



T.C.

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ELEKTRİK PANOLARINDA YANGINLARA KARŞI FINE
KINNEY YÖNTEMİ İLE RİSK ANALİZİ YAPILMASI**

Emre KUŞ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Serhat ÖZEKES

İSTANBUL-2019

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ELEKTRİK PANOLARINDA YANGINLARA KARŞI FINE
KINNEY YÖNTEMİ İLE RİSK ANALİZİ YAPILMASI**

Emre KUŞ
154203086

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serhat ÖZEKES

İSTANBUL-2019

ÖZET

Ülkemizde meydana gelen yangın olaylarında birçok can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Bu yangınların büyük bir kısmı elektrikten kaynaklanmaktadır. Günümüzde, elektrik enerjisinin hayatımızın her alanında yer alması, elektrikten kaynaklanan yangın olaylarını artırmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, İstanbul'da yaşanan yangınların yaklaşık %20'si doğrudan elektrik yüzünden meydana gelmektedir. Bu yangınların birçoğu elektrik panosundan kaynaklanmaktadır. Bu tez çalışmasında elektrik panolarında meydana gelen yangınların ana nedenleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Fine Kinney risk analiz metodu kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tezin ilk kısmında elektriğin yangın ile ilişkisi ele alınmıştır. Burada elektriğin yangın tehlikeleri izah edilmiştir. Devamında ise panolar hakkında bilgi aktarılmaya çalışılmıştır.

Materyal ve yöntem kısmında Fine Kinney metodundan bahsedilmiştir. Burada elektrik panoları üzerinde Fine Kinney yönteminin nasıl uygulanabileceği, frekans ve olasılık katsayılarının nasıl belirlendiği gösterilmiştir.

Saha çalışması kısmında ise, ülkemizde yaygın olarak bulunan tekstil sektörü üzerinde belirlenen kriterler doğrultusunda risk değerlendirmesi yapılmıştır ve sonuçları tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Elektrik yangınları, Yangın, Fine Kinney, Elektrik pano yangınları, Risk değerlendirmesi

ABSTRACT

In many fire incidents in our country, many lives and property losses are experienced. Most of these fires are caused by electricity. Nowadays, electricity energy take part in every area of our lives, increases the incidence of fire caused by electricity. According to the results, approximately 20% of the fires in Istanbul are caused by direct electricity. Many of these fires are caused by electric panel. In this thesis, the main reasons of fire occurring in electrical panels were investigated. The results were evaluated using the Fine Kinney risk analysis method.

In the first part of the thesis, the relation of electricity with fire is discussed. The fire hazards of electricity are explained here. Afterwards, information about the boards was tried to be transferred.

In the material and method part, Fine Kinney method is mentioned. Here, how to apply the Fine Kinney method on electrical panels and how to determine the frequency and probability coefficients are shown.

In the field study, risk assessment was performed in line with the criteria determined in the textile sector, which is common in our country, and the results were discussed.

Keywords: Electric fires, Fire, Fine Kinney, Electrical panel fires, Risk assessment

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen başta danışmanım Sayın Doç. Dr. Serhat ÖZEKES'e, İş Sağlığı ve Güvenliği yüksek lisans eğitimi ve tez sürecinde desteklerini esirgemeyen Üsküdar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölüm başkanı Sn. Rüştü Uçan'a; yine Üsküdar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği öğretim görevlisi Sn. Nuri Bingöl'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam süresince desteğini her an yanımda hissettiğim sevgili eşim Nural Kuş'a, saha çalışmalarındaki katkılarından dolayı değerli arkadaşım Ogün Bıdık'a, İş Sağlığı ve Güvenliği yüksek lisans eğitimi sürecinde tanıştığım tüm bölüm hoca ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

BEYAN

Bu çalışmanın kendi tez çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

22.01.2019

Emre KUŞ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
BEYAN	iv
TABLOLAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1 Tehlike ve Risk Kavramları.....	2
2.2 Yangın Nedir?	2
2.2.1 Yangın üçgeni.....	2
2.2.2 Yangın sınıfları.....	3
2.3 Elektriğin Tehlikeleri ve Yangın ile İlişkisi	4
2.4 Elektrik Yangınlarının Sebepleri.....	8
2.4.1.1 Seri ark.....	9
2.4.1.2 Paralel ark.....	9
2.4.1.3 Ark yolu ve yalıtımın karbonlaşması	10
2.4.2 Zayıf veya gevşek bağlantı	11
2.4.3 Aşırı yüklenme ve kısa devre	11
2.5 Elektrik Panolarına Genel Bakış	13
2.5.2 Elektrik panolarının sahip olması gereken özellikler	16
2.5.2.1 Standartlar.....	16
2.5.2.2 Yönetmelikler	17
2.5.2.3 Çalışma koşulları	17

2.5.3 Elektrik panoları ve yangın ilişkisi.....	17
2.5.4 Elektrik Panolarında Yangına Yol Açan Etmenler	18
2.5.4.1 Yanıcı malzeme	19
2.5.4.2 Uygun olmayan kablo kullanımı	20
2.5.4.3 Termal uygunsuzluklar	20
2.5.4.4 Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması.....	21
2.5.4.5 Kablolarda uygunsuz ek olması.....	22
2.5.4.6 Dış etkilere karşı uygunsuzluk	22
2.5.4.7 Panoya erişim engeli.....	23
2.5.4.8 Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	24
2.5.4.9 Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	25
2.5.4.10 Kablo renk kodları ve eksik etiketleme	25
2.5.4.12 Pano içinin temiz olmaması.....	26
2.6 Elektrik Panolarında Yangınların Algılanması ve Söndürülmesi	26
2.6.1 Pano içi mini yangın söndürme sistemleri.....	27
2.6.2 Total gazlı söndürme sistemleri.....	28
2.6.3 Hava örneklemeli sistemler	28
3. MATERYAL YÖNTEM.....	30
3.1 Fine Kinney Risk Analiz Yöntemi	30
3.1.1 Fine Kinney Risk Puan Yöntemi	31
3.2 Fine Kinney Risk Analizi Hesaplaması.....	32
3.3 Elektrik Pano Yangınlarının Fine Kinney Hesabı	33
4. SAHA ÇALIŞMASI	35
4.1 Pano-1 Risk Değerlendirmesi	36
4.2 Pano-2 Risk Değerlendirmesi.....	39
4.3 Pano-3 Risk Değerlendirmesi	42

4.4 Pano-4 Risk Değerlendirmesi.....	45
4.5 Pano-5 Risk Değerlendirmesi.....	48
5. TARTIŞMA.....	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	62



TABLULAR DİZİNİ

SAYFA NO

Tablo 1: İstanbul ilinde 2013-18 yılları arası meydana gelen yangın sayıları....	5
Tablo 2: Alçak gerilim standartları.....	16
Tablo 3: Fine Kinney olasılık skoru derecelendirmesi.....	31
Tablo 4: Fine Kinney metodu şiddet skoru derecelendirmesi	31
Tablo 5: Fine Kinney metodu frekans skoru derecelendirmesi.....	32
Tablo 6: Fine Kinney metodu risk skoru derecelendirmesi.....	33
Tablo 7: İstanbul ilinde elektrik yangın sayıları(2011-2015).....	33
Tablo 8: Pano kontrol açıklamaları	35
Tablo 9: Pano-1 kontrol formu	36
Tablo 10: Pano-1 risk değerlendirme.....	37
Tablo 11: Pano-2 kontrol formu	39
Tablo 12: Pano-2 risk değerlendirme.....	40
Tablo 13: Pano-3 kontrol formu	42
Tablo 14: Pano-3 risk değerlendirme.....	43
Tablo 15: Pano-4 kontrol formu	45
Tablo 16: Pano-4 risk değerlendirme.....	46
Tablo 17: Pano-5 kontrol formu	48
Tablo 18: Pano-5 risk değerlendirme.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil 1: Yangın üçgeni.....	3
Şekil 2: Türkiye’de yangın çıkış nedenleri (1998-2008)	6
Şekil 3: Seri ark.....	9
Şekil 4: Paralel ark	10
Şekil 5: Ark yolu	10
Şekil 6: Zayıf bağlantı.....	11
Şekil 7: Aşırı yüklenme	12
Şekil 8: Elektrik panosu	13
Şekil 9: Dağıtım panosu.....	14
Şekil 10: Aydınlatma panosu	14
Şekil 11: Geçici panolar	15
Şekil 12: Kumanda panosu	15
Şekil 13: Pano önü ahşap malzeme.....	18
Şekil 14: Yanlış kablolama ve yanıcı malzeme	19
Şekil 15: Londra bina yangını.....	20
Şekil 16: Termal kontrol	21
Şekil 17: Kablo pabucu	22
Şekil 18: Panoya sıvı teması riski	23
Şekil 19: Pano erişim engeli	24
Şekil 20: Kilit mekanizması olmayan pano kapağı.....	24

Şekil 21: Plastik rakor	25
Şekil 22: Mini yangın söndürme sistemi	27
Şekil 23: Total gazlı sistem.....	28
Şekil 24: Hava örneklemeli sistem	28
Şekil 25: Pano-1 normal görünüm	36
Şekil 26: Pano-1 termal görünüm	36
Şekil 27: Pano-2 normal görünüm	39
Şekil 28: Pano-2 termal görünüm	39
Şekil 29: Pano-3 normal görünüm	42
Şekil 30: Pano-3 termal görünüm	42
Şekil 31: Pano-4 normal görünüm	45
Şekil 32: Pano-4 termal görünüm	45
Şekil 33: Pano-5 normal görünüm	48
Şekil 34: Pano-5 termal görünüm	48

KISALTMALAR DİZİNİ

A.A	: Alternatif akım
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
EMO	: Elektrik Mühendisleri Odası
EN	: Avrupa Normu
ENTSO-E	: Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşleticileri Birliği
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	: Kişisel koruyucu donanım
NFPA	: Amerikan Yangından Korunma Kurumu
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TS	: Türk Standartları

1.GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, elektrik enerjisi hayatımızın her alanında kendisine yer edinmiştir. Sanayi devrimi sonrasında elektriğin endüstriyel alanda kullanılması ile birlikte, ihtiyaç duyduğumuz her şey daha ucuz ve seri şekilde üretilmektedir. Bu yüzden insan gücüne dayanan işlerin, makineler vasıtasıyla yapılabilir olmasını elektrik enerjisine borçluyuz. Ancak elektrik enerjisi hayatımızda bu tür faydalar sağladığı gibi, kendine has tehlikeleri de içerisinde barındırmaktadır. Yangın nedenlerine bakıldığı zaman elektriğin, en önemli yangın sebeplerinden birisi olduğu görülmektedir. Ülkemizde meydana gelen yangınların birçoğunun elektrik nedenli olduğu hem basın yayın organları hem de uzman kişiler tarafından sıklıkla ifade edilmektedir. Bu yangınlarda ciddi miktarlarda maddi kayıplar yaşandığı gibi, birçok can kaybına da üzülmeye tanıklık etmekteyiz. Özellikle, 29 Aralık 2016 tarihinde, Adana ilinde, bir kız yurdunda 11 genç kardeşimizin vefatı ile sonuçlanan elim yangın olayı hepimizi derinden sarsmıştır. Konu ile ilgili incelemelerin ardından, bilirkişi raporunda yangının, elektrik panosundan kaynaklandığı belirtilmiştir. (hürriyet,10.04.2017).

Ülkemizde yangınların önlenmesi ile doğrudan ilgilenen bir kuruluşun olmaması ve bu konu hakkında yeterli bilimsel çalışmaların yapılmaması, elektriğin tehlikeleri yüzünden meydana gelecek yangın oluşma riskini her geçen gün artırmaktadır.

Bu yüksek lisans tez çalışması aracılığı ile bu konu üzerine dikkatleri biraz daha çekmek, bu konuyu iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde değerlendirmek, bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlamak ve birçok yangında, yangın nedeni olarak gösterilen elektrik panoları üzerinde risk analiz çalışmaları yapılarak, elektrik panolarındaki yangın oluşumuna neden olabilecek riskler incelenecektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Tehlike ve Risk Kavramları

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kanunu'nun hayatımıza girmesi ile birlikte tehlike ve risk kavramları, iş sağlığı ve güvenliğinin temel kelimelerini oluşturmuştur. Bu yasayla birlikte, işletmelerde risk değerlendirmesi zorunlu hale getirilmiştir. Tehlike ve risk kavramları farklı anlamları ifade etse de, bu iki kavramın sıklıkla birbiri yerine yanlış şekilde kullanılmasına şahit olmaktayız.

6331 sayılı İSG Kanunu'na göre;

Tehlike, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya iş yerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini; risk ise tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade eder.

Risk bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığıdır. Tehlike ise hayatın kaçınılmaz bir parçasıdır (Smith, 1996).

Yukarıdaki tanımları göz önüne aldığımızda elektrik tehlikeye; elektriğin yangına yol açabilecek tehlikelerinin ortaya çıkma ihtimali ise risk terimine karşılık gelmektedir.

2.2 Yangın Nedir?

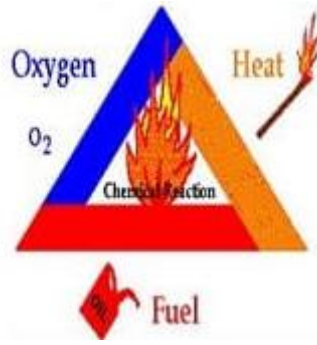
Yanma, hidrojen ve karbon gibi yakıtların oksijen ile birleşerek ısı enerjisini serbest bırakması ve gazların sıcaklık artışına neden olan kimyasal bir tepkimedir (Ganesan, 2012).

Yangın ise, yanma olayının kontrol altına alınamamasının bir neticesidir.

2.2.1 Yangın üçgeni

Yanma olayının meydana gelebilmesi için 3 temel unsurun bir araya gelme şartı vardır. Bunlar; yanıcı madde, ısı ve oksijen şeklindedir.

Şekil 1: Yangın üçgeni



(tesisat, 11.08.2018)

2.2.2 Yangın sınıfları

Yangınların, sıklıkla karşımıza çıkması ve yangın nedenlerinin daha iyi araştırabilmesi adına yangınları sınıflandırma yoluna gidilmiştir. Bu sınıflandırma yapılırken de yanıcı maddelerin türü esas alınmıştır. Yangın sınıfları, Avrupa Normlarında (EN) aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır. Avrupa Birliği (AB) standartlarını kabul edip kullanan ülkemizde de bu kodların önüne Türk Standartları (TS) eklenerek literatüre girmiştir.

Yangın sınıfları; TS EN 2 ve TS EN 2/A1 Türk standartlarına göre aşağıdaki şekilde tarif edilmiştir:

A sınıfı yangınlar: Yanmanın, normal olarak parlak korların oluşumuyla yürüdüğü, genellikle organik esaslı katı madde yangınları,

B sınıfı yangınlar: Sıvılar veya sıvılaştırılabilir katılar ile ilgili yangınlar,

C sınıfı yangınlar: Gaz yangınları,

D sınıfı yangınlar: Metal yangınları,

F sınıfı yangınlar: Pişirme gereçlerindeki pişirme ortamı (bitkisel veya hayvansal sıvı ve katı yağlar) yangınları şeklindedir.

AB standartlarında elektrik yangınları ile ilgili bir sınıf tanımlanmamıştır. Çünkü elektrikten kaynaklanan bir yangını katı sınıfta, yani A sınıfı yangınlar içerisinde değerlendirme yoluna gidilmiştir. Bununla birlikte elektrik bir yangın türü değil, yangın nedeni olarak ele alınmaktadır. Ancak elektrik kaynaklı yangınların çok olması

sebebiyle, Amerikan yangın sınıflandırması elektrik yangınlarını C, Asya ülkeleri de E sınıfı yangın olarak tanımlama ihtiyacı hissetmiştir. Hatta elektrik yangınları ve alınması gereken önlemler ile ilgili ilk makale de 1747 yılında ABD başkanı Benjamin Franklin tarafından yazılmıştır.

2.3 Elektriğin Tehlikeleri ve Yangın ile İlişkisi

Elektriğin enerjisine baktığımızda genel olarak çarpma ve yakma riski bulunmaktadır. Bu riskler, doğrudan yangına neden olabileceği gibi, dolaylı olarak da yangına yol açabilir. Başka bir sebepten başlamış olan yangının, elektrik hattına temas etmesi neticesinde elektrik enerjisinin de yangın üçgenine dahil olması söz konusudur.

Elektrik, hata ve arızalar neticesinde yangına yol açmaktadır. Aslında elektrik başlı başına bir yangın nedeni olmayıp, yangının başlamasına yol açan bir etmendir. Elektrikten kaynaklanan bu hata ve arızalar birçok can ve mal kaybına neden olmaktadır. Örneğin, ABD’de sırf elektrik hata ve arızalarından dolayı yalnızca 2006 yılında 340 kişi ölmüş, 1400 kişi yaralanmış ve doğrudan 1.45 milyon dolarlık maddi zarar yaşanmıştır (Hall ve John, 2009). Aynı şekilde, İngiltere yangın ve kurtarma servisi (Fire Rescue Service) 2005 yılı boyunca 47 000’in üzerinde yangının yüzde 43’ünün elektrik problemlerinden kaynaklandığını raporlamıştır (Electrical Safety Council, n.d.). Ülkemizde de bu durum farklı değildir. Ülke genelinde meydana gelen birçok yangın olayında, yangın nedeninin elektrik olduğu atfedilmektedir. Örneğin, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından yayınlanan istatistikî sonuçlara göre, elektrik kontağı yangınları her yıl ikinci sırada yer almıştır. Ayrıca bu yangınlara elektrikli ev aletlerinden kaynaklı yangınları da dahil edecek olursak, elektrik yangınlarının oranı daha ciddi seviyelere çıkmaktadır.

