ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞYERİ TİPİNE BAĞLI ELEKTRİK KAYNAKLI YANGIN ÇIKIŞ NEDENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇKKV YAKLAŞIMI

Naciye CERAN

İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Şubat, 2020

ANKARA

İŞYERİ TİPİNE BAĞLI ELEKTRİK KAYNAKLI YANGIN ÇIKIŞ NEDENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇKKV YAKLAŞIMI

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Naciye CERAN

Şubat, 2020

ANKARA

YÜKSEK LİSANS TEZ SONUÇ FORMU

PROF. DR. ERGÜN ERASLAN yönetiminde **NACİYE CERAN** tarafından tamamlanan "**İŞYERİ TİPİNE BAĞLI ELEKTRİK KAYNAKLI YANGIN ÇIKIŞ NEDENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇKKV YAKLAŞIMI"** başlıklı tezi okuduk ve tezin yüksek lisans derecesi için kapsam ve nitelik açısından tamamen yeterli olduğunu beyan ederiz.

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin ÇETİNYOKUŞ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Enstitü Müdürü

Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK BEYAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanan bu tez çalışmasında,

- Tüm veriler, bilgiler ve belgelerin akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgiler, belgeler ve değerlendirmelerin bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Kullanılan tüm materyallerin tamamen belirtildiğini ve referans gösterildiğini,
- Kullanılan materyaller üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Sunulan tüm çalışmanın orijinal olduğunu,

beyan eder ve yukarıdaki ifadelerin aksine herhangi bir durum olduğunda, tüm yasal haklarımdan vazgeçmeyi kabul edeceğimi bildiririm.

Tarih:

İmza :

İsim & Soyisim : Naciye CERAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Ergün ERASLAN'a, Dr. Öğrt. Üyesi İbrahim YILMAZ'a, Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nda yardımlarını esirgemeyen Harun ERCAN ve tüm itfaiye çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışma sürecinde desteğini esirgemeyen eşim Mehmet CERAN'a ve birlikte geçiremediğimiz zamanlardaki sabrı için kızım Betül CERAN'a, her zaman yanımda olan aileme, İş Sağlığı ve Güvenliği yüksek lisans eğitimi sürecinde tanıştığım tüm bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Naciye CERAN

İŞYERİ TİPİNE BAĞLI ELEKTRİK KAYNAKLI YANGIN ÇIKIŞ NEDENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇKKV YAKLAŞIMI

ÖZ

Yangın yaralanma, ölüm ve büyük maddi kayıplara neden olmaktadır.Yangın sebepleri incelendiğinde büyük bir kısmının elektrikten kaynaklandığı görülmektedir. Dünyada ve ülkemizdeki önemli problemlerden olan elektrik kaynaklı yangınlar gerek yaşam alanlarında gerekse işyerlerinde meydana geldiğinde ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında elektrik kaynaklı yangınların önemini belirtmek, sebeplerini araştırmak ve işyeri büyüklüğü ile çıkış sebepleri arasındaki ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan 2018 yılı yangın raporları incelenmiş ve işyerlerindeki yangın sebepleri ve bu sebeplere bağlı olarak yıl boyunca çıkan yangın sayısı belirlenmiştir. Yangın sebepleri ile işyeri büyüklükleri arasındaki ilişkiyi incelemek için Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı'nda çalışan 22 uzman itfaiye erine Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemine uygun şekilde hazırlanan anket formu uygulanmıştır.

Veriler üzerinde yapılan çalışma neticesinde çıkan yangın sebepleri arasında %32,6 ile elektrik aksamında oluşan hatalar birinci sırada yer alırken kullanım sırasındaki hatalar %29,1 ile ikinci sırada yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Yangın, güvenlik, işyeri, elektrik kaynaklı yangın,AHP.

EVALUATION OF ELECTRICAL WELDED FIRE EXIT REASONS CONNECTED TO THE WORKPLACE TYPE: THE MCDM APPROACH

ABSTRACT

Fire causes injury, death and large financial losses. When the causes of fire are examined, it is seen that most of them are caused by electricity. Electric fires, which are one of the important problems in the world and in our country, can cause serious loss of life and property both in living spaces and workplaces. For this reason, in this thesis, it is aimed to indicate the importance of electric fires, to investigate their causes and to determine the relationship between the size of the workplace and the causes of fire.

In this study, the 2018 fire reports prepared by Ankara Metropolitan Municipality Fire Department were examined and the causes of fire in the workplaces and the number of fires during the year were determined. In order to examine the relationship between fire causes and workplace sizes, a questionnaire prepared in accordance with the Analytical Hierarchy Process method was applied to 22 fire-fighters working in Ankara Metropolitan Municipality Fire Department.

Among the causes of fire that emerged as a result of the work on the data, 32.6% of the errors in electrical components were in the first place, while the errors during use were in the second place with 29.1%.

Keywords: Fire, security, workplace, electricity caused fire, AHP.

İÇİNDEKİLER

SONUÇ FORMU ii
ETİK BEYAN iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vi
KISALTMALAR DİZİNİ ix
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
BÖLÜM 1-GİRİŞ 1
1.1 Literatür Özeti 2
BÖLÜM 2-GENEL BİLGİLER 6
2.1 Yangın Hakkında Genel Bilgiler 6
2.1.1 Yangın Güvenliği İle İlgili Ülkemizdeki Yasal Düzenlemeler 6
2.1.2 Yangın Nedir? 7
2.1.3 Yangın Çeşitleri 8
2.1.4 Yangın İstatistikleri 8
2.1.5 Dünya' da ve Ülkemizde Gerçekleşen Önemli İşyeri Yangınları 11
2.2 Elektrik Kaynaklı Yangınların Çıkış Nedenleri 12
2.2.1 Kısa Devre 13
2.2.1.1 Kısa Devre Sonucu Aşırı Akıma Bağlı Isınma 14
2.2.1.2 Ark 14
2.2.2 Aşırı Yüklenme 16
2.2.3 Gevşek Bağlantı 17
2.2.4 Yıldırım 17
2.2.5 Elektrik Pano Kapaklarının Açık Bırakılması ve Panoya Erişimin Engellenmesi 18
2.2.6 Kaçak Akım Koruma Rölesi Kullanılmaması 19
2.2.7 Kalitesiz Malzeme Kullanımı 20
2.2.8 Kabloların Düzensiz ve Sarkık Olarak Bırakılması 20
2.2.9 Tesisatın Proje ve Montaj Hataları 20
2.2.10 Tesisatın Düzenli Kontrolünün Yapılmaması 21

2.2.11 Topraklama Ölçümlerinin Periyodik Olarak Yapılmaması 21
2.2.12 Parlayıcı, Patlayıcı Ortamlarda Statik Elektriğin Önemsenmemesi 22
2.2.13 Kablo Eklerinin ve Bağlantılarının Uygunsuz Yapılması..... 23
2.2.14 Kemirgenler..... 24
2.2.15 Yangın Durdurucu Bariyer Kullanılmaması 24
2.2.16 Kimyasal Ortamlarda Tesisatın Ex-Proof Olarak Yapılmaması: 25
BÖLÜM 3-MATERYAL VE YÖNTEM..... 26
3.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) 27
BÖLÜM 4- EKY ÇIKIŞ NEDENLERİ İLE İŞYERİ BÜYÜKLÜĞÜNÜN ANALİZİ 35
BÖLÜM 5-SONUÇ ve ÖNERİLER..... 48
KAYNAKLAR..... 50
EKLER..... 59
ÖZGEÇMİŞ 61

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ÇKVV	Çok Kriterli Karar Verme
EC	Expert Choice
EKY	Elektrik Kaynaklı Yangınlar
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
NFPA	Amerika Yangın Korunma Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TS	Türk Standartları

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Endüstriyel yangınların 2011-2015 yılları arasında başlıca yapısal nedenlerinin yıllık ortalaması 9

Tablo 2.2 İstanbul'da 2014-2018 yılları arasındaki yangın istatistikleri..... 10

Tablo 3.1 Karşılaştırılmada kullanılan önem dereceleri tablosu 30

Tablo 3.2 Farklı boyutlardaki matrisler için rassal tutarlılık tablosu 32

Tablo 4.1 Yangın raporlarına göre veriler..... 35

Tablo 4.2 Problemin çözümü için kurulan hiyerarşi 36

Tablo 4.3 Elektrik kaynaklı yangınların çıkış nedenlerinin ikili karşılaştırma matris değerleri..... 38

Tablo 4.4 Elektrik aksamında oluşan hatalar açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri..... 40

Tablo 4.5 Kullanım sırasındaki hatalar açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri 41

Tablo 4.6 Sistem kontrol eksikliği açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri 42

Tablo 4.7 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri..... 44

Tablo 4.8 EKY'lerin ana ve alt kriterlerinin ağırlıkları..... 46

Tablo 4.9 EKY'ler ile ilgili nihai öncelik değerleri 47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Yangın üçgeni 8
Şekil 2.2 İzmir 2018 yılı yangın istatistikleri..... 10
Şekil 2.3 İletken teması sonucu oluşan kısa devre..... 13
Şekil 2.4 Sıvılaşan kablo izolasyonu 14
Şekil 2.5 Aşırı akım sonucu eriyen kablo izolasyonu..... 14
Şekil 2.6 Gerilim eğrisi 15
Şekil 2.7 Ark çeşitleri 15
Şekil 2.8 Aşırı yüklenme 16
Şekil 2.9 Metal sarımlı uzatma kablosu..... 16
Şekil 2.10 Gevşek bağlantı 16
Şekil 2.11 Paratoner sistemi 17
Şekil 2.12 Parafudr 17
Şekil 2.13 Elektrik panosu..... 18
Şekil 2.14 Pano önü malzeme depolanması..... 18
Şekil 2.15 Kaçak akım rölesi ve bağlantı yapısı..... 19
Şekil 2.16 Düzensiz kablolama 20
Şekil 2.17 Kablo kanalı..... 20
Şekil 2.18 Topraklama ölçümü..... 21
Şekil 2.19 Topraklama ölçümü..... 21
Şekil 2.20 Statik elektrik..... 22
Şekil 2.21 Yanlış ek yapımı 22
Şekil 2.22 Pabuç 23
Şekil 2.23 Fare..... 23
Şekil 2.24 Yangın bariyeri..... 24
Şekil 2.25 Exproof armatür..... 25
Şekil 3.1 Analitik hiyerarşi yapısı..... 28
Şekil 4.1 Uygulama adımları 34
Şekil 4.2 Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin EC programında görünümü 39
Şekil 4.3 Ana kriterlerin aldığı ağırlık değerleri..... 39
Şekil 4.4 Elektrik aksamında oluşan hatalar kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü 40

Şekil 4.5 Elektrik aksamında oluşan hatalar kriterinde alternatiflerin ağırlıkları 41

Şekil 4.6 Kullanım sırasındaki hatalar kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü 41

Şekil 4.7 Kullanım sırasındaki hatalar kriterinde alternatiflerin ağırlıkları 42

Şekil 4.8 Sistem kontrol eksikliği kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü 43

Şekil 4.9 Sistem kontrol eksikliği kriterinde alternatiflerin ağırlıkları 43

Şekil 4.10 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü 44

Şekil 4.11 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler kriterindeki alternatiflerin ağırlıkları 45

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra insanların ihtiyaçlarının karşılandığı her türlü imalat ve hizmet sektöründe elektriğin kullanılması ile birlikte insan gücüne dayanan işlerin makineler yardımıyla yapılmasını sağlamıştır. Ancak elektrik enerjisinin sağladığı birçok fayda yanında, elektrikten kaynaklanan zararlar da mevcuttur. Ülkemizde çok sayıda çalışanın bulunduğu fabrika, maden ve tersane gibi imalat sektörlerinin yanı sıra market, otel, hastane, okul gibi hizmet sektörlerinde çok sayıda yangın meydana gelmiştir. Ülkemizde yaşanan ve İtfaiye Daire Başkanlıkları, basın yayın organları ve uzman kişiler tarafından ifade edilen bu yangınlara yol açan birçok neden gösterilmekle birlikte, özellikle işyerlerinde en önemli yangın sebeplerinden birinin de elektrik olduğu görülmüştür. Bu yangınlarda ciddi miktarlarda maddi kayıplar yaşandığı gibi, birçok can kaybı yaşanmaktadır.

Bu çalışma ile elektrik kaynaklı yangınların işyerlerinde ortaya çıkma nedenleri incelenerek bu yangınlar iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde değerlendirilmiştir ve işyeri büyüklüğü ile yangın sebepleri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Bu çalışmada 1. bölümde elektrik kaynaklı yangınlar ile ilgili yurtdışında yapılan çalışmalar incelenmiş ve özetlenmiş olup; yangın, yangın sınıfları ve istatistikler incelenmiştir. Ülkemizdeki yasal düzenlemelere ve elektrik kaynaklı yangınların olası çıkış nedenlerine 2. Bölümde yer verilmiştir.

Materyal ve yöntem kısmında Analitik Hiyerarşi Prosesi konusu tanıtılmış olup, Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan yangın raporlarından 2018 yılında işyerlerinde meydana gelen elektrik kaynaklı yangınlar incelenmiştir. İşyerinde çıkan elektrik kaynaklı yangınların sebepleri ve bu sebeplerin sayısal verileri tespit edilmiştir. İşyerlerinde çıkan elektrik kaynaklı yangın sebepleri ve işyeri büyüklüğü arasındaki ilişki incelenmek üzere bir anket çalışması hazırlanıp itfaiye

çalışanlarına uygulanmış ve uygulama yöntemi olarak seçilen Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile çok sayıda değişken değerlendirilmiş ve sonuçları bu çalışmanın son bölümünde yer almıştır.

1.1 Literatür Özeti

Elektrik kaynaklı yangınlar ile ilgili çalışmalar incelenirken yurt dışındaki çalışmalarda istatistik temelli araştırma çalışmaları ve yangını önlemeye yönelik deneysel ve teorik çalışmalar olduğu görülmüştür.

İstatistik ağırlıklı çalışmalarda, yangınların başladığı elektrikli sistem ve cihazlar, bina sınıfları, yangınların başladığı saatler, aylar ve mevsimlere ilişkin veriler de belirlenmektedir. Bu verileri elde etmek için ABD'deki evlerde, elektrik tesisatları ve aydınlatma ekipmanlarından kaynaklanan yangınlar incelenmiştir. Elektrik tesisatlarında ve aydınlatma ekipmanlarında meydana gelen yangınlar 26 ayrı başlıkta incelenmiştir [1-2]. ABD'de 2007-2011 yılları arasında gerçekleşen ev yangınlarıyla ilgili oldukça kapsamlı çalışmada ise en fazla mutfak (%42), yatak odaları (%25) ve oturma odalarında (%24) yangının meydana geldiği ve kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında yangın seviyesinin ve can kayıplarının en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir [3].

Araştırma odaklı bir çalışmada, Avustralya'nın Victoria eyaletinde, 1986-2009 yılları arasında meydana gelen EKY'lerin, meydana geldiği yerlerdeki insanların gelirleri, çeşitli gürültü ve titreşim kaynakları ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada, 1960'lı yıllarda yapılan evlerin o dönemki enerji ihtiyaçlarına göre tasarlandığını ancak günümüzde evlerde hem sayıca fazla hem de daha çok enerji tüketen cihazlar kullanıldığını; çeşitli titreşimler (yüksek sesli müzik sistemleri, yıldırımlar vb.), anahtar ve prizlerin sürekli kullanılması, mevsimsel ısı değişiklikleri gibi nedenlerden oluşan bağlantı gevşekliklerinin, tesisatın yaşlanmasıyla oluşan çeşitli hasarların ve iletkenlerdeki dış etkenlerle oluşan izolasyon bozulmalarının EKY'ler için başlıca sebepler oldukları belirlenmiştir [4].

