

T.C.
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK ÇALIŞMALARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ammar Yasir Korkusuz

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mehmet Sağbaş

İSTANBUL
Ağustos 2014

T.C.
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 15/8/2014

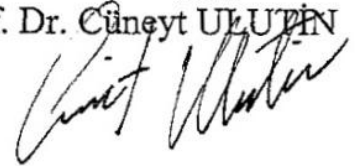
Danışman

Doç. Dr. Mehmet SAĞBAŞ



Üye

Prof. Dr. Cüneyt ULUPIN



Üye

Yrd. Doç. Dr. Umut Engin AYTEN



İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	I
İçindekiler	II
Tablolar	IV
Özet	V
Summary	VI
Önsöz	VII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İş Güvenliği	2
1.2. Kaza ve İş Kazaları.....	3
1.3. Elektrik	4
1.3.1. Kelime anlamı ve tarihi	4
1.3.2. Elektrik nedir?	5
1.3.3. Ohm Yasası.....	8
2. ELEKTRİĞİN TEHLİKELERİ.....	11
2.1 Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi.....	12
2.2 Elektrik Kazalarına Etki Eden Faktörler.....	13
2.2.1 İş Güvenliği Kültürü	13
2.2.2. İş Güvenliği Yönetimi	14
2.2.3. Güvensiz Davranış ve Güvensiz Durum.....	14
2.2.4. İnsan Hatası	16
2.2.5. Hızlı Çalışmak	16
2.2.6. Yeni Teknolojiler ve Yeni Riskler.....	16
3. ELEKTRİKLİ ÇALIŞMALARDA YAPILMASI GEREKENLER	18
3.1 Risk Değerlendirmesi	19
3.2 Elektrikli İşlerde Tehlikelerinin Belirlenmesi	22
3.2.1. Kusurlu Kablolama.....	23
3.2.2. Korumasız Elektrikli Bölümler.....	23
3.2.3. Yaklaşma sınırı	23
3.2.4. Havai Elektrik Hatları.....	24
3.2.5. Kusurlu Yalıtım Tehlikesi	24

3.2.6. Kusurlu Topraklama Tehlikesi	24
3.2.7. Aşırı Yükten Kaynaklanan Tehlikeler	25
3.2.8. Islak Çalışma Koşulları.....	26
3.3. Elektrik Tehlikelerinin Analiz Edilmesi.....	26
3.4. Elektrik Tehlikelerinin Kontrol Altına Alınması.....	27
3.4.1. Riskin Ortadan Kaldırılması	28
3.4.2. Yerine Koyma.....	28
3.4.3. Kontrol ve İzolasyon.....	28
3.4.4. Mühendislik Kontrolü.....	29
3.4.5. Yönetimle İlgili Kontroller	29
3.4.6. Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı	31
3.5. İzleme ve Gözden Geçirme	32
4. ELEKTRİK TEHLİKELERİ RİSK ANALİZİ - BİR VAKIF ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ.....	33
5. ELEKTRİKLİ ÇALIŞMALAR İÇİN KKD VE İLK YARDIM.....	35
5.1 Elektrikli Çalışmalar İçin KKD	35
5.1.1 Kafa için KKD	35
5.1.2 Gözler ve Yüz İçin KKD	36
5.1.3 Vücut için KKD	36
5.1.4 Eller için KKD.....	36
5.1.5 KKD Kullanım Eğitimi.....	36
5.2 Elektrik kazalarında ilk yardım	37
5.2.1 Ortamın güvenli hale getirilmesi	37
5.2.2 Suni Solunum	38
5.2.3 Kalp Masajı.....	38
6. SONUÇ.....	39
KAYNAKÇA.....	40
ÖZGEÇMİŞ	43
EK -1 Bir Vakıf Üniversitesi Elektrik Tehlikeleri Değerlendirmesi	44

TABLULAR

Tablo 1.1: Türkiye'deki iş kazalarının sektörlere göre dağılımı	2
Tablo 3.1: Elektrikli çalışmalarda çalışabilecek kişiler	18
Tablo 3.2: Tehlike şiddeti kategorileri	20
Tablo 3.3: Olay olasılık kategorileri	21
Tablo 3.4: L tipi matris risk değerlendirme yöntemi risk skorları	21
Tablo 3.5: Risk kabul dereceleri ve yapılması gereken eylemler	22
Tablo 3.6: Gerilim altındaki donanımlara yaklaşma mesafeleri	24

ELEKTRİKLİ ÇALIŞMALARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

(ÖZET)

Teknoloji son yıllarda inanılmaz bir hızla gelişmekte olup, teknolojinin en büyük keşiflerinden biri olan elektrik ise hayatımızın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Yalnızca çalışma alanlarında değil, ev, okul, kafeterya, restoranda bulunan elektrik kaynakları, artık toplu taşıma araçlarında bile bulunmaktadır.

Elektrik her zaman dikkatle yaklaşılması gereken, tehlikeli bir enerji kaynağıdır. Bu denli yoğun kullanılan teknoloji hakkında toplumun ve çalışanların bilgisi maalesef yeterli değildir. Genelde elektrikle ilgili uyarılar dikkate alınmamakta ve elektriğin tehlikesi göz ardı edilmektedir.

Bu çalışmada ilk bölümde elektriğin tarihi gelişimi ve tanımları verilmiştir. İkinci bölümde elektriğin tehlikeleri belirtilmiş ve elektrik kazalarına etki eden faktörler incelenmiştir. Üçüncü bölümde elektrikli çalışmalarda yapılması gerekenler, risk değerlendirmesi adımlarıyla açıklanmıştır. Dördüncü bölümde bir vakıf üniversitesi örneğiyle elektrik tehlikeleri açısından risk değerlendirmesi verilmiştir. Beşinci bölümde elektrikli çalışmalarda kullanılan kişisel koruyucu donanım ve elektrik kazaları sonucunda yapılması gereken ilk yardım anlatılmıştır. Son olarak da tezin sonuçları verilmiştir.

Anahtar sözcükler: elektrik, elektriğin tehlikeleri, risk değerlendirmesi, elektrik işlerinde güvenlik

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN ELECTRICAL WORK

(SUMMARY)

Technology has been developing with a great speed lately and we can see electricity in everywhere, which is one of the biggest discoveries of technology. The electricity is not used only in work places, but also in houses, schools, cafes, restaurants and public transportation vehicles.

People should approach electricity very carefully since it is a a dangerous energy source. Unfortunately, workers do not have enough knowledge about this much intensive used energy. The rules of electrical safety are generally not cared and the danger of electricity is usually ignored.

In this work, the history and the definition of electricity was given in the first section. Dangers of electricity and accident factors were discussed in the second section. In the third section, precautions of electrical work were given along with risk assessment steps. Then, a risk assessment example for electrical hazards in one private university was stated in the fourth section. First aid of electrical accident and personal protective equipment were given in the fifth section. Finally, there are results in the last section.

Keywords; electricity, hazards of electricity, risk assessment, safety in electrical work

Önsöz

Bu tez çalışmasında bana her türlü yardımda bulunarak, ihtiyacım olan her konuda bana kıymetli yönlendirmeleriyle destek olan, bitirme danışmanım sayın Doç Dr. Mehmet Sağbaş hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca gelişimimde en büyük pay sahibi olan, beni eğitim konusunda ve akademik kariyer konusunda sürekli motive eden babam Prof. Dr. Mehmet Refik Korkusuz'a ve annem Reyhan Korkusuz'a bana verdikleri destek nedeniyle teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Teknolojideki hızlı gelişim, üretim sistemlerindeki değişimler, rekabetin çok ileri seviyelerde olması iş sağlığı ve güvenliği açısından çalışanlara yönelik tehlikeleri daha da artırmaktadır. Özellikle sanayileşme sonucu yeni üretim modellerinin ortaya çıktığı 20. yüzyıl yoğun makine kullanımını nedeniyle ortaya çıkan iş kazalarının arttığı bir dönem olmuştur. 2. Dünya Savaşı sonrası, gelişmiş ülkelerdeki çalışanlar hükümetlere baskı yaparak çalışma şartlarında gelişmeler elde etmiştir. Ancak 1970'lerdeki kar düşüklüğü ve krizler sebebiyle kapitalizm maliyetleri düşürüp üretimi artırmak için kendine yeni metotlar aramaya başlamıştır. Üretim sistemlerinin büyük bölümü maaşların düşük olması ve iş sağlığı kavramının var olmaması sebebiyle Asya – Pasifik bölgesine kaydırılmıştır. Bu küreselleşme hamlesi, gelişmiş ülkelerdeki işçilerin şartlarını da baltalamıştır bu da küresel çapta iş sağlığını olumsuz etkilemiştir. Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organisation, ILO) verilerine göre dünyada her yıl 335 bini ölümlü olmak üzere 250 milyon iş kazası meydana gelmektedir [1].

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de iş kazaları büyük bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan çalışmalar ve alınan önlemler sonucunda Türkiye'deki iş kazaları oranı kısmen azalmıştır. Ancak hala gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında bu ülkelerin seviyesine erişmemiz için daha çok çalışmamız gerektiği gözükmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2013 yılında Türkiye'de toplam 30614 iş kazası yaşanmıştır. 2007 yılında ise 24470 iş kazası yaşanmıştır. Bu 6 yılda Türkiye'deki sanayi gelişmesi de göz önünde bulundurulduğunda iş kazası sayısında oransal olarak ciddi bir düşüş olduğu söylenebilir [2].

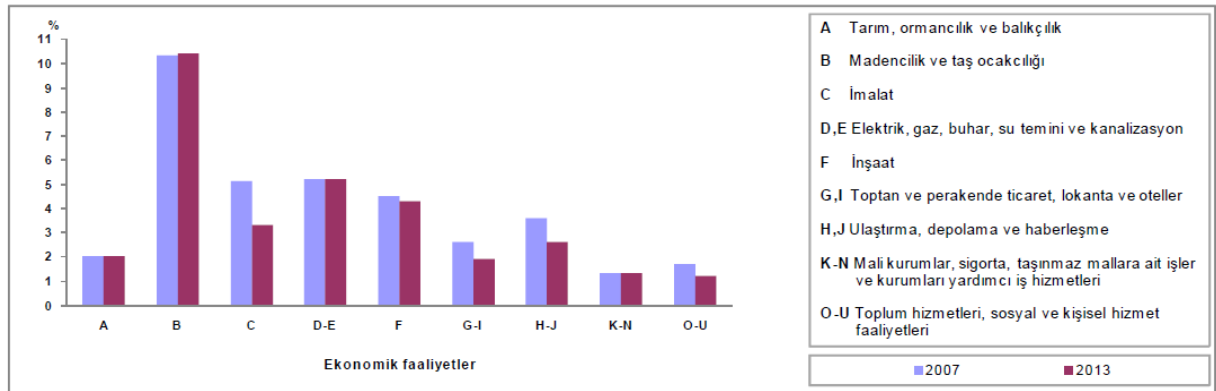
Avrupa Birliği istatistikleriyle ülkemizdeki veriler kıyaslandığında maalesef ülkemizdeki ölüm oranlarının ne kadar fazla olduğu ortaya çıkıyor. Türkiye'de 100 bin işçide ölüm oranı % 14.5 iken, Avrupa Birliği'nde bu oran 100 bin işçide % 2.5 olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani Türkiye'deki ölüm oranı Avrupa'dan 6 kat daha fazladır denilebilir [3].

İş kazaları sonucu ölüm sayısı 2011 yılında 1700 idi. 2012 yılında bu rakam 744'e düşmesine rağmen 2013 yılında tekrar yükselişe geçerek 1235'e çıktı. 2014 yılının ilk aylarında

bu rakam 400 civarındaydı. Fakat geçtiğimiz günlerde yaşadığımız Soma faciasıyla 2014 yılı içerisinde iş kazaları sonucu ölen işçi sayısı şimdiden 700 civarındadır [3].

Türkiye’de 2013 yılında iş kazası geçirenler sektörel olarak incelendiğinde, madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı % 10.4, elektrik, gaz, buhar, su ve kanalizasyon sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı % 5.2 iken, inşaat sektöründe iş kazası geçirenlerin oranı % 4.3 olarak gerçekleşmiştir. Sektör bazındaki sonuçlar, 2007 yılı sonuçları ile karşılaştırıldığında iş kazası geçirenlerin payı madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe % 0.1 oranında artarken, inşaat sektöründe % 0.2 oranında azalmıştır. Elektrik, gaz, buhar, su ve kanalizasyon sektöründe iş kazası geçirenlerin oranında ise bir değişiklik gözlenmemiştir [2]. Tablo 1.1’de bu değerler görülebilir;

Tablo 1.1: Türkiye’deki iş kazalarının sektörlere göre dağılımı [2].



Elektrik güvenliği alanında ülkemizde yapılan yayın sayısı çok azdır. Bu alanda yapılan araştırmalarda karşımıza özellikle akademik alanda sadece yabancı kaynaklar çıkmaktadır. Bu tezin amacı elektrik güvenliğinin nasıl sağlanacağını araştırmak ve bu alanda güvenilir, Türkçe bir kaynak ortaya çıkarmaktır.

1.1. İş Güvenliği

Çalışanların iş kazasına maruz kalmalarını engellemek, onları beden ve ruhen sağlıklı tutabilmek için çalışma ortamında alınması gereken önlemlere İş Güvenliği denir [4]. Dünyada ve ülkemizde teknolojik gelişmeler neticesinde işyerlerinde çalışan işçilerin güvenliği ile

İlgili bir takım problemler ortaya çıkmıştır. Bu problemleri önlemek için işyerlerinde bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu tedbirlerin amacı aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Çalışanlara en yüksek sağlıklı ortam sunmak,
- Çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden onları korumak,
- İş ve işçi arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamak,
- İşyerlerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararları en aza indirebilmek,
- Oluşabilecek maddi ve manevi zararları ortadan kaldırmak,
- Çalışma verimini artırmak [4]

1.2. Kaza ve İş Kazaları

Olayların daha önceden düşünüldüğü gibi olmaması, insanların zarar görmeleri, sakatlanmaları ya da ölmelerine sebep olan durumlara kaza denir [4]. İş kazasının en bilinen tanımı Sosyal Sigortalar Yasası'nda verilen tanımdır. Bu tanıma göre, “iş”in kapsamında olmayan ve “işveren”in sorumluluk alanına girmeyen bazı durumlar da iş kazası kapsamına girebilmektedir.

Yasaya göre iş kazası, aşağıdaki durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan, bedence ve ruhça arızaya uğratan olaya denir [5].

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısıyla,
- Sigortalının, işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emzikli kadın sigortalının çocuğuna süt vermesi için ayrılan zamanlarda,
- Sigortalının işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmeleri sırasında (servis) oluşursa, iş kazası olarak kabul edilmektedir [5].

Kazanın her zaman insanda yaralanma ya da ölüm meydana getirmesi gerekmez. “Ramak kala” olayları da herhangi bir zarar vermemesine rağmen iş güvenliği açısından incelenmesi gereken, ileride büyük kazalara yol açabilecek etmenlerin habercisidir. Bu durumlar

bir yaklaşım ve dikkat eksikliğinin göstergesidir ve gelecek açısından değerlendirilmelidir. İş kazası, diğer bir tanımla, yaralanma veya ölümlle sonuçlanan, üretimle ilgili olan ve istenmeyen bir olaydır. Böyle bir tanımlama bize iş kazalarının önlenmesi için alınabilecek önlemleri, işletme yönetim ve üretim planının bir parçası haline getirme olanağı verir. İş ile onun sağlık yönü ayrılamaz. Hiçbir kaza öncesinde bilinemez ancak kazaya neden olan durumlar önlenabilir. Bir kaza olayı 5 sebebin birbiri ardına dizilmesiyle meydana gelir. Bunlardan bir tanesi olmadan diğer gerçekleşmez ve dizi tamamlanınca kaza meydana gelir. Bu 5 faktöre kaza zinciri denir. Bunlar [4];

- İnsanın doğal yapısı (İnsanın doğa karşısındaki zayıflığı),
- Kişisel kusurlar,
- Güvensiz hareket ve güvensiz şartlar,
- Kaza olayı,
- Yaralanma (zarar veya hasar).

İş kazalarının % 79.5'i güvensiz hareketlerden, % 19.5'i güvensiz şartlardan ve yalnızca % 1'i nedeni bulunamayan faktörlerden dolayı meydana gelmektedir [4].

1.3. Elektrik

1.3.1. Kelime anlamı ve tarihi

Elektrik kelimesinin kökeni eski Yunanca'daki "elektor" kelimesinden gelir. Elektor, kehribar demektir. Kehribar altına benzeyen kahverengi-sarı bir maddedir ve güneş ışığı altında parlar. Eski Yunanlılar, kehribarın diğer maddelerle ovulduktan sonra hafif maddeleri çektiğini fark ettiler (statik elektrik). İlk olarak elektrik kavramı buradan çıkmıştır.

Elektriğin tarihçesi [6]:

600BC: Bir Yunanlı olan Thales, kehribarı ipek ile ovduktan sonra tüyleri ve diğer hafif nesnelere çektiğini buldu, statik elektriği keşfetti.

1600: Bilim adamı ve fizikçi olan William Gilbert "elektrik" terimini ortaya koydu (electricity). Dünyanın manyetik alanını ve manyetik alan ile elektrik alan arasında bir ilişki olduğunu gösteren ilk kişidir.

1752: Amerikalı politikacı Benjamin Franklin, bir kasırga sırasında uçurtmaya metal bağlayarak yıldırımın elektrik olduğunu kanıtladı.

1820: Danimarkalı Hans Christian Oersted manyetik alanların elektrikten kaynaklandığını kanıtladı. İçerisinden elektrik geçen bir kablonun pusulayı etkilediğini buldu.

1821: Michael Faraday, bakır kablo bobini içerisinde mıknatıs hareket ettiği zaman, kablo üzerinde akım oluştuğunu keşfetti. Bu keşif ileride elektrik motorlarının icat edilmesine neden oldu.

1831: Charles Wheatstone ve William Fothergill Cooke ilk telgraf makinesini icat etti.

1838: Samuel Morse, Morse Alfabesi'ni buldu.

1870: Thomas Edison DC elektrik jeneratörünü buldu.

1876: Alexander Graham Bell sesi iletmek için elektriği kullandı ve telefonu icat etti.

1878: Thomas Edison elektrik ampulünü buldu.

1879: Elektrik çarpması sonucu ilk ölümcül kaza meydana geldi.

1800: Nicola Tesla, günümüzde evlerde, işyerlerinde ve endüstride kullanılan “Alternatif Akım”ı keşfetti.

1895: Wilhelm Fein elektrikli el matkabını icat etti.

1918: Çamaşır makineleri ve buzdolapları piyasaya sürüldü.

1936: John Logie Baird televizyonu buldu.

1.3.2. Elektrik nedir?

Elektrik hayatımızın her alanında kullandığımız başlıca enerji kaynağıdır. Elektrik, yükün hareketi sonucunda oluşan fiziksel bir olaydır. Yıldırım, statik elektrik, elektromanyetik indükleme, radyo dalgaları gibi fiziksel olguların tamamı elektrik sayesinde meydana gelir [7].

Bütün maddeler atomlardan meydana gelir. Atomlar kendilerinden küçük 3 temel yapıtaşından oluşur. Bunlar nötron, proton ve elektrondur. Nötron ve proton merkezde yer alırken elektronlar merkezin etrafında döner. Nötronlar nötr yük taşır, protonlar pozitif yük taşır ve elektronlar negatif yük taşır. Bu nedenle elektron sayısı ile proton sayısı aynı ise o atom dengelidir denebilir, bütün atomlarda elektron sayısı ve proton sayısı eşit olmalıdır. Eğer atom elektron kaybederse, proton sayısı elektron sayısından fazla olacağından atom pozitif yüklenir. Eğer atom elektron kazanırsa bu sefer elektron sayısı daha fazla olacağından negatif yüklenir. Elektronlar madde içerisinde bir atomdan diğerine hareket edebilirler [6].

Elektriği daha iyi anlamak için aşağıdaki tanımlar bilinmelidir;

Elektrik yükü: Elektron hareketleri sonucunda maddenin yüklenmiş olmasıdır [7]. Elektrik yükü bulunan madde elektromanyetik alan üretir veya elektromanyetik alandan etkilenir.

Elektrik direnci: Elektrik akımı esnasında madde üzerinde elektronların bir ortamdan diğer ortama hareket ederken maddenin bu harekete karşı koymasındır [8]. Maddenin bu hareket karşı koyması elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesine sebep olur. Bir maddenin direnci dik kesit alanı (S) ile ters orantılı, uzunluğu (L) ve öz direnci (ρ) ile doğru orantılıdır. Elektrik direncinin formülü denklem 1.1’de görülebilir [8].

$$R = \frac{L \cdot \rho}{S} \quad (1.1)$$

Malzemenin direnç değeri, o malzemenin elektriği ne kadar iyi ilettiğini ölçmeye yarar. Elektrik bazı malzemelerde çok daha iyi iletilir. Elektronlarını kolaylıkla bırakan bu malzemelere iletken malzemeler denir [6]. Bunların direnç değeri düşüktür. Bazı malzemeler ise elektronlarını çok güçlü bir şekilde tutar ve elektronlarını iletmez. Bu maddelere yalıtkan maddeler denir ve bunların direnç değeri yüksektir [6].

Elektrik akımı: Elektronlar bir atomdan diğerine geçebilirler. Negatif yüklü elektronların madde içerisinde hareketiyle elektrik akımı oluşur [7]. Elektrik akımının yönü ile elektronların yönü birbirine zıttır. Bir kesit üzerinden birim zamanda geçen yük miktarı elektrik akımını verir ve birimi **Amper**'dir (kısaltması **A**) ve ampermetre ile ölçülür [7].

Elektrik alan: Elektrik yüklü bir madde etrafındaki diğer elektrik yüklü maddeye bir kuvvet uygular. Bu kuvvete elektrik alan denir [7]. Kütlelerin birbirine uyguladığı yerçekimi kuvvetine benzer olarak yüklerin birbirine uyguladıkları kuvvettir. Yerçekimi kuvveti her zaman iki kütleyi birbirine çekerken elektrik alanda maddelerin yüklerine bağlı olarak çekme ya da itme olabilir [7].

Elektrik potansiyeli: Bir elektrik alan içerisindeki herhangi bir noktada birim elektrikselsel yük başına düşen elektrikselsel potansiyel enerjidir. Skaler bir büyüklüktür [9].

Elektrikselsel gerilim: Bir elektrik alan içindeki iki nokta arasındaki potansiyel farkıdır. Gerilimin birimi Volt'tur (kısaltması V) ve voltmetre ile ölçülür [10].

Doğru akım: Elektrik yüklerinin yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru sabit ve sıfır frekans değerli olarak akmasına denir [11].

Alternatif akım: Genliği ve yönü periyodik olarak değişen elektrik akımına denir [12]. En bilineni sinüs dalgası şeklinde olanıdır fakat üçgen dalga, kare dalga şeklinde olanları da mevcuttur. Alternatif akım sanayide, konutlarda ve santrallerde üretilen enerjinin sevkinde de kullanılır.

Empedans: Doğru akımdaki elektrik direncine benzer şekilde alternatif akımda üzerinden akım akan maddenin elektronların hareketine karşı koymasısıdır [13]. Direncin sadece genliği varken empedansın genliği ve fazı vardır. Doğru akım altında direnç ve empedans arasında fark yoktur. Direnç, sıfır fazlı bir empedans olarak görülebilir [13].

Kapasite: Bir maddenin elektrik yükünü depo etme özelliğine denir [14]. Elektrikle yüklenebilen bütün maddeler kapasite özelliği gösterebilir. Paralel levha kapasitörü, yaygın olarak

bilinen kapasitedir. Kapasite iki levhanın yüzey alanıyla doğru orantılı, levhalar arasındaki uzaklıkla ters orantılıdır, kapasite değeri “C” ile gösterilir [14].

İndüktans: Bir iletkenin üzerinden akan akımdaki değişim, iletkenin üzerinde ve çevresindeki iletkenlerin üzerinde gerilim oluşturması özelliğine indüktans denir [15]. İndüktans değeri “L” ile gösterilir.

Elektriksel güç: Cihazlar elektrik enerjisini ısı, ışık, hareket, ses gibi farklı biçimlere dönüştürebilirler. Elektrikli cihazların birim zamanda harcadığı enerji miktarına elektriksel güç denir [16]. Birimi Watt’tır (kısaltması W). Denklem 1.2’de elektriksel gücün formülü görülebilir.

$$P = V.I \quad (1.2)$$

1.3.3. Ohm Yasası

Bir elektrik devresinde iletken üzerinden geçen akım bu iletkenin iki noktası arasındaki gerilim ile doğru orantılı, iletkenin direnci ile ters orantılıdır. Elektronların hareket edip akıma sebep olabilmesi için, gerilimin kapalı bir döngü içerisinde belirli bir dirence uygulanması gerekir. Bu durumda bu devreden akım akmaya başlar. Ohm Yasası, temel olarak 1 Volt (V) gerilim değeri altında 1 Ohm’luk (Ω) bir dirençten 1 Amper (A) akım aktığını söyler. Ohm kanununun genel formülü Denklem (1.1)’de görülmektedir [17];

$$V \text{ (Gerilim)} = I \text{ (Akım)} \times R \text{ (Direnç)} \quad (1.3)$$

Paralel veya seri bağlı dirençler için Ohm yasası eşdeğer dirence uygulanır. Seri bağlı dirençlerde eşdeğer direnç bütün dirençlerinde toplanmasıyla bulunur. Örneğin 3 dirençli bir devre için eşdeğer direnç denklem 1.4’te verilmiştir.

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1.4)$$

Paralel bağlı dirençlerde ise eşdeğer direnç denklem 1.5’te gösterildiği gibidir.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (1.5)$$

Alternatif akımın kullanıldığı durumlarda ise gerilim ve akım arasındaki ilişkiyi bulmak için diferansiyel denklemler kullanılır. Ohm yasası yukarıda tanımlı olduğu şekliyle direkt olarak kullanılamaz. Çünkü doğru akımda sadece direnç değeri varken, alternatif akımda karmaşık empedanslar vardır.

Karmaşık empedans genelde Z ile gösterilir. İndüktans için empedans değeri denklem 1.6'da verilmiştir. Z empedans değeri, s karmaşıklık parametresi ve L ise indüktans değeridir.

$$Z = s.L \quad (1.6)$$

Kapasitans için empedans değeri ise denklem 1.7'de verilmiştir.

$$Z = \frac{1}{sC} \quad (1.7)$$

Empedans değerleri bilindikten sonra Ohm kanunu denklem 1.8'deki gibi yazılabilir. Burada V ve I değerleri gerilim ve akım için karmaşık skaler değerlerdir.

$$V = I.Z \quad (1.8)$$

İş sağlığı ve güvenliği yönünden olaya bakacak olunursa, insana etki eden ve yaralanmalara sebep olan etken akımdır. Bu nedenle $I = V/R$ formülünden akım bulunabilir. İnsan vücudu elektrik açısından bakıldığında bir dirençtir ve direnç değeri Ohm değeri üzerinden ölçülebilir. İnsanın direnç değeri kişiden kişiye değişmekle birlikte neme, gerilimin değerine, gerilimin frekansına bağlıdır.

220 Volt ve 50 Hz değerindeki bir gerilim altında (şebeke gerilimi) kuru bir vücudun elektrik direnci 100.000 Ω civarında iken, terleme sonucu ya da su dökülmesiyle ıslanmış bir insanın direnci 1.000 Ω 'a kadar düşebilir. Ayrıca yüksek gerilimli elektriğe maruz kalan kişinin vücut direnci 500 Ω 'a kadar düşer [18]. Bu değerlerden yola çıkarsak şehir şebeke değeri olan 220 V gerilim değerine kuru bir insan maruz kalırsa üzerinden akacağı akım 2,2 mA'dir.

Fakat ıslak bir insanın bu gerilime maruz kalması durumunda vücudundan akacak olan akım 220 mA olabilir. İnsana zarar veren gerilimi değil, insanın üzerinden akan akımın miktarıdır.

2. ELEKTRİĞİN TEHLİKELERİ

Elektrikle çalışan cihazlar kullanıldığında her zaman tehlike vardır. Özellikle elektrik akımına kapılıp çarpılma tehlikesi en tehlikelidir. Evde ya da işte her zaman elektrik tehlikesine maruz kalınabilir. İş yerlerinde elektrikle çalışan birçok alet olduğu için çalışanların maruz kaldığı risk yüksektir. Elektrikli işlerde çalışanlar her zaman elektrik tehlikesine karşı dikkatli olmalıdırlar. Elektrikle temas etmek vücudun üzerinden akım akması manasına gelir. Bu elektrik çarpmasına ve yanmalara sebebiyet verir. Elektrik çarpması çok ciddi yaralanmalar ve hatta ölüme dahi neden olabilir. Elektrik hayatımızın her alanına girdiği için ve çokça kullanıldığı için genelde tehlikeli olarak görülmez. Hâlbuki bu enerji kaynağının tehlikeleri her zaman göz önünde bulundurulmalıdır [19].

Elektrik çarpması insanın sinir sisteminin elektrik akımı tarafından ani uyarılmasıdır. Bu durum acıya, yaralanmalara ve ölüme sebep olabilir. Genelde vücuda acı vermesine rağmen elektrik akımı her zaman vücut içerisindeki organlara zarar vermez. Elektriğin girdiği ve çıktığı nokta zarar görür, bazen de elektriğin vücut içerisinde ilerlediği yolda bulunan dokular zarar görür [20].

Elektrik çarpması elektrik akımının vücuttan geçmesiyle oluşur. Bunun için farklı gerilim değerlerindeki iki kabloyu aynı anda tutmak ya da, gerilim değeri olan bir tele temas etmek ve aynı anda toprağa temas etmek yeterlidir. Ev işlerinde genelde siyah ve kırmızı kablolarda gerilim vardır, beyaz kablolar ise toprağa bağlıdır ve bu kablolarda gerilim yoktur. Eğer gerilim değeri olan bir kabloyla gerilim değeri olmayan bir kablo aynı anda tutulursa elektrik çarpmasına maruz kalınır. Aynı anda aynı gerilim değerindeki iki kabloyu tutmak da risk içerir. Çünkü alternatif akımdan dolayı bir kablo pozitif yüklü iken diğeri negatif yüklü olabilir. Bu da toprakla temas olmasa bile elektrik çarpmasına sebebiyet verir. Elektrik akımına kapılmış bir kişiye temas etmek de elektrik çarpmasına sebep olur. Eğer su birikintisi üzerinde durulursa, elektrik çarpması riski artar. Hatta su ile temas olmasa bile, ıslak elbise, yüksek nem oranı gibi etkenler riski artırır [19].

2.1 Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi

Elektrik çarpmasının insana vereceği yaralama etkisi, elektrik akımının değerine ve vücudun elektrik akımına maruz kalma zamanıyla orantılıdır. Örneğin, 0,2 mA'lık bir akım vücuttan 2 saniyeliğine geçse, ölüme sebebiyet verir. 10 mA'in altındaki akımlarda, akıma maruz kalan kişi kaslarını hareket ettirebilir. Fakat 10 mA'in üstündeki akımlarda kaslar hareket ettirilemez. Bu nedenle akıma maruz kalan kişi akım kaynağı olan aleti, kabloyu ya da nesneyi bırakamaz. Hatta elektrik kaynağı obje çarpma etkisinden dolayı daha da sıkı tutulur, nesne bırakılmadığından elektriğe maruz kalma oranı da artar. 30 mili amper ve üstü akımlarda ise nefes almayı kontrol eden kaslar hareket edemez hale gelir ve nefes almak imkânsız hale gelir. 75 mA ve üzeri akımlarda ventriküler fibrilasyon (hızlı ve düzensiz kalp atışı) meydana gelir. Bu süreç birkaç dakika sürerse, ölüme sebep olur. Bu durumdaki bir kişiye hemen defibrilasyon cihazıyla müdahale etmek gerekir. Maruz kalınan süre ile oluşacak etkinin boyutu doğru orantılıdır. Örneğin, 100 mA'lık akıma 3 saniye maruz kalmak, 900 mA'lık akıma 0.03 saniye maruz kalmak kadar tehlikelidir. Ayrıca kişinin kas yapısı da elektrik çarpması etkisini değiştirebilir. Daha az kasa sahip insanlar düşük akımlarda dahi ciddi yaralanmalara uğrayabilirler [19].

1 mA altı: Fark edilmez

1 mA: Karıncalanma hissi

5 mA: Düşük bir şok hissedilir, acı vermez fakat rahatsız edicidir. Normal bir insan kolayca kurtulabilir fakat istemsizce yapılan kaçma hareketleri başka yaralanmalara sebep olabilir.

6-25 mA (kadın için) ve 9-30 mA (erkek için): Acı verici bir şok yaşanır, kas kontrolü kaybedilir. Normal bir insan kurtulamaz fakat bazı kasların refleksi sonucu arkaya doğru sıçranabilir.

50-150 mA: Aşırı acı, nefes alamama, kas büzülmesi. Ölüm ihtimali vardır.

1000-4300 mA: Kalbin atışı durur. Kas büzülmesi olur ve sinir sistemi zarar görür. Muhtemelen ölümlerle sonuçlanır.

10000 mA: Kalp bloke olur, yanıklar meydana gelir. Ölüm ihtimali yüksektir.

Elektrik şokları insan vücuduna görünenden çok daha fazla zarar verebilir. Kişi iç kanama geçirebilir, organlarını kaslarını veya sinirlerini kaybedebilir. Hatta bazen bu görünmeyen etkiler sonucunda kişi elektrik akımından kurtulsa bile sonrasında ölebilir. Elektrik şoku, sadece olaylar zincirini başlatır. Elektrik akımı çok küçük olsa bile kişinin elektrik akımına verdiği tepkiyle incinmeler, kemik kırılmaları hatta ölümler meydana gelebilir. Elektrik akımına maruz kalına zamanının çarpmanın zararına etkisi büyüktür. Kısa süreli bir şok sadece acı verebilir. Ancak birkaç saniyelik şok ölümcül olabilir. Bu akımın çok yüksek olmasına gerek yoktur, küçük bir matkap bile insanı öldürebilen akımdan 30 kat daha fazla akım kullanır. Eğer yeterince temas süresi olursa, yüksek akımlarda ölüm kesindir. Fakat çok küçük bir zaman aralığında maruz kalınırsa ve kalp zarar görmezse, normal kalp atışı devam edebilir. Yüksek voltaj yüksek akım üretir. Bu nedenle yüksek voltaj çok tehlikelidir. Düşük direnç vücuttan yüksek akım geçmesine sebep olur. Kuru bir cilt 100.000 Ω değerinde bir dirence sahip olabilirken, ıslak bir cildin 1000 Ω direnci olabilir. Islak çalışma koşulları, direnci büyük oranda düşürebilir. Bu durum vücuda akım girmesini kolaylaştırır ve daha büyük bir şoka sebep olur. Temas yüzeyi arttıkça direnç düşer ve bu daha güçlü şoklara sebep olur [19].

2.2 Elektrik Kazalarına Etki Eden Faktörler

İş kazalarının % 98'i önlenemez, % 50'si kolaylıkla önlenemez iken yalnızca % 2'si önlenemez olarak görülmektedir [4]. İş kazalarına etki eden faktörler şu şekilde sıralanabilir;

- İş güvenliği kültürü,
- İş güvenliği yönetimi,
- Güvensiz davranış, güvensiz durum,
- İnsan hatası,
- Hızlı çalışmak,
- Yeni teknolojiler ve yeni riskler.

2.2.1 İş Güvenliği Kültürü

Kültür 'İnsan gruplarının özgün yapılarını ortaya koyan, yaratılan ve aktarılan sembollerle ifade edilen düşünce, duygu ve davranış biçimleridir. Kültürün temelini geleneksel görüşler ve özellikle onlara atfedilen değerler oluşturmaktadır. Kültürel sistemler bir yandan davranışın ürünü, diğer yandan ise gelecekteki davranışın koşullayıcısıdır [21].

İş güvenliğini başarılı olarak sağlayabilmek için kurumun iş güvenliğine ilişkin kültürünün gelişmiş olması gerekmektedir. Her işletmenin bir örgüt kültürü vardır ve iş güvenliği de işletmenin genel kültürünün bir parçasıdır [22].

İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Komisyonu (HSC) güvenlik kültürüne ilişkin şu genel tanımı geliştirmiştir: "Bireylerin ve grupların değerleri, tutumları, algıları, yeterlilikleri ve davranış kalıplarını belirleyen ve bir kuruluşun iş sağlığı ve güvenliği yönetiminin stili ve yeterliliğinin ortaya çıkardığı ürün." [23].

2.2.2. İş Güvenliği Yönetimi

Yöneticiler iş kazalarının işçiden kaynaklandığını düşünmeye meyillidirler. Çünkü iş kazası faturasının işçiye kesilmesi sonucunda, organizasyon içindeki hataları, yönetici hatalarını ve makine kaynaklı hataları araştırmaya ve bunlar üzerine çaba göstermeye gerek kalmaz. Hâlbuki yöneticilerin iş güvenliği yönetiminde anahtar rolleri vardır. Eğer yönetici iş güvenliği kurallarını uyguluyorsa ve işçilerini de bu yönde motive ediyorsa bu durum hem kaza sıklığını azaltır, hem de kazaların rapor edilmesine olumlu yansır. Ayrıca yöneticiler işçilerle sürekli olarak güvenlik meselelerini konuşurlarsa, bu durum işçilerin hareketlerine ve iş güvenliği kültürüne pozitif etki eder. Yönetim güvenliğe verdiği önemi açıkça işçilerine gösterirse ve güvenliğin şirketin önemli bir değeri olduğunu ifade ederse, işçilerin de güvenliğin bu işin bir parçası olduğuna olan inançları artar [24].

Günümüzde büyük şirketlerin iş güvenliğini eski metotlarla sağlaması mümkün gözükmemektedir. İş güvenliğini yönetmek için kurumun plana, hedeflere, açıkça belirlenmiş rollere ve açık iletişime ihtiyacı vardır. Ayrıca tehlikeler sistematik olarak belirlenmiş olmalıdır [24].

2.2.3. Güvensiz Davranış ve Güvensiz Durum

Eğer yeterince bilgi, yetenek, motivasyon ve güvenli davranma imkanı bulunuyorsa güvenli davranış oluşur. Güvensiz davranış kişilerin güvenlik kurallarını ihlal ederek işi yapması, yasak aktivitelerde bulunması, işi daha hızlı bitirmek için prosedürlere uymamasını içerir. Güvensiz davranışlar genelde hızlı bir şekilde kazalara sebep olurlar [24].

Risk telafi teorisine göre insanlar risk azaldığında güvensiz davranışlarda bulunmaya daha fazla meyillidirler. Emniyet kemeri takan insanların daha fazla hız yapması ya da kasklı bisiklet sürenlerin kasksız sürenlere göre diğer arabalara daha fazla yaklaşması örnek olarak verilebilir. Bu teoriye göre riskin minimuma indirilmesine gerek yoktur. Riskin optimum seviyede tutulması gereklidir [25].

Güvensiz hareketler [4];

- Sorumsuz biçimde görev verilmeden ya da uyarılara aldırmadan güvensiz çalışmak,
- Tehlikeli hızda çalışma ya da alet kullanma,
- Güvenlik donanımını kullanılmaz duruma sokma,
- Tehlikeli cihazlar kullanmak ya da donanımı güvensiz biçimde yönetmek,
- Güvensiz yükleme, istif, karıştırma, yerleşme vb.
- Güvensiz durum ya da duruşlar,
- Hareketli ya da tehlikeli yerlerde çalışmak,
- Şaşırma, kızgınlık, suiistimal, irkilme gibi davranışlar,
- Güvenliği önemsememek ya da kişisel koruyucu malzemeyi kullanmamaktır.

Güvensiz durumlar [4];

- İşyerinde kötü koruyucu yapılmış olması,
- Koruyucunun hiç yapılmamış olması,
- Kusurlu, pürüzlü, sivri, kaygan, eskimiş, çatlak aletler,
- Güvensiz yapılmış makine, alet, tesis ve benzerleri,
- Güvensiz düzen, yetersiz bakım, tıkanıklıklar, kapanmış geçitler,
- Yetersiz aydınlatma, göz kamaştıran ışık kaynakları,
- Güvenli iş elbisesi ya da gözlük, eldiven ve maske vermemek, yorucu yüksek topuk vb.
- Yetersiz havalandırma, çevre, hava kaynakları vb.

- Güvensiz yöntemler ve mekanik, kimyevî, elektriksel, nükleer koşullar.

2.2.4. İnsan Hatası

Kazaların neden olduğunu anlamak gelecekte olabilecek kazaları engellemek için önemli bir fırsattır. Kazaların sadece belirlenip rapor edilmesi yeterli değildir. Her bir kaza üzerinde çalışılmalı altında yatan sebepler bulunarak işin yapıldığı yerde alınacak tedbirler sayesinde işin kalitesi artırılabilir ve kazaların önüne geçilebilir.

Kazaların meydana gelmesindeki en büyük etken insan hatası olarak gözükmektedir. İnsan hatasıyla ilgili 2 farklı görüş vardır. Bunlardan ilki klasik eski görüştür. Buna göre insan hatası birçok kazanın ana sebebidir. Sistemler temelde güvenilirdir ve sistemler uygun olmayan kişilerden korunursa güvenlik sağlanır. Buna karşın yeni görüşe göre insan hatası sistemdeki hatanın bir işaretidir. İnsan hatası organizasyonel problemlerden kaynaklanır ve kazalar insanların çalıştığı makinelere, insanlara verilen görevlere ve çalışma alanına bağlıdır. Pratikte eski görüş yaygındır ve eski görüşe göre kazalarda temel sebep insan olduğu için kazalardan sonra detaylı inceleme yapmaya gerek görülmez [26].

2.2.5. Hızlı Çalışmak

Hızlı çalışmak genelde saygı duyulan bir kavramdır. İşleri hızlı bitirmek, aynı anda birden çok iş yapabilmek gibi yeteneklere olumlu bakılır. Teslim tarihi bulunan işlerde daha fazla görülmektedir. Finlandiya’da yapılan “Çalışma hayatı kalitesi” isimli araştırmaya göre son yıllarda çalışanların çalışma hızı önemli oranda artmıştır. Ayrıca hızlı çalışmanın; hatalara, bitkinliğe, güvenlik kültürüyle ilgili problemlere ve hatalıklara sebep olduğu görülmüştür [27].

2.2.6. Yeni Teknolojiler ve Yeni Riskler

Teknolojinin hızlı gelişmesi çalışma alanında bazı risklere sebep olabilmektedir. Öncelikle yönetim ve güvenlik anlamındaki teknolojik ve değişimler için sürekli yapılacak güncellemelerden dolayı bazı hatalar ortaya çıkabilir. Ayrıca, mühendislik tekniklerindeki yenilikler nedeniyle eski teknik üzerinde deneyimi bulunan işçilerin deneyimleriyle çözdüğü

problemleri işlemez hale getirmektedir. Hatta direk insan müdahalesi gerektiren yeni otomasyon sistemleri işin riskini artırabilir [21].

3. ELEKTRİKLİ ÇALIŞMALARDA YAPILMASI GEREKENLER

Elektrikli çalışmalarda 50 Volt'un altındaki değerler düşük gerilim olarak adlandırılır. Alternatif akım için 120 Volt ve üzeri, doğru akım için ise 50 Volt ve üzeri değerler tehlikeli gerilim olarak isimlendirilir.

Elektrikli çalışmalarda tesisatın cinsine ve hacmine göre ehliyetli elektrikçiler çalışmalıdır. Bununla ilgili "Elektrik ile ilgili Fen Adamlarının Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" e bakılmalıdır. Bu yönetmeliğe göre elektrikle çalışabilecek kişiler 3 gruba ayrılırlar;

1 inci Grup: En az 3 veya 4 yıl yükseköğrenim görenler.

2 inci Grup: En az 2 yıllık yüksek teknik öğrenim görenler ile ortaokuldan sonra en az 4 veya 5 yıl mesleki ve teknik öğrenim görenler.

3 üncü Grup: En az lise dengi mesleki ve teknik öğrenim görenler, lise mezunu olup bir öğrenim yılı süreyle Bakanlıkların açmış olduğu kursları başarı ile tamamlamış olanlar ile 3308 sayılı Çıraklık ve Mesleki Eğitimi Kanununun öngördüğü eğitim sonucu ustalık belgesi alanlar.

Üç gruba ayrılmış elektrikle çalışabilecek kişiler için yetki ve sorumluluklar Tablo 3.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Elektrikli çalışmalarda çalışabilecek kişiler

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

Eğer elektrik bilgisi olmayan normal işçiler yardımcı olarak bu işlerde çalıştırılırsa, bu kişilere önceden gerekli eğitim verilmeli, açıklamalar yapılmalıdır [28].

Ülkemizde yürürlükte olan 6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği” kanununa göre bütün işyerlerinde risk analizi yapılması zorunluluğu vardır. Risk değerlendirmesi yapılmayan işletmelere ağır para cezaları uygulanmaktadır. Hatta bazı durumlarda işin durdurulması bile söz konusudur [5].

“İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” ne göre risk değerlendirmesinin adımları şu şekildedir [29];

- Tehlikelerin tanımlanması,
- Risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi,
- Risk kontrol adımlarının atılması,
- Dokümantasyon,
- Risk değerlendirmesinin yenilenmesi

3.1 Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirmesinin birçok farklı çeşidi vardır. Bu bölümde uygulanması kolay ve sade olan “L Tipi Matris Metodu”yla risk değerlendirmesi yöntemi verilecektir. Bu yöntemde göre risk, olasılık ve tehlikenin büyüklüğünün bileşkesidir. Elektrikli işlerde risk derecesi, elektrikten zarar görme olasılığına ve şiddetine bağlıdır. Bu olasılık birkaç farklı şekilde belirlenebilir. Örneğin ne kadar elektrik kullanan cihaz bulunduğu ya da ne kadar sıklıkla ve ne kadar süre boyunca elektrikli cihazların kullanıldığı gibi parametreler kullanılabilir. İşin her alanındaki riskler analiz edilmelidir ve amaç riski kabul edilebilir seviyeye indirmektir. Tehlikeyi yok etme, her zaman ilk olarak tercih edilecek yöntemdir. Kişisel koruyucu kullanımı ise ancak tehlikenin yok edilemediği zorunlu durumlarda kullanılmalıdır. Risk analizinin temel amacı, olası tehlikeleri en verimli şekilde kontrol altında tutmaktır.

Risk analizi yapılması gereken işlerin ve bu işleri yapan, bu işlerden etkilenen kişilerin tanımlanmasıyla başlar. Sonraki adımda tehlikeler ve riskler tanımlanır. Bu aşamada eski olayların ve kazaların dokümanlarını incelemekte büyük fayda vardır.

Daha sonra bütün tehlikelerin şiddeti analiz edilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği bakımından en şiddetli tehlikeden en az şiddetli tehlikeye doğru bir liste yapılmalıdır. Bu bilgi sayesinde tehlikelerin sonucunda oluşacak hasarın şiddeti hakkında bir fikir edinilebilir. Tehlikelerin şiddeti birkaç faktöre bakılarak bulunabilir. Örneğin tehlikenin ne kadar hasara sebep olacağı, kaç kişiyi etkileyeceği ve hasarın kısa süreli mi yoksa uzun süreli mi olacağı gibi faktörler, tehlikenin şiddetinin tespit edilmesinde kullanılabilir. Elektrikle ilgili olarak şiddetin belirlenmesi aşamasında yüksek gerilim değeri, düşük gerilim değerinden daha ciddi bir tehlike oluşturur. Bundan başka, elektrik cihazlarına yakın çalışan işçilerin elektrik akımı geçen bölümlere yanlışlıkla dokunma olasılıkları daha fazladır [30].

Genel olarak tehlikenin şiddetiyle ilgili 5 kategori vardır. Bunlar Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Tehlike şiddeti kategorileri

Etki Şiddeti	Etkinin Açıklaması
1	Yaralanmasız olay, ramak kala, malzeme hasarlı olaylar
2	İş gücü kaybı olmayan, fakat ilk yardım gerektiren ufak yaralanmalar
3	Bir günden fazla iş gücü kaybına sebep olan, hastalık yaratabilecek olaylar
4	Yirmi günden fazla iş gücü kaybına sebep olan, kalıcı hasar bırakmayan olaylar
5	Kalıcı sakatlık ve hastalığa sebep olan olaylar, ölüme sebep olan olaylar

Tehlikelerin şiddetini analiz ettikten sonra tehlikelerin olasılığını bulmak gereklidir. Olasılık belirlenirken dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır [30];

- Çalışanlar bu tehlikeye nasıl maruz kalıyor?

- Çalışanlar bu tehlikeye ne zaman maruz kalıyor?
- Çalışanlar bu tehlikeye nerede maruz kalıyor?

Bu faktörler kullanılarak tehlikelerin olasılığıyla ilgili bir değer bulunabilir. Tehlikelerin olasılığıyla ilgili olarak da 5 kategori vardır. Bunlar Tablo 3.3'te verilmiştir;

Tablo 3.3: Olay olasılık kategorileri

İhtimal	Açıklama
1	Olayın ihtimali yok denecek kadar az
2	Olayın gerçekleşme ihtimali var
3	Olayın gerçekleşmesi muhtemel
4	Olayın gerçekleşme ihtimali yüksek
5	Olayın gerçekleşmesi neredeyse kesin

Olasılık ve şiddet belirlendikten sonra riskin seviyesi belirlenebilir. Risk seviyesi bu iki şiddetin bileşkesidir. Tahmini olasılık değerleri ve şiddet değerleri risk tablosuna koyulduğunda, tehlikelerin risk skorunu bulabiliriz. Risk skor matrisi Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: L tipi matris risk değerlendirmesi yöntemi risk skorları

İhtimal	Etki Şiddeti				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Risk skoruna bağlı olarak 5 farklı risk derecesi vardır. Bu dereceler riskin kabul edilebilirlik dereceleridir. Risk dereceleri ve bu eylemler için yapılması gereken eylemler Tablo 3.5'te verilmiştir;

Tablo 3.5: Risk kabul dereceleri ve yapılması gereken eylemler

Sonuç	Risk Skoru	Eylem
Katlanılamaz risk	25	Belirlenen risk kabul edilebilir seviyeye gelmeden iş başlatılmamalı ve devam eden faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır.
Önemli riskler	15,16,20	Belirlenen risk azaltılıncaya kadar iş başlatılmamalı devam eden işler durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucu faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta düzeydeki riskler	9,10,12	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma yöntemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir riskler	3,4,5,6	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol işlemlerine gerek olmayabilir. Mevcut kontroller sürdürülmeli ve kontroller denetlenmelidir.
Önemsiz	1,2	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol uygulanmalıdır.

Bu sistem kullanılarak çalışma alanındaki bütün risklerin skorları belirlenebilir ve kıyaslanabilir. Bunun sonucunda öncelikle hangi risk ile başa çıkılması gerektiği belirlenebilir.

3.2 Elektrikli İşlerde Tehlikelerinin Belirlenmesi

Elektrik güvenliğini sağlamak için yapılması gereken ilk işlerden birisi de tehlikeleri belirlemektir. Bunun için hangi durumun tehlike yarattığını bilmek gerekir. Aşağıdaki durumlar potansiyel tehlike kaynaklarıdır.

3.2.1. Kusurlu Kablolama

Elektrik kablosunun çapı bu kablodan geçecek akımın şiddetine göre küçükse bu tehlikeye sebep olur. Normalde elektrik şalteri kablo boyutuna uygun olarak yapılır. Ama eski kablo sistemlerinde bazı aydınlatma kablolarında kablo boyutu olması gerekenden ufak olabilir. Örneğin kullanılan lamba daha fazla akım çeken başka bir lamba ile değiştirildiğinde, bu durum mevcut kablo için uygun olmayabilir. Kablo taşıması gerekenden fazla akım taşırsa ısınır ve bu da olası bir yangın tehlikesine sebep olur.

Uzatma kablosu kullanıldığı durumlarda uzatma kablosunun boyutu devreden geçen akım için uygun olmayabilir. Ayrıca kabloda kullanılan metalin de önemi büyüktür. Alüminyuma özel olarak dikkat edilmesi gerekir, Alüminyum, bakırdan daha kırılğan olduğu için tehlikeli durumlara sebep olabilir [19].

3.2.2. Korumasız Elektrikli Bölümler

Kablolar ya da diğer elektrikli bölümler korumasız olarak açıkta kalırsa bu büyük bir elektrik tehlikesine sebep olur. Bu durum genelde kablonun kılıfı aşırıya ya da kablonun elektrik donanımına girdiği yerde kılıfın çıkmasıyla oluşur. Korumasız açıktaki bir elektrik kablosuna temas etmek elektrik çarpmasına sebep olur [19].

3.2.3. Yaklaşma sınırı

Elektriğe gereğinden fazla yaklaşmak elektrik çarpmasına ya da yangınlara sebep olabilir. Gerilim altındaki teçhizatlar (iletkenler dahil) için kabul edilen azami yaklaşma mesafesi Tablo 3.6'da gösterilmiştir [31];

Tablo 3.6: Gerilim altındaki donanımlara yaklaşma mesafeleri

Gerilim Değeri	Azami Yaklaşma Mesafesi
51 - 3.500 volt arası	30 cm
3.501 - 10.000 volt arası	60 cm
10.001 - 50.000 volt arası	90 cm
50.001 - 100.000 volt arası	150 cm
100.001 - 250.000 volt arası	300 cm
250.001 - 450.000 volt arası	450 cm

3.2.4. Havai Elektrik Hatları

Çoğu insan havai elektrik hatlarının genellikle yalıtılmadığını bilmez. Elektrik çarpmalarının yarısından fazlası çalışanların aktif elektrik hattına dokunması ile meydana gelir. Özellikle yüksek gerilim hatlarında çalışanlar bu tehlikenin farkında olmalıdırlar. Eskiden elektrik hatları çalışanlarının ölümlü kazalarının büyük bir kısmı aktif hatta temas etmekten kaynaklanıyordu. Fakat şu anda bütün yüksek gerilim hattı çalışanları yalıtkan eldiven kullanmak zorundadırlar. Günümüzdeki elektrik kazalarının çoğu yaklaşma sınırlarına uymamaktan kaynaklanır [19].

3.2.5. Kusurlu Yalıtım Tehlikesi

Kusurlu ya da yetersiz yalıtım bir elektrik tehlikesidir. Genelde plastik ve kauçuk bir madde kabloları yalıtım için yeterlidir. Yalıtım sayesinde iletken diğer iletkenlerle ve insanlarla temas etmez. Özellikle uzatma kablolarında yalıtım tehlikesi bulunabilir. Yalıtım zarar gördüğünde açıktaki metale dokunan kablo yüzünden metalde elektrik olabilir. Bu durum genellikle eski, yıpranmış elle kullanılan elektrikli cihazlarda olur [19].

3.2.6. Kusurlu Topraklama Tehlikesi

Elektrik cihazlarında istenmeden ortaya çıkabilecek izolasyon hatalarında metal parçaların elektriklenmesini önlemek amacıyla, cihazın bir iletken yardımıyla toprağa bağlanmasına topraklama denir [4]. Bu sayede hem kaçak akım toprağa gider, hem de sigorta yardımıyla devre kesilerek oluşacak can ve mal kaybı en aza indirilir. Topraklamanın amacı, hata durumunda oluşacak akımın insan hayatını tehlikeye sokacak mertebede olmasını engellemek ve bu akımı ortadan kaldırmaktır [4].

3 farklı topraklama çeşidi vardır. “*Koruma topraklaması*”, alçak gerilim tesislerinde insanları temas gerilimine karşı korumak için işletmedeki aktif olmayan bölümlerin uygun topraklama düzeneğiyle toprağa bağlanmasıdır. “*İşletme topraklaması*”, alçak gerilim şebekelerinde transformatörlerin sıfır noktalarının, doğru akım tesislerinde ise bir kutbun veya orta iletkenin topraklanmasıdır. Orta ve yüksek gerilim şebekelerinde işletme topraklaması ülkelerin yönetmeliklerine göre değişmektedir. “*Fonksiyon topraklaması*”, bir haberleşme tesisinin ya da bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklamadır. Yıldırım etkilerine karşı topraklama, raylı sistem topraklaması fonksiyon topraklamasına birer örnektir [4].

Elektrik sistemi uygun olarak topraklanmaması bir tehlikedir. Elektrik güvenliğinde dikkate alınmayan en büyük tehlike uygunsuz topraklamadır. İnsanların dokunduğu elektrik sistem parçaları her zaman uygun şekilde topraklanmış ve 0 Volt değerinde olmalıdır. Sistem uygun topraklanmazsa bu parçalarda elektrik olur ve temas eden kişileri elektrik çarpabilir. Topraklamanın verimli olması için toprağa giden yolun sabit ve devamlı olması, akımı güvenli bir şekilde iletebilmesi, yeteri kadar küçük bir empedans değerine sahip olması gerekir [32].

Kaçak akım rölesi ucuz ve hayat kurtaran bir cihazdır. Genelde nemli yerlerde, yapı işlerinde ve yüksek riskli bölgelerde kullanılır. Bu cihaz iki devre kablosu arasındaki fark akımını ölçer. Elektrikli cihazlar düzgün çalışmadığında iki kablo arasındaki akım aynı olmaz ve kaçak akım oluşur. Eğer devredeki kaçak akım 5 mA’yı geçerse, kaçak akım rölesi akımı 1/40 saniyede keser [33].

3.2.7. Aşırı Yükten Kaynaklanan Tehlikeler

Elektrik sistemlerinde aşırı yükten dolayı ısınma ve parlamalar olabilir. Bu nedenle aşırı yük tehlikelidir. Sistemdeki kablolar ve diğer elemanlar için güvenli bir şekilde taşıyabilecekleri akım değeri belirlenmiştir. Eğer çok fazla cihaz devreye eklenirse fazla akım nedeniyle kablolar yüksek sıcaklıklara ulaşacaktır. Bu da yangına sebep olabilir [19].

3.2.8. Islak Çalışma Koşulları

Islak koşullarda çalışmak elektrik açısından çok tehlikelidir çünkü insan vücudu elektrik akımının geçmesi için çok uygun bir iletkene dönüşür. Eğer aktif bir kabloya ya da elektrik parçasına dokunulursa, çok ufak bir su birikintisine bile temas ediliyor olduğunda elektrik çarpması gerçekleşir. Ayrıca ıslak kıyafetler, yüksek nem gibi değişkenler insan vücudunun elektrik direncini azalttığı için elektrik çarpması riskini artırır [19].

3.3. Elektrik Tehlikelerinin Analiz Edilmesi

Elektrik tehlikelerinin analizi için iki parametre kullanılmalıdır. İlk olarak eğer birisi elektrik tehlikesine maruz kalırsa olabilecekler ve elektrik tehlikesine maruz kalma olasılığı bulunmalıdır [34]. Yani tehlikenin olasılığı ve şiddeti belirlenmelidir. Bunun için de tehlikelerin analiz edilmesi gerekmektedir. Elektrik tehlikeleri belirlendikten sonra bir sonraki adımda bu tehlikelerin olasılığı ve şiddeti belirlenmelidir. Örneğin 5 metre ve üzerindeki bir havai elektrik hattı için tehlike olasılığı çok düşüktür. Fakat çatıda bu kabloya yakın bir yerde çalışma yapılacaksa bu tehlikenin olasılığı artar. Tehlikelerin beraber kombinasyonları riski artırır. Örneğin uygunsuz topraklama ve hasarlı cihaz kullanımı aynı anda olursa risk çok daha fazladır. Tehlikenin şiddeti ve olasılığıyla ilgili analiz yapılmalı ve bunun sonucunda güvende kalmak için gerekli önlemler alınmalıdır.

Sistemde tehlike bulunduğunu gösteren bazı durumlar şunlardır [19];

- Elektrik şalterlerinin atması devrede fazla akım aktığı ya da bir hata olduğunu gösterir. Bu birkaç faktörden kaynaklanıyor olabilir. Arızalı cihaz, çok yakın iki iletken olması gibi sebepler olabilir. Tehlikeyi kontrol altına almak için sebep belirlenmelidir.
- Elektrik cihazı, kablosu ya da bağlantısı çok fazla ısınıyorsa oradan aşırı akım geçiyor olabilir. Sebep analiz edilmeli ve tehlike kontrol altına alınmalıdır.

- Devreden gelen yanık kokusu devrede aşırı ısınma olduğunu gösteriyor olabilir.
- Bütün yalıtımlar dikkatlice incelenmeli ve tehlike olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kaçak akım rölesi devreyi açarsa, devrede kaçak akım var demektir. Bu durumda buna neyin sebep olduğu düşünülmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

3.4. Elektrik Tehlikelerinin Kontrol Altına Alınması

Elektrik tehlikelerinin kontrol altına alınması için güvenli çalışma çevresi oluşturulmalıdır. Bunun için tehlikeler ortamdan uzaklaştırılmalı ve ortam güvenli hale getirilmelidir. Fakat kullanılan malzemenin ya da cihazın ne zaman soruna yol açacağı bilinmez. Bu nedenle beklenmedik tehlikelere karşı da hazırlıklı olunmalıdır. Birden çok güvenlik önlemi olarak ilk güvenlik önlemi başarısız olduğunda hala yaralanma ya da ölümlerden kurtulma şansı devam eder. Güvenli çalışma ortamı sağlanması için öncelikle tehlikeler belirlenmelidir. Daha sonra bu tehlikeler analiz edilerek risk skorları bulunmalıdır. Risk skorlarına bağlı olarak en yüksek risk skorundan başlayarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Elektrik güvenliğinin sağlanması için gerilim ve akım kontrol altına alınmalıdır. Bunun için uygulanması gereken önlemler şu şekildedir [19];

- Bütün iletkenlere (akım geçiyor olmasa bile), iletken kilitlenip etiketleninceye kadar sanki üzerlerinde akım varmış gibi davranılmalıdır,
- Devrede çalışmaya başlamadan önce devreden elektrik geçmediğinden emin olunmalıdır,
- Devreler ve makineler kullanılmadığında kilitlenmeli ve etiketlenmelidir,
- Kablolar aşırı akımdan korunmak için uygun boyutta ve tipte olmalıdır,
- Açıktaki elektrik parçaları yalıtılmalıdır,
- Elektrik sistemleri ve cihazları çarpmaları önlemek için topraklanmalıdır,
- Kaçak akım rölesi kullanılarak kaçak akım önlenmelidir,
- Aşırı akım koruyucu bir cihaz kullanılarak devredeki aşırı akımdan korunmalıdır.

Tehlikeler belirlendikten ve analiz edildikten sonra bu tehlikelerin ortadan kaldırılması veya zarar verme riskinin en aza indirilmesi için kontrol önlemleri hiyerarşisi kullanılır. Bu hiyerarşi 6 adımdan oluşur [35];

- Riskin ortadan kaldırılması,
- Yerine koyma,
- Kontrol ve izolasyon,
- Mühendislik kontrolü,
- Yönetimle ilgili kontroller,
- Kişisel koruyucu donanım kullanımı.

3.4.1. Riskin Ortadan Kaldırılması

Çalışma alanında bulunan ve yüksek risk taşıyan materyalin, sürecin veya makinenin kullanımdan kaldırılmasıdır [38]. Bu işlem en verimli kontrol önlemidir ve her zaman ilk olarak uygulanması gereken önlemdir. Fakat her zaman risklerin ortadan kaldırılması mümkün değildir. Elektrik işlerinde riskin ortadan kaldırılması için yapılabilecekler örnek olarak aşağıda verilmiştir [36] ;

- İş sırasında elektrik cihazlarına ya da elektrik hatlarına giden akımın kesilmesi,
- Elektrik hatlarının topraklanması sayesinde iş sırasında hatların tehlikesiz hale getirilmesi,
- Elektrik hatlarının çalışma alanından uzak olacak şekilde yeniden yerleştirilmesi,
- Yer üstü elektrik hatlarının yer altına alınması,

Eğer riskin ortadan kaldırılması mümkün değilse diğer risk kontrol önlemleri kullanılarak güvenli çalışma şartları oluşturulması sağlanmalıdır.

3.4.2. Yerine Koyma

Risk ortadan kaldırılamadığı durumlarda yüksek risk taşıyan materyal, süreç veya makine, daha az risk taşıyan ikamesi ile değiştirilmelidir [35]. Elektrik işleri için bu yöntemde uygulanabilecek örnekler aşağıda verilmiştir [36];

- Daha düşük akım kullanan elektrikli cihaz kullanımı,
- İletken olmayan malzemeyle sarılı elektrikli donanımların kullanımı,
- Elektrik hatlarının yüksekliğinin ölçümünde temas gerektirmeyen ses sensorlu ölçüm cihazlarının kullanımı.

3.4.3. Kontrol ve İzolasyon

Tehlikenin ortadan kaldırılamadığı veya daha az tehlikeli bir sonuç bulunmadığı durumlarda tehlike kaynağı materyal, süreç veya makine ortamdaki izole edilmelidir. Bu kaynağı ortamdaki izole etmek de mümkün değilse tehlikeden etkilenebilecek insan sayısının azaltılması, etkilenme süresinin azaltılması ya da etki miktarının azaltılması için çalışma yapılmalıdır [38]. Örneğin elektrik işleri için tehlikeden korunmak için tehlike kaynağı olan cihazın etrafına iletken olmayan fiziksel bir bariyer koyarak çalışanların bu cihazın tehlikesinden korunması sağlanabilir [36].

3.4.4. Mühendislik Kontrolü

İlk 3 kontrol yöntemiyle yok edilemeyen tehlikeler için mühendisler tehlike kaynağı süreç veya makinenin tasarımı üzerinde çalışarak, bunun daha az tehlikeli hale gelmesini sağlamalıdır [35]. Elektrik işleri için bu yöntemle verilebilecek örnekler aşağıdaki gibidir [39];

- Fiziksel önlemler alınarak elektrik cihazının hareket etmesinin ya da titreşiminin önlenmesi,
- Elektrikli cihazın uzaktan kontrol edilebilir hale getirilmesi,
- Elektrikli cihazın yalıtımının sağlanması.

3.4.5. Yönetimle İlgili Kontroller

Yönetimle ilgili kontroller işin güvenli bir şekilde yerine getirilmesi, iş akışı ve düzeninin sağlanması, çalışma prosedürlerinin hazırlanması gibi basamakları içerir. Bu amaçlar yönetimin yapması gerekenler [35];

- Riski ortadan kaldırma süreci belirlenir,
- Sorumlulukların ataması yapılır,
- İşçinin özellikleri ve işin gerekliliği incelenir,
- Eğitim programları belirlenir,
- Çalışanlar için izin formları oluşturulur,
- İşçinin farkındalığını sağlamak için önlemler alınır,
- İş akışı şeması oluşturulur,
- İşyeri düzeni için uygun çalışmalar yapılır.
- Acil durum planı hazırlanmalıdır.

Bunların dışında elektrikten kaynaklanan tehlikeler için yönetim tarafından alınabilecek 4 adet pratik önlem aşağıda verilmiştir [37];

- İşçi sayısı kuralı
- Eğitim
- İş kontrolü
- Kişisel koruyucu kullanımı

a) İşçi sayısı kuralı

Birçok çalışma bölgesinde “2 çalışan” ve “güvenlik izlemesi” kuralı uygulanır. Bu kuralların amacı acil bir durumda bölgede ikinci bir çalışan daha bulunmasını sağlamak ve ikinci bir gözün yapılan işlemi incelemesidir. Elektrik işleri, çalışanın yaralanması gibi risklerin bulunup bulunmadığıyla ilgili analiz edilmeli ve buna göre ikinci çalışana gerek olup olmadığına karar verilmelidir.

Eğer elektrikle temas tehlikesi ve yaralanma tehlikesi yoksa çalışanlar yalnız çalışabilirler. Eğer elektrikle temas tehlikesi varsa, orada ikinci bir çalışan da bulunmalıdır. Orada bulunan kişi de enerjili devrelerde çalışabilecek vasıfta olmalı, çalışmanın tehlikelerinin farkında olmalıdır. Ayrıca acil durumda ne yapması gerektiğini bilmelidir.

“Güvenlik izlemesi”, “2 çalışan” kuralından daha katı bir kuraldır. Bu durum çok ciddi tehlikelerin bulunduğu işler için uygulanır. Elektrik işlerinde vasıflı bir işçi çalışan işçiyi iş süresince sadece izler, acil durum dışında diğer çalışana herhangi bir yardım veya müdahalede bulunmaz [37].

b) Eğitim

Elektrik güvenliği için verilecek eğitimler 3 kategoriye ayrılabilir.

- Genel sınıf eğitimi
- Özel bir konuda sınıf eğitimi
- İş sırasında eğitim

Genel sınıf eğitimlerinde genel olarak işçilere iş güvenliği üzerine farkındalık eğitimi verilmelidir. Ayrıca bunu dışında elektriğin tehlikeleri, çalışanların çalışacakları alan ve bölge ile ilgili genel kurallar anlatılmalıdır.

Özel sınıf eğitimlerinde çalışanın yapacağı işe göre özel bir konu anlatılmalıdır. Örneğin, mikrodalga güvenliği, bilgisayar güvenliği, jeneratör güvenliği gibi özel konular belirlenmelidir. Bu eğitimin bir kısmı bireysel çalışma ya da bilgisayarlı çalışma olarak işçiye de bırakılabilir.

İş sırasındaki eğitim ise işçiye işi esnasında meydana gelebilecek tehlikeleri yerinde gösterme ve işini nasıl daha güvenli bir şekilde yapabileceğini öğretmeyi amaçlar. Örneğin, kapasitör nasıl desarj edilir, kişisel koruyucu donanım nasıl kullanılır, multimetre ile akım ölçümü nasıl yapılır gibi eğitimler iş sırasında öğretilir [37].

c) İş kontrolü

Bütün tehlikeli elektrik işlerinin dokümantasyonu yapılmalıdır. Bu dokümanlarda yapılacak işler için prosedürler belirlenmeli ve bu prosedürlere uyulmalıdır [37]. Eğer tehlike önceki yöntemlerle yok edilemiyorsa iş sırasında tehlikenin bulunduğu alanlara algılayıcılar konularak çalışanlar tehlikeli alana gereğinden fazla yaklaştığında uyarılmaları sağlanabilir. Ayrıca tehlikenin bulunduğu alan gerekli işaretlemelerle daha görülebilir hale getirilmelidir [36].

d) Çalışanlar için Kişisel Koruyucu Donanımın Sağlanması

Yönetimin çalışanlara işe uygun nitelikte kişisel koruyucu donanımı sağlaması gereklidir. İşçinin vücudunun herhangi bir bölümü elektrik bulunan alana belirlenen güvenlik sınırlarından fazla yaklaşırsa çarpmaya dayanıklı kişisel koruyucu donanım mutlaka kullanılmalıdır. Kullanılacak KKD yapılan işe uygun olmalı, ortaya çıkabilecek tehlikelere göre koruyucu özelliği dayanıklı olmalıdır [37].

3.4.6. Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı

Kişisel koruyucu donanımı kullanılması her zaman için en son önlem olarak görülmelidir. Çünkü bu donanımların kullanılması hem çalışanlara rahatsızlık verir, hem de

Çalışanların bu donanımlarının kullanıp kullanmadığının tespit edilmesi kolay değildir. Bunların yanı sıra kişisel koruyucu donanım riski ortadan kaldırma konusunda diğer yöntemlerden daha az etkili bir yöntemdir. Çalışanlara kişisel koruyucu donanım verildiğinde mutlak suretle bu donanımın kullanım kılavuzunun da verilmesi, zorunlu hallerde eğitiminin de verilmesi gereklidir [35]. Elektrikle ilgili kişisel koruyucu donanımlar 4. Bölümde detaylı incelenecektir.

3.5. İzleme ve Gözden Geçirme

Risk yönetiminde yukarıdaki adımlar tamamlandıktan sonra hala hesaba katılmamış başka tehlikeler bulunabilir. Tehlikelerin yeniden tanımlanması, risk skorlarının yeniden belirlenmesi gerekebilir. Ayrıca zaman içerisinde çalışma alanında yeni tehlikeler oluşabilir. Yeni tehlikelerin ortaya çıktığı durumlarda risk değerlendirmesinin tekrarlanması gerekebilir [35].

İş ortamı sürekli olarak gözlem altında tutulmalı ve elektrik güvenliğinin tam olarak sağlandığı düzenli kontrollerle belirlenmelidir. Bu kontrollerde aşağıdaki hususlar gözönüne alınmalıdır [36];

- İşçilerle iletişim halinde olunmalı ve onların iş sağlığı konusundaki fikirlerinemslenmelidir,
- Çalışma alanındaki yeni bir süreç, makine ya da malzemenin tehlike yaratıp yaratmadığı incelenmelidir,
- Elektrik güvenliği konusundaki prosedürlerin izlenip izlenmediği kontrol edilmelidir,
- Elektrik tehlikelerinin kontrol altına alınması için belirlenen eylemlerin tamamlandığı kontrol edilmelidir.

4. ELEKTRİK TEHLİKELERİ RİSK ANALİZİ - BİR VAKIF ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Bu bölümde bir vakıf üniversitesinde öğrenciler, çalışanlar ve ziyaretçiler tarafından kullanılan ortak alanların incelenmesi ve bu alanlarda bulunan elektrik tehlikelerinin tanımlanması yoluyla risk analizi yapılmıştır.

Bu çalışma yapılırken L tipi matris yöntemi kullanılmıştır. L tipi matris yönteminin uygulaması basit ve kolay olmasına rağmen, bazı durumlarda iyi sonuç vermez. Örneğin olasılığı 1 olan tehlikenin şiddeti 5 ise, bu tehlikenin risk skoru 5 olarak gözükür ve bu da tolere edilebilir bir risk skorudur. Bu nedenle hemen önlem gerektirmez. Bu da yüksek tehlikeli durumlar için önlem alınmamasına sebep olur.

Kinney risk analizi metoduna göre risk; olasılık, şiddet ve frekansın bir bileşkesidir. Bu 3 parametrenin her birinin alabileceği minimum ve maksimum değerler vardır. Frekans değeri bu tehlikenin meydana gelme sıklığıdır. Örneğin sürekli meydana gelen bir tehlike en yüksek skoru alırken, yılda bir kez meydana gelen tehlike en düşük değeri alır [38].

L tipi matris yöntemiyle karşılaştırıldığında, Kinney metodu daha güvenilirdir. Fakat risk analizi çalışması yapılan vakıf üniversitesinde daha önceden meydana gelmiş bir kaza olmadığı, hiç bir kaza tutanağı bulunmadığı için bu çalışmada L tipi matris yöntemiyle risk analizi yapılmıştır.

Öncelikle ortak alanlar incelenmiş ve gözlemlenen tehlikeler not edilmiştir. Daha sonra 3.1’de verilen L tipi matris yöntemiyle tehlikelerin şiddeti ve olasılığı incelenmiştir. Sonrasında tehlike ve olasılık değerleri çarpılarak risk skorları belirlenen durumların en son olarak ortadan kaldırılması için alınması gereken önlemler belirtilmiştir.

Üniversite genel olarak elektrik tehlikesi bakımından iyi bir konumdadır. Ortak alanlarda düşük skorlu tehlikeler vardır. Bu tehlikeler de kabloların açıkta olması, çok fazla uzatma kablosu kullanılması ve elektrik panolarının açıkta olması gibi tehlikelerdir. Bu

tehlikelerin çoğu kolaylıkla yok edilebilir. Sadece 1 adet orta dereceli tehlike bulunmaktadır. Bu da kantinde açıkta bulunan kablolardır.

Bu tehlikelerin ortadan kalkması için alınacak önlemler sadece kısa bir çalışma gerektirir. Özellikle uzatmak kablosu kullanımında kabloların açıkta, kişilerin basabilecekleri yerlerde olmamasına dikkat edilmelidir. Kablolar duvara sabitlenmelidir. Elektrik ve internet panolarından sarkan kablolar düzenlenmeli daha sonra bu panolar kilitlemelidir. Ayrıca korumasız elektrik kablosu kesinlikle bırakılmamalı, kullanılmayan uçlar kapatılmalıdır

Yapılan risk değerlendirmesi, Ek-1'de görülebilir.

5. ELEKTRİKLİ ÇALIŞMALAR İÇİN KKD VE İLK YARDIM

5.1 Elektrikli Çalışmalar İçin KKD

Kişisel koruyucu donanımları iş sağlığının ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen ilk aşamada kişisel koruyucu donanım kullanımı tercih edilmez. Öncelikle risklerle kaynağında mücadele edilir. İş kişilere uygun duruma getirilerek, mühendislik kontrolleri yapılır. Daha sonra tehlikeli olan ürün/yöntem/makine mümkünse tehlikesiz olanla değiştirilir. Toplu koruma önlemleri alınır. Tehlikelere maruz kalma sürecini azaltmak için idari tedbirler uygulanır. Bütün bunlardan sonra hala tehlike varsa kişisel koruyucu donanımı kullanılır.

Potansiyel elektrik tehlikesi bulunan işlerde çalışan işçilere elektrikten korunmak için koruyucu donanımlar sağlanmalıdır. Bütün koruyucu ekipmanlar “CE” işareti içermek zorundadır. Bu işaret, koruyucunun gerektiği şekilde kullanıldığında tam koruma sağladığını, insan sağlığına zarar vermeyeceğini ve ürünün güvenli olduğunu gösterir [39].

5.1.1 Kafa için KKD

İşçiler başlarına temas edebilecek herhangi bir enerji kaynağı varsa ve bu kaynak, elektrik çarpmasına, yangına sebep olabilecekse, yalıtkan kask takmak zorundadırlar. Amerikan Standartlar Enstitüsü’ne göre kasklar 2 tip ve 3 sınıfa ayrılmıştır. Tipler şu şekilde belirtilmiştir.

Tip 1: Kafanın sadece tepe kısmına gelecek darbeleri önleyen kasklar

Tip 2: Kafanın tepe kısmına ve yan taraflarına gelecek darbeleri önleyen kasklar.

Sınıflar ise şu şekilde belirtilmiştir.

G sınıfı: Düşen nesnelerin etkisini azaltmak ve düşük gerilimli elektrik akımlarının etkisini azaltmak için kullanılır. Bu kasklar 2200 Volt değerinde test edilir.

E sınıfı: Düşen nesnelerin etkisini azaltmak ve yüksek gerilimli elektrik akımlarının etkisini azaltmak için kullanılır. Bu kasklar 20000 Volt değerinde test edilir.

C sınıfı: Düşen nesnelerin etkisini azaltmak için kullanılır. Herhangi bir elektrik koruması sağlamaz [39].

5.1.2 Gözler ve Yüz İçin KKD

Ortamda elektrikten kaynaklanan arklar, parlamalar ya da sıçrayan cisimler bulunuyorsa, işçiler yüz ve gözlerini korumak için gerekli koruma donanımını giymelidirler. Ark parlamalarında ısı direnci kalori/cm^2 olarak ölçülür. 1,2 kalori/cm^2 2. Derece yanık oluşumu için yeterlidir [39].

5.1.3 Vücut için KKD

Ark parlamalarının olduğu yerlerde sıcaklık 35.000 dereceyi aşabilir. Bundan çok daha az derecelerde bile günlük kıyafetler yaralanmalardan korumak için yeterli değildir. Hatta bu yüksek sıcaklıklarda meydana gelecek bir parlama kıyafetleri tutuşturur ve parlama yok olsa bile kıyafetler yanmaya devam ederek yaralanmanın boyutunu artırır.

Vücut güvenliği için “Aleve Dirençli” (Frame Resistant) giysiler kullanılmalıdır. FR giysileri pantolon, gömlek, tulum, ceket, parka ve tam korumalı elbiseden oluşmalıdır. Konfor, rahatlık ve esneklik önemli olmakla birlikte bu tarz kıyafetlerde en önemli özellik “Ark Termal Performans Değeri”dir (Arc Thermal Performance Value).

Enerjili elektrikli bölümlerle uğraşılırken naylon, polyester, ipek gibi yanıcı malzemelerden yapılmış giysiler kesinlikle giyilmemelidir [39].

5.1.4 Eller için KKD

Ellerini kullanarak enerji bulunan elektrik devreleriyle uğraşan işçiler için en tehlikeli bölge, açıkça görüldüğü üzere eller ve kollarıdır. Bu nedenle işçiler yalıtımlı eldiven kullanmalıdırlar. Bu eldiven yüksek yalıtım kalitesine sahip olmalı aynı zamanda da konforlu, esnek ve dayanıklı olmalıdır [39].

5.1.5 KKD Kullanım Eğitimi

İşin durumuna göre yukarıda sayılanlardan başka KKD'ler de kullanılabilir. Ancak KKD'ler ile ilgili işçilere muhakkak eğitim verilmelidir. İşveren bu eğitimde aşağıdaki hususları işçiye öğretmelidir;

- KKD ne zaman gereklidir,
- Hangi KKD işçinin yaptığı iş için gereklidir,
- KKD nasıl giyilir, ayarlanır ve çıkartılır,
- KKD'nin kullanım limitleri,
- KKD'nin bakımı ve uzun ömürlü olması için ne yapılması gerekir.

İşveren işçi KKD'yi kullanmadan önce bu eğitimi işçiye vermeli, bu eğitimden önce KKD kullanımına izin verilmemelidir [39].

5.2 Elektrik kazalarında ilk yardım

Elektrik çarpmaları sadece çalışma alanlarında değil günlük hayatımızda da karşılaşılabileceğimiz olaylardır. İlk yardım bilgisinin birçok kazada hayat kurtardığı bilinmektedir. Bu nedenle elektrik kazaları sonrası yapılacak ilk yardımı bilmek hem çalışma hayatında hem de günlük hayatta önem arz eden bir durumdur.

5.2.1 Ortamın güvenli hale getirilmesi

Elektrik kazalarında ilk yapılması gereken iş ortamın güvenli hale getirilmesidir. Akım acil bir şekilde kapatılmalıdır. Eğer akımı durdurmak mümkün değilse, yalıtkan bir cisim ile kaza geçiren kişi ile elektrik arasındaki bağlantı kesilmelidir. Bunu yapmak için tahta bir cisim, plastik paspas, kalın bir gazete yığını gibi cisimler kullanılmalı, ayrıca yalıtkan cisimlerin üzerinde durup yer ile temas da edilmemelidir. Örneğin tahta sandalye, tabure, masa gibi cisimlerin üzerine çıkılmalıdır. Elektrik akımının tamamen kesilmiş olduğundan emin olunmadan kazazedenin vücuduna dokunulmamalıdır.

Yüksek gerilim altında meydana gelen elektrik kazalarında ise kesinlikle akım altındaki kazazedeye dokunulmamalı hatta 10 metreden fazla yaklaşılmamalıdır. İkinci bir

kazazede olmaması için kimse bu güvenlik mesafesinin içine girmemelidir. Bu kazalarda akımın bir an önce kesilmesi sağlanmalıdır.

Akım kesildikten sonra ve kazazede akımdan kurtulduktan sonra acil durum ekipleri aranmalıdır [40].

5.2.2 Suni Solunum

Elektrik çarpmaları genelde solunum ve kalp durmalarına sebep olur. Beyin dokuları ancak birkaç dakika oksijensiz kalabildiği için kazazede akımdan kurtulduktan sonra hızlı bir şekilde nefesi kontrol edilmelidir. Eğer nefes almıyorsa soluk yolunun açılması için çene ucu kemik kısımdan tutularak yukarı kaldırılır ve diğer el ile alın kısmı aşağı doğru bastırılır. Burun delikleri parmaklarla kapatıldıktan sonra ilk yardımı yapan kişi derin bir nefes alır, ağzını kazazedenin ağzı üzerine sıkıca kapatarak nefesini kazalının akciğerine gönderir. Eğer ağızda ya da dişlerde herhangi bir yara, kanama varsa ağız el ile kapatılır ve soluk burun deliklerinden verilir. 2-3 saniyede bir soluk verilmelidir ve her soluk vermede kazalının göğüs kafesinin şişmesi ve inmesi takip edilmelidir. 8-10 soluk verildikten sonra kazazedenin boynunun yan tarafından şah damarı kontrol edilir. Eğer kalp durmuş ise hemen kalp masajı uygulamasına başlanır [40].

5.2.3 Kalp Masajı

Kazalının göğüs kısmının yan tarafına diz çökülür. Göğüs kemiğinin ortasına iki el üst üste konarak göğüs kafesini 3 cm aşağı indirecek şekilde bir güç ile baskı uygulanır. Bu baskı “1001, 1002, ..” şeklinde sayılarak 1015’e kadar devam ettirilir. Eğer bir tane ilk yardımcı varsa “2 nefes, 15 baskı” şeklinde uygulama yapar. İki ilk yardımcı olduğu durumlarda ise bir tanesi suni solunum yapar ve bir nefes verirken diğeri de 5 defa kalp masajını yapar. “1 nefes, 5 baskı” şeklinde uygulama yapılır. Şah damarı sürekli kontrol edilmeli ve eğer kalp atmıyorsa kalp masajı yapılmalıdır. Günümüzde bu tekniklerle birçok kişiyi hayata döndürülmesi mümkün olmaktadır. Bu tekniklerin öğretilmesi insanlık görevi olarak görülmelidir [40].

6. SONUÇ

Elektriğin hayatımızdaki yeri ve önemi yadsınamaz derecede büyüktür. Fakat bu önemli ve gerekli buluşun tehlikesi hiçbir zaman hafife alınmamalı ve elektrikli çalışmalarda gerekli önlemler alınmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışmada elektrikli çalışmalarda iş güvenliğinin nasıl sağlanacağı ve risk analizinin nasıl yapılacağı belirtilmiştir. Uygulama olarak bir vakıf üniversitesindeki elektrik tehlikelerinin L tipi matris yöntemiyle risk analizi yapılmış ve alınması gereken önlemler belirtilmiştir. Ayrıca elektrikli çalışmalarda kullanılması gereken kişisel koruyucu donanım ve ilk yardım da tezde verilmiştir.

Elektrik tehlikelerinden korunmak için öncelikle, bütün çalışma alanlarında yasal olarak da yapılması zorunlu olan risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Özellikle tehlikelerin tanımlanması aşamasında deneyimli ve elektrik konusunda yetkin bir kimseden yardım alınmalıdır. Tehlikeler belirlendikten sonra risklerin analizi yapılmalı, riskler kontrol altına alınmalı, sürekli olarak izleme ve gözden geçirme yapılmalıdır. Ufak hatalar, ısınmalar, parlamalar kesinlikle dikkate alınmalı ve her hata için hatayı ortaya çıkaran sebepler sorgulanmalıdır.

Son olarak elektrik tehlikesi sadece elektrikli çalışmalar yapan iş yerlerinde değil, sadece ufak bir su kaynatıcısı bile olsa elektrik kullanan bütün çalışma alanlarında vardır. Bu nedenle elektrik tehlikeleri konusunda gerekli kuralları bütün işverenler dikkate almalı ve bütün işçilerde elektrik konusunda farkındalık sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Mitchel, P., *The impact of globalisation on health and safety at work*, World Socialist Web Site, 1999.
- [2] *İş Kazaları Ve İşe Bağlı Sağlık Problemleri Araştırma Sonuçları*, Türkiye İstatistik Kurumu, 2013.
- [3] Yazar, İ., *İş güvenliğinde sınıfta kaldık*, Zaman Gazetesi, 16 Mayıs 2014, http://www.zaman.com.tr/ekonomi_is-guvenliginde-sinifta-kaldik_2218045.html
- [4] Üstünel, M., *Elektrik Tesisat Bilgisi*, Meb Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Ve Teknik Açık Öğretim Okulu Ders Kitapları Dizisi, p.19, 2012.
- [5] *6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, Resmî Gazete, 30 Haziran 2012.
- [6] *Electrical Safety in the Workplace*, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, 2008.
- [7] *Electricity*, Wikipedia, 15.08.2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Electricity>
- [8] *Electrical resistance and conductance*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistance_and_conductance
- [9] *Electric potential*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_potential
- [10] *Voltage*, Wikipedia, 15.08.2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Voltage>
- [11] *Direct current*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Direct_current
- [12] *Alternating current*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Alternating_current
- [13] *Electrical impedance*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_impedance
- [14] *Capacitance*, Wikipedia, 15.08.2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Capacitance>
- [15] *Inductance*, Wikipedia, 15.08.2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Inductance>
- [16] *Electric power*, Wikipedia, 15.08.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_power

- [17] Berry, C., *A Guide to Electrical Safety*, North Carolina Department of Labor Occupational Safety and Health Division p.4, 2012.
- [18] *Electric shock*, Wikipedia, 21.06.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_shock
- [19] Fowler T.W., Miles K.K., *Electrical Safety*, U.S. Department Of Health And Human Services, p.1, 2009.
- [20] Bloswick D. S., Budnick P. M., *An Introduction to Electrical Safety for Engineers*, U.S. Department Of Health And Human Services, p.II-3, 1993.
- [21] Aytaç S., *İş Kazalarını Önlemede Güvenlik Kültürünün Önemi*, Türkmatal Dergisi, Ekim-Kasım 2011.
- [22] Aktay N., *İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimi İle İş Güvenliği Kültürü Arasındaki İlişki*, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, p.6, 2011.
- [23] *Safety Culture*, Wikipedia, 24.06.2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Safety_Culture
- [24] Tulonen T., *Electrical Accident Risks in Electrical Work*, Doctor of Technology Thesis, Tampere University of Technology, p.16, 2010.
- [25] *Risk Compensation*, Wikipedia, n.d.
- [26] Dekker S. W. A., *The Re-Invention Of Human Error*, p.3, Technical Report 2002-01.
- [27] European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, *Finnish Quality Of Work Life Survey*, p.10, 2003.
- [28] Elektrik İle İlgili Fen Adamlarının Yetki, Görev Ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik, Madde 4, Resmi Gazete, 9 Şubat 2012.
- [29] İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Madde 7, Resmi Gazete, 29 Aralık 2012.
- [30] Pirttimäki H., *Safety In Electrical Work*, Master Of Science Thesis, Tampere University of Technology, p.6, 2013.
- [31] Teiaş İş Güvenliği Yönetmeliği, Madde 5, p.20, 2010.
- [32] *Basic Electrical Safety*, p.39, 1995.

- [33] U.S. Department of Labor OSHA Office of Training and Education, *Controlling Electrical Hazards*, U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration, p.14, 2002.
- [34] Safe Work Australia, *How To Manage Work Health And Safety Risks Code of Practice*, p.9, 2011.
- [35] Özkılıç Ö., *İş Sağlığı Ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri Ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, Ajans Türk Basın ve Basım A.Ş., p.60, 2005.
- [36] The Queensland Electrical safety code of practice 2010, *Working near overhead and underground electric lines*, p.11, 2010.
- [37] U.S. Department of Energy, *Doe Handbook Electrical Safety*, 2009.
- [38] Kinney G.F., Wiruth A.D., *Practical Risk Analysis for Safety Management Report*, California, 1976.
- [39] Workplace Safety Awareness Council, *Electrical Safety For General Industry*, p.14, n.d.
- [40] Ilıcak Ş., *Elektrik Kazalarında İlk Yardım*, EMO Ankara Şubesi Temmuz/Ağustos 1999 Bülteni

ÖZGEÇMİŞ

Adı: Ammar Yasir







Soyadı: Korkusuz

Doğum Yeri ve Tarihi: İzmir – 29.04.1989

Lisans Diploması: İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
2011 Mezunu

Yabancı Diller: İngilizce B2 seviyesi (upper intermediate), Almanca A2 seviyesi (pre intermediate)

EK -1: VAKIF ÜNİVERSİTESİNDE ELEKTRİK TEHLİKELERİ DEĞERLENDİRMESİ

ELEKTRİK TEHLİKELERİ RISK DEĞERLENDİRME TABLOSU								
NO	TEHLİKENİN TANIMI	FOTOĞRAF / ÇİZİM	TEHLİKENİN OLUŞMA OLASILIĞI	RİSKİN ETKİSİ	RİSK ÖNEM SEVİYESİ	ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	RİSK SKORU	RİSK ÖNEM SEVİYESİ
01	Ofislerde açıkta çok fazla kablo bulunması, bu kablolarla takılıp düşme ve yaralanma tehlikesi.		1	1	ÖNEMSİZ	Ofislerdeki kablolar kontrol edilmeli ve fazlalık kısımlar duvara monte edilmeli.	1	Önemsiz
02	Tuvaletlerdeki reklam panoları için açıktan bağlanan kablolarla takılıp düşme ve yaralanma tehlikesi		1	1	ÖNEMSİZ	Reklam panoları için açıkta bulunan kablolar duvarın içinden geçmeli ya da uygun bir koruyucunun içine yerleştirilmelidir.	1	Önemsiz
03	Sınıflarda uzatma prizlerinin açıkta bulunması ve bu prize takılıp düşme, yaralanma tehlikesi		1	1	ÖNEMSİZ	Sınıflarda ve ortak alanlarda bulunan uzatma prizler duvara sabitlenmelidir.	1	Önemsiz
	Network kabinetlerinin kilitli olmaması ve kabloların koridora sarkması		2	2	KATLANILABİLİR RİSK	Katlarda bulunan network kabinetleri kilitli tutulmalı ve yetkisiz kişilerin erişimi engellenmelidir.	4	KATLANILABİLİR RİSK
04	Katlardaki elektrik panolarının kilitli olmaması, yetkisiz kişilerin bu panolara erişimi		2	3	KATLANILABİLİR RİSK	Katlarda bulunan elektrik panoları kilitli tutulmalı ve yetkisiz kişilerin erişimi engellenmelidir.	6	KATLANILABİLİR RİSK
06	Dış kantinde öğrencilerin oturdukları koltuklara 1 metre mesafede elektrik panosundan onlarca kablo sarkması ve bu kabloların bazılarının uçlarının açıkta olması.		3	4	ORTA DÜZEYDE RİSK	Kantinde bulunan elektrik panosu derhal kapatılmalı ve etrafında bulunan kablolar uygun bir şekilde bu panonun içinde yerleştirilmelidir.	12	ORTA DÜZEYDE RİSK