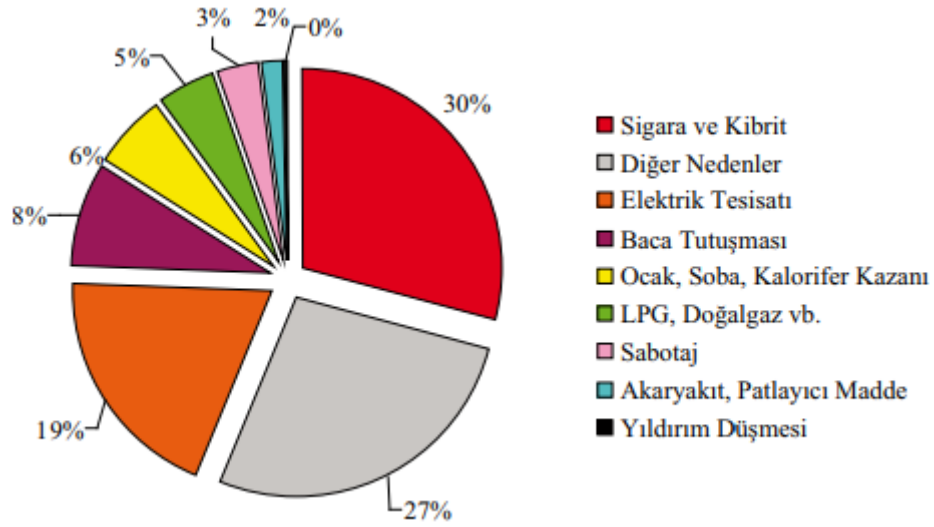
Tablo 1: İstanbul'da 2013-18 yılları arası meydana gelen yangın sayıları

Kaynak	Yıl											
	2013		2014		2015		2016		2017		2018 Ocak-Kasım	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Sigara	13 010	46.9	9168	40.1	10 532	39.0	11 341	39.7	8.420	33.6	6683	35.6
Elektrik Konağı	5133	18.5	5360	23.5	6564	24.3	6155	21.5	6.259	25.0	4868	25.9
Kasıt	1454	5.2	1340	5.9	2058	7.6	2729	9.5	1.981	7.9	1400	7.5
Kıvılcım Sıçraması	967	3.5	903	4.0	1021	3.8	1122	3.9	1.178	4.7	1100	5.9
Ütü, Ocak (Gazlı Dâhil) Elektrikli Ev Aletleri	1190	4.3	1189	5.2	1245	4.6	1272	4.4	1.206	4.8	1053	5.6
Baca	2097	4.7	749	5.0	1185	4.4	1093	3.8	1.100	4.4	792	4.2
Kızışma (Yüksek Isı İle)	677	2.4	961	4.2	1107	4.1	842	2.9	943	3.8	789	4.2
Diğer	707	2.6	863	3.8	823	3.1	1276	4.5	1.014	4.0	706	3.8
Tespit Edilemedi	762	2.7	830	3.6	956	3.5	1060	3.7	1.824	7.3	598	3.2
Çocukların Ateşle Oynaması	2097	7.6	749	3.3	1159	4.3	1374	4.8	867	3.5	521	2.8
Parlama (Yanıcı Sıvı, Yemek Parlama vb.)	422	2.7	351	1.5	328	1.2	322	1.1	281	1.1	253	1.3
Toplam	27 717	100	22 848	100	26 978	100	28 586	100	25 073	100	18 763	100

(İtfaiye, 20.12.2018)

Ülkemiz genelinde yaşanan yangın olaylarına bakıldığında da sonuçların çok farklı olmadığını görmekteyiz. Türkiye’de 1998-2008 yılları arasında meydana gelen yangınların sayısı 929 165’tir. Yangınların çıkış sebeplerine bakıldığında elektrik tesisatlarından kaynaklanan yangınlar, %19’luk oranla ikinci sırada yer almaktadır (Bekem ve ark., 2011).

Şekil 2: Türkiye’de yangın çıkış nedenleri (1998-2008)



(tüyak,2011)

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası tarafından yayımlanan 2018 yılına ait endüstriyel yangınlar ve patlamalar raporuna göre son 1 yılda Türkiye’de en az 436 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 385’i endüstriyel yangındır. Bu yangınların çıkış sebeplerine bakıldığında ağırlıklı olarak elektrik kaynaklı olduğu görülmektedir. Rapora göre, bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 25 kişi hayatını kaybetmiş, 72 kişi yaralanmıştır. Yüzlerce kişi ise yangından sonra ortaya çıkan boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenerek tedavi görmüştür.

2008-2018 yılının ilk 6 ayında İstanbul’da İBB itfaiyesi tarafından 78 fabrika yangınına müdahale edilmiş, bu yangınlarda elektrik tesisatı, yangın nedenleri arasında başı çekmiştir. Yine 2017 yılının aynı döneminde 91 fabrika yangını çıkmış, elektrik tesisatı yangın nedenleri arasında ilk sırayı almıştır. İstanbul’da 2008-2018 yılların kapsayan son 10 yılda 1501 fabrika yangını çıkmış, yangınların çıkış nedenleri arasında ilk sıralarda elektrik tesisatlarından kaynaklanan kusurlar olduğu belirtilmiştir (hurriyet, 30.01.2019).

Medya aracılığı ile de elektrik yangınları sıklıkla gündeme getirilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi verilmiştir:

İstanbul Bağcılar’da 5 katlı bir apartmanın girişindeki elektrik panosu patlamış, binada oturan 15’i çocuk 21 kişi, çıkan dumandan etkilenerek hastaneye kaldırılmıştır. (posta, 07.02.2019)

Galatasaray Üniversitesi tarafından kullanılan İbrahim Tevfik Efendi Sahil Sarayı, 22 Ocak 2013 Salı günü yanarak kül oldu. Rektörlük, yangının elektrik kontağından çıktığını tahmin ettiklerini belirtmiştir. Tarihi değeri olan bina kullanılamaz hale gelmiştir (Yangın ve Güvenlik Dergisi 156. Sayı, 2013).

Şanlıurfa'da bir iplik fabrikasında elektrik kontağından çıktığı tahmin edilen yangında, tonlarca iplik ve pamuk balyası yanarak kül oldu. Söndürme çalışmaları sırasında çöken duvarın altında kalan 2 işçi yaralandı. Olay neticesinde ciddi maddi kayıplar yaşanmıştır (hürriyet,10.02.2019).

Kütahya'nın Simav ilçesinde, bir fabrikanın elektrik panosunda meydana gelen patlamada 1'i ağır 3 kişi yaralandı (timeturk, 10.02.2019).

İstanbul Kartal'da binanın girişinde bulunan elektrik panosunda çıkan yangında 1'i bebek 8 kişi dumandan etkilendi (ntv, 10.02.2019)

Çankaya Yıldızevler Mahallesi bir restoranda çalışanların temizlik yaptığı sırada henüz belirlenemeyen bir nedenle elektrik panosu patladı. Patlama sonrası çıkan yangında alevler kısa sürede iş yerini sardı. Ciddi boyutta maddi kayıp yaşandı (aksam, 10.02.2019).

Gaziantep-Şehitkâmil ilçesindeki özel bir hastanesinin bodrum katındaki enerji depolama odasında, aşırı ısınmadan dolayı yangın çıktı. Yangında dumandan etkilenen 2 hasta yaşamını yitirdi. Hastane tarafından yapılan açıklamada, yangının, eksi üçüncü katta bulunan "enerji ana dağıtım panosu kompozisyon bölümündeki aşırı ısınma" nedeniyle çıktığı iddia edildi (medimagazin, 10.02.2019).

İzmir'in Menderes ilçesindeki bir yağ fabrikası elektrik kontağından çıktığı düşünülen yangında kullanılamaz hale geldi. Fabrikada 8 milyonluk zarar meydana geldi (milliyet, 10.02.2019)

Uşak Banaz'da, organik maddelerden yapma çiçek üretilen fabrikada çıkan yangın hasara neden oldu. Yangının elektrik panosunun bulunduğu bölümden çıktığını belirterek, en az 1 milyon liralık hasar olduğu belirtildi (trthaber, 10.02.2019).

Verilen örneklerden de görüleceği üzere, elektrik yangınları ülkemizin her bölgesinde meydana gelebilmektedir. Organik maddelerden çiçek üretimi yapan fabrikada bile elektrik yangını görülmüştür. Bu sonuçlar, konunun ülke için ne kadar hassas olduğunu göstermektedir. Ülkemizde çalışanların neredeyse tamamının elektrikle

içli dışlı bir ortamda çalışıyor olması, herkesin bu tür yangın tehdidi ile karşı karşıya kalma riskini artırmaktadır. Bu sebeple, elektrik yangın sebeplerinin tespit edilip önleyici faaliyetlerin devreye alınması tüm ülke açısından elzem bir konudur.

2.4 Elektrik Yangınlarının Sebepleri

Türkiye'de elektrik enerjisi, ilk kez 1902 yılında Tarsus'ta kurulan bir hidroelektrik santral ile üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lerden günümüze kadar teknolojinin sürekli gelişmesi, yeni ve daha güçlü cihazların yapılması, elektrikli ev aletlerine duyulan ihtiyacın her geçen gün artması, elektrik enerjisini yaşamımızın olmazsa olmaz bir parçası haline getirmiştir. Fakat kurulan elektrik sistemlerinin 1900'lü yıllardaki yapısı, günümüzde talep edilen enerji miktarını karşılayamadığından elektrik sistemleri arıza vermektedir. Hatta hepimizin yakinen tanık olduğu 31 Mart 2015 tarihinde Türkiye geneli yaşanan elektrik kesintisi için Avrupa Elektrik İletim Ağı (ENTSO-E) Türkiye Proje Grubu ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından ortaklaşa olarak hazırlanan 31 Mart Sistem Çökmesi Raporu'ndan yapılan derlemeye göre, söz konusu elektrik hatlarının aşırı yükten dolayı servis dışı kaldığı yönünde açıklama yapılmıştır (enerjienstitusu, 25.06.2018).

Hem ülkemizde hem de dünyada meydana gelen yangınlar incelendiğinde, yangınların büyük bir bölümünün eski binalarda yaşandığı görülmektedir. Hatta Amerikan Yangından Korunma Kurumu (NFPA) tarafından 1990'lı yıllarda geliştirilmeye başlanan Konutlar İçin Elektrik Kontrol Kodu (NFPA 73) bu duruma en güzel örnektir. Bu standart kodu geliştirilirken komite tarafından istatistiki veriler incelenmiş ve bina yangınlarının yalnızca yüzde 5'lik kısmı 10 yaşından küçük binalarda meydana gelmiştir (Walker, 2009). Yani yangınların %95'lik kısmı 10 yıldan daha eski binalarda meydana gelmektedir. Bu durum, eski sistemlerin yenilenmemesi ya da günümüzdeki şartlara uygun olmayan ekipmanların kullanılmasının bir neticesidir. Yine aynı şekilde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan Elektrik İç Tesisatları Yönetmeliği'ne aykırı uygulamalarda elektrik yangınlarını tetiklemektedir.

2.4.1 Ark hataları

Ark, elektriğin iletken bir boşlukta atlamaya çalışırken, yüksek sıcaklık ve ışıkla deşarjı şeklinde meydana gelen olaydır. Ark esnasında ortaya çıkan sıcaklık, bir kaç bin

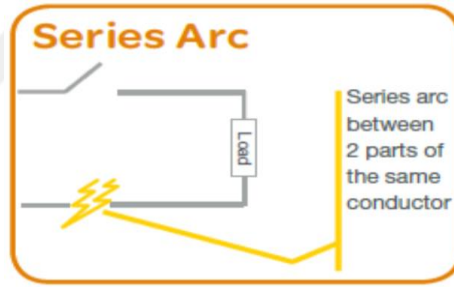
dereceye ulaşabilir. Bu sıcaklık değeri gerilim, akım ve iletken tipine bağlı olarak değişiklik gösterir (Clark ve ark., 2016). Babrauskas, arkların en az 6000K sıcaklık gösterdiğini bunun da bakır alüminyum gibi metalleri dahi eriterek yangın başlatabileceğini belirtmiştir (Babrauskas, 2003).

Nem ve çeşitli dış nedenler sebebiyle elektrik akımı izole bir yüzeyden yürüyerek bir karbon katmanı boyunca akabilir. Bu akım akarken arkın izlediği bu yol daha fazla akım iletir. Bu durum tespit edilemediği takdirde, bu akım çevresindeki yapı malzemelerini tutuşturana kadar devam eder. (Babrauskas, 2001).

2.4.1.1 Seri ark

Bir elektrik sisteminde aynı iletim kolu üzerinde meydana gelen arklardır. Elektrik bağlantılarının gevşemesi, eskimesi, dışarıdan darbe alması ya da kemirgenler tarafından zarar verilmesi neticesinde oluşurlar.

Şekil 3: Seri ark

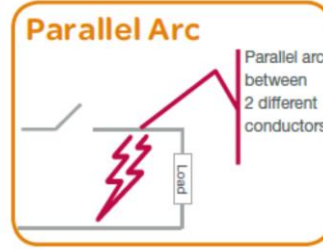


Bu tür hataların önlenmesine yönelik geliştirilmiş gayet teknolojik ark hatası önleme cihazları mevcuttur. Ancak bu cihazların kullanımından kaçınılması, bağlantılarının uygun yapılmaması ya da cihaz seçiminde gerekli kriterlerin göz önüne alınmaması neticesinde ark hatası yüzünden elektrik nedenli birçok yangın meydana gelmektedir.

2.4.1.2 Paralel ark

Paralel ark, bir hattın başka bir hatta değmesi ya da elektrik hattının toprak ile teması sonucu meydana gelen ark türleridir ve tehlikeli olan ark sınıfı da bunlardır. Artık akım cihazları ya da devre kesici sigortalar vasıtasıyla tespiti mümkündür. Ancak tespit edilememesi durumunda da doğrudan yangın nedenidir.

Şekil 4: Paralel ark



2.4.1.3 Ark yolu ve yalıtımın karbonlaşması

Kablolarda, gerilimin başka bir nokta ile temasını engellemek için çeşitli yalıtım malzemeleri kullanılır. Genellikle plastik menşeli olan bu malzemeler zamanla yıpranır. Zaman içerisinde yalıtım malzemenin hasara, neme, tuzlara ya da aşırı ısıya maruz kalmaları durumunda iki iletken arasında sızıntı(küçük kaçak akımlar) akımları oluşmaya başlar (NFPA 921, 2011). Bu kaçak akımların ürettiği ısı, iki iletken arasındaki izolasyonun karbonlaşmasına yol açar. Bu durum ark yolu olarak ifade edilir (Benfer ve Gottuk, 2013).

Ark yolunun elektrik yangınları ile olan ilişkisine dair birçok fikir öne atılmıştır. Yereance, elektrik yangınları analizi üzerine hazırladığı kitabında yangınların küçük kıvılcımlar ile başladığını, bu kıvılcımların birçoğunun da ark yolundan meydana geldiğini iddia etmiştir (Yereance, 1995). Beyler ve Gratkowski, hasar gören düşük gerilimli devrelerin bile (12Volt) ark yolu oluşturarak yangın çıkartabileceğini gözlemlemişlerdir (Beyler ve Gratkowski, 2006).

Şekil 5: Ark yolu

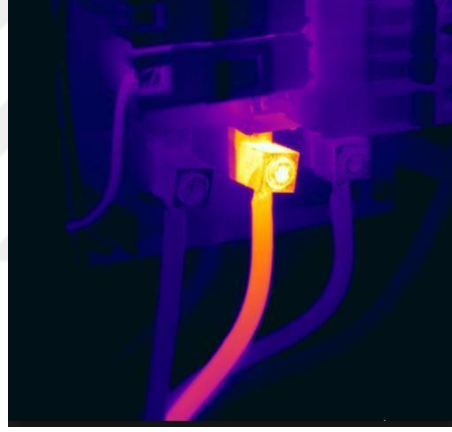


(wha-international, 11.07.2018)

2.4.2 Zayıf veya gevşek bağlantı

Bir devre bağlantısının kötü olması, elektrik enerjisinin iletilmesini zorlaştırıcı bir direnç gösterir. Bu direnç zamanla kontakların ısınmasına neden olur. Bu durum oksit oluşumunu teşvik eder. Oksit, akımı ve devreyi işlevsel kılsa da, gösterdiği direnç aşırı derecede fazladır. Bu direnç sebebiyle oksit zamanla ısınır ve etrafındaki yanıcı maddeleri yakmaya başlar (NFPA 921, 2011). Elektrik sistemlerinin zamanla yıpranması ya da yetkisiz kişilerce ve bilinçsizce yapılan bakım onarım işlemlerinin ardından, tesisatta yer alan elemanların bağlantısı gevşek bırakılabilir. Şekil 5'e dikkat edildiğinde, tüm kabloların ısınması normal derece iken ortada yer alan kablonun ısısı diğerlerinden fazladır. Bu ve benzeri durumlarda kablodaki ısı etrafındaki malzemeleri de ısıtarak yangın tetikleyicisi olmaktadır.

