ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Kemal ÇİFTLER

ELEKTRİK TESİSATI VE EKİPMANLARININ YANGINDAN KORUNMASINDA KULLANILAN OTOMATİK YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2020

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK TESİSATI VE EKİPMANLARININ YANGINDAN KORUNMASINDA KULLANILAN OTOMATİK YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Kemal ÇİFTLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 05.03.2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

……..	…….....	…….
Prof. Dr. Özen KILIÇ	Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ	Doç. Dr. Dilek GÖKTÜRK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2018-10549

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK TESİSATI VE EKİPMANLARININ YANGINDAN KORUNMASINDA KULLANILAN OTOMATİK YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Kemal ÇİFTLER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Özen KILIÇ
Yıl: 2020, Sayfa: 80
Jüri : Prof. Dr. Özen KILIÇ
: Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
: Doç. Dr. Dilek GÖKTÜRK

Ülkemizde elektrik kaynaklarında meydana gelen kaza-olaylar neticesinde elektrik kaynaklı yangınlar büyük oranda görülmektedir. Elektrik kaynaklı kazalar birçok sebepten dolayı oluşabilmekte olup, kazaların önceden kestirilmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Çok ani şekilde meydana gelen bu kazaların en büyük sonuçlarından bir tanesi yangındır. Bu yüzden elektrik kaynaklarında oluşabilecek yangınlara karşı gerekli önlemlerin alınması, birçok yangının engellenmesini sağlayacaktır. Elektrik yangınları günümüzde çok büyük kayıplara neden olmaktadır. Bunun için can ve mal güvenliğinin sağlanması için elektriğe bağlı yangınların incelenmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yangın, Elektrik, Yangın Söndürme Araçları, FM200, CO_2, Water Mist

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS USED FOR FIRE PROTECTION OF ELECTRICAL INSTALLATION AND EQUIPMENT

Mehmet Kemal ÇİFTLER

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Supervisor : Prof. Dr. Özen KILIÇ
Yıl: 2019, Page: 80
Jury : Prof. Dr. Özen KILIÇ
: Prof. Dr. Ahmet M. KILIÇ
: Assoc. Prof. Dr. Dilek GÖKTÜRK

In our country, electricity-related fires are seen as a result of accident-events occurring in electricity sources. Electrical accidents can occur for many reasons, and it is often impossible to predict accidents. One of the biggest consequences of these very sudden accidents is fire. Therefore, taking necessary measures against fire that may occur in electricity sources will prevent many fires. Electric fires cause huge losses today. For this purpose, it is important to examine the fire-related fires to ensure the safety of life and property.

Keywords: Fire, Electrical, Fire Fighting Vehicles, FM200, CO_2, Water Mist

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Ateş insanlık tarihinin en büyük ve en önemli buluşları arasındadır. Ateş insanlık için vazgeçilmez bir buluş olsa da, kontrolden çıktığında büyük felaketler yaşanmasına sebebiyet vermiştir. Yüzyıllar boyunca çıkan yangınlarda milyonlarca canlı hayatını kaybetmiş, çok büyük mal kayıpları yaşanmıştır.

Ateş ilk bulunduğunda sadece aydınlatma ve ısınma amaçlı kullanılmıştır. Sanayinin gelişmesiyle birlikte, başta metal sanayi olmak üzere hemen hemen tüm sanayi kollarında enerji olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu da yanında endüstriyel yangın riskini beraberinde getirmiştir.

Endüstriyel yangınlar sadece ateşin kullanımıyla ortaya çıkmamaktadır. Yanıcı maddelerin kullanımı, sürtünme, gaz kullanımı gibi sebeplerin yanında, günümüzün vazgeçilmez enerji kaynağı olan elektriğin neden olduğu yangınlar, endüstriyel yangınların en büyük sebebidir.

Elektriğin endüstride kullanım amacı çok geniştir. Elektriğin kullanılmadığı işletme yoktur. Sadece aydınlatma amacı ile kullanılmış olsa bile, elektrik her zaman yangın çıkarabilecek potansiyel bir tehlikedir. Özellikle sanayide kullanılan yüksek voltaj, daha yüksek yangın çıkarma potansiyeline sahiptir. Elektrik kullanımına bağlı olarak çıkan yangın sebepleri incelendiğinde, genel olarak iki faktör ortaya çıkmaktadır; aşırı yük ve aşırı gerilim.

Aşırı yük; elektrik kabloları ve ekipmanları belirli bir akım çekmek üzere tasarlanmıştır. Akım taşıma kapasitesinin üzerine çıkıldığında, kablo veya ekipman ısınarak alev alarak yangına sebebiyet verebilmektedir.

Aşırı gerilim; halk dilinde elektrik dalgalanması olarak bilinen aşırı gerilimin hatta çıkardığı sorunlar neticesinde yangın ortaya çıkabilmektedir.

Büyük endüstriyel tesislerde kullanılan yüksek gerilimin kontrolü ve dağıtımı için yapılan elektrik odaları, üretim sürekliliği açısından çok büyük önem arz etmektedir. Bu odaların yangın güvenlik sistemleriyle korunması olası can ve mal kaybının yanında üretimin sürekliliği açısından da önemlidir.

Tüm yangınlarda olduğu gibi, elektrik yangınlarıyla mücadelede birinci adım, yangın çıkmasını engelleyici tedbirlerin alınmasıdır. Elektrik yangınları için alınacak tedbirlerin başında, projenin ve montajın yönetmeliklere ve standartlara uygun şekilde yapılması gelmektedir. Bunun yanında tesisatların ve elektrikli ekipmanların periyodik olarak kontrol edilmesi zaruridir. Endüstriyel tesislerde tesisatların yılda bir kez kontrol edilmesi mevzuatlarda zorunluluk olarak gösterilmiştir. Çıkarılacak yönetmelik ile, belirli yaşı geçen konut binalarının da elektrik tesisatlarının kontrol edilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

Elektrik yangınları ile mücadelede ikinci adım, elektrik sistemlerinin yangın koruma sistemleriyle korunmasıdır. Olası yangınlarda zararı minimuma indirici önlemlerin alınması için bu sistemler en büyük çözümdür. Sistemlerin kurulması belirli bir maliyeti yanında getirmiş olsa da, başta insan hayatı olmak üzere, maddi olarak kurulum maliyetlerinin çok daha fazlasının zarar görmesini engelleyecektir. Özellikle endüstriyel tesislerdeki elektrik odalarının korunması, çalışan ve tesis güvenliğini sağlarken, üretim kaybı, müşteri kaybı ve işgücü kaybının da önüne geçilmesi için elzemdir.

Bu çalışmada, Tosyalı Toyo Çelik A.Ş.' de yangın risk analizi yapılmış, işletmenin yangınla mücadeledeki durumu ortaya konmuştur. Yangın risk analizi neticesinde yangın güvenliği için yapılması gereken çalışmalar tespit edilmiştir. Bu tespitler, tehlike kaynaklarının bulunması, bu tehlikelerin risklerinin belirlenmesi ve risk skoruna göre öncelik sırası verilmesi sırasıyla yapılmıştır. Ayrıca, yangın risk analizinde bulunan eksik sistemlerin tesis edilmesi için gerekli maliyet hesapları ve mevcut durumda bu risklerin işletmeye verebileceği hasar değerleri de incelenmiştir.

Yangın risk analizi doğrultusunda işletmede bulunan elektrik odalarının korunmasında kullanılan sistemler incelenerek karşılaştırılmıştır. Yangın güvenlik sistemi bulunmayan bir elektrik odası baz alınarak, hangi sistemin kurulması gerektiği teknik ve maliyet açısından değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında çok büyük desteğini gördüğüm, saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özen KILIÇ'a, çalışmanın hazırlanması konusunda bana her türlü desteği gösteren Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. yönetimi ve personeline, her türlü veri paylaşımında bulunan yangın konusunda uzman kuruluş olan Refleks Yangın Güvenlik Sistemleri A.Ş. yönetim kurulu başkanı Sayın Zafer İrfan ÖNER Bey nezdinde tüm Refleks personeline ve her zaman desteğini yanımda gördüğüm geniş aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1. Yangın ve Türleri 3
2.1.1. Yangın Türleri 5
2.1.2. Yangının Gelişim Aşamaları 7
2.1.3. Yangının Etkileri 12
2.1.3.1. Sıcaklık Etkisi 12
2.1.3.2. Duman Etkisi 12
2.1.3.3. Zehirli Gaz Etkisi 13
2.2. Yangının Yayılım Nedenleri ve Önlenmesi 13
2.2.1. Yangının Yayılımı ve Isı Transferi 13
2.2.2. Yangın Çıkış Nedenleri 15
2.2.3. Yangını Önlemeye Yönelik Tedbirler 17
2.2.3.1. Tutuşmanın Önlenmesi 17
2.2.3.2. Yanıcıların Kısıtlandırılması 18
2.2.3.3. Yapıda Yangın Güvenliği Hedefleri 18
2.2.3.4. Yapıda Yangın Güvenliği Taktikleri 19
2.3. Elektrik Kaynaklı Yangınlar ve Sebepleri 20
2.3.1. Yaşam ve Çalışma Sahalarında Kullanılan Elektrik Enerjisinin Yangınlara Neden Olması 21

