [9].

3.5. Direkler

İletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılan ve iletkenleri birbirinden belirli uzaklıklarda havada tutmak için tasarlanan ve hat devamınca uygun mesafe ve yüksekliklerde yerleştirilebilen hat elemanlarına direk denir [10].

Yapım Malzemelerine Göre Direk Çeşitleri:

Direkler yapıldıkları malzemelere göre direkler üçe ayrılırlar.

1. Demir direkler
2. Beton direkler
3. Ağıaç direkler

3.5.1. Demir Direkler

Bütün gerilim kademelerinde kullanılan, çelik ve demirden yapılan direklere denir. Demir direkler kaynaklı boyalı (yüksek ve alçak gerilim tesislerinde kullanılan A ve kafes direklerde) ve galvaniz kaplamalı, cıvata somunlu (yüksek gerilime ve kimyasal etkenlere

maruziyetin olduğu alanlarda kullanılır) şekilde üretilebilirler. Yapımlarında L, I, U biçiminde demir profiller kullanılır. Demir direklerde temele asla kaya, toprak, harfiyat ve kum konulmamalı, yalnızca beton doldurulmalıdır. Demir direkler beton direklere göre daha hafiftir, ağaç direklere göre daha uzun ömüre sahiptir. İletkenlerin her türlü dizilişine göre demir direkler ayarlanabilir. Çeşitli nedenlerle oluşabilecek direk arızasının tamiri diğer direklere oranla daha basittir. Ancak beton direklere nazaran işletme ve bakım maliyetleri oldukça fazladır. Demir direklere canlıların çıkışını engellemek amacıyla korkuluklar kullanılır [10].

3.5.2. Beton Direkler

Su, çimento, kum ve katkı maddelerin belirli oranda karıştırılması sonucu imal edilen, beton ve yüksek dayanımı olan çelik çubuk veya çelik tel birleştirilmesi ile üretilen direklerdir. Çelik ve beton malzemelerinin gözeneklerinden arındırılmış şekilde uygunluğu sağlanabilmesi için vibrasyon (titreşim) ya da santrifüj (savurma) yöntemleri uygulanır. Bu metotla imal edilen direklere beton direkler denir. Santrifüj direklerin içi boş olmasına rağmen, vibre direklerinin içi beton ile doldurulmuştur. Vibre beton direklerinin kesitleri dikdörtgen biçimindedir. Santrifüj beton direklerinin kesitleri ise daire biçimindedir.

Beton direklerin demir direklere oranla en büyük avantajı, olumsuz hava şartlarından ve özellikle sanayi bölgelerindeki aşındırıcı gaz ve buharlardan daha az etkilenmeleridir. Aynı zamanda beton direklerde demir direklere nazaran daha az demirin olması (%60), demirden tasarruf sağlar. Direklerin tepesinde oluşacak kuvvetlere dayanımı, yapısında dâhil edilen çelik teller ile orantılıdır. Doğa koşullarından daha az etkilenen bu direkler, dairesel kesitli veya konik şekillerde yapılabilir. Traversler de beton direkler için demirden veya betondan yapılabilir.

Beton direkler tepe kuvvetlerine göre 250 kg'dan 3500 kg'a kadar üretilebilmektedirler. Uzunlukları 8 m ile 26 m, çapları ise 50 cm'ye kadar konik, bu çaptan daha büyük olması halinde silindirik biçimde üretilirler. Aynı zamanda karayolu ışıklandırmasında da sıkça tercih edilmektedirler.

Yüksek ve alçak gerilim değerlerinde tercih edilen santrifüj beton direkler tepe kuvveti (Rüzgar kuvveti ile iletkenin çekme kuvvetleri aynı doğrultuda kabul edilir. Bu iki büyüklüğün direğin tepesine uyguladıkları kuvvete tepe kuvveti denir) yönünden toplamda otuz dokuz farklı şekilde imal edilebilmektedirler [10].

3.5.3. Ağaç Direkler

Ardıç, köknar, ladin, karaçam gibi ağaçlardan üretilen direklerdir. Olumsuz hava koşullarından ve böceklerden olumsuz etkilendiklerinden dolayı özel işlem uygulanır. Bu çalışmalar ağaç direklere bakır sülfat verilmek veya katranlama yapılarak sağlanmaktadır. Mekaniksel dayanım ağaç direklerde kısıtlıdır. Bu nedenle direklerin arasındaki mesafeler kısa seçilmeli ve hatların taşıdıkları gerilim düşük olmalıdır. Ağaç direklerin yüksek gerilim iletiminde kullanılmaları doğru bir hareket olmaz. Eski yerleşim yerlerinde hâlâ ağaç direklerin kullanıldıkları görülmektedir.

Ağaç direklerin temeline demir ya da beton doldurulmaz. Sadece taş ve toprakla temel sıkıştırılmak suretiyle direkler monte edilir. Temele beton dökülmesi durumunda direk, temel üst bölgesinden kırılabilir. Aynı zamanda direğin toprak altında kalan kısmı zamanla korozyona uğrayabilir. Bu durumları engellemek için enjeksiyonla direklerin alt kısımlarına (temele) belirli periyotlarla ilaçlama yapmak gerekir.

Ağaç direkler, köşede taşıyıcı ve normal taşıyıcı direk olarak kullanılabilirler. Kar ve yağmur sularının direklere verdiği zararı en aza indirebilmek için direk tepesi 45⁰ açılı kesilir. Normal ağaç direklerin boyları; 8, 8.5, 9, 9.5, 10, 10.5, 11, 11.5, 12, 12.5, 13, 13.5 metre olabilir [10].

3.6. İzolatörler

İletim hatlarında kullanılan iletkenlerin direklere tutturulmasında kullanılan, iletkenleri taşımakla birlikte toprak ve başka iletkenlerle temasına karşı izole etmek için kullanılan hat elemanlarına denir.

Enerji dağıtım ve iletim sisteminde kullanılan izolatörlerin iki önemli görevi vardır:

- Elektriksel olarak iletkenlerin toprakla temasını engellemek
- İletkenin ağırlığına ve iletkenlere gelecek olan ilave yüklere dayanımını sağlamak.

İzolatörler, elektrik akımına karşı yalıtım özelliği olan, soğuk ve sıcak hava koşullarına dayanımı fazla olan cam ve porselenden üretilirler. Bunlara ek olarak, silikon ve epoksi reçine katkılı izolatörler de yapılmaktadır. Fakat üretim maliyeti yüksek olduğundan çok tercih edilmemektedirler. İletkenlerin karşılaşılabilecekleri yükü güvenli bir şekilde taşıması için izolatörlerin mekanik dayanımının da iyi olması gereklidir.

İzolator temel olarak beş bölümden oluşur. Şekil 3,7’de bir izolatorün kısımları gösterilmiştir [10].

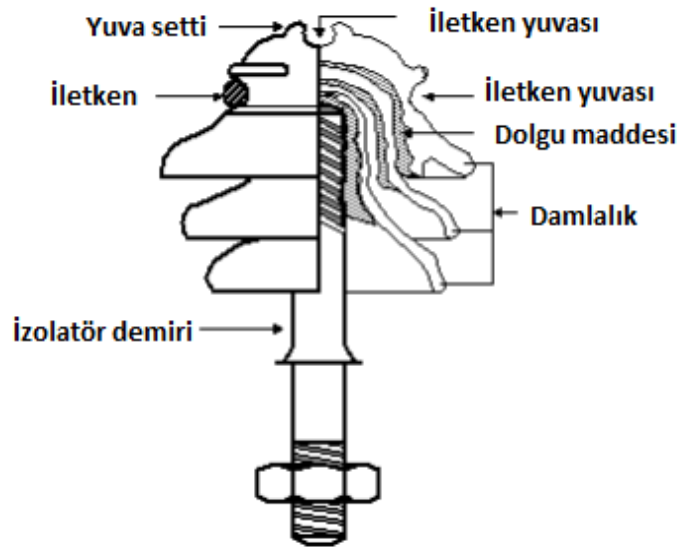
Gövde: İletken ve mesnet demirlerinin tutturulduğu bölgedir.

Tutturma yuvası: İzolator demirlerinin izolatöre bağlanabilmesi için açılan düz veya vidalı bölgedir.

Siper veya etek (damlalık): İzolatorün elektriksel dayanımını artırmak için gövdede yapılan bir ya da daha fazla katmandır.

İletken yuvası: İzolatöre bağlantı yapılacak olan iletkenin yerleşebilmesi için yapılan yuvadır.

Tutturma demiri (izolator demiri): İzolatorü konsol veya direk üzerine bağlamaya yarayan demirden oluşan aksamlardır.



Şekil 3.7. İzolator kısımları

3.7. İletkenler

Gerilim seviyelerine göre iletkenler üçe gruba ayrılır bunlar;

1. Alçak Gerilim İletkenleri
2. Orta Gerilim İletkenleri
3. Yüksek ve Çok Yüksek Gerilim İletkenleri

3.7.1. Alçak Gerilim İletkenleri

Elektrik enerjisinin son kullanıcı olan müşterilere dağıtılmasında ve sokak aydınlatmaları için kullanılan iletkenlere alçak gerilim iletkenleri denir. Eskiden kopmaya karşı dayanıklılığı ve elektrik geçirgenliklerinin yüksek olması nedeniyle bakır-örgülü iletkenler tercih edilirdi. Ancak bakır-örgülü iletkenlerin pahalı ve ağır olması nedeniyle bu uygulama artık kullanılmamaktadır. Bunların yerine daha ekonomik ve hafif oldukları için yerleşim bölgelerinde alpek kablo, yerleşim bölgelerinin dışında ise alüminyum örgülü iletken tercih edilir. Rose, Lily, Iris, Pansy, Pappy, Aster, Phlox ve Oxlip iletkenleri alçak gerilimlerde sıklıkla tercih edilen iletkenlerin başında gelir. Demet biçimli, askı telli, alüminyum iletken hava hattı iletkenleri (AER) 1960'lı yıllardan beri bütün Avrupa ve Dünya'da alçak ve yüksek gerilimlerde, 1971 yılından sonra da yıllarda da ülkemizde kullanılmaya başlanmıştır. Bu iletkenler emniyetli, güvenli ve ekonomik olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedirler [11].

3.7.2. Orta Gerilim İletkenleri

1000-35000 V arasında kullanılan çelik özlü iletkenlere orta gerilim iletkenleri denir. İlçe ve belde şebekeleri ile şehir içlerindeki dağıtım şebekelerinde kullanılırlar. Swallow, Raven, Pigeon tipi iletkenler orta gerilimde sıklıkla kullanılmaktadır. Nehir ve vadi geçişlerinde, çok uzun mesafelerde bazı durumlarda orta gerilim iletkenleri tercih edilebilir.

154 kV iletim hatları, standart 546 mm² 954 MCM Cardinal, 468 mm² 795 MCM Drake ve 726 mm² 1272 MCM pheasant olan çelik ilaveli (ACSR) alüminyum iletken ve çift veya tek devre direkler kullanılmak suretiyle yapılır. 154 kV hatlarda genelde her faz için bir iletken bulunurken, çok yüksek ihtiyaç bölgesinde iletim hattının taşıma kapasitelerini artırabilmek için 154 kV ikili çift devre stratejik kısa hatlar tesis edilebilir. Hava hattı güzergâhlarının temin edilme imkânı olmayan yoğun sanayi ve yerleşke bölgelerde normal olarak 154 kV, 630 mm² veya 1000 mm² kesitli XLPE bakır iletkenli yeraltı kabloları kullanılır [11].

3.7.3. Yüksek ve Çok Yüksek Gerilim İletkenleri

380 kV iletim hatları; standart 954 MCM Cardinal (546 mm²) ve 1272 MCM Pheasant (726 mm²) çaplı, her fazda iki ya da üçlü demet şeklinde çelik ilaveli (ACSR) alüminyum iletkenler kullanılmak suretiyle yapılır [12].

İstisna veya aşırı buzlanma yükünün olduğu, 1600 m yüksekliğinin üzerindeki hatlar gibi ek güvenlik gerektiren hallerde, 1–20 km arasında kısıtlı mesafeler için özel üretilmiş direklerin üzerlerine, her demette iki veya üç iletken yerine, elektriksel olarak aynı özelliklere sahip 2027 mm² kesitli tek iletken kullanılabilir [13].