Deneysel ve teorik çalışmalar incelendiğinde bazı araştırmacılar, arkların oluşmasını ve etraftaki kolay yanabilir nesneleri tutuşturma şartlarını incelemişlerdir. Isınan yalıtkanların ortaya çıkarttığı gazların ark nedeniyle tutuşması gözlemlemişlerdir. Bu bağlamda yapılan ilk çalışma; yaşam alanlarında elektrik tesisatları nedeniyle oluşabilecek tehlikeli durumların belirlenmesine ve tanımlanmasına yardımcı olması amacıyla öncelikle ark hatalarını incelemiştir. Arklar seri ve paralel olmak üzere iki bölümde incelenmiş, aşırı ısınmış tesisatın yalıtımının bozulmasıyla arkların oluştuğu, oluşan arkların da aşırı ısınmaya ve ardından iletken yalıtımının, yalıtımdan kaynaklanan çözünmüş gazların ya da yakındaki yanabilir malzemelerin tutuşmasına yol açabileceği belirtilmiştir [5]. Diğer çalışmada ise Amerika'da ve Kanada'da elektrik arklarının meydana getirdiği yangın tehlikelerine karşı kullanılan AFCI teknolojisinin 110 Vac/60 Hz uyumlu olduğunu, AFCI teknolojisinin Avrupa ülkelerinde güvenli bir biçimde kullanılabilmesi için test düzeneğinde deneysel olarak incelenmesi gerektiğini ifade edilmiştir. Gerçekçi bir simülasyon oluşturulmuş olan çalışmada PVC kablolarda ark meydana gelme şartları, PVC kablonun karbonlaşma süreci ve PVC kablonun yanmasını geciktiren kimyasal katkıların ark anında oluşan ısı karşısındaki etkisini incelemişlerdir [6].

Bazı araştırmacılar, tesisatlarda kullanılan kabloların yaşlanmasını ele almıştır. Kabloların yaşlanması ve gevşek bağlantılardan dolayı seri arkların meydana geldiğini sonuçta yüksek sıcaklık üreten erimiş metallerin oluştuğunu dile getirilen araştırmacılar arkların ısıları ya da erimiş bu metallerin yüksek ısılarının ortamda bulunan yanıcı malzemeleri tutuşturarak yangınlara neden olduğunu tespit etmişlerdir [7]. Bazı araştırmacılar da montaj hatalarını incelemiş olup alçak gerilimde kullanılan sigorta, devre kesiciler vb. şalt cihazlarında meydana gelen seri ve paralel arkların, en tehlikeli arızalar olduğunu belirlemiş; her iki tür arızanın hem şalt cihazında hem ortamda bulunan teknik personelde ciddi hasara veya kısa devreye yol açacak daha büyük bir ark arızasına neden olabileceğini belirtmiş olup yapılan çalışmada, baralarda ve şalt cihazlarındaki bağlantı bölümlerinde 1 mm'nin altındaki gevşekliklerde bile meydana gelen arkın fark edilme zamanının çok uzun olduğuna, bu süre içinde meydana gelen ark

kaynaklı yanmanın devam ettiğine ve bu nedenle seri arkların daha tehlikeli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Ark süresi içinde oluşan ısı ve elektromanyetik kuvvetin, arkları tesisatın farklı bölümlerine taşıyabileceğini söylemişlerdir [8]. Montaj hatalarının incelendiği diğer çalışmada ise prizlerdeki elektrik kaynaklı yangınların olası nedenlerini daha iyi anlamak ve adli işaretlere daha kolay ulaşabilmek amacıyla hem yangın odası hem fırın deneylerini gerçekleştirilmiş olup 16 ay boyunca 468 priz kullanarak 408 farklı deney yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre, 9 Amperin üzerindeki akımların geçtiği gevşek bağlantılı prizlerde aşırı ısınma ve priz hataları olduğu ve oluşan aşırı ısınma ve hataların ise kullanılan prizlerin ve tesisatların yapım malzemelerinden bağımsız olduğunu tespit edilmiştir [9].

EKY'ler adli şartlar bakımından da incelenmiş olup elektrik kaynaklı yangınlar üzerine yedi yıldan fazla süren çalışmada kısa devreler, aşırı ısınma ve yüksek direnç içeren 595 yangını incelenmiş olup bu yangınların 115'inin kesinlikle elektriksel nedenli olduğunu belirtmiştir. Devre kesicilerle sigortaların bir tesisatta doğru şekilde tasarlanıp kullanılmalarına rağmen, meydana gelebilecek kısa devrelerin ve yangınların önlenemeyeceğini ifade etmiştir. Ayrıca meydana gelen yangınlarda kundaklama şüphesinin de olabileceği belirtilmiş olup şüpheli görülen yangınlarda kimyasal analizlere başvurulması gerektiğini belirtmiştir [10]. EKY ile ilgili yazılan kitapta ise hem bilimsel açıdan hem hukuk açısından yangının nasıl incelenmesi gerektiği anlatılmıştır. Kitabın ilk bölümünde yangına giriş ve yangın incelemeleri anlatılmış olup ikinci bölümde, elektrik arızaları dışındaki nedenlerden kaynaklanan yangınların teorisi ve durumu anlatılmış çeşitli gazlar, selüloz, tekstil lifleri, ahşap, hayvansal üretimler, fosil hidrokarbonlar ve plastiklerin temel yapıları hakkında bilgi verilmiştir. Kitabın üçüncü bölümünde elektrik ve yanma arasındaki ilişki açıklanmıştır. Tek fazlı sistemler, üç fazlı sistemler, elektrik tesisatları, koruma aygıtları, kablolar, aşırı akım, çeşitli gazların ve buharların elektrik arklarıyla tutuşma olayı, izolasyon yaşlanması ve kablo hasarlarının yol açtığı durumlar incelendikten sonra elektrik arızaları nedeniyle meydana gelen bir yangının nasıl incelenmesi gerektiği hakkında da bilgiler verilmiştir. Kitabın diğer bölümlerinde yangın incelemelerinde laboratuvarın önemine değinilmiş; gerekirse

bir olay yeri canlandırmasının laboratuvarlarda yapılması mecburiyeti, kuşkulu durumlarda yangın analizinde ileri laboratuvar tekniklerinden yararlanma gerekliliği ve laboratuvar verilerinin yorumlanması gibi teknik konular üzerinde durulmuştur [11].

Araştırmacıların bir kısmı, alternatif akım sistemlerindeki arkların belirlenmesi ve elektrik enerjisinin kesilmesi yoluyla arkların söndürülmesi konusunda çalışmışlardır [6, 12]. Bazıları, doğru akım ve güç elektroniği sistemlerinde oluşan arkların tespit edilmesi ve bu işlemin zorluğundan bahsetmiştir [13]. Bazıları da fotovoltaik sistemlerde meydana gelen EKY'leri araştırmıştır ve ark hatasını belirleyen AFCI'ların sadece zaman düzleminde çalışmaları durumunda oluşacak arkların belirlenmesinde zorluk yaşanacağını belirtmişlerdir [14].

Ülkemizde EKY ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; ilk çalışma araştırma düzeyinde gerçekleşmiş olup meskenlerdeki elektrik tesisatları, koruma elemanları ve tesisat projeleri incelenerek çıkan yangın nedenleri incelenmiştir [15]. Bu çalışma haricinde yüksek lisans tez çalışmalarında gerçekleştirilen risk analizlerinde, elektrikli sistemlerdeki hataların yangın tehlikesi içerdiği belirtilmiştir [16-17]. Bazı çalışmalarda ise elektrik kaynaklı yangınların önlenmesi için termal kamera kullanımına dikkat çekilmiştir [18]. Diğer bir çalışmada ise elektrik panoları üzerinde risk analiz çalışmaları yapılarak, elektrik panolarındaki yangın oluşumuna neden olabilecek riskler incelenmiştir [19].

Bu konudaki diğer çalışmalar incelendiğinde genellikle yaşam alanlarındaki EKY'ler incelenmiş, iş yerlerindeki EKY'lerle ilgili az sayıda çalışma yapılmıştır. Oysa hem yut dışında hem ülkemizdeki yangınlar incelendiğinde, iş yerlerinde de çok sayıda EKY meydana geldiği, bu yangınlarda önemli sayıda can ve mal kaybıyla hasar oluştuğu görülmektedir [20-24].

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1 Yangın Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1 Yangın Güvenliği İle İlgili Ülkemizdeki Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde mal ve can kaybına yol açan iş kazalarını ve yangınlar, patlama vb. olayların önlenmesi için birtakım yasal düzenlemelere gidilmiştir. Kanun ve yönetmeliklerden oluşan bu düzenlemeler;

- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği
- İş Yerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik
- İş Yeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Sayesinde iş kazaları ile birlikte yangınların da azaltılması hedeflenmiştir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in amacı; kamu kurum ve kuruluşları, özel kuruluşlar ve gerçek kişilerce kullanılan her tür yapı, bina, tesis ve işletmenin tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı safhalarında çıkabilecek yangınların en aza indirilmesini ve herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak üzere, yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirlerin, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını belirlemektir [25].

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSG)'nun amacı, iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasıyla mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir [26].

Kanun, işverene verilen görevler arasında doğrudan iş güvenliğiyle ilgili olarak;

- Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hâle getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapma,
- İş yerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izleme, denetleme ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlama,
- Risk değerlendirmesi yapma veya yaptırma,
- Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alma görevlerini vermiştir.

2.1.2 Yangın Nedir?

Yanıcı maddenin tutuşma sıcaklığında oksijenle meydana getirdiği ekzotermik kimyasal zincirleme reaksiyona yanma denir. Kontrol dışına çıkmış yanma olayına yangın denir.

Yanma olayının üç temel bileşeni vardır. Bunlar yanıcı madde, yakıcı madde ve tutuşturucu kaynaktır. Bunlardan herhangi birisi olmazsa yanma ve patlama olayı gerçekleşmez [27] .



Şekil 2.1 Yangın üçgeni

2.1.3 Yangın Çeşitleri

Yangın sınıfları ilk olarak Avrupa Normlarında (EN) tanımlanmış olup, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında A, B, C ve D Sınıfı Yangınlar sınıflandırılmış TS EN 2 VE TS EN 2/A1 standartlarında ayrıca F Sınıfı yangın tanımlanmıştır.

A Sınıfı Yangın: Katı haldeki yanıcı maddelerin yanmasıyla oluşan yangınlardır.

B Sınıfı Yangın: Sıvı haldeki yanıcı maddelerin yanmasıyla oluşan yangınlardır.

C Sınıfı Yangın: Gaz haldeki yanıcı maddelerin yanmasıyla meydana gelen yangınlardır.

D Sınıfı Yangın: Metallerin yanması sonucu meydana gelen yangınlardır.

F Sınıfı Yangın: Pişirme aletlerinde kullanılan yağların yanması sonucu meydana gelen yangınlardır.

Elektrik yangınları ve F sınıfı yangınlar Amerikan yangın sınıflamasına girmekle birlikte Avrupa Birliği normlarında ve ülkemizdeki yönetmeliklerde bulunmamaktadır [28-30].

2.1.4 Yangın İstatistikleri

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Avrupa Birliği ülkelerinde de yangın olayı ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Fire Safety Europe'un 2014'te yayınladığı makaleye göre

Avrupa'da her yıl 2.000.000 yangın olayı meydana gelmekte olup Avrupa'da her yıl 70.000 kişi yangından kaynaklı yaralanma sonucu hastaneye kaldırılmaktadır. Ayrıca her gün ortalama 12 kişi yangın sebebiyle hayatını kaybetmektedir. Yangın felaketi can kaybının yanı sıra maddi hasarlara da sebep olmaktadır. Fire Safety Europe'un verilerine göre Avrupa'da her yıl 126 milyar Euro değerinde yangın kaynaklı maddi hasar oluşmaktadır. Bu rakam Avrupa Birliği ülkelerinin gayri safi yurt içi hasılasının %1'ine tekabül etmektedir [31].

İngiltere yangın ve kurtarma servisi (Fire Rescue Service) 2016/17 raporuna göre 15815 işyeri yangını meydana gelmiştir [32].

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki durum da Avrupa'dan farklı değildir. NFPA, ABD'de uygulanması zorunlu olan yangın ve güvenliğini etkileyen konuların standartlarını belirleyen ve yayınlayan bir kuruluş olup NFPA'ın Mart 2018 verilerine göre 2011-2015 yılları arasındaki işyeri yangın sayısı 39,700 dür [33].

Tablo 2.1 Endüstriyel yangınların 2011-2015 yılları arasında başlıca yapısal nedenlerinin yıllık ortalaması

Başlıca Nedenler	Yangınlar	Ölümler	Yaralanmalar	Maddi Hasar (Milyon $)
Elektrik dağıtım ve aydınlatma ekipmanları	640 (%24)	2 (%100)	4 (%9)	142 $ (%55)
Isıtma ekipmanları	420 (%16)	0 (%0)	7 (%16)	11 $ (%4)
Sabotaj	230 (%9)	0 (%0)	1 (%1)	3 $ (%1)
Pişirme ekipmanları	120 (%4)	0 (%0)	0 (%0)	0 $ (%0)
Brülör ya da lehim	100 (%4)	0 (%0)	12 (%28)	14 $ (%5)
Ateşe maruz kalma	90 (%3)	0 (%0)	1 (%2)	14 $ (%5)
Yıldırım	60 (%2)	0 (%0)	0 (%0)	4 $ (%2)
Sigara	50 (%2)	0 (%0)	0 (%0)	0 $ (%0)

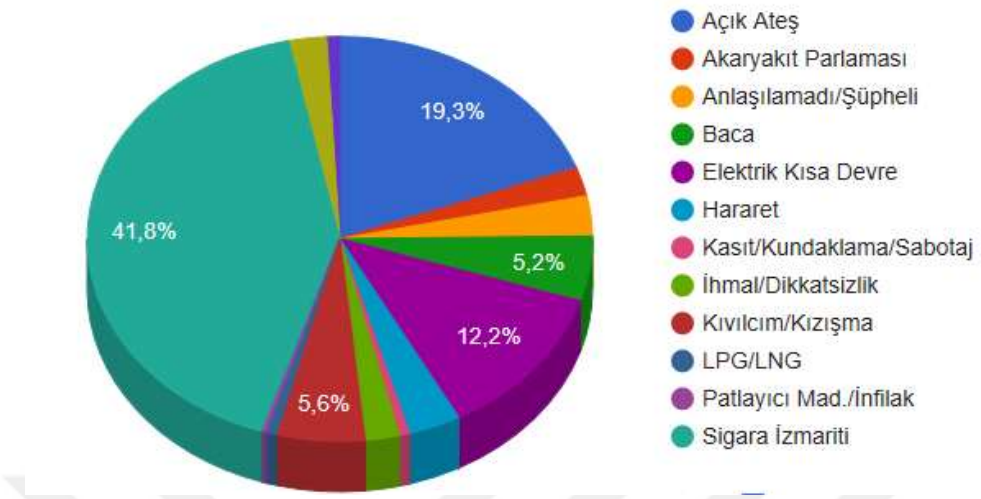
Tablo 2.1'de NFPA'ın verilerine göre endüstriyel yangınların %24 ile elektrik ve aydınlatma ekipmanlarından, %16'sı ısıtma ekipmanlarından %9'u ise sabotaj dan kaynaklanmaktadır. Elektrik kaynaklı yangınların verdiği zarar ise 142 milyon dolardır. % 55'lik bir oranla en fazla zarar elektrik kaynaklı yangınlar sebep olmaktadır.

Türkiye'deki duruma baktığımızda ise; İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından yayınlanan istatistiki sonuçlarına göre, 2014-2018 beş yıllık dönemin ortalaması göz önüne alındığında ilk üç sırada yangınların yaklaşık %37,5'inin sigara, %24,2'sinin elektrik kontağı ve %7,6'sının kasıt nedenli yangınlardan kaynaklanmıştır. 2018 yılında ise; ilk üç sırada %35,0'ile sigara, %26,7'ile elektrik kontağı, %7,3 'ile kasıt kaynaklı olduğu görülmektedir [34].