2.3.2. Ark Nedir 21
2.3.3. Arklar Nasıl Meydana Gelir 22
2.3.3.1. İletkenin Dış Etkenlerden Etkilenmesi 22
2.3.3.2. İletkenden Aşırı Akım Geçmesi 22
2.3.3.3. Tesisatın Montaj, Bakım ve Onarım Hataları 23
2.3.3.4. İletkenler Arasındaki Boşluklarda Meydana Gelen Arklar 23
2.3.3.5. Yalıtım Eriyiklerinin Çeşitli Malzemeleri Tutuşturması 23
2.4. Yapılmış Çalışmalar 23
3. MATERYAL VE METOT 29
3.1. Materyal 29
3.1.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. 29
3.1.1.1. Üretim Hatları 29
3.2. Metot 31
3.2.1. Elektrik Yangınları 31
3.2.1.1. FM200 Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemleri 33
3.2.1.2. CO_2 Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemleri 37
3.2.1.3. Water Mist Otomatik Yangın Söndürme Sistemi 40
3.2.2. Yangın Risk Analizi 43
3.2.2.1. Tesis Yapısının Sınıfı 44
3.2.2.2. Tesis Tehlike Sınıfı 44
3.2.2.3. Risk Analiz Metodu 45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 49
4.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Yangın Risk Analizi 49
4.2. Temper/DCR PLC Elektrik Odası Yangın Koruma Sistemi 62
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 69
KAYNAKLAR 73
ÖZGEÇMİŞ 77
EKLER 78

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. İstanbul İtfaiyesi 2015- Ocak 2020 Arası Yangın İstatistikleri 32
Çizelge 3.2. BYKHY Ek 1-B (İlgili Yerleri Alınmıştır)..... 44
Çizelge 3.3. Tehlike olabilirliğinin belirlenmesi..... 45
Çizelge 3.4. Şiddet Değerleri 46
Çizelge 3.5. Risk Matrisi 46
Çizelge 3.6. Risk Skoru Tablosu..... 47
Çizelge 3.7. Tehlikelerin Öncelik Değerleri Tablosu 48
Çizelge 4.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Yangın Risk Analizi 50
Çizelge 4.2. PLC Elektrik Odası Ekipman Listesi..... 63

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Yanma üçgeni 4
Şekil 2.2. Hava Almış Yangın Gelişimi 9
Şekil 2.3. Yanmanın Temel Diyagramı 9
Şekil 2.4. Yanma sürecinde sıcaklık-zaman ilişkisi 11
Şekil 3.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Proses Akış Şeması 31
Şekil 3.2. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. FM 200 Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi 34
Şekil 3.3. FM 200 Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi Projesi 36
Şekil 3.4. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Karbondioksit Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi 38
Şekil 3.5. Karbondioksit Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemi Projesi 39
Şekil 3.6. Water Mist Otomatik Yangın Söndürme Sistemi 40
Şekil 3.7. Water Mist Söndürme Sistemi Projesi (Pompalı Sistem) 42
Şekil 4.1. Uygunsuz Yerde Stoklanan Yağ Varilleri 49
Şekil 4.2. DCR Giriş Hidrolik Ünitesi 55
Şekil 4.3. DCR Roll Standı 55
Şekil 4.4. DCR Motor Bölgesi 56
Şekil 4.5. DCR Fume Egzoz ve Gaz Kollektörü 56
Şekil 4.6. CAL Giriş Valf Station Bölgesi 57
Şekil 4.7. CAL Atık Yağ ve Hadde Demir Tozu Bölgesi 57
Şekil 4.8. CAL Doğal Gaz Girişi 58
Şekil 4.9. CAL HNX Karışım Bölgesi 58
Şekil 4.10. CAL Hattı Çıkış Hidrolik Valf Station 59
Şekil 4.11. ECL Giriş Valf Station 59
Şekil 4.12. ECL Sprey Giriş Valf Station Bölgesi 60
Şekil 4.13. ECL Gres Tankları 60

Şekil 4.14. ECL Çıkış Valf Station 61
Şekil 4.15. BAF H_2 Giriş Bölgesi 61
Şekil 4.16. BAF Stant Altı 62
Şekil 4.17. BAF Egzoz Bacası 62
Şekil 4.18. PLC Elektrik Odası Ekipman Yerleşimi 64
Şekil 4.19. PLC Elektrik Odası 1 65
Şekil 4.20. PLC Elektrik Odası 2 65
Şekil 4.21. PLC Elektrik Odası 3 66
Şekil 4.22. PLC Elektrik Odası 4 66

1. GİRİŞ

Ateşin bulunması uygarlık için büyük bir anlam ifade etmektedir. Önceleri sadece aydınlatma ve pişirme amaçlı kullanılan ateş sonraları değişen şartlar ve artan ihtiyaçlar doğrultusunda günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Özellikle doğası gereği yakıcı olan ateş kontrol dışına çıkması durumunda yangın haline dönüşerek büyük tehlikelere sebebiyet verebilmektedir. Tarih boyunca kontrol edilemeyen ateşin can ve mal kayıplarına neden olduğu bilinmektedir.

Artan üretime bağlı olarak özellikle sanayi devrimi sonrası daha fazla enerji gereksinimine ihtiyaç duyulmuştur. İnsanoğlunun farklı ihtiyaçlarını karşılamak ateşi kontrol altında tutarak işlevsel bir amaçla kullanması insanlık tarihinin en büyük gelişmelerinden biri olarak kabul edilir (Genç ve Pekey, 2014).

Ateşin hayatın her alanında kullanımının artması yangın tehlikesi kavramını ortaya çıkarmıştır. Öyle ki yangın sorunu; günümüzde toplumun can ve mal güvenliğinin yanı sıra ülkenin gelişme kriterlerini de etkiler biçime dönüşmüştür. Özellikle tarihi yerleşim dokularında geçmişten günümüze meydana gelmiş olan yangınlar, sadece can ve mal kaybına neden olmakla kalmamış aynı zamanda geçmiş kültürümüzün ve mimari değerlerimizin geleceğe aktarılmasını imkânsız hale getirmiştir (Aslan, 2011).

Günümüzde yüksek binalarda yangın sebeplerinin başında elektrik kablolarında veya elektrikli cihazlardaki kısa devre ve kundaklama gelmektedir. Çok sayıda elektrikli cihaz, makina ve aydınlatma nedeniyle çekilen elektrik akımı fazla olduğundan, küçük bir ihmal yangın başlamasına neden olabilmektedir (Kılıç, 2003).

Elektrik odalarının yangına karşı korunması binalardaki diğer mekânlara göre can güvenliği ve maddi hasarların dışında işletmenin sürekliliği ve iş kaybı anlamında önemle irdelenmesi gereken alanlardır. Önerilen çözümlerin elektriksel iletkenlikleri ve söndürücünün korunması amaçlanan cihazlara vereceği korozif

zararları da göz önünde bulundurularak, enerjinin kesintiye uğramadan işletmenin devamlılığı ve cihazların ömürlerini de dikkate almak zorundadır. Söndürmeye hayat kurtarmaya çalışan bir itfaiyeci mantığı ile "her ne pahasına olursa olsun yangın söndürme" yaklaşımı doğru değildir (URL-1).

Ülkemizde elektrik kaynaklarında meydana gelen kaza-olaylar neticesinde elektrik kaynaklı yangınlar büyük oranda görülmektedir. Elektrik kaynaklı kazalar birçok sebepten dolayı oluşabilmekte olup, kazaların önceden kestirilmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Çok ani şekilde meydana gelen bu kazaların en büyük sonuçlarından bir tanesi yangındır. Bu yüzden elektrik kaynaklarında oluşabilecek yangınlara karşı gerekli önlemlerin alınması, birçok yangının engellenmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmada Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. işletmesinde yangın risk analizi yapılmış ve elektrik sistemlerinin yangından korunmasında kullanılan otomatik yangın söndürme sistemleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yangın ve Türleri

Dünyanın her yerinden rastlanıldığı gibi, ülkemizde de binlerce yangına rastlanılmaktadır. Meydana gelen binlerce yangını İtfaiye Daire Başkanlıkları da ifade etmektedir. Oluşan yangınların pek çok başlatıcısı bulunmaktadır. Yangın başlama nedenlerini araştıran bir çalışmada mevsim özelliklerine bağlı olarak 30 kadar yangın başlama nedeni söz konusu olmuştur. Bu durumda artan yangın nedenleri alınacak önlemler için önem kazanmaktadır. Bizim ülkemizde çalışma alanlarında oluşan yangınların %30'unun nedeni, elektrik nedenli yangın olarak tespit edilmiştir. Elektrik nedenli yangınlar maddi hasarlara ve daha önemlisi can kayıplarına neden olur (Aslan, 2011). Ateş, insanlık için vazgeçilmeyecek önemde bir araçtır. Ateşin kontrolsüzlüğü ile çıkan yangının oluşumunu engellemek pek mümkün değildir fakat alınacak bazı güvenlik önlemleri yangın riskini önemli ölçüde düşürür (Genç ve Pekey, 2014).