Şekil 6: Zayıf bağlantı



(infraredimagingservices, 11.07.2018)

2.4.3 Aşırı yüklenme ve kısa devre

Aşırı yüklenme, bir elektrik kablosu ya da kablolama sistemi içerisinde kapasitesinin üzerinde bir akım geçirilmesi ile gerçekleşir (Wong, 2011). Bu durumda, aşırı yüklenmenin gerçekleştiği noktada sıcaklık artacak ve aşırı ısınmaya yol açacaktır. Kabloların yalıtım malzemesinin bu sıcaklığa dayanamaması neticesinde kablo içerisindeki iletkenler birbiri ile temas edecek ya da ark sebebi ile yangına neden olacaktır. Eğer çevrede eriyebilen malzemeler varsa, bu malzemelerde ısıdan etkilenmesi sonucu alev alarak yangını başlatması söz konusudur. Ayrıca, telin erime sıcaklığı çok yüksek olduğundan dolayı noktasal olarak değil, hat boyunca bir ısınma

meydana gelir. Yanlış kablo seçimi ya da maliyet azaltmak için daha dar kesitli kabloların kullanımı bu duruma yol açan ve sıklıkla rastladığımız bir durumdur.

Ülkemizde özellikle 30 yaş ve üzeri binaların elektrik projeleri hazırlanırken o günün şartları referans alınarak elektrik tesisatları kurulmuştur. O dönemin şartlarına bakıldığında elektrik, genellikle aydınlanma amacı ile kullanılmakta idi. Daha sonradan elektrikli ev aletlerinin gelişmesi, çoğalması ve kullanımının artması tesisatları yetersiz hale getirmiştir. Kablo kesitleri, kullanılan sigortalar, elektrik panoları hala o gün talep edilen güç değerinde kalmıştır. Birçok binada ya da yakın çevremizde ‘sigorta atması’ terimini duyuyor olmamız boşuna değildir. Uzatma kablolarının bilinçsiz şekilde kullanımı elektrik priz yangınlarının temelini oluşturduğu gibi aşırı yüklenmeden kaynaklı elektrik yangınlarının da en önemli sebebi konumundadır.

Şekil 7: Aşırı yüklenme



(fcoh, 14.07.2018)

Bir elektrik devresinde küçük dirençli ancak yüksek akımlı bir arıza kısa devre olarak adlandırılır. Bu durum, elektrik kablolarının birbirine temas etmesi ile meydana gelebileceği gibi, iki iletkenin birbirine teması ile de ortaya çıkar. Devre kesici sigortalar bu tür durumlara karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak yanlış ve bilinçsiz uygulamalar ya da bahsi geçen bu koruyucu sigortanın hiç bulunmaması elektrik kablolarından yangın çıkma riskini artırmaktadır. Avrupa İstatistikleri ve Olası Yangın Güvenliği önlemlerine göre, bu tür kısa devre hataları, elektrik kablolarından kaynaklanan yangınların en yaygın nedenidir (Kobes ve ark., 2009). Modern çoklu prizler, kapasitesinin üzerinde güç talep edildiğinde, aşırı yüklenmeyi önleyen bir aşırı akım koruyucusu ile donatılmıştır. Eski modeller ise aşırı akım koruyucuları içermez ve

bu nedenle aşırı yüklemeye karşı koruma sağlayamazlar. Çoklu prizler taşınabilirliği nedeniyle, sabit prizlerden daha fazla hasar ve yıpranma eğilimi gösterirler (Gardner, 2005).

2.5 Elektrik Panolarına Genel Bakış

Elektrik panoları, elektrik enerjisinin üretilen noktadan tüketilen noktaya kolay ve güvenli bir şekilde ulaşmasını sağlayan unsurların bir arada toplandığı donanımdır. Bazı kaynaklarda elektrik dağıtım panosu olarak da geçmektedir. Elektrik sisteminde meydana gelecek olası bir hatada, elektrik devresini kesecek elemanlar bu yapı içerisinde bulunur.

Şekil 8: Elektrik panosu



Elektrik panoları, kullanım amaçlarına göre değişik şekillerde isimlendirilirler. Dağıtım panosu, sayaç panosu, kompanzasyon panosu, şantiye panosu, kumanda panosu gibi türleri vardır.

Dağıtım Panoları: Dağıtım panoları bina, işyeri, fabrika gibi tüketicilerin elektrik enerjisini dengeli ve güvenli bir şekilde dağıtılması için kullanılır. Bu panolarda genelde şalter, sigorta, ölçü aleti, bara ve sinyal lambası bulunur.

Şekil 9: Dağıtım panosu



Aydınlatma Panoları: Fabrika, atölye gibi yerlerde aydınlatmanın kumandası için kullanılan dağıtım panolarına aydınlatma panosu denir. Genel kullanım yapısı itibari ile dışında aydınlatmayı kumanda edebilmek için şalterler kullanılır. Aydınlatma panolarında artık akım cihazı, sigorta, zaman saati, fotosel röle gibi malzemeler kullanılır.

Şekil 10: Aydınlatma panosu



Şantiye Panoları: Yeni yapılmakta olan tesisin enerji dağıtımında kullanılan geçici dağıtım panosuna şantiye panosu denir. Şantiye panosunda sayaç, şalter, sigorta, tek ve üç fazlı prizler, sinyal lambaları gibi malzemeler kullanılır.

Şekil 11: Geçici panolar



Kumanda Panoları: Sanayide kullanılan makinelerin kumandalarını sağlamak için kullanılan panolara kumanda panoları denir. Kumanda panolarında kullanılan malzemeler çok geniş bir yelpazededir.

Şekil 12: Kumanda panosu



2.5.2 Elektrik panolarının sahip olması gereken özellikler

Elektrik panolarının ve bunlara yardımcı olacak donanımların tasarım, yapım ve tabii tutulacağı testler Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.(TEDAŞ) tarafından alçak gerilim dağıtım panoları teknik şartnamesi altında tarif edilmiştir. Bu kısımda panoların uyması gerektiği standartlar, yönetmelikler, çalışma koşulları, sahip olması gereken mekanik ve elektriksel özellikler hakkında bilgi verilecektir.

2.5.2.1 Standartlar

Elektrik pano standartları aşağıda verilen Türk Standartlarının yürürlükteki en son baskılarına ve Türk Standartlarının bulunmadığı hallerde de sırasıyla EN, HD ve IEC standartlarına uygun olarak yapılması gerekmektedir.

Tablo 2: Alçak gerilim standartları

STANDART NO (TS)	STANDART NO (IEC)	STANDART ADI
TS EN 61439-1	IEC 61439-1	Alçak gerilim anahtarlama ve kontrol düzeni donanımları - Bölüm 1: Genel kurallar
TS EN 61439-5	IEC 61439-5	Alçak gerilim anahtarlama ve kontrol düzeni donanımları - bölüm 5: Genel şebekelerdeki güç dağıtımı için donanımlar
TS EN 60947-1	IEC 60947-1	Alçak Gerilim Anahtarlama Düzeni ve Kontrol Düzeni – Bölüm 1: Genel kurallar
TS EN 60947-2	IEC 60947-2	Alçak Gerilim Anahtarlama Düzeni ve Kontrol Düzeni Bölüm 2: Devre Kesiciler
TS EN 60947-3	IEC 60947-3	Alçak Gerilim Anahtarlama ve Kontrol Düzenleri – Bölüm 3: Anahtarlar, ayırıcılar, ayırıcı anahtarlar ve eriyen telli sigorta birleşimi birimleri
TS EN 60269-1	IEC 60269-1	Alçak Gerilim Sigortaları – Bölüm 1: Genel Özellikler
TS HD 60269-2	IEC 60269-2	Alçak gerilim sigortaları - Bölüm 2: Yetkili kişiler tarafından kullanılan sigortalar için ilâve özellikler (esas olarak endüstriyel uygulama için) - A ila J sigortaların standart hale getirilmiş sistemlerinin örnekleri
TS HD 60269-3	IEC 60269-3	Alçak gerilim sigortaları - Bölüm 3: Tecrübesiz kişiler tarafından kullanılan sigortalar için ilâve özellikler (esas olarak ev ve benzeri yerlerdeki uygulamalar için)- A ilâ f sigortaların standart hale getirilmiş sistemlerinin örnekleri
TS EN 60898-1		Elektrik yardımcı donanımları - Devre kesiciler - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aşırı akım koruma düzenleri için - Bölüm 1: Alternatif akım (A.A.) devre kesiciler
TS EN 60898-2		Elektriksel yardımcı donanımlar - Devre kesiciler - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aşırı akım koruma için - bölüm 2: A.A. ve D.A. çalışma için devre kesiciler

TS 5590 EN 60051-2		Elektriksel Ölçü Aletleri ve Aksesuarları – Doğrudan Harekete Geçen Analog Göstergeli – Bölüm 2: Ampermetreler, voltmetreler ve voltmetreler için özel kurallar.
TS 3033 EN 60529	IEC 60529	Mahfazalarla Sağlanan Koruma Dereceleri. (IP kodu) (Elektrik donanımlarında)

2.5.2.2 Yönetmelikler

Panolarının tasarımı, imalatı ve kullanımında ülkemizde aşağıdaki yönetmelikler baz alınır:

- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği,
- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği,
- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği

2.5.2.3 Çalışma koşulları

Elektrik panoları farklı koşullar altında çalışmaya elverişli olmalıdır. Pano yapısı toz ve su girişine karşı korumalı olmalıdır. Bu koşullar, genellikle pano tasarım ve imalinde dikkate alınır. Pano tasarım onay sürecindeki testlerde de bu çalışma koşullarının uygunluk testleri yapılır.

2.5.3 Elektrik panoları ve yangın ilişkisi

Birçok yangın doğrudan elektrik nedeni ile meydana gelmemesine rağmen, elektrik tesisatı ile teması sonucu yangın olayı meydana gelmektedir. Yangın üçgeninin oluşumunda aşırı akım, kısa devre veya kontak gevşekliği gibi nedenlerden meydana gelen ısı; tesisatın yakınında bulunan yanıcı madde ve ortamdaki oksijen miktarı ile yangına sebebiyet vermektedir. Örneğin talaş, kâğıt gibi yanıcı maddelerin depolandığı yerlerde bahsedilen durum göz önüne alındığında, tesisatın yangın başlatma ihtimali, ortamda oksijen ve yanıcı maddenin de bulunması sebebiyle çok daha fazladır.

Elektrik panolarında belirtilen standartlara uyulmaması ya da yetkisiz kişilerin elektrik tesisatına müdahalede bulunması gibi doğrudan elektrikten kaynaklanmayan ancak elektrik yangını tetikleyen olaylar da elektrik yangını ile sonuçlanmaktadır. Bu sebepler yüzünden istatistikî sonuçlarda elektrik nedenli yangınların oranı yüksek çıkmaktadır. Hatta başka bir nedenden başlamış olan yangının elektrik hattına teması neticesinde yangının daha da büyümesi söz konusudur. Saha araştırmaları ve elektrik

panoları üzerine yapılacak risk değerlendirmelerinde de mevcut panolar üzerindeki incelemeler aracılığıyla bu konuya dikkat çekilecektir.

Şekil 13: Pano önü ahşap malzeme



(allianz, 15.07.2018)

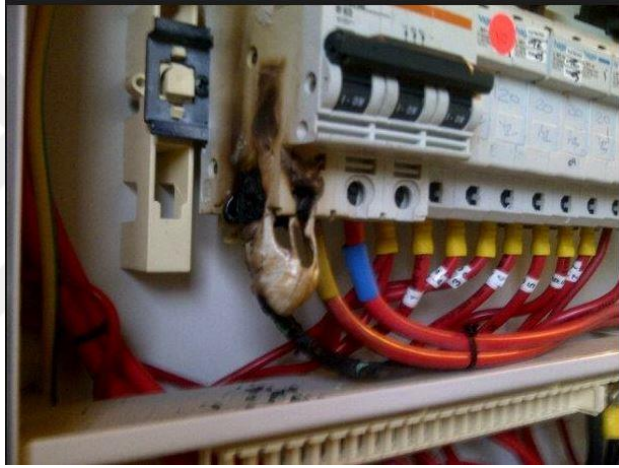
2.5.4 Elektrik Panolarında Yangına Yol Açan Etmenler

Elektrik panolarının hem dahili bileşenlerinden hem de pano etrafında yer alan harici bileşenlerden dolayı yangın meydana gelebilir. Yukarıda bahsedildiği gibi pano etrafına alevlenebilir malzemenin konulması harici bir yangın sebebi olabileceği gibi; pano içerisinde kullanılan ekipmanların standartlara uymaması, gerekli bakımlarının yapılmaması ya da panoya yapılacak yanlış bir müdahalenin neticesinde dahili bir sebepten yangın meydana gelebilir. Elektrik panolarında yangına yol açabilecek sebepler Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) kriterleri de baz alınarak değerlendirilmeye çalışılacaktır.

2.5.4.1 Yanıcı malzeme

Elektriğin ark, aşırı yüklenme ya da kısa devre gibi hataları yangın üçgeninde ısı parametresini oluşturur. İkinci parametre ise yanıcı malzemedir. Yapı malzemeleri çok kolay alevlenebilir bir hammadde ile üretilmiş ise yangın çıkma riski o kadar yüksektir. Ağaç ve ısı yalıtım malzemeleri elektrik yangınlarında birincil yanıcı maddelerdir. ABD'de 28300 konut elektrik yangınında yapılan bir araştırmada, ilk ateşlenen malzemelerin yüzde 44,7'si yapısal bileşenler veya kaplamalardır. Yüzde 44,7'lik kısmın yüzde 30,2'si elektrik kabloları ve ısı yalıtım malzemesi olarak belirtilmiştir (usfa, 10.10.2017).

Şekil 14: Yanlış kablolama ve yanıcı malzeme



Yanıcı maddelerin elektrik hattı ya da elektrik panosu ile teması sonucu birçok yangın olayı yaşanmaktadır. Yanıcı malzemenin yangına yol açmasına en güncel örnek ise 23 Haziran 2017 tarihinde Londra 'da meydana gelen ve 79 kişinin hayatını kaybetmesi ile sonuçlanan 24 katlı binaya ait yangındır. Yapılan incelemelerin ardından yangının buzdolabından başladığı ve buna neden olan etmenin de, ısı yalıtımı için buzdolaplarının içerisinde kullanılan poliüretan köpükten kaynaklandığı şeklinde açıklanmıştır (Yangın ve Güvenlik Dergisi 193. sayı, 2017).

Şekil 15: Londra bina yangını



(hurimg, 15.08.2018)

2.5.4.2 Uygun olmayan kablo kullanımı

Kablolar, işletmedeki aşırı yüklenmeler ve tam kısa devrelerde meydana gelebilecek olan aşırı ısınma durumunda, kablo yalıtım malzemesi eriyik hale geçerek yanma eğilimi gösterir. Uygun seçilmeyen kablo, aşırı yüklenmeden dolayı etrafındaki yanıcı malzemeleri tutuşturur. Kabloların maksimum akım taşıma kapasitesi göz önüne alınarak seçim yapılması gerekmektedir. Kullanılacak kablo kesitleri ve kablonun anma akımları Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nce belirlenmiştir. Kabloların çalışma koşullarına, özellikle ortam sıcaklıklarına göre üzerindeki izolasyon malzemesinin seçimine dikkat etmek gerekmektedir. İleri teknoloji sayesinde artık çok yüksek sıcaklıklarda bile yapısını koruyabilen, erimeden güvenli bir şekilde çalışmaya devam edebilen kablolar üretilmektedir.

2.5.4.3 Termal uygunsuzluklar

Pano içerisinde yer alan kablo bağlantılarının uygun yapılmaması zamanla bir kontak direnci oluşturacak ve bunun neticesinde kablolar ısınmaya başlayacaktır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre sıcaklıkları 60 °C'nin üstünde olan yerlerde, sıcak yerler için elverişli anahtarlar kullanılmalıdır. 55 °C'nin üzerindeki ortam sıcaklıklarında yüksek sıcaklığa dayanıklı iletkenler kullanılmalıdır. Birden fazla

iletkenin yan yana birlikte döşenmeleri durumunda iletken kesitlerinin bulunmasında ortam sıcaklığının artabileceği göz önünde tutulmalıdır. Sınır sıcaklık lastik yalıtkanlı iletkenlerde 60 °C, termoplastik yalıtkanlı iletkenlerde 70 °C'dir. Termal kameralar aracılığı ile kablolardaki ısınmalar çok kolay bir şekilde tespit edilip, gerekli önlemler alınabilir. Ancak bu cihazların kullanılmaması ya da pano üzerinde periyodik kontrollerin gerçekleştirilmemesi neticesinde termal uygunsuzluklar sebebi ile yangın olayının meydana gelmesi kaçınılmazdır.

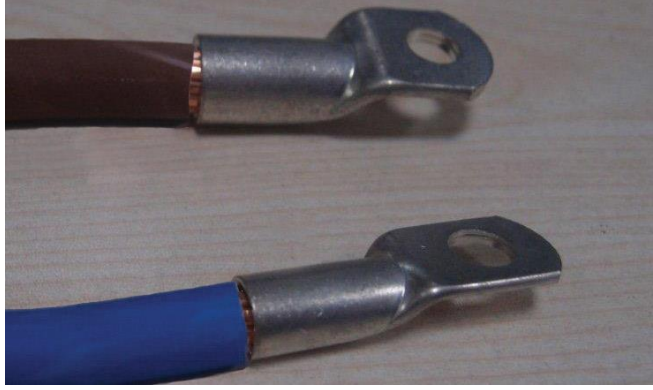
Şekil 16: Termal kontrol



2.5.4.4 Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması

Kablo bağlantılarının düzgün yapılmaması sebebiyle zamanla ve kabloların hareketi ve ısı değişimiyle kablolar gevşemektedir. Bu gevşeme sonucunda kötü temasa dayalı ısınma meydana gelerek yangın çıkarmaktadır. Özellikle kabloların birbirine sarılması suretiyle yapılan bilinçsiz bağlantılar birçok yangının sebebi olabilmektedir. Kontrol yapılan elektrik panosunda bulunan iletkenler (faz, nötr ve koruma), barada (bakır çubuk) toplanmalı ve bara üzerinden dağıtılmalıdır. Kabloların birbirine sarılması şeklinde bağlantılar yapılmamalıdır. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre kontrol yapılan elektrik panosunda kabloların iletken kısımları bağlantı yapılan elemanın kontaklarının dışına çıkmamalıdır. Bağlantılar, kablonun zarar görmesini engelleyecek araçlarla (yüksük, pabuç vb.) yapılmalıdır.

Şekil 17: Kablo pabucu



Ayrıca, bazı işletmelerde sistemsiz kaçakların fazla olması sebebiyle artık akım cihazları sürekli hata vermektedir. Sistemdeki kaçakları engellemeyen ya da bunun maliyetli olduğunu düşünen işletmelerde artık akım cihazları kasten devre dışı bırakılmaktadır. Bunun neticesinde de sistemde var olan bir hata tespit edilemediği için yangın oluşturabilecek bir risk değerlendirilememektedir.

2.5.4.5 Kablolarda uygunsuz ek olması

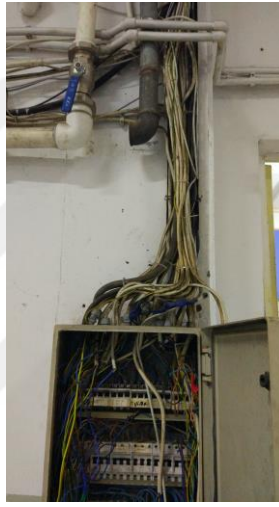
Elektrik panolarında, kabloların birbirine eklenmesi gevşek bağlantı riskini artırmaktadır. Kabloların ek yapılmadan tesis edilmesi gerekmektedir. Özellikle yaşlanmış elektrik sistemlerinde çok önceden yapılmış olan uygunsuz bir ek zamanla gevşeyerek kabloların ısınmasına, devamında da yangına yol açmaktadır. Kablolarda ek yapılması gerekiyorsa panoya sabitlenmiş klemensler (iki kabloyu birleştirmeye yarayan aparat) veya baralar kullanılmalıdır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre iletkenlerin bağlanması ancak yalıtkan parçalar üzerinde ya da yalıtkan kılıflı olarak vidalı klemens, vidasız klemens, lehim ya da kaynakla yapılmalıdır. Çözülebilir bağlantı yerleri (klemens bağlantıları gibi) ulaşılabilir olmalıdır.

2.5.4.6 Dış etkilere karşı uygunsuzluk

Elektrik panolarının koruma sınıfı bulunduğu ortam koşullarına uygun olmaması sebebiyle, panolar uygun olmayan şartlar altında çalışarak hata verebilmektedir. Panoların bulunduğu ortamlara göre kriterleri değişmekle birlikte, panolar içerisine sıvı temasını engelleyecek yapıda olması gerekmektedir. Örneğin, aşağıda Şekil 17'de gösterildiği gibi, pano üzerinden geçen su tesisatında meydana gelecek bir arıza neticesinde, pano suya maruz kalabilir ve sıvı teması ile kabloların birbirine teması

sonucu yangın meydana gelmesi söz konusudur. Hatta sistemi korumak için konulmuş şalterin de sıvıya maruz kalması sonucu sigorta atsa bile fonksiyonunu yerine getiremeyecektir. Elektrik panosunun etrafında elektrik tesisatına karşılıklı olarak zararlı etkisi bulunabilecek sıhhi tesisat, doğal gaz tesisatı, yanıcı/parlayıcı madde, su birikintisi vb. gibi elektriksel açıdan tehlike yaratabilecek etkiler bulunmaktadır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre, bu tür durumlarda mümkünse elektrik panosunun yeri değiştirilmelidir. Aksi durumda, pano etrafında bulunan zararlı etkiye uygun koruma sınıfına sahip olan yeni bir elektrik panosu kullanılması gerekmektedir.

Şekil 18: Panoya sıvı teması riski



2.5.4.7 Panoya erişim engeli

Elektrik panolarında olası bir yangın anında, pano önüne konulan erişimi engelleyici malzemelerin bulunması, panoya müdahaleye engel olmaktadır. Bu tür durumların neticesinde panoya müdahale edilemediği için yangın önlenememektedir. Elektrik panosunun önünde bulunan malzeme, ekipman gibi eşyalar kaldırılmalı, olası acil durumlar için pano önünde yeterli müdahale alanı açılmalıdır.

Şekil 19: Pano erişim engeli



2.5.4.8 Pano kilit mekanizmasının bulunmaması

Elektrik panolarında kilit mekanizmasının bulunmaması, yetkisiz kişilerin panoya müdahalede bulunmasına imkan tanımaktadır. Panolara yetkisiz kişilerin müdahalede bulunması bağlantı hatalarından dolayı yangın tehlikesini doğurmaktadır. Elektrik panolarının kilitli tutulmaması ya da kapısının olmaması, üzerinde bilgilendirici-uyarıcı etiket bulunmaması İSG açısından çalışanların elektrik akımına kapılma riski oluşturduğu gibi elektrik yangınlarına da yol açmaktadır.

Şekil 20: Kilit mekanizması olmayan pano kapağı



2.5.4.9 Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması

Pano giriş ve çıkışları dışarıdan gelebilecek etkileri yok edecek yapıda olması gerekmektedir. Pano içerisine girecek olan toz ya da sıvı elektrik tesisatında hataya yol açarak yangını başlatabilmektedir. Bu yüzden elektrik panosuna kablo giriş ve çıkışlarının rakor ve contalar kullanılarak veya kabloların pano sacına temas etmesini engelleyecek önlemler alınarak yapılması gerekmektedir.

Şekil 21:Plastik rakor



2.5.4.10 Kablo renk kodları ve eksik etiketleme

Pano içerisinde yer alan ekipmanların giriş ve çıkış bağlantılarının anlaşılır bir şekilde etiketlenmesi gerekmektedir. Olası bir arıza/kaza durumunda enerjisi kesilecek hat için kargaşa yaşanmamalıdır. Genellikle bakım onarım çalışmaları sonrası bu kıstas atlanmaktadır. İşletme içerisinde elektrik tesisatına dayalı bir yangın meydana geldiği anda, pano içerisinde ilgili bölümün enerjisi kolaylıkla kesilebilmelidir. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre pano içerisinde yer alan iletkenler için aşağıdaki renk kodları kullanılmalıdır:

- Koruma iletkenleri için, yeşil- sarı;
- Orta iletkenler ve nötr iletkenler için, açık mavi;
- Faz iletkenler için, yürürlükteki kablo standartlarına uygun olmak üzere her faz için farklı renk.

Elektrik panosunda bulunan işletme elemanları (sigortalar, ayırıcılar, devre kesiciler, koruma cihazları, kumanda cihazları vb.) uygun ve anlaşılır biçimde etiketlenmelidir. Dağıtım tablolarındaki aygıtlara (sigorta, anahtar, sayaç, zil transformatörü vb.) etiket takılmalı, klemens ve iletkenlere numara verilmelidir.

2.5.4.12 Pano içinin temiz olmaması

Pano içerisinde iletken ya da yanıcı madde partiküllerinin birikmesi elektrik panosu içerisinde ark hataları meydana getirebilir. Ark hataları neticesinde de meydana gelecek olan ısı, yangın tetikleyicisi olacaktır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde bu konuya çok fazla dikkat çekilmiştir. Dağıtım Panoları Genel Teknik Şartnamesi 'ne göre, panonun rutubet ve tozdan korunması için gövde ile kapak arasında lastik conta bulunması gerekmektedir. Hatta pano gövdesinin bile tozlanmaya neden olmayacak malzemedan yapılması istenmiştir.

2.6 Elektrik Panolarında Yangınların Algılanması ve Söndürülmesi

Elektrik panolarında önceki bölümde bahsedilen yangın nedenleri göz önüne alınarak, yangınları algılayıcı ya da söndürücü sistemlerin devreye alınması hem çalışanları hem de iş yerlerini korumak için öncelikli olarak atılması gereken adımlardan biridir. Bu sistemler aracılığıyla, bir yangının başlamadan tespiti sağlanabileceği gibi, başlamış olan bir yangının büyümesinin de önüne geçilebilecektir. Böylece hem maddi hem de manevi kayıpların önlenmesinde etkili bir adım atılmış olacaktır. Birçok yangın olayında yangın algılayıcı sistemlerin bulunmamasından dolayı milyonlarca liraya varan maddi hasarlar yaşanmıştır. Bu yangınlar milli sermayemize zarar verdiği gibi, birçok çalışanın yaralanma ya da ölümüne de yol açmaktadır. Elektrik yangınlarına müdahale edilirken ortamda elektrik çarpma riski olduğu da unutulmamalıdır. Elektrik gerilimi altında çıkan yangınlarda karbondioksitli, bikarbonat tozlu veya benzer etkili yangın söndürme cihazları kullanılmalıdır (Uçan, 2018).

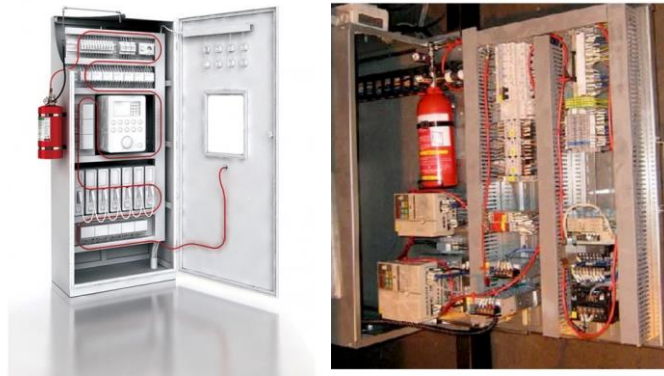
Elektrik panolarında meydana gelebilecek yangınlara karşı birçok teknolojik ekipman ve mühendislik çözümleri geliştirilmiştir. Teknolojik imkanlar sayesinde pano içerisindeki ortam koşulları analiz edilerek panolarda meydana gelecek yangınlar kolaylıkla önlenabilmektedir. Hatta bazı yangın söndürme sistemleri havadaki bileşenlerin yoğunluğunu takip ederek daha başlamamış bir yangını bile haber verebilmektedir. Panolarda öncelikli hedef yangınların hiç başlamadan algılanması yönünde olmalıdır. Bu kapsamda birçok cihaz geliştirilmiştir. Ortamın ısını, duman yoğunluğunu ya da alev varlığını tespit edebilecek kabiliyette sahip algılayıcı sistemler üretilmektedir. Elektrik panolarında kullanılacak sistemlerin seçimi yapılırken kullanılacak ortam ya da sektörün hassasiyetleri de dikkate alınarak seçim yapmak

gerekir. Aşağıda elektrik panolarında kullanılabilecek bazı yangın söndürme sistemleri verilmiştir.

2.6.1 Pano içi mini yangın söndürme sistemleri

Yangın söndürme sistemlerinde bilinen geleneksel çözümlerin yanı sıra, kullanım yeri ve amacına bağlı olarak adlandırılan özel sistemler de mevcuttur. Bunlardan biri de elektrik panolarının iç kısımları gibi küçük hacimlere yönelik söndürme sistemi uygulamalarıdır. Pano içi yangın söndürme sistemleri, panolarda koruma ve söndürme işlevini yerine getiren akıllı sistemlerdir. Küçük ebatta olması nedeniyle mikro söndürme sistemleri olarak da bilinmektedir. Panoların kör noktalarında başlama riski bulunan yangınların hızlı bir şekilde söndürülmesini sağladığı için, genel elektrik donanımının da zarar görmesi engellemek gibi avantajları vardır.

Şekil 22: Mini yangın söndürme sistemi



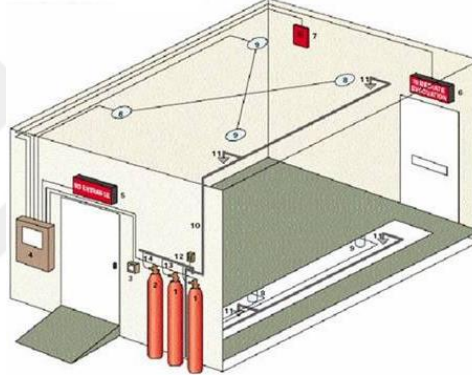
(yanginsektoru, 18.02.2019)

Pano İçi Söndürme sistemi, alev sonucu oluşan ısının etkisiyle pano içerisine döşenen özel hortumun çok hızlı şekilde reaksiyona girerek yırtılması ve ihtiva ettiği kimyasal pano içerisine doldurarak yangın olumunu engelleme prensibine dayalı çalışır. Özellikle, elektrik pano içlerindeki kablolarda meydana gelen bir hasar ya da kısa devre sonucu çıkabilecek küçük yangınlara anında müdahale etmede etkili olan bu sistemler, yangının büyüüp, geri dönüşü olmayan ya da ciddi anlamda maddi ve manevi hasarlarla sonuçlanan trajedilere dönüşmesini önlemede son derece etkili olmaktadır. Sistem ısıya duyarlı çalıştığı için elektrik kesintilerinden etkilenmez. Bu sayede olası bir yangın anında elektrik kesintisi yaşanırsa sistem kendi kendine yetebilir ve fonksiyonunu yerine getirebilir.

2.6.2 Total gazlı söndürme sistemleri

Total gazlı söndürme sistemleri, elektrik dağıtım pano odaları gibi genellikle büyük hacimli ortamlarda tercih edilir. Çalışma prensibi ise çapraz yerleşim esasına göre yerleştirilen, farklı çalışma prensiplerine haiz dedektörlerden gelen alarm sinyallerinin, söndürme sistemini aktive etmesi esasına dayalıdır. Söndürme sistemi istenirse mekanik olarak devreye sokulabilir. Sistem, söndürme gazının yangın anında ortama en çok 10 sn. içerisinde boşalması esasına göre planlanır.

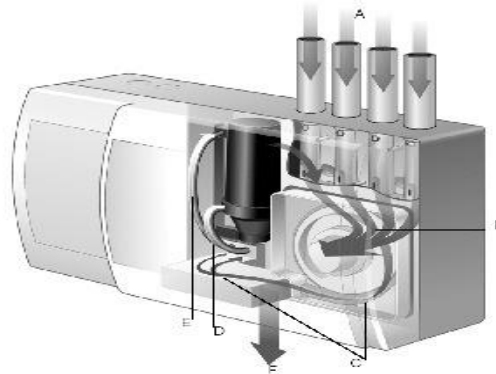
Şekil 23: Total gazlı sistem



(infomet, 19.02.2019)

2.6.3 Hava örneklemeli sistemler

Şekil 24: Hava örneklemeli sistem



(firesuppression, 15.02.2019)

Hava örneklemeli sistemler son derece hassas olup, tipik olarak en hızlı tepki veren otomatik algılama yöntemidir. Bu sistem, çeşitli yerlerden dumanı alarak, dumanın elektro-optik olarak bir görüş hattı verici-alıcı seti ile analiz edildiği bir tüp içine çeker. Bu cihaz iki ana bileşenden oluşur. Algılama bölmesinin bulunduğu bir kumanda ünitesi, bir egzoz fanı ve çalışma devresi ile numune alma tüpleri veya borularından oluşan bir ağ yapısına sahiptir. Borular boyunca, havanın tüplere girmesini ve dedektöre taşınmasını mümkün kılacak şekilde tasarlanmış bir dizi bağlantı noktası bulunmaktadır. Normal şartlar altında dedektör, boru ağı vasıtasıyla algılama odasına sürekli olarak hava numunesi çekmektedir. Numunede, duman bulunup bulunmadığı analiz edilir ve daha sonra numune atmosfere geri salınır. Numunede duman mevcutsa, bu durum algılanır ve ana yangın alarm kumanda panosuna bir alarm sinyali iletilir.



3. MATERYAL YÖNTEM

Tez kapsamında İstanbul ili referans alınmış olup, tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletmeye ait elektrik panoları üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu işletmede elektrik dağıtım panoları üzerinde gerekli incelemeler yapılmış, termal kamera görüntüleri alınmış, standart ve yönetmelik kriterleri doğrultusunda değerlendirmeleri yapılmıştır. Panoların yangın çıkarma ihtimaline yönelik riskler Fine Kinney yöntemine göre değerlendirilmiştir.

3.1 Fine Kinney Risk Analiz Yöntemi

İş sağlığı ve güvenliğinin etkin bir biçimde uygulanabilmesi ve kazaların önlenmesinde risk analiz yöntemlerinin seçimi önemli bir kriterdir. Bununla birlikte seçilecek risk değerlendirme yönteminin, uygulaması kolay ve işletmenin yapısına uygun olması elde edilecek sonuçların verimliliğini artıracaktır.

Fine Kinney metodu, tehlikelerin kontrolü için, 1971 yılında William T. Fine tarafından hazırlanan belgede, değerlendirme faktörleri ve matematiksel modelin nasıl olacağını detaylı bir şekilde ele almıştır (Fine ve Kinney, 1971). Daha sonra 1976 yılında G.F. Kinney ve A.D. Wiruth tarafından revize edilerek bugünkü halini almıştır. Yöntem literatürde Fine-Kinney yöntemi olarak geçmektedir (Babut, 2011).

Kinney'e göre tehlike ve risklerin hayatımızdaki birçoğu tamamen önlenebilir değildir ve bütün tehlikelere karşı bütün riskleri ortadan kaldırmak mümkün değildir. Dikkatli düşünerek ve çaba sarf ederek günlük hayattaki riskler kabul edilebilir seviyeye düşürülebilir. Sınırlı zaman ve emek kaynakları, seçilmiş riskleri tamamen ortadan kaldırmak yerine riski azaltmak ve maksimum fayda sağlamak için kullanılmalıdır. Fine-Kinney risk değerlendirmesi metodu, Olasılık, Şiddet ve Frekans skalalarından meydana gelmiştir.

Birçok risk değerlendirmesinde, L Tipi (5X5) matris metodu seçilerek risk analizi yapılmaktadır. Bu metotta, risk hesaplaması tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali ile tehlikenin etkisi verilerinin çarpımının bir sonucudur. Fine Kinney metodu kolay uygulanabilir, risklerin sayısal olarak değerlendirilebildiği, yapı olarak basit ve anlaşılır, direkt olarak sektörün süreç tehlikelerine yönelik risklerin derecelendirilmesini

sağlayan, her sektöre uygulanabilen, kantitatif sonuçlar verebilen, sonuçları grafiklerle ifade edilip yorumlanabilir niteliktedir (Özkan, 2014).

3.1.1 Fine Kinney Risk Puan Yöntemi

Fine Kinney yöntemine göre bir riskin skoru; olasılık, şiddet ve frekans parametrelerinin çarpımının sonucudur.

Olasılık: Olasılık, zararın gerçekleşme olasılığıdır. Tekstil işletmesinde yapılan uygulamada da işletmede olasılıklar mümkün olduğunca yüksek alınmaya çalışılmıştır. Aşağıdaki tabloda olasılık değerinin ait olduğu kategori gösterilmiştir.

Tablo 3: Fine Kinney olasılık skoru derecelendirmesi

Olasılık Değeri	Olasılık Kategorisi
0,2	Beklenmez
0,5	Beklenmez fakat mümkün
1	Mümkün fakat düşük olasılık
3	Mümkün
6	Oldukça mümkün
10	Kesinlikle beklenir.

Şiddet: Şiddet, tehlikenin insan ve/veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zararınıdır. Şiddet puanlamasında zarar kısmında ölüm var ise puanlamanın buna uygun şekilde yapılması gerekmektedir.

Tablo 4: Fine Kinney metodu şiddet skoru derecelendirmesi

Şiddet Değeri	Kategori	Açıklama
1	Ramak kala	Zarar yok
3	Küçük hasar	Yaralanma, dâhili ilk yardım
7	Önemli hasar	Yaralanma, dış tedavi, iş günü kaybı
15	Kalıcı hasar	Sakatlık, uzuv kaybı, iş kaybı
40	Ölüm	Ölüm
100	Toplu ölüm	Birden fazla ölüm, kalıcı hasar

Frekans: Frekans, tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarıdır. İşin yapılma sıklığı değil, işi yaparken tehlikeye maruz kalma sıklığıdır. Rutin olmayan bir faaliyet değerlendirilirken, o faaliyet sırasında tehlikeye maruz kalma sıklığı düşünülmelidir.

Tablo 5: Fine Kinney metodu frekans skoru derecelendirmesi

Frekans Değeri	Frekans
0,5	Çok seyrek (yılda bir veya daha seyrek)
1	Seyrek (yılda birkaç defa)
2	Sık değil (ayda bir veya birkaç defa)
3	Ara sıra (haftada bir veya birkaç defa)
6	Sık (günde bir veya birkaç defa)
10	Hemen hemen sürekli (bir saatte birkaç defa)

3.2 Fine Kinney Risk Analizi Hesaplaması

Fine Kinney yönteminde risk skoru hesaplanırken yukarıda detayları verilmiş olan tablolardaki değerlerin çarpılması ile elde edilir.

$$\text{Risk Skoru(R)} = \text{Olasılık(O)} \times \text{Şiddet(Ş)} \times \text{Frekans(F)}$$

Risk skorundan çıkacak sonuçlar vasıtasıyla alınabilecek önlemlerin önceliğine karar verilir. Fine-Kinney risk değerlendirme metodunda: 0-20 arası çıkan riskler için herhangi bir kontrole tabi olmayabilir, ancak bazen herhangi bir riskin 0-20 arasında olması durumunda da kontroller uygulanabilir. 20-70 arası genellikle risklerin büyük çoğunluğunun çıktığı aralıktır. Bu aralıktaki riskler için eğer herhangi bir yasal gereklilik yoksa önlem alınması gerekmemektedir. 70'ten yüksek çıkan riskler için mutlaka bir düzeltici faaliyet planlanmalıdır. 70 puan ve üstü olan risklerle ilgili olarak; planlanan aksiyonlar için sorumlular, terminler, maliyetler vb. çıkartılmalıdır. 400'ün üzerindeki tehlikelere yönelik aksiyonların terminleri gözden geçirilerek acil çözümler bulunmalı, bu aksiyonlar gerçekleştirilene kadar geçecek sürede çalışılacaksa nasıl çalışılacağı tarif edilmelidir (Demirel, 2016)

Tablo 6'da verildiği gibi risk skoru 400 üzerinde ise çok acil bir durum söz konusudur. Hemen gerekli önlemler alınmalıdır. Gerekiyorsa iş durdurulmalıdır. Risk skoru 200 ile 400 arasında bir değer almış ise, mevcut durum yüksek risk içermekle beraber, birkaç ay zarfında gerekli önlemler alınmış olmalıdır. Yine aynı şekilde 70 ile 200 arası skorlarda da 1 yıl içinde gerekli tedbirler sağlanmış olmalıdır.

Tablo 6: Fine Kinney metodu risk skoru derecelendirmesi

Risk Skoru	Kategori	Yapılması gerekenler
$R \geq 400$	Çok yüksek risk	Tolerans gösterilemez risk. Hemen gerekli önlemler alınmalıdır.
$200 \leq R < 400$	Yüksek risk	Birkaç ay içinde iyileştirilmelidir.
$70 \leq R < 200$	Önemli risk	Dikkatle izlenmeli. Bir yıl içerisinde iyileştirilmelidir.
$20 \leq R < 70$	Olası risk	Gözetim altında tutulmalıdır. Kontrol yöntemleri geliştirilmelidir.
$R < 20$	Kabul edilebilir risk	Önemsiz risk. Hasar yaratma olasılığı yok. Öncelikli değildir.

3.3 Elektrik Pano Yangınlarının Fine Kinney Hesabı

Şengöz (2018), elektrik yangınları ile ilgili yürüttüğü doktora tezinde, 2011-2015 yılları arasında İstanbul ilinde meydana gelen elektrik nedenli yangınların miktarını aşağıdaki gibi belirtmiştir. Tablo 7'ye göre 4 yıllık süreçte 2378 adet pano yangını meydana gelmiştir.

Tablo 7: İstanbul ilinde elektrik yangın sayıları(2011-2015)

Başlama yeri	Miktar	Oran
Elektrik nedenli olduğu düşünülen yangınlar	8143	%41,79
Elektrik tesisatının dış etkenlerden hasar görmesiyle açığa çıkan iletkenlerdeki arklardan meydana gelen yangınlar	4284	%21,98
Pano yangını	2378	%12,20
Aspiratör yangını	1136	%5,83
Havai hatların fırtına /sıcak nedeniyle sehim yaparak, koparak ya da ağaçlara temas ederek sebep oldukları yangınlar	624	%3,20
Elektrikli mutfak aletleri yangınları (fırın, su ısıtıcısı, tost/kahve mak. vb.)	495	%2,54
Buzdolabı, mini buzdolabı, endüstriyel derin dondurucu yangını	483	%2,47

Tablo 7: İstanbul ilinde elektrik yangın sayıları(2011-2015) (devam)

Banyo şofben yangını	439	%2,25
Elektrikli ısıtıcı	423	%2,17
Çamaşır makinesi yangını	270	%1,38
Bulaşık makinesi yangını	187	%0,95
Yapı bağlantı hattı kablo yangını	186	%0,95
Bina ya da direk tipi trafo kaynaklı yangınlar	161	%0,82
TV, müzik seti, DVD player vb. yangını	97	%0,49
Elektrikli kişisel aletler (ütü, şarj cihazı, saç kurutma mak. vb.) yangını	73	%0,37
Dizüstü bilgisayarlardan kaynaklanan yangınlar	64	%0,32
Çoklu priz yangını	22	%0,11
Tavan/duvar tipi havalandırma fanları, hava perdesi, vantilatör yangını	20	%0,10
Toplam	19485	%100

Frekans, yukarıda da tanımlandığı gibi bir olayın zaman içerisinde tekrarlanma sıklığıdır. Tablo 7 göz önüne alındığında, toplam 4 yılda 2378 adet pano yangını meydana gelmiştir. Bu sayının tekrarlama sıklığına bakacak olursak günde 1 veya 2 adet pano yangını meydana gelmiştir. Tablo 5'e göre günde bir veya birkaç defa tekrarlayan bir olayın sıklığı 6 olarak kabul edilmiştir. Risk analizinde frekans katsayısı 6 olarak kabul edilecektir.

Şiddet hesabı ise pano içerisinde tespit edilen risklerin yaratacağı etkinin katsayısını verecektir. Tablo 4 'te şiddet katsayıları verilmiştir. Panolar üzerinde çalışma yapılırken tespit edilen riskler değerlendirilmiş yangın oluşumuna etkileri göz önüne alınmıştır. Panolarda meydana gelecek olası bir yangın durumunda kalıcı hasar verebileceği düşünülmüş ve Tablo 4'ten faydalanılarak 15 olarak kabul edilmiştir.

Olasılık katsayımız ise pano üzerinde tespit edilen risklerin yangın oluşumuna etkileri göz önünde bulundurularak Tablo 3'e göre değer verilmiştir.

4. SAHA ÇALIŞMASI

Saha çalışması İstanbul ilinde tekstil sektöründe faaliyet gösteren fason bir firma üzerinde yapılmıştır. İşletme genel şartlar itibari ile İSG bakımından da eksik durumdadır. Binanın eski olması ve ucuzlatma çabalarından dolayı teknik bakımların yeterince yapılmaması ilk başta göze çarpan hususlardır.

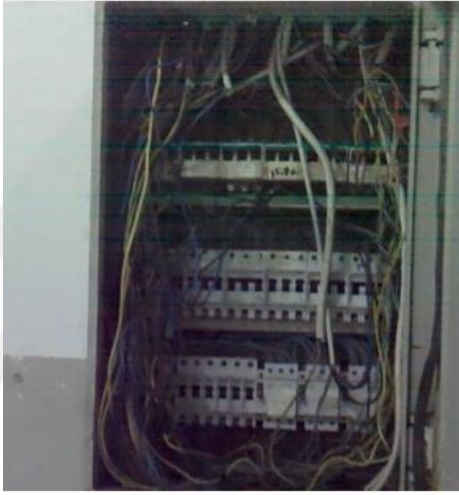
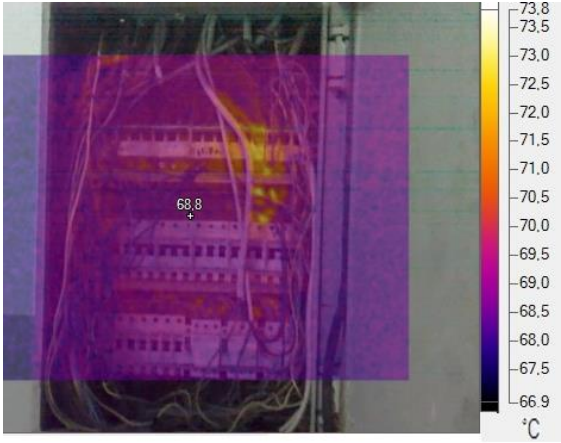
Saha çalışmasında Tablo 8’ de açıklamaları yapılan kontrol maddeleri baz alınarak işletmeye ait panolar üzerinde çalışma yapılmıştır. Formda, kontrolü yapacak kişiye yol göstermesi açısından, kontrol edilecek maddenin açıklamaları izah edilmiştir.

Tablo 8: Pano kontrol açıklamaları

Kontrol Maddesi	Açıklamalar
Dış Etkilere Uygunluk	Kontrol yapılan elektrik panosunun etrafında elektrik tesisatına karşılıklı olarak zararlı etkisi bulunabilecek sıhhi tesisat, doğal gaz tesisatı, yanıcı/parlayıcı madde, su birikintisi gibi elektriksel açıdan yangın yaratabilecek etkiler bulunmamalıdır.
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	Kontrol yapılan elektrik panosunun önünde bir kişinin güvenli şekilde çalışmasına yetecek alan bulunmalıdır. Elektrik panosunun önünde malzeme, ekipman gibi eşyalar varsa kaldırılmalı, pano önünde yeterli çalışma alanı açılmalıdır.
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	Yönetmeliklere göre kontrol yapılan elektrik panosu üzerinde uyarı işareti bulunmalıdır.
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	Kontrol yapılan elektrik panosu üzerinde bulunan mevcut faz sinyal lambası veya göstergeler çalışır durumda olmalıdır.
Pano Kilit Mekanizması	Kontrol yapılan elektrik panosunun kilit mekanizması bulunmalıdır.
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	Kontrol yapılan panoda kablo giriş ve çıkışlarının rakor ve contalar kullanılarak veya kabloların pano sacına temas etmesini engelleyecek önlemler alınarak yapılması gerekmektedir.
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	Kontrol yapılan elektrik panosunda kabloların iletken kısımları, bağlantı yapılan elemanın kontaklarının dışına çıkmamalıdır. Bağlantılar kablonun zarar görmesini engelleyecek araçlarla (yüksük, pabuç vb.) yapılmalıdır.
Kablolarda Ek Olması	Kontrol yapılan elektrik panosunda kabloların ek yapılmadan tesis edilmesi gerekmektedir. Kablolarda ek yapılması gerekiyorsa panoya sabitlenmiş klemensler veya baralar kullanılmalıdır.
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	Kontrol yapılan elektrik panosunda bulunan besleme iletkenleri ve/veya bunlara ait baraların uygun ve anlaşılır biçimde etiketlenmesi yapılmalıdır.
Kablo Renk Kodlaması	Kontrol yapılan elektrik panosunda kablo renkleri standartlarda belirtilen kriterleri sağlamalıdır.
Pano İçi Temizlik	Kontrol yapılan elektrik panosunun içerisinde yabancı madde (kablo parçası, civata vb.) malzemeler, toz ve kir birikimi olmamalıdır.
Artık Akım Koruma Cihazı	Kontrol yapılan elektrik panosunda artık akım koruma cihazlarının varlığı ve bağlantıları kontrolleri yapılmalıdır.