Tablo 2.2 İstanbul'da 2014-2018 yılları arasındaki yangın istatistikleri

Kaynak	Yıl									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Sigara	9.168	40,1%	10.532	39,0%	11.341	39,7%	8.420	33,6%	7.153	35,0%
Elektrik Kontağı	5.360	23,5%	6.564	24,3%	6.155	21,5%	6.259	25,0%	5.442	26,7%
Kasıt	1.340	5,9%	2.058	7,6%	2.729	9,5%	1.981	7,9%	1.486	7,3%
Kıvılcım Sıçraması	903	4,0%	1.021	3,8%	1.122	3,9%	1.178	4,7%	1.208	5,9%
Ütü, Ocak (Gazlı Dâhil) Elektrikli Ev Aletleri	1.189	5,2%	1.245	4,6%	1.272	4,4%	1.206	4,8%	1.138	5,6%
Baca	749	5,0%	1.185	4,4%	1.093	3,8%	1.100	4,4%	858	4,2%
Kızışma (Yüksek Isı İle)	961	4,2%	1.107	4,1%	842	2,9%	943	3,8%	862	4,2%
Diğer	863	3,8%	823	3,1%	1276	4,5%	1.014	4,0%	785	3,8%
Tespit Edilemedi	830	3,6%	956	3,5%	1.060	3,7%	1.824	7,3%	647	3,2%
Çocukların Ateşle Oynaması	749	3,3%	1.159	4,3%	1.374	4,8%	867	3,5%	553	2,7%
Parlama (Yanıcı Sıvı (Yemek Parlaması Vb.)	351	1,5%	328	1,2%	322	1,1%	281	1,1%	284	1,4%
Toplam	**22.848**	**100%**	**26.978**	**100%**	**28.586**	**100%**	**25.073**	**100%**	**20.416**	**100%**

İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından 2018 yılında yayınlanan Şekil 2.2' de istatistiki sonuçlara göre, elektrik kaynaklı yangınlar %12,2 'lik bir yüzdeye sahiptir [35].



Şekil 2.2 İzmir 2018 yılı yangın istatistikleri

Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından yayınlanan istatistiki sonuçlara göre 2018 yılındaki 8783 adet yangından 1245'i elektrik kaynaklı yangınlar olup ikinci sıradadır [36].

2.1.5 Dünya' da ve Ülkemizde Gerçekleşen Önemli İşyeri Yangınları

Elektrik kaynaklı yangınlar hem yurtdışında hem ülkemizde gerek yaşamsal alanlarda gerek işyerlerinde ciddi boyutta can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Özellikle medyadan öğrendiğimiz elektrik kaynaklı işyeri yangınlarından bazıları şu şekildedir :

Dakka Bangladeş'te 2010 yılında bir konfeksiyon fabrikasında elektrik kontağından yangın çıkmış 25 kişi hayatını kaybetmiştir. 2012 yılında çok katlı bir hazır giyim fabrikasındaki yangında 117 kişi ölmüş Yangının çıkış nedeni itfaiye yetkilileri tarafından elektrik kontağından olabileceği belirtilmiştir [37].

Kütahya'nın Simav ilçesinde, bir fabrikanın elektrik panosunda meydana gelen patlamada 1'i ağır 3 kişi yaralandı [38].

İzmir Mendereste bulunan bir yağ fabrikasında elektrik kontağından çıktığı düşünülen yangında fabrika kullanılamaz hale geldi. Fabrikada 8 milyonluk zarar meydana geldiği belirtildi [39].

Şanlıurfa'da bir iplik fabrikasında elektrik kaynaklı olduğu tahmin edilen yangında, tonlarca iplik ve pamuk balyası yanarak kül oldu. Söndürme çalışmaları sırasında çöken duvarın altında kalan 2 işçi yaralandı. Fabrikada ciddi maddi kayıplar yaşanmıştır[40].

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 [41].

Mart 2018 de İstanbul Çağlayan'da 8 katlı iş hanının bodrum katında bulunan trafoda meydana gelen patlamayla yangın çıktı. Yaklaşık 500 işçi iş hanında mahsur kaldı. Dışarıya tahliye edilen işçilerden 20'sine olay yerinde müdahale edildi. Durumu ağır olan 5 işçi ise hastaneye kaldırıldı [42].

Ülkemizdeki tablonun bu kadar vahim olduğu işyeri yangınlarının sebepleri araştırılarak, işyeri yangınlarını en aza indirmek için gerekli çözüm önerileri ve denetimlerin sağlanması gerektiği net bir şekilde görülmektedir.

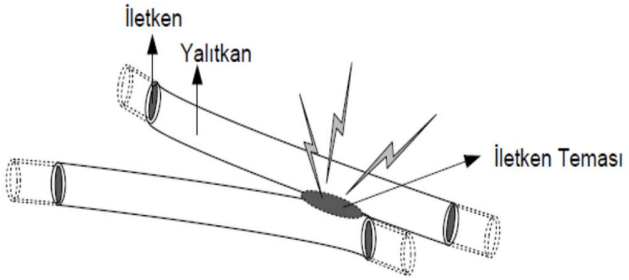
2.2 Elektrik Kaynaklı Yangınların Çıkış Nedenleri

Elektrik kaynaklı yangınlardan korunmak için elektrik kaynaklı yangınları iyi anlamak ve öğrenmek gerekir. Her zaman yangını önlemek yangını söndürmekten daha önemlidir. Bundan dolayı elektrik kaynaklı yangınları oluşmasını, başlamasını önlemek için oluşum sebeplerini incelemek gerekmektedir. Elektrik kaynaklı yangınların birçok sebebi olmasına rağmen başlıca sebepler aşırı yük, izolasyon kaybına bağlı oluşan kısa devre ve ark ile planlı bakım eksikliğidir. Aşırı akım, kısa devre veya gevşek bağlantının oluşturacağı ısı; tesisatın yakınında bulunan yanıcı maddelerin depolanmış olması ve oksijen miktarı yangın üçgeninin oluşmasında etkilidir.

2.2.1 Kısa Devre

Kısa Devre; bir veya birden fazla faz iletkeninin kaza ile birbirlerine, nötr iletkenine veya toprağa temas etmesi sonucunda bu iletkenlerden normal akımından çok daha yüksek düzeyde akım geçmesi olayıdır [43]. Kısa Devre; elektrik sistemlerinde arzu edilmeyen yüksek akımlar oluşturan bir arıza durumudur [44,45]. Şekil 2.3'de görüldüğü gibi iki çıplak iletken çeşitli nedenlerle birbirine dokunduğunda kısa devre oluşur.

Kısa devrenin iç nedenleri; aşırı yükleme sonucu izolasyonun çok ısınması ve bozulması, aşırı gerilim sonucunda oluşan atlamalar ile izolasyondaki yapım hatalarıdır [46-48]. Dış etkiler ise; kablo ve izoleli hava hattı iletkenlerinde izolasyonların zedelenmesi, hava hatları ile elektrik tesislerine yıldırım düşmesi, hava hattı izolatörlerinin zarar görmesi ya da kırılması ve atmosferik şartlardan (kirlenme, rutubet, hava hatlarına konan kuşlar gibi) dolayı oluşabilecek atlamalardır [46-50].



Şekil 2.3 İletken Teması Sonucu Oluşan Kısa Devre

Kısa devre sonucu yangın iki şekilde başlar.

- Aşırı akıma bağlı ısınma, sıcaklık yükselmesi ve tutuşma
- Aşırı gerilime bağlı ark ve buna bağlı tutuşma

2.2.1.1 Kısa Devre Sonucu Aşırı Akıma Bağlı Isınma

Devrede bir kısa devre ve buna bağlı aşırı akım (normalin en az 10 katı) ortaya çıktığında akımın geçtiği bakır iletkenleri ısıtmaya başlar. Bu ısınmaya bağlı olarak Polyethylene (PE) ve Poly-Vinyl-Chloride (PVC) kablo kılıfları ve diğer plastik malzemeler; ısınır, yumuşar, cikletleşir, sıvılaşır ve sonunda akmaya başlar. Bunun sonucunda kablonun izolasyonu açılır ve fazlar ve nötr iletkenleri birbirine temas eder, Bu temas noktasında sıcaklık daha da yükselir, hatta bazen ark dahi başlayabilir. Sonunda kablonun PE ve PVC kılıfı tutuşur ve yanmaya başlar. Tutuşan bu sıvı malzeme yanar vaziyette yere doğru akar ve altındaki diğer malzemeleri tutuşturur. Bu şekilde yangın genişler [51].



Şekil 2.4 Sıvılaşan kablo izolasyonu

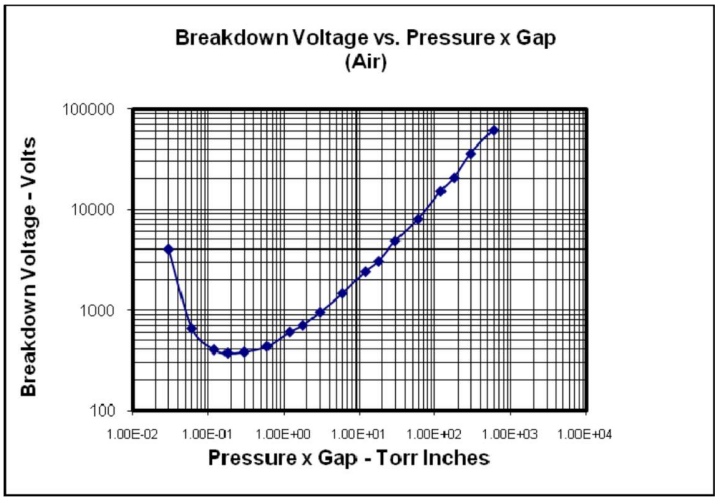


Şekil 2.5 Aşırı akım sonucu eriyen kablo

2.2.1.2 Ark

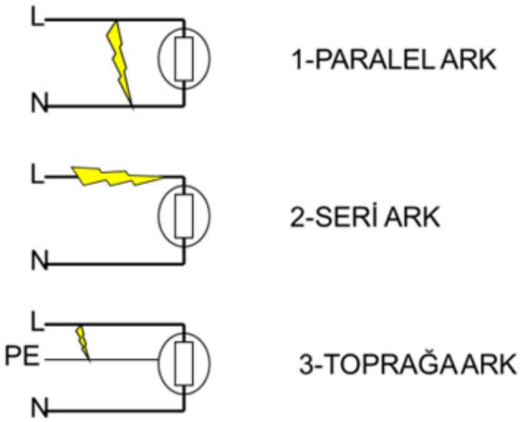
Ark, birbirine temas etmeyen iki iletken arasında hava yolu vasıtasıyla elektrik akımının geçmesidir. Arkın olabilmesi için iletkenler arasındaki mesafenin yeterince küçük ve gerilimin büyük olması gerekir [51]. Hava geçirgen olup elektriği geçirir. Paschen Kanununa göre birbirine temas etmeyen iki iletken arasına normal atmosferik basınç altında 0,1 mm aralığa 340 Volt uygulandığı takdirde arkın başlaması gerekmektedir.

Her hava aralığı için belli bir ark oluşma gerilimi olup bu gerilim uygulandığı takdirde ark başlar.



Şekil 2.6 Gerilim Eğrisi

Arklar Şekil 2.7'de görüldüğü gibi paralel, seri ve toprağa ark olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.7 Ark Çeşitleri

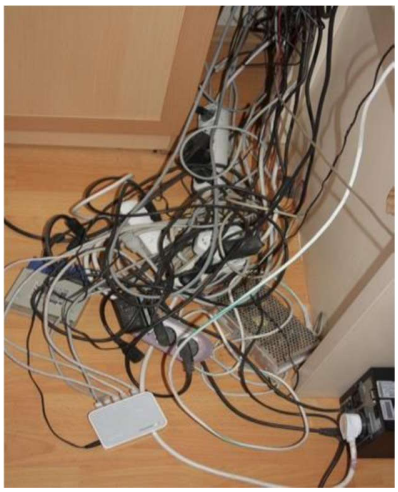
Paralel Ark: Faz-faz veya faz-nötr kısa devrelerinde oluşan arklardır.

Seri Ark: Özellikle kontak eksikliği veya gevşekliği durumunda oluşan ve gövde kısa devresine dönüşmeyen arklardır [28].

2.2.2 Aşırı Yüklenme

Aşırı yüklenme; bir elektrik kablosu ya da kablolama sisteminin kapasitesinden fazla bir akım geçirilmesi ile oluşur [52]. Her iletkenin akım taşıma kapasitesi belli değerlerdedir ve bu değerlere göre ısı izolasyonları yapılmış olup izolasyonlar belli sıcaklıklara kadar dayanabilir. Bu sıcaklık geçildiğinde izolasyon malzemesi erir ve yangının başlamasına neden olur. Yeni eklenen cihazlar, uzatma kablolarının bilinçsiz kullanımı yangınlara sebep olmaktadır. Şekil 2.8'de yer aldığı gibi aşırı yüklenme yangın riskini arttırmaktadır.

Ayrıca Şekil 2.9'da görülen metal sarımlı uzatma kabloları kablo uzunluğuna bağlı olarak hem mekanik hem de değişken kapasitif etki oluşturması nedeniyle aşırı yük halinde yangın riski oluşturur.



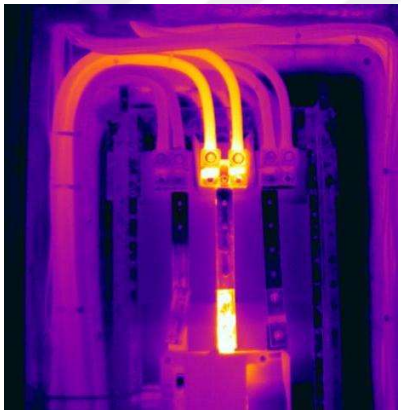
Şekil 2.8 Aşırı yüklenme



Şekil 2.9 Metal sarımlı uzatma kablosu

2.2.3 Gevşek Bağlantı

Elektrik sistemlerinin zamanla yıpranması ya da yetkisiz kişilerce yapılan bilinçsiz bakım onarım işlemleri sonrasında tesisatta yer alan elemanların bağlantısı gevşek bırakılabilir. Bir devre bağlantısının doğru yapılmamış olması, elektriğin iletilmesini zorlaştıran bir direnç gösterir. Bu direnç zamanla kontakların ısınmasına ve oksit oluşumuna sebep olur. Oksit de, akımı ve devreyi işlevsel kılsa da, aşırı derecede direnç göstererek zamanla ısınır ve etrafındaki yanıcı maddeleri yakmaya başlar [53]. Şekil 2.10'da görüldüğü gibi ortadaki kablolar gevşek bağlantıdan dolayı fazla ısınmıştır.

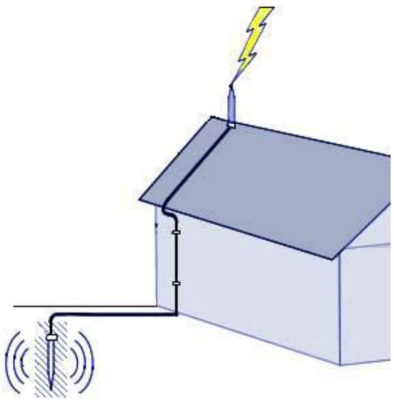


Şekil 2.10 Gevşek bağlantı

2.2.4 Yıldırım

Yıldırımın çevreye zarar vermeden toprağa iletilebilmesini paratoner sistemleri sağlar. Elektrik yüklü sistemin çevreye zarar vermeden direnci en düşük yoldan toprağa iletilmesi paratoner sisteminin amacıdır [54].

Çevresi açık ve yakınında paratoner bulunmayan, elektrik ve elektronik cihazlara sahip veya yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeleri kullanan, depo eden işletmelerde Şekil 2.11' de görüldüğü gibi paratoner; elektrik enerjisini direk veya bina tipi transformatör merkezinden sağlayan tesislerde Şekil 2.12'deki parafudr bulunmalıdır.





Şekil 2.11 Paratoner sistemi **Şekil 2.12** Parafudr sistemi

2.2.5 Elektrik Pano Kapaklarının Açık Bırakılması ve Panoya Erişimin Engellenmesi

Elektrik sisteminin başlangıç noktası kabul edilen panolarının tasarımı, imalatı ve kullanımı konusunda ülkemizde aşağıdaki yönetmelikler kullanılır:

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

Elektrik panoları sactan ve kapaklı şekilde imal edilmelidir. Panonun sactan yapılması, ısının sac yüzeyinde soğutulmasını sağlarken kapaklı olması ise, içine toz girmemesinin yanı sıra, kablo veya şalt malzemelerinin tutuşması durumunda, alevin dışarıya çıkmasını engeller. Aksi takdirde alev yakınındaki yanıcı maddeleri de etkileyerek yangını büyütür. Pano yangınında yangının büyümesini önlemek ve kapağını açıp acil müdahale edebilmek için panoların 2 m yakınına kadar yanıcı veya engelleyici madde konulmaması gerekir [55]. Şekil 2.13' de görüldüğü gibi elektrik panolarının açık bırakılması, Şekil 2.14' deki gibi önüne malzeme depolanarak panoya ulaşımın engellenmesi yangın oluşmasına sebebiyet vermektedir.



Şekil 2.13 Elektrik panosu

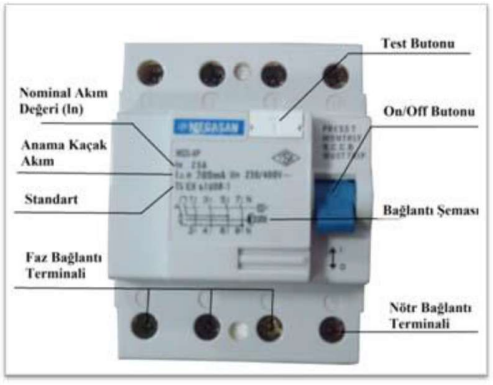


Şekil 2.14 Pano önüne malzeme depolanması

2.2.6 Kaçak Akım Koruma Rölesi Kullanılmaması

Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nin 18. Maddesi'nde elektrik ana dağıtım noktalarına yangından koruma amacıyla kaçak akım rölesi, sınır değeri 300 mA olan anma kaçak akım değerine sahip KAR takılması, tali dağıtım noktalarında ise hayat korumaya yönelik kaçak akım rölesi sınır değeri 30 mA olan anma kaçak akım değerine sahip KAR takılması gereklidir.

Kaçak akım koruma rölesinin görevi, bir yalıtım hatasından kaynaklanan hata akımı olduğu anda devreyi kesmek ve hata akımına maruz kalabilecek bir insanın hayatını kurtarmaktır [55].



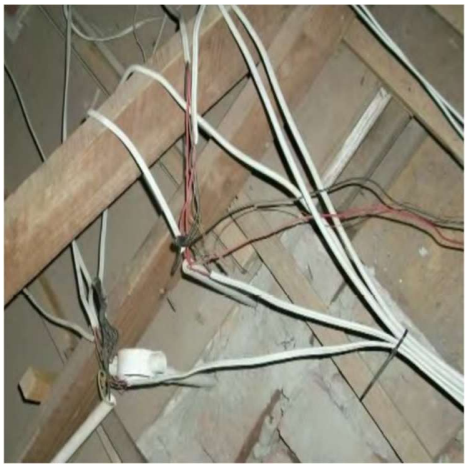
Şekil 2.15 Kaçak akım rölesi ve bağlantı yapısı

2.2.7 Kalitesiz Malzeme Kullanımı

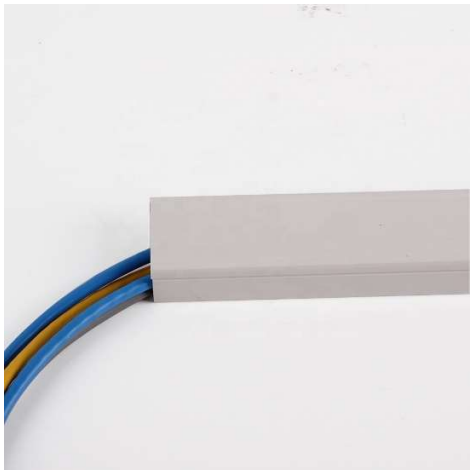
Türkiye'de her geçen gün büyüyen Asya pazarı ve standarttan uzak üretilen kalitesiz ve ucuz elektrik malzemeleri ile yapılan elektrik tesisatı yangına davetiye çıkarmaktadır. Ayrıca imalat sırasında bakır tel, izolasyon kaplamasının tam ortasında olmazsa, izolasyon kalınlığının bir tarafta daha az olmasından dolayı yine yangın riski artacaktır. Bu nedenlerden dolayı kullanılan bütün elektrik malzemeleri TSE Standartlarına uygun olmalıdır.

2.2.8 Kabloların Düzensiz ve Sarkık Olarak Bırakılması

Sarkık bırakılmış kabloların, zedelenme ve bağlantı yerlerinden çıkma riski vardır. Kablolar duvara ya da yerer düzgün olarak sabitlenmeli ve Şekil 2.17'deki gibi kablo kanalları içerisine alınarak zarar görmesi engellenmelidir.



Şekil 2.16 Düzensiz kablolama



Şekil 2.17 Kablo kanalı

2.2.9 Tesisatın Proje ve Montaj Hataları

Elektrik İç Tesisleri, Topraklamalar, Kuvvetli Akım Elektrik Tesisleri, Kısa Devre Akım Hesapları, Yıldırıma Karşı Tesisler ve Proje Hazırlama Yönetmeliği elektrik tesislerinin sağlıklı kurulması ve işletilmesi için, can ve mal güvenliği açısından çok önemlidir.

Projelerde kablo kesit, sigorta amperaj, topraklama, kısa devre akımları ve gerilim düşümü hesabının doğru yapılması gerekmektedir. Hesapların uygun olmaması durumunda aşırı ısınmadan dolayı yangın riski artar.

Elektrik montajı uzmanlık gerektiren bir iş olup, elektrikçinin belli bir eğitimden geçmesi gerekmektedir. Ehliyetsiz bir kişiye elektrik tesisatı teslim edilmemelidir. Tesisat montajı sırasında, fazla kuvvet uygulanarak yapılan vidalamalardan dolayı malzemelerde oluşan ve fark edilmeyen çatlaklar ilerleyen süreçte yangına sebep olabilmektedir.

2.2.10 Tesisatın Düzenli Kontrolünün Yapılmaması

Kabloların bağlandığı sigorta, kontaktör, klemens gibi bağlantı elemanlarının dirençleri, elektrik kablolarına göre daha yüksektir. Bu nedenle kablolara göre daha fazla ısınabilirler. Bağlantı noktalarındaki vidalar, tesisin işletmeye alınmasından sonra üzerinden akım geçmesi ile ısınır. Devreden çıkarılınca soğur. Metallerin ısılarının artması ile genleşmesiyle ve ısılarının azalması ile eski haline dönmesi nedeniyle vidalarda gevşeme olabilir. Temas basıncının azalmasıyla arklar oluşup kısa süre içerisinde çok yüksek sıcaklıklar meydana gelip yangına sebep olabilir [55]. Yangın olayının yaşanmaması için periyodik aralıklar ile bağlantılar kontrol edilmeli, termal kamera ile yapılacak kontroller ile ısınan noktalar tespit edilmelidir. Tesise eklenen her yeni makine veya cihaz olduğunda hesaplama yapılmalı, gerektiğinde tesisat değiştirilmelidir.

2.2.11 Topraklama Ölçümlerinin Periyodik Olarak Yapılmaması

Topraklama, elektriksel gerilim altında olmayan bütün tesisatın ve cihazların, toprak zemine yerleştirilmiş olan iletken bir cisme bağlanması işlemine denir [54]. Topraklama yapılmasının amacı elektrikli alıcılara maruz kalabilecek kişilerin can güvenliğini korumak ve kullanılan elektriksel cihazların zarar görmesini engellemektir.

Toprağın özgül direnci, toprağın rutubet derecesine bağlı olup mevsimin yağışlı veya kurak olmasına göre değişir. Toprak altına gömülen galvaniz kaplı topraklama levhası ve ya bakır çubukları da bir süre sonra korozyona uğrayarak işlevini yitirebilir. Bu gibi olumsuz durumlarda topraklama direnci değişebilir. Bundan dolayı Şekil 2.18 ve 2.19'de görüldüğü gibi topraklama ölçümünün periyodik olarak her sene ölçülmesi gerekmektedir [55].



Şekil 2.18 Topraklama ölçümü



Şekil 2.19 Topraklama ölçümü

2.2.12 Parlayıcı, Patlayıcı Ortamlarda Statik Elektriğin Önemsenmemesi

Bu tip işletmelerde, havada yanıcı ve parlayıcı buhar olduğundan, statik elektrik önem kazanmaktadır. Topraklamanın bütün metal kısımları kapsayacak şekilde projesine uygun olarak yapılması, çalışanlar için ise nötrleme barası bulunması gerekmektedir.



Şekil 2.20 Statik elektrik

2.2.13 Kablo Eklerinin ve Bağlantılarının Uygunsuz Yapılması

Kablolarda ek işlemi Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtildiği gibi iletkenlerin bağlanması yalıtkan parçalar üzerinde ya da yalıtkan kılıflı olarak vidalı klemens, vidasız klemens, lehim ya da kaynakla yapılmalıdır. Klemens bağlantıları ulaşılabilir olmalıdır. İki kablonun birleşim yerleri uygun klemensler ile yapılmalı ve izole edilmiş olmalıdır. Şekil 21' deki gibi iki telin birbiri üzerine burulup izole bant ile sarılması neticesinde, bant gevşeyebilir ve iletken, metal bir kısma değerek ısınabilir. Bağlantı noktalarında ya da klemenslerdeki kötü temas sonucu korozyon oluşabilir bu da ark oluşarak yangın oluşmasına sebebiyet verir.



Şekil 2.21 Yanlış ek yapımı

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre elektrik panosunda kabloların iletken kısımları bağlantı yapılan elemanın kontaklarının dışına çıkmamalıdır. Yapılacak bağlantılar, kablonun zarar görmesini engelleyecek şekilde yüksük, pabuç vb. elemanlarla yapılmalıdır.



Şekil 2.22 Pabuç

2.2.14 Kemirgenler

Özellikle fare gibi kemirgenler, kablo izolasyonlarını kemirebilirler. İzolasyon zayıflayınca, fazlar arasında kısa devreye neden olup yangını başlatabilir.



Şekil 2.23 Fare

2.2.15 Yangın Durdurucu Bariyer Kullanılmaması

Özellikle çok katlı binalarda elektrik kabloları, şaftlardan yoğun olarak katlara dağılır. Örneğin, elektrik odası pano çıkışında meydana gelebilecek bir yangın, şafttaki kablolar nedeni ile bütün binaya yayılıp hasar verebilir. Şaft boşluğundaki hava akımı da yangının kolayca büyümesine yardımcı olur. Bu nedenle Şekil 24'deki gibi yangın bariyeri kullanılarak bu risk engellenmelidir.



Şekil 2.24 Yangın bariyeri

2.2.16 Kimyasal Ortamlarda Tesisatın Ex-Proof Olarak Yapılmaması

Solvent ve benzeri kimyasal maddeler, normal şartlarda buharlaşırlar ve havadan daha ağır oldukları için zeminde birikirler. Havada kritik yoğunluk oranı aşıldığında ise küçük bir statik elektrik veya ark sonucu yangın oluşabilir. Bu ark, bir armatürün açma-kapama anahtarı içinde normal olarak meydana gelen bir ark olabileceği gibi, kontaktör kontakları arasında da olabilir. Bu tür durumlarda ark oluşturan veya oluşturabilecek elektrik tesisatı ve cihazlarının hava ile temasının kesilerek oluşabilecek arkın kapalı ortamda kalarak yangına ve patlamaya sebep olması engellenir.



Şekil 2.25 Exproof armatür

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde elektrik kaynaklı yangınların, işyeri büyüklüğü ile ilişkisini tespit etmek için kullanılan analiz yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi hakkında genel bilgi verilmiştir. Çalışma kapsamında izlenen yol ve bu süreç elde edilen bulgulara da bu bölümde değinilmiştir.

3.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Çalışılan konu üzerinde eldeki imkânları en etkin şekilde kullanmak için öncelikli olarak hangi alandan ya da bölümden başlanması gerektiği, sonuca etkileri bakımından sonucu belirleyen değişkenlerin ağırlıkları cinsinden sıralanması bir karar verme problemidir. Bu tür problemler literatürde "çok kriterli karar verme problemleri (multi criteria decision making problems)" olarak adlandırılır [56].

Analitik Hiyerarşi Prosesi, tarihte ilk 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış olup 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından, çok kriterli problemlerinin çözümüne ve karar vericiye yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir [57]. AHP, bir problemi çözmek ve tüm alt problemlerin çözümlerini bir sonuca bağlamak için kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP, birçok performans ölçütünü kullanarak, karar verme alternatiflerini puanlamaya ve sıralamaya dayanan çok kriterli bir karar verme yöntemidir [58].

Yöntemin amacı, hiyerarşideki kriterlerin, alternatiflerle olan ilişkisi, önem dereceleri ve ağırlıklarının belirlenmesidir. AHP yöntemi insan yeteneğine dayanan bir yöntem olup; bir kararı etkileyen algıları, duyguları, yargıları ve deneyimleri değerlendirerek karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Bu karar verme yöntemi, karar vericilerin hem derecelendirme hem de karşılaştırma yaparak görüşlerinin alınmasına imkan sağlamaktadır [59]. Bu sayede karmaşık karar problemlerinde, karar alternatif ve

kriterlerine göreceli önem değerleri verilmesi ile karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanır. AHP hem objektif hem de sübjektif ögeler içerdiği için birçok karar verme yöntemine göre daha gerçekçi bir çözüm yöntemi olarak kabul edilebilir [60].

Analitik Hiyerarşi Prosesi, isminde yer alan analitik, hiyerarşi ve proses kavramları üzerinden anlatıldığında yöntem daha iyi anlaşılır [61].

Analitik: AHP yöntemi, bir seçimi bir diğerine kıyaslamak için sayılar ve matematiksel/mantıksal yöntemlerle sonuç çıkarmayı amaçlar. Bu özelliği ile analitiktir.

Hiyerarşi: AHP, problemin bileşenlerini hiyerarşik sıra ile sistematik bir şekilde metot, nicel ve soyut değişkenleri bir arada kullanarak sonuca ulaşmaya çalışan bir teoridir.

AHP yöntemi, çözüm bekleyen problemi anlaşılması daha kolay şekilde aşamalı bir şekilde sınıflandırır. Bu derecelendirme basamakları;

- Amaçlar,
- Kriterler,
- Alt Kriterler,
- ve Alternatiflerdir.

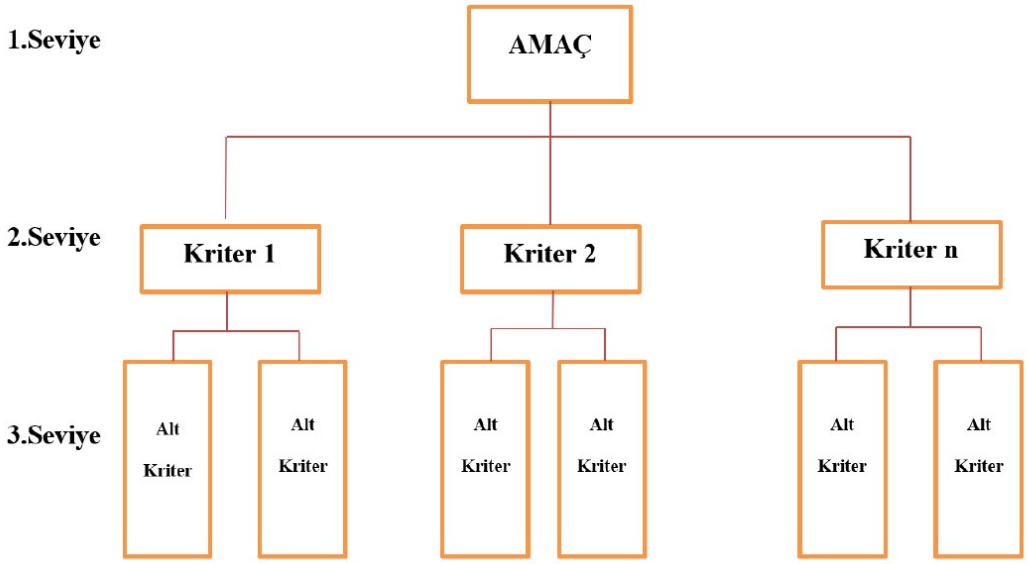
Yöntem kullanılırken, problem küçük parçalara ayrılarak daha küçük gruplara yoğunlaşabildiğinden dolayı özellikle kompleks yapıya sahip problemlerde karmaşık ve uzun işlemlerle vakit kaybetmeden hiyerarşi işleri basitleştirir.

Süreç: Karar verme aşamasında kararlar tek bir aşamada sonuçlandırılmaz. Nihai karara ulaşmak için düşünmek ve değerlendirme yapmak gerekir. Yeni bilgiler toplanır ve bir grup kararı alınması söz konusu olduğunda eldeki veriler tartışılır. Gerçek bir karar problemi; öğrenme, tartışma ve önceliklerin belirlenmesi süreçlerini kapsar. AHP' nin misyonu bu karar sürecine yardım ederek bu süreci kısaltmaktır.

AHP yaklaşımı genel olarak 7 adımda incelenebilir [62].

1. Adım: Sorun tanımlanır. İlk olarak karar noktaları yani alternatifler belirlenir. Karar noktaları belirlendikten sonra karar noktalarını etkileyen kriterler (faktörler) belirlenir. Alternatif sayısı m, kriter sayısı n ile ifade edilmiştir.

2.Adım: Hiyerarşi genel amaçlardan problemin çözüleceği seviyeye kadar yapılandırılır. Yani karmaşık bir problem hiyerarşiye dönüştürülerek başlanır. Hiyerarşide yer alan her seviye birkaç yönetilebilir elemandan oluşur ve her eleman başka bir eleman grubundan oluşur. Süreç, problemin en spesifik unsurlarına kadar devam eder. Tipik olarak hiyerarşinin en alt seviyesini temsil eden özel eylem planları dikkate alınır. AHP hiyerarşi yapısı Şekil 3.1′ de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.1 Analitik Hiyerarşi Yapısı

Hiyerarşinin her katmanındaki elemanlar arasında öncelikleri belirlemek için bir ölçüm metodolojisi kullanılır. Bu ölçek ile veri toplama ve analizi için katılımcılardan her bir öğe kümesini daha yüksek katmandaki elemanların her birine göre çift yönlü olarak

değerlendirmelerini isteyerek gerçekleştirilir. Katılımcıların değerlendirmelerine göre bir kriterin diğer kritere göre önem dereceleri Tablo 3.1′de görülmektedir.

Tablo 3.1 Karşılaştırılmada Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu

DERECELER	TANIM
1	**Eşit Önemli**
3	**Biraz Daha Fazla Önemli**
5	**Kuvvetli Derece Önemli**
7	**Çok Kuvvetli Derece Önemli**
9	**Aşırı Derece Önemli**
2-4-6-8	**Uzlaşma(Ortalama) Değerler**

3. Adım: Hiyerarşik yapının karşıt seviyelerinde bulunan kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Oluşturulan bu matris nxn boyutlu bir kare matristir. Hiyerarşi n eleman içeriyorsa toplam n(n-1)/2 adet karşılaştırma yapmak gerekir. Karşılaştırma matrisi (3.1) eşitliğindeki gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \tag{3.1}$$

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler 1 değerini alır. Çünkü bu durumda kriter kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Kriterlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre olup, birebir ve karşılıklı olarak yapılır. Bu karşılaştırma Tablo 3' te yer alan önem derecelerine göre yapılır [60,63]. Karşılık olma özelliğine göre (3.2) eşitliğindeki gibidir.

$a_{ji} = 1/ a_{ij}$ (3.2)

Karşılaştırmayı yapan kişi için birinci kriter, ikinci kriterden daha önemli ise bu durumda birinci satır ikinci sütunda yer alan bileşen 3 değerini alır. Aksi olduğu durumda ise bu değer 1/3 tür.

4. Adım: 3. Adımda oluşturulan matris kümelerine, katılımcıların yargılarını belirten önem dereceleri değerleri girilir. Karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde göstermesine rağmen bu kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek diğer bir deyişle bütün içerisindeki ağırlıklarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve nxn bileşenli (3.3) eşitliğindeki B sütunu oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ . \\ . \\ . \\ b_{n1} \end{bmatrix} \tag{3.3}$$

Bu işlem için aşağıda yer alan (3.4) formül kullanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \tag{3.4}$$

n adet B sütunu vektörü bir araya gelerek (3.5) eşitliğindeki C matrisini oluşturur.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \tag{3.5}$$

C matrisinden yararlanılarak kriterlerin birbirine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır. Böylece öncelik vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü aşağıdaki (3.6) formül yardımıyla elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_{ij}}{n} \tag{3.6}$$

W vektörü aşağıdaki (3.7) eşitliğindeki gibidir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} \tag{3.7}$$

5. Adım: Çift yönlü karşılaştırma verileri toplandıktan sonra matriste karşılıklı olarak çapraz veriler girilir. Daha sonra özdeğer ve tutarlılık hesaplanır. AHP kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematiği olsa da sonuçların gerçekçiliği karar vericinin kriterler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. Tutarlılık Oranı (CR), bulunan öncelik vektörünün kriterler arasındaki birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlar.

AHP, Tutarlılık Oranı hesaplaması, kriter sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. λ'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından (3.8) eşitliğindeki D sütun vektörü elde edilmelidir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} \tag{3.8}$$

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) aşağıda yer alan formül yardımıyla elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1,2,..., n) \tag{3.9}$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i}{n} \tag{3.10}$$

λ değeri hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI) aşağıda yer alan formül ile bulunur.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \tag{3.12}$$

CI, Rassal Tutarlılık (Random Gösterge) (RI) olarak adlandırılan ve Tablo 4'de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek aşağıda yer alan formül yardımıyla CR elde edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{3.13}$$

AHP yaklaşımı ile elde edilen ağırlıkların karar vermede kullanılabilmesi için CR' nin 0,10 veya 0,10' dan daha düşük bir değere sahip olması gerekmektedir. Aksi halde karşılaştırma kriterlerine göre karşılaştırılan faaliyetler hakkında daha fazla bilgi edinilmeli ve katılımcıların yargılarını belirten verilerin kalitesi geliştirilmelidir [59,62].

Tablo 3.2 Farklı Boyutlardaki Matrisler İçin Rassal Tutarlılık Tablosu

Boyut (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassal Tutarlılık İndeksi (RI)	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

6. Adım: 3, 4 ve 5. adımlarda gerçekleştirilen işlemler, hiyerarşinin her seviyesi ve grubu için tekrarlanır. Her bir kriter için karar noktalarında kullanılacak olan G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olup her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren (3.14) eşitliğindeki S sütun vektörleri elde edilir. Bu sütun vektörleri aşağıda tanımlanmıştır:

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ . \\ . \\ . \\ s_{m1} \end{bmatrix} \tag{3.14}$$

7. Adım: n tane mx1 boyutlu S vektöründen meydana gelen K karar matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \tag{3.15}$$

Oluşturulan karar matrisi W öncelik vektörü ile çarpıldığında L sütun vektörü oluşur.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \tag{3.16}$$

L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Vektörün elemanlarının toplamı 1' dir. Ağırlıkların tutarlı bir şekilde elde edilmesinden sonra hiyerarşinin üst katmanlarının ağırlık değerleri daha düşük seviyede yer alan kriterlerin ağırlık değerleri ile çarpılarak hiyerarşinin en düşük seviyesi için bir bileşik öncelik vektörü elde edilir [65].

BÖLÜM 4

EKY ÇIKIŞ NEDENLERİ İLE İŞYERİ BÜYÜKLÜĞÜ ANALİZİ

Çalışmada izlediğimiz süreç Şekil 4.1' de ifade edildiği gibi olup Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığının 2018 yılı yangın raporları incelenmiş olup, işyeri yangınlarından elektrik kaynaklı yangınlar belirlenmiş olup sebepleri Tablo 4.1' deki gibi veri haline getirilmiştir. Alınan raporlardaki bilgilerin derlenmesinde etik değerlere dikkat edilerek yangın verileri yerinde incelenmiş olup kopyalanmamış ve tarafıma teslim edilmemiştir. Yangın mağduru olan kurum ve kuruluş bilgileri gizli tutulmuş ve sadece yangın raporunda yer alan tarih, yangının çıktığı yer ve yangının çıkış nedeni üzerinde durularak bu bilgilerde veri olarak derlenmiştir.



Şekil 4.1 Uygulama adımları

Elektrik kaynaklı yangınlar ile işyeri büyüklüğü arasındaki ilişkiyi tespit etmek için yukarıda yer alan Analitik Hiyerarşi Prosesi bilgisine uygun olacak şekilde AHP anket formu oluşturulmuş olup elde edilecek sonuçların gerçeğe en yakın sonuçlar olması için Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında çalışan 22 uzman itfaiye erine anket uygulanmıştır. Uzmanların tecrübeleri 12-34 yılları arasındadır. Tüm uzmanlara Ek-A'de yer alan anket formu doldurtulmuş olup, doldurulan formun analizinde;

Adım 1: İşyeri büyüklüğüne göre EKY çıkış nedenlerinin etkisi probleminin hangi kriterlere göre yapılacağını tespit etmek için 2018 yılı yangın verileri incelemiştir. İnceleme neticesinde Tablo 4.1 oluşturulmuştur.

Tablo 4.1 Yangın Raporlarına Göre Veriler

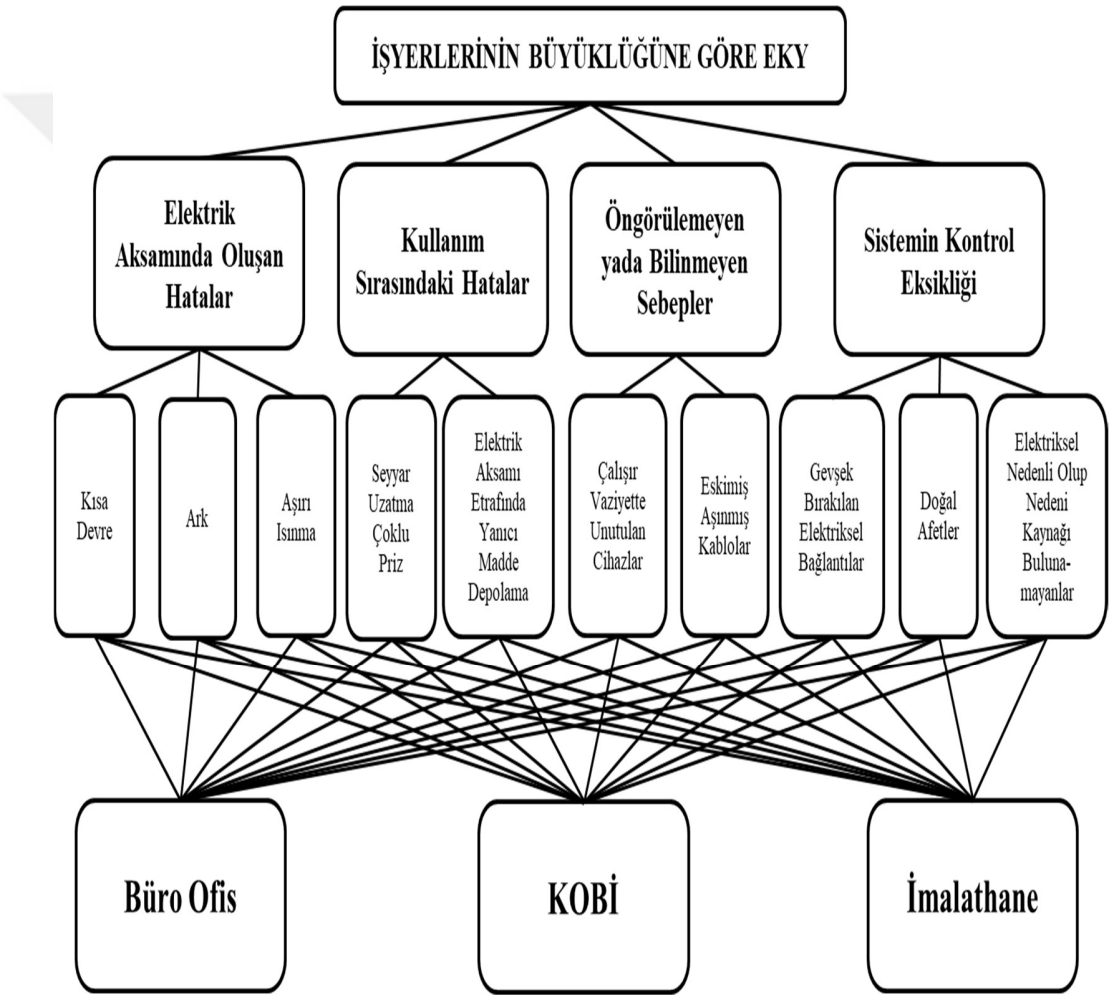
Yangının Raporlarına Göre Çıkış Nedeni	**Sayısı**
Elektrik aksamında kablolarda sigorta ya da panoda, oluşan kısa devre sonucu	64
Elektrik aksamında ya da kablolarda oluşan arklar	60
Elektrik sistemindeki aşırı ısınma ve yüksek akım	25
Arkların etrafındaki yanıcı malzemeleri tutuşturması	10
Gevsek bırakılan elektriksel bağlantılar	2
Kablolarda izolasyon kaybı, eskimiş aşınmış kablo	7
Uzatma ya da seyyar çekilen kablo- çoklu priz hatası	17
Doğal afetler neticesinde aşırı akımlar (yıldırım düşmesi, su baskını ya da taşkın)	3
Çalışır vaziyette unutulan cihaz	5
Elektriksel nedenli	13

Adım 2:Kriterler belirlenmiş olup buna göre Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar için kısa devre, ark ve aşırı ısınma; Kullanım Sırasındaki Hatalar için seyyar, uzatma-çoklu priz kullanımı, elektrik aksamı etrafında yanıcı malzeme depolanması ve çalışır vaziyette unutulan cihazlar; Sistem Kontrol Eksikliği için eskimiş aşınmış kablolar ve gevşek bırakılan elektriksel bağlantılar ile son olarak öngörülemeyen ya da bilinmeyen sebepler için doğal afetler ve elektrik nedenli olup nedeni bilinmeyen kriter ve alt kriterleri belirlenmiştir.

Adım 3:Alternatifler Ankara'da yer alan işyerleri düşünülerek Büro-Ofis, KOBİ ve İmalathane olarak belirlenmiştir.

Adım 4: Problemin çözümüne yönelik hiyerarşi geliştirilmiş olup geliştirilen hiyerarşide problem, problemin çözümü için kararlaştırılmış kriterler, alt kriterler birlikte yerleştirilmiştir. Belirlenen üç alternatifte hiyerarşinin altında yer almıştır.

Tablo 4.2 Problemin Çözümü İçin Kurulan Hiyerarşi



Adım 5: Her bir kriter ve alternatifler için 22 uzmanın verdiği değerlerin geometrik ortalaması alınmış olup alt kriterler için 2018 yılı yangın raporları verileri kullanılmıştır.

Adım 6: Hiyerarşi yapısı kurulduktan sonra hiyerarşide yer alan elemanların (kriterler, alternatifler) ikili karşılaştırılması işlemine geçilmiştir.22 uzman tarafından doldurulan anket formu AHP ölçeğinden faydalanılarak yapılan değerlendirilmeler geometrik ortalamaları alınarak toplulaştırılmış ve ikili karşılaştırma matrislerine yerleştirilmiştir. Her bir kriter ve alternatiflerin hesaplanması için Expert Choice 2000 programından yararlanılmıştır. İlk önce ana kriterler ikili olarak karşılaştırılmıştır. Burada tüm karşılaştırılmalar, karşılaştırma matrisinin köşegeninin üstündeki değerler için yapılır. Köşegen değerleri ise kendileri ile karşılaştırıldığı için 1 değeri girilir. Matriste bazı değerler siyah bazı değerler kırmızı olarak gösterilmiştir. Siyah olan değerler, o değerlere karşılık olarak gelen satırdaki kriterin sütundaki kriterden o kadar kat daha önemli olduğunu gösterir. Kırmızı olarak girilenler ise sütundaki kriterin satırdaki kriterden o kadar kat önemli olduğunu gösterir.

Expert Choice 2000 programına veri girişi yapılırken, 1-9 önem skalasına göre yapılan uzman değerlendirmesini geometrik ortalamasından çıkan sonuç, örneğin kriter 1/ kriter 3 göre ikili karşılaştırma sonucu 1,7 ise veri girişi aynen uygulanmış, sonuç 1'den küçük örneğin 0,25 ise 1/4'e tekabül ettiğinden tablonun sağ tarafındaki 4'e göre veri girişi kırmızı olarak giriş yapılmıştır.

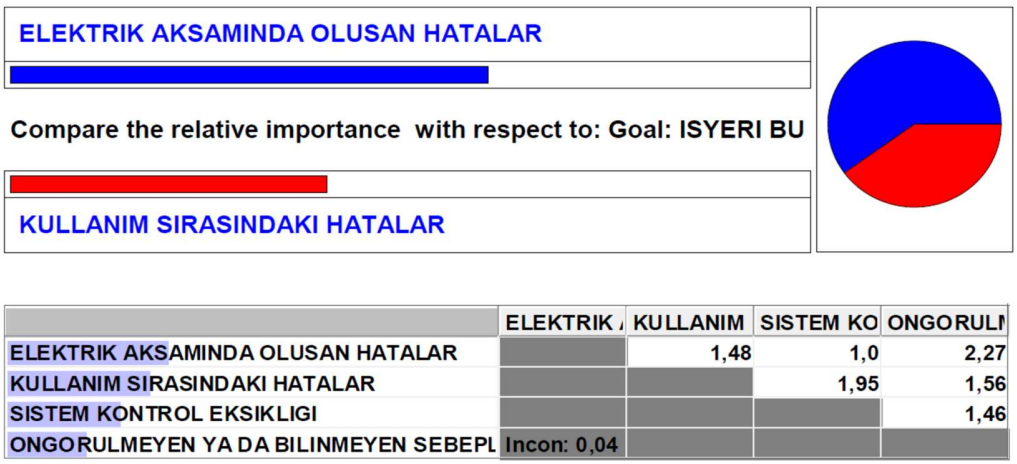
Tablo 4.3' de EKY çıkış nedenleri olarak belirlenen 4 kriter (Elektrik aksamında oluşan hatalar, Kullanım sırasındaki hatalar, Sistem kontrol eksikliği ve Öngörülmeyen ve bilinmeyen sebepler) uzmanlar tarafından karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.3 Elektrik kaynaklı yangınların çıkış nedenlerinin ikili karşılaştırma matris değerleri

EKY Çıkış Nedenleri	Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	Kullanım Sırasındaki Hatalar	Sistem Kontrol Eksikliği	Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	1	1,48	0,94	2,27
Kullanım Sırasındaki Hatalar		1	1,95	1,56
Sistem Kontrol Eksikliği			1	1,46
Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler				1

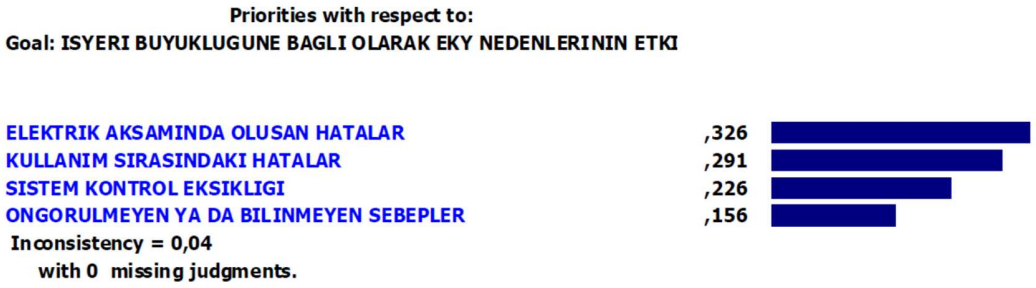
Tutarlılık Oranı:0,04

Veriler Expert Choice programına Şekil 4.2'de yer aldığı şekilde girilmiştir.



Şekil 4.2 Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin EC programıda görünümü

Ağırlıklarına baktığımızda Şekil 4.3' te görüldüğü gibi %32,6 ile elektrik aksamında oluşan hatalar birinci, kullanım sırasındaki hatalar %29,1 ile ikinci sıra yer almaktadır.



Şekil 4.3 Ana kriterlerin aldığı ağırlık değerleri

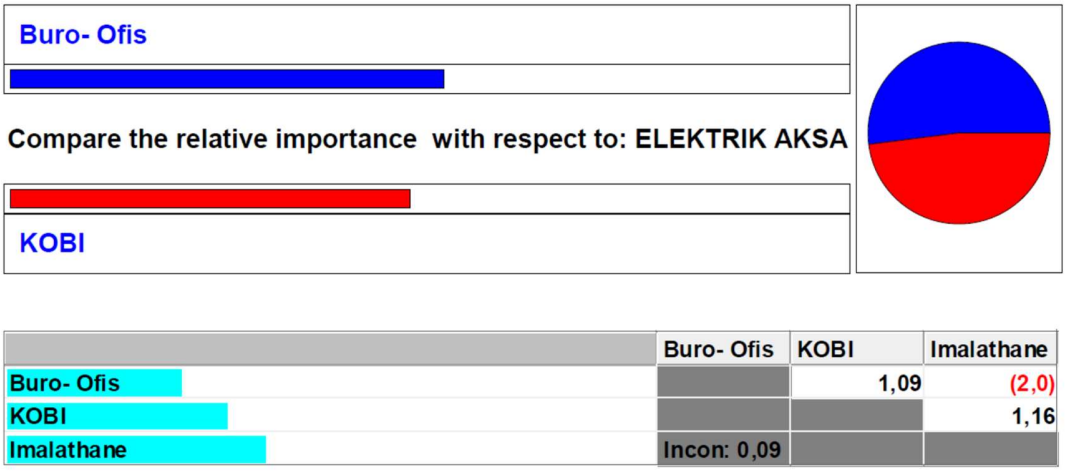
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar kriteri alternatifler (Büro-Ofis, KOBİ, İmalathane) açısından uzmanlar tarafından değerlendirilmiş olup sonuçları Tablo 4.4' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.4 Elektrik aksamında oluşan hatalar açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri

Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	Büro-Ofis	KOBİ	İmalathane
Büro-Ofis	1	1,09	0,52
KOBİ		1	1,16
İmalathane			1

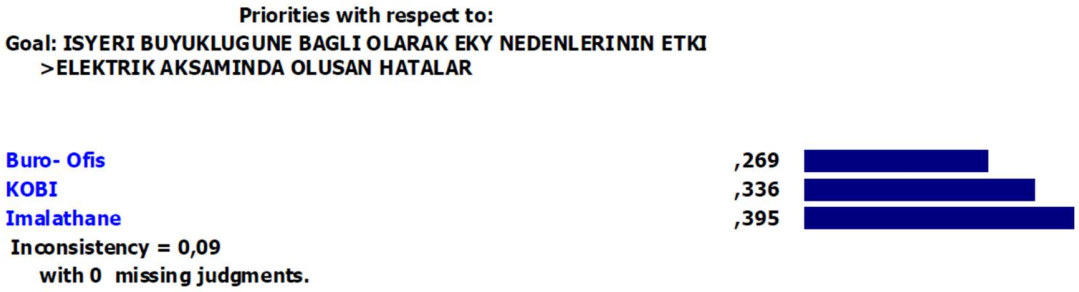
Tutarlılık Oranı:0,09

Tablo 4.4' de yer alan 0,52 değeri ½ ye tekabül ettiği için kırmızı olarak programa Şekil 4.4'de görüldüğü gibi girilmiştir.



Şekil 4.4 Elektrik aksamında oluşan hatalar kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü

Programın verdiği ağırlıklar Şekil 4.5' deki gibidir. Buna göre Elektrik aksamındaki hatalar Büro –Ofis için %26,9 ile en düşük olup, KOBİ %33,6 ikinci sırada yer almaktadır. Elektrik Aksamındaki Hatalar İmalathanelerde %39,5 ile en fazla öneme sahiptir.



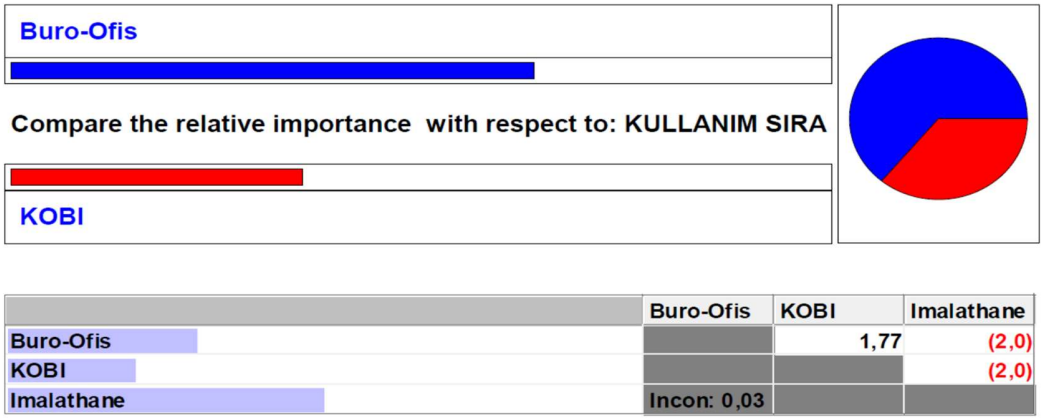
Şekil 4.5 Elektrik aksamında oluşan hatalar kriterinde alternatiflerin ağırlıkları

Kullanım Sırasındaki Hatalar kriteri alternatifler (Büro-Ofis, KOBİ, İmalathane) açısından uzmanlar tarafından değerlendirilmiş ve sonuçları Tablo 4.5' da görüldüğü gibidir. Bu veriler Şekil 4.6'da yer aldığı şekilde Expert Choice programına girilmiştir.

Tablo 4.5 Kullanım sırasındaki hatalar açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri

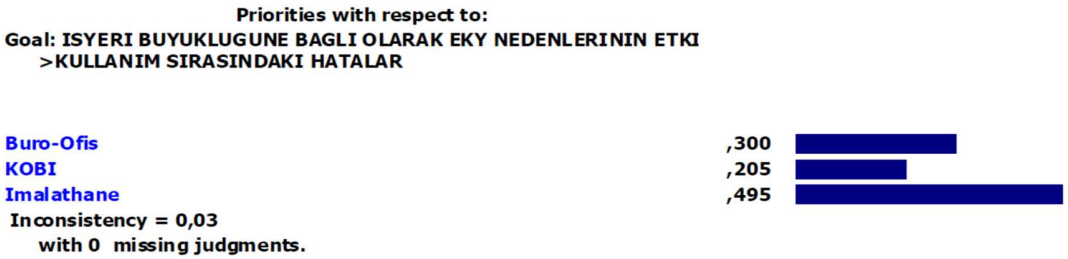
Kullanım Sırasındaki Hatalar	Büro-Ofis	KOBİ	İmalathane
Büro-Ofis	1	1,77	0,48
KOBİ		1	0,52
İmalathane			1

Tutarlılık Oranı:0,03



Şekil 4.6 Kullanım sırasındaki hatalar kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü

Ağırlıkları Şekil 4.7'de yer aldığı gibidir. Buna göre İmalathaneler %49,5 ile birinci, Büro-Ofis %30 ile ikinci KOBİ' ler ise %20,5 ile sonuncu sırada öneme sahiptir.



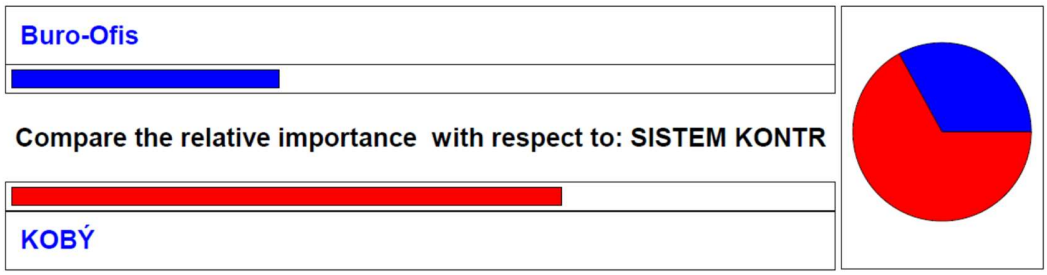
Şekil 4.7 Kullanım sırasındaki hatalar kriterinde alternatiflerin ağırlıkları

Sistem Kontrol Eksikliği kriteri alternatifler (Büro-Ofis, KOBİ, İmalathane) açısından uzmanlar tarafından değerlendirilmiş olup sonuçları Tablo 4.6' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.6 Sistem kontrol eksikliği açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri

Sistemin Kontrol Eksikliği	Büro-Ofis	KOBİ	İmalathane
Büro-Ofis	1	0,84	0,52
KOBİ		1	1,78
İmalathane			1

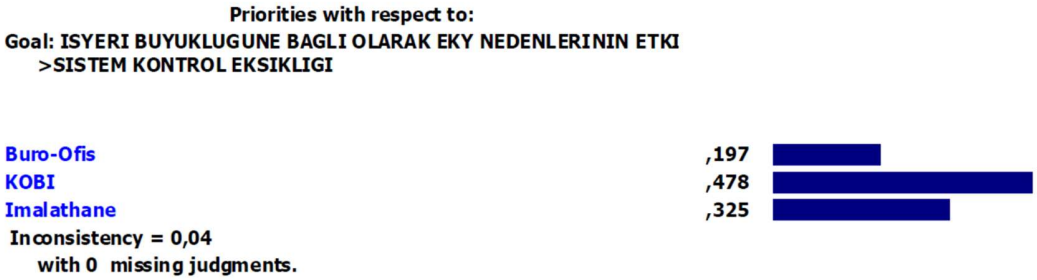
Tutarlılık Oranı:0,04



	Buro-Ofis	KOBİ	İmalathane
Buro-Ofis		(2,0)	(2,0)
KOBİ			1,78
İmalathane	Incon: 0,04		

Şekil 4.8 Sistem kontrol eksikliği kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü

Veriler Şekil 4.8' teki gibi girilmiş olup ağırlıkları Şekil 4.9' da yer aldığı gibidir. Buna göre Sistem kontrol eksikliği nedeni KOBİ'ler %47,8 ile birinci %32,5 ile İmalathaneler ikinci öneme sahiptir.



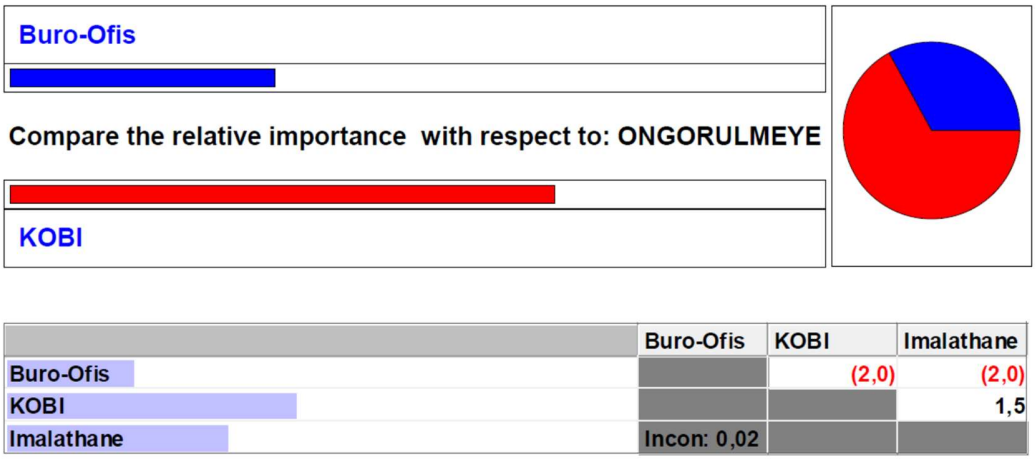
Şekil 4.9 Sistem kontrol eksikliği kriterinde alternatiflerin ağırlıkları

Öngörülmeyen ve Bilinmeyen Sebepler kriteri alternatifler (Büro-Ofis, KOBİ, İmalathane) açısından uzmanlar tarafından değerlendirilmiş olup ikili karşılaştırma matrisler değerleri Tablo 4.7' de görüldüğü gibidir. Veriler Şekil 4.10' daki gibi programa girilmiştir.

Tablo 4.7 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler açısından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri

Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler	Büro-Ofis	KOBİ	İmalathane
Büro-Ofis	1	0,63	0,52
KOBİ		1	1,50
İmalathane			1

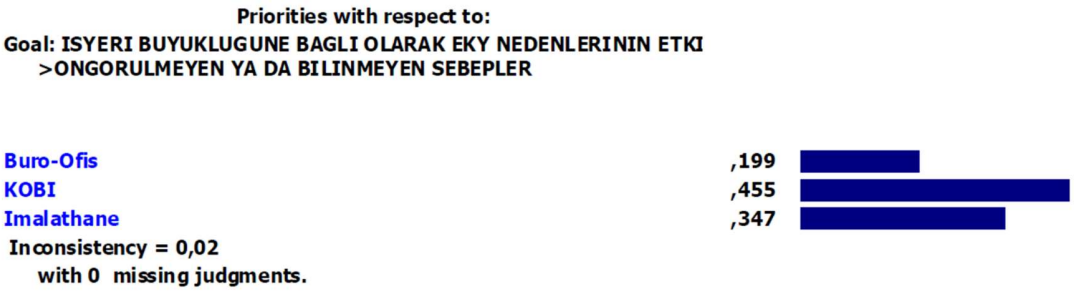
Tutarlılık Oranı:0,02



	Buro-Ofis	KOBI	Imalathane
Buro-Ofis		(2,0)	(2,0)
KOBI			1,5
Imalathane	Incon: 0,02		

Şekil 4.10 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler kriterinde alternatiflerin EC programında görünümü

Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler kriterinde %45,5 KOBİ ve %34,7 ile imalathanelerde öneme sahiptir.



Şekil 4.11 Öngörülemeyen ve bilinmeyen sebepler kriterindeki alternatiflerin ağırlıkları

Expert Choice yazılımıyla değerlendirilen kriterler ağırlıkları Tablo 4.8' da görüldüğü gibidir. Buna göre elektrik aksamında oluşan hatalar %32,6 ile birinci sırada olup kullanım sırasındaki hatalar ise %29,1 ile ikinci sıradadır.

Tablo 4.8 EKY'lerin ana ve alt kriterlerinin ağırlıkları

1	2	3	4
Kriterler	Kriterlerin Önceliği	Alt Kriterler	Alt Kriterlerin Lokal Önceliği
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	0,326	Kısa Devre	0,429
		Ark	0,403
		Aşırı Isınma	0,168
Kullanım Sırasındaki Hatalar	0,291	Seyyar, Uzatma -Çoklu Priz Kullanımı	0,531
		Elektrik Aksamı Etrafında Yanıcı Madde Depolanması	0,313
		Çalışır Vaziyette Unutulan Cihazlar	0,156
Sistem Kontrol Eksikliği	0,226	Eskimiş Aşınmış Kablolar	0,778
		Gevşek Bırakılan Elektriksel Bağlantılar Sonucu	0,222
Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler	0,156	Doğal Afetler	0,188
		Elektriksel Nedenli Olup Nedeni Bilinmeyen	0,812

Tablo 4.10' da görüldüğü gibi lokal ve global değerler hesaplanmış olup buna göre EKY' lerin işyeri büyüklüğü ile ilişkisi incelendiğinde, %40 ile imalathaneler birinci sırada yer almaktadır.

Tablo 4.9 EKY'ler ile ilgili nihai öncelik değerleri

1	3	5	6			7		
Kriterler	Alt Kriterler	Alt Kriterlerin Global Önceliği	Alternatiflerin Öncelik Değerleri			Alternatiflerin Genel Öncelik Değerleri		
			Büro Ofis	KOBİ	İmalathane	Büro Ofis	KOBİ	İmalathane
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	Kısa Devre	0,429	0,269	0,336	0,395	0,037621	0,046991	0,055242
	Ark	0,403				0,035341	0,044143	0,051894
	Aşırı Isınma	0,168				0,014733	0,018402	0,021633
Kullanım Sırasındaki Hatalar	Seyyar, Uzatma -Çoklu Priz Kullanımı	0,531	0,3	0,205	0,495	0,046356	0,031677	0,076488
	Elektrik Aksamı Etrafında Yanıcı Madde Depolanması	0,313				0,027325	0,018672	0,045086
	Çalışır Vaziyette Unutulan Cihazlar	0,156				0,013619	0,009306	0,022471
Sistem Kontrol Eksikliği	Eskimiş Aşınmış Kablolar	0,778	0,197	0,478	0,325	0,034638	0,084046	0,057144
	Gevşek Bırakılan Elektriksel Bağlantılar Sonucu	0,222				0,009884	0,023982	0,016306
Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler	Doğal Afetler	0,188	0,199	0,455	0,347	0,005836	0,013344	0,010177
	Elektriksel Nedenli Olup Nedeni Bilinmeyen	0,812				0,025208	0,057636	0,043955
TOPLAM						0,25056	0,348199	0,400397

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; elektrik kaynaklı yangınlar üzerinde durulmuş ve işyerlerinde oluşabilecek elektrik kaynaklı yangınların çıkış nedenleri araştırılmış ve elektrik kaynaklı yangınların çıkış nedenleri ile işyeri büyüklüğü arasındaki ilişki üzerinde çalışılmıştır. Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı'nın 2018 yılındaki yangın raporları incelenmiştir. 2018 yılında işyerlerinde meydana gelmiş yangınlar incelenerek elektrik kaynaklı yangınların çıkış sebepleri belirlenmiş ve sayısal verileri bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Yangın raporlarında belirtilen nedenler 10 temel sebebe ayrılmış ve bu sebeplerden meydana gelmiş yangın sayıları Ankara genelinde belirlenmiştir.

İnceleme sonucuna göre; Ankara ilinde 2018 yılı içerisinde toplam 8783 adet yangın meydana gelmiştir. 1245'i elektrik kaynaklı yangınlar olarak raporlanmış olup bu yangınların 206' sı işyerlerinde gerçekleşmiştir. Evlerde elektrik kaynaklı yangınlar fazla olsa da işyerlerindeki hasar daha büyüktür. Çalışmanın hedefi, işyerlerinde oluşabilecek elektrik kaynaklı yangınlar sebebiyle hem maddi hem de manevi kayıpların önlenmesi, çıkış nedenlerine dikkat çekerek bilinç kazandırmak ve işyeri büyüklüğü arasındaki ilişkiyi irdeleyerek alınan önlemlerin artmasını sağlamaktır.

Elektrik kaynaklı yangınlar ile işyeri büyüklüğü arasındaki ilişkiyi araştırmak için Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında çalışan 22 uzman itfaiye erine Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemine göre anket uygulanmış olup bu anket çalışması ile alternatifler işyeri sınıfındaki Büro-Ofis, KOBİ ve İmalathane' de çıkan elektrik kaynaklı yangınların çıkış sebebinin işyeri büyüklüğü üzerindeki sıklığı ve etkisi incelenmiştir.

Çalışma kapsamında oluşturulan AHP hiyerarşisi, yönteme uygun şekilde analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde elektrik kaynaklı yangınların çıkış nedeni ile işyeri büyüklüğü arasındaki ilişki sonucunda ana kriterlerin bazısında KOBİ'ler bazısında imalathaneler ön

plana çıkmıştır. Ancak nihai sonuçta %40 ile imalathaneler birinci sırada yer almaktadır. İmalathanelerde yangına sebep olabilecek çok fazla sayıda etkenin olması ve çalışan sayısına bağlı olarak kişilerin hataları bunda etkili olmuştur.

Elektrik tehlikesi sadece elektrikli çalışmalar yapan ya da yüksek gerilim, dağıtım işlerinde değil ufak bir su ısıtıcısı olan bir işyerinde bile bulunmaktadır. Bu nedenle elektrik tehlikesi ve elektrik kaynaklı yangınlar ile ilgili çalışanlara bilgilendirici eğitimler yapılmalıdır. Özellikle iş başı eğitimlerinde bu konunun üzerinde durulmalıdır. İş başı eğitimlerinde genellikle elektriğin çarpma riski ve elektriğin verdiği zararlar göz önüne alınarak bilgiler verilmektedir. Elektriğin yakma ve yangına yol açan riskleri de ayrıntılı bir şekilde ele alınmalıdır. Böylece, iş yerlerinde çalışanlar ve işverenler elektrik kaynaklı yangınlara karşı bilinçlendirilmelidir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve yönetmelikler ile birlikte işyerlerinde risk analizi yapılması zorunlu hale getirilmiştir. İş güvenliği uzmanları risk analizi yaparken elektrik ve elektrik kaynaklı yangınlar konusuna önem vermeli ve tehlikelerin tanımlanması konusunda deneyimli ve elektrik konusunda yetkin bir kimseden yardım almalıdır. Ayrıca tehlikelere bağlı olası risklerin hasar ve şiddetlerin belirlenmesi konusunda istatistiklerden yararlanılmalıdır. Riskler kontrol altına alınmalı ve risk analizi gözden geçirilerek iyileştirme sağlanmalıdır.

Elektrik tesisatı Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne uygun olarak tesis edilmelidir. Ayrıca elektrik tesisatlarının tasarım, uygulama, devreye alma, işletme ve değişiklik çalışmaları ilgili yönetmeliklere göre yapılmalıdır. Yönetmeliklere, standartlara göre uygulama yapıldığında elektrik kaynaklı yangınların azalacağı muhakkaktır.

Topraklama ölçümü periyodik olarak yapılmalı ve raporlanmalıdır. Ayrıca 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve yönetmelikler ile zorunlu hale getirilen elektrik tesisatlarında yılda bir defa yapılan periyodik kontrol ihmal edilmemelidir ve işverenler bilgilendirilmelidir. Yapılan elektrik tesisatı periyodik kontrolleri yetkili kuruluşlar tarafından ciddiyetle kontrol edilmeli gerekiyorsa ek kontroller yapılmalıdır.

Elektrik kaynaklı yangınlar diğer yangınlar gibi olmayıp sinsi ve çok tehlikelidir. İhmal edilen elektrik ekipmanları ve kablolar ile yük artışındaki takipsizlik gözle ve dokunmayla tespit edilemeyecek durumda olması yangın olayını meydana getirmektedir. Bu nedenle bu incelemeleri yapabilmesi için gerekli olan termal kamera gibi cihazların işyerleri tarafından edilmesi devlet tarafından zorunlu hale getirilmesi ve gerekirse bu onu da teşvik yapılması bu konuda başarılı bir adım olacaktır.

Eskiyen, aşınmış elektrik malzemeleri anında değiştirilmelidir. Elektrik kaynaklı yangınlarda büyük rol oynayan kablolarda standartlara ve yönetmeliklere uygun seçim yapılmalı ve hesaplamalar dikkate alınmalıdır. Kablo izolasyonuna dikkat edilmeli ve çok yüksek derecelerde bile yapısını koruyan alev iletmez nitelikteki kablolar kullanılmalıdır.

Elektrik kaynaklı yangınlarda en etkili çözümlerden biri olan kaçak akım koruma rölesi muhakkak kullanılmalıdır.

Ülkemizde doğrudan yangın ile ilgili resmi bir kuruluş bulunmaması nedeniyle ülke genelinde istatistiki bir sonuca ulaşmak ve elektrik kaynaklı yangınların ülke genelindeki verilerine, etkilerine ulaşmayı imkansız hale getirmektedir. Gelişmiş ülkelere Gelişmiş ülkelere bakıldığında, kendi ulusal yangın kuruluşlarını yıllar öncesinden bulunduğunu ve bu kuruluşlar sayesinde ülkelerine özel riskler üzerinde çalıştıklarının görmekteyiz. Bu sayede hem yangın standartlarını hem de yangının oluşmasını önleyici faaliyetlerini oluşturmaktadırlar. Ülkemizde böyle bir resmi kuruluşun olması yönünde çalışmalar yapılmalı ve bu sayede geçmişe ait bilgi ve tecrübeler ışığında yangın oluşumlarını azaltmak ve önlemek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Hall, J. R., Home Structure Fires Involving Electrical Distribution or Lighting Equipment, National Fire Protection Association, USS37, Quincy, 157. 2008

[2] Hall, J. R., Home Electrical Fire, National Fire Protection Association., NFPA No. USS37, Quincy, 187. 2013

[3] Ahrens, M., Home Structure Fires, National Fire Protection Association, Quincy, 146. 2013

[4] Distler, D., Emberley, R., Reader, H., Taillefer, Z., Residential Electrical Fires: Effects of Increased Demand on Aging Electrical Distribution Systems in Victoria, Australia, E-project-043010- 213253,Worcester Polytechnic Institute. 2010

[5] Shea, J. J., Conditions for Series Arcing Phenomena in PVC Wiring, IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, Volume 30, Issue 3, 532-539. 2007

[6] Martel, J. M., Anheuser, M., Berger, F., A study of arcing fault in the low-voltage electrical installation. Proceedings of the 56th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts. 2010

[7] Dongwei, L., Zhengxiang, S., Jianhua, W., Yingsang, G., Huilin, C., Li, Y., Bo, L., A method for residential series arc fault detection and identification. In: Electrical Contacts, Proceedings of the 55th IEEE Holm Conference on. IEEE, 8-14. 2009

[8] Muller, P. Tenbohlen, S., Maier, R., Anheuser, M., Characteristics of series and parallel low current arc faults in the time and frequency domain. Proceedings of the 56th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts. 2010

[9] Benfer, M., Gottuk, D., Electrical Receptacles-Overheating, Arcing and Melting, Fire Safety Science-Proceedings Of The Eleventh International Symposium, New Zeland, 1010-1023. 2014

[10] Franklin F. F., A Survey of Electrical Fires, Fire Journal, 41-44. 10 Mayıs 2019. http://paceforensic.com/pdfs/A_Survey_of_Electrical_Fires.pdf. ,1984

[11] Daéid, N. N., Fire İnvestigation. CRC Pres, ISBN 0-415-24891-4. 235. 2004

[12] Wang, S. C., Wu, C. J., Wang, Y. J., An effective detection method of serial arc faults on low voltage power circuits, In Latest Adv. Syst. Sci. Comput. Intell Conf., Singapore, 177-181. 2012

[13] Jı, S., Lıu, Y., Zhu, Y., Zhu, L., Study on the Detection Methods of DC Series Arc Fault, High Voltage Engineering, 2131-2137. 2013

[14] Armijo, K. M., Johnson, J., Hibbs, M., Fresquez, A., Characterizing fire danger from low-power photovoltaic ar faults, Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), IEEE 40th, 2014

[15] Şengöz, M. C. Meskenlerdeki Elektrik Tesisatlarından Kaynaklanan Yangınların İncelenmesi ve Yangın Risk Analizlerinin Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2011

[16] Seyhan, Y. Ankara İlinde Ağaç İşleri Sektöründe Faaliyet Gösteren Orta ve Büyük Ölçekli İşletmelerde İş Sağlığı ve İş Güvenliği Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2009

[17] Nazlıoğlu, A. Havaalanı Bakım-Onarım Hangarında Tehlike Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kontrol Listesi Hazırlanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. 2014

[18] Özkan, N. Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. 2014

[19] Kuş, E. Elektrik Panolarında Yangınlara Karşı Fine Kinney Yöntemi İle Risk Analizi Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2019

[20] Şengöz, M. C. Merdan, M. 2010 - 2014 Yılları Arası, İzmir'deki Yaşam Alanlarında, Elektrik Arkları Nedeniyle Meydana Gelen Yangınların İncelenmesi ve Alınacak Önlemlere Dair Çözüm Önerileri, TÜYAK, 12-13 Kasım, İstanbul, 144-163. 2015

[21] Şengöz, M. C. Merdan, M. Elektrik Nedenli Yangınların İncelenmesi ve FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) Yönteminin Uygulanması (İstanbul Örneği), 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Sicence. 2017

[22] Şengöz, M. C. Merdan, M. Elektrik Nedenli Yangınların İncelenmesi ve FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) Yönteminin Uygulanması (Antalya Örneği), 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Sicence. 2017

[23] Şengöz, M. C., Merdan, M. Risk Analizi ve Saha Kontrolleri Açısından Elektrik Nedenli Yangınların İncelenmesi, 9.Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi.2017

[24] Şengöz, M. C., Merdan M. Fine - Kinney Risk Analiz Yönteminin Elektrik Nedenli Yangınların Önlenmesinde Kullanımı, TÜYAK, 9-10 Kasım 2017, İstanbul, 70-80. 2017

[25] Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, sayı: 26735.2007

[26] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, T.C. Resmi Gazete, sayı: 28339.2012

[27] Crowl, D, A, Louvar, J. F.,Chemical Process Safety: Fundamentals with Aplications, PTR Prentice Halls, New Jersey, 17. 1990

[28] Paker, S. Elektrik İç Tesislerinde Yangından Korunma Yöntemleri Emo Dergisi Ekim sayı 462, 28-34. 2017

[29] Konak, Y. İ. *Yangın Nedir? Yangın Sınıfları Nelerdir?*. 8 Ocak 2020, https://www.mavili.com.tr/yangin-nedir/1263-yangin-nedir.html.6 Temmuz 2018

[30] Yangın sınıfları. (b.t.).8 Ocak 2020, https://www.abdurrahmanince.net/YanginSiniflari.htm

[31] Konak, Y. İ. *Yangın İstatistikleri Avrupa*. 07.01.2020, https://www.mavili.com.tr/yangin-istatistikleri/yangin-istatistikleri-avrupa/1244-yangin-istatistikleri-avrupa.html . 2 Mayıs 2018

[32] Wiiliam, M. *Workplace fire*. 7 Ocak 2020 https://www.checkmatefire.com/workplace-fires-more-common-than-you-think/. 30 Haziran 2018

[33] National Fire Protection Associaton.(b.t.). 7 Ocak 2020, https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/osIndustrial.pdf .

[34] İstanbul İtfaiyesi.(b.t.).7 Ocak 2020 http://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/.

[35] İzmir Büyükşehir Belediyesi. 2018 Genel İstatistiksel Yangınlar.(b.t.). 7 Ocak 2020, https://itfaiye.izmir.bel.tr/tr/IstatislikDetay/4100/9/2018.

[36] Ankara Büyükşehir Belediyesi. 2018 Yılı İstatistik Raporu. (b.t.). 7 Ocak 2020,https://itfaiye.ankara.bel.tr/ankara-itfaiyesi/statistikler/2018-statistik-raporlari

[37] Bangledeş'te yangın faciası:112 ölü. BBC Türkçe. 7 Ocak 2020, https://www.bbc.com/turkce/haberler/2012/11/121125_bangladesh_fire.shtml. 25 Kasım 2012

[38] Simav'da yün fabrikasındaki trafo patladı:3 işçi yaralandı.Evrensel Gazete.7 Ocak 2020.https://www.evrensel.net/haber/373228/simavda-yun-fabrikasindaki-trafo-patladi-3-isci-yaralandi . 9 Şubat 2019

[39] Yağ fabrikası tamamen yandı.Haberler.Com.7 Ocak 2020. https://www.haberler.com/yag-fabrikasi-tamamen-yandi-7477711-haberi/.4 Temmuz 2015

[40] Şanlıurfa' da iplik fabrikası alev alev yandı.Hürriyet. 7 Ocak 2020, http://www.hurriyet.com.tr/sanliurfada-iplik-fabrikasi-alev-alev-yandi-40903877 , 21 Temmuz 2018

[41] Uşak'ta fabrika yangını. TRT Haber. 7 Ocak 2020, https://www.trthaber.com/haber/turkiye/usakta-fabrika-yangini-151328.html.12 Kasım 2014

[42] Çağlayan'da işhanında yangın:işçiler çıkarıldı..Evrensel Gazete.7 Ocak 2020.https://www.evrensel.net/haber/346694/caglayanda-is-haninda-yangin-isciler-cikarildi. 1 Mart 2018

[43] Elektriksel Yangınlar Ve Adana Aladağ Orta Öğretim Kız Öğrenci Yurdu Yangını.(b.t.).http://www.ekolekspertiz.com/UploadedFiles/f8f228b8-e837-42fa-896a-2f1f045c8da5.pdf . 2016

[44] Kamkaratug, P.: Redution of Over Line Current in Power System from Short Circuit Effect Using Static Synchronous Series Compensator, American Journal of Applied Science, 129-133. 2011

[45] Barbuy, H.S.; Rocco A.; Fernandes, L.A.P; Guimaraes,G.C.: "Voltage Collapse Risk Associated to Under-Voltage Capacitive Compensation in Electric Power System Operation", Am. J. Applied Sci., 646-651. 2009

[46] Doğruer, V. Elektrik Güç Sistemlerinde Matlab Simulink İle Kısa Devre Arıza Analizi ve Bir Örnek Olarak Van Enerji Nakil Hattının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2007

[47] Küçük, S. Elektrik Tesislerinde Arızalar, Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş., İzmit. 2005

[48] Hairi, M. H.; Zainuddin, H.; Talib M.H.N.; Khamis A.; Lichun J. Y.: An İnvestigation of Short Circuit Analysis in Komag Sarawak Operations (KSO) Factory, World Academy of Science, Engineering and Technology 59, 361-366. 2009

[49] Akıncı, T. Ç. Dalgacık (Wavelet) Tabanlı Dağıtım Sistemleri Koruma Algoritması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2005

[50] Nair, S., Short Circuit Requirements and Selection of HV Switchgear and Power Cables, Principal Electrical Engineer: Leighton Industrial Services, Regional Forum: Electrical Engineering in the Top End 2009 – IDA Technologies. 2009

[51] Sevaioğlu, O., Elektrik Arızalarından Başlayan Yangınlar Teknik Sunumu, 2015

[52] Wong, W. M., Investigation of Applied Electrical Fire Control System, Fire Technology and Product Message, 44-46. 2011

[53] NFPA 921, "Guide for Fire and Explosion Investigations," National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2011

[54] MEB, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Topraklama ve Paratoner Tesisi, Ankara. 2011

[55] İşler, A., Elektrik Enerjisinden Kaynaklı Yangın Makine Kırılması Elektronik Cihaz Hasar Nedenleri ve Önlemleri

[56] Şen, H. İ. Kamu İdarecileri Ve Akademisyenlerin Bakış Açısıyla Türkiye'nin Orta Gelir Tuzağından Çıkamamasında Verimsiz Kamu Harcamalarının Rolü: Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Analiz. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. 2019

[57] Uzun, S., Kazan, H., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin AHP Topsis ve Promethee Karşılaştırılması:Gemi İnşada ana makine seçimi uygulaması, Journal of Transportation and Lojistics 1(1) 99-113. 2016

[58] Zahedi, F., The analytic hierarchy process – A survey of the method and its applications, ABD, 96-108. 1986

[59] SAATY, T. L. *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*. Interfaces 24 (6), 19-43. 1994

[60] Timor, M. *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2011

[61] Albayrak, Y. E. Hizmet Sektöründe Performans Odaklı Çok Amaçlı Karar Verme: Banka Performans Ölçümünde Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulaması. Doktora Tezi , İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. 2004

[62] Wind, Y., Saaty, T. L. Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. Management science 26 (7), 641-658. 1980

[63] Tzeng, G. H., Huang, J. J. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Boca Raton: CRC Press. 2011

[64] Saaty, T. L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors the Analytic Hierarchy/network Process. Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat. 102 (2), 251-318. 2008

[65] Korkut, Y. Afet Yönetiminde Kritik Başarı Faktörlerini Belirlemek İçin Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Metin Madenciliği Destekli Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü. 2019

EK-A: ANKET FORMU

Bu anket çalışması Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği öğrencisi Naciye Ceran'ın "İşyerinde Elektrik Kaynaklı Yangınların Araştırılması ve Çözüm Önerileri" adlı tez çalışması için hazırlanmıştır. Bu veriler akademik çalışma kapsamında değerlendirilecek ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

Çalışmanın güvenilirliği açısından soruların eksiksiz olarak cevaplanması gerekmektedir. Çalışmaya ayırdığınız zaman ve değerli katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Bu ankette, çalışmalar neticesinde belirlemiş olduğumuz kriterlerin etki değerlerini belirlemeniz istenecektir. Değerlendirmeyi yaparken kullanılacak puanlama skalası ve bu skalanın kullanımı ile ilgili genel bilgiler aşağıdadır:

SAYISAL DEĞERLER	**TANIM**
1	Eşitlik
3	Az önemli (Az üstün olma hali)
5	Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)
7	Çok önemli (Çok üstün olma hali)
9	Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)
2,4,6,8	Ara değerler (İki değer arasında kalınırsa)

Örnek 1:

Eğer kriterleri karşılaştırırken iki kriterinde **eşit** öneme sahip olduğunu düşünüyorsanız ortadaki 1 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

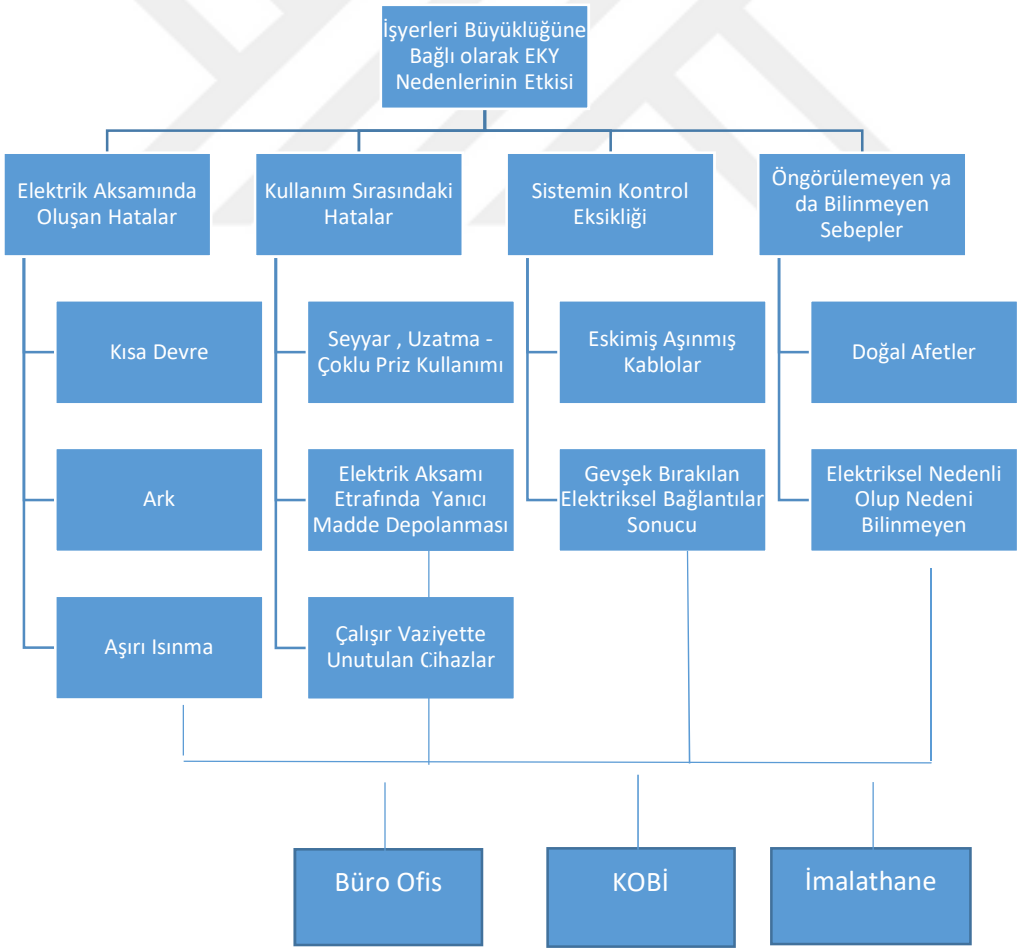
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Elektrikli Cihazlar ve Aydınlatma

Örnek 2:

Eğer kriterleri karşılaştırırken sağ taraftaki kriterin sol taraftaki kritere üstünlüğünün çok önemli olduğunu düşünüyorsanız sağ taraftaki 7 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Elektrikli Cihazlar ve Aydınlatma

Ankette kullanılan kriterler aşağıdaki hiyerarşik yapı dikkate alınarak hazırlanmıştır.



Meslek:

Hizmet Yılınız:

Yaş:

Soru 1: Aşağıdaki kriterleri işyerlerinde çıkan **Elektrik Kaynaklı Yangınların** oluşması açısından önem derecesine göre puanlayınız.

Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kullanım Sırasındaki Hatalar
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sistemin Kontrol Eksikliği
Elektrik Aksamında Oluşan Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler

Kullanım Sırasındaki Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sistemin Kontrol Eksikliği
Kullanım Sırasındaki Hatalar	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler
Sistemin Kontrol Eksikliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepler

Soru 2: Elektrik Aksamında Oluşan Hataların (Kısa Devre, Ark vs.) aşağıdaki işyerlerinde oluşmasını önem derecesine göre puanlayınız.

Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ
Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İmalathane
İmalathane	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ

Soru 3: Kullanım Sırasındaki Hataların aşağıdaki işyerlerinde oluşmasını önem derecesine göre puanlayınız.

Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ
Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İmalathane
İmalathane	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ

Soru 4: Sistemin Kontrol Edilememesinin aşağıdaki işyerlerinde oluşmasını önem derecesine göre puanlayınız.

Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ
Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İmalathane
İmalathane	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ

Soru 5: Öngörülemeyen ve Bilinmeyen Sebepleri aşağıdaki işyerlerinde oluşmasını önem derecesine göre puanlayınız.

Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ
Büro-Ofis	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İmalathane
İmalathane	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KOBİ

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Naciye CERAN

Doğum Yeri ve Tarihi: ALTINDAĞ, 03.04.1990

Yabancı Dili: İngilizce

Telefon :

E-mail: nceran@ybu.edu.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Kaya Bayazıtoğlu Lisesi(YDA) /2008

Lisans: Kırıkkale Üniversitesi-Elektrik Elektronik Mühendisliği / 2012

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Seçkin İş Sağlığı ve Güvenliği Ltd. Şti. (2012-2014)

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi(2014-)