Yangının tarihe bakacak olursak; bilinen ilk şehir yangını MS 64'te meydana gelen roma yangınıdır. Sonuçları büyük olan Londra yangını ise 1666 da meydana gelmiştir ve yangın sonucunda 13.200 ev yanmış ve 70.000 kişi yangından etkilenmiştir. Anadolu'da ise hem Osmanlı döneminde hem de Cumhuriyet döneminde büyük hasarlara yol açan yangınlara rastlamak mümkündür. 1510 yılında meydana gelen Balat yangınında 800 dükkân yanmıştır. 1692 yılında meydana gelen Ferrah Kethuda yangınında ise 150 ev ve iş yeri yanmıştır. Bunun gibi daha birçok olaya ulaşabiliriz (Aslan, 2011).

Yangın, tutuşabilme özelliğindeki katı, sıvı, gaz maddelerin kontrol dışı yanması şeklinde tanımlanabilir. Yangından bahsedebilmek için ısı, sıcaklık yanma gibi terimleri de bilmek gerekir. Isı maddedeki bütün moleküllerin içerdiği hareket enerjisinin toplamıdır. Sıcaklık ise maddenin bir molekülünün ortalama hızdaki hareket enerjisidir (Genç ve Pekey, 2014).

Yanma, ekzotermik ve kimyasal bir reaksiyondur. Yanıcı maddelerin yeterli miktarda ısı ve oksijen ile temasta bulunması kimyasal bir reaksiyon oluşturur. Oluşan bu kimyasal reaksiyona yanma denir. Bir çok yakıtta tutuşmayı, yakıttaki su ve karbondioksit içeriğinde bulunan hidrojen ve karbon sağlar. Yanma sunucunda maddeler ısı ve ışık formuna dönüşürler. Yanma olayının gerçekleşebilmesi için yangın üçgeni elemanlarının bir arada aynı ortamda bulunması gerekir. Yangın üçgeni elemanları: oksijen, ısı ve yakıttan oluşur. Yalnız yangın oluşumu için bir başlangıç enerjisine gereksinim vardır. Başlangıç enerjisi ile yangın üçgeni elemanları varlığında yangın oluşur. Meydana gelmiş olan bir yangının yangın üçgeni elamanlarından birini kaybetmesi yangını durdurur (Merdan, 2017). Yanmanın başlaması ve sürebilmesi için gereken; yanıcı madde (yakıt), yakıcı madde (oksijen) ve tutuşturma (ateşleme kaynağı) uygun koşullarda bir araya gelmesine yanma üçgeni denir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yanma üçgeni

Yangın türlerini ele alırsak inceleyeceğimiz 4 tür yangın bulunmaktadır. Bunlar; alevli ve zayıf, içten yanma, korlaşarak yanma ve patlamalı yanmalardır.

Alevli ve zayıf yanma türü en çok bilinen ve rastlanılan bir yanma türüdür. Yalnızca gaz yakıtlarında meydana gelen bir yanma türüdür. Yanma sonucunda

meydana gelen ısının bir kısmı katı maddeden daha çok gaz oluşuna neden olur ve bu da yanmayı destekler. Yanıcı maddenin içeriğinde bulunan maddeler alevlerin renginin belirlenmesinde etkilidir. Saf hidrokarbon gazının hava ile teması sonucu oluşan alevin rengi mavidir. Alevli yangınlar, katı malzemenin ısıya maruz kalarak yanıcı gazlar oluşturmasıdır.

İçten yanma, maddenin iç ısısının artmasında herhangi bir etki yokken, kendiliğinden tutuşma sıcaklığını aşıp yanmaya başlaması şeklinde ifade edilebilir. Bu yanmada ısıl işlem süreci uzun zaman alabilir. Yanmayı etkileyen en büyük itici güç ekzotermik tepkimenin sonucu olan ısı artışlarıdır. Artan ısının kontrolsüzlüğü ile iç ısının artmaya devam etmesi yanmanın devamını sağlar.

Korlaşarak yanma: Yanmayı, endüstrideki piroliz gibi bir geri dönüşüm olarak adlandırabiliriz. Bu yangının oluşumunda yanıcı katı yeterli seviyede gaz çıkışını sağlayamazsa korlaşma meydana gelir. Hava girişinin sınırlandırılması da korlaşmaya neden olur. Bu sınır kaldırıldığı taktirde yanma hızla artacaktır. Korlaşan yanmada parlak alevler çıkar.

Patlamalı yanmalar da tozlar, buharlar ve gazlar yeterli oranda havayla temas halinde bulunup tutuşturucu ile ateşlendiklerinde patlayarak yanmayı oluştururlar. Bazen çıkan yangının ilk evresi, alevlenen gazın yeteri miktarda hava ile karışımının ateşlemeyle meydana gelen patlamasıdır (Merdan, 2017).

2.1.1. Yangın Türleri

Yangın türleri ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

1) A Sınıfı Yangınlar (Katı Madde Yangınları)

Yanıcı katı maddelerin oluşturduğu yangınlardır. Adi yangınlar olarak da adlandırılmaktadır. Metaller dışındaki yanabilen tüm katı maddeleri kapsar. Odun, kömür, pamuk, kağıt gibi maddelerin yanması katı madde yangın grubuna girer (Güleç, 2013). Katı madde yangınları alevli ya da korlu yangın şeklindedir. Alevli yanma madde yüzeyindeki yanıcı buharların yanması ile gerçekleşir. Korlu yanma

ise maddenin içerisine işler. Korlu yanmaya pamuk, kömür, selüloz gibi yanıcı katı maddeler örnek verilebilir. Bu yangınları temel söndürme prensipleri soğutmadır. Boğma ve zincirleme reaksiyonu kırma prensipleri ile de söndürülebilir. Bu yangını en etkili şekilde söndürebilecek madde sudur. Bunun yanında KKT, CO_2 ve köpüklü yangın söndürücülerde kullanılabilir. Fakat korlu yangınlarda daima su ile soğutmaya gereksinim duyulur (Bilim, 2009).

2) B Sınıfı Yangınlar (Sıvı Madde Yangınları)

Yanıcı özellikteki tüm sıvılar bu grupta yer alırlar. En temel özellikleri korsuz alevli bir şekilde yanmalarıdır (Güleç, 2013). Bu tür yangınlar hava ile teması kesip boğma tekniği ile söndürülür. Hava ile teması kesme işleminde köpük, buhar ve sis kullanılır. Temel söndürme prensipleri boğma ve bu işlem için kullanılacak temel söndürme maddesi ise köpüktür. Yangının başlangıç aşamasında olması veya küçük çaplı bir yangın olması durumunda söndürücü olarak CO2, halon gazlı ve kuru kimyevi tozlu söndürücüler kullanılabilmektedir. Bu grup yangınlarda yangın üzerine su dökülmemesi gerekir. Su yanıcı maddenin çevreye yayılımına sebebiyet verir (Bilim, 2009).

3) C Sınıfı Yangınlar (Gaz Yangınları)

Yanıcı olan gaz maddelerinin oluşturduğu yangın çeşididir. (Örneğin; metan, propan, bütan, LPG, asetilen, havagazı, doğalgaz ve hidrojen vb.) Bu türün en temel özelliği patlamasıdır.

Gaz halindeki yanıcı maddelerin oluşturduğu yangınlardır. LPG, hidrojen, metan, propan, bütan gibi gazlar örnek verilebilir (Güleç, 2013). Bu tür yangınların söndürme işleminde KKT, CO_2, halon gazı, su sisi ve köpük kullanılabilir. Bu tür yangınların müdahalesinde önce gaz akışı kesilir daha sonra söndürme işlemine geçilir. Bu sıralamanın sebebi, yangın söndürülürken gaz akışı devamında gaz hava ile karışır ve en küçük ısı kaynağı ile patlamaya neden olur. Bundan dolayı gaz yangınlarına gaz akışı kesilene kadar müdahale edilmemelidir (Bilim, 2009).