4.1 Pano-1 Risk Değerlendirmesi

Tablo 9: Pano-1 kontrol formu

Pano No	1	Fotoğraflar
Kontrol Maddeleri		
Dış İncelemeler		Normal Fotoğraf
Dış Etkilere Uygunluk	X	<p>Şekil 25: Pano-1 normal görünüm</p> 
Karşılıklı Zararlı Etkilere Uygunluk	X	
Pano Montajı	X	
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	X	
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	X	
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	X	
Pano Kilit Mekanizması	X	
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	X	
İç İncelemeler		Termal Fotoğraf
İç Kapak Uyarı İşareti	Yok	<p>Şekil 26: Pano-1 termal görünüm</p> 
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	✓	
Kabloların Eksiz Olması	X	
Açıkta Kablo Uçlarının Bulunmaması	X	
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	X	
Kablo Renk Kodlaması	X	
Pano İçi Temizlik	X	
Doğrudan Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Dolaylı Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Aşırı Akım Koruma Cihazı / Modeli	✓	
Artık Akım Koruma Cihazı	Yok	
Artık Akım Koruma Cihazı Bağlantıları	-	
Ana İletken Kesiti	X	
Termal İnceleme	X	

Tablo 10: Pano-1 risk değerlendirmesi


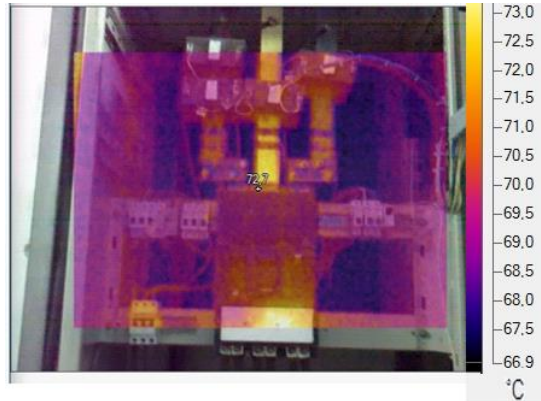
TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	R	Sonuç		O	Ş	F	R	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Pano içerisinde iletken kesiti uygun değildir.	Aşırı yüklenmeye bağlı yangın meydana gelebilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Ana iletken kablosu ve bununla beraber sigorta değişimi yapılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Termal uygunsuzluk	Isıya dayalı yangın meydana gelebilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Tespit edilen noktadaki uygunsuzlar giderilerek pano sıcaklığı normal değere düşürülmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması	Arklara dayalı yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Bağlantılarda klemens kullanılmalı, kablo bağlantıları izole edilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablolarda uygunsuz ek olması	Kablolar zamanla gevşeyerek ısı ve ark kaynaklı yangın oluşturabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Kablo bağlantıları klemens kullanılarak yeniden yapılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Açıkta kablo uçlarının bulunması	Kısa devre ya da ark sebebiyle yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Açıkta yer alan kablo uçları uygun şekilde sonlandırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Dış Etkilere karşı uygunsuzluk	Ortam koşullarından dolayı panoda yangın oluşabilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Pano, ortam şartlarına uygun koruma sınıfına sahip bir kabinle değiştirmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Artık akım cihazının olmaması	Ark yangını oluşabilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Artık akım rölesi takılmalıdır.	0,2	15	6	18	Kabul edilebilir risk

Tablo 10: Pano-1 risk değerlendirmesi(devam)

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	S	Sonuç		O	Ş	F	S	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Karşılıklı zararlı etkilere karşı uygunsuzluk	Pano etrafındaki yanıcı malzemeler yangına neden olabilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Panonun çevresinde istiflenmiş olan ambalaj malzemeleri kaldırılmamıştır.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Panoya erişim engeli	Acil durumlarda panoya anında müdahale edilememesi yüzünden yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano etrafında erişimi engelleyecek her türlü malzeme kaldırılmamıştır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Elektriksel tehlike uyarı işareti bulunmaması	Bilinçsizce yapılacak hatalara dayalı yangın oluşabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano kapağı yönetmeliklerde belirtilen kriterlere göre uygun şekilde etiketlenmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Faz sinyal lamba ve göstergelerinin düzgün çalışmaması	Aşırı yüklenmelerin ve sistemin gidişatının dışarıdan takip edilememesi sonucu yangın oluşabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Lamba ve göstergeler aktif duruma getirilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	Yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu yangın meydana gelebilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Panonun kapağı kilitlemeli ve panodan sorumlu personelin bilgileri pano üzerine işlenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	Kablolar pano sacına temas etme riski var. Ark yangının tetikleyicisi olabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano üstüne rakor ya da conta takılarak kablolar bunun içerisinden geçirilmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Kablo renk seçiminin hatalı olması	Kısa devre sebebi ile yangın oluşabilir.	0,5	15	6	45	Olası risk	Yönetmeliklerde belirtilen renkler dikkate alınarak ilgili kablolar yenilenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano içinin temiz olmaması	Pano içerisinde toz ve yanıcı malzeme bulunmaktadır. Ark yangınları meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano içerisi temizlenmelidir. Panonun dışarıdan toz alması engellenmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk

4.2 Pano-2 Risk Değerlendirmesi

Tablo 11: Pano-2 kontrol formu

Pano No	2	Fotoğraflar
Kontrol Maddeleri		
Dış İncelemeler		Normal Fotoğraf
Dış Etkilere Uygunluk	✓	<p>Şekil 27: Pano-2 normal görünüm</p> 
Karşılıklı Zararlı Etkilere Uygunluk	X	
Pano Montajı	✓	
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	X	
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	✓	
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	✓	
Pano Kilit Mekanizması	✓	
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	✓	
İç İncelemeler		
İç Kapak Uyarı İşareti	✓	
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	✓	
Kabloların Eksiz Olması	✓	Termal Fotoğraf
Açıkta Kablo Uçlarının Bulunmaması	✓	<p>Şekil 28: Pano-2 termal görünüm</p> 
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	✓	
Kablo Renk Kodlaması	✓	
Pano İçi Temizlik	✓	
Doğrudan Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Dolaylı Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Aşırı Akım Koruma Cihazı / Modeli	✓	
Artık Akım Koruma Cihazı	Yok	
Artık Akım Koruma Cihazı Bağlantıları	-	
Ana İletken Kesiti	✓	
Termal İnceleme	X	

Tablo 12: Pano-2 risk değerlendirmesi

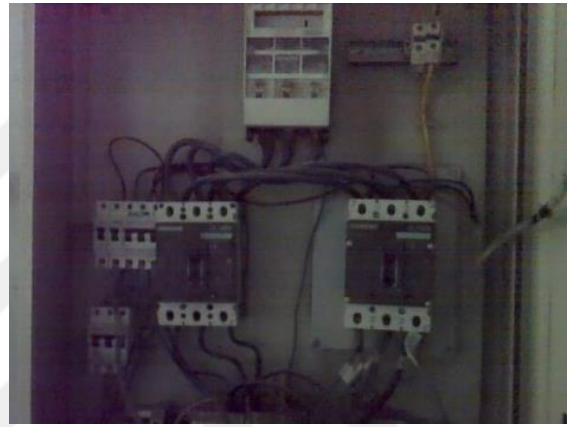

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	R	Sonuç		O	Ş	F	R	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Pano içerisinde iletken kesiti uygun değildir.	Aşırı yüklenmeye bağlı yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Ana iletken kablosu uygundur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Termal uygunsuzluk	Isıya dayalı yangın meydana gelebilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Termal değerler limitler dışındadır. Pano sıcaklığını düşürücü tedbirler alınmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması	Arklara dayalı yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Bağlantılar uygun şekilde yapılmıştır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablolarda uygunsuz ek olması	Kablolar zamanla gevşeyerek ısı ve ark kaynaklı yangın oluşturabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Kablolarda ek mevcut değildir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Açıkta kablo uçlarının bulunması	Kısa devre ya da ark sebebiyle yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Açıkta kablo ucu bulunmamaktadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Dış Etkilere karşı uygunsuzluk	Ortam koşullarından dolayı panoda yangın oluşabilir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk	Pano kabini ortam şartlarına uygundur.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Artık akım rölesinin olmaması	Ark yangını oluşabilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Artık akım rölesi takılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk

Tablo 12: Pano-2 risk değerlendirmesi(devam)

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	S	Sonuç		O	Ş	F	S	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Karşılıklı zararlı etkilere karşı uygunsuzluk	Pano etrafındaki yanıcı malzemeler yangına neden olabilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Panonun çevresindeki malzemeler kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Panoya erişim engeli	Acil durumlarda panoya anında müdahale edilememesi yüzünden yangın meydana gelebilir.	6	15	6	540	Yüksek risk	Pano etrafında erişimi engelleyecek her türlü malzeme kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Elektriksel tehlike uyarı işareti bulunmaması	Bilinçsizce yapılacak hatalara dayalı yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Uyarı işareti mevcuttur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Faz sinyal lamba ve göstergelerinin düzgün çalışmaması	Aşırı yüklenmelerin ve sistemin gidişatının dışardan takip edilememesi sonucu yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Lamba ve göstergeler aktif durumdadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	Yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Pano kilit mekanizması ve uyarıcı bilgi mevcuttur. Mevcut durum devam ettirilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	Kablolar pano sacına temas etme riski var. Ark yangının tetikleyicisi olabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Kablo giriş ve çıkışları uygun yapılmıştır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablo renk seçimi hatalı olması	Kısa devre sebebi ile yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Kablo renkleri yönetmeliklere göre uygundur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano içinin temiz olmaması	Pano içerisinde toz ve yanıcı malzeme bulunmaktadır. Ark yangınları meydana gelebilir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk	Pano içerisi temiz durumdadır. Mevcut durum korunmalıdır.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk

4.3 Pano-3 Risk Değerlendirmesi

Tablo 13: Pano-3 kontrol formu

Pano No	3	Fotoğraflar
Kontrol Maddeleri		
Dış İncelemeler		Normal Fotoğraf
Dış Etkilere Uygunluk	✓	<p>Şekil 29: Pano-3 normal görünüm</p> 
Karşılıklı Zararlı Etkilere Uygunluk	✓	
Pano Montajı	✓	
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	X	
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	✓	
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	✓	
Pano Kilit Mekanizması	✓	
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	✓	
İç İncelemeler		Termal Fotoğraf
İç Kapak Uyarı İşareti	✓	<p>Şekil 30: Pano-3 termal görünüm</p> 
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	X	
Kabloların Eksiz Olması	✓	
Açıkta Kablo Uçlarının Bulunmaması	✓	
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	✓	
Kablo Renk Kodlaması	✓	
Pano İçi Temizlik	✓	
Doğrudan Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Dolaylı Dokunmaya Karşı Koruma	Yok	
Aşırı Akım Koruma Cihazı / Modeli	✓	
Artık Akım Koruma Cihazı	Yok	
Artık Akım Koruma Cihazı Bağlantıları	-	
Ana İletken Kesiti	X	
Termal İnceleme	X	

Tablo 14: Pano-3 risk değerlendirmesi


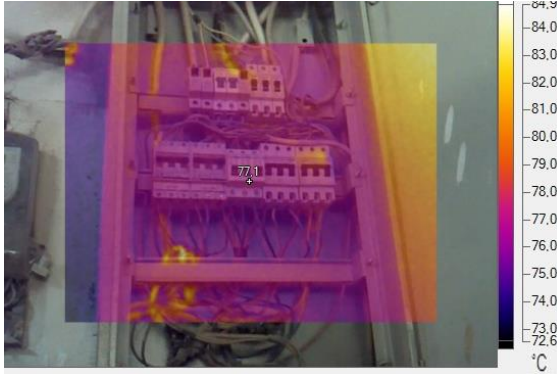
TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	R	Sonuç		O	Ş	F	R	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Pano içerisinde iletken kesiti uygun değildir.	Aşırı yüklenmeye bağlı yangın meydana gelebilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Ana sigortadan dağılan kablo limitlerin üstündedir. Hemen değişimi gerçekleştirilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Termal uygunsuzluk	Panonun mevcut sıcaklığı sınır değerdedir. Isıya dayalı yangın meydana gelebilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Tespit edilen noktadaki uygunsuzlar giderilerek tüm kabloların sıcaklığı normal değere düşürülmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması	Arklara dayalı yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Bağlantılarda gevşeklikler sorumlu personel tarafından giderilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablolarda uygunsuz ek olması	Kablolar zamanla gevşeyerek ısı ve ark kaynaklı yangın oluşturabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Kablolarda ek mevcut değildir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Açıkta kablo uçlarının bulunması	Açıkta bulunan kablo uçları uygun şekilde sonlandırılmalı, iptal edilen kablolar kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Açıkta kablo ucu bulunmamaktadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Dış Etkilere karşı uygunsuzluk	Ortam koşullarından dolayı panoda yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Pano, ortam şartlarına uygun durumdadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Artık akım cihazı olmaması	Ark yangını oluşabilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Artık akım cihazı takılmalıdır.	0,2	3	6	9	Kabul edilebilir risk

Tablo 14: Pano-3 risk değerlendirmesi(devam)

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	S	Sonuç		O	Ş	F	S	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Karşılıklı zararlı etkilere karşı uygunsuzluk	Pano etrafındaki yanıcı malzemeler yangına neden olabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Panonun çevresinde yanıcı malzeme bulunmamaktadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Panoya erişim engeli	Acil durumlarda panoya anında müdahale edilememesi yüzünden yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Pano acil durumlarda erişime müsait konumdadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Elektriksel tehlike uyarı işareti bulunmaması	Bilinçsizce yapılacak hatalara dayalı yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Etiketleme yapılmıştır. Rutin kontrollerle korunmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Faz sinyal lamba ve göstergelerinin düzgün çalışmaması	Aşırı yüklenmelerin ve sistemin gidişatının dışarıdan takip edilememesi sonucu yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Lamba ve göstergeler aktif durumadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	Yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Panonun kilit mekanizması mevcuttur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	Kablolar pano sacına temas etme riski var. Ark yangının tetikleyicisi olabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Pano giriş çıkışları uygundur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablo renk seçimi hatalı olması	Nötr hattında yanlış renk kullanılmıştır. Kısa devre sebebi ile yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Yönetmeliklerde belirtilen renkler kullanılmıştır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano içinin temiz olmaması	Pano içerisinde toz ve yanıcı malzeme bulunmaktadır. Ark yangınları meydana gelebilir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk	Pano içerisi temiz durumdadır.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk

4.4 Pano-4 Risk Değerlendirmesi

Tablo 15: Pano-4 kontrol formu

Pano No	4	Fotoğraflar	
Kontrol Maddeleri			
Dış İncelemeler		Normal Fotoğraf	
Dış Etkilere Uygunluk	X	<p>Şekil 31: Pano-4 normal görünüm</p> 	
Karşılıklı Zararlı Etkilere Uygunluk	X		
Pano Montajı	X		
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	X		
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	X		
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	✓		
Pano Kilit Mekanizması	X		
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	X		
İç İncelemeler			
İç Kapak Uyarı İşareti	X		<p>Şekil 32: Pano-4 termal görünüm</p> 
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	X		
Kabloların Eksiz Olması	X		
Açıkta Kablo Uçlarının Bulunmaması	✓		
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	X		
Kablo Renk Kodlaması	X		
Pano İçi Temizlik	X		
Doğrudan Dokunmaya Karşı Koruma	Yok		
Dolaylı Dokunmaya Karşı Koruma	Yok		
Aşırı Akım Koruma Cihazı / Modeli	✓		
Artık Akım Koruma Cihazı	Yok		
Artık Akım Koruma Cihazı Bağlantıları	-		
Ana İletken Kesiti	✓		
Termal İnceleme	X		

Tablo 16: Pano-4 risk değerlendirmesi


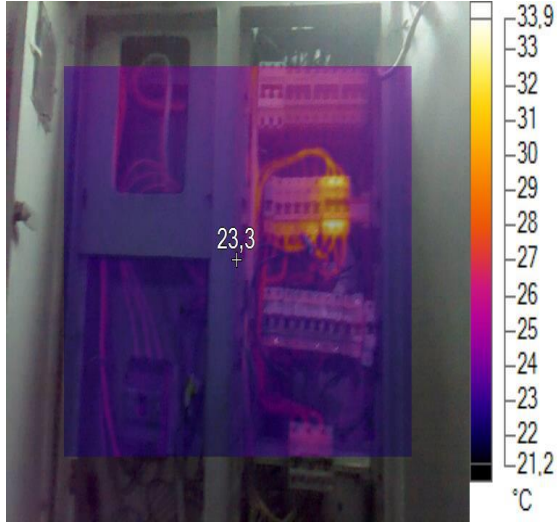
TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	R	Sonuç		O	Ş	F	R	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Pano içerisinde iletken kesiti uygun değildir.	Aşırı yüklenmeye bağlı yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Ana iletken kesiti uygundur. Mevcut durum sürdürülmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Termal uygunsuzluk	Panonun mevcut sıcaklığı sınır değerdedir. Isıya dayalı yangın meydana gelebilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Termal kamerada görüntüsünde sıcaklığı farklı olan kablo bağlantıları kontrol edilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması	Arklara dayalı yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Bağlantılarda izolasyon bantları sökülmeli, bağlantıları klemens kullanılarak yeniden yapılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablolarda uygunsuz ek olması	Kablolar zamanla gevşeyerek ısı ve ark kaynaklı yangın oluşturabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Kablo bağlantıları klemens kullanılarak yeniden yapılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Açıkta kablo uçlarının bulunması	Açıkta bulunan kablo uçları uygun şekilde sonlandırılmalı, iptal edilen kablolar kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Açıkta kablo ucu bulunmamaktadır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Dış Etkilere karşı uygunsuzluk	Ortam koşullarından dolayı panoda yangın oluşabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano üst kısmı sıvı girişine karşı izole edilmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Artık akım cihazının olmaması	Ark yangını oluşabilir.	10	15	6	900	Çok yüksek risk	Artık akım cihazı takılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk

Tablo 16: Pano-4 risk değerlendirmesi(devam)

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	S	Sonuç		O	Ş	F	S	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Karşılıklı zararlı etkilere karşı uygunsuzluk	Pano etrafındaki yanıcı malzemeler yangına neden olabilir.	6	15	6	540	Çok yüksek risk	Pano etrafında yer alan kumaş paletleri kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Panoya erişim engeli	Acil durumlarda panoya anında müdahale edilememesi yüzünden yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano çevresinde bulunan malzeme paletleri kaldırılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Elektriksel tehlike uyarı işareti bulunmaması	Bilinçsizce yapılacak hatalara dayalı yangın oluşabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano kapağı yönetmeliklerde uygun şekilde etiketlenmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Faz sinyal lamba ve göstergelerinin düzgün çalışmaması	Aşırı yüklenmelerin ve sistemin gidişatının dışarıdan takip edilememesi sonucu yangın oluşabilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Lamba ve göstergeler çalışır durumdadır. Periyodik kontrollerde takibine devam edilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	Yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Panonun kapağı kilitlemeli ve sorumlu personelin bilgileri pano üzerine işlenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	Kablolar pano sacına temas etme riski var. Ark yangının tetikleyicisi olabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano üstüne rakor ya da conta takılarak kablolar bunun içerisinden geçirilmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Kablo renk seçimi hatalı olması	Nötr hattında yanlış renk kullanılmıştır. Kısa devre sebebi ile yangın oluşabilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Yönetmeliklere uymayan kablo renkleri mevcuttur. İlgili kablolar yenilenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano içinin temiz olmaması	Pano içerisinde toz ve yanıcı malzeme bulunmaktadır. Ark yangınları meydana gelebilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Panonun içerisinin dışarıdan toz alması engellenmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk

4.5 Pano-5 Risk Değerlendirmesi

Tablo 17: Pano-5 kontrol formu

Pano No		5	Fotoğraflar	
Kontrol Maddeleri				
Dış İncelemeler			Normal Fotoğraf	
Dış Etkilere Uygunluk	X		<p>Şekil 33: Pano-5 normal görünüm</p> 	
Karşılıklı Zararlı Etkilere Uygunluk	✓			
Pano Montajı	X			
Panoya Erişim ve Çalışma Alanı	✓			
Elektriksel Tehlike Uyarı İşareti	X			
Faz Sinyal Lambaları ve Göstergeler	X			
Pano Kilit Mekanizması	X			
Pano Kablo Girişleri ve Çıkışları	X			
İç İncelemeler				Termal Fotoğraf
İç Kapak Uyarı İşareti	X			<p>Şekil 34: Pano-5 termal görünüm</p> 
Kablo – İşletme Elemanı Bağlantıları	X			
Kabloların Eksiz Olması	X			
Açıkta Kablo Uçlarının Bulunmaması	✓			
Kablo / İşletme Elemanı Etiketlemesi	X			
Kablo Renk Kodlaması	X			
Pano İçi Temizlik	X			
Doğrudan Dokunmaya Karşı Koruma	Yok			
Dolaylı Dokunmaya Karşı Koruma	Yok			
Aşırı Akım Koruma Cihazı / Modeli	✓			
Artık Akım Koruma Cihazı	✓			
Artık Akım Koruma Cihazı Bağlantıları	✓			
Ana İletken Kesiti	✓			
Termal İnceleme	✓			

Tablo 18: Pano-5 risk değerlendirmesi

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	R	Sonuç		O	Ş	F	R	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Pano içerisinde iletken kesiti uygun değildir.	Aşırı yüklenmeye bağlı yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Kablo kesiti uygundur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Termal uygunsuzluk	Panonun mevcut sıcaklığı sınır değerdedir. Isıya dayalı yangın meydana gelebilir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk	Pano sıcaklığı limitler dahilindedir. Rutin kontrollerle takip edilmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Kablo-işletme eleman bağlantılarının doğru yapılmaması	Arklara dayalı yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Bağlantılarda klemens kullanılmalı, kablo bağlantıları izole edilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Kablolarda uygunsuz ek olması	Kablolar zamanla gevşeyerek ısı ve ark kaynaklı yangın oluşturabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Kablo bağlantıları klemens kullanılarak yeniden yapılmalıdır.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Açıkta kablo uçlarının bulunması	Açıkta bulunan kablo uçları uygun şekilde sonlandırılmalı, iptal edilen kablolar kaldırılmalıdır.	3	15	6	270	Yüksek risk	Kullanılmayan ve karışıklık yaratan kablolar pano içerisinden çıkarılmalıdır.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Dış Etkilere karşı uygunsuzluk	Ortam koşullarından dolayı panoda yangın oluşabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano sıvı girişine karşı izole edilmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk
Artık akım cihazı olmaması	Ark yangını oluşabilir.	0,2	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Artık akım cihazı mevcuttur.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk

Tablo 18: Pano-5 risk değerlendirmesi(devam)

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ TESPİT TABLOSU							ÖNLEYİCİ FAALİYET TABLOSU					
Tehlike	Risk	ÖNLEM ÖNCESİ					ALINACAK ÖNLEM	ÖNLEM SONRASI BEKLENEN				
		O	Ş	F	S	Sonuç		O	Ş	F	S	Sonuç
		Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor			Olasılık	Şiddet	Frekans	Skor	
Karşılıklı zararlı etkilere karşı uygunsuzluk	Pano etrafındaki yanıcı malzemeler yangına neden olabilir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk	Pano etrafında yanıcı malzeme yer almamaktadır. Mevcut durum sürdürülmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Panoya erişim engeli	Acil durumlarda panoya anında müdahale edilememesi yüzünden yangın meydana gelebilir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk	Pano etrafında erişimi engelleyecek malzeme bulunmamaktadır. Uyarıcı levha ile mevcut durum sürdürülmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Elektriksel tehlike uyarı işareti bulunmaması	Bilinçsizce yapılacak hatalara dayalı yangın oluşabilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Pano kapağı uygun şekilde etiketlenmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Faz sinyal lamba ve göstergelerinin düzgün çalışmaması	Aşırı yüklenmelerin ve sistemin gidişatının dışarıdan takip edilememesi sonucu yangın oluşabilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Lamba ve göstergeler yenilenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kilit mekanizmasının bulunmaması	Yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu yangın meydana gelebilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Panonun kapağı kilitlemeli ve sorumlu personelin bilgileri pano üzerine işlenmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano kablo giriş ve çıkışlarının uygunsuz yapılması	Kablolar pano sacına temas etme riski var. Ark yangının tetiklevisi olabilir.	3	15	6	270	Yüksek risk	Pano üstüne rakor ya da conta takılarak kablolar bunun içerisinden geçirilmelidir.	1	3	6	18	Kabul edilebilir risk
Kablo renk seçimi hatalı olması	Kısa devre sebebi ile yangın oluşabilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Nötr hattunda yanlış renk kullanılmıştır, değiştirilmelidir.	0,5	3	6	9	Kabul edilebilir risk
Pano içinin temiz olmaması	Pano içerisinde toz ve yanıcı malzeme bulunmaktadır. Ark yangınları meydana gelebilir.	1	15	6	90	Önemli risk	Pano içerisi temizlenmelidir. Panonun dışarıdan toz alması engellenmelidir.	0,5	1	6	3	Kabul edilebilir risk

5. TARTIŞMA

Risk değerlendirmeleri incelendiğinde, artık akım cihazları başta olmak üzere biręok kriterde panoların yangın tehlikesi taşıdığı görülmektedir. Saha ęalıřmasından elde edilen bilgilere göre, kullanılan panolarda standart ve yönetmeliklere riayet edilmediği gözlenmiştir. Elektrik panolarında daha önce yapılan araştırmalar da incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Coutin ve Guillou (2007), pano kapakları ile ilgili yaptığı ęalıřmada, kapakların açık ya da kapalı olmasının yangın üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde ettiği test sonuçlarına göre, harici bir nedenden meydana gelen yangın olayında pano kapağının kapalı durumda iken pano içerisindeki yangın yükünün yüzde 2 ila yüzde 11'lik kısmının yandığını ve yangının kısa sürede kendiliğinden söndüğü gözlemlemiştir. Açık kapılı panolarda ise yangının birkaç dakika içerisinde tüm elektrik bileşenlerine sığradığını ve pano içerisindeki yangın yükünün tamamının yanarak daha büyük bir yangını başlattığını yaptığı testlerle ispatlamıştır. Risk değerlendirmeleri sonucunda da 5 panonun 3'nde pano kapakları riskli bulunmuştur. Bu konuda dikkatli davranılmadığı görülmüştür.

Shea (2011), bina yangınlarında seri arkta n kaynaklanabilecek yangınlara dikkat ęekmiřtir. Yaptığı ęalıřmada, seri ark kaynağı olarak gevşek bağlantı ve kablodaki kopmaların temel neden olduğunu savunmuştur. Sahadaki panolarda da kablo bağlantılarının dikkatli yapılmadığı, bağlantılarda klemens kullanılmadığı tespit edilmiştir. Kablolardaki ısınmalar göz ile doğrudan gözlenemediği için sinsi bir yangın tehlikesi olarak karşımıza ęıkmaktadır.

Johnson ve ark. (2013), seri ve paralel ark kesici röleler ile yaptığı testlerle ilgili olarak seri ark röleleri vasıtasıyla yangınların önlenebileceğini savunmuşlardır. Geręekten de teknolojinin gelişmesi ile birlikte bu konuda ciddi mesafeler kat edilmiştir. Ancak yapılan incelemelerde panolarda bu tür uygulamalara rastlanmamıştır. Elektrik tesisatları eski olan biręok yerde sistemdeki kaçakların fazla olmasından dolayı maalesef, artık akım cihazları hata verdiğinden dolayı kullanımından kağınılmaktadır. Ya da pano incelendiğinde artık akım cihazının mevcut olduğu görülmekte ancak devre dışı bırakıldığı için fonksiyonunu yerine getirememektedir.

Nazlıoğlu (2014), havaalanı bakım-onarım hangarlarında tehlike kaynaklarının belirlenmesi kapsamında yürüttüğü yüksek lisans tezinde elektrik enerjisinden kaynaklanabilecek 14 farklı riskten bahsetmiştir. Bunlar arasında elektrik panoları etrafında çeşitli maddelerin istiflenmesine de değinilmiştir. Saha değerlendirme sonuçlarına göre, kolay alevlenebilir özellikteki malzemelerin bilinçsizce pano etrafında istiflendiğı görülmüştür. Harici bir nedenden meydana gelecek bir yangın durumunda panonun da olaya dahil olması neticesinde daha büyük bir yangın oluşacak ve yine bir pano yangını meydana gelebileceğı sürekli vurgulanmıştır.

Isaksson ve Olin (2016), elektrik panolarında en yaygın ateşleme kaynağı olarak kısa devre, ark gibi teknik hataları işaret etmiştir. Teknik hataların önlenmesi ve olası bir yangının önceden fark edilebilmesi için, pano içerisine ısı algılayıcı sistemlerin koyulmasını önermiştir. İncelenen panolarda bahsi geçen bu tür uygulamalara rastlanmamıştır.

Avidor ve ark. (2003), elektrik dolaplarının yangın başlatıcısı olarak nitelendirilmesi ve kabin içinde bir yangının harici bir yangını başlatma potansiyellerine göre ABD'deki Maryland Üniversitesi tarafından kapsamlı bir araştırma yapıldığına değinmiştir. Yangın tehlikesi için en uygun yakıtın elektrik kablolarının kılıfı olduğu tespit etmişlerdir. Saha çalışmasında da kabloların tamamının plastik menşeli kılıflara sahip olduğu gözlenmiştir. Ülkemizde uygulanan yönetmeliklerde de plastik menşeli kılıflara sahip kablolarda sıcaklık limiti getirilmiş ancak kullanımı konusunda herhangi bir kısıt konulmamıştır. Ancak gelişmiş ülkelerdeki uygulamalara bakıldığında kablo üzerine ekstradan ısıya dayanıklı kılıflar eklendiğı görülmektedir.

Laukamp ve ark. (2013), kabloların ucuna çakılacak terminallerin bağlantısı hakkında detaylı bilgi vermiştir. Yanlış ya da zayıf bir terminal-kablo bağlantısının gevşek bağlantıya neden olacağını, dolayısıyla ark hatası meydana geleceğini ileri sürmüşlerdir. Saha gözlemlerinde de kablo pabuç ve soket bağlantılarına dikkat edilmediğı hatta klemens kullanımının bile ihmal edildiğı görülmüştür.

Lee ve ark. (2016), literatürde elektrikten kaynaklanan yangınlar tartışılırken genellikle endüstriyel yangın incelemeleri ya da yüksek gerilim tesisat yangınları üzerinde odaklanıldığını ancak birçok yangın raporunun alçak gerilim kademesindeki binalarda meydana geldiğı belirtmiştir. Elektrik yangınlarına bakıldığında zaman genellikle

bina içerisinde alçak gerilimle çalışan panolarda yangın olayı yaşandığını görmekteyiz. Saha çalışmasında incelenen panolar da bu gerilim kategorisinde yer almaktadır.

Günaydın (2012), binalarda elektrik tesisatı ve yangın güvenliği, yangına karşı güvenli kablolar adlı makalesinde panoları ile ilgili birçok husustan bahsetmiştir. Özellikle pano boyutlarının doğru seçilmemesi ve kablo kesitlerine dikkat edilmemesine dikkat çekmiştir. Yürüttüğümüz çalışmada da standartlara uygun olmayan pano tercih edildiği ya da bakım onarım çalışmaları sonucu uygun olmayan kesitteki kabloların kullanıldığı görülmüştür.

Süer (2016), İSG alanında yaptığı uçak bakım onarımlarında tehlike kaynakları ve çözüm önerileri adlı tezinde elektrik panolarına yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu oluşabilecek risklere değinmiştir. Süer' e göre elektrik panolarına yetkisiz kişilerin müdahalesi sonucu maddi hasar, yaralanma ve ölüm ile sonuçlanan olaylar meydana gelebilir. Yetkisiz kişilerin müdahalede bulunmasını önlemek için pano kilit mekanizmasının varlığı ya da kullanılabilir durumda olup olmadığı sorgulanmıştır. Süer, her ne kadar elektriğin çarpma risklerine dikkat çekmişse de aslında panolarda elektriğin yakma riski daha ön planda tutulması gerekir. Çünkü elektrik çarpmaları her ne kadar ölüm ile sonuçlansa da etkileri genellikle bireyseldir. Çalışanlara iş başı eğitimlerinde bu konudaki hassasiyet anlatılarak elektrik çarpmalarına karşı eğitim yoluyla da önlemler alınabilir. Ancak elektriğin yangına yol açabilecek riskleri çoğu zaman öngörülemeyebilir. Zaten elektrik yangınlarının önlenememesi temeline de bu sorun yatmaktadır.

Nurtaş (2016), plastik enjeksiyonla üretimde yangın risklerini incelemiş ve elektrik panoları ile ilgili risk analiz çalışmaları yürütmüştür. Elde ettiği sonuçlara göre, panolarda kullanılan malzemelerin etiketsiz olmasına ve pano kapaklarında uyarıcı işaretin bulunmamasına dair riskleri işlemiştir. Saha çalışmasında da panoların neredeyse tamamında bu tür riskler tespit edilmiş, gerekli tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

Mangs ve Keski-Rahkonen (1996), elektrik panolarının havalandırma sistemleri ile çalışmalar yürütmüş, kablo bağlantılarının ve pano içerisindeki yanıcı partiküllere maruz kalmasını engellemek için farklı ortam şartlarına göre havalandırma sistemi ve uygun pano yapısının seçilmesini savunmuşlardır. Yapılan saha çalışmalarında da,

pano içerisi temiz olmayan ve bu sebeple kolaylıkla ark yangınına yol açabilecek panolar olduğu görülmektedir.

İnce (2016), hastanelerde yangın güvenliği ve tahliye çalışmaları üzerine yüksek lisans tez çalışması yürütmüştür. Elektrik dağıtım panolarının her zaman yangın tehlikesi taşıdığına dikkat çekmiştir. Yaptığı çalışmalarda elektrik pano sistemlerinde mini yangın söndürme sistemleri ve panolardaki ısınmalarının termal kamera ile kontrolü üzerinde durmuştur. Gevşek bağlantıların sıkılaştırılması ve panolardaki ısınmaların termal kamera ile kontrolünün en iyi proaktif yöntem olduğunu savunmuştur. İşletme de yapılan çalışmada termal kamera görüntülerinden faydalanılmış ve termal kamera sonuçlarına göre çıkarımlar yapılmıştır. Ancak termal kamera kullanımının işletmede rutin olarak kullanılmadığı hatta firmanın böyle bir cihaza dahi sahip olmadığı tespit edilmiştir. Termal kamera görüntüleri elektrik sistemine fiziksel olarak müdahale edilmeksizin alınabildiği için, İSG açısından da elektrik çarpmalarına karşı çalışanları korumaktadır. Ancak, termal kamera kullanımı ile ilgili bir zorunluluğunun olmaması ya da işletmelerin bu konuda yeterince hassas davranmamasından dolayı yapılan uyarılar tavsiyeden öte gidememektedir.

Tez çalışmasında risk değerlendirme yöntemi olarak Fine Kinney risk analiz yöntemi tercih edilmiştir. Bu seçim yapılırken geçmişte yaşanan olaylardan elde edilecek istatistiklerde risk değerlendirmesine katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Özkan (2014), trafo merkezlerindeki iş sağlığı ve güvenliği tehlikelerini ve ilişkili riskleri belirlemek için gerçekleştirdiği çalışmasında L tipi matris yöntemi ile Fine Kinney yöntemini karşılaştırmıştır. Karşılaştırma neticesinde iş yerinin; yapılan iş, kullanılan hammaddeler, çalışan kişi sayısı gibi özelliklerine bağlı olarak risk analizi yöntemi seçiminin çok önemli olduğunu belirtmiştir. Kaza sonucunda meydana gelecek hasarın şiddetinin belirlenmesinde, kazanın oluşma olasılığı ve kaza frekansının da hesaplamaya katılmasından dolayı Fine Kinney yönteminin daha doğru sonuçlar vereceğini ifade etmiştir. Bu yöntem ile ilgili uygulamalara bakıldığında frekans katsayısının sübjektif olarak verildiği Birgören (2017) tarafından yazılan makalede belirtilmiştir. Risk değerlendirmesinde bu konu dikkate alınmış ve geçmişteki verilerden faydalanılarak frekans katsayısı için hesaplama yapılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; elektrik panolarında meydana gelebilecek yangınlar üzerinde durulmuş ve öngörülebilir riskler değerlendirilerek meydana gelebilecek bir iş kazası riskinin azaltılması üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın hedefi, pano yangınlarından meydana gelebilecek hem maddi hem de manevi kayıpların önlenmesi ve bu konuda nasıl bir risk analizi yapılabileceğini aktarmaktır.

Çalışma yapılırken ülkemizin en çok iş ve işçi sayısına sahip olan İstanbul ili referans alınıp, yine İstanbul ilinde faaliyet gösteren bir tekstil işletmesi üzerinde saha çalışması yapılmıştır.

Literatür taraması yapılırken, İstanbul ilinde 2013-2018 yılları arasında meydana gelen her 5 yangından 1'inin elektrik kaynaklı olduğu görülmüştür. Risk analizi yapılan işletme göz önüne alındığında elektrik panolarının kontrol ve değerlendirilmelerinde büyük eksiklik olduğu görülmüştür. Elektrik kaynaklı yangınlarının bu denli fazla olması aslında bir tesadüf olmadığı anlaşılmıştır.

Çalışma kapsamında Fine Kinney risk analiz yöntemine göre değerlendirme yapılmıştır. Risk değerlendirme konusunda ülkemizde birçok hata yapılmaktadır. Birçok uzman, uygulanacak en uygun yöntemi seçmekten ziyade daha kolay analiz yöntemini seçerek değerlendirme yapmaktadır. Bu değerlendirme yapılırken de daha önce yaşanan olayların frekans ve olasılıkları göz ardı edilmektedir. Yöntem seçilirken bu kıstaslara dikkat edilmiş, pano yangınlarının geçmişine bakılarak frekans ve olasılık katsayıları da hesap edilerek risk analizi uygulanmıştır.

İşletmelerde yapılacak olan hiçbir risk analizi meydana gelecek kazaları tamamen ortadan kaldıramaz. Yapılan her türlü çalışma not edilerek kontrol periyotları tayin etmek gerekir. Rutin kontroller neticesinde risk değerlendirmesinde risklere karşı erken müdahale imkanı elde edileceği için yaşanacak kazaların azaltılmasında da ilerleme kaydedilecektir.

Ülkemiz genelinde elektrik yangınları ile genel bir istatistikî sonuca ulaşmak mümkün değildir. Bunun en önemli nedeni ülkemizde doğrudan yangınlar ile ilgili resmi bir kuruluşun olmamasıdır. Gelişmiş ve iş güvenliği kültürünün yerleştiği ülkelere bakıldığında, kendi ulusal yangın kuruluşlarını yıllar öncesinden faaliyete geçirdiklerini görmekteyiz. Bu kuruluşlar kendi ülkelerine özel riskler üzerinde çalışarak hem yangın standartlarını hem de yangının oluşmasını önleyici faaliyetleri yayımlayabilmektedir.

Böylece, yaşanacak her türlü yangın hakkında geçmişe ait bilgileri ve tecrübeleri değerlendirme fırsatı bulabilmektedirler. Ülkemizde ise yerel belediyeler bünyesinde yer alan itfaiye teşkilatları bu görevi üstlenmektedir. Teşkilatlarımız her ne kadar başarılı olsa da ulusal ve enterkonnekte bir sistemin olmayışı bizim bu konuda ilerleyişimizi zorlaştırmaktadır.

Ülkemizde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun uygulanması ile birlikte bu konuda hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir. Bu kanun kapsamında elektrik tesisatlarında yılda 1 defa periyodik kontrol şartı getirilmiştir. Ancak yapılan bu kontrollerin ne kadar etkili olduğu, elektrik panolarında meydana gelen iş kazalarının değişimi hakkında kesin bir bilgi elimizde mevcut değildir. İşletme de yapılan çalışmaya göre, yılda 1 defa yapılacak kontrol vasıtasıyla panolarda oluşabilecek yangınların önüne geçilemeyeceği gayet nettir. Bu konuda yetkili kuruluşlar tarafından değerlendirmeler yapılmalı ve gerekiyorsa ara kontroller eklenmelidir.

Elektrik yangınları konusunda bilgilendirici eğitimler yapılmalıdır. Özellikle iş başı eğitimlerinde bu konunun üzerinde dikkatle durulmalıdır. İş başı eğitimlerinde genellikle elektriğin çarpma riski göz önüne alınarak bilgiler verilmektedir. Elektriğin yakma ve yangına yol açan riskleri de ayrıntılı bir şekilde ele alınmalıdır. Böylece, iş yerleri elektrik yangınına karşı bilinçlendirilmiş personelle işletileceği gibi, toplumsal olarak da bu konuda farkındalık oluşmaya başlayacaktır.

Elektrik panoları, normal şartlarda sık sık arıza veren ve kesinti olmadığı durumlarda kontrolü yapılan uğrak yerler değildir. Bununla beraber ihmal edilen panolardaki ekipmanlar ve yük dağılımlarının takipsizliği, gözle ve dokunmayla tespit edilemeyecek durumda olması yangın olayını meydana getirmektedir. Firmaların bu incelemeleri yapabilmesi için gerekli olan termal kamera gibi cihazları temin etmesi ve bu konuda da devlet tarafından hem teşviklerin hem de zorunlu uygulamaların başlatılması bu konuda başarılı bir adım olacaktır.

Literatür taraması yapılırken sık sık pano yangın söndürme sistemleri ile ilgili önerilere de rastlanmıştır. Gelişmiş teknolojik ekipmanlar sayesinde panolar anlık olarak takip edilebilmekte ve olası bir yangın durumunda yangının başladığı ekipman bile zarar görmeden söndürülebilmektedir. Tez içerisinde yangın söndürme sistemlerine de değinilmiştir. Ancak uygulama ile alakalı yasal bir zorunluluk mevcut değildir. Bu konu ile ilgili yetkili kurumlar tarafından bir çalışma başlatılmalıdır.

Elektrik kabloları yangınlarda büyük rol oynamaktadır. Bu kapsamda çok yüksek derecelerde bile yapısını koruyabilen alev iletmez nitelikte kablolar üretilmektedir. Pano içerisindeki PVC kablolar yerine bu tarz kabloların kullanılması değerlendirilmelidir.

Elektrik ya da pano yangınları üzerinde yapılacak akademik çalışmalar teşvik edilmelidir. Ülkemizde bu konuda yeterli bilimsel çalışma yürütülmemektedir. Yapılacak bilimsel araştırmalar aracılığıyla bu yangınlara ait risk haritaları çıkarılmalıdır. Bu çalışmalar sayesinde elektrik yangınlarının sektörlere, illere, bölgelere göre tasnifi yapılarak her kategori için alınacak önlemler belirlenebilir, mevcut önlemler geliştirilebilir ya da ortak sonucu veren riskler üzerindeki araştırmalar yoğunlaştırılabilir.



KAYNAKLAR

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (2012)

Akşam, Restoran yangını, <https://www.aksam.com.tr/yasam/ankarada-bir-restoranda-yangin-cikti/haber-780201>, Erişim tarihi: 10.02.2019

Allianz, Pano önü malzeme, <https://www.allianz.com.tr>, Erişim tarihi: 15.07.2018

Alçak Gerilim Dağıtım Panoları Teknik Şartnamesi (Haziran 2015)

AVİDOR, E., JOGLAR-BİLLOCH, F. J., MOWRER, F. W., & MODARRES, M. (2003) Hazard assessment of fire in electrical cabinets. *Nuclear technology*, 144(3), 337-357.

BİRGÖREN, B., (2017) Fine - Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri, *International Journal of Engineering Research and Development*

BABRAUSKAS, V., (2001) How do electrical wiring faults lead to structure ignitions. Paper presented at Proc. Fire and Materials 2001 Conference, London, 39-51

BABRAUSKAS, V. (2003) Fires due to Electric Arcing: Can 'Cause' Beads Be Distinguished from 'Victim' Beads by Physical or Chemical Testing?. *Fire and Materials*, 2003, 189-201.

BABUT, B, MORARU, R, CIOCA, L., (2011) Kinney-Type methods: useful or harmful tools in the risk assessment and management process?, *International Conference On Manufacturing Science And Education, Romania*.

BEKEM, İ., DEMİREL, F., ÇAVUŞ, M. (2011) Türkiye Ölçeğinde Yangın İstatistikleri Üzerine Bir Araştırma, Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi (s. 195-201). İstanbul: Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı.

BEYLER, C.L. and GRATKOWSKI, M., (2006) Electrical Fires Caused by Arc Tracking in Low-Voltage (12-14V) Systems, ISFI 2006 – Proceedings of the 2nd International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, National Association of Fire Investigators.

BENFER, M., & GOTTUK, D., (2013) Development and Analysis of Electrical Receptacle Fires. NIJ-2010-DNBX-K218, Baltimore, MD

CLARK, C. G., & ENGINEER, G. S., (2016) The basics of arc flash. GE Industrial Solutions web site accessed Oct, 5.

DEMİREL, H., (2016) demir yolu Makas Üretiminde Risk Değerlendirmesi, Uzmanlık Tezi

COUTİN, M., & GUILLOU, P., (2007) Phenomenological description of actual electrical cabinet fires in a free atmosphere. In *InterFlam—Proc. 11th Int. Conf* (pp. 3-5).

Electrical Safety Council. (n.d.) Electricity in the home-guide to fire safety. Retrieved from <http://www.esc.org.uk/pdfs/safety-in-the-home/FireSafety-ESC.pdf> (Erişim Tarihi:08.06.2018)

Elektrik İş Tesisleri Yönetmeliği (04.11.1984) Sayı: 18565

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (30.11.2000) Sayı:24246

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği (21.08.2001) Sayı: 24500

Endüstriyel Yangınlar Ve Patlamalar Raporu, (2018)

Enerji enstitüsü, sistem çökme raporu, <https://enerjienstitusu.org/2015/10/20/31-mart-elektrik-sistem-cokmesi-raporu-entso-enin-resmi-sitesinde-yayinladi>, Erişim tarihi: 25.06.2018

Ficoh, <https://www.ficoh.com/info-center/lets-talk-first/may-is-national-electrical-safety-month-make-sure-your-home-is-safe/> Erişim tarihi: 14.07.2018

FINE, W. and T, KINNEY W. D., (1971) Mathematical evaluation for controlling hazards, Journal of Safety Research, 157-166.

Firesuppression, <https://www.firesuppression.co.uk/editor/VESDA-airflow.jpg>, Erişim tarihi:15022019

GANESAN, V., (2012) Internal combustion engines. McGraw Hill Education (India) Pvt Ltd., 323

GARDNER, K., (2005) Inquiry into housing construction sector and related issues. Melbourne: Office of the Chief Electrical Inspector.

HALL Jr. and JOHN R., (2009) Home electrical fires. Quincy: National Fire Protection Association.

Hurimg, <https://i.hurimg.com/i/hurriyet/75/300x170/594d76c17152d92ffc30fa1a.jpg>) Erişim tarihi: 15.08.2018

Hürriyet, İstanbul'da 10 yılda 1501 fabrika yandı., <http://www.hurriyet.com.tr/istanbulda-10-yilda-1501-fabrika-yandi-40887317>, Erişim tarihi: 30.01.2019

Hürriyet, Şanlıurfa fabrika yangını, <http://www.hurriyet.com.tr/sanliurfada-iplik-fabrikasi-alev-alev-yandi-40903877>, Erişim tarihi: 10.02.2019

Hürriyet, Yurt yangınıyla ilgili bilirkişi-raporu-açıklandı, <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/yurt-yanginiyla-ilgili-bilirkisi-raporu-aciklandi-40293251>, Erişim tarihi: 10.04.2017

http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/1451386112017__5434381366.pdf (Erişim Tarihi: 20.12.2018)

<https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v11i3.pdf> (Erişim Tarihi: 06.05.2018)

İNCE, A., (2016) Hastanelerde Yangın Güvenliği Ve Tahliye Gereklere Üzerine Bir İrdeleme, Yüksek Lisans Tezi

Infomet, <http://www.infomet.com.tr/images/typicalgassystem.jpg>, Erişim tarihi:19022019

Infraredimagingervices, <http://www.infraredimagingervices.com/electrical-infrared>, Erişim tarihi: 11072018

ISAKSSON, E. and OLIN, F., (2016) "Comparative study of risk analysis methods from a fire safety perspective," LUND UNIVERSITY

İtfaiye, http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/1451386112017__5434381366.pdf, Erişim tarihi:20.12.18

- KOBES, M., GROENEWEGEN, K., & DUYVÍS, M. G., (2009) Consumer fire safety: European statistics and potential fire safety measures. Vienna Austrian Fed. Minist. Labor, Soc. Aff. Consum. Prot, 31
- LAUKAMP, H., BOPP, G., GRAB, R., WITTEWER, C., HÄBERLIN, H., PHİLLİP, S., ... & VAASSEN, W., (2013) PV fire hazard-analysis and assessment of fire incidents. 26th EUPVSEC.
- LEE, H. M., CHOW, W. K., & HUNG, H. Y., (2016) A study on residential fires due to electrical faults in Hong Kong. In Proceedings of the 3rd residential building design and construction (RBDC) conference (p. 369-379).
- MANGS, J. & KESKİ-RAHKONEN, O., (1996) Full scale fire experiments on electronic cabinets II. Technical Research Centre of Finland.
- Mediamagazin, Hastane yangını, <https://www.medimagazin.com.tr/ozel-saglik/ozel-hast/tr-gaziantep-te-ozel-hastanede-yangin-2-olu-9-69-77455.html>, Erişim tarihi: 10.02.2019
- NAZLIOĞLU, A., (2014) Havaalanı Bakım-Onarım Hangarında Tehlike Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kontrol Listesi Hazırlanması, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Yüksek Lisans Tezi., 101s,Ankara.
- NURTAŞ, F., (2016) Plastik Enjeksiyonla Üretimde Yangın Riskleri Ve Yangın Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi
- Ntv, Elektrik panosu, <https://www.ntv.com.tr/turkiye/patlayan-elektrik-panosu-8-kisiyi-hastanelik-etti,gtGThYhOpkuBOMVnK-sQQ>, Erişim tarihi: 10.02.2019
- NFPA 921, (2011) "Guide for Fire and Explosion Investigations," National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- JOHNSON, J., GUDGEL, B., MEARES, A., & FRESQUEZ, A., (2013) Series and parallel arc-fault circuit interrupter tests. Sandia Nat. Lab., Albuquerque, NM, USA, Tech. Rep. SAND2013-5916.
- ÖZKAN, N., (2014) Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri, Uzmanlık Tezi
- GÜNAYDIN, S., (2012) Binalarda Elektrik Tesisatı Ve Yangın Güvenliği, Yangına Karşı Güvenli Kablolara (http://www.emo.org.tr/ekler/729e184cdb4c7ab_ek.pdf)
- Posta, Bağcılarda elektrik panosu yangını, <https://www.posta.com.tr/bagcilar-da-elektrik-panosu-yangini-2087707>, Erişim tarihi: 07.02.2019
- SHEA, J. J., (2011) Identifying causes for certain types of electrically initiated fires in residential circuits. Fire and Materials, 35(1), 6.
- SMITH, K., (1996) Environmental Hazards: 2nd ed., Routledge, New York.,11
- SÜER, E., (2016) Uçak Bakım - Onarımlarında Tehlike Kaynakları Ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi

- ŞENGÖZ, M., (2018) Elektrik Nedenli Yangınların Araştırılması ve Fmea Yöntemi İle Risk Analizi, Doktora Tezi
- Timetürk, Yün fabrika yangını, <https://www.timeturk.com/yun-yikama-fabrikasinda-elektrik-panosu-patladi-3-yarali/haber-1037931>, Erişim tarihi: 10.02.2019
- Trthaber, Uşak fabrika yangını, <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/usakta-fabrika-yangini-151328.html>, Erişim tarihi: 10.02.2019
- UÇAN, R., (2018) İş Güvenliği Uzmanlık Hazırlık Kitabı S.312
- USFA, <https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v11i3.pdf>, Erişim tarihi: 10.10.2017
- WALKER, S., (2009) Inspecting Existing Dwelling Electrical Systems Using NFPA 73
- Wha-international, http://www.wha-international.com/content/images/3_6_3_10/Arc_testing.jpg, Erişim tarihi:11.07.2018
- WONG, W.M., (2011) Investigation of Applied Electrical Fire Control System, Fire Technology and Product Message, Vol. 6, 44-46
- Yangın sektörü, <http://www.yanginsektoru.com/image/cache/data/sonsis2/pano4-500x554.jpg> Erişim tarihi:18.02.2019
- Yangın ve Güvenlik Dergisi 156.Sayı s:2., (2013)
- Yangın ve Güvenlik Dergisi 193.Sayı s:9., (2017)
- YEREANCE, R.A., (1995) Electrical Fire Analysis, 2nd ed., Charles C. Thomas, Springfield
- Tesisat, Yangın üçgeni, <http://www.thesisat.org/wp-content/uploads/2016/01/yangin-ucgeni.jpg>, Erişim tarihi: 11.08.2018
- Tüyak 2011 Yangın Ve Güvenlik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (2011) s: 198.,

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Emre KUŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: HADİM, 01.07.1991

Yabancı Dili: İngilizce

İletişim (Telefon/e-posta): 0 555 833 12 46 / emre_kus228@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Dinçerler 75. Yıl Anadolu Lisesi /2009

Lisans: Mersin Üniversitesi-Elektrik Elektronik Mühendisliği / 2014

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

- Ferel Elektronik San. Tic. A.Ş. (2014-2017)
- Mamur Teknoloji Sistemleri A.Ş.(2017-)