

**T.C.**

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**TRAFO MERKEZLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE  
GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM  
ÖNERİLERİ**

**Nurdan ÖZKAN**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)**

**ANKARA-2014**

**T.C.**

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**TRAFO MERKEZLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE  
GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM  
ÖNERİLERİ**

**Nurdan ÖZKAN**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi / Araştırma)**

**Tez Danışmanı**

**Nasip Gül ERÇOBAN**

**ANKARA-2014**

**T.C.**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**

İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

**O N A Y**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Nurdan ÖZKAN**'ın İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sayın **Nasip Gül ERÇOBAN**'ın danışmanlığında tez başlığı "Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri" olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı ....../...../2014 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından "İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi" olarak kabul edilmiştir.

**JÜRİ BAŞKANI**

ÜYE

ÜYE

ÜYE

ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER

İSGGM Genel Müdür.

## TEŐEKKÜR

İŞ Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nde İSG uzman yardımcısı olarak çalışmaya baŐladıėım günden beri, mesleki açıdan yetiŐmemdeki ve uzmanlık tezi çalıŐmamı hazırlama aŐamasındaki değerli katkılarından dolayı Genel Müdürümüz Sayın Kasım Özer'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın Dr. Rana Güven'e, Sayın İsmail Gerim'e, Sayın Ahmet etin'e, Daire BaŐkanımız Sayın Furkan Yıldız'a, değerli yorumlarıyla tezime yön veren tez danıŐmanım Sayın Nasip Gl Eroban'a ve bu süre içinde beraber çalıŐmaktan mutluluk duyduğum ve her zaman değerli katkısıyla yanımda olan tüm çalışma arkadaŐlarıma teŐekkür ederim.

## ÖZET

ÖZKAN, Nurdan

**Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**

**Ankara 2014**

Günümüzde modern dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte elektrik tüketiminin büyük bir hızla artması, elektriğe olan ihtiyacı ve bu ihtiyaç doğrultusunda elektrik üretim, iletim ve dağıtım işlemlerinin önemini artırmaktadır. Bu sektöre olan talebin artması ile birlikte artan yoğunluk zaten oldukça tehlikeli olan bu sektörde iş sağlığı ve güvenliği konusunu daha da önemli hale getirmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında; ülkemizdeki elektrik iletim sisteminin en önemli parçası olan trafo merkezleri hakkında yapılan genel bilgilendirmenin ardından, trafo merkezlerinde yaşanan iş kazaları ve ölümlü iş kazaları hakkında istatistiki bilgiler verilmiştir. Daha sonra Ankara'da bulunan 154 kV elektriği 34,5 kV'a çeviren 100 MVA kurulu güce sahip bir trafo merkezinde saha çalışması yapılmıştır. Bu saha çalışması kapsamında açık salt sahasında bulunan cihazların termal ölçümleri yapılmış ve tehlikeli bir durumla karşılaşmamıştır. Ayrıca Fine-Kinney metodu kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış ve 63 adet risk tespit edilmiştir. Önlem alınmaması durumunda bu risklerin % 60' ının tolerans gösterilemez risk olduğu ve bu sektörün ne derece tehlikeli olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Trafo merkezi, risk değerlendirmesi, Fine Kinney.

## **ABSTRACT**

**ÖZKAN, Nurdan**

**Determination of Occupational Health and Safety Risks in Substations and Solution Offers,**

**Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety**

**Thesis Occupational Health and Safety Expertise Ankara 2014**

With the technological developments in the today's modern world, the electricity demand increases due to great consumption of electricity and owing to this demand, importance of production, transmission and distribution of electricity also raises. Increase in demand to this sector results in the increment of the substation which makes occupational health and safety an important topic in this sector.

In this thesis, after giving general information about substations which are the most important part of electricity transmission system in our country, statistics of fatal and non-fatal occupational accidents in substations are given. Thereafter, a field study was conducted at a substation in Ankara which has 100 MVA-installed power and transforms 154 kV to 34,5 kV. In this field study, also the thermal measurement of the equipment in substation was carried out and the results show that there is not any data that exceed the limit values. Beyond this, a risk assessment was conducted via using Fine-Kinney method and 63 risks were determined. When the precautions are not taken, it is observed that 60% of the total risks are "untolarable risk" and this result shows how dangerous the sector is.

**Keywords:** Substation, risk assessment, Fine Kinney.

## SİMGE VE KISALTMALAR

AC	Alternatif Akım
AG	Alçak Gerilim
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
EDŞ	Enerji Dağıtım Şirketi
EKAT	Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği
EMA	Elektromanyetik Alan
I	Amper
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGGM	İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İTİGM	TEİAŞ İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürlüğü
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
kV	Kilo Volt
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MVA	Mega Volt Amper
OG	Orta Gerilim
R	Gerilim
SDK	Saha Dağıtım Kutusu
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TM	Trafo Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
V	Volt
YG	Yüksek Gerilim
YTİM	Yük Tevzi İşletme Müdürlüğü
YTM	Yük Tevzi Merkezi

## İÇİNDEKİLER

<b>GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>3</b>
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>4</b>
ELEKTRİK VE İNSAN.....	4
Elektriğin Tehlikeleri.....	4
Elektrik Çarpması Olayı.....	5
Elektrik Çarpmasındaki Etkenler .....	6
Elektrik Enerjisinin Üretimi.....	8
Elektrik Enerjisinin İletimi.....	9
İş Güvenliği Açısından Gerilim Kademeleri.....	10
TRAFO MERKEZİ.....	11
Direk Tipi Trafo .....	12
Bina Tipi Trafo .....	12
Açık Şalt Sahası .....	13
Trafolarda Yangından Koruma Düzeni .....	22
Trafo Merkezlerindeki Genel Güvenlik Önlemleri.....	23
Trafo Merkezi ve Elektromanyetik Alan İlişkisi .....	24
İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI.....	25
İş Kazası .....	25
Meslek Hastalığı .....	29
Ülkemizde ve Elektrik Sektöründe İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri .....	29
RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	35
Risk Değerlendirmesi Nedir? .....	35
Risk Değerlendirmesinin Aşamaları.....	37
<b>GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	<b>41</b>
TERMAL ÖLÇÜM .....	43
Termal Ölçüm Neden Yapılır?.....	43
Termal Ölçüm Yapılması.....	44
FİNE-KİNNEY METODU .....	45
Risk Değerlendirmesi Metoduna Karar Verilmesi .....	47
<b>BULGULAR</b> .....	<b>49</b>
TERMAL ÖLÇÜMLER .....	49
Termal Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi .....	49



RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI.....	50
Risk Değerlendirme Yöntemi.....	50
Risk Değerlendirme Bulguları.....	50
Tespit Edilen Riskler .....	56
<b>TARTIŞMA .....</b>	<b>69</b>
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>72</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLO LİSTESİ.....</b>	<b>78</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>	<b>79</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>82</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>83</b>

## GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte enerji ihtiyacı da oldukça hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Buna bağlı olarak enerji sektörü önem kazanmış; artan talebi karşılamak üzere yeni santraller, enerji nakil hatları ve trafo merkezleri üretimi artmıştır.

Ülkemizde yaşanan iş kazası istatistikleri incelendiğinde; elektrik sektöründe yaşanan iş kazaları ölüm oranının yüksekliği dikkat çekmektedir. Bu tez çalışmasında elektrik sektörünün en önemli parçalarından biri olan trafo merkezleri ele alınmıştır. Trafo merkezlerinde yaşanan iş kazaları hakkında istatistiki bilgiler verilerek sektörün ne kadar tehlikeli olduğu gösterilmiştir. Ankara’da bulunan 100 MVA kurulu güce sahip bir trafo merkezinde risk değerlendirmesi yapılmıştır. Mevzuatta belirtildiği gibi risk değerlendirmesi kapsamında bulunan tehlikelerin önlem alınmadan önce ve önlem alınması durumundaki risk değerleri hesaplanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca açık şalt sahasında bulunan cihazların termal ölçümleri yapılmış ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasında gösterilen istatistiki bilgiler ve risk değerlendirmesi ile bu sektörün ne derece tehlikeli olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte trafo merkezlerinde karşılaşılabilecek riskler ve önlem alınması durumunda risklerin ne derece azaltılabileceği görülmektedir.

Ayrıca yapılan saha gözlemlerine dayanarak trafo merkezlerinde önlem alınması gereken hususlarla ilgili çözüm önerileri getirilmiştir.

## **GENEL BİLGİLER**

### **ELEKTRİK VE İNSAN**

Günümüzde elektrik, modern yaşam içinde çok önemli bir yere sahiptir. Trafo merkezi, enerji iletim ve dağıtım işleri, kablolama işleri gibi işlerde çalışan mühendisler, elektrik teknisyenleri gibi bazı çalışanlar doğrudan elektrikle çalışmaktadırlar. Güç kaynağının elektrik olmasından dolayı birçok tehlike ile karşılaştıkları bilinmektedir [1].

Elektrik enerjisi, tüm insanlar için bir korku kaynağı olma özelliğini hâlâ korumaktadır. Elektrikten bu kadar korkulmasına karşılık onsuz bir yaşam da düşünülmemektedir.

### **Elektriğin Tehlikeleri**

Elektrikten kaynaklı tehlikelerin başında yangına sebebiyet vermesi ile temas edildiğinde insanları ve canlıları çarpması gelmektedir.

#### **1. Yangın riski:**

Elektrikten kaynaklı yangınların meydana gelmemesi için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Tesisat iletkenlerinin yönetmeliklerde ve projede belirtilen kesitte ve standart değerde olması,
- Koruma elemanlarının görev yapmasının sağlanması,
- Kullanılan teçhizat ve cihazların işletme ve bakım talimatlarında belirtilen esaslar dahilinde kullanılması ve bakımının yapılması

## 2. Canlıları ve insanları çarpması riski;

Herhangi bir canlı veya insanın çarpılması durumunda vücudunda yarattığı etkiler aşağıda görölmektedir;

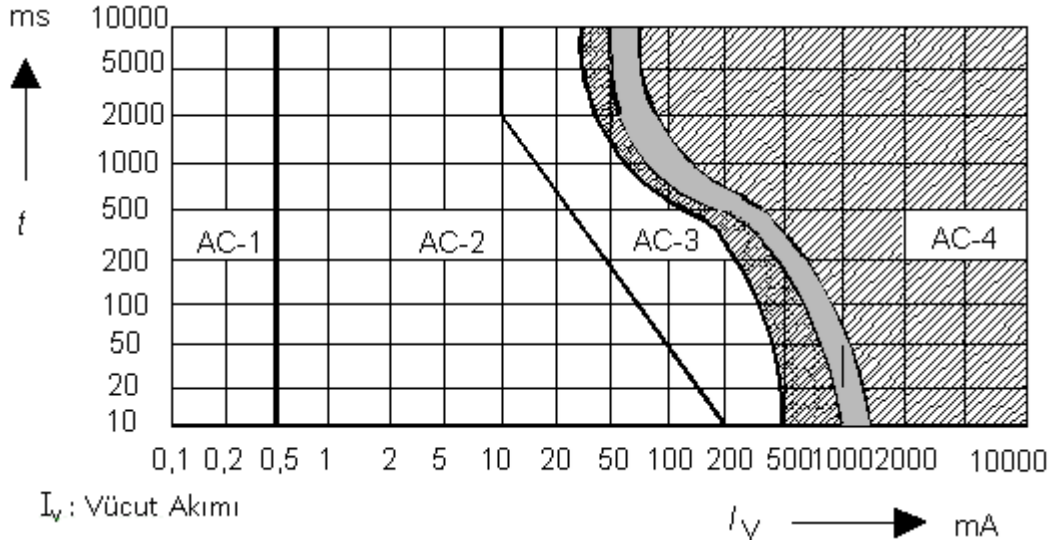
- Kanda ayrışma (elektroliz olayı), çok ve şuur kaybı,
- Kaslarda meydana gelen kasılma ve kramplar, (Solunum durması)
- Kalbin çarpma düzeyinin bozulması, yanıklar,
- Böbreklerin çalışmasının bozulması, geçici körlük,

Bir elektrik çarpmasında insan vücudunda, yukarıda belirtilen olaylardan biri veya birkaçı meydana gelebilir ve bu etkiler çoğu zaman insanı ölüme kadar götürebilir.

### **Elektrik Çarpması Olayı**

İnsanların üzerinden elektrik akımı geçtiğinde meydana gelen etkilerin akım büyüklüğüne ve etki süresine göre değişimi Şekil 1’de gösterilmiştir.

İnsan vücut direnci, vücut iç direnci, temas noktalarındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler alabilirler. İnsan vücudu toplam direnci 2500 ohm ve insan için tehlikesiz akım 20 mA alınırsa 50 volt’luk bir temas gerilimi sınır değer olarak kabul edilir. Yüksek frekanslı akımlarda vücut direncinin artması sebebi ile tehlikenin azaldığı söylenebilir [2].



**Şekil 1. Alternatif akım etkilerinin akım / zaman bölgeleri [2].**

Şekil 1'de gösterilen AC-1, AC-2, AC-3 VE AC-4'ün vücuttaki etkileri aşağıdaki gibidir.

AC-1: Genellikle tepki yoktur.

AC-2: Zararlı bir fizyolojik etki yoktur.

AC-3: Kalp atışlarında aksaklıklar görülür.

AC-4: Tehlikeli fizyolojik etkiler, ağır yanıklar [2].

### **Elektrik Çarpmasındaki Etkenler**

Elektrik çarpması durumunda canlılar üzerinde yaratacağı etki, temas edilen gerilim büyüklüğü, vücut üzerinden geçen akım şiddetinin büyüklüğü, akımın vücuttan geçme süresi, frekans ve üzerinde durulan zemine bağlı olarak değişmektedir. Bir insanı elektrik çarpması için üzerinden belli bir miktar akım geçmesi gerekmektedir [3].

Akım şiddetinin değeri ise Ohm kanununa göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$( \text{ AMPER } ) I = V ( \text{ VOLT } ) / R ( \text{ OHM } )$$

Burada:

$I$  = İnsan vücudundan geçen akım değeri,

$V$  = Temas gerilimi,

$R$  = İnsan vücudu direnci, insanın temas ve elektriksel direnci toplamıdır.

**Tablo 1. Elektrik akımının insan vücuduna etkisi [4]**

Akım Bölgesi	Akım Şiddeti	Fizyolojik Belirti
AC 1	0,01 mA	Akımın hissedilme sınırıdır, elde gıdıklanma hissedilir.
AC 2	1-5 mA	Elde uyuşma hissi olur, elin ve kolun hareketi zorlaşır.
	5-15 mA	Tutulan cisim güçlükle bırakılabilir, elde ve kolda kramplar başlar, tansiyon yükselir.
	15-25 mA	Tutulan cisim kendiliğinden bırakılamaz, kalbin çalışmasını etkilemez.
AC 3	25-80 mA	Tahammül edilebilen akım şiddetidir, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışmaya başlar, nefes alıp verme zorlaşır, genellikle bilinç açıktır, bazı kişilerde bayılma gerçekleşebilir.
	80-100 mA	Akımın etki süresine bağlı olarak kalp ritmi bozular, bilinç kaybı yaşanır.
AC 4	>3-8 A	Tansiyon yükselir, kalp durabilir, akciğer şişer, bilinç kaybolur.

Elektrik çarpması durumunda kişinin hissedeceği ve elektriğin sebep olacağı sonuçların akım / zaman bölgelerine göre gösterimi Tablo 1’de gösterildiği gibi olup bu değerler kişiden kişiye, çarpma süresine, üzerinde durulan zemine göre değişiklik göstermektedir.

Elektrik çarpmalarının önüne geçmek amacıyla; özellikle elektrik sektöründe çalışanlar için TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliğinde Tablo 2’de görülen gerilimlere göre mutlak yaklaşma mesafeleri belirtilmiş olup yaklaşma mesafelerine uygun davranılması büyük önem taşımaktadır.

**Tablo 2. Gerilimli teçhizatlara mutlak yaklaşma mesafeleri [5]**

51 – 3.500 V	30 cm
3.501 – 10.000 V	60 cm
10.001 – 50.000 V	90 cm
50.001 – 100.000 V	150 cm
100.001 – 250.000 V	300 cm
250.001 – 450.000 V	450 cm

### **Elektrik Enerjisinin Üretimi**

Elektrik; üretmesi, taşınması, kullanımı ve kontrolü kolay fakat depolanması zor bir enerji çeşididir. Kişi başına düşen elektrik tüketimi orada yaşayan insanların yaşam standardının bir göstergesidir. Elektrik enerjisini üreten ve günlük kullanımımıza sunan elektrik santrali çeşitleri, termal, nükleer, hidrolik, doğalgaz çevrim ve jeotermal elektrik santralleridir [6].

Enerji kaynakları açısından incelendiğinde, birincil enerji arzında, petrol, doğalgaz ve kömürden oluşan fosil kaynaklı yakıtların ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmekte ve enerji talebindeki artışın (2010-2035 dönemi) yüzde 77,8’lik bölümünün bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir [7].

2010-2035 döneminde elektrik üretiminde ise sırasıyla kömür ve doğal gazın en önemli kaynaklar olmaya devam edeceği, kömürün payının %40,6’dan %41,7’ye, doğal gazın payının %22,2’den %23,1’e yükseleceği; petrolün payının ise %4,7’den %1,7’ye, hidroliğin payının %16’dan %13,2’ye, nükleerin payının da %12,9’dan %9,7’ye düşeceği öngörülmektedir. En büyük yüzdelik artış ise rüzgarda beklenmektedir. Aynı dönemde rüzgarın %1,6’lık payının %5,3’e yükseleceği öngörülmektedir [7].

Elektrik santral tipinin seçimi, enerjinin birim maliyetini belirleyen ilk yatırıma, işletme ve bakım masraflarına bağlıdır. Termik santralin kuruluş masrafları, aynı güçteki hidroelektrik santrale oranla iki veya üç kat daha düşüktür. Buna karşılık, hidroelektrik santralin işletme masrafı çok azdır. Termik santralde, daima pahalı yakıt kullanıldığından işletme masrafı çok yüksektir. Hidroelektrik santralde amortisman yüksek olmasına rağmen, birim maliyet termik santrale oranla daha düşüktür [8].

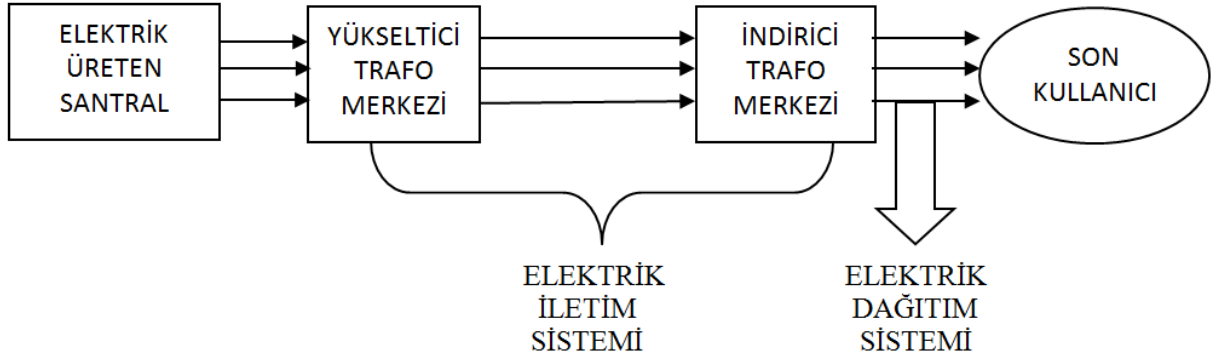
### **Elektrik Enerjisinin İletimi**

Elektrik üretmek amacıyla kurulan santrallerin çoğu tüketim bölgelerinden uzaktadır. Elektrik depolanamayan bir enerji olduğundan, üretildiği yerden tüketim bölgelerine hemen iletilmesi gerekir. Santrallerde üretilen elektriğin tüketicilere ulaştırılması amacıyla kullanılan bütün elektrik tesislerine elektrik şebekesi adı verilir. Elektrik enerjisinin tüketim bölgelerine iletilmesini sağlayan şebekeler iletim şebekesi, bu bölgelerde dağıtımını sağlayan şebekeler de dağıtım şebekesi olarak isimlendirilir [9].

Basit bir enerji iletim ve dağıtım sisteminin blok şeması Şekil 2’de görülmektedir. Santrallerde üretilen elektrik enerjisinin gerilimi güç transformatörleri yardımıyla yükseltildikten sonra iletim şebekesiyle iş ve yerleşim merkezlerinin veya sanayi bölgelerinin yakınındaki dağıtım merkezlerine ulaştırılır. İletim şebekesi; direkler, iletkenler, trafo merkezleri ve benzeri ünitelerden oluşur [9].

Genellikle birbirinden çok uzakta bulunan elektrik santralleriyle tüketim merkezleri arasındaki bağlantı, iletim şebekelerinin kullanıldığı enterkonnekte sistemle bağlanır [10].





**Şekil 2. Basit bir enerji iletim ve dağıtım sisteminin blok şeması [10]**

Genel olarak, elektrik üretim tesisleriyle trafo merkezleri arasındaki hatlar yüksek gerilim; büyük trafo merkezleri ile küçük trafo merkezleri arasındaki hatlar orta gerilim, küçük transformatör istasyonları ile son tüketici arasındaki hatlar alçak gerilim olarak adlandırılır [9].

### **İş Güvenliği Açısından Gerilim Kademeleri**

Elektrik tesislerinde yer alan gerilim kademesi, TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde belirtilen voltaj büyüklüğüne göre isimlendirilmiş olup Tablo 3'te görülmektedir.

**Tablo 3. Voltaj değerlerine göre gerilim kademeleri**

0 – 1000 V arası	Alçak Gerilim
1000- 36000 V arası	Orta Gerilim
>36000 V	Yüksek Gerilim

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan 30.11.2000 tarihli Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği 4 üncü maddesine göre ise gerilim kademeleri ikiye ayrılmıştır. Etkin değeri 1000 V veya 1000 V'un altında olan gerilim alçak gerilim; 1000 V'un üstünde olan gerilim ise yüksek gerilim olarak tanımlanmıştır [11].

TEİAŞ çalışmalarında kolaylık olması açısından kendi yönetmeliklerinde AG ve YG yanında OG gerilim seviyesini de tanımlamıştır. Bu gruplandırmalara göre düzenlemeler yapılmakta, tesis elemanları üretilmekte, iş güvenliği önemleri de bu kademelere göre farklı olabilmektedir.

## **TRAFİ MERKEZİ**

Elektrik, santralde üretilmesinin ardından nihai tüketiciye ulaşana kadar değişik aşamalardan geçer. Elektrik, iletilmesi esnasında kayıplarını azaltmak ve iletim hattı maliyeti açısından YG ile iletilmesi gerekmektedir. Bu yüzden santralde gerilim yükseltilir ve bu şekilde ilgili şehir veya kasabanın girişine kadar iletim yüksek gerilim ile sağlanır. Şehir ve kasabanın girişinde, YG'nin OG'ye düşürülmesi ve ardından mahallelere veya semtlere bu şekilde iletilmesi gerekmektedir.

Şehir ve kasabaların girişinde YG düşürülerek OG haline getirilir. Son olarak da OG dağıtım trafoları yardımıyla AG'ye çevrilir. Bu işlemler yerine getirilirken değişik büyüklükte ve özellikle trafo merkezleri ve trafolar aracılığıyla elektrik alçaltılıp veya yükseltilerek istenilen iletim seviyesine getirilmesi gerekmektedir. YG'yi OG'ye dönüştürmek için trafo merkezlerinde bulunan şalt sahaları kullanılır. Bu tez çalışmasında bu trafo merkezleri ve buradaki açık şalt sahaları ele alınmıştır.

Şalt sahası; güç trafoları, baraları ve diğer bütünleşik elemanları ile elektrik üretim, iletim ve dağıtımın yapıldığı tesislerdir. Kısaca elektrik enerjisini toplamaya veya dağıtmaya yarayan birimlerdir [12].

Şalt sahalarından çıkan OG elektrik genelde bina tipi trafo merkezlerinde AG'ye dönüştürülür. Bu AG elektrik de binalara dağıtılır. Gereken yerlerde direk tipi trafolar da kullanılır. Aşağıda bu trafo çeşitlerinden kısaca bahsedilmiştir.

### **Direk Tipi Trafo**

400 kVA'den daha az güce ihtiyaç duyduğumuz zaman kullanılacak trafo tipleridir. Şekil 3'te görüldüğü gibi direklerin üzerine montajı yapıldığı için yer kaplama açısından avantajlıdır. Genellikle bina tipi trafodan gelen elektriği dönüştürmekte kullanılır. Buradan son kullanıcıya elektrik sağlanır.



**Şekil 3. 250 kVA demir trafo direği ve platformu [13]**

### **Bina Tipi Trafo**

Bina tipi trafolar, genelde açık şalt sahalarından gelen OG enerjiyi AG'ye düşürmek için kullanılır. Hava veya yağ yalıtımlı olabilmektedir. En fazla 15 kV elektrik için kullanılmaktadırlar. Zemini dayanıklı yerlere, estetiği bozmayacak şekilde yerleştirilmektedirler [14].

Bu tip trafolar, Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü gibi metal köşk tipi veya beton tipi olarak tasarlanmaktadır.



**Şekil 4. Metal köşk tipi trafo merkezi [13]**



**Şekil 5. Beton köşk tipi trafo merkezi [13]**

### **Açık Şalt Sahası**

Açık şalt sahası; elektrik üretiminin gerçekleştiği santralden yüksek gerilimin, orta gerilime dönüştürüldüğü yerdir. Orta gerilime dönüştürülen enerji, dağıtım için uygun hale gelmektedir [15]. Genellikle şehir dışına kurulmaktadır. Fakat Şekil 6'da Ankara'da bulunan trafo merkezlerinin harita üzerinde gösteriminden de görüldüğü gibi zamanla şehir dışında kurulmuş trafo merkezleri, şehrin büyümesiyle birlikte merkezde kalmışlardır. Bu haritanın açıklamaları da Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 6. Ankara'da bulunan trafo merkezlerinin gösterimi

	380 kV İLETİM HATLARI		SİSTEM GEREĞİ AÇIK OLAN İLETİM HATLARI
	154 kV İLETİM HATLARI		380 kV ŞÖNT REAKTÖRLER VE DEĞERLERİ
	66 kV İLETİM HATLARI		154 kV ŞÖNT REAKTÖRLER VE DEĞERLERİ
	34,5 kV EDH (ENERJİ DAĞITIM HATTI)		380 kV SERİ KAPASİTÖR VE DEĞERLERİ
	İNŞA HALİNDEKİ İLETİM HATLARI		154 kV ŞÖNT KAPASİTÖR VE DEĞERLERİ
	İNŞA HALİNDEKİ İLETİM HATLARI		OTOPRODÜKTÖR SANTRALLER
	PROGRAMLANMIŞ İLETİM HATLARI		EÜAŞ TERMİK SANTRALLER
	PROGRAMLANMIŞ İLETİM HATLARI		EÜAŞ HİDROLİK SANTRALLERİ
	OPGW'LI İLETİM HATLARI		Yİ - YİD - İHD VE DİĞER ÖZEL SANTRALLER
	PROGRAMLANMIŞ/İNŞA HALİNDEKİ OPGW'LI İLETİM HATLARI		
	YERALTI FİBER OPTİK KABLOLAR		FİBER OPTİK HATLARDA :
	PROGRAMLANMIŞ/İNŞA HALİNDEKİ YERALTI FİBER OPTİK KABLOLAR		G.852 - 12 - 75
	ADSS FİBER OPTİK KABLOLAR		FİBER TİPİ FİBER SAYISI HAT UZUNLUĞU (km)
	380 kV TRAFÖ MERKEZLERİ		380 kV HATLARDA : 3 (C,R,Ph) 250
	154 kV TRAFÖ MERKEZLERİ		İLETKEN ADEDİ İLETKEN TİPİ HAT UZUNLUĞU (km)
	154 kV GIS TRAFÖ MERKEZLERİ	C	CARDİNAL 954 MCM
	66 kV TRAFÖ MERKEZLERİ	R	RAİL 954 MCM
	380/154 kV TRAFÖ MERKEZLERİ	Ph	PHEASANT 1272 MCM
	154/66 kV TRAFÖ MERKEZLERİ		154 kV HATLARDA : 477 - 58
	34,5 kV ENERJİ DAĞITIM KABİNİ		HAT KESİTİ (MCM) HAT UZUNLUĞU (km)

Şekil 7. Ankara'da bulunan trafo merkezleri haritasının açıklamaları

Açık şalt sahasının sağlam bir yere kurulması önemlidir. Şekil 8'de de görüldüğü gibi açık alanda kurulduklarından dolayı malzemeler dışarıdadır ve zorlu hava koşullarının olduğu yerlerde daha sık arızalarla karşılaşabilmektedir [13].



Şekil 8. Açık şalt sahası [13]

Açık şalt sahaları genellikle 33 kV ve üzeri elektriği düşürmek için kullanılmaktadır ve aşağıda detaylı açıklamaları da bulunan ekipmanlardan oluşmaktadırlar [15].

- Güç Trafosu
- Kesici
- Ayırıcı
- İzolatör
- Akım Trafosu
- Gerilim Trafosu
- Parafudr
- Koruma Röleleri
- Buchholz Rölesi

Açık şalt sahasında bulunan ekipmanların başlıcalarının kısaca aşağıda açıklanmaktadır:

#### 1. Güç Trafosu:

Trafolar elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerlerini frekansta değişiklik yapmadan ihtiyaca göre değiştiren elektrik makineleridir. Trafolar santrallerde üretilen elektrik enerjisini yükselterek şehir merkezleri yakınında veya içinde bulunan indirici trafo merkezlerine taşırlar. Burada kullanılan trafoların nominal güçleri 25-50-100MVA'dır [16]. Trafolarda yalıtım ve soğutma amacıyla yağ veya gaz kullanılmaktadır. Saha çalışması esnasında görüntülenen bir güç trafosu Şekil 9'da görülmektedir.



**Şekil 9. Güç trafosu**

## 2. Kesici:

Kesiciler, şalt sahası normal şartlarda yani gerilim altında iken akımı mekanik olarak kesebilen cihazlardır. Kısa devre gibi beklenmeyen durumlarla karşılaşıldığında da yine kesiciler yardımıyla devredeki gerilim kesilebilmektedir. Kesiciler gerilimin kesilmesi esnasında oluşan arkı nasıl söndürdüklerine göre çeşitlendirilmişlerdir [16].

Kesici çeşitleri;

- Havalı kesiciler
- Yağlı kesiciler
- Gazlı kesiciler
- Vakumlu kesicilerdir.



Havalı kesicilerin kullanımı artık sadece eski şalt sahaları ile sınırlı kalmıştır. Yerini vakumlu ve ya SF6 gazının kullanıldığı gazlı kesicilere bırakmıştır. Vakumlu kesiciler ise genelde 38 kV altındaki açık şalt sahalarında kullanılmaktadır. Şekil 10'da SF6 gazlı kesici görülmektedir [16].



**Şekil 10. 154 kV SF6 gazlı kesici**

### 3. Ayırıcı:

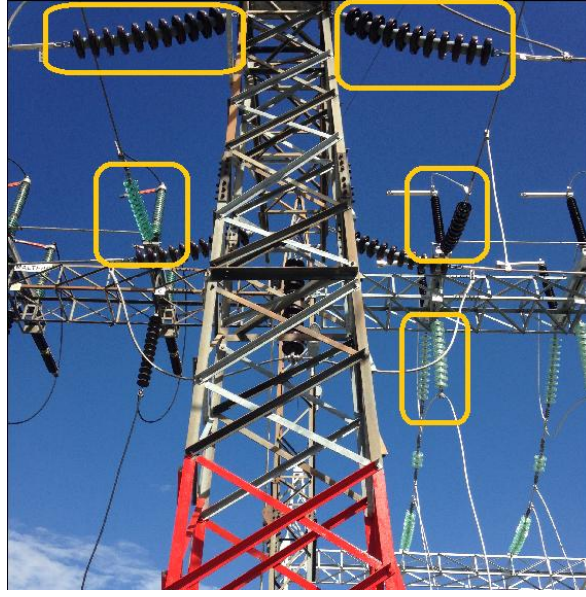
Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde kesici ile yüksüz duruma getirilen hat üzerinde açma ve kapama işlemini yapar. Açma ve kapama işlemi gözle görülmektedir. Yapı bakımından yüksek gerilim trafo merkezlerinde, döner izolatörlü ayırıcılar kullanılır. Yapı olarak hareketli kontaklara bağlı izolatörlere kendi ekseni etrafında istenen açılarda dönebilen ayırıcılardır. Dahili ve harici tipleri vardır. Harici tipler en çok yüksek ve çok yüksek gerilimli trafo merkezlerinde kullanılır. 60, 154, 380 kV gerilimlerde kullanılan döner izolatörlü ayırıcılar iki tipte yapılıdır. Saha çalışması esnasında görüntülenen harici tip bir ayırıcı Şekil 11'de görülmektedir [13].



**Şekil 11. Açık şalt sahasında kullanılan ayırıcılar**

#### 4. İzolatör:

Bütün izolatörler mekanik ve elektriksel olmak üzere iki tür işleve sahiptir. Elektriksel özelliği, yalıtkan olması sebebiyle enerji nakil hattı direğini izole etmesi, mekanik özelliği ise iletkenleri taşıması ve iletkenlerin direğe bağlantısını sağlamasıdır. İzolatörler ile ilgili en yaygın talep, mümkün olan en yalıtkan şekilde olmasıdır. İzolatörler yapımında kullanılan en yaygın malzeme porselen veya camdır. Saha çalışması esnasında açık şalt sahasında cam ve porselen tipi izolatörlerin bulunduğu bir direk Şekil 12’de gösterilmiştir [17].



**Şekil 12. Cam ve porselen tip izolatörler**

#### 5. Akım Trafosu:

Yüksek akım değerlerinin bulunduğu yerlerde akım değerinin ölçülmesi oldukça pahalıdır. Bu sebeple akım trafosu ile yüksek akım değerinin belli bir oranda düşürülüp o şekilde ölçüm yapılması gerekmektedir. Elektrik devresine seri olarak bağlanan akım trafosunun primer sargısına yüksek akım gelirken sekonder sargısında bu akım düşmüş olur ve sekonder sargısından ölçüm yapılır. Akım trafosunun çevirme oranı bilindiği için primer sargıdan geçen akım hesaplanabilir [18].

#### 6. Gerilim Trafosu:

Gerilim trafosu da akım trafosu ile aynı mantık gereği üretilmektedir. Primer sargısı gerilimin yüksek tarafına bağlanır ve böylece sekonder sargıdan düşük gerilim alınmaktadır. Ölçüm işlemleri düşük gerilimin bulunduğu sekonder sargı üzerinde yapılmakta ve bu sayede ölçüm aletlerinin korunması ve maliyetlerinin düşük olması sağlanmaktadır [15].

## 7. Parafudr:

Parafudrlar açık şalt sahalarında yıldırım düşmesi ve manevra sonucu oluşan arkların önlenmesi amacıyla kullanılmaktadırlar. Devrede iletkenler ile toprak arasına bağlanır ve ilgili cihazı aşırı gerilimlere karşı korurlar [13,19].

## 8. Koruma Röleleri:

Trafo merkezlerinde bulunan cihazlarda çeşitli sebeplerle arızalar meydana gelebilmektedir. Bu arızaların başlıcaları;

- Trafo sargılarında aşırı yükleme sonucu aşırı akım oluşması,
- Yalıtım ve soğutma amacıyla kullanılan yağlı tip trafolarında yağ seviyesinin düşmesi,
- Aşırı yüklemekten kaynaklı sargılarda meydana gelen sıcaklık artışı,
- Oluşan ark sonucu izolasyon malzemesinin yanmasıdır.

Bu arızaların, zamanında tespit edilemez ise çok daha büyük tahribatlara yol açması muhtemeldir. Bu büyük tahribatlar sonucu yangın vb. gibi sonuçlarla karşılaşılması da beklenen bir durumdur. Bu arızalar oluştuğunda bunları haber veren devre elemanları rölelerdir. Röleler sesli veya ışıklı uyarı sistemine sahip olabildiği gibi bazı çeşitleri oluşan arıza çeşidine göre devreleri açabilmektedir [20,21].

## 9. Buchholz Rölesi:

Soğutmalı trafolarında bulunan ve bir çeşit koruma rölesi olan Buchholz rölesi, trafo ana tankı ile rezervuar tankı arasına yerleştirilmektedir. Trafo içinde herhangi bir arıza durumunda yerel ısınmalar meydana gelerek katı ve sıvı malzemeleri ayrıştırması sonucu yanıcı gazlar meydana getirir. Buchholz rölesinde belirli bir miktar gaz biriktiğinde alarm sistemi çalışır. Buchholz rölesinin çalışmaması durumunda ısının artması ile birlikte trafo ana tankında basıncın arttığı ve bununla birlikte tank içindeki soğutma amaçlı kullanılan yağın genleştiği görülür. Buchholz rölesi çalışmaz durumda olduğunda, bu durumun farkında olunmadığından arızaya müdahale edilemez ve tankın patlaması veya gaz sızıntısı sebebiyle yangın çıkmasına sebep olunur [22,23].

## Trafolarada Yangından Koruma Düzeni

Eskiden trafo merkezlerinde bulunan yağlı kesiciler yangın tehdidi oluşturmaktadı idi bu sebeple günümüzde orta ve yüksek gerilim trafo merkezlerinde daha çok gazlı kesiciler kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni, açma ve kapamalarda oluşan arkın hızlı kesilmesi ve yangın tehlikesinin oluşmamasıdır [13].

Trafoların yangın oluşturma ihtimalinden bahsedilecek olursa; eskiden trafoların içinde soğutma amacıyla yanıcı tip yağ kullanılmaktaydı. Bazen trafonun yeterince soğutulmaması sebebi ile içerideki basınç artar ve yağ genişirdi. Bu durumda hacmi artan yağın fazla kısmı trafoda bulunan genişleme tankına geçer ve yağ sızıntısı engellenirdi. Diğer bir yöntem olarak da yağın bulunduğu tank hermetik tank olarak imal edilir ve basınç artışı durumunda tankta bulunan körükler açılarak tankın hacminin büyümesi sağlanırdı. Fakat bu gibi durumlarda yağ soğutmalı transformatörlerde kullanılan buchholz rölesi devreye girer ve uyarı verir. Uyarı sonucu kontrol edilen trafolarada ilgili arıza tespit edilip giderilmeli ve yağ sızıntısı, basınç artışı vb. gibi durumların önüne geçilmekteydi.

Fakat trafolar açısından bahsi geçen rölenin çalışır durumda olması ve belirli aralıklarla kontrolünün yapılması hayati önem taşımaktadır. Trafonun soğutma sisteminde meydana gelen bir arıza sebebiyle genişleyen yağ ile ilgili uyarı alınmaması durumunda yağ sızıntısı ve bunun akabinde yangın meydana gelme durumu ile karşılaşabilmektedir.

Günümüzde ise yağlı tip trafolar yerine SF6 gazının kullanıldığı kurutma sistemine sahip trafolar yaygınlaşmaya başlamıştır. SF6 gazı yüksek dielektrik dayanımı, mükemmel ark söndürme performansı gibi birçok özelliğinden dolayı günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. SF6 gazlı trafoların avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Alev almaz SF6 gazı, izolasyon ve soğutma ortamı olarak kullanıldığı için yangın riskini ortadan kaldırır.
- Başka hatalardan kaynaklı basınç artışları, soğutma sisteminin gaz olmasından dolayı absorbe edilir ve tank patlamasına sebebiyet vermez.
- İzolasyon için yağ yerine hava kullanılması sebebi ile kurulumu kolaydır.

Trafo merkezlerinde yangın riskinin büyük önem taşıması sebebiyle yangın köşeleri oluşturulması gereklidir. Buralarda yeter sayıda yangın söndürücü, yangın tüpü ve gerekli başka malzemeler bulunmalıdır. Ayrıca açık şalt sahasında ot yetişmemesi ve zemin yalıtkanlığının artması amacıyla çakıl taşı döşenmelidir. Büyüyen otlar yangın riskini artırmakta olup otların yeterli zaman aralıklarında temizlenmesi gerekmektedir.

### **Trafo Merkezlerindeki Genel Güvenlik Önlemleri**

Açık şalt sahalı trafo merkezleri geniş bir alana kurulduklarından dolayı ilk önce alanın tümünü kapsayacak geniş bir tel örgü örülür ve gerekli görülen yerlere duvarlar inşa edilir. Ayrıca açık şalt sahası yani yüksek gerilim malzemelerinin bulunduğu alanın tümü tel kafes ile çevrilir. Şekil 13'te trafo merkezinin içinden açık şalt sahasının etrafındaki tel kafes görülmektedir. Bunun nedeni içerde olası herhangi bir nedenle oluşabilecek bir arızada insanları ve çevreyi yüksek gerilimden korumaktır. Güvenlik için elemanlar arası gerekli açıklıklar bırakılır. Ayrıca güvenlik ve olabilecek hırsızlıklar için de giriş kapısında bir güvenlik kulübesi ve güvenlik görevlisi bulunur. Yangına karşı gerekli yangın bildirim tesisatı kurulur. Açık hava tesisleri, görevli olmayan kimselerin giremeyeceği biçimde kilitli olarak yapılmalıdır. Açık hava tesislerinde dış çitin içerisine güvenlik açıklıkları olan bir koruma alanı bırakılmamalıdır. Doğrudan doğruya zemine konulan aygıtların dış çite olan mesafesi yeterince uzak olmalıdır. Tesis, gerilimsiz duruma getirilmeden şalt alanına girilemez durumda olmalıdır [13].



**Şekil 13. Açık şalt sahası etrafında bulunan tel kafes**

### **Trafo Merkezi ve Elektromanyetik Alan İlişkisi**

Enerjinin çok büyük ihtiyaç olduğu günümüzde, şalt tesisleri sayısı bu bununla paralel olarak yüksek gerilim enerji nakil hatları sayısı oldukça fazladır. Son yıllarda 50 Hz frekanslı manyetik alanların insan vücuduna olan etkisi daha da önemli hale gelmiş, tartışma konusu olmuş ve çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Elektrik ve manyetik alana maruz kalan insan vücudunda akımların indüklendiği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde zayıf bir ihtimalle kanser riski öne sürülmüştür veya başka sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmiştir. Şalt tesislerinin birçok bölgesinde elektromanyetik alan ölçümleri araştırma konusu olmuştur. Yeni trafo merkezleri yakınlarına yeni bir bina veya tesis yapılacaksa bu etki ölçülerek önceden gerekli işlemler yapılır ve sakıncalı görülebilir. Son zamanlarda artan bu çalışmalar neticesinde enerji hatları çevresinde bulunan halk ve çocuklarda leukemia (kan kanseri) olma riski görülmüştür. Bu nedenle şalt tesisleri işletmecilerinin, özellikle yeni projelendirmesi yapılacak olan tesislerin mutlaka güvenilirlik konusunu ana amaç edinerek işletmeleri kurması ve yenilemesi gerekmektedir. Yapılması planlanan tesisler için elektromanyetik alan sınır değerlerini içerisinde barındıran düzenlemeler yapılmalıdır [24].

## **İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI**

Doğa ve çevreye fazla zarar vermeden devamlı ve kaliteli bir hizmet veya mal üretimi sırasında iş kazalarının meydana gelmemesi ve meslek hastalıklarının oluşmaması için alınan tedbirlerin ve yapılan metotlu çalışmalarının tümüne iş sağlığı ve güvenliği denir [25].

Günümüzde iş kazalarının neden olduğu maddi ve manevi kayıplar önemli boyutlara ulaşmıştır. İş güvenliğinin sağlanması ile insan kaybı ve iş yerlerinde meydana gelecek ekonomik kayıp önlenerek ülke ekonomisinin gelişmesine de önemli oranda katkı sağlanacaktır. SGK'nın istatistik verileri incelendiğinde ülkemizde 2001-2012 yılları arasında yaklaşık olarak 883.041 iş kazası meydana gelirken, 13.156 çalışmamız hayatını kaybetmiştir. Yılda ortalama 750 ile 2.000 arası insanımız iş kazalarından dolayı hayatını kaybetmektedir. Ayrıca ülkemizin ekonomik olarak da milyarlarca liralık kayıpları söz konusudur [25].

İş güvenliği her ne kadar önce işyerlerinde yapılması gereken tedbirler ve çalışmalar gibi görülse de esas itibarı ile hayatın her alanında ve her anında mekan ve zaman kavramı olmaksızın yapılan her iş için uygulanması gereken bir kavramdır [25].

### **İş Kazası**

İş kazası kavramının açıklığa kavuşturulabilmesi için öncelikle “kaza” kavramının bilinmesi gerekmektedir. Kaza; nerede, nasıl, ne zaman olacağı belli olmayan fiziki ve/veya psişik bir olaydır. Bir başka ifade ile nerede, nasıl, ne zaman olacağı belli olmayan, beklenmedik bir anda dikkatsizlik ve tedbirsizlik ile vuku bulan, neticesinde maddi ve manevi kayıplar ile geriye dönüşü olanaklı olmayan sonuçlara sebep olan üzücü olaydır [26].

Hukuk sistemimizde iş kazaları ile ilgili 4857 sayılı İş Kanunu ve 818 sayılı Borçlar Kanununda bazı hükümlere yer verilmiştir. Ancak iş kazası ile ilgili en yeni düzenleme 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda yer almaktadır. Bahse konu Kanun'un 3 üncü maddesine göre iş kazası, işyerinde veya işin yürütümünü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenlen özre uğratan olaydır [27].



İş kazası kavramı, kazanın tamamen çalışma yaşamından doğan halini oluşturmakta olup mesleki risklerin başında gelir. İnsan kaynakları yönetimi ve iş güvenliği açısından bir olayın iş kazası olarak tanımlanabilmesi için, her şeyden önce olayın işyeri ve istihdamla bağlantılı olması gerekmektedir [26]. Öğretide ise iş kazası sigortalının, işverenin emrinde ve talimatlarında bulunduğu esnada çalıştığı iş veya işin gereğinden dolayı aniden ve dıştan meydana gelen bir etkenle onu bedence ya da ruhça zarara uğratan olay olarak tanımlanmaktadır [28].

İş kazası hakkında yapılacak tek bir tanım elbette yeterli değildir. Kaynaklarda İş kazaların birçok tanımı bulunmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından iş kazası; “belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olaydır” şeklinde tanımlanmıştır [29].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazasını “önceden planlanmamış, çoğu zaman, kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan olaydır” şeklinde tanımlamıştır [30].

#### İş Kazasının Bildirilme Yükümlülüğü:

İş kazasının 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereğince bildirim yükümlülükleri bulunmaktadır.

Bahse konu Kanun’un 14 üncü maddesi gereğince işveren;

- Bütün iş kazalarının ve meslek hastalıklarının kaydını tutar, gerekli incelemeleri yaparak bunlar ile ilgili raporları düzenler.
- İşyerinde meydana gelen ancak yaralanma veya ölüme neden olmadığı halde işyeri ya da iş ekipmanının zarara uğramasına yol açan veya çalışan, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olan olayları inceleyerek bunlar ile ilgili raporları düzenler [27].

Aşağıdaki hallerde belirtilen sürede Sosyal Güvenlik Kurumu’na bildirimde bulunulması gerekmektedir:

- İş kazalarını kazadan sonraki üç iş günü içinde.
- Sağlık hizmeti sunucuları veya işyeri hekimi tarafından kendisine bildirilen meslek hastalıklarını, öğrendiği tarihten itibaren üç iş günü içinde [27].

İşyeri hekimi veya sağlık hizmeti sunucuları; meslek hastalığı ön tanısı koydukları vakaları, Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucularına sevk eder. Sağlık hizmeti sunucuları ise kendilerine intikal eden iş kazalarını, yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucuları ise meslek hastalığı tanısı koydukları vakaları en geç on gün içinde Sosyal Güvenlik Kurumu'na bildirir [27].

#### İş Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları:

İş kazalarının alınan tedbirlere rağmen tamamen önlenemediği istatistiklerden anlaşılmaktadır. İş kazalarının bir daha olmaması için gerçek nedenlerinin bilinmesi gerekir.

Alınacak tedbirler mutlaka kaza nedenlerini ortadan kaldırmaya yönelik olmalıdır. İş kazalarının nedenleri genel olarak üç grupta incelenir.

#### 1. Teknik Eksiklikler (%10-15)

- Arızalı makine, araç ve malzemeler,
- Makine ve teçhizatın koruyucusuz olması,
- Makinelerin düzensiz yerleştirilmesi,
- İşyerinin tertipsiz ve düzensiz olması,
- Yetersiz aydınlatma, ısı ve havalandırma,
- Toz ve gürültünün fazla olması,

## 2. Kişisel Hatalar ( %80 – 85 )

- Bilgi noksanlığı,
- Beceriksizlik,
- Dikkatsizlik,
- İhmal,
- Aşırı güven,
- Aşırı cesaret,
- İşini kaybetme korkusu,
- Utanma,
- Fiziksel yetersizlikler,
- Psikolojik sorunlar,

## 3. Umulmadık olaylar ( %0 – 5 )

- Deprem,
- Yıldırım,
- Sel,
- Fırtına,

İş kazalarının neticesinde karşılaştığımız olumsuz durumları aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz:

**Geçici iş göremezlik:** Bir iş kazasında kişinin yaralanması veya hastalanması durumunda tedavisini yaptıırıp işe başlamasına kadar geçen süredir.

**Daimi iş göremezlik:** İş yapma yeteneğinin kaybedilmesidir.

**Kısmi daimi iş göremezlik:** İş yapma yeteneğinin 2/3'ten daha azının kaybedilmesidir.

**Tam daimi iş göremezlik:** İş yapma yeteneğinin 2/3 ve daha fazlasının kaybedilmesidir.

**Ölüm:** Hayatını kaybetmesidir.

## İş Kazalarından Korunma:

İş kazalarından korunmanın 3 temel ilkesi vardır. Bunlar;

- Tehlike kaynağını ortadan kaldırma
- Tehlike kaynağını koruyucu içerisine alma
- Kişisel koruyucu donanım malzemesi kullanma [25].

## **Meslek Hastalığı**

6331 sayılı Kanununun 3 üncü maddesinde meslek hastalığının tanımı yapılmıştır. Bu hükme göre meslek hastalığı, mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık olarak tanımlanmıştır.

Meslek hastalığı iş kazası gibi aniden ortaya çıkmamaktadır. Bir işte çalışma sonucu zamanla ortaya çıkmaktadır [31]. Bir hastalığın meslek hastalığı olarak nitelendirilebilmesi için bu hastalık ile görülen iş arasında uygun illiyet bağının olması gereklidir [32].

## **Ülkemizde ve Elektrik Sektöründe İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri**

Çalışma hayatı ile ilgili istatistiki verilere ulaşmak amacıyla SGK İstatistik Yıllıkları incelenmiş olup elde edilen iş kazası, meslek hastalığı, ölümlü iş kazası ve meslek hastalığı sayıları Tablo 4'te gösterilmiştir.

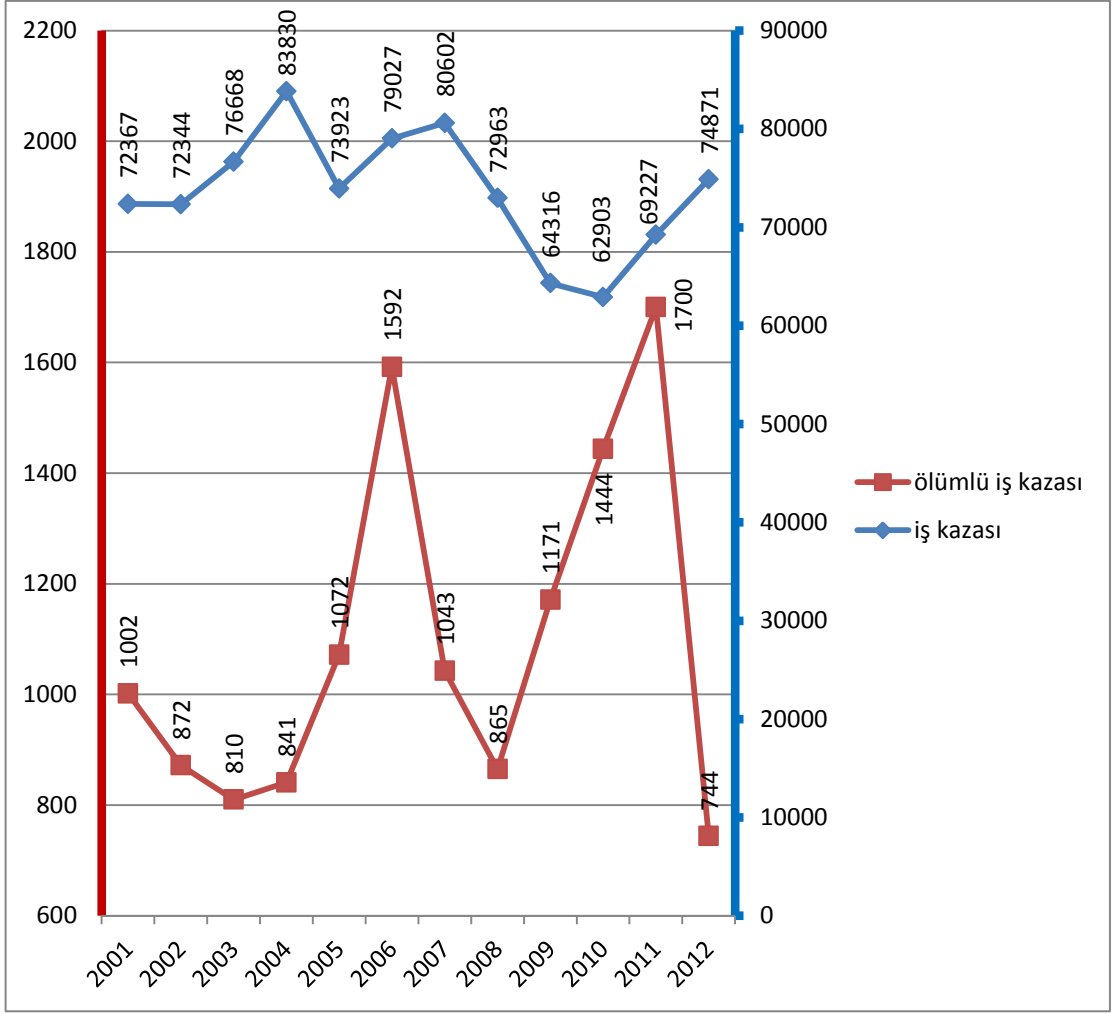
**Tablo 4. Türkiye’de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası ve ölümlü iş kazası sayıları**

<b>Yıl</b>	<b>Toplam Çalışan Sayısı</b>	<b>İş Kazası Sayısı</b>	<b>100.000 Kişide İş Kazası Sayısı</b>	<b>Ölümlü İş Kazası Sayısı</b>	<b>100.000 Kişide Ölümlü İş Kazası Sayısı</b>
2001	4.886.881	72367	1481	1002	20
2002	5.223.283	72344	1385	872	17
2003	5.615.238	76668	1365	810	14
2004	6.181.251	83830	1356	841	14
2005	6.918.605	73923	1068	1072	15
2006	7.818.642	79027	1011	1592	20
2007	8.505.390	80602	948	1043	12
2008	8.802.989	72963	829	865	10
2009	9.030.202	64316	712	1171	13
2010	10.030.810	62903	627	1444	14
2011	11.030.939	69227	628	1700	15
2012	11.939.620	74871	627	744	6
Toplam	95.983.850	883041	920	13156	14

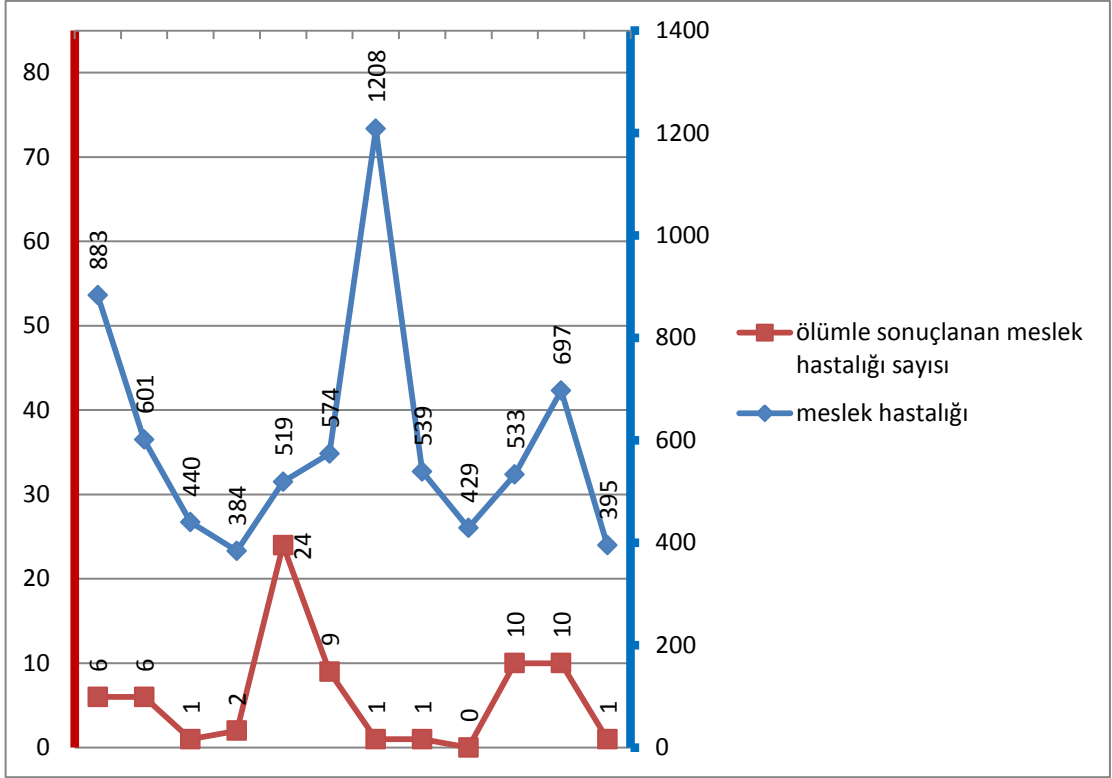
**Tablo 5. Türkiye’de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen meslek hastalığı ve ölümlerle sonuçlanan meslek hastalığı sayıları**

Yıl	Toplam Çalışan Sayısı	Tespit Edilen Meslek Hastalığı Sayısı	100.000 Kişide Meslek Hastalığı Sayısı	Ölümlerle Sonuçlanan Meslek Hastalığı Sayısı	100.000 Kişide Ölümlerle Sonuçlanan Meslek Hastalığı Sayısı
2001	4.886.881	883	18	6	0,122
2002	5.223.283	601	11	6	0,114
2003	5.615.238	440	8	1	0,018
2004	6.181.251	384	6	2	0,032
2005	6.918.605	519	7	24	0,346
2006	7.818.642	574	7	9	0,115
2007	8.505.390	1208	14	1	0,011
2008	8.802.989	539	6	1	0,011
2009	9.030.202	429	5	0	0
2010	10.030.810	533	5	10	0,099
2011	11.030.939	697	6	10	0,090
2012	11.939.620	395	3	1	0,008
Toplam	95.983.850	7202	8	71	0,073

2001-2012 yılları arasında ülkemizde yaşanan iş kazası ve ölümlü iş kazası sayıları Şekil 14’te gösterilmektedir. Buna göre, 2007’den 2010 yılına kadar azalma eğiliminde olan iş kazası sayısı, 2011 ve 2012 yılları itibariyle artış göstermesine rağmen ölümlü iş kazası sayısı 2012 yılında ciddi bir düşüş yaşamıştır. 30 Haziran 2012 tarihinde yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile 2012 yılında sayısı düşen ölümlü iş kazaları arasında bir ilişki olduğu ve önümüzdeki yıllarda bu sayının daha da düşeceği düşünülmektedir.



Şekil 14. Türkiye'de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası sayıları



**Şekil 15. Türkiye'de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen meslek hastalığı sayıları**

Şekil 15'te ise yine 2001-2012 yılları arasında tespit edilen meslek hastalığı ve ölümle sonuçlanan meslek hastalığı sayıları gösterilmektedir. Ne yazık ki ülkemizde meslek hastalıklarının tespiti konusunda eksiklikler bulunması sebebi ile meslek hastalığı sayılarının gerçek sayılardan oldukça uzak olduğu bilinmektedir. Bu konuda yapılacak çalışmalar ile birlikte meslek hastalıklarının tespiti ve mücadelesi konusunda ilerleme sağlanacağı düşünülmektedir.



**Tablo 6. TEİAŞ'ta 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası sayıları**

Yıl	İş Kazası Sayısı	Ölümlü İş Kazası Sayısı	%
2001	48	1	2,08
2002	20	1	5,00
2003	14	2	14,29
2004	21	3	14,29
2005	19	2	10,53
2006	20	2	10,00
2007	13	1	7,69
2008	19	3	15,79
2009	23	1	4,35
2010	22	1	4,55
2011	14	1	7,14
2012	31	0	0,00
Toplam	264	18	6,81

2001-2012 yılları arasında TEİAŞ'ta yaşanan iş kazası sayısı, ölümlü iş kazası sayısı ve ölümlü iş kazalarının yüzdesi Tablo 5'te görülmektedir. İş kazası sayısı çok yüksek olmamasına rağmen ölüm oranı oldukça yüksektir ve tablo 4'te görüldüğü gibi 2001-2012 yılları arasında Türkiye'de yaşanan bütün sektörlere ait iş kazalarının ölümlü sonuçlanma yüzdesi 1,49 iken TEİAŞ'ta yaşanan iş kazalarının ölümlü sonuçlanma yüzdesi 6,81 olarak hesaplanmıştır.

## **RİSK DEĞERLENDİRMESİ**

### **Risk Değerlendirmesi Nedir?**

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 30 Haziran 2012 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 2003 yılında yürürlüğe giren 4857 sayılı İş Kanunu'na göre daha ayrıntılı düzenlemeler içeren yeni yasa, işverene yeni yükümlülükler getirmektedir. Bu yükümlülüklerin en başında ise risk değerlendirmesi gelmektedir [33].

Risk değerlendirmesi hakkında çeşitli tanımlamalar aşağıda yapılmaktadır:

**Tehlike:** Çalışma çevresinin fiziki kusurları ve uygun olmayan şartları ile insanların hatalı davranışları gibi çalışma ortam ve koşullarında var olan ve/veya dışarıdan gelebilecek ama kapsamı belirlenmemiş, maruz kimselere, işyerine ve çevreye zarar ya da hasar verme potansiyelidir.

29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre ise tehlike, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelidir [34].

**Risk:** İşyerinde meydana gelebilecek, maruz kimselere veya çalışma çevresine zarar ya da hasar verici nitelikteki bir olayın meydana gelme ihtimali ile zarar verme derecesinin (şiddetinin) bileşkesidir.

29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre ise risk, tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalidir [34].

**Ramak kala olay:** Oluşum tarzı itibariyle bir kaza olmasına rağmen sonuçları açısından yaralanma, zarar veya hasarın meydana gelmediği durumdur.

29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğine göre ise ramak kala olay, işyerinde meydana gelen; çalışan, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olaydır [34].

**Kaza:** Ölüme, hastalığa, yaralanmaya, hasara veya diğer kayıplara sebebiyet veren istenmeyen olaydır.

**Önlem:** İşyerinde yürütülen işlerin bütün safhalarında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için planlanan ve alınan tedbirlerdir.

**Risk değerlendirme:** Riski kabul edilebilir düzeye indirebilmek amacıyla yapılan her türlü eylem ve tehlikeyi değerlendirme yöntemidir.

29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre risk değerlendirme, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır [34].

Tehlikelerle hayatımızın her anında karşı karşıyayız. Soluduğumuz havada, yediğimiz yiyeceklerde, yaşadığımız mekanlarda, çok tehlikeli sporların arasında, düşünebildiğimiz meslek veya konumlarda her zaman tehlike vardır. Hemen hemen yaşamın her anında bir tehlike ile iç içeyiz. Bu sebeple yaşantımızı sürdürebilmek için, tehlikenin tanınması, riskin değerlendirilmesi, riskin kontrol edilmesi ve yeniden gözden geçirilmesi için belli bir yöntemi uygulamamız gerekmektedir. Bu yöntem, risk değerlendirme olarak adlandırılır. Her işletme zamanının ve kaynaklarının bir kısmını, kendi güvenlikleri için risk değerlendirme ile ilgili konulara ayırmalıdır.

## **Risk Değerlendirmesinin Aşamaları**

Risk değerlendirmesinin aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Araştırma ve gözlem
- Tehlikelerin tanımlanması
- Risklerin tanımlanması
- Risklerin değerlendirilmesi ve yorumlanması

Araştırma ve gözlem:

Risk değerlendirmesine başlamadan önce tüm çalışanların katılımı ile toplantılar düzenlenir. Bu toplantılara bir gün boyunca bölüm yöneticileri ve çalışanları risk değerlendirme yöntemleri konusunda yönlendirilir. Kullanılacak yöntemler hakkında fikirler üretilir. Bundan sonra yöneticiler, iş güvenliği personeli ile birlikte geriye kalan tehlikelerin sağlık üzerine etkilerini değerlendirirler, öncelikler ve alınması gereken tedbirleri planlarlar ve bunlar hakkında karar verirler [33].

Tehlikelerin tanımlanması:

Gerekli ayrıntılı araştırmalar ve gözlemler yapıldıktan sonra ikinci aşama olan tehlikelerin tanımlanmasına geçilebilir. Tehlikelerin tanımlanmasında sistematik olunması gerekir. Böylece unutulmuş bir tehlike unsuru kalmadan tüm tehlike ve olumsuz etkenler göz önüne serilmiş olur [31].

Risklerin tanımlanması:

Üçüncü aşama risk oluşturabilecek tüm tehlikelerin belirlenmesi aşamasıdır. Yani risk tanımlama veya risk kontrol aşamasıdır. Risk kontrolünde asıl yapılması gereken riskin oluşmasını önlemek veya oluşan riskin kişilere ulaşmasının önüne geçmektir [33].

## Risklerin değerlendirmesi ve yorumlanması:

Önlemlerin alınması için tüm değerlendirmeler önceki adımlarda elde edilen verilere dayanılarak yapılabilir. Çok tehlikeli olan risklere öncelik verilerek gereken tedbirler alınır, düzeltme, iyileştirme, gerekirse ikâme yollarına başvurulur [33].

4. aşamada riskler değerlendirilir, derecelendirilir ve gerekli kontrol ölçümlerinin yapılması için prosedürler oluşturulur ve gerekirse talimat ve prosedürler değiştirilir; risk seviyelerinin kabul edilebilirliğinin önceden tesis edilmiş kriterler ile kıyaslaması yapılır. Kalan riskin katlanılabilirliğinin değerlendirmesi, ihtiyaç duyulan her ilave risk kontrol önleminin belirlenmesi, risk kontrol önlemlerinin riski katlanılabilir bir seviyeye indirmeye yetip yetmeyeceğinin değerlendirilmesi yapılır. Bu aşamada, olayların ortaya çıkma olasılığı ve ortaya çıktığında maruz kalınabilecek sonuçlar belirlenir [35].

Değerlendirme aşaması ile ilgili mevzuatımızda yer verilen hükümlerin de dikkate alınması gerekir. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre tehlikeler belli olduktan sonra, risk değerlendirmesi aşamasına geçilir. Tespit edilmiş olan tehlikelerin her biri ayrı ayrı dikkate alınarak bu tehlikelerden kaynaklanabilecek risklerin hangi sıklıkta oluşabileceği ile bu risklerden kimlerin, nelerin, ne şekilde ve hangi şiddette zarar görebileceği belirlenir. Bu belirleme yapılırken mevcut kontrol tedbirlerinin etkisi de göz önünde bulundurulur. Toplanan bilgi ve veriler ışığında belirlenen riskler; işletmenin faaliyetine ilişkin özellikleri, işyerindeki tehlike veya risklerin nitelikleri ve işyerinin kısıtları gibi faktörler ya da ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak seçilen yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada kullanılarak analiz edilir. İşyerinde birbirinden farklı işlerin yürütüldüğü bölümlerin bulunması halinde ilgili hususlar her bir bölüm için tekrarlanır. Analizin ayrı ayrı bölümler için yapılması halinde bölümlerin etkileşimleri de dikkate alınarak bir bütün olarak ele alınıp sonuçlandırılır. Analiz edilen riskler, kontrol tedbirlerine karar verilmek üzere etkilerinin büyüklüğüne ve önemlerine göre en yüksek risk seviyesine sahip olandan başlanarak sıralanır ve yazılı hale getirilir [34].

Neden risk değerlendirmesi yaparız?

İşyerinde risk değerlendirmesi yapmak mevzuat yönünden zorunlu olduğu gibi, işletmenin ve ülkenin geleceği açısından da oldukça önemlidir. İşyerlerinde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda büyük maddi kayıplar meydana gelmektedir. Halbuki gerek iş kazaları, gerekse meslek hastalıkları, nedenleri önceden belirlenerek alınacak tedbirlerle önlenebilecek vakalardır. Önceden belirlemede uygulanan işlemlerin toplamına risk değerlendirmesi veya risk yönetimi diyebiliriz [36].

Risk değerlendirmesi sadece yapılması zorunlu bir gereklilik olarak görülmemeli, işletmenin geleceği yönünden de önemi üzerinde durulmalıdır. Risk değerlendirmesi yapmak geleceğe yönelik atılacak adımların hazırlanmasına da ışık tutacaktır. Çünkü risk değerlendirmesi işverene, işletmenin durumu hakkında yeterli bilgi sağlayacak, üretimde sürprizle karşılaşma durumunu ortadan kaldıracak ve geleceğe güvenle bakmasına katkıda bulunacaktır [36].

Risk değerlendirmesinin işverene faydaları:

- Tehlikelerin tanınması,
- Risklerin önceden belirlenmesi,
- Çalışanlar için güvenli ortam tesisi,
- Kaza ve hasar potansiyelini en uygun koşullarla iyileştirme olanağı,
- Kazaların önlenmesi ile kayıpların azaltılması,
- Kaza, can ve mal kaybı olanağının en aza indirilip firmanın verimliliğinin, dolayısı ile piyasadaki rekabet gücünü artırılması,
- İşyeri dışından kaynaklanan ve işyerini etkileyebilecek yeni bir tehlikenin ortaya çıkmasına karşı önceden önlem almayı sağlama,
- Firmanın genişletilmesi, yeni tesislerin kurulması vb. durumlarda yetkililerden daha çabuk izin alınmasının sağlanması,
- Tesislerde yapılacak değişiklik işlemlerinde en ekonomik ve güvenli yolun seçilmesi,
- Sigorta primlerinin optimum düzeyde olmasını ve aşırı sigortadan kaçınılması,
- Acil durumlara hazır olunması [33].

Risk değerlendirmesi, iş sağlığı ve güvenliğini doğrudan ilgilendiren bu faydaların yanında genel olarak bakıldığında kuruluşlara aşağıdaki faydaları da sağlayabilir:

- Kalite ve verim artışı sağlanması,
- Uluslararası saygınlık,
- Sorumlulukların belirlenmesi ve görev paylaşımı,
- Karar vermede sistematik ve mantıksal bir yaklaşım,
- Karar vericinin risk ve belirsizlikle karşı karşıya gelmesini sağlama,
- Örgüt içinde iletişime yardımcı olma,
- Bir karar sorunu için ne kadar bilgi toplanacağının karar vericiler tarafından belirlenmesini sağlama,
- Karar vermede yargı ve sezgiyi ön plana ıkartmasıdır [33].

Risk değerlendirmesi yapmanın ülkemize sağlayacağı yararlar ise aşağıdaki gibidir:

- Çalışanlardan hastalanan ve iş göremez durumuna düşenlerin sayısının azalması,
- Gayri safi milli hasılanın yaklaşık %3' kadar kaybın azalması,
- Sağlık ve rehabilitasyon harcamalarının azalması,
- Bir bütün olarak toplum sağlık göstergelerinin iyileşmesi,
- Çalışma barışına katkı sağlanması,
- Refah toplumuna dönüşümün hızlanması,
- Ülkemizin uluslararası alanda prestijinin artması [36].

İş kazası ve meslek hastalıklarının nlenmesine yönelik yapılacak bu çalışmaların sonucunda alınacak önlemlerle;

- İşletmenin sağlık giderlerinin azalması,
- Tazminat giderlerinin azalması,
- Güvenli alışma ortamındaki verimlilik artışı,
- Üretimde kalitenin yükselmesi,
- İşletmenin güven ve itibar kazanması,
- Pazar payının yükselmesi,
- Ekonomik yönden gtl hale gelinmesi sağlanacaktır [36].

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

“Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri” konulu tez çalışması İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Yetkilendirme Daire Başkanlığı’nda görev yapan İSG Uzman Yardımcısı Nurdan ÖZKAN tarafından hazırlanmıştır. Tez konusunun belirlenmesinin ardından, bir çalışma planı hazırlanmış ve kaynak araştırmasına başlanmıştır. Gerek kütüphane, gerek internet ortamında ayrıntılı literatür taraması yapılmış, konu ile ilgili olarak çeşitli kaynaklardan elde edilen bilgi ve değerler sentezlenerek, bu bilgiler ışığında söz konusu doküman çalışması ortaya koyulmuştur.

Literatür çalışmasının yanında, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmaların ve mevcut durumun trafo merkezlerinde incelenmesi amacıyla TEİAŞ ile iletişime geçilmiş ve gerekli izinler alınarak, 154 kV elektriği 34,5 kV’a çeviren 100 MVA kurulu güce sahip bir trafo merkezinde saha çalışmasında bulunulmuştur. Bu ziyaret sonrası yapılan ön çalışmanın ardından trafo merkezindeki cihazların termal ölçümleri ve risk değerlendirmesi yapılmıştır.



## İŞ AKIŞ ŞEMASI



## TERMAL ÖLÇÜM

Cihazların termal ölçümü, Şekil 16’da TEİAŞ’tan temin edilen Flir System Tharma Cam P45 isimli termal kamera ile yapılmış olup sonuçlarına bulgular bölümünde değinilmiştir.



Şekil 16. Flir System Tharma Cam P45

### Termal Ölçüm Neden Yapılır?

Termal ölçümler, elektriksel problemleri tespit etmek amacıyla yapılır ve bunun için termal kameralar kullanılır. Elektrik akımının geçişi sırasında materyalde oluşan ısınma termal kameralar ile gözlenerek problem olup olmadığı tespit edilebilir. Aşırı yük altındaki güç transformatörleri, ayırıcılar, kesiciler, kablolar, kontak noktaları termal kamera ile gözlenerek ısınan noktalardaki problemler başka bir elektriksel ölçüm yapmadan tespit edilebilir.

Trafo merkezlerinde belli aralıklarla cihazların bağlantı noktalarının termal ölçümleri yapılmaktadır. Fazla ısınan bir cihaz, bir problemin habercisidir ve kontrol edilmesi gerekmektedir.

Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre değerlendirme aşağıdaki şekilde yapılır:

Ölçülen sıcaklık,

0-70 °C arasında ise; bu durum normaldir ve sorun yoktur,

70-120 °C arasında ise; gözlem altında tutulmalıdır,

120 °C'den yüksek ise sorun tespit edilmeli ve anında müdahalede bulunulmalıdır [37].

### **Termal Ölçüm Yapılması**

İlgili trafo merkezinde Flir System Tharma Cam P45 isimli termal kamera ile ölçümler yapılmaktadır. Şekil 17'de görüldüğü gibi kameranın ekranı cihazları görecektir şekilde çok uzak olmayan bir mesafeden tutulur ve ekran üzerindeki karenin içine ölçülmesi istenen cihazın bağlantı noktası denk getirilerek sağ üst köşede görülen sıcaklık değeri okunur.



**Şekil 17. Açık şalt sahasında cihazların termal ölçümü**

## FİNE-KİNNEY METODU

Yaygın olarak kullanılan bir metottur. Risk Değeri= $I \times F \times D$  olarak hesaplanır.

$I$ =İhtimal (0,2-10 arası bir değer) Zarar ya da hasarın zaman içinde gerçekleşme **ihtimalidir.**

$F$ =Frekans (0,5-10 arası bir değer) Tehlikeyle karşılaşma **sıklığıdır.**

$D$ =Sonuçların Derecesi (1-100 arası bir değer) Tehlikenin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı zarar ya da hasarın şiddetidir [38].

**Tablo 7. İhtimal skalası [38].**

Değer	Kategori
0,2	Pratik olarak imkansız
0,5	Zayıf ihtimal
1	Oldukça düşük ihtimal
3	Nadir fakat olabilir
6	Kuvvetle muhtemel
10	Çok kuvvetli ihtimal

**Tablo 8. Frekans (maruziyet) skalası [38].**

Değer	Açıklama	Kategori
0,5	Çok Nadir	Yılda bir ya da daha az
1	Oldukça Nadir	Yılda bir ya da birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir ya da birkaç kez
3	Ara sıra	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da birkaç kez
10	Sürekli	Sürekli ya da saatte birden fazla

**Tablo 9. Etki / zarar-sonuç skalası [38].**

<b>Değer</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Kategori</b>
1	Dikkate Alınmalı	Hafif, zararsız veya önemsiz
3	Önemli	Düşük iş kaybı, küçük hasar, ilk yardım
7	Ciddi	Önemli zarar, dış tedavi, işgünü kaybı
15	Çok Ciddi	Sakatlık, uzuv kaybı, çevresel etki
40	Çok Kötü	Ölüm, tam maluliyet, ağır çevre etkisi
100	Felaket	Birden çok ölüm, önemli çevre felaketi

**Tablo 10. Risk düzeyine göre karar ve eylem [38].**

<b>Sıra</b>	<b>Risk Değeri</b>	<b>Karar</b>	<b>Eylem</b>
1	$R \leq 20$	Önemsiz Risk	Önlem öncelikli değildir
2	$20 < R \leq 70$	Olası Risk	Gözetim altında uygulanmalıdır
3	$70 < R \leq 200$	Önemli Risk	Uzun dönemde iyileştirilmelidir (yıl içinde)
4	$200 < R \leq 400$	Esaslı Risk	Kısa dönemde iyileştirilmelidir (birkaç ay içinde)
5	$400 < R$	Tolerans Gösterilemez Risk	Çalışmaya ara verilerek hemen gerekli önlemler alınmalıdır

İşyeri Bölümü : Değerlendiren : Tarih :

**RİSK DEĞERLENDİRME FORMU**

Nu	TEHLİKELER	RİSK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ				Aksiyonlar ve Ek Kontroller	Sorumlu	Süre
			İhtimal	Frekans	Etki	Risk Değeri			
1									
2									
3									
4									
5									
6									

ONAYLAYAN	
Adı Soyadı :	
İmza :	Tarih:

**Şekil 18. Fine Kinney Metodu değerlendirme formu**

Bu yöntemde Şekil 18’de görülen Risk Değerlendirme Formu’na tespit edilen tehlikeler yazılır. Tablo 7’de belirtilen açıklamalar doğrultusunda, belirlenen ihtimal değeri, Tablo 8’de belirtilen açıklamalar doğrultusunda frekans değeri ve Tablo 9’da belirtilen açıklamalar doğrultusunda sonuçların derecesi yazılır ve bu değerlerin çarpılması yoluyla bir risk değeri hesaplanır. Tablo 10’da verilen risk değeri gruplandırmasına bakılarak risk değerinin karar ve eylemine göre hareket edilir [38].

### **Risk Değerlendirmesi Metoduna Karar Verilmesi**

İncelenen bu yöntemler arasından 5x5 Matris Yönteminde; ihtimal ve şiddet değerinin çarpımı ile risk değeri bulunmaktadır. Risk değerinin hesaplanmasında sadece şiddet ve ihtimal derecesi hesaba katılmakta olup tehlikeye maruz kalma sıklığı ile ilgili bir parametre bulunmamasından dolayı bu yöntem yeterli görülmemiştir.

İncelenen Check List Metodu ise oluşturulan kontrol listesi üzerinde risk değerlendirmesi yapılan bir metot olup, oluşturulacak kontrol listesinin uzun deneyimlere sahip kişiler tarafından hazırlanması gerektiği ve kontrol listesinde belirtilmemiş tehlikelerin gözden kaçma ihtimalinin yüksek olması sebebiyle tercih edilmemiştir.

“Olursa Ne Olur?” Metodu yine Check List Metodu ile benzerlik göstermekte olup tespit edilen tehlikelere “Olursa ne olur?” sorusunun sorulması ve cevaplanması ile uygulanmaktadır. Uygulaması basit fakat listede bulunmayan tehlikelerin gözden kaçma ihtimalinin yüksek olması sebebiyle uygulanmamıştır.

Fine Kinney Metodu ise 5x5 Matris Metoduna benzemekte olup risk değerinin hesaplanmasında, tehlikeye maruz kalınan sıklık derecesinin de hesaba katıldığı görülmüştür. Bu sebeple, risklerin tespitinde ve risk değerinin hesaplanmasında daha gerçekçi sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları, sektöre uygunluğu, uygulanabilirliği gözönüne alınarak Fine Kinney Risk Değerlendirmesi Metodu'nun uygulanmasına karar verilmiştir.

Risk değerlendirmesi için sadece açık şalt sahası değil kapalı şaltın da bulunduğu bina, ve binadaki tehlike oluşturabilecek ilgili yerler incelenmiştir. Olası tehlike kaynakları, oluşabilecek riskler ve kimlerin etkilenebileceği belirlenmiş ve oluşturulan risk değerlendirme tablosuna yazılmıştır.

Fine Kinney Metodu'nda bahsedildiği gibi risk değeri hesaplamaları yapılmış, ardından oluşabilecek risklerden dolayı alınması gereken önlemler belirlenmiş, mevcut olan önlemler ile kıyaslanmış ve yeni durumdaki risk değeri de hesaplanmıştır. Bu sayede önlem alınmadan ve önlem alınması durumundaki risk değerleri görülmüş ve bu doğrultuda değerlendirmeler yapılmıştır.

Söz konusu tez çalışması literatür ve mevzuat araştırması, işyeri incelenmesi, Fine-Kinney metodu risk değerlendirmesi uygulaması ve trafo merkezindeki cihazların termal ölçümlerine dayanmaktadır. Hazırlanan bu çalışmada yer verilen bilgilerin alındığı kaynaklara “Genel Bilgiler” bölümünde etik açıdan atıflarda bulunulmuş ve kaynaklar bölümünde yararlanılan tüm dokümanlar belirtilmiştir.

## **BULGULAR**

“Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri” konulu tez çalışmasında 154 kV elektriği 34,5 kV’a çeviren 100 MVA kurulu güce sahip bir trafo merkezinde gerçekleştirilen Termal Ölçüm ve Risk Değerlendirmesi sonuçları bu bölümde belirtilmiştir.

### **TERMAL ÖLÇÜMLER**

#### **Termal Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi**

Trafo merkezi saha çalışmasında AEG-ETİ markalı 154/34,5 kV, 100 MVA kurulu güce sahip trafo merkezlerinden birine bağlı trafo üzerindeki cihazların termal ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm değerleri aşağdaki Tablo 11’de görüldüğü gibi bulunmuştur.



**Tablo 11. Termal ölçüm sonuçları**

<b>Ölçülen Cihaz</b>	<b>A fazı</b>	<b>B fazı</b>	<b>C fazı</b>
Ayırıcı	24 °C	24,5 °C	25,5 °C
Kesici	24 °C	25,5 °C	25,8 °C
Trafo Giriş Ayırıcısı	27,4 °C	28,7 °C	27,5 °C
Akım Trafosu	28,7 °C	28,1 °C	29,2 °C
154 kV Buşing	54,7 °C	55,2 °C	53,8 °C
34,5 kV Buşing	59,5 °C	60 °C	59,2 °C

Ölçümler sırasında Tablo 11’de gösterilen değerlerden de anlaşılacağı gibi tehlikeli olabilecek bir durumla karşılaşılmamış olup bütün sıcaklık değerleri 0 - 70 °C değerleri arasında ölçülmüştür.

## **RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI**

### **Risk Değerlendirme Yöntemi**

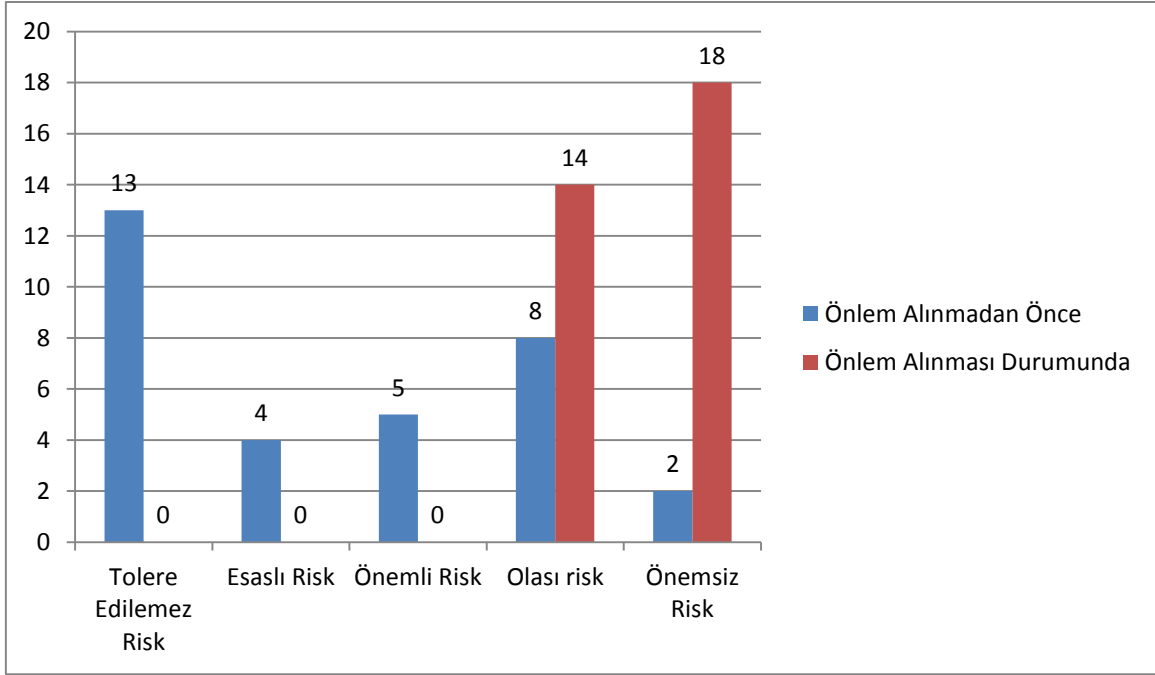
Trafo merkezinde uygulanmak üzere farklı risk değerlendirmesi metotları incelenmiş ve bu metotların avantaj ve dezavantajları, sektöre uygunluğu, uygulanabilirliği göz önüne alınarak Fine Kinney Risk Değerlendirmesi metodu tercih edilmiştir.

### **Risk Değerlendirme Bulguları**

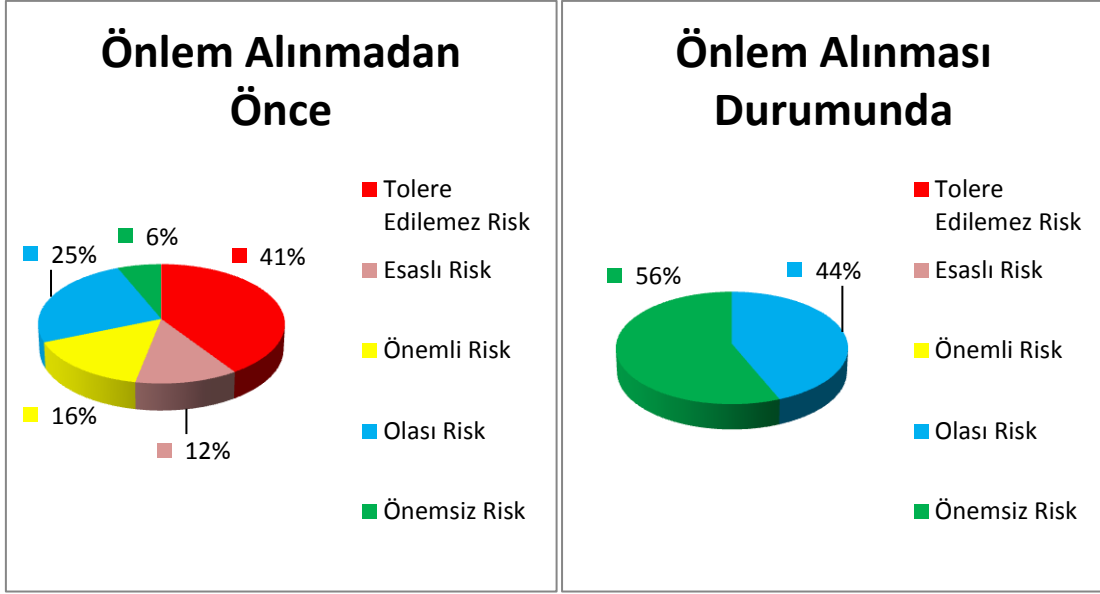
Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda toplam 32 adet risk tespit edilmiş olup önlem alınmaması durumunda bulunan risk değerleri ile önlem alınması durumunda elde edilen risk değerleri arasındaki farklar göze çarpmaktadır. Bulunan 32 adet riskin önlem alınması ve alınmaması durumundaki risk sayıları Tablo 12’te ve Şekil 19’da gösterilmiştir.

**Tablo 12. Risk değerlendirme uygulamasında önlem alınmadan önce ve sonra tespit edilen risk sayısı**

Risk Türü	Önlem Alınmadan Önce Risk Sayısı	%	Önlem Alındıktan Sonra Risk Sayısı	%
Tolerans Gösterilemez Risk	13	40,6	0	0
Esaslı Risk	4	12,5	0	0
Önemli Risk	5	15,6	0	0
Olası Risk	8	25	14	43,7
Önemsiz Risk	2	6,3	18	56,3
TOPLAM	32	100	32	100



**Şekil 19. Risk değerlendirme uygulamasında önlem alınmadan önce ve sonra tespit edilen risk sayısı**



**Şekil 20. Önlem alınmadan önce ve sonra risk türlerinin değişimi**

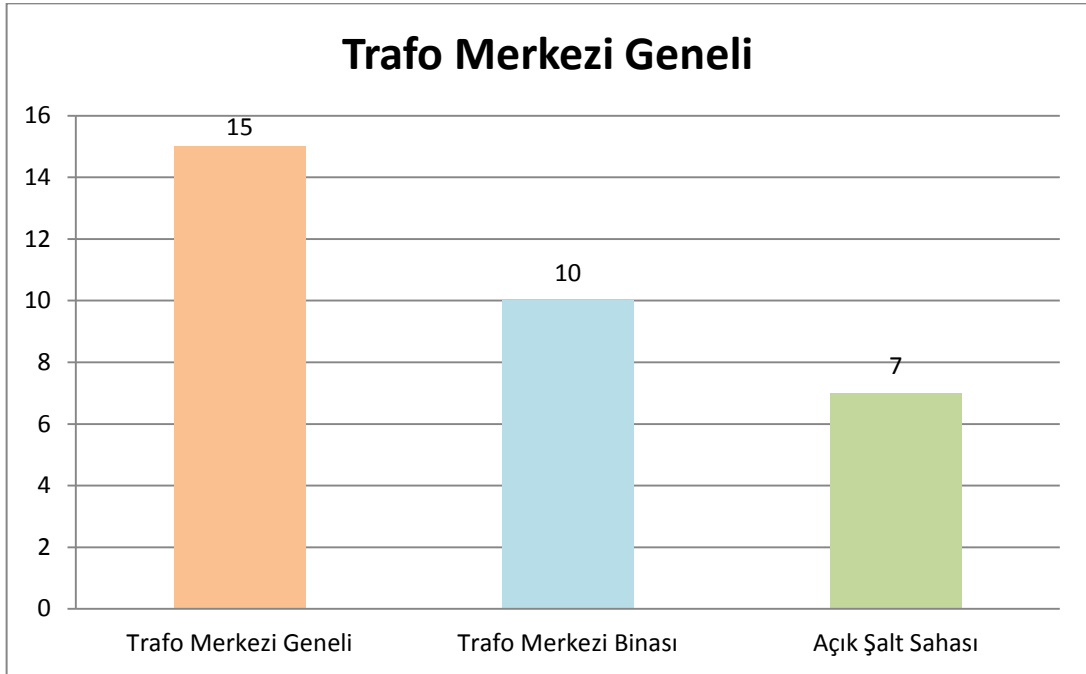
Önlem alınmaması durumunda tolerans gösterilemez risklerin toplam risk sayısının %40'ını oluşturması, sektörün ne derece tehlikeli olduğunu göstermektedir. Tolerans gösterilemez riskler, risk değerlerine göre aşağıdaki gibidir:

<u>Risk Değeri</u>	<u>Tolerans gösterilemez Riskler</u>
720	- Enerjili hücreye girme ve elektrik enerjisine maruz kalma
720	- Eğitim eksikliği
720	- İletişim ve koordinasyon eksikliği
720	- Vardiya devir teslim sırasındaki eksik bilgi aktarımı
720	- Fider isim ve numarası, manevra şeması eksikliği
720	- Temizlik sırasında yanlış ve hatalı hareketler
480	- Ark, patlama ve yanma
480	- Manevra sırasında yanlış veya hatalı işlemler
480	- Manevra öncesinde yanlış veya hatalı işlemler
480	- Manevra sırasında yanlış veya hatalı işlemler
480	- TM'nin hatalı tesisi ve/veya bakımsızlığı
480	- Fider, bara, kesici, ayırıcı, faz isimleri, numaralarının eksikliği
480	- Yetkisiz şahısların TM'ye giriş ve çıkışlar

Risk değerlendirmesinde tespit edilen riskleri yerlerine gore grupelemlendirecek olursak;

- 15 adet risk trafo merkezinin geneline,
- 7 adet risk trafo merkezi binasına,
- 10 adet risk ise açık Şalt sahasına ait risklerdir.

Toplam risk sayılarının tespit edildiği yere gore grupelemlenmesi ise Şekil 21’de gorulmektedir.



**Şekil 21. Risk sayısının tespit edildiği yere gore gosterimi**

Trafo merkezinin genelinde, açık Şalt sahasında ve trafo merkezi binasında tespit edilen risklerin onlem alınmadan once ve sonraki risk değerlerine gore grupelemlenmiŐ sayıları aşağıdaki Tablo 13 ve Tablo 14’te gosterildiği gibidir.

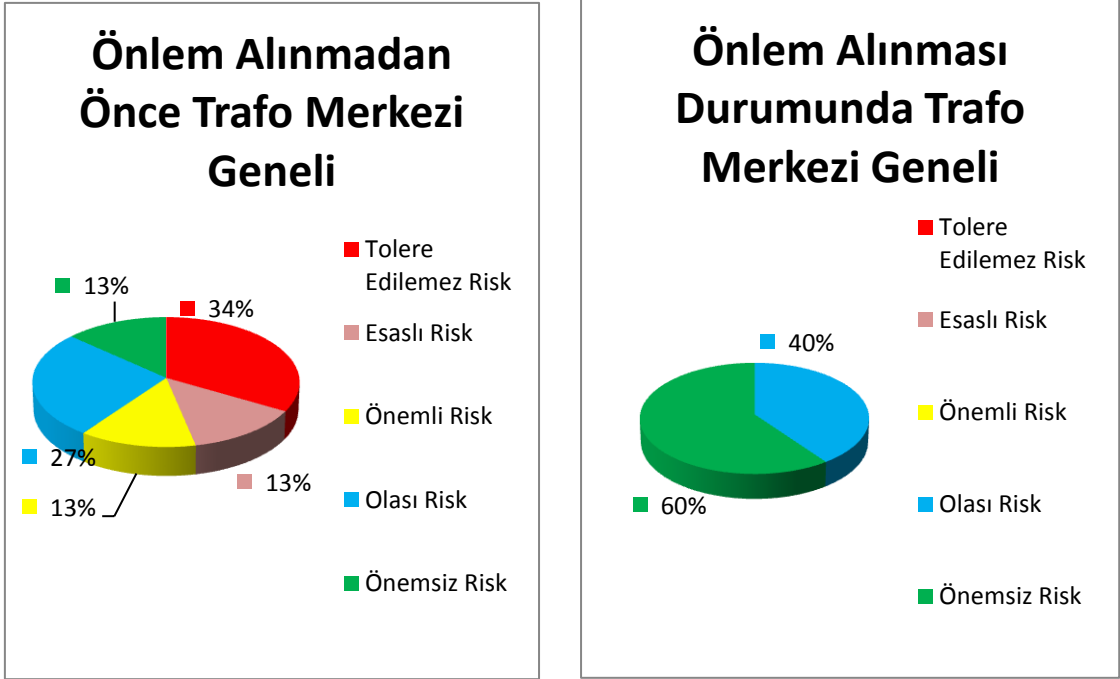
**Tablo 13. Önlem alınmadan önce trafo merkezinde farklı yerlerdeki risk sayıları**

Yer	Tolerans Gösterilemez Risk	Esaslı Risk	Önemli Risk	Olası Risk	Önemsiz Risk	TOPLAM	%
Trafo Merkezi Geneli	5	2	2	4	2	15	46,9
Açık Şalt Şahası	4	0	2	1	0	7	21,9
Trafo Merkezi Binası	4	2	1	3	0	10	31,2
TOPLAM	38	8	5	9	3	32	100

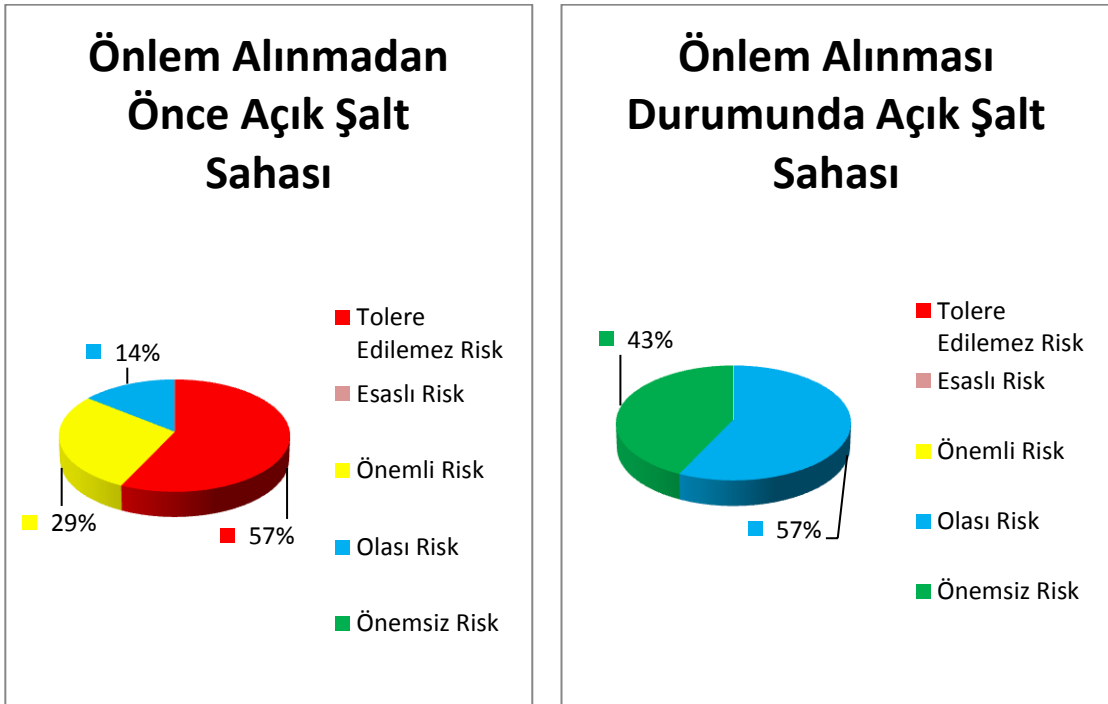
**Tablo 14. Önlem alındıktan sonra trafo merkezinde farklı yerlerdeki risk sayıları**

Yer	Tolerans Gösterilemez Risk	Esaslı Risk	Önemli Risk	Olası Risk	Önemsiz Risk	TOPLAM
Trafo Merkezi Geneli	0	0	0	6	9	15
Açık Şalt Şahası	0	0	0	4	3	7
Trafo Merkezi Binası	0	0	0	4	6	10
TOPLAM	0	0	0	42	21	32

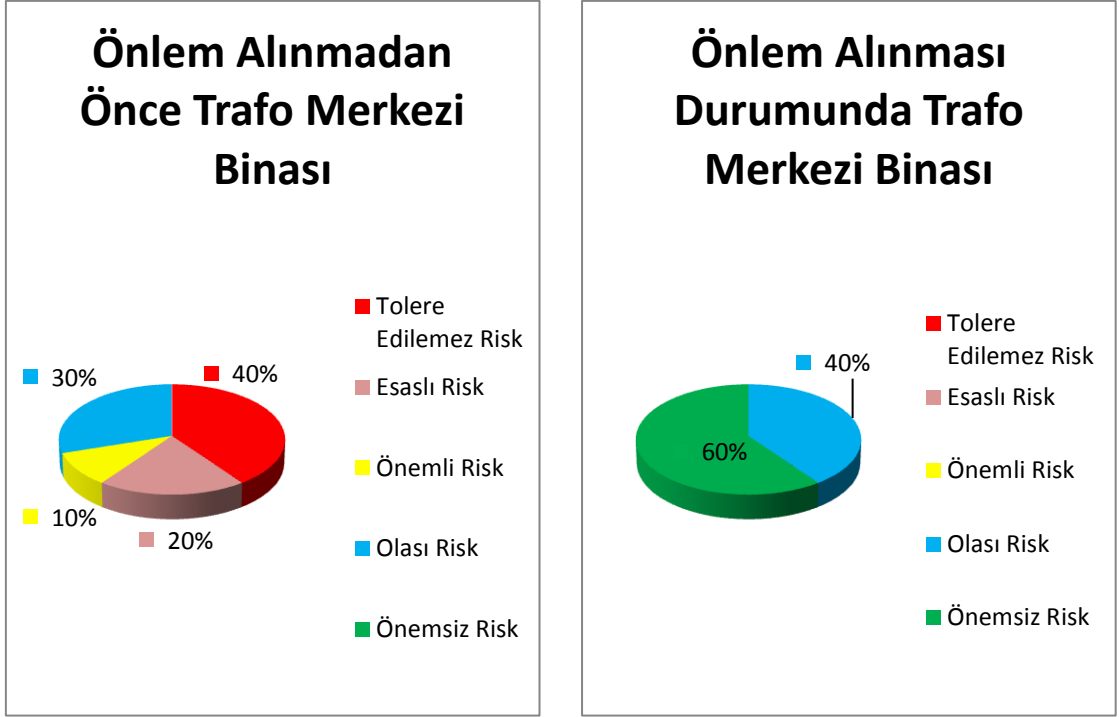
Risk değerlendirmesi yapılan bölümlerden trafo merkezi genelinin önlem alınmadan önce ve sonraki tespit edilen bütün risklerinin dönüşümleri Şekil 22’de, açık şalt sahasının önlem alınmadan önce ve sonraki tespit edilen bütün risklerinin dönüşümleri Şekil 23’te, trafo merkezi binasının önlem alınmadan önce ve sonraki tespit edilen bütün risklerinin dönüşümleri ise Şekil 24’te gösterildiği gibidir.



Şekil 22. Önlem alınmadan önce ve sonra trafo merkezi genelindeki risklerin değişimi



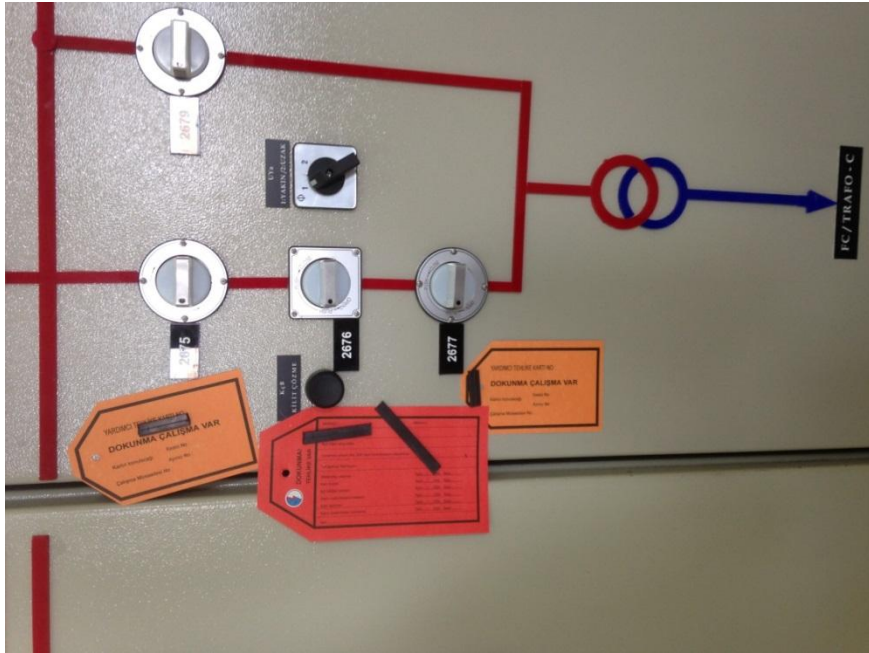
Şekil 23. Önlem alınmadan önce ve sonra açık şalt sahasındaki risklerin değişimi



Şekil 24. Önlem alınmadan önce ve sonra trafo merkezi binasındaki risklerin değişimi

## Tespit Edilen Riskler

### 1. Manevra Sırasında Yanlış veya Hatalı İşlemler:



Şekil 25. Panolar üzerindeki kartlamalar

Manevra sırasındaki hatalı işlemlerden kaynaklı risk, tolerans gösterilemez risk olarak bulunmuş olup alınan önlemler neticesinde olası riske düşürülmüştür. Manevra işlemine öncelikle devrede bulunan elektriği yük altında kesmeye yarayan kesicilerin açılması ile başlanır ve devrenin yüksüz duruma gelmesi sağlanır. Her bir adımda ilgili kartlamaların yapılması o cihazda işlem yapıldığının diğer çalışanlar tarafından görülmesi ve yanlış işlemlerin önüne geçilmesi açısından önemlidir. Manevra sırasında yapılan yanlış işlemler; ark, patlama, yangın gibi sonuçlar ortaya çıkardığı için hatasız işlem yapılması oldukça önemlidir.

- Manevra işlemine başlamadan önce kesicilerin açıldığı kontrol edilip ilgili birime bilgi verilmelidir.
- En az 2 çalışan birlikte çalışmalı ve birbirlerini kontrol etmelidir.
- Şekil 25’te görüldüğü gibi gerekli kartlamaların yapıldığından emin olunmalıdır.

## 2. Şalt Sahası Zemini:



**Şekil 26. Açık şalt sahasında bulunan otlar**

Şalt sahası zemininde bulunan otlar, herhangi bir ark durumunda yangın riskini artırmaktadır. Bu sebeple Şekil 26’da görüldüğü gibi uzamalarına izin verilmeden belirli aralıklarla kısaltılmaları gerekmektedir.





**Şekil 27. Açık şalt sahasında bulunan boya kutuları**



**Şekil 28. Açık şalt sahasında bulunan tahta parçaları**

Şekil 27 ve Şekil 28’de açık şalt sahası zemininde görülen tahta parçaları ve boya kutuları orada bulunan personel için takılma ve düşme riski oluşturmaktadır. Ayrıca yangın riskinin yüksek olduğu şalt sahasında yanıcı madde olan içi dolu boya kutularının bulunmasının yangın durumunda tehlikenin boyutlarını artıracığı düşünülmektedir.

### 3. Manevra Esnasında Kesicinin Uzaktan Kumandayı Algılamaması:



**Şekil 29. Kesicide oluşan ark**

Yüksek gerilimli ve büyük akımlı şebekelerde devre açma ve kapama işlemleri kesicilerle gerçekleştirilir. Kapalı kontaklar açılmak suretiyle akım kesilir. Bu esnada alternatif akımın zamana göre yönü ve şiddetinin değişmesi özelliğine göre ark ortaya çıkar. Kesicilerde ark söndürme bölümlerinde meydana gelen ark söndürülerek kontakların ve kesicinin zarar görmesi önlenir.

Kesicilerin açma kapatma işlemleri uzaktan kumanda ile yapılır fakat uzaktan kumanda sisteminin arızalanması durumunda fiziksel olarak yük altında iken kesicinin açma işlemi yapılır. Bu durumda;

- Çalışmaya başlamadan önce her bir çalışana bir çift YG eldiveni, 1 adet ıstaka, 1 adet YG kontrol kalemi, 1 adet izole halı temin edilmelidir.
- En az 2 çalışan birlikte çalışmalı ve birbirlerini kontrol etmelidir.
- Kesicinin ark söndürme sisteminin çalıştığından emin olunmalıdır.

#### 4. AC ve DC Panolar:



**Şekil 30. AC ve DC panolar**



**Şekil 31. Panoda çalışma sırasında oluşan ark**

Trafo merkezlerinin kontrolü panolar aracılığıyla yapılır. AC ve DC panolar üzerinde yapılan işlemlerin hatalı olması durumunda panoda meydana gelebilecek arızalar ark, yangın gibi tehlikeli durumların ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca panoda çalışan bir kişinin ark, yangın ve elektrikten olumsuz etkilenmesinin önlenmesi gerekmektedir. Bu durumda;

- Yetkili olmayan kişilerin panoların bulunduğu odaya yalnız girmemeleri sağlanmalıdır.
- Panoların önüne yalıtkan halı yerleştirilmelidir.
- Pano ile yapılan çalışmalarda, çalışana ve çalışılan gerilim seviyesine uygun KKD kullanımı sağlanmalıdır.

#### 5. Akü Odası:



**Şekil 32. Akü odası**

Şekil 32’de görülen akü odasında bulunan aküler ve ilgili parçalarının kurşun ve bazı kimyasallar içermesi sebebiyle aşağıdaki önlemlere dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Akü odasında bulunan aspiratörün çalışıp çalışmadığı belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- Akü odaları sürekli havalandırılmalıdır.
- Akü bakımlarında uygun eldiven, önlük, çizme ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Akü ile ilgili her çalışma sonrasında eller bol sabunlu su ile yıkanmalıdır.

## 6. Fider İsim ve Numarası, Manevra Şeması Eksikliği:



**Şekil 33. Kesici isim levhası**

Şekil 33'te görülen kesici isim levhasında olduğu gibi her cihazın üzerine o cihazın adı, kodu, teknik özelliklerinin bulunduğu levhaların asılması gerekmektedir. Manevra işlemleri sırasında hangi kesicinin kapatılıp açılacağı ile ilgili bilgiler kesicilerin kodu ile iletilmektedir. Bu sebeple cihazların levhalarının görünür olması yapılan işlemlerin hatalı olmaması için oldukça önemlidir. Önlem olarak;

- Fider isimlerinin yazılı olduğu levhaların düşme, silinme durumlarında yenilenmesi gerekmektedir.

## 7. Yangın, Parlama, Patlama Riski:



**Şekil 34. Trafo merkezi yangını**

Trafo merkezleri yangın açısından oldukça riskli yerlerdir. Şekil 34’te 2013 yılı Eylül ayında Malatya’da bir trafo merkezinde çıkan yangın görülmektedir. Açık şalt sahasında yangın çıkma sebeplerini sıralayacak olursak;

- Cihazlarda oluşan arklar,
- Yanlış işlemlerden kaynaklı patlamalar,
- Akü odasında bulunan akülerin yeterli havalandırılmaması sebebiyle açığa çıkan gazların sebep olabileceği yangınların çıkması,
- Trafo patlamaları,
- Cihazların aşırı ısınması sebebiyle çıkan yangınlar denilebilir.

Bu sebeple yangın açısından aşağıda sıralanan önlemler konusunda oldukça hassas davranılması gerekmektedir.

- Açık şalt sahasında bulunan cihazlarda ark oluşma ihtimalinin yüksek olması sebebiyle ark söndürme sistemlerinin çalışır durumda olduğunun kontrolü oldukça önemlidir.
- Mümkün olan en yüksek seviyede manevraların uzaktan yapılması sağlanmalıdır.

- Yangın söndürme tüpleri yeterli sayıda gerekli yerlerde bulunmalı, belirli periyotlarla dolumu ve kontrolleri yapılmalıdır.
- Açık şalta yabancı hayvan ve kontrol dışı insan girişinin engellenmesi için gerekli tedbirlerin alınması sağlanmalıdır.
- Hayvanların girişinin engellenmesi için kapılar sürekli kapalı durumda olmalıdır.
- Belirli aralıklarla yangın tatbikatı yapılmalıdır.

#### 8. Yangın Söndürme Sistemleri:



**Şekil 35. Açık şalt sahasında bulunan yangın tüpleri**

Ark ve patlama gibi sebeplerle trafo merkezlerinde yangın riskinin oldukça yüksek olması yangın söndürme sistemleri konusunda alınması gereken önlemlerin önemini oldukça arttırmaktadır.

- Şekil 35'te görüldüğü gibi yangın söndürme tüplerinin bir arada değil farklı yerlerde bulunması sağlanmalıdır.
- İlgili personele yangın söndürme eğitimi verilmeli ve farkındalık sağlanmalıdır.

## 9. Tehlike Uyarı Levhalarının Temin Edilmemesi ve Kullanılmaması:



**Şekil 36. Tehlike uyarı levhası**

Açık şalt sahaları yüksek gerilimin bulunduğu ve yetkisiz kişilerin girmesi durumunda çok tehlikeli sonuçların doğacağı bir yer olması sebebiyle hem çalışanların hem de çevredeki diğer insanların uyarılması amacıyla tehlike uyarı levhalarının önemi büyüktür.

- Tehlike ve uyarı levhalarının belirli aralıklarla kontrolü yapılarak üzeri silinmiş, paslanmış olanlar değiştirilmelidir.



## 10. KKD Kullanımı:



**Şekil 37. Yüksek gerilim ile yapılan çalışmalarda KKD kullanımı**

- Seçilen KKD'lerin yapılan işe, çalışana ve çalışılan gerilim seviyesine uygun olması gerekmektedir. Yüksek gerilime karşı koruma sağlayan KKD'lerin kullanımı gerektiğinden KKD'lerin CE işaretli olmasına dikkat edilmeli ve Kategori 3'e göre belirlendiğinden emin olunmalıdır.
- Yapılan saha denetimleri ile KKD kullanım alışkanlığı sağlanmalıdır.

## 11. Vardiya Devir Teslim Sırasındaki Eksik Bilgi Aktarımı:

3 vardiya olarak çalışılan trafo merkezinde çalışanın kendisinden önce hangi işlemlerin yapıldığını bilmesi önemlidir. Bu sebeple trafo merkezinde bir adet vardiya defteri bulunmakta ve herhangi bir işlem yapılması durumunda o günün tarihi atılarak vardiya defterine işlenmektedir. Günümüzde bu vardiya kayıt defteri yerine uygun bilgisayar programı kullanılmasının avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bu şekilde geçmişte yapılan işlemlerin gözden geçirilmesi daha kolay olacaktır. Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Vardiya kayıt defteri yerine uygun bilgisayar programına yapılan işlemlerin girilmesi sağlanabilir.
- Yeterli vardiya devir teslim süresi sağlanmalıdır.

## 12. Eğitim Eksikliği:

Eğitim eksikliği, tolerans gösterilemez risk olup aşağıda belirtilen önlemlerin alınması durumunda olası riske dönüşmektedir. İnsandan kaynaklı risklerin azaltılması çok önemli olduğu için eğitim konusunda gereken hassasiyet gösterilmelidir.

- Personel alımı esnasında merkezi sınav sisteminin yanında uygulamalı sınav yapılması sağlanmalıdır.
- Mesleki Yeterlilik Kurumunun yayımladığı Yüksek Gerilim Kablo Aksesuarları Montajcısı ve Yüksek Gerilim Teçhizatı Test Elemanı isimli ulusal meslek standartlarındaki şartlar göz önünde bulundurulmalıdır.
- İşe başlayan bütün personele temel eğitim ve İSG eğitimi verilmelidir.
- Verilen eğitimlerin uygulamalı takibi yapılmalıdır.
- Eğitim sonunda uygulanacak sınav ile eğitimin yeterliliği kontrol edilmeli, gerekli ise tekrar eğitim verilmelidir.

## 13. Yetkisiz Kişilerin TM'ne Giriş ve Çıkışları:

- Ziyaret amaçlı gelen kişilere yetkili kişilerce trafo merkezinde oluşabilecek riskler hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.

## 14. Çalışma Alanına Elle Malzeme ve Ekipman Taşınması:

Elle taşıma işlerinin yapıldığı durumlarda aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Ağırlığın fazla olduğu durumlarda elle taşıma yerine yük, vinç, el arabası vs yardımı ile taşınmalıdır.

- Elle taşınması gereken durumlarda 1 kişi yerine 2 veya 3 kişinin birlikte taşınması sağlanmalıdır.
- Elle taşıma işlemi yapan personelin kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları olup olmadığı takip edilmelidir.

#### 15. Uygun Olmayan Aydınlatma:

- Uygun yedek aydınlatma sistemi ve seyyar aydınlatma araçları bulundurulmalıdır.
- Elektrik kesintileri için jeneratör bulundurulmalıdır.

#### 16. El Aletleri:

- El aletlerinin kullanım kılavuzları ulaşılabilir olmalı ve okunması sağlanmalıdır.
- El aletleri kullanımı sırasında gerekli ise uygun KKD kullanılması sağlanmalıdır.

## TARTIŞMA

“Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri” konulu tez çalışmasında 154 kV elektriği 34,5 kV’a çeviren 100 MVA kurulu güce sahip bir trafo merkezinde cihazların termal ölçümü yapılmış ve risk değerlendirmesi uygulanmıştır.

Ümitköy Trafo merkezine bağlı trafo üzerinde yapılan ve Tablo 15’te sonuçları görülen termal ölçüm sonuçları incelendiğinde tehlikeli bir durumla karşılaşılmamıştır.

Ayırıcı, kesici, trafo giriş ayırıcısı ve akım trafosunun bütün fazlarının 24-29 °C değerleri arasında olduğu görülmektedir. Bu değerler normal olup herhangi bir sorun tespit edilmemiştir.

154 kV ve 34,5 kV buşinglerin ölçülen değerleri ise 53-60 °C arasındadır. Bu değerler de normal sınırlar içerisinde bulunmaktadır.

Fine Kinney Metodu uygulanan risk değerlendirmesi çalışmasına bakıldığında ise oldukça riskli bir sektör olduğu açıkça görülmektedir. Trafo merkezinin tamamında toplam 32 adet risk tespit edilmiş olup; Tablo 12’de görüldüğü gibi, bu risklerin %40’ı tolere edilemez risklerden oluşmaktadır. Alınan önlemlerden sonra bütün riskler olası risk ve önemsiz riske dönüşse de olası risklerin sayısının oldukça fazla olması, önlem alınması durumunda bile tamamen güvenli bir çalışma ortamı olmadığını göstermektedir. Risklerin yüksek gerilimden

kaynaklı elektrik çarpması ile ilgili olması ve yapılan hataların ölümlerle sonuçlanmasından dolayı trafo merkezleri elektrik sektörü içerisinde en riskli çalışma alanlarındandır.

Mehmet Ferit Pekeroğlu'na ait "Elektrik Tesislerinde Risk Değerlendirmesi" isimli makalede ise mekanik üretim ağırlıklı işlev gösteren (sac, demir işleme-büküm) bir sanayi tesisinde elektriksel riskleri ele alan bir risk değerlendirmesi yapılmıştır. Kaza sebepleri arasında elektriksel donanımların ilk beşte yer almasından dolayı elektriksel riskler üzerine bir çalışma yaptığı belirtilmiştir. Elektriksel riskler; Trafo Postası, Ana Dağıtım Panosu, Kablo Taşıma Sistemleri ve Aydınlatma Sistemleri olmak üzere 4 ana bölümde incelenmiştir. Bu çalışmada da en riskli bölümün Trafo Postası olduğu görülmektedir.

"International Journal of Engineering Research and Development"da 2012 yılı Haziran ayında yayımlanan Hüseyin Ceylan'a ait "Türkiye'deki Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi" isimli makalede de yüksek gerilimle çalışılan sektörlerde meydana gelen iş kazası ve meslek hastalıklarının istatistiki sonuçlarından bahsedilmiş ve bu sektörlerin ne kadar riskli olduğu gözler önüne serilmiştir. İlgili makalede TEİAŞ'ta meydana gelen iş kazalarının yıllara göre dağılımı aşağıdaki Tablo 15'te gösterilmektedir.

**Tablo 15. 2003 ve 2011 Yıllarında TEİAŞ'ta Meydana Gelen İş Kazaları ve Sonuçları**

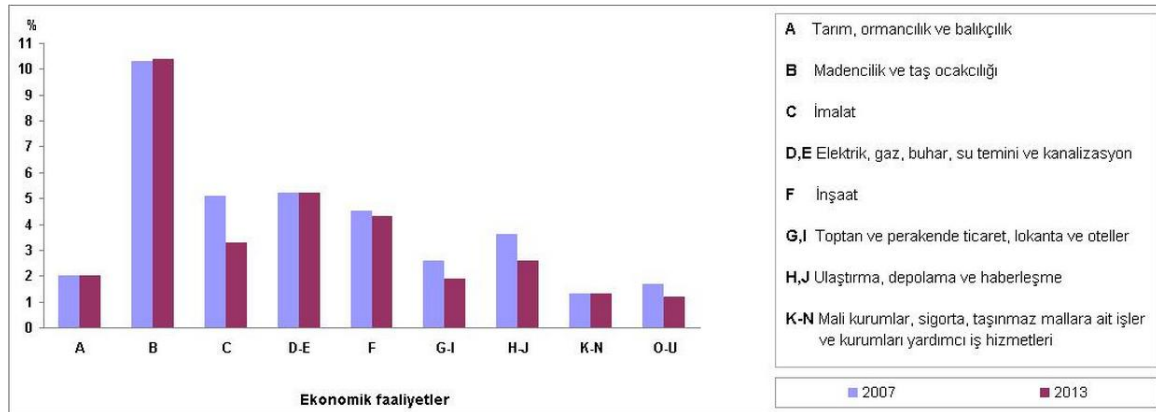
İş Kazası Sonucu	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Toplam	%
Ölüm	2	3	2	2	1	3	1	1	1	16	9,4
Ağır Yaralanmalı	8	8	7	7	4	13	11	12	3	73	42,7
Hafif Yaralanmalı	3	7	9	7	13	3	9	5	8	64	37,4
Yaralanmasız	1	3	1	5	-	-	2	4	2	18	10,5
Toplam	14	21	19	21	18	19	23	22	14	171	100

Tablo 15'e göre TEİAŞ'ta meydana gelen iş kazalarının %9,4'ü ölümlerle sonuçlanmaktadır. 2003-2011 yılları arasında gerçekleşen iş kazası sayısı 171 olup bunların 16 sı ölümlerle sonuçlanmıştır. Buradan iş kazası sayısının çok fazla olmadığı fakat ölüm oranının oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 16118 sayı, 24 Aralık 2013 tarihli, İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Sonuçları konulu haber bülteninde, son 12 ay içerisinde sektörel olarak iş kazası geçirenlerin oranı incelenmiştir. Şekil 38'de görüldüğü gibi en yüksek riske sahip madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı %10,4 iken hemen ardından elektrik, gaz, buhar, su ve kanalizasyon sektörü gelmekte olup, bu sektörde iş kazası geçirenlerin oranı %5,2 olarak hesaplanmıştır. 2007 sonuçları ile kıyaslandığında iş kazası geçirenlerin payı madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe 0,1 puan artarken, elektrik, gaz, buhar, su ve kanalizasyon sektöründe iş kazası geçirenlerin oranının ise değişmediği görülmektedir [39].

Bu tez çalışmasında yapılan araştırmalar neticesinde ise Tablo 4 ve Tablo 5'te görüldüğü gibi 2001-2012 yılları arasında Türkiye'de yaşanan bütün sektörlere ait iş kazalarının ölümlerle sonuçlanma yüzdesi 1,49 iken, TEİAŞ'ta yaşanan iş kazalarının ölümlerle sonuçlanma yüzdesi 6,81 olarak hesaplanmıştır. Hüseyin Ceylan'a ait "Türkiye'deki Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi" isimli makalede geçen Tablo 15'e göre ölüm oranınının 9,4 çıkma sebebi; o verilerin 2003-2011 yılları arasına ait olmasından kaynaklıdır.

TÜİK'in haber bülteninde elektrik, gaz, buhar, su termeni ve kanalizasyon sektörlerinin bir bütün olarak ele alındığı düşünülürse TEİAŞ'ta yaşanan iş kazalarından kaynaklı bulunan rakamların tutarlılığı görülmektedir.



Şekil 38. 2007 ve 2013 yıllarında sektörlere göre iş kazası geçirenlerin oranı

## SONUÇLAR

“Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri” konulu tez çalışmasında yapılan literatür taramasının ardından trafo merkezlerindeki cihazların termal ölçümü ve trafo merkezinde risk değerlendirmesi yapmak amacıyla saha çalışması gerçekleştirilmiştir.

Yapılan termal ölçüm neticesinde 24-60 °C arasında değerler ölçülmüştür. Termal ölçüm sonuçları, 70-120 °C değerleri arasında olması durumunda gözlem altında tutulup daha sık aralıklarla gözlem yapılması, 120 °C’den yüksek olması durumunda cihazlar için riskli bir durum olduğu anlamı çıkarılmakta olduğundan, sorunun tespit edilmesi ve anında müdahale edilmesi gerekmekte idi. Fakat ölçülen değerlerin 70 °C’den düşük çıkmasından dolayı ölçüm yapılan tarihteki rutin kontrolde herhangi bir tehlikeli durum olmadığı gözlemlenmiştir.

Ardından Fine Kinney Metodu kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış ve bunun sonucunda trafo merkezlerinin çok tehlikeli çalışma alanları olduğu açıkça görülmüştür. Risk değerlendirmesi sırasında tespit edilen riskler ve bu risklere ait çözüm önerilerine bulgular bölümünde değinilmiştir.

Yapılan risk değerlendirmesi sonucu Tablo 12’de gösterilen risk sayılarına bakılırsa tespit edilen 32 adet riskin %40’ının tolerans gösterilemez risk olduğu ve gerekli önlemler

alınması durumunda bile risklerin tamamının önemsiz risk durumuna dönüşmeyip %43'ünün hala olası risk olarak kaldığı görülmektedir.

Risk değerlendirmesi sırasında tespit edilen riskler, yerlerine göre 3 ana gruba ayrılmışlardır.

- Trafo Merkezi Genel
- Trafo Merkezi Binası
- Açık Şalt Sahası

Tablo 13'de gösterilen risklere bakılırsa tespit edilen risklerin %47'sinin trafo merkezinin genelinde, %22'sinin açık şalt sahasında, %31'inin ise trafo merkezi binasında tespit edildiği görülmektedir.

Yapılan tez çalışması sonucunda trafo merkezlerinin oldukça riskli yerler olduğu ve burada gerçekleşen iş kazalarının ölümlerle sonuçlanma ihtimalinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Önlem alınsa dahi risklerin devam ettiği, bu sebeple çalışanların çok dikkatli davranması gerektiği apaçık ortadadır. Trafo merkezinde yaşanan iş kazalarını azaltmak için alınması gereken somut önlemlerin yanı sıra, çalışan hatalarından kaynaklı tehlikeleri azaltmak için çalışanların motivasyonu, işle ilgili eğitim, bilgi ve becerileri de çok önemlidir. Bu sebeple Mesleki Yeterlilik Kurumunun yayımladığı meslek standartlarını sağlayan ve ilgili mesleki yeterlilik sertifikasına sahip olan kişilerin istihdamı, sektörde çalışan kalitesinin artırılması açısından oldukça önem arz etmektedir.

AB uyum sürecinde İSG ile ilgili birçok alanda yönetmelik bulunmasına karşın elektrik güvenliği ile ilgili doğrudan bir yönetmelik bulunmamaktadır. Elektrik güvenliğini kapsayan yönetmelikler diğer Bakanlıklar tarafından yayımlanmıştır. Bu çerçevede Türkiye'de İSG'yi düzenleyen İSGGM genel müdürlüğü ile diğer kurumlar arasında koordineli çalışılması önem arz etmektedir. Mevzuat çalışmalarının yanı sıra sahaya ve çalışanlara yönelik rehberler konusunda eksiklik bulunmaktadır ve bu eksikliğin giderilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] URL: <https://www.osha.gov/dte/library/electrical/electrical.pdf>
- [2] Y. Müh. İsa İlisu. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği Yeni Yönetmeliğin Getirdikleri. Bursa: Elektrik Mühendisleri Odası; 2002.
- [3] Elaine L, John L. Controlling Electrical Hazard, OSHA; 2002; OSHA 3075
- [4] Prof. Dr. Mustafa Bayram, Y. Müh. İsa İlisu. Elektrik Tesislerinde Güvenlik ve Topraklama, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası; 2004.
- [5] TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliği, 2010
- [6] P K Nag. Economics of Power Generation. Tata McGraw. Power Plant Engineering. Noida: Hill Publishing Company Limited; 2001; p.1
- [7] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), “World Energy Outlook 2012”
- [8] Hüseyin Ceylan. Türkiye’de Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi. International Journal of Enngineering Research and Development 2012; Vol 4, No 2
- [9] URL: <http://www.teias.gov.tr>
- [10] Anadolu Üniversitesi, e-kitap, ISBN: 978-975-06-0798-1, Elektrik Enerjisi Üretimi ve Dağıtımı.
- [11] 24246 sayılı Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, 2000: Madde 4.
- [12] H. Lee Wills. Distribution Substations. Power Distribution Planning Reference Book. 2. New York: Marcel Dekker; 2004. p.597

- [13] MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi). Transformator Merkezleri. Elektrik Elektronik Teknolojisi 2007
- [14] Anthony J. Pansini, E.E., P.E. Electrical Power Equipment. Electrical Transformers and Power Equipment.3. Lilburn: Prentice Hall; 1999. p.152.
- [15] Hemant Joshi. Outdoor High-voltage Switchyard. Residential, Commercial and Industrial Electrical Systems Vol 2. New Delhi: Tata McGraw-Hill; 2008. p.55-58, 198-199.
- [16] John D. McDonald. Circuit Breakers. Electric Power Substations Engineering. 3. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group; 2012. p.4-22.
- [17] J. S. T. Looms. Functions of Insulator. Insulators For High Voltages. 2. London: Peter Peregrinus Ltd; 1990.
- [18] URL: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Akım\\_transformatörü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Akım_transformatörü)
- [19] Andrew R. Hileman. Metal Oxide Surge Arresters. Insulation Coordination for Power Systems. 4. New York: Marcel Dekker; 1999. p.497-198.
- [20] MEB. Koruma Röleleri 1. Elektrik Elektronik Teknolojisi 2012;2-5
- [21] J. Lewis Blackburn, Thomas J. Domin. Introduction and General Philosophies. Protective Relaying Principles and Applications. 4. Boca Raton: CRC Press Taylor&Francis Group; 2014. p 1-5
- [22] U. A. Bakshi, M. V. Bakshi, Transformer Protection. Switchgear & Protection. 1. Pune: Technical Publications Pune; 2009. p.8-15.
- [23] Badri Ram, D. N. Vishwakarma. AC Machines and Bus-zone Protection. Power System Protection and Switchgear. 22. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited; 2007. p. 197-198.
- [24] URL: [www.elektrikport.com](http://www.elektrikport.com)

- [25] Mehmet Cesim Alkan, Korhan Ertunç. TEİAŞ (Türkiye). İş Sağlığı ve Güvenliği Ders Notları (Trafo Bakım Programı).
- [26] İ. Karakaş. İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İhtilafları ve Çözüm Yolları. Yaklaşım Yayıncılık, Ankara: 15-16, 259-261
- [27] 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012: Madde 3.
- [28] Tozan, C., “İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Uygulamaları”, Türk-İs Yayınları, Ankara; 2011. 22-23, 58-59, 74-80.
- [29] Dizdar, E., “İş Güvenliği”, Dilara Yayınevi ve Matbaacılık, Trabzon, 100-103, 109-113, 311-320 (2003).
- [30] Yiğit, A., “İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı”, Aktüel, İstanbul, 11-15 (2005).
- [31] Karakas, İ., “İş Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı Uygulama Rehberi”, Adalet Yayınevi, Ankara, 29-33, 67-69, (2007).
- [32] İncirioğlu, L., “İş Sağlığı ve Güvenliği’nde İşçi ve İşverenin Hukuki Ve Cezai Sorumlulukları”, Legal Yayıncılık, İstanbul, 3-5,19-30, 83-87 (2008).
- [33] Teoman Akpınar, Baki Yiğit Çakmakkaya. İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. Çalışma ve Toplum 2014; 1: 273.
- [34] 28512 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012: Madde 4, 9.
- [35] Özlem Özkılıç. İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. 2013
- [36] URL: [www.dijimecmua.com](http://www.dijimecmua.com)

[37] Abdi Kökpınar. Termal Kamera. TEİAŞ 8. İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürlüğü Ankara, 2009.

[38] G. Fine Kinney, A. D. Wiruth, Practical Risk Analysis for Safety Management. California: Naval Weapons Center; 1976.

[39] Türkiye İstatistik Kurumu. İş Kazaları ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Araştırma Sonuçları, Haber Bülteni 2013; 16118.

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Elektrik akımının insan vücuduna etkisi [4] .....	7
Tablo 2. Gerilimli teçhizatlara mutlak yaklaşma mesafeleri [5] .....	8
Tablo 3. Voltaj değerlerine göre gerilim kademeleri .....	10
Tablo 4. Türkiye’de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası ve ölümlü iş kazası sayıları .....	30
Tablo 5. Türkiye’de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen meslek hastalığı ve ölümlü sonuçlanan meslek hastalığı sayıları.....	31
Tablo 6. TEİAŞ'ta 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası sayıları.....	34
Tablo 7. İhtimal skalası [38].....	45
Tablo 8. Frekans (maruziyet) skalası [38].....	45
Tablo 9. Etki / zarar-sonuç skalası [38].....	46
Tablo 10. Risk düzeyine göre karar ve eylem [38].....	46
Tablo 11. Termal ölçüm sonuçları.....	50
Tablo 12. Risk değerlendirme uygulamasında önlem alınmadan önce ve sonra tespit edilen risk sayısı .....	51
Tablo 13. Önlem alınmadan önce trafo merkezinde farklı yerlerdeki risk sayıları.....	54
Tablo 14. Önlem alındıktan sonra trafo merkezinde farklı yerlerdeki risk sayıları .....	54
Tablo 15. 2003 ve 2011 Yıllarında TEİAŞ'ta Meydana Gelen İş Kazaları ve Sonuçları .....	70

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Alternatif akım etkilerinin akım / zaman bölgeleri [2].....	6
Şekil 2. Basit bir enerji iletim ve dağıtım sisteminin blok şeması [10].....	10
Şekil 3. 250 kVA demir trafo direği ve platformu [13].....	12
Şekil 4. Metal köşk tipi trafo merkezi [13].....	13
Şekil 5. Beton köşk tipi trafo merkezi [13] .....	13
Şekil 6. Ankara'da bulunan trafo merkezlerinin gösterimi .....	14
Şekil 7. Ankara'da bulunan trafo merkezleri haritasının açıklamaları .....	15
Şekil 8. Açık şalt sahası [13] .....	15
Şekil 9. Güç trafosu .....	17
Şekil 10. 154 kV SF6 gazlı kesici.....	18
Şekil 11. Açık şalt sahasında kullanılan ayırıcılar.....	19
Şekil 12. Cam ve porselen tip izolatörler .....	20
Şekil 13. Açık şalt sahası etrafında bulunan tel kafes .....	24
Şekil 14. Türkiye'de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen iş kazası sayıları.....	32
Şekil 15. Türkiye'de 2001-2012 yılları arasında tespit edilen meslek hastalığı sayıları .....	33
Şekil 16. Flir System Tharma Cam P45 .....	43
Şekil 17. Açık şalt sahasında cihazların termal ölçümü .....	44

Şekil 18. Fine Kinney Metodu değerlendirme formu.....	47
Şekil 19. Risk değerlendirme uygulamasında önlem alınmadan önce ve sonra tespit edilen risk sayısı .....	51
Şekil 20. Önlem alınmadan önce ve sonra risk türlerinin değişimi.....	52
Şekil 21. Risk sayısının tespit edildiği yere göre gösterimi .....	53
Şekil 22. Önlem alınmadan önce ve sonra trafo merkezi genelindeki risklerin değişimi .....	55
Şekil 23. Önlem alınmadan önce ve sonra açık şalt sahasındaki risklerin değişimi .....	55
Şekil 24. Önlem alınmadan önce ve sonra trafo merkezi binasındaki risklerin değişimi .....	56
Şekil 25. Panolar üzerindeki kartlamalar.....	56
Şekil 26. Açık şalt sahasında bulunan otlar .....	57
Şekil 27. Açık şalt sahasında bulunan boya kutuları .....	58
Şekil 28. Açık şalt sahasında bulunan tahta parçaları .....	58
Şekil 29. Kesicide oluşan ark .....	59
Şekil 30. AC ve DC panolar .....	60
Şekil 31. Panoda çalışma sırasında oluşan ark .....	60
Şekil 32. Akü odası.....	61
Şekil 33. Kesici isim levhası .....	62
Şekil 34. Trafo merkezi yangını .....	63

Şekil 35. Açık şalt sahasında bulunan yangın tüpleri.....	64
Şekil 36. Tehlike uyarı levhası .....	65
Şekil 37. Yüksek gerilim ile yapılan çalışmalarda KKD kullanımı .....	66
Şekil 38. 2007 ve 2013 yıllarında sektörlere göre iş kazası geçirenlerin oranı .....	71



## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler:**

**Adı Soyadı:** Nurdan ÖZKAN

**Doğum Yeri ve Tarihi:** ANKARA / 26.06.1985

**E-Posta:** nkilic@csgb.gov.tr

### **Eğitim Bilgileri:**

**Lise:** M.E.V Özel Ankara Fen Lisesi (2003)

**Lisans:** Elektrik-Elektronik Mühendisliği / Gazi Üniversitesi (2009)

### **Yabancı Dil:**

İngilizce (İyi seviyede-okuma, yazma, konuşma)

### **İş Tecrübeleri:**

1) Enerkom Enerji A.Ş. (2009 – 2010)

2) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2011- )

## **EKLER**

EK-1: Uygulanan Risk Değerlendirmesi Formu