Hava hattı güzergâhlarının geçmediği çok yoğun yerleşim bölgelerinde standart olarak 380 kV 2000 mm² kesitli XLPE bakır iletkenli yeraltı kabloları kullanılabilir [14].

3.8. Baralar

Aynı frekans ve gerilimdeki elektrik enerjisinin toplanıp dağıtımının yapıldığı iletkenlere bara denir. Büyük değerlerdeki akım dış devreye ve müşterilere bara sayesinde dağılır.

- Baralar, enerjinin kontrol ve kumanda edilebilmesini sağlayan cihazların birbiri ile irtibatlarını sağlarlar. Bu nedenle iletken özelliktedirler.
- Bara büyük akımların iletilmesinde kullanılan, bağlama ve trafo merkezlerinde ve alçak gerilimde kullanılan izolesiz çubuklardır.
- Baralar, boru ya da prizma şekillerinde üretilebilmektedirler.
- Baralar alüminyum ve bakır başta olmak üzere değişik malzemelerden yapılabilirler.
- Bakır bara, alüminyum baraya oranla % 25'den daha çok akım taşıma özelliğine sahiptir.
- 60 A ve daha büyük akımın taşındığı yerlerde bara kullanmak zorunludur [7].

3.9. Ölçü Trafoları

Ölçü aletleri işletmelerin ne kadar enerji tükettiklerinin tespitinde veya arıza oluşması durumlarında bu durumu belirlemek için kullanılan cihazlardır. Ölçme ve koruma aletlerinin güvenlik ve ekonomik nedenlerle devreye doğrudan bağlanamadığı ya da uygulanabilmesinin kolay olmadığı durumlarda gerilimi veya akımı indirgemek için kullanılan cihazlara ölçü trafosu denir. Gerilimi ölçmek için kullanılan trafolarla gerilim trafosu, akımı ölçmek için kullanılan trafolarla akım trafosu denilir. Akım ve gerilim trafosu Şekil 3.8’de akım ve gerilim transformatörleri gösterilmiştir [15].



Şekil 3.8. Akım ve gerilim transformatörleri

3.9.1. Akım Trafosu

Bağlı buldukları devrelerdeki akımı, belirli oranda küçülterek, sekonderine bağlanan ölçü aletlerine ölçümün yapılabilmesi için gerekli olan (genel olarak 1A ve 5A) akımı sağlayan ve yalıtımı gerçekleştirebilen bir ölçü trafosudur. Elektrik devrelerine seri olarak bağlanan akım trafolarının en önemli özelliği normal çalışma şartlarında primer akımı ile sekonder akımı arasındaki faz farkının yaklaşık olarak sıfır olmasıdır. Akım trafolarında, özellikle orta ve yüksek gerilim devrelerinde primerdeki akımın manyetik bir kublaj ile küçültülmesi sonucunda sekonder tarafta daha küçük bir akım elde edilir ve bu akım, makinenin sekonder tarafına bağlı olan cihazların ve ölçü aletlerinin yüksek gerilimden etkilenmesini önlemiş olur [16].

3.9.2. Gerilim Trafosu

Gerilim trafoları bağılı bulunduğu devrelerdeki yüksek gerilimleri, istenilen oranda indirgeyerek, sekonder uçlarına bağılı cihazları besleyen ve bu cihazları yüksek gerilimden izole eden bir ölçü trafosudur. Normal çalışma şartlarında, primer gerilimiyle sekonder gerilimi orantılıdır ve aralarındaki faz farkı yaklaşık olarak sıfırdır [17].

3.10. Gerilim Bölücüler

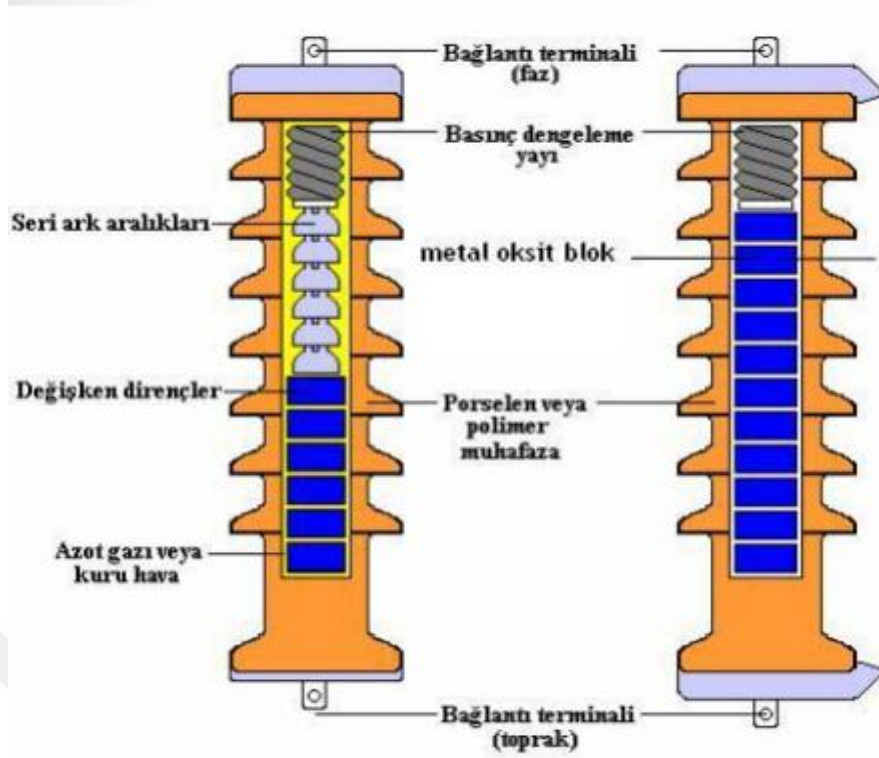
Yüksek gerilimde ölçme yapmak zor ve pahalıdır. Bu nedenle yüksek gerilimde çeşitli ölçme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemlerden biri de gerilim bölücülerdir.

Genel olarak gerilim bölücüler;

1. Omik Gerilim Bölücüsü
2. Kapasitif Gerilim Bölücüsü
3. Karma Gerilim Bölücüsü olmak üzere sınıflandırılabilirler.

3.11. Parafudrlar

Yüksek gerilimin tesislerinde ve sisteme bağılı olan cihazlarda oluşan arıza ve hasarlara karşı ya da yıldırım gibi doğal nedenlerden kaynaklanan yüksek gerilimlerden korunma elemanıdır. Parafudrlar, yüksek gerilim elemanlarını, aşırı gerilimin olumsuz etkilerinden korurlar [7,18].İki tür parafudr vardır: Değişken dirençli parafudr ve metal oksit parafudr. Şekil 3.9'da bu iki tür parafudrun yapısı gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Parafudr yapısı

3.12. Ark Boynuzu

Ark boynuzu, özellikle trafo geçit izolatörleri ve izolatörlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Enerji iletim hatları ve trafo merkezinde izolatörleri korumada kullanılırlar. Aşırı gerilimlerde, eğer atlama boşluğu uygun ise atlama yaparak gerilimin, boynuzların bağlı bulunduğu izolatörlere zarar vermeden toprağa akması sağlanır. Ark boynuzunun görevi iletkende veya trafo buşinglerinde ark atlaması ya da kısa devre meydana gelmesi durumunda bu arkın, izolatöre zarar vermeden toprağa iletilmesini sağlamaktır [19]. Tablo 3.2’de işletme gerilimlerine göre ark boynuzu açıklıkları verilmiştir.

Tablo 3.2. İşletme gerilimlerine göre ark boynuzu açıklıkları

İşletme Gerilimi (kV)	6	10	15	30	60	150	380
Açıklık(cm)	6	8,6	11,50	22	40	83	230

3.13. Ark Koruma Halkası

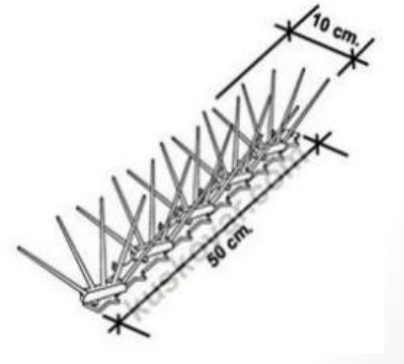
Ark çemberi, ark boynuzu ile aynı görevi üstlenmektedir. Buna ilave olarak izolatör üzerinde gerilim dağılımlarını düzgünleştirebildiğinden aşınmayı azaltır [20]. Şekil 3.10'da koruma halkaları gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Koruma halkaları

3.14. Kuşkonmaz

Kuşların enerji nakil iletkenlerine konması ve yuva yapmaları istenmeyen bir olaydır. Bu durum hat güvenliğini tehlikeye düşürmektedir. Bu nedenle kuşların konması ve yuva yapmalarını engellemek amacıyla dikene benzeyen kuşkonmaz parçaları üretilmektedir. Kuşkonmaz genellikle izolatörler ile konsol temas bölgesine monte edilir. Çelik profil (putrel) pylon direk konsollarında da sırası ile monte edilebilirler [21]. Şekil 3.11'de kuşkonmaz gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Kuşkonmaz

3.15. Spacer (Ara Tutucu)

Demet iletkenlerde aynı fazda iletkenlerin birbirlerine değmesini engellemek ve arasında boşluk olmasını sağlamak amacıyla spacer kullanılır. Her 50 ile 70 metre aralıklarda iletkenlerin arasına montajı yapılır. İletken sayısına bağlı olarak ikili, üçlü, dörtlü vb. yapılabilirler [22]. Şekil 3.12’de spacer gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Spacer (ara tutucu)

3.16. Koruma İletkeni

Koruma iletkeni enerji nakil hatları ve şalt tesislerinde tesisin topraklamasını sağlamaktadır. Ayrıca bu iletken üzerinden trafo merkezleri arasında iletişim de yapılmasına olanak sağlar. Hatların en üst noktasında bulunur. Koruma iletkenlerinde enerji olmaz. Kullanımı zorunlu olan bir koruma yöntemidir.

Görevleri;

1. Faz iletkenlerine yıldırım düşmelerine karşı koruma.
2. İletkeni yüklü bulut etkilerinden koruma.
3. Hattaki elemanları koruma.
4. Ekranlama yaparak sistemi koruma [22].

3.17. Damper

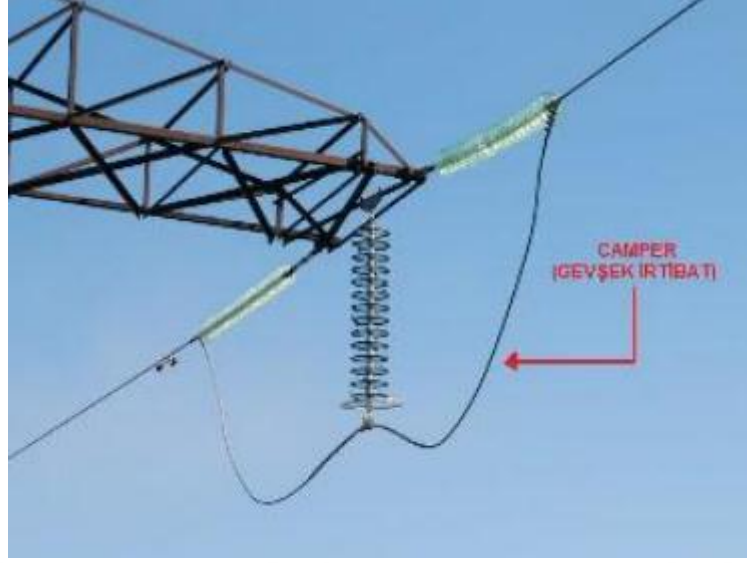
Enerji nakil hatları çeşitli nedenlerle titreşim yaparlar. Bunlar; ağır kuşların konması ve havalanması anındaki titreşimler, kar ve buzların kırılarak dökülmesinden kaynaklanan titreşimler ile rüzgârın neden olduğu titreşimlerdir. Bu kuvvet iletkenin yorulmasına dolayısıyla kopmasına sebep olabilir. Aynı titreşim izolatörde ve direklerin civatalarında gevşemelere neden olmaktadır. Bu titreşimler, iletkenlerin ağırlığından dolayı izolatörlere binen yükü bir kaç kat daha artırarak, kopmalarına neden olabilir. İşte bu titreşimlerin etkisini azaltmak için, izolatörlere yakın yere monte edilen elemanlara damper denir. İzolatörün 1 ya da 1,5 metre ileri veya gerisine monte edilebilirler [23]. Şekil 3.13’de damper gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Damper

3.18. Jumper (Atlama Teli)

Durdurucu direklerde, ayırıcı monte edilmiş direklerde ve iletim hatlarına ek hat bağlantısı alınan noktalarda, direk üzerinde enerji nakil hatlarının giriş ve çıkışını birleştiren iletkenlere atlama teli denir. Bağlantı için genellikle klemens kullanılır. Bu telin bağlantısı, herhangi bir mekanik gerilme kuvvetine maruz kalmayacak şekilde yapıldığından gevşek bağ olarak da isimlendirilir. Ana hattın devamını sağladığından ve aynı akımı taşıyacağından, kullanılacak iletken kesiti, birleştireceği hattın kesitiyle aynı olmalıdır [24]. Şekil 3.14’de jumper gösterilmiştir.



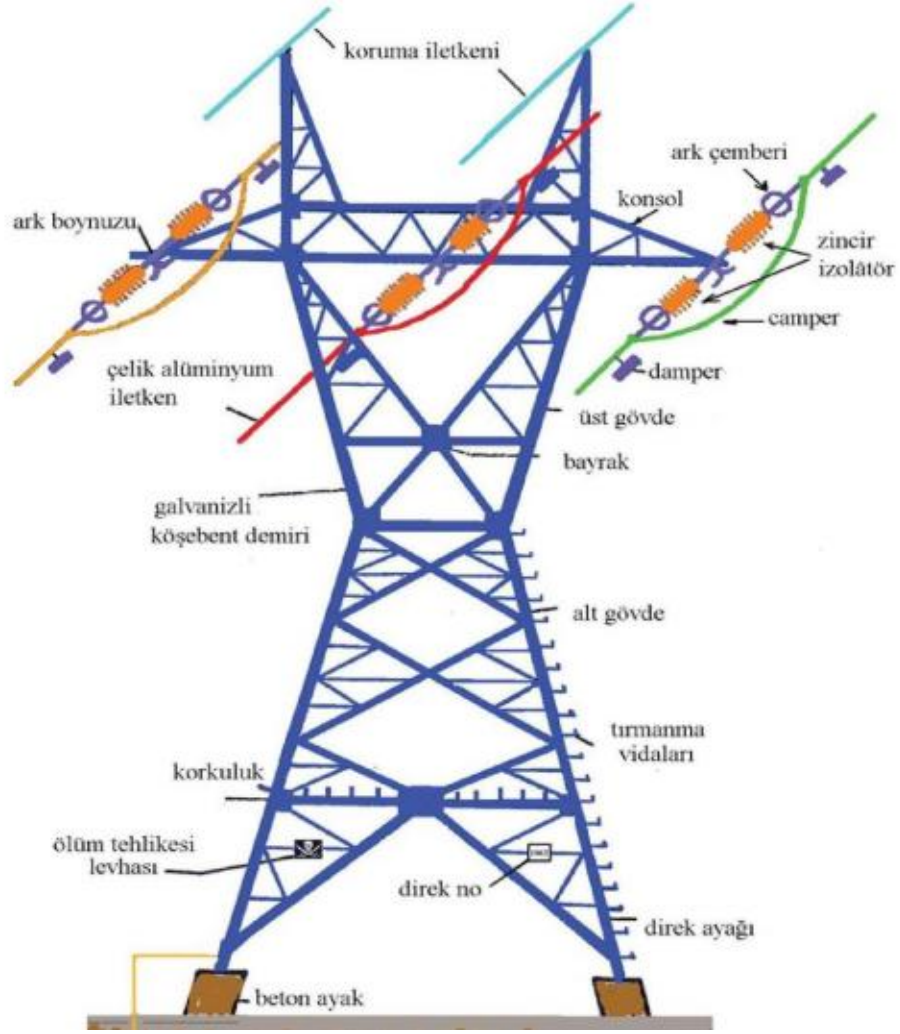
Şekil 3.14. Jumper (atlama teli)

3.19. İkaz Küreleri

Yüksek gerilimde kullanılan, enerji nakil hattının en üstünde bulunan koruma iletkenine monte edilen, yaklaşık dört kg ağırlığındaki, kırmızı ve beyaz renkte, top büyüklüğündeki cisme ikaz küresi denir. Görevi pilotların iletkeni fark edebilmesini sağlamaktır [25]. Şekil 3.15.'de ikaz küresi, Şekil 3.16'da yüksek gerilim elemanları gösterilmiştir.



Şekil 3.15. İkaz küresi



Şekil 3.16. Yüksek gerilim elemanları

3.20. Röleler

Bir elektrik devresinin kapanıp açılmasını sağlayan elektriksel anahtarlara röle denir. Farklı dalga ve frekans türlerinden etkilenmeden anahtarlama yapabilirler. Elektromanyetik olarak çalışırlar, yani akım geçmesiyle aktifleşirler. Röleler devre elemanlarının bırakılmadığı yerlerde (aşırı sıcak, nemli ya da ıslak zemin) kullanılırlar. Tristor ve triyak kullanımlarının artmasıyla popülaritesi azalmasına rağmen aktif olarak kullanımdadırlar [9].

3.20.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesi

Kompanzasyon sisteminin en temel elemanıdır. Kompanzasyon yapması zorunlu olan iş yerlerinde merkezi kompanzasyon daha çok tercih edilir. Reaktif güç kontrol rölesi anlık değişen tüketim verilerine karşılık yani yük değişiminin algılayıp buna göre kondansatörleri kontaktör yardımı devreye alarak ya da devreden çıkararak güç çarpanını düzenler [9].

3.20.2. Motor Koruma Röleleri

Üç fazlı sistemlerde faz hataları (faz sırası hataları gibi) kaynaklanan sorunlarla sık sık karşılaşılmaktadır. Fazlarda oluşan hatalardan kaynaklı sorunlar oluştuğunda motora giden enerjiyi keserek motorun zarar görmesini ya da yanmasını engeller. Aşağıdaki durumların herhangi birisi oluştuğunda devreye girerler [26].

- Fazlardan herhangi birinde kopma ya da kısa devre sonucu oluşması durumlarında
- Faz sırasının doğru olmadığı durumlarda
- Asimetrik yükün fazlara orantısız dağılması durumlarında
- PTC direnci sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösteren bir malzemedir. Bir noktaya kadar direnci aynı kalır, bu noktadan sonra direnci çok hızlı artar ve motoru devreden çıkarır [26].

3.20.3. Gerilim Koruma Röleleri

Bağlandığı sistemleri şebekeden kaynaklı gerilim olumsuzluklara karşı koruyan, alt ve üst gerilim sınırları değiştirilebilen rölelerdir. Gerçekleştirdiği özellikler aşağıdaki gibidir [27].

a) Ayarlanabilir Gerilim Koruması: Gerilim değerinin belirlenen sınır değerleri belirlenen süreden daha fazla geçerse devreye girme prensibine bağlı olarak çalışır. Ayarlanan sürelerden daha kısa bir sürede sistem eski değerine geri gelirse röle konumunu korur [27].

b) Aşırı ve Düşük Gerilim Koruması: Fazlardan herhangi birinin gerilimi %40 ya da daha fazla düşerse röle devreye girer [27].

3.20.4. Kaçak Akım Koruma Rölesi

Asıl görevi, bir yalıtım probleminden doğan hata akımlarını algıladığında devrenin enerjisini keserek karşı taraftaki malzemelerin zarar görmesini önlemektir. Çalışma prensibi, gelen akımların toplamının çıkan akımların toplamına eşit olmasına dayanır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğe göre; kişilerin korunması için (evlerde kullanılan) 30 mA'lık, yangına karşı koruma için 300 mA'lık (bina ana panolarında) kaçak akım koruma rölesi kullanılması zorunludur. Yapılan incelemelerde 300 mA'lık akım değerinin malzemeleri tutuşma için gerekli sıcaklığa getirebildiği görülmüştür [28].

3.20.5. Zaman Röleleri

Bobine enerji verildikten sonra ya da bobini enerjisiz bırakıldıktan sonra kontakları durumunu değiştirebilen rölelere denir. Bir makineyi, bir devreyi veya bir sistemi, ayarlanan süre ve programlar çerçevesinde devreye sokacak veya devreden çıkaracak şekilde tasarlanan zaman rölelerinden genellikle güç devrelerinin kumanda panolarında yararlanılmaktadır. Kontaklarının değişme zamanına göre farklı röle çeşitleri bulunmakla birlikte, çalışma prensibi değerlendirildiğinde bazı röle çeşitlerinin ani konum değiştirebildiği, bazılarının ise gecikme ile kontak konumunu değiştirdiği görülür [29].

3.20.6. Frekans Koruma R6lesi

Korunma b6lgesine bağlı bulunan sistemleri Şebeke frekans deęiŐimine karşı koruyan r6lelerdir.

- a) Y6ksek Frekans Koruması: Frekansın ayarlanan limitin 6zerinde, ayarlanan gecikme s6resinde veya daha fazla kalması durumunda devreye girer.
- b) D6Ő6k Frekans Koruması: Frekansın ayarlanan limitin altında, ayarlanan gecikme s6resinde veya daha fazla kalması durumunda devreye girer.
- c) Limitlerin Ayarlanması: Genelde 6st limit ve alt limit 35 Hz ile 70 Hz arasındaki bir değere ayarlanır [30].



4. ELEKTRİK İŞLETMELERİNDE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARI

4.1. Pembelik Barajı

17.08.2015 tarihinde 00:30 sıralarında pembelik barajı hizmet binasına yakın olan kulede bulunan Mehmet TOSUN, sabah kahvaltısından sonra zehirlendiğini belirterek güvenlik amirinden 112 acil servisi çağırmasını istemiştir. 112 acil servise haber verilmesine rağmen bölgenin terör bölgesi olmasından dolayı ambulans bölgeye gitmemiştir. Aynı şekilde Karakoçan ilçesinden taksi çağrılmış, taksi de terör bölgesi olmasından dolayı gelmeyi reddetmiştir. Aynı kahvaltıyı yiyen diğer çalışma arkadaşlarında herhangi bir rahatsızlık meydana gelmemiştir. Aynı gece güvenlik amiri tüm sorumluluğu üstüne alarak çalışanı hastaneye götürmüştür. 17.08.2015 tarihinde 06:00 sıralarında çalışan hastaneden taburcu edilmiştir. Hastaneden gelip nöbetine devam eden çalışan 18.08.2015 tarihinde nöbet istirahatine gittikten sonra beyin kanaması geçirerek vefat etmiştir. Olaydan sonra Cumhuriyet savcılığı tarafından suç duyurusunda bulunulmuş ve yetkililer hakkında dava açılmıştır. Yargılama neticesinde baraj yöneticisi ve çalışanları hakkındaki suçlamalar düşmüştür.

Bu kazadan sonra, barajda 6331 sayılı kanun gereği alınması gereken tedbirler alınarak; iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı mevcut ve güncel durumdadır. Acil durum ekipleri oluşturulmuştur. Çalışan temsilcisi seçim ile gerçekleştirilmiştir. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı yapılmıştır. İşletmenin periyodik kontrolleri, yıllık çalışma planında belirtildiği gibi haftalık, aylık ve yıllık olarak yapılmaktadır. Yıllık olarak acil durum tatbikatları ilgili kurumlarla birlikte yürütülmüştür.

Bu kaza ile ilgili olarak; işletmede acil durumlar için bir aracın hazır olarak bekletilmesi gerekirdi. Olay meydana geldiğinde işyeri hekiminin bilgilendirilmesi ve çalışanın sağlık durumunun takip edilmesi gerekirdi. Bu aşamadan sonra barajda acil durumlar için bir aracın 24 saat boyunca hazır bekletilmesi kararlaştırılmış, işyeri hekimi tarafından çalışanların sağlık muayeneleri için ilave sağlık tetkikleri yaptırılmış ve dosyalanmıştır. İşyeri hekiminin geliş aralıkları da arttırılmıştır.

4.2. Karakoçan İlçesi Telekom Ekipleri

Akçadamarlar Mah. Yayladere/BİNGÖL mevkiinde 04.11.2015 günü Met-Kaya isimli şirketin çalışanı olan Mehmet Hüsnü PİÇAK, Telekom'a ait fiber optik kabloyu çekerken, Tedaş'a ait elektrik kablolarına teması sonucunda elektrik akımına yakalanarak yaralanmıştır. Çalışan; Telekom'a ait telefon direğine çıktığını, kabloyu çektiği sırada fiber optik kablonun Tedaş'a ait sarkık elektrik kablosuna değmesi sonucunda elektrik akımına kapılarak yaralandığını, araçla önce Yayladere Toplum Sağlığı Merkezine, burada ilk müdahalesi yapıldıktan sonra da ambulansla Bingöl Devlet hastanesine getirildiğini, hastanede tedavisinin yapıldığını, elektrik çarpmasından dolayı sol başparmağı ve sağ başparmağından yaralandığını belirtmiştir. Olaydan sonra kaza geçiren şahsın şikâyeti sonrasında dava açılmıştır. Şikâyet sonrasında çalışma yapılacağı TEDAŞ'a yazılı olarak bildirilmediğinden dolayı dava düşmüştür.

Yapılan çalışmada enerji kesimi için TEDAŞ'a başvuru yapılmamıştır. Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmamıştır. Elektrik enerjisi bulunan yerlerde çalışma yapılacaksa öncelikle hatta bulunan enerji kesilmeli, hattın tekrar açılmasına karşı çalışma yapıldığına dair çalışma kartı konulmalı ya da mekanik olarak kilitlenmelidir. Her türlü ihtimale karşı hat topraklanmalı, çalışmaya başlamadan önce hattın enerjisi kontrol edilmeli, enerji yoksa kişisel koruyucu donanım kullanılarak çalışmaya başlanması gereklidir. Bukaza bu önlemlere dikkat edilmediğinden meydana gelmiştir. Kaza sonrasında TEDAŞ tarafından ilgili kurumlara çalışma yapılması durumunda kendilerine bilgi verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Enerjili hatlarda çalışma yapılmaması konusunda taraflar uyarılmıştır. TEDAŞ tarafından yapılan denetlemeler de arttırılarak, kurallara uymayan kişiler hakkında maddi ceza işlemleri uygulanmıştır.

4.3. Erzincan İliç İlçesi Enerji Nakil Hattı İnşası

Erzincan ili İliç ilçesinde yüksek gerilim hattı çekimi yapan ATC Özel mühendislik çalışanları direk montajı yaptıkları sırada, direk altında topraklama işlemi yapan personel kısa bir süre için baretini çıkarıp yanına bırakmıştır. Baretini çıkardıktan kısa bir süre sonra direk üstünde montaj yapan personelin elinden somun düşmüş ve aşağıda montaj yapan

personelin kafasına çarpmıştır. Yaralanan personel hemen devlet hastanesine kaldırılmış, kafasına beş dikiş atılmıştır. Çalışan 2 gün müsaade altında tutulduktan sonra taburcu edilmiştir. Olaydan bir gün sonra kaza geçiren personelin kardeşi aynı işlemi yaparken aynı şekilde yukarıdan cisim düşmesi sonucu yaralanmış, çalışan hastaneye kaldırılıp müşahede altına alınmıştır.

Ardı arda meydana gelen bu iki kazadan sonra çalışanlar bölgeden çekilip iş güvenliği eğitimleri yenilenmiştir. Kaza geçiren çalışanlar, direk ayağındaki kazı çukuruna indiklerinde, baretlerini çalışmalarına engel olduğu için çıkarttıklarını belirtmişlerdir. Ancak çalışma alanında kişisel koruyucu donanımlar hiçbir zaman çıkarılmamalıdır. Erzurum TEDAŞ ekipleri denetim amacıyla bölgede gelip gerekli incelemelerde bulunmuşlardır. Bu kazalardan sonra ilgili iş ile alakalı denetimler sıklaştırılmış, kişisel koruyucu takmadığı için uyarılıp para cezası kesilen personel, bu durumu sürdürdüğü tespit edildiğinden iş akdine son verilmiştir.

4.4. Kayseri İli KCETAŞ Şirketi

Kayseri ilinde Kayseri ve Civarı Elektrik Türk A.Ş. (KCETAŞ)'ye ait işlerden enerji dağıtım hattının deplase işleminde, enerji dağıtım işlerini alan şirketin elemanları mevcut direkleri oksijen kaynağı ile kesip mobil vinç üzerine alıp ilgili firmaya teslim etmektedirler. Aynı şekilde çalışma yaparken direk kesimi sırasında direğin altındaki otlar alev almış, meydana gelen yangın çok büyümeden kontrol altına alınmıştır. Bir sonraki gün çalışma yapılırken trafo direğinin ağırlık merkezine vinç kancaları bağlanıp alttan ayaklar kesilmek suretiyle demontaj işlemi yapılmaktadır. Bağlama işini, vinç operatörünün oğlu direk üzerine çıkararak yapmıştır. Ancak ağırlık merkezini yanlış noktaya bağlamış, son ayağın kesilmesi ile birlikte ağırlık merkezi yanlış seçildiği için alt kısımdan tutan personelden ikisini direk havaya fırlatmıştır. Bu olayda vinç operatörü ağır yaralanmış ancak vinç operatörünün oğlu olay yerinde vefat etmiştir. Çalışma yapılan alanda mevcut bulunan elektrik enerjisi de kesilmediği için salınım yapan direk mevcut hatta da zarar vermiştir.

Çalışmaya başlamadan önce enerjinin kesilmesi için KCTAŞ'a bilgi verilmeli, akabinde hatta koruma topraklaması yapılarak enerjinin olmadığı kontrol edilmeliydi. Aynı zamanda direğin ağırlık merkezi, ayaklar kesilmeden yetkili elektrik ustaları yardımıyla tespit edilip bağlanmış olsaydı meydana gelen kaza önlenbilirdi. Olaydan sonra KCETAŞ

firması bölgede çalışan bütün taşeron firmaları ve bu firmaların iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimlerini toparlayıp gerekli uyarılarda bulunduktan sonra denetimleri sıklaştırmış ve kurallara uymayan firmalara öncelikle idari para cezaları uygulanmış, 3 defa ceza alan firmaların sözleşmeleri tek taraflı olarak feshedilmiştir.

4.5. Balıkesir İli BASKİ Şirketi

Ayvalık'ın kırsal mahallelerinden Kırccalar'da, su kuyusu açmak için görev yapan BASKİ bünyesindeki iş makinesinin vinç kısmının, bölgenin elektrik enerjisini sağlayan enerji nakil hatlarına değmesi ile elektrik enerjisine kapılma olayı gerçekleşmiştir. O sırada iş makinesinin ön kısmında bulunan çalışan, elektrik akımına kapılarak ağır yaralanmıştır. Olay yerine gelen sağlık ekibinin tüm müdahalesine rağmen, evli ve 1 çocuk sahibi olan işçi hayatını kaybetmiştir. Meydana gelen olay sonucu yapılan incelemede çalışanın kendi ihmali nedeniyle kaza meydana geldiğinden herhangi bir işlem yapılmamıştır.

Çalışma yapılan bölgede enerji kesildikten sonra çalışma yapılmalıydı. Kazı çalışmasında operatörü yönlendirecek kılavuzun da hazır bulunması gerekliydi. Kazı çalışmalarından önce mutlaka elektrik ve doğalgaz firmalarına bilgi verilip bölgede elektrik ve gaz şebekesinin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu olaydan sonra, belediye çalışanları tarafından çalışma yapılmadan önce TEDAŞ ekiplerine enerji kesilmesi için bilgi verilmesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ile sözleşme yapılmasına karar verilmiştir.

4.6. Erzurum Bakım Onarım Ekibi

Erzurum bölgesinde, elektrik arıza ekibi çalışanları, arızayı gidermek için gittiği bir köyde, çalışanlardan birini bir ayırıcı direğinin önünde bırakarak enerjiyi kesmek için o köye ait enerji kontrol bölgesine gitmişlerdir. Direğin önünde bekleyen çalışan, telsiz ile enerjinin kesildiği ve çalışma yapabileceği haberini aldıktan sonra direğe çıkıp çalışmaya başlamıştır. Bir süre sonra enerjiyi kesen iş arkadaşları direkte çalışmanın bitmiş olabileceğini düşünüp, teyit almadan kontrol bölgesinden enerjiyi tekrar kapatmış ve çalışanın yüksek gerilime maruz kalıp direktten aşağı düşmesine sebep olmuştur. Düşme

sonucu çalışanın boynunda kırık, omurilik ve kaburgalarında çatlaklar meydana gelmiştir. Yaklaşık 3 ay rapor almıştır. Çalışan bu olaydan sonra yüksekte ve elektrikten korktuğu için elektrik arıza Servisinden alınıp santrale verilmiştir. Olaydan sonra çalışan ekip arkadaşları ve yüklenici firmadan şikâyetçi olmadığı için dava açılmamıştır.

Çalışmaya başlanmadan önce elektrik kesilmeli, enerjinin kesildiği nokta işaretlenmeli ya da kilitlenmeli, mümkünse çalışma boyunca başında bir kişi bekletilmeli, ve direğe çıkan kişiden talimat gelmediği sürece enerji tekrar verilmemelidir. Hatta enerjinin olmadığı kontrol edilmeli, işlem yapılan direğe koruma topraklaması yapılmalı, kişisel koruyucu donanım kullanarak direğe çıkılmalı, çalışma bittiğinde koruma topraklaması kaldırıldıktan sonra çalışmayı yapan kişinin komutuyla sisteme enerji verilmelidir. Telefon şebekesinin çekmediği kırsal alanlarda çalışma yapılacaksa iletişimi sağlamak için mutlaka telsiz kullanılmalıdır.

5. ELEKTRİK İŞLETMELERİNDE ÇALIŞMA SIRASINDA ALINMASI GEREKEN GÜVENLİK TEDBİRLERİ

5.1. Elektrik Akımının Canlı Vücudu Üzerindeki Etkileri

Arızalı olmayan bir şebekede de toprağa çok küçük akımlar akar. Bu akımlar genellikle kapasitif olup, üç faz sisteminin toprağa karşı kapasiteleri eşit kabul edilirse, bu üç faza ait kapasitif akımların toplamı toprak noktasında sıfır olur. Buna rağmen faz ile toprak arasında bağlantı söz konusu olursa oldukça büyük akımlar toprağa akar. Eğer bir canlı toprak akım devresi üzerine temas ederse, canlı vücut iç direncine bağlı olarak bir akım akar. Canlı vücutundan geçen akımın şiddeti, vücut tarafından köprülenen gerilime bağlı olduğu gibi canlı vücudunun iç direnci ile temas noktalarındaki (iki ayak, iki el veya bir ayak ve bir el) geçiş dirençlerinin toplamına bağlı olarak da değişir. 50 Hz'lik alternatif akımın insanlar üzerindeki etkileri Tablo 5.1'de verilmiştir [31].

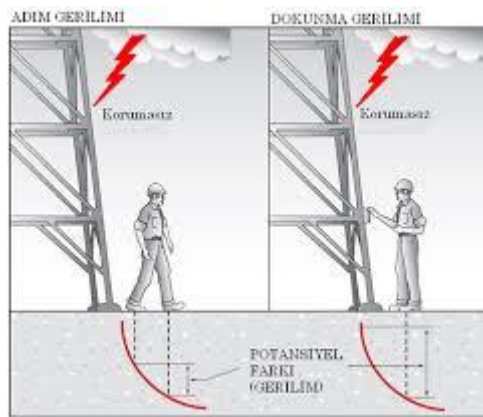
Tablo 5.1. 50 Hz'lik akım şiddetinin insan vücudundaki tesirleri

50 Hz'lik akım şiddeti	İnsanlardaki tesirleri
1 mA	Fark edilebilir
2-4 mA	Parmak uçlarındaki sinirler titrer.
5-7 mA	Kolda ve bacaklarda kamplar hissedilebilir.
10-15 mA	Tutulan yüzey ya da nesne bırakılabilir.
19-22 mA	Şiddetli acı hissedilir, tutulan yüzey ya da nesne bırakılamaz
30 mA	Çok şiddetli acılar duyulur, sinir sistemi çalışmaz
50-100 mA	Ölümlü sonuçlanır.
1-10 A	Yanma olayı gerçekleşir.

Tablo 5.1'den görüldüğü gibi, insan vücudundan en fazla 10 mA ile 15 mA civarında bir akımın geçmesine müsaade edilebilir. İnsan hayatı için tehlikeli akım sınır değeri 30 mA ile 50 mA arasında olup insan vücudundan 50 mA ile 100 mA arasında bir akım geçecek olursa, büyük ihtimalle ölümlü sonuçlanır. Zira bu seviyedeki bir akım kalp üzerinden geçerken, kalpte normal olmayan titreşimlere neden olarak kalbin normal çalışma ritmini engeller ve nefes alma sisteminin çökmesine neden olur. Yetişkin bir bireyde en fazla dört dakikalık bir sürede beyine kan ulaştırılmazsa hayati organlar zarar görür ve ölüm olayı baş gösterir. Bilindiği üzere kalbin normal çalışması, birçok kasın ritmik bir şekilde hareket etmesi ile oluşmaktadır. Kalbin çalışması oluşan kuvvetin etkisine bağlıdır. Akımın tesiri dört dakikadan daha uzun olursa, beyinde hayati merkezler hasar görür ve bir nevi bitkisel hayat başlar ya da olay ölümlü sonuçlanır. Akımın öldürücü etkisi frekansa da bağlıdır [28, 31].

5.2. Adım Gerilimi

Bir insan ya da canlı Şekil 5.1.a'daki gibi topraklama güzergâhına yürürse bazı özel şartlar altında tehlikeli bir gerilim canlıyı etkileyebilir. Bu durumda toprakta bulunan gerilim değeri nedeniyle canlı vücudundan bir akım geçebilir. Adım gerilimi toprak akımı ve direğe olan uzaklıktan başka toprak özgül direncine ve adım genişliğine de bağlıdır. [4, 32].



Şekil 5.1. (a) Adım gerilimi (b) Dokunma gerilimi

5.3. Gerilim Altındaki İletkenler İçin Yaklaşma Mesafeleri

Gerilim altındaki iletkenler için azami yaklaşma mesafelerine dikkat edilmelidir. Azami yaklaşma mesafeleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Gerilim altındaki iletkenler için azami yaklaşma mesafeleri [32].

Gerilim (kV)	Yaklaşma mesafesi (cm)
1-15	66
15-36	82
59-72,5	110
140-170	155
200-250	213
340-420	352

5.4. Genel Kurallar

Elektrik üretim, iletim ve dağıtım şebekeleri ile yapılan bütün çalışmalarda dikkat edilmesi gereken kurallar şu şekilde sıralanabilir:

- Bütün güvenlik tedbirleri alınmadan sahaya çıkılmamalıdır.
- Çalışanlar, çalışma güzergâhı haricindeki diğer arızalara müdahale etmemeli ve izinsiz girmemelidir.
- Yetkili amirin bilgisi olmadan tehlike uyarı kartları ve levhalarının yerleri değiştirilmemeli ve kendiliğinden düşmesini engelleyecek şekilde sağlam asılmalıdır.
- İşletme genelinde ve çalışma alanında uyarı, ikaz ve tehlike levhalarına kesinlikle uyulmalıdır.
- Bütün çalışmalar, işletme bakım-onarım ve kullanma talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır.
- Üzerinde bakım, onarım veya kontrol yapılan bölümlere, güvenlik tedbirleri alınmadan girilmemelidir.

- İş elbiseleri, çalışanları ilave tehlikeye sokacak ve makine aksamlarına takılacak şekilde, bol, yırtık ve eski olmamalıdır.
- Makine koruyucularının kaldırılmasının zaruri olduğu durumlarda, bakım-onarım işlemlerinin yapılabilmesi için makine durdurulmalıdır. Sorumlu müdürün yazılı izni alındıktan sonra koruyucu tertibat kaldırılmalı, sorumlu müdür, onarılan makina, cihaz veya tesisatın çalışmasına izin vermeden önce, koruyucu malzemeler uygun ve eksiksiz şekilde tekrar yerlerine takılıp kontrol edildikten sonra çalıştırılmalıdır.
- İşyerlerinde elektrik kesintisi yapmadan yapılması gereken bakım, onarım ve kontrol işleri, sorumlu çalışan nezaretinde ve güvenlik tedbirleri alındıktan sonra yapılmalıdır.
- Yapılan bütün bakım-onarım ve kontrol işlemleri, iş güvenliği tedbirleri tespit öneri defterine kayıt edilmelidir.
- Gezici ekiplerde sabit iş güvenliği koruyucuları ve ilk yardım malzemeleri her an kullanmaya hazır halde bulundurulmalı, ilkyardım çantası belirli periyotlarda kontrol edilmeli, kullanım süresi geçen ilaçlar çıkarılmalıdır.
- Çalışmalara başlamadan, üzerinde çalışma yapılacak tesisatın enerjilenmesini önlemek için, her seviyedeki kesici ve ayırıcıların açık durumda olmaları sağlanmalı ve bu durum çalışma süresince korunacak şekilde tedbirler alınmalıdır [28,32].

5.5. Elektrikle Çalışmalarda Alınması Gereken Tedbirler

Tesislerde yapılan bakım-onarım ve kontrol çalışmaları esnasında çalışanların hayati risklerden korunmaları için alınması gereken tedbirler aşağıda sıralanmıştır.

Gerilimin kesilmesi: Denetim, bakım-onarım ve kontrol yapılacak yerlerde enerjili olan tüm kesici ve ayırıcıların açılması ve bu durumun emniyet altına alınması gerekir. Ayrıca çalışma alanını etkileyebilecek mesafede bulunan hatların da enerjileri kesilmelidir.

Çalışma esnasında enerji verilmesinin önlenmesi: Sistemin enerjisinin kesilmesi için açılmış olan kesici ve ayırıcıların yanlışlıkla başka çalışanlar tarafından kapatılmasını engellemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Mümkünse hat çalışması bitinceye kadar enerjinin kesildiği noktada bir çalışan bırakılmalı ve bu çalışan sadece bir kişiden talimat alarak çalışmalıdır. Bu amaçla, bu cihazların kumanda kilitlemesi ve tahrik düzenekleri

kilitlenebilmelidir. Cihazların üzerine "kapamak yasaktır", "hat üzerinde çalışılıyor" vb. uyarıcı levhalar asılmalıdır. Bu tedbirler, kesicilerin ya da ayırıcıların kapatılmasını engelleyici anahtarlı kilitleme düzeneklerinin anahtarı yetkili kişide olması ile daha güvenli yapılabilir.

Çalışma alanında gerilim kontrolü: İşletmelerin herhangi bir bölümünde çalışma yapmak için enerjinin kesilmesi gerekiyorsa, devreyi kapatma ve açmaların belirli bir zaman aralığında yapılacağını bildirmek yeterli olmaz. Çalışma yapılacak yeri besleyen tüm kesici ve ayırıcılar açılmış olmasına rağmen işletmenin gerilim altında olup olmadığı, uygun ölçü aletleri veya gösterge cihazları ile kontrol edilmeli ve kontrol sonrası, hiç kimsenin gerilim hattında olmadığından emin olduktan sonra çalışmaya izin verilmelidir.

Çalışma alanına yakın ve çalışılan yeri etkileyecek ancak enerjili olması gereken başka alanlar var ise, bu bölgelerdeki gerilimli kısımlara teması engelleyecek önlemler (kişisel koruyucu donanım gibi) alınmalıdır.

Kısa devre ve topraklama: Gerilimi kesilen işletmelerde çalışma yapılacaksa, çalışma alanı önceden topraklanmalı ve bu sistem kısa devre edilmelidir. İşletme sorumlusu çalışanların hayati tehlikeye girmelerine neden olabilecek kapama işlemini engelleyecek nitelikte tedbir alınmalıdır.

Topraklama ve kısa devre, çalışma yapılan yerin yakınında ve mümkünse çalışma alanı ile gerilim kaynağı arasında yapılmalıdır [4].

5.6. İş Kazalarının Önlenmesi

İşletmelerde iş kazalarının önlenmesi maksadıyla aşağıdaki tedbirler alınmalıdır:

- İşe başlamadan önce çalışanlara iş ile ilgili oryantasyon eğitimi verilmelidir.
- Çalışanın işi yapabileceği, işyeri hekimleri tarafında belgelendirilmiş olmalıdır.
- Kişisel koruyucu donanımları bulunmayan personelin çalışma sahasına girişleri engellenmelidir.
- Kullanılan araç ve gereçlerin emniyet korumaları üzerinde takılı olmalıdır.
- Meydana gelebilecek bir kazanın etkilerini en aza indirmek için yönetmelikte belirtildiği kadarıyla ekiplerde ilkyardımcı sertifikasına sahip personel görevlendirilmelidir.
- Yerleşim alanından uzak, haberleşme imkânı olmayan yerlerde en az iki kişi çalışmalıdır.

- Elektrik tesisatında yapılacak olan değişiklikler yetkili müdürün onayı alındıktan sonra yapılmalı ve diğer çalışanlara bu değişiklikler tebliğ edilmelidir.
- Kullanılan araç, gereç ve aletlerin bu işi yapmaya uygun nitelikte yıpranmamış ve güvenli olmasına dikkat edilmelidir.
- Doğru akım sistemlerinde (+) ve (-) potansiyel uçların doğru bağlanmasına özellikle dikkat edilmelidir.

5.7. Elektrik Tesislerinde ve şalt Sahalarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Yüksek gerilim ve şalt tesislerine görevlilerin dışındaki çalışanların girmesi tehlikeli ve yasaktır. Ancak diğer çalışanların tesislere girmesi gerekiyorsa kişisel koruyucu donanım kullanmaları koşulu ile mümkün olacaktır.
- Stanka ile manevra yapılması gereken ayırıcıların manevra işleminde mutlaka stanka kullanılmalıdır. Gerek stanka ile manevra yapılan ayırıcıların, gerekse mekanik kollu ayırıcıların manevralarında kişisel koruyucu donanım (izole eldivenler, baret, izole ayakkabı vb.) ve tesisatın özelliğine göre seyyar izole halı ya da tabure kullanılmalıdır.
- YG tesislerinde her türlü çalışmalar aşağıda belirtilen işlemlerden sonra yapılmalıdır.
- zerinde çalışılacak sistemi enerjisiz bırakmak için önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalıdır.
- Kesicilerin ve ayırıcıların her fazının açık olduğu teker teker gözle ve uygun araçlarla kontrol edilmelidir.
- Yüksek gerilim şalt sahasında hücre kapıları ile bara ayırıcıları arasında bir kilit tertibatı olmalıdır. Bu kilitleme tertibatı, fidere ait bara ayırıcıları açılmadan hücre kapısının açılmasını önleyecek tertibatta olmalıdır.
- Çalışma alanında gerilim olmadığının kontrolü iletkenlerin her biri üzerinde, neon lambalı gerilim kontrol stankası, hat tüfeği ve benzeri özel aletler yardımı ile yapılmalıdır.
- Gerilim olmadığı tespit edildiğinde, topraklama ve kısa devre işlemleri, çalışma yerinin mümkün olduğu kadar yakınında ve çalışma yerini besleyen bütün kollarda uygulanmalıdır.

- Bu işlem, kesilmiş olan hat parçaları üzerinde de yapılmalıdır. Bu parçalarda endüksiyon gerilimi oluşmuş olabilir.
- Topraklama ayırıcısı bıçaklarının hepsinin kapalı olması zorunludur.
- Çalışma yeri diğer alanlardan ayrılmalıdır.
- Sabit kondansatörlerin olduğu yerlerde her işlemden önce kondansatörler kısa devre edilerek boşaltılması sağlanmalıdır.
- Yüksek gerilim tesislerinde insanların temas olasılığı bulunan yerlerin geçiş dirençleri periyodik olarak kontrol edilmeli ve bu kayıtlar saklanmalıdır.
- Güvenlik kartları, güvenlik malzemeleri, kısa devre ve topraklama tertibatı kaldırılmadan sisteme enerji verilmemelidir.
- Şalt sahasında bulunan kesici ve ayırıcıların hangi fidere ait olduğunu gösterir yazılı levhalar, uzaktan okunabilecek şekilde teçhizatın uygun yerlerine asılmalı ve belirli periyotlarla kontrol edilmelidir.
- Yüksek gerilim hücrelerde 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 kullanılmamalı, exproof (patlayıcı ve tehlikeli ortamlarda kullanılan elektrikli ürünler) malzeme kullanılmalıdır.
- Akım ölçü trafoları bakımdayken sekonder devresinin açık kalmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Akım trafolarının sekonderleri beslediği aletler üzerinden kapalı devre edilmelidir.
- Trafo merkezindeki yüksek gerilim sigortaları değiştirilirken, ayırıcı açıldıktan ve gerilimi kesildikten sonra sigortanın her iki ucunda gerilim bulunmadığı test edilmeli ve daha sonra orijinali ile değişimi sağlanmalıdır.
- Gerilimi kesmenin mümkün olmadığı hallerde sigorta değiştirmek zorunda kalırsa, kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- Şalt sahalarında insan boyunu aşan büyüklükteki malzemeler yere paralel olarak taşınmalıdır. Başka noktalara temas etmemesine özen gösterilmelidir.
- Direk tipi trafolarında yapılacak çalışma türü ne olursa olsun, gerilim önce alçak gerilimden daha sonra yüksek gerilimden kesilmelidir. Gerilim kontrolü yapılarak gerilimin olmadığı görüldükten ve topraklama-kısa devre işlemi yapıldıktan sonra çalışmaya başlanmalıdır [4].

6. ÇALIŞANLARI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Günümüzde çalışanların karşılaştıkları riskler oldukça fazlalaşmıştır. Çalışanlar işletmelerde fiziki risklerin yanı sıra psikolojik (mobbing) ve sosyolojik risklere de maruz kalmaya başlamışlardır. Psikososyal riskler diğer risk etmenleri ile karşılaştırıldığında iş sağlığı ve güvenliği alanında daha az bilinen riskler arasında yer almaktadırlar.

Son yıllarda çalışanların yaşam şartlarının zorlaştığı yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır. İş yükü, çalışma temposu, stres vb. faktörler başta olmak üzere çalışanlar üzerinde pek çok olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu etkiler çalışanların sağlıklarının bozulmasının yanında iş yerine olan bağlılığın azalması, işe devamsızlıkların artması gibi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedirler. Bu kapsamda 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda bu konu ele alınmasına rağmen Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının hazırlanmış oldukları Risk değerlendirme rehberlerinde bu konuya yeteri kadar açıklık getirememişlerdir. Bu nedenle psikososyal risklerin tam anlamıyla değerlendirilmesi mümkün olamamaktadır.

Yaşanan bu gelişmeler neticesinde İş Sağlığı ve Güvenliği sonucunda çalışanların, fiziki risklerin yanında, psikolojik ve sosyolojik risklerinin incelenmesi ihtiyacını gündeme getirmiştir. Özellikle yüksek gerilim tesislerinde çalışanlar psikolojik ve sosyolojik açıdan çok büyük olumsuzluklar yaşamaktadır. Gerek yüksek gerilim tesislerinin fiziki şartlar yüzünden kuruldukları yerler gerekse çalışma koşulları çalışanların çok büyük sıkıntılarla karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bu çalışmamız da Elazığ da bulunan Keban barajı, Kovancılar bölgesinde bulunan Tatar barajı, Karakoçan bölgesinde bulunan Seyrantepe ve Pembelik Barajları, Bingöl Kiğı bölgesinde bulunan Kiğı ve Özlüce barajlarında çalışan işçi ve yöneticilerle görüşülmüş, karşılaştıkları zorluklarla alakalı bilgi alınmıştır.

Barajlar fiziki özellikleri gereği ulaşımın zor olduğu kırsal alanlarda konumlandırılmıştır. Bu durum öncelikli olarak çalışanların güvenlik problemini gündeme getirmiştir. Yukarıda bahsedilen barajlarda da bu konular öncelikli olarak ele alınmış ve her bir barajda 30 ile 75 arasında güvenlik personeli görevlendirilmiştir.

6.1. Keban Barajı ve Hidroelektrik Santrali

Kaya ve beton dolgu tipli olan Keban barajının gövde hacmi yaklaşık 16.679.000 m³, su kotuna göl alanı ise 675 km²'dir. Keban barajı bu özellikleri ile Türkiye'nin en büyük 2. yapay gölüdür. Doğal göllerle birlikte değerlendirildiğinde 4. sırada bulunur.

Enerji açısından Keban barajı Türkiye'nin ilk dev enerji yatırımdır. İlk dört türbini 1974 yılında, diğer dört türbini 1981 yılında sisteme alınmıştır. Barajın toplam gücü 1.330.000 kW olup yıllık enerji üretimi 6.000 milyon kWh olarak gerçekleşmektedir. Kurulduğu tarihte ülkemizde üretilen elektriğin % 20'sini tek başına üretmiştir [33]. Şekil 6.1'de Keban barajı gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Keban Barajı

Kurulu güç bakımından Türkiye'nin en büyük 3. barajı olan Keban barajı; 5 memur, 70 sözleşmeli memur, 101 işçi, 53 özel güvenlik görevlisi ve 76 temizlik personeli ile toplam 304 kişiye istihdam sağlamaktadır.

İncelenen barajlar içerisinde sistemi en iyi olan baraj konumundadır. Gerek ulaşım kolaylığı gerekse kuruluşunun 1970'li yıllara dayanması bu kurumun iş sağlığı ve güvenliği noktasında çok iyi bir noktaya gelmesini sağlamıştır. Kurumun İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulu, her ayın son perşembesi alt taşeron firmaların temsilcileri ile birlikte düzenli olarak toplanmakta ve İSG ile ilgili önemli kararlar alınmaktadır. Kurul iş sağlığı

ve güvenliği ile ilgili evraklar için bir form oluşturmuş ve bütün firmalardan bu evrakları tamamlayıp idareye teslim etmelerini istemiştir. Form aşağıdaki tabloda verilmiştir. Keban Barajı çalışanları ile yapılan görüşmelerde barajın bölgede çalışılabilecek en iyi baraj olduğu, düzenli servis imkânının olduğu, çalışma şartlarının iyi olduğu çalışanlar tarafından dile getirilmektedir. Keban barajında modernizasyon kapsamında 1. ve 2. gruplarda yenileme çalışması devam etmektedir. Yenileme çalışmaları TÜBİTAK ve EÜAŞ'a ait personeller tarafından gerçekleştirilmektedir.

Keban barajı toplam 8 gruptan oluşmaktadır. Generatör çıkışı 14400 V olup, baraj çıkışı 380000 V' luktur. Ayırıcı olarak 6000 A' lik dikey pantografli ayırıcılar kullanılmıştır. Kesiciler ise 6000 A' lik SF6 gazlı kesicilerdir. Baraj 3 hat ile enerji iletimini gerçekleştirmektedir.

Keban barajında 6331 sayılı kanun gereği, iş güvenliği uzmanı (elektrik-elektronik Müh.), işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı mevcut ve güncel durumdadır. Acil durum ekipleri oluşturulmuştur. Çalışan temsilcisi seçim ile gerçekleştirilmiştir. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı yapılmıştır. Çalışanlara 16 saatlik eğitim verilmiştir. İşletmenin periyodik kontrol ve bakımları yıllık çalışma planında belirtildiği gibi haftalık, aylık ve yıllık olarak yapılmaktadır. Yıllık olarak acil durum tatbikatları ilgili kurumlarla birlikte yürütülmüştür. Su analiz raporları ve patlamadan koruma dökümanı hazırlanmıştır. Çalışanlardan 22 kişiye ilk yardımcı belgesi aldırılmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili Keban HES İşletme Müdürlüğü'ne teslim edilmesi gereken evraklar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- İşyeri Hekimi ve İş Güvenliği Uzmanının İSG Kâtipten atamalarının yapılıp, sözleşme nüshalarının birer fotokopisinin işletme müdürlüğümüze teslim edilmesi,
- Risk Değerlendirme Raporu ve Acil Durum Planının hazırlanması ve bir nüshasının tarafımıza gönderilmesi,
- Çalışanların periyodik sağlık muayenelerinin yapılması ve birer nüshasının tarafımıza gönderilmesi,
- Çalışanların temel İSG eğitimlerinin verilmesi, mevzuat gereği belirtilen periyotlarda tekrarlanması ve katılım formları ile katılım belgelerinin bir nüshasının tarafımıza teslim edilmesi,

- Çalışanların iş güvenliği açısından gerekli olan kişisel koruyucu donanımlarının (iş elbisesi, iş ayakkabısı, baret vb.) temin ve teslim edilmesi, tutanak altına alınması ve birer nüshasının tarafımıza teslim edilmesi,

- İşyerinizde mevzuatta belirtilen şekilde İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulu oluşturulması, kurul üyelerinin mevzuatta belirtildiği şekilde seçilmesi ve eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir. Ayrıca aylık İş Güvenliği Kurul toplantılarının düzenli olarak yapılması ve bir nüshasının tarafımıza gönderilmesi,

- Yangın eğitimleri ve tatbikatların yapılması, tutanak altına alınması ayrıca eğitim ve tatbikatlara ait video, fotoğraf çekilmesi, birer nüshalarının tarafımıza gönderilmesi,

- Çalışan sayınız üzerinden ilkyardımcı sertifikası alması gereken personelinize yeterli sayıda ilkyardımcı sertifikası temin edilmesi ve birer nüshalarının tarafımıza gönderilmesi,

- Çalışan sayısı göz önüne alınarak, 6331 sayılı kanunda belirtilen sayıda çalışan temsilcisi seçilmesi veya atamasının yapılması, eğitimlerinin verilmesi ve atama yazılarının tarafımıza gönderilmesi,

- Çalışan sayıları ve tehlike sınıfları dikkate alınarak, aylık görev süresi belirlenen işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı ve diğer sağlık personeli düzenli olarak iş yerine gelecek ve görevlendirilen süre boyunca işyerinde bulunacaklardır. Ayrıca iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi, görevlendirilen süre dikkate alınarak işyerine her gelişlerinde bu konunun takibinin yapılması için, İş Sağlığı ve Güvenliği Başmühendisliğine uğrayarak, geldikleri gün ve toplam çalıştıkları süreyi gösteren puantajı imzalayacaklardır.

- Tüm çalışanların özel güvenlik sertifikalarının birer nüshasının tarafımıza gönderilmesi,

- Yeni işe başlamış ve halen çalışan personelin İSG ile ilgili yapılması gereken tüm yasal mevzuatları yerine getirmek ve takibini yapmak,

- Keban HES İşletme Müdürlüğü'nde her ayın sonunda düzenli olarak yapılan aylık İş Güvenliği kurul toplantısına çalışanlar arasından sorumlu bir personel seçilerek toplantıya katılması sağlanacaktır.

Keban barajında yapılan çalışmada çalışanların kişisel koruyucu donanımları kullanmadıkları, verilen talimatlara uygun hareket etmedikleri gözlemlenmiştir. Çalışma ortamında gürültü, aydınlatma ve termal konfor şartlarının da uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışma ortamında yeteri kadar uyarı levhalarının da bulunmadığı tespit edilmiştir. Denetimler arttırılarak bu eksikliklerin giderilmesi sağlanabilir.

6.2. Tatar Barajı ve Hidroelektrik Santrali

Elazığ ile Tunceli arasında, Fırat nehrinin bir kolu olan Peri çayı üzerinde bulunan Tatar Barajı ve Hidroelektrik Santrali, 2013 yılında üretime başlamıştır. Kurulu gücü 131.000 kW olan santralin yıllık ortalama üretim kapasitesi 421 milyon kWh' dir. 2018 yılındaki üretim miktarı 333 milyon kWh olarak gerçekleşmiştir [34].

Tatar barajında 14 teknik personel ve 32 güvenlik görevlisi olmak üzere toplam 52 kişi çalışmaktadır. Tatar barajı Kovancılar ilçesine 18 km uzaklıktadır. Keban barajından sonra ulaşım şartları en iyi olan barajlardandır. Bu barajda bütün işlemler PLC scada sistemi ile kontrol edilmektedir. Bütün üretim verileri saniyelik olarak teknik personelin bilgisayarında görüntülenebilmektedir. Bu veriler eşzamanlı olarak kayıt altına alınıp gerekli görüldüğünde ilgili birimlerle de paylaşılmaktadır. Teknik olarak tüm önlemler alınmasına rağmen, üretim olmadığı zamanlarda baraj kuyruğunun su seviyesi çok düşmektedir. Bölgede bulunan birçok kişi bu bölgelerde amatör balıkçılık yapmaktadır. Üretime başlandığı zaman ani su seviyesi yükselmesi gerçekleşmektedir. Bu amaçla üretime başlanmadan önce bölgeye yerleştirilen sirenler ile üretime başlanacağı bölgede bulunan kişilere bildirilmektedir. Şekil 6.2'de Tatar barajı gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Tatar Barajı

Tatar barajı toplam 2 gruptan oluşmaktadır. Generatör çıkışı 13800 V olup, baraj çıkışı 154000 V'tur. Ayırıcı olarak 1.600 A'lık topraklı ayırıcılar kullanılmıştır. Kesiciler ise 1600 A'lık SF6 gazlı kesicilerdir. Baraj 2 hat ile enerji iletimini gerçekleştirmektedir. 2 adet 1 MW iç ihtiyaç trafosu bulunmaktadır.

Su seviyesinin çok fazla olduğu 2019 yılında, baraj savakları uzun süre açık bırakılarak, barajda toplanan fazla su tahliye edilmiştir. Bu durum, bölgede çok ciddi bir akıntı ve su seviyesinin oluşmasına neden olmuştur. Alınan tedbirlerle ilgili birimler bilgilendirilmiş ve baraj sonu boyunca belirli aralıklarla kontroller gerçekleştirilmiştir. Barajlar yapıları ve konumları gereği, 6331 sayılı kanunun gerektirdiklerinin yanında ilave tedbirler de almışlardır. Barajlar özellikle bahar aylarında yağışlar ve eriyen kar suları nedeniyle 24 saat aralıksız çalışmaktadır. Bu nedenle vardiya sistemi uygulanmaktadır. Çalışanlar 1 hafta aralıklarla vardiyalarını değiştirmektedirler. Bu çalışanların sosyal hayata olan adaptasyonlarını oldukça zorlaştırmaktadır. Barajda çalışanların sıklıkla rapor alması bu durumun göstergelerindedir. Barajlarda işyeri protokol kayıt defteri ve iş kazaları tutanakları incelendiğinde, çalışanların yılan sokması, akrep sokması gibi işyerlerinde pek sık görülmeyen olaylarla karşılaştıkları görülmektedir. Buna karşılık işletme düzenli periyotlarla ilaçlanmaktadır.

İşletmede İş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı mevcut ve güncel durumdadır. Acil durum ekipleri oluşturulmuştur.. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı yapılmıştır. İşletmenin periyodik kontrol ve bakımları yıllık çalışma planında belirtildiği gibi haftalık, aylık ve yıllık olarak yapılmaktadır. Yıllık olarak acil durum tatbikatları ilgili kurumlarla birlikte yürütülmüştür. Ayrıca işletmenin, termal konfor ölçümlerini, periyodik ölçümleri, su analiz raporlarını ve çalışanların sağlık tetkiklerini düzenli olarak yaptırdığı gözlemlenmiştir.

6.3. Seyrantepe Barajı ve Hidroelektrik Santrali

Seyrantepe Hidroelektrik Santrali, 56000 kW kurulu gücünde inşa edilerek 2008 Eylül tarihinde devreye alınmıştır. Elazığ ile Tunceli sınırını belirleyen Fırat Nehri besleyen Peri Çayı üzerinde kurulan santralin yılda 165.000.000 kWh enerji üretimi yapılması planlanmıştır. Nehir yatağı 36 metre yükseklikte, merkezi kil çekirdekli kum-

çakıl dolgulu gövdeye sahiptir. Santral iki üniteden oluşmaktadır [2]. Şekil 6.3’de Seyrantepe barajı gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Seyrantepe Barajı

Seyrantepe barajı toplam 2 gruptan oluşmaktadır. Generatör çıkışı 11000 V olup, baraj çıkışı 154000 V’tur. Ayırıcı olarak 1.600 A’lik topraklı ayırıcılar kullanılmıştır. Kesiciler ise 1.600 A’lik SF₆ gazlı kesicilerdir.. Baraj 3 hat ile enerji iletimini gerçekleştirmektedir. 2 adet 1 MW iç ihtiyaç trafosu bulunmaktadır.

Seyrantepe barajında 14 teknik personel ve 32 güvenlik görevlisi olmak üzere toplam 46 kişi çalışmaktadır. Seyrantepe barajı Karakoçan ilçesine 17 km uzaklıktadır. Baraj yolunun 10 ile 18. km arası yol stabilize ve bozuk olduğundan, bu baraja ulaşım diğer barajlara göre daha zordur. Bu barajda bütün işlemler PLC scada sistemi ile kontrol edilmektedir. Baraj çalışanları genellikle barajda ikamet etmekte, barajın düzenli olarak Karakoçan ilçesine servisi bulunmaktadır. Baraj yolu kış aylarında sıklıkla kapanmaktadır. Bölgede dik yamaçlar bulunduğu için, heyelan riski de oldukça fazladır. Baraj konumu gereği güvenlik öncelikli olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle baraja giriş ve çıkışlarda

detaylı güvenlik aramaları yapılmaktadır. Ayrıca baraja giriş ve çıkışlar belirli saatler arasında yapılmaktadır. Bu saatlerin dışında sadece ilgili birimlere haber verilerek baraja giriş ve çıkış yapılabilir. Barajda İş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı mevcut ve güncel durumdadır. Acil durum ekipleri oluşturulmuştur. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı yapılmıştır. İşletmenin periyodik kontrol ve akımları yıllık çalışma planında belirtildiği gibi haftalık, aylık ve yıllık olarak yapılmaktadır. Ayrıca işletmenin; termal konfor ölçümlerini, periyodik ölçümleri, su analiz raporlarını, çalışanların sağlık tetkiklerini de düzenli olarak yaptırdığı gözlemlenmiştir.

6.4. Pembelik Barajı ve Hidroelektrik Santrali

127 MW kurulu gücünde inşa edilen Pembelik Barajı ve Hidroelektrik Santrali Şubat 2015’de tamamlanarak üretime başlamıştır. Elazığ ile Tunceli ve kısmen de Bingöl sınırını belirleyen Fırat Nehri’ni besleyen Peri Çayı üzerinde kurulan santralde, yılda 420.000.000 kWh enerji üretimi yapılması planlanmıştır. Nehir yatağı 81 metre yükseklikte, katı beton dolgu gövdeye sahip bir barajdır. Santral iki üniteden oluşmaktadır [2]. Şekil 6.4’de Pembelik barajı gösterilmiştir.



Şekil 6.4 Pembelik Barajı

Pembelik barajında 16 teknik personel ve 32 güvenlik görevlisi olmak üzere toplam 56 kişi çalışmaktadır. Pembelik barajı incelenen barajlar içerisinde ulaşımı en zor olan barajlardan biridir. İki farklı yoldan baraja ulaşmak mümkündür. Birinci yol Seyrantepe barajı ile bağlantısını sağlayan yoldur. Bu yolun uzunluğu yaklaşık 18 km'dir. Yolu stabilize edilmiştir. Diğer yol ise Karakoçan ilçesine 64 km uzaklıktadır. Pembelik ve Seyrantepe arasındaki yol sıklıkla yamaçlardan düşen kaya parçaları nedeniyle kapanmaktadır. Bu nedenle iki baraj arasındaki ulaşım genellikle daha uzun olan 68 km'lik yolla sağlanmaktadır.

Pembelik barajı toplam 2 gruptan oluşmaktadır. Generatör çıkışı 13800 V olup, baraj çıkışı 154000 V'tur. Ayırıcı olarak 1600 A'lık topraklı ayırıcılar kullanılmıştır. Kesiciler ise 1.600 A'lık SF6 gazlı kesicilerdir. Baraj 2 hat ile enerji iletimini gerçekleştirmektedir. 2 adet 1 MW iç ihtiyaç trafosu bulunmaktadır.

Bu barajda da bütün işlemler PLC scada sistemi ile kontrol edilmektedir. Baraj çalışanları genellikle barajda ikamet etmektedirler. Baraj yolu kış aylarında sıklıkla kapanmaktadır. Barajın konumu gereği güvenlik öncelikli olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle baraja giriş ve çıkışlarda detaylı güvenlik kontrolleri yapılmaktadır. İşletmede 6331 sayılı kanun gereği İş güvenliği uzmanı ve gereken diğer personel ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı yapılmıştır. Ve acil durum ekipleri oluşturulmuştur. Çalışan temsilcisi seçilmiştir. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı hazırlanmıştır. İşletmenin periyodik kontrol ve bakımları yıllık çalışma planında belirtildiği gibi yapılmaktadır. Ayrıca işletmenin, periyodik ölçümleri ve çalışanların sağlık muayenelerini düzenli olarak yaptırdığı görülmüştür.

6.5. Kiğı Barajı ve Hidroelektrik Santrali

Enerji maksatlı olarak inşa edilen Kiğı Barajı, 140.000 kW kurulu güce sahiptir ve barajın yılda 450.000.000 kWh enerji üretim kapasitesi bulunmaktadır. Ürettiği enerji ile yaklaşık 210.000 evin elektrik ihtiyacını tek başına karşılayabilecek durumdadır [34].

Kiğı barajında 25 teknik personel ve 30 güvenlik görevlisi olmak üzere toplam 55 kişi çalışmaktadır. Ulaşım açısından iyi bir konumda bulunan Kiğı barajı Bingöl iline 85 km mesafede olup, çalışanlar için Bingöl ilçesine her gün servis yapılmaktadır. Şekil 6.5'de Kiğı barajı gösterilmiştir.



Şekil 6.5 Kiğı Barajı

Kiğı barajı toplam 3 gruptan oluşmaktadır. Generatör çıkışı 13800 V olup, baraj çıkışı 154 kV'tur. Ayırıcı olarak 1600 A'lik topraklı ayırıcılar kullanılmıştır. Kesiciler ise 1600 A'lik SF₆ gazlı kesiciler kullanılmıştır. Baraj 2 hat ile enerji iletimini gerçekleştirmektedir. 2 adet 1 MW iç ihtiyaç trafosu bulunmaktadır.

Kiğı Barajı Bingöl Kiğı ilçesine 15 km uzaklıkta bulunmaktadır. Burada çalışan personel, Kiğı ilçesinde ikamet imkânları yeterince gelişmediği ve baraj bünyesinde çalışanlara kalacak yer olmadığı için günlük olarak Bingöl iline gidip gelmektedir. Bu barajda da vardiya sistemi uygulanmaktadır. Çalışma bölgesinde haberleşme imkânları da kısıtlıdır. Yapılan görüşmelerde haberleşme altyapısının olmaması ve internet hatlarının güvenlik gerekçesi ile sınırlı olmasından dolayı, çalışanların üzerinde stres ve baskı olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların internet ve haberleşme ihtiyaçları için, İş Sağlığı ve Güvenliği kurulunda karar alınıp, 27.06.2019 tarihinde Keban Barajında yapılan İSG kurulunda gündeme alınmıştır. İnternet hatları ile alakalı bölgede bulunan kolluk kuvvetlerinden görüş alınması neticesinde çalışanların bu istekleri karara bağlanacaktır. Hidroelektrik santralde, İş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ile sözleşme yapılmıştır. İşyerinin risk analizi ve acil durum eylem planı mevcuttur ve günceldir. Acil durum ekipleri oluşturulmuştur. Yıllık eğitim planı ve yıllık çalışma planı hazırlanmıştır. Çalışanların kişisel koruyucu donanımlarında eksiklikler vardır. Termal konfor ve periyodik kontroller yapılamamaktadır. Acil durum ekiplerinde eksiklikler mevcuttur. İlk yardımcı belgelerinde eksiklikler vardır.

7. SONUÇ

Son zamanlarda iş sağlığı ve güvenliği alanında büyük gelişmeler yaşanan Türkiye’de iş güvenliği çalışmaları farklı çalışma alanlarında daha detaylı uygulamalarla şekillenmeye başlamıştır. Yüksek gerilim ile yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği konusunda da belirli ilerlemeler kaydedilmiştir. Fakat yüksek ve orta gerilim dağıtımının; gerek gerilim seviyeleri, işletmelerin büyüklüğü ve karmaşıklığına dikkat edildiğinde, gerekse bu kompleks ve büyüklüğün beraberinde getirdiği elektriğin dışında kalan güvenlik etkenleri dikkate alındığında, üzerinde daha fazla ve detaylı çalışmalar yapılmasını gerektiren bir konu olduğu görülmektedir.

Yüksek gerilim işletmelerinde oluşan ufak bir kusur ya da hata, çok büyük etkilere neden olabilmektedir. Aynı zamanda sistemin güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılan malzemelerin kendisi de ilave risk oluşturmamalıdır. Bu nedenlerle işletmelerin güvenliğini sağlayan malzemelerin ve bu malzemelerle yapılan çalışmaların güvenliği de hayati önem taşımaktadır.

Yüksek gerilim işletmelerinde yapılan çalışmalarda yaşanan iş kazaları incelendiğinde, diğer sektörlere göre iş kazası oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Fakat hem yüksek gerilimin kendisinin büyük tehlike kaynağı olması hem de yüksekte çalışmadan kaynaklı düşme tehlikesi, arka maruz kalma ihtimali, zehirli gaz içeren makinelerin olması ve çalışma koşullarının da ölümcül kazalara sebebiyet verebilme potansiyelinin olması nedeniyle iş kazası sayısı az da olsa çok büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada öncelikli olarak yüksek gerilim tesisleri, yüksek gerilim hatları, güç trafoları, direkler ve yüksek gerilimde kullanılan malzemelerin özelliklerinden bahsedilmiştir. Daha sonra işletmeleri tehlikeye sokan aşırı akım ve aşırı gerilimlerden ve bu etkilerden korunmak için yapılan koruma sistemleri incelenmiştir. Bu önlemler, çalışanların güvenliği sağlandığı takdirde tesislerin de güvenliğinin korunmasında büyük rol oynayacaktır. Yüksek gerilim sahaları içerisinde yapılan çalışmalarda, çalışanın izleyeceği yol ve çalışmadan önce alınması gereken, kesicilerin açılması, topraklamaların sağlanması vb. önlemlere değinilmiştir. Bu önlemler çalışanın güvenliği açısından oldukça önemlidir. Yüksek gerilim alanında yapılacak bir hata yüksek gerilime maruz kalmak anlamına geleceği için ölümlerle sonuçlanabilecektir. Yine aynı şekilde yüksek gerilim elektrik hatlarında veya direklerinde yapılan çalışmalar sırasında alınmayan güvenlik önlemleri

yüksekten düşme tehlikesini beraberinde getirecek ve büyük ihtimalle ölüme sonuçlanacaktır. Bu nedenle, elektrik tesisatının, cihazların veya çıplak iletkenlerin daima gerilim altında bulunduğu kabul edilmeli ve teknik bir zorunluluk olmadıkça gerilim altında elektrik onarımı yapılmamalıdır. Elektrik tesisatı veya teçhizatının bakım ve onarımında bunları devreden çıkaracak bir devre kesme tertibatı bulunmalı, devreden çıkarıldıktan sonra da topraklı olması hali devam etmelidir.

Yüksek gerilimli tesislerinde gerilim kaldırılmadan, akım kesilmeden herhangi bir çalışma yapılmamalıdır. Alçak gerilimli tesislerde yapılacak işlere girilmeden önce de gerilim kesilmelidir. Ancak zorunlu hallerde, çalışma müsaadesi veya hizmet talimatında sayılan şartlar dâhilinde enerji kesilmeden çalışma yapılabilir.

TEİAŞ'ta her yıl çalışan personelin yaklaşık % 7'si düzenli olarak İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konusunda eğitilmektedir. Bununla beraber, kazaya maruz kalan çalışanların yaklaşık % 73'ünün daha önceden İSG eğitimi almış olmaları düşündürücü bir sonuçtur. Bu durum, hem TEİAŞ'ta hem de ülkemizde verilen İSG eğitiminin niteliği üzerinde tekrar düşünülmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bilindiği üzere Lisans düzeyinde ülkemizde İSG eğitimi verilmemekte, İSG uzmanları çeşitli konularda eğitim görmüş lisans mezunlarının toplam 220 saatlik bir eğitimden geçirilmesi suretiyle yetiştirilmektedirler [8].

Son olarak yüksek gerilim işletmelerinde, çalışanlar ve aileleri üzerinde oluşturulan sosyal ve psikolojik etkilerden bahsedilmiş, günümüzde fiziksel rahatsızlık ve kazaların yanında psiko-sosyal rahatsızlıkların da iş kazaları ve meslek hastalıkları üzerine olumsuz etkilerinin olduğu ve iş gücü kaybına ve verim düşüşüne neden olduğu tespit edilmiştir. Hem tesislerin hem de çalışanların güvenliklerinin sürekliliğinin sağlanması amacıyla öncelikle işletmelerde toplu korumaya öncelik verilmeli, daha sonra da çalışanların kişisel koruyucu donanımları kullanmaları sağlanmalıdır. Çalışanlara güvenlik kültürü kazandırılarak tehlikenin farkında olmalarını sağlamak, alınacak önlemlerin başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Öçal, M. ve Çiçek, Ö.**, 2017. Türkiye Ve Avrupa Birliği'nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştırmalı Analizi, *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergi*, **6**, 616–37.
- [2] **Nayir, A.**, 2013. İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Elektrikle Çalışmalara Genel Bakış, 129–35.
- [3] T.C. Resmi Gazete, 6331 sayılı İş sağlığı ve güvenliği kanunu, 20.06.2012, 52.
- [4] **İncekara, NG.**, 2008. Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Uzmanlık Tezi*, İSG Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [5] **Kılış, İ.**, 2013. İş Sağlığı ve Güvenliği'nde Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK). *Isg J Ind Relations Hum Resour*, **15**, 17–41.
- [6] **Kalenderli, Ö.**, Yüksek Gerilim Elemanları. <https://docplayer.biz.tr/6787937-Yukse-gerilim-elemanlari-prof-dr-ozcan-kalenderli.html>. 14 Ekim 2019.
- [7] **Gençaydın, E., ve Tanrıöven, M.**, 2013. Yüksek Gerilim İletim Sistemlerinde Koruma Sistemleri için Güvenilirlik Değerlendirmesi Üzerine Bir Derleme, 104–115.
- [8] **Ceylan, H.**, 2012. Türkiye'deki Elektrik İletim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi, *Electron J Vocat Coll*, 98–109.
- [9] URL-1, www.elektrikport.com/teknik-kutuphane. Elektrikport.com | Türkiye'nin En Büyük Mühendislik Portalı. 14 Ekim 2019.
- [10] M.E.B., Motorlu araçlar teknolojisi kavrama sistemleri, Ankara, 2013.
- [11] **Pardo, E., Staines, M., ve Jiang, Z.**, 2015. Ac loss modelling and measurement of superconducting transformers with coated-conductor Roebel-cable in low-voltage winding. *Supercond Sci Technol*, **28**, 114008.
- [12] **Lindblom, A.** vd., 2003. High-voltage transmission line transformer based on modern cable technology. *Dig. Tech. Pap.*, 14th IEEE Int. Pulsed Power Conf. (IEEE Cat. No.03CH37472), **2**, 939-942.
- [13] **Fish, R.M. and Geddes, L.A.**, 2009. Conduction of electrical current to and through the human body: a review. *Eplasty*, **9**:e44–e44.
- [14] **De Kock, J. and Strauss, KBT.**, 2004. PPD for I editors Power cables, *Newnes*, 30–68, Oxford.
- [15] **Grbić, M., Salamon, D. ve Mikulović, J.**, 2019. Analysis of influence of measuring voltage transformer ratio error on single-circuit overhead power line electric field calculation results. *Electr Power Syst Res*, **166**, 232–240.
- [16] **Kaczmarek, M.**, 2017. Inductive current transformer accuracy of transformation for the PQ measurements, *Electr Power Syst Res*, **150**, 169–76.

- [17] **Kaczmarek, M., Brodecki, D. ve Nowicz, R.**, 2009. Analysis of operation of voltage transformers during interruptions and dips of primary voltage, *10th Int. Conf. Electr. Power Qual. Util.*, 1–5. <https://10.1109/epqu.2009.5318848>.
- [18] **Unahalekhaka, P.**, 2014. Simplified Modeling of Metal Oxide Surge Arresters. *Energy Procedia*, **56**, 92–101.
- [19] **Hashimoto, Y. vd.**, 2013. Development of Current Limiting Arcing Horn (MOV type arrester with external gap) for 22kV power distribution line, *Electr Power Syst Res*, **94**, 129–33.
- [20] **Yang, K. vd.**, 2016. A Novel Arc Fault Detector for Early Detection of Electrical Fires, *Sensors (Basel)*, **16**, 500.
- [21] **Cembali, T. ve Hood, M.**, 2009. Evaluation of an electrical harvester for asparagus, *Int J Veg Sci*, **15**, 158–67.
- [22] **Metwally, IA.**, 2012. Reduction of electric-field intensification inside GIS by controlling spacer material and design, *J Electrostat*, **70**, 217–24.
- [23] **Migdalovici, M., Sireteanu, T. ve Videa, EM.**, 2010. Control of vibration of transmission lines *Int J Acoust Vib*, **15**, 65–71.
- [24] **Shruthi CM., Sudheer AP. and Joy ML.**, 2019. Dual arm electrical transmission line robot: motion through straight and jumper cable, *Automatika*, **60**, 207–26.
- [25] **Yetgin, Ö.E., Şentürk, Z. and Gerek, Ö.N.**, 2015. A comparison of line detection methods for power line avoidance in aircrafts, *ELECO - 9th Int Conf Electr Electron Eng*, 241-245.
- [26] **Shobole, A. vd.**, 2017. Protection Coordination Practice in Electrical Substation Part-1 Overcurrent and Earth Fault Protection Case Study of Siddik Kardesler Substation (SKS), *Gazi Univ J Sci*, **30**, 180–98.
- [27] **Zhang, B., Hao, Z. and Bo Z.**, 2016. New development in relay protection for smart grid, *Prot Control Mod Power Syst.*, **1**, 14.
- [28] URL-2, http://www.emo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=65. Elektrik İç Tesis Yönetmeliği. 14 Ekim 2019.
- [29] **Ksiazkiewicz, A., Dombek, G. ve Nowak, K.**, 2019. Change in electric contact resistance of low-voltage relays affected by fault current, *Materials (Basel)*, **12**.
- [30] **Hassan, AAM. ve Kandeel, TA.**, 2015. Effectiveness of frequency relays on networks with multiple distributed generation, *J Electr Syst Inf Technol*, **2**, 75–85.
- [31] Bayram, M., 1977. Elektrik tesislerinde topraklama, İ.T.Ü, İstanbul.
- [32] T.C. Resmi Gazete, Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği, 21.08.2001, 24500.

- [33] URL-3, <http://www.dsi.gov.tr/projeler/keban-barajı>. Keban Barajı - DSİ Genel Müdürlüğü, 14 Ekim 2019.
- [34] URL-4, <http://www.limak.com.tr/sectorler/insaat/projeler/tamamlanan-tum-projeler/barajlar>. Barajlar, 14 Ekim 2019.



ÖZGEÇMİŞ

Abduselam BULUT, 1985 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Elazığ'da tamamladıktan sonra 2002 yılında Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2007 yılında mezun oldu. 2008 - 2010 yılları arasında Elazığ'da proje bürosu açtı. 2010 yılında Milli Savunma Bakanlığın da İnceleme ve Kontrol uzmanı olarak 2015 yılına kadar çalıştı. 2015 yılından itibaren Fırat Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü İş Sağlığı ve Güvenliği Programında Öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