4) D Sınıfı Yangınlar (Hafif Metal Yangınları)

Yanıcı hafif metal yangınlarıdır. Hafif ve aktif metaller ile radyoaktif maddeler bu grup yangın sınıfında yer alırlar. Örnek olarak lityum, sodyum, çinko, titanyum, magnezyum verilebilir. Boğma yöntemi ile söndürme işlemi gerçekleşir. Bu yangın türünde su kesinlikle kullanılmamalıdır. Bu yangınlar çok yüksek sıcaklıklarda meydana geldiği için suyun bileşenlerine ayrılmasına neden olur ve bunun sonucu olarak hidrojen gazı açığa çıkmasına neden olur. Karpit su ile tepkimeye girerek asetilen gazını oluşturur. Bu olgular yangın büyümesine ve patlamalara neden olur. Yanıcı metal tozları hava ile karıştıklarında ufak bir ısı ile temasa geçince güçlü patlamalar oluşturur. Temel söndürme maddesi alkali borat bazlı D tipi kuru kimyevi tozdur. Bunun yanı sıra NaCl, $NaHCO_3$, MgO veya bunların karışımı da kullanılabilir (Bilim, 2009).

5) E Sınıfı Yangınlar (Elektrik Yangınları)

Bu yangın türü akım taşıyan kablo, elektrik motoru ve elektronik cihazlardan ortaya çıkan yangınları içermektedir. Elektriğin buradaki tek etkeni, yangının başlamasına neden olur. Başlayan yangın ile ortamdaki yanıcı maddelerin cinsine bağlı olarak A, B, C, D yangın sınıflarına dönüşmektedir. Bu yangınlarda kullanılacak yangın söndürücülerinin elektrik akımını iletmemesi gerekmektedir (Güleç, 2013). Elektrik kaynaklı yangınların nedenleri ve bu kaynaklı oluşan yangınların söndürülmesinde kullanılacak söndürücüler ilerleyen bölümde detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

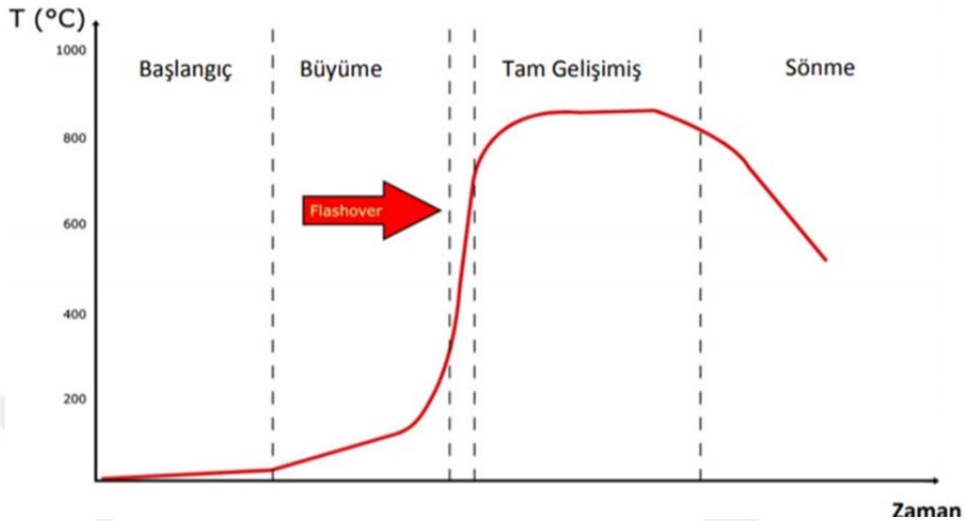
2.1.2. Yangının Gelişim Aşamaları

Yangının meydana gelmesi için yangın üçgeni bileşenlerinin aynı ortamda bulunması gerekmektedir. Bazı yerlerde tutuşabilen malzeme sayısı fazla olur ve bu malzemeler havadaki oksijen ile temas halindedir. Yangının oluşması için tek eksik olan yeterli ısıdır. Böyle ortamlarda ısı kaynağının tutuşabilir malzemeden uzak tutulması gerekmektedir. Yangın ortamında oksijenin yetersizliği veya yanıcı

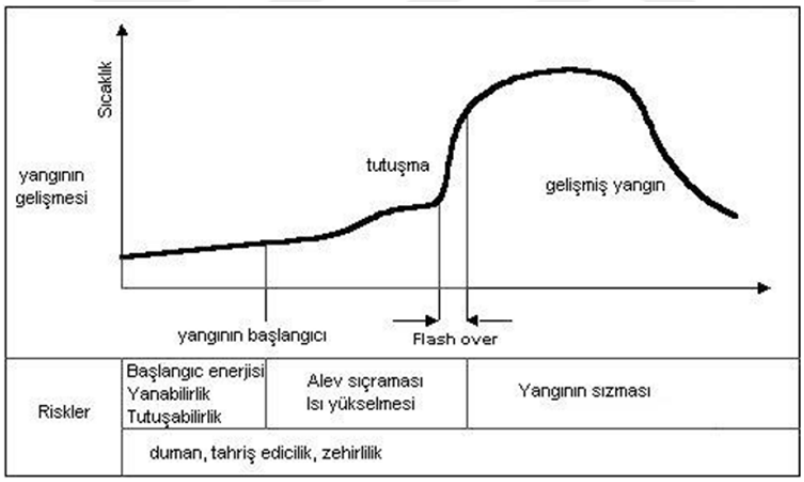
maddenin ortamdan uzaklaşması yangının ilerlememesini sağlar (Genç ve Pekey, 2014).

Isı transferinin 3 temel mekanizması vardır. Bunlar iletim (conduction), taşınım (convection) ve ışınımdır (radiation). İletim mekanizması, katılar içindeki geçiştir ancak sıvılar ve gazlar içinde de olur. Taşınım mekanizmasında ise ortamında harekete eklendiği bir ısı transfer şekli olduğu için sıvılara ve gazla özeldir. Işınım mekanizması, ısı kaynağıyla etkisi altında olan maddeler arasında aracı ortama ihtiyaç duymadan ortaya çıkan bir ısı transfer şeklidir. Kapalı ortamlardaki yangının davranışı açık ortamdakilere göre farklılık gösterir. Yangın üzerinde bulunan tavan, ısı ışınımının yanıcılara geri dönüşünü artırıcı bir etkide bulunmaktadır. Bu etkiyi duvarlar da artırır. Kapalı bir ortamda ortaya çıkan bir yangın yeterli yanıcı ve havalandırma olması halinde, tutuşma sonrası bazı evrelere girer. Bu evreler: büyüme, durağanlık ve soğuma evreleridir. Bir yangının tutuşmadan itibaren sıcaklık derecelerinin zamana bağlı değişimini anlatan yangın gelişim eğrisi mevcuttur. Bu eğriler yangında değişen durumları yansıtmaktadır. Değişen bu durumları ele alan eğriler yangın bilimciler için oldukça faydalıdır. Gelişim tutuşma anından başlayıp bütün yanıcıların alev almasına kadar sürer.

Tutuşma sonrasında yanan maddenin yaymış olduğu buharlar, onların yayıldığı yüzeyin yakınında yanarlar. Havalandırma genelde bu işleme gerektiğinden fazla oksijen sağlamaktadır. Yanma hızı yanıcının yüzey alanı ile denetlenmektedir. Yangının gelişme evresinin gelişimi birçok faktöre bağlıdır ancak alevler tavana ulaştığında kritik ana ulaşılmış olunur. Alevlerin tavana çarpıp saçılmasıyla yüzey alanı daha fazla artar. Bunun sonucunda ısı miktarında da hızlı bir şekilde artış görülür. Eşyalarla dolu bir evde oluşan yangın sonucu odanın tavanındaki sıcaklık yaklaşık olarak 550 °C'ye ulaşabilmektedir. Bununla birlikte diğer yanıcılar hızlı bir şekilde yangın noktalarına (fire point) ulaşırlar ve 3-4 saniye'de tutuşurlar. Bu ani geçiş flashover olarak adlandırılır ve bu durum yangının durağan evreye başladığının habercisidir (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3).



Şekil 2.2. Hava Almış Yangın Gelişimi (Lambert, 2011)



Şekil 2.3. Yanmanın Temel Diyagramı (Şengöz, 2011)

Gelişim aşamasında havalandırma yeterli değil ise ve oksijen sınırlaması mevcutsa yangın flashover evresine geçemeyebilir. Bu durumda yangın ya tamamen sönebilir ya da için için devam edebilir. Bu derece bir yangın ortamın alevlenici buharla dolmasına neden olur ve bu durum oldukça tehlikelidir. Dolan buharlar oksijen ile temas haline geçince bir alev püskürmesi oluşur. Bu durum

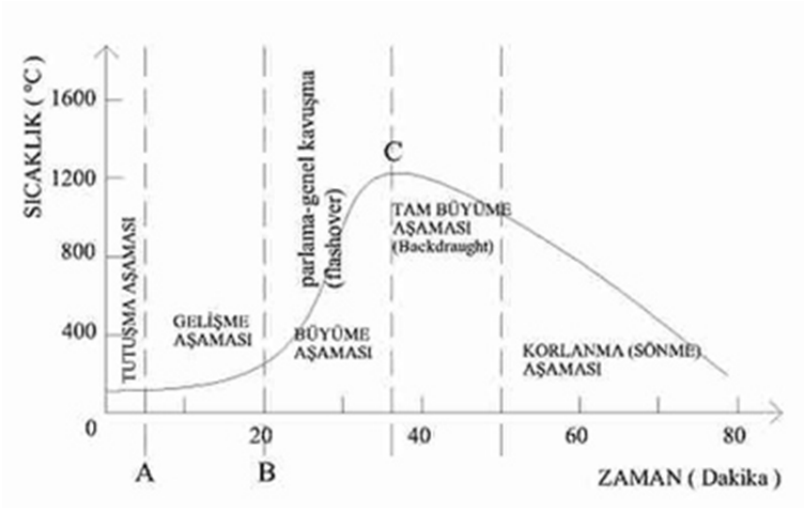
geri tepme (Backdraft) olarak bilinmektedir. Bu durum itfaiyeciler için çok tehlikeli bir durum olduğundan itfaiyeciler kapalı veya yarı kapalı ortamlara müdahale etmek için girmeden bu ortamlarda yüksek seviyede ve denetimli bir havalandırma sağlandığından emin olunmalıdır. Kapalı bir ortamda meydana gelen yangının durağan evresindeki alevli yanma ortamın tümünü kaplar. Yanma hızı, havalandırma seviyesi ve ortamda bulunan yanıcı miktarı ile belirlenir. Son evre olan soğuma evresinde bütün yanıcı maddeler tükenir ve yangın sönmüş olur (Sertkan, 2008).

Yangın anında henüz tutuşmamış yanıcı maddeler ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Yangının yayılma durumu ilk tutuşan maddenin yanma boyutuna ve çevresinde bulunan yanıcı maddelere bağlıdır. Sıcak duman katmanı ışıma ile ısı iletiminde en önemli durumdur. Ortamda tüm tutuşabilir yüzeylerin aynı anda tutuşmasını, yeterli şiddette ışıma sağlayabilir. Bu süreç büyüme olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda ısının yayılması hızlı bir şekilde artacaktır. Bu aşama yangının söndürülmesinde çok kritik bir aşamadır. Bundan dolayı yangının erken söndürülebilmesi için yangının en erken şekilde fark edilmesi gerekmektedir. İnsanların yangın ortamından çıkarılması için en uygun evre yangının gelişme aşamasıdır. Gelişim nedenleri tam olarak bilinmeyen bina yangınları olabilmektedir. Bu tür yangınlarda gelişme parlamadan veya tutuşan malzemenin diğerine ilerlemesi şeklinde gelişebilir. Bu tür yangınların büyüklüğü ortamdaki oksijenin miktarı ile doğru orantılıdır.

Oksijen azaldıkça yangının gelişip büyümesi de azalır. Eğer oksijen miktarı sınırlandırılmışsa bu yangın, kontrollü yangın olarak adlandırılır. Kontrollü yangında yangın yavaş olacağından oluşacak karbondioksit ve su oluşumu da yavaşlayacaktır. Bunun yanı sıra duman ve yan ürün oluşumu meydana gelecektir. Bazen ise ortamdaki sıcaklık tutuşabilir maddeleri buharlaştırabilir fakat oksijen yokluğundan yanma meydana gelmez. Böyle bir durumda oksijen oranında aniden artış olursa buharlaşan yanıcı madde oksijen ile karşılaştığında hızla

yanabilmektedir. Bu tam büyüme aşaması olarak adlandırılır (Genç ve Pekey, 2014).

Sıcaklığın zamana bağlı artışı Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Grafiğe baktığımızda A evresi tutuşma aşamasını temsil etmektedir. A-B arasında gerçekleşen evrede ise yangının gelişme aşamasını görmekteyiz. Gelişme aşaması sırasındaki sıcaklık büyüme aşamasındaki sıcaklığa oranla daha azdır. Bununla birlikte ortamdaki canlıların ortamdan uzaklaşması için gelişme aşamasındaki zaman büyüme aşamasına nazaran daha fazladır. Büyüme aşamasından tam büyüme aşamasına geçişte yangın hızla gelişmektedir. Büyüme aşamasında ortamdaki bütün yanıcı maddeler yanar ve sıcaklık yakınındaki ortama da etki etmektedir. Tam büyüme aşamasında, büyüme evresi artık sona ermiştir. Oksijenin azalmasıyla birlikte yanma son bulup tam büyüme aşamasına geçer. Bu evrede ortamda hala tutuşmayan gazlar bulunur. Yanmanın son bulmasıyla birlikte sıcaklık azalır ve yangın korlanmaya dönüşür (Özberk, 2010).



Şekil 2.4. Yanma sürecinde sıcaklık-zaman ilişkisi (Şengöz, 2011)

2.1.3. Yangının Etkileri

Yangının oluştuğu ortamda şiddetine göre olumsuz etkileri vardır. Bu etki sadece çıkmış olduğu ortama değil insan üzerinde de olabilmektedir. İnsanlar üzerindeki etkisi sıcaklık, duman ve zehirli gaz etkisi olarak sayılabilmektedir.

2.1.3.1. Sıcaklık Etkisi

Güvenli kaçış ve ekiplerin yangına müdahalesinde ortamın sıcaklığı ve ışınım ısı akısı büyük önem arz etmektedir. Sıcak metaller deride kalıcı yanıklara neden olurlar. Deride yanıklara sebep olan bir diğer etki ise ışınım ısı akısının değeridir. Eğer bu değer 2,5 kW/m^2 şiddetinde veya daha fazla ise yanıklara neden olur. Bundan dolayı tasarımlarda bu değer üzerine çıkılmaması gerekmektedir. Ayrıca solunan sıcak hava solunum yollarının tahrişine neden olur ve kalıcı ödeme sebebiyet verir. Bu nedenden dolayı tasarımlardaki sıcaklığın sınır değerinin 120 °C olmasına dikkat edilmelidir. Bazen bu duruma dikkat edilse bile havada ki bağıl nem ve solunum süresinin uzun olması sebebiyle düşük sıcaklıklarda da tehlike oluşabilmektedir (Genç ve Pekey, 2014).

2.1.3.2. Duman Etkisi

Bir malzemenin pirolizi veya yanması esnasında da, havada uçuşabilen katı, sıvı ve gaz tanecikler ortaya çıkmaktadır. Dışarıdaki taze hava ile alev etrafından genişleyen bu yapının karışımı duman olarak nitelendirilmektedir. Dumanın insan sağlığı üzerine olumsuz etkisi uzun zamandır anlaşılmış bir olgudur. Dumanın insan üzerindeki etkisini 2 şekilde görmek mümkündür. Bunlardan biri dumanın zehirlilik ile öldürücü etkisidir. Diğer etki ise dumanın diğer ölümcül etkileridir. Yani dumanın insan üzerindeki tehlikesi, zehirleme etkisi, dumanın konsantrasyonu ve insanın o ortamda bulunma süresine bağlı olarak değişebilir. Duman etkisinin bazı sonuçları uzun süre teneffüs etme ile artarken bazen de anlık solumayla etkisini ortaya koyar (Genç ve Pekey, 2014).

2.1.3.3. Zehirli Gaz Etkisi

Zehirli gazların etkilerini, tahriş edici gazlar, boğucu ve öldürücü gazlar olarak incelemek mümkündür.

Tahriş edici gazlar: İnsan vücudundaki esas etkileri solunum yolu, gözler ve deri kaynaklıdır. Gazların etkileri genellikle geç anlaşılır. Tahriş edici gazların ilk semptomları: öksürme, gözde yaşarma, burunda akıntı ve bunalma hissiyatıdır. Bu duruma maruz kalan kişiye müdahale edilirken bulunduğu ortamdan uzaklaşması sağlanmalı ve saf Oksijen verilmelidir.

Boğucu ve öldürücü gazlar: boğucu gaz olarak Klor (Cl_2), Fosgen ($COCl_2$), Karbonmonoksit (CO), Karbondioksit (CO_2), Diazotoksit (NO_2), Nitrikoksit (NO) sıralanabilir. Bu gazların kişideki etkisi zehirlenmeye sebebiyet verir. Zehirlenen kişilerdeki belirtiler yüz renginin kül rengi ya da mosmor olmasıdır. Bu belirtilerin ardından etki ölümle sonuçlanır. Bu gazlara maruz kalmış kişilere müdahale yapılırken kişinin bulunduğu ortamdan hızlı bir şekilde uzaklaşmasını sağlamak ve temiz hava solumasını sağlamaktır. Eğer kişi solunum yapmıyorsa suni solunum ile müdahale yapılmalıdır. Kişinin şoktan korunması için üzerinin örtülü olması gerekir. Karbonmonoksit (CO) ise kanı zehirleyen başlıca gazlardandır (Genç ve Pekey, 2014).

2.2. Yangının Yayılım Nedenleri ve Önlenmesi

2.2.1. Yangının Yayılımı ve Isı Transferi

Yangın, daima ısı üreterek zincirleme bir şekilde yanındaki yanıcı maddeleri tutuşma sıcaklığına getirip yangının büyüme ve yayılmasına neden olur. Fakat yangının başlangıç noktasından uzakta olan maddelerin tutuşma sıcaklığına ulaşmasıyla yangın başlayabilir. Yanma olgusunun değişkenlerinden olan ısı, çeşitli ortamlarda farklı biçimlerde transfer edilebilir. Bu transfer biçimleri; iletim(kondüksiyon), taşınım(konveksiyon) ve ışınım (radyasyon) olmak üzere 3 şekilde kendisini gösterir (Aslan, 2011).

1. Isı iletimi (kondüksiyon): Bir ortam içinde bulunan bölgeler arasında ya da direk fiziki temas halinde farklı ortamlar arasında, atom ve moleküllerin yer değişimi olmadan doğrudan temas sonucu ortaya çıkan ısı geçişidir. Termodinamiğin II. Kanunu ısının yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru bir yönelmede olduğunu belirtir. Kinetik teori maddenin sıcaklığının, maddeyi meydana getiren molekül ya da atomların ortalama kinetik enerjileri ile orantılı olduğunu belirtmektedir. Kinetik enerjinin fazla olması iç enerjinin de fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bir ortamdaki moleküllerin kinetik enerjileri sıcaklık farkından ötürü etrafındaki moleküllerin kinetik enerjilerinden daha fazlaysa, enerji akışı fazla olan yerden az olan yere doğru iletilir. Isının farklı malzemeler üzerinde iletim oranını etkileyen bazı faktörler bulunur. Bunlar: malzemenin kalınlığı, kesit alanı, malzemenin ısı iletkenliği, ısı akış süresi gibi faktörlerdir (Tesisat, 2016).

2. Isı taşınımı (Konveksiyon): Hareketsiz bir yüzey ile üzerinden geçen hareketli akışkan arasındaki ısı alışverişi ısı taşınımı olarak tanımlanır. Bu olayda hareketsiz yüzey ile hareketli akışkan arasındaki sınır tabakada oluşan sıcaklık farkından dolayı bir ısı iletimi oluşur. Buradan yola çıkarak ısı taşınımının ısı iletiminin bir türü olduğunu söyleyebiliriz (URL-2).

Yangın anında ısınan hava yangından uzağa yayılarak taşınır. Yayılım kapılara, perdelere boşlulara ulaşır. Yangın esnasında ısı kaynağından yükselen alevler tavanla temasa geçerler. Sıcak dumanlar tavanın bütün yüzeyini ısıtırlar. Ulaşabilecekleri son noktaya kadar ortamdaki tüm yanıcı maddeleri tutuşturabilmektedirler (Aslan, 2011).

3. Işınım (Radyasyon): bir cismin oluşumunu sağlayan elemanter taneciklerin ısıl hareketleri, elektromagnetik ışıma biçiminde enerji netleşmelerine neden olur. Sıcaklık artışıyla taneciklerin hareketi ve bununla birlikte ışıma şiddeti artar (Tesisat, 2016).

Yangın esnasında sıcak yüzeylerdeki ısının yayılmasında, yanıcının yüzeye olan uzaklığı önem arz etmektedir. Bunun yanında ışımaya maruz kalan madde, yüzey renginin beyaz, siyah, gri olmasıyla birlikte bu yayılımdan etkilenir.

Yalnızca hava gibi renksiz gazlar geçirgen özelliktedir. Pek çok yangın olayında ışınım, yangının yayılmasında ve gelişmesinde güçlü bir etken olmuştur (Aslan, 2011).

2.2.2. Yangın Çıkış Nedenleri

Yangın çıkış nedenlerini korunma önlemlerinin alınmaması, bilgisizlik, ihmal, kazalar, sıçrama, sabotaj, doğa olayları başlıkları altında incelemek mümkündür.

1. Korunma Önlemlerinin Alınmaması

Yangın çıkış nedenlerinin en önemli faktörüdür. Yangın, elektrik kontağı, ısıtma sistemleri, LPG tüpleri, parlayıcı ve patlayıcı maddelerin yeterli korunmamasından dolayı meydana gelmektedir (URL-3). Özellikle büyük yerleşim bölgelerinde, ev ve iş yerlerinde meydana gelen yangınların büyük bölümü elektrik ve LPG tüplerinin yanlış kullanımından kaynaklanmaktadır. Elektrik enerjisi kısımlarının teknik şartlar doğrultusunda yapılmaması da yangını meydana getiren bir diğer nedendir (Aslan, 2011). Dolayısıyla elektrik enerjisi kısımlarının teknik şartlara uygun yapılması, LPG tüplerinin doğru bir şekilde kullanılması, bacaların temizlenmesi ve parlayıcı patlayıcı maddeler için önlemler alınması durumunda yangın olgusu büyük oranda azalacaktır (URL-3).

2. Bilgisizlik

Yangının önemli nedenlerinden biri de yangın oluşumuna karşı alınabilecek önlemlerin nasıl alınabileceğini bilmemek ve bu konuda gerekli eğitimden geçmemektir. Elektrikli cihazların yanlış kullanımı, soba ve kalorifer gibi sistemlerin yanlış konumlandırılması, tavan arası ve çatı bölümüne yanıcı eşyalar koymak yangın oluşumunda etkilidir. Yanığını önlemek ve oluşan yangını söndürebilmek eğitim ve bilgilenmeden geçer (Aslan, 2011).

3. İhmal

Kişilerin seyahat, tarımsal, piknik gibi her türlü sosyal ekonomik olan faaliyetlerinin sonucunda meydana gelen orman yangınlarının nedeni dikkatsiz davranışlar ve yangının meydana gelmesini önleyecek hususları ihmal etmeleridir. Ülkemizdeki orman yangınlarının istatiksel sonucu olarak orman yangınlarının çıkış nedenleri %59'luk bir değer ile ihmal ve dikkatsizliktir (Özten, 2016).

4. Kazalar

Bazı durumlarda istem dışı olaylar meydana gelir ve bunlar yangın nedeni olabilmektedir. Örnek olarak kalorifer kazanının patlamasını, elektrik kontağını verebiliriz. Fakat kendiliğinden oluşan tüm olaylar ilk alınması gereken önlemlerin alınmamasından kaynaklanmaktadır. Bu olgu da bilgisizlikte rol oynamaktadır (Aslan, 2011).

5. Sıçrama

Kontrol altına alınan ya da alınmayan bir yangın ihmal ya da bilgisizlikle sıçrar. Sıçrama sonucu yangın yayılır veya parlayıp patlayarak yangın boyutunun büyümesi gerçekleşebilir. Bu sebepten dolayı böyle olaylar karşısında dikkatli olmamız gerekmektedir (Aslan, 2011).

6. Sabotaj

Kişilerin zarar verme çabaları, kötü niyetleri, isteyip bilerek orman yangınlarını başlatmaları bu grupta yer alır. Bu yangınları başlatacak kişiler terör, kundaklama ve açma nedenlerinden yangını çıkarabilirler. Ülkemizde orman yangınlarının %12'si sabotaj kaynaklıdır (Özten, 2016).

7. Doğa olayları

Doğal olarak oluşan yangınların çıkış nedenidir. Yıldırımı bu yangınlara örnek olarak verebiliriz. Ülkemizdeki orman yangınlarının %9'u doğal olayların neden olduğu yangınlardır (Özten, 2016).

2.2.3. Yangını Önlemeye Yönelik Tedbirler

40 yıl yürürlükte kalan İSİG Tüzüğünün Beşinci Kısmı: "İşyerlerinde İş Kazalarını Önlemek Üzere Alınacak Güvenlik Tedbirleri ve Bulundurulması Gereken Araçlar" şeklindedir. İlk sırada ise: "1- İşyerlerinde Yangına Karşı Alınacak Güvenlik Tedbirleri (109. ila 141. Maddeler) yer almıştır. Görüldüğü gibi yangın tehlikesi en başta ele alınmıştır. Gerçekten de işyerlerinde sağlığı ve güvenliği tehdit eden en önemli tehlike yangındır. Yangın aynı zamanda bir acil durum olayıdır. Ayrıca afete dönüşme kabiliyetine sahiptir (URL-4).

Yangın güvenliğinin gerçekleştirilmesini sağlayan tasarımcı kişiler için en basit ve etkili yol, yangın çıkışlarına engel olmaktır. Bu yolun başarılı bir şekilde sonuçlanmasıyla diğer yollara başvurma gereği kalmaz. Yangın oluşumuna engel olmada 2 yol izlenir ve bu yollar yangın üçgeni ile alakalıdır. Yangın üçgenini meydana getiren bileşenler ısı kaynağı, yanıcı madde ve oksijendir. İçerisinde yaşamış olduğumuz yapılarda oksijenin daima var olduğunu düşündüğümüzde yangına engel olmanın, üçgende yer alan diğer 2 bileşen üzerine yoğunlaştığını görürüz. Yani tutuşmanın önlenmesi ve yanıcı miktarların kısıtlandırılması, yangına engel olmada uygulanan ikiz yollardır (Aslan, 2011).

2.2.3.1. Tutuşmanın Önlenmesi

Tutuşmanın aza indirilmesinde tasarlayıcı kişilerin yapması gerekli 2 unsur vardır. Bunların ilki önceden tahmin edilebilen tutuşabilen kaynakları tasarım dışına almak, bir diğer unsur ise tutuşma riskini yok edebilecek nitelikte bir yapı idaresi imkanı sağlamaktır. Tasarımcının ilk ihtiyacı, belli yapı tiplerinde ekseriyetle gerçekleşebilen tutuşma risklerini, yani engellenecek düşmanın bilinmesidir. Tutuşmanın gerçekleşmesinde etkili 4 ana grup vardır. Bunlar (Aslan, 2011):

- Doğal olaylar
- Dikkatsizlik
- Teknolojik kusurlar
- Kasıtlı yangın çıkarma

2.2.3.2. Yanıcıların Kısıtlandırılması

Yanıcı maddelerin sınırlandırılması, tutuşmaya engel olmada olduğu gibi dizayn ve idare sürecinde tahmin edilebilecek önlemlerin alınmasıyla sağlanır. Fakat yapının idaresi ve kullanımı, tasarlayan kişilerin hedeflediği şekilde icra edilemiyorsa yangını önlemede uygulanacak önlemler yeterli olmaz. Bundan dolayı tasarımın idareden ayrılması çok zordur ve ikisi birlikte düşünülmelidir. Yanıcı madde miktarı sınırlandırılması, yangının meydana getireceği tehlikelerin aza indirilmesinde 2 açıdan yardım sağlar. Bunlar:

- Yanma sonucunda ısı üretip yangını besleyerek yangının büyümesini gerçekleştirecek olan yanıcı madde miktarının kontrolü yapılmış olur. Bu durum, yanıcıların yangın yükü olarak adlandırılır.
- Yanma sonucu meydana gelecek duman oranı kontrol altına alınmış olur. Yanıp duman etkisi yaratacak olan potansiyel yakıt oranı genellikle duman yükü olarak adlandırılır. Fakat maddelerin ürettikleri dumanın tipik özelliklerine bağlı olan duman yükü, yangın yükünde faklı olabilir. Yani bir ürünün meydana getirdiği düşük duman yükü, yüksek yangın yüküne veya tam tersi olarak meydana gelen yüksek duman yükü, düşük yangın yüküne sahip olabilir (Aslan, 2011).

2.2.3.3. Yapıda Yangın Güvenliği Hedefleri

Tasarımcının uygun seviyede yangın güvenliğini içeren yapılar dizayn etmesindeki amaçları, yanma sonucu meydana gelen ürünlerden yani esasta ısı ve dumandan kaynaklanan tehlikeleri aza indirip can ve mal güvenliğini mümkün

kılmaktır. Tasarımcı, amaçlar ve bunların sağlanmasına yardımcı olan yolları bilmelidir.

Bu amaçlara ulaşmada özel yollar ile alınan önlemler ise yangın güvenliği komponentlerini meydana getirmektedir. Tasarımcının yangın güvenliğini oluşturmadaki amacı, yapı içinde ve çevre ortamlarda meydana gelebilecek yaralanma ve can kayıpları ile yapı ve içinde bulunan eşyalarda oluşabilecek yıkım ve kaybı katlanılabilir sınırlar içerisine almaktır. Tasarımcı, yangından sonra yapının fonksiyonunu olabildiği kadarıyla devam ettirmesini ve restore edilmesini sağlamaya çalışmaktadır. Yapının, yangın savaşım faaliyetleri süreci boyunca güvenlikli kalması gerekir. Bunun yanında çevre ortamlarda bulunan yapılara gelebilecek zarar kadar çevre kirliliği ihtimalinin de düşünülmesi zorunludur.

Yanma sonucu açığa çıkan iki temel ürün, açıklanan iki hedefle doğrudan bağlantılıdır. Can güvenliğinin sağlanmasında kişilerin duman ve ısından korunmaları, mal güvenliğinin sağlanmasında ise ısının yapıdan uzaklaştırılması gerekir. Fazlasıyla kolaya indirgenen bu tanım tasarımcılara sağlamaları gereken amaçların ve uzak durmaları gereken tehlikelerin kısa özetini sunmaktadır (Aslan, 2011).

2.2.3.4. Yapıda Yangın Güvenliği Taktikleri

Yangın güvenliğinin amaçlarını sağlamada tasarımcı için 5 taktik vardır bunlardan kısaca bahsedecek olursak;

1- Önleme; tutuşma ve yanıcı maddelerin kaynakları kontrol altına alınarak yangının meydana gelmesinden korunmak.
2- Haberleşme; tutuşmanın meydana gelmesi halinde kullanıcıların uyarılarak herhangi aktif yangın koruma düzeneğinin devreye sokulmasını sağlar.
3- Kaçış; yapı içerisinde ve çevre ortamlarda yer alan kişilerin ısı ve dumandan etkilenmeden güvenli yerlere gidişini sağlamak.

4- Sınırlama; can kaybı ile yapı hasarının en düşük seviyeye indirilmesi için yangın boyutunun olabildiği kadar küçük boyutta kalmasını sağlamak.
5- Söndürme; yangın oluşumunun hemen söndürülmesi ile sonuçta mal varlığı kayıplarının en düşük seviyede kalmasını sağlamak.

Mantıklı bir sıralama içerisinde düşünüldüğünde bu 5 taktikten ilk sıra olanının "önleme" olacağı açık bir şekilde bellidir ve eğer yalnızca bu yol başarısızlıkla sonuçlanırsa diğer yollara başvurulur. Belirtilen 5 taktik, tasarımcının çalışacağı ana çerçeveyi şekillendirmektedir. Bu unsurlara önem verilerek dizayn edilen bir yapı, uygun seviyede yangın güvenliğine sahiptir diyebiliriz (Aslan, 2011).

2.3. Elektrik Kaynaklı Yangınlar ve Sebepleri

Dünya genelinde farklı ülkelerdeki itfaiye birimlerinin ellerinde sahip oldukları verilerin araştırmacılar tarafından incelenmesi sonucu, oluşan yangınların yaklaşık olarak %25'inin elektrik nedenli olduğu belirtilmektedir. Bu yangınların sonucunda ciddi mal kayıpları hatta yaralanmalar ve ölümler meydana gelmektedir (Şengöz ve Merdan, 2011). Oluşan bu yangınlar araştırmacılar tarafından incelendiğinde elektrik kaynaklı yangınları 5 grupta toplanabileceğini belirmişlerdir. Bu 5 gruba bakacak olursak;

1. Herhangi sebebe bağlanmayan fakat yalnızca elektrik kaynaklı olduğu düşünülen elektrik kaynaklı yangınlar,
2. Elektrik donanımından kaynaklı olduğu düşünülen elektrik nedenli yangınlar,
3. Elektrik dağıtım düzeneğinde kullanılan koruma elamanlarından kaynaklı olduğu düşünülen elektrik nedenli yangınlar,

4. Elektrikli ev cihazlarından kaynaklı olduğu düşünülen elektrik nedenli yangınlar ve
5. Doğal afetlerden (sel, yıldırım, deprem vb. gibi) kaynaklı olduğu düşünülen elektrik nedenli yangınlardır (Şengöz, 2011).

İngiltere, ABD ve Kanada'da yapılmış olan çalışmalarda elektrik kaynaklı yangınların nedeni, elektrik arkları olarak belirtilmiştir (Şengöz ve Merdan, 2011).

2.3.1. Yaşam ve Çalışma Sahalarında Kullanılan Elektrik Enerjisinin Yangınlara Neden Olması

Yangın üçgeni konusundan bahsedilirken yanıcı madde, ısı ve oksijen üçlü grubunun bir arada olduğu ortamda başlangıç enerjisinden de bahsedilmişti. Bu başlangıç enerjisi gerek elektrik enerjisinin dağıtımında gerekse dağıtımdan sonraki tüketim bölgelerinde kullanılan kablo, buat, priz, koruma elamanı ve elektrikli ev aletleri gibi değişik sebeplerden dolayı meydana gelen ve zamanında fark edilemeyen arızalardan ötürü meydana gelen arklar tarafından sağlanır (Şengöz ve Merdan, 2011).

2.3.2. Ark Nedir

Arkı mavimsi tonda bir elektrik boşalması olarak tanımlayabiliriz. Normal koşullarda elektrik akımı iletken kablodan akar. Akımın iletilmesi ve akım çevrimi olması için iletken bir tel ve bir üreticiye ihtiyaç vardır. Telin her iki ucunda elektrik enerji üretici gerilim farkı meydana getirir. Başka bir deyişle telin bir ucu + diğer ucu – olarak yüklüdür ve bu iki uç arasında gerilim farkı yani potansiyel fark mevcuttur. Mevcuttaki potansiyel fark ne kadar büyük olursa akımda aynı oranda büyük olur. V = I x R eşitliğinden de bunu görmemiz mümkündür. Direncin (R) sabit olduğunu kabul edersek akım (I) arttığında potansiyel farkın (V) da artacağını görmekteyiz. Fakat akımın meydana gelebilmesi için iletken bir tele ihtiyaç vardır.

Standart koşullarda bir kutbu + diğeri – olan iki teli yakınlaştırıldığında hava iletken işlevde olmadığı için akım meydana gelmeyecektir. Fakat gerilim yeteri büyüklükte ise havanın iletkenlik direnci aşılır. Hava iletken duruma gelir. Ortamda iletken bir tel bulunmadan akım bir uçtan diğerine akacaktır. Bu sırada büyük bir enerji meydana gelir. Meydana gelen bu enerji ark olarak adlandırılır (Bilim, 2018).

2.3.3. Arklar Nasıl Meydana Gelir

Arkların oluşması için iletken üzerinde bulunan yalıtım kılıfların aşınması gerekir. Bu bağlamda araştırmacılar genel olarak bu durumu 5 faklı durumda incelemiştir.

2.3.3.1. İletkenin Dış Etkenlerden Etkilenmesi

Dış ısı kaynakları, iletken özellikteki kabloların yalıtım malzemesinin eriyip iletkenlerin ortaya çıkmasına sebebiyet verirler. Ortaya çıkan bu iletkenler mevcut yerlerinde aralarında veya toprağa kaçak yaparken ark oluşturmaya başlarlar. Kablolardaki iletkenler nem veya onarım esnasında kullanılan el cihazlarından hasar alabilirler. Genelde bu hasarlar fark edilmez ve bu durumda iletkenlerin hasar aldığı bölgeden ark oluşturmasına sebebiyet verir. Havai hat iletkenleri, güçlü rüzgar ile karşı karşıya kalıp temas sonucu ark oluşturur (Şengöz, 2011).

2.3.3.2. İletkenden Aşırı Akım Geçmesi

Elektrik devresinden; kablonun alabileceğinden daha fazla akım geçmesine sebep olacak kadar büyük yük, bu sırada tesisat ve cihazları savunacak koruma elemanlarının çalışmama durumu veya bunların yanlış hesabı, koruma elamanları üzerine birden daha fazla yük bağlama, kullanılan teknolojiye uygun olmayan tesisatın bulunması, tüketilmesi gereken güce göre yanlış proje uygulanması gibi olgularda aşırı akım geçişi meydana gelir (Şengöz, 2011).

2.3.3.3. Tesisatın Montaj, Bakım ve Onarım Hataları

Klemens kutularında gevşek bir şekilde bağlanan vida ark oluşum sebeplerinden biri olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra montaj esnasında uygulanan kuvvetin fazla olmasıyla yapılan vidalama işlemlerinden ötürü malzemede meydana gelen ve fark edilmeyen çatlaklar da ilerleyen zamanda ark oluşum sebebi olarak görülmektedir. Meydana gelen bu arklar ciddi yangın oluşumlarına sebebiyet verebilmektedir (Şengöz, 2011).

2.3.3.4. İletkenler Arasındaki Boşluklarda Meydana Gelen Arklar

Prizlerde veya çoklu prizler kullanılarak takılan aletlerin çekmiş oldukları akımların fiş yuvalarında oluşturdukları ısılar, prizler üzerinde fiziksel bozulmaya sebep olurlar. Bu bozulmalardan ötürü fiş ucuyla priz yuvası arasında oluşan boşluklarda arklar meydana gelir. Oluşan bu arklar prize takılı olan kablonun yanması ve etraftaki türlü yanıcı maddelerin de tutuşmasına yani yangına sebebiyet verir (Şengöz, 2011).

2.3.3.5. Yalıtım Eriyiklerinin Çeşitli Malzemeleri Tutuşturması

Kaldırabileceği kapasiteden daha fazla akım geçen kabloların yalıtım malzemeleri eriyip akmaya başlar. Bu sırada akan yalıtım eriyikleri çevredeki mevcut yanma ısısı düşük olan maddeleri tutuşturup yanmaya başlamasına sebep olur (Şengöz, 2011).

2.4. Yapılmış Çalışmalar

Aşağıda literatürde daha önce yapılmış risk değerlendirme çalışmalarına yer verilmiştir.

Coutin ve Guillou (2007), pano kapakları ile ilgili yaptığı çalışmada, kapakların açık ya da kapalı olmasının yangın üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde ettiği test sonuçlarına göre, harici bir nedenden meydana gelen yangın olayında pano kapağının kapalı durumda iken pano içerisindeki yangın yükünün %2 ile

%11'lik kısmının yandığını ve yangının kısa sürede kendiliğinden söndüğü gözlemlemiştir. Açık kapılı panolarda ise yangının birkaç dakika içerisinde tüm elektrik bileşenlerine sıçradığını ve pano içerisindeki yangın yükünün tamamının yanarak daha büyük bir yangını başlattığını yaptığı testlerle ispatlamıştır. Risk değerlendirmeleri sonucunda da 5 panonun 3'ünde pano kapakları riskli bulunmuştur. Bu konuda dikkatli davranılmadığı görülmüştür.

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

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

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

büyük bir yangın oluşacak ve yine bir pano yangını meydana gelebileceği sürekli vurgulanmıştır.

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

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

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

Lee ve arkadaşları (2016), literatürde elektrikten kaynaklanan yangınlar tartışılırken genellikle endüstriyel yangın incelemeleri ya da yüksek gerilim tesisat yangınları üzerinde odaklanıldığını ancak birçok yangın raporunun alçak gerilim kademesindeki binalarda meydana geldiği belirtmiştir. Elektrik yangınlarına bakıldığı zaman genellikle bina içerisinde alçak gerilimle çalışan panolarda yangın

olayı yaşandığını görmekteyiz. Saha çalışmasında incelenen panolar da bu gerilim kategorisinde yer almaktadır.

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

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

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

Mangs ve Keski-Rahkonen (1996), elektrik panolarının havalandırma sistemleri ile çalışmalar yürütmüş, kablo bağlantılarının ve pano içerisinin yanıcı partiküllere maruz kalmasını engellemek için farklı ortam şartlarına göre havalandırma sistemi ve uygun pano yapısının seçilmesini savunmuşlardır. Yapılan saha çalışmalarında da, pano içerisi temiz olmayan ve bu sebeple kolaylıkla ark yangınına yol açabilecek panolar olduğu görülmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş.

Tosyalı Toyo Çelik A.Ş, 24.10.03 Nace kodu ile (Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)) çok tehlikeli sınıfta yer alan bir işletmedir. İşletme; Türk çelik sektörünün lider üreticisi Tosyalı Holding ile Japonya'nın lider şirketlerinden Toyo Kohan ortaklığı ile 250.000 m^2 alan üzerine kurulmuş ve 2017 yılında üretime başlamıştır.

Yıllık 1.2 milyon ton haddeleme kapasitesi ile yaklaşık 800 kişinin çalıştığı tesislerde; teneke, galvanizli sac, boyalı sac, soğuk haddelenmiş sac ve asitli-yağlı rulo üretimi gerçekleştirilmektedir.

Ambalaj sanayiden elektrikli ev aletlerine, bilişim ürünlerinden inşaat sektörüne, beyaz eşyadan otomotive kadar geniş bir yelpazede kullanılan ürünler; sadece Türkiye'nin değil, Avrupa'dan Kafkaslar'a, Ortadoğu'dan Kuzey Afrika'ya uzanan geniş bir coğrafyanın ihtiyacını karşılamaktadır.

3.1.1.1. Üretim Hatları

PL-TCM (Pickling Line/Asitleme Hattı-Tandem Cold Mill/Sıralı Soğuk Hadde): Sıcak haddeden gelen yüzeyi tufal kaplı sacın yüzeyi tufallerden asit ile temizlenir. Haddeleme işlemine tabi tutularak; asitlenmiş, yağlanmış sıcak rulo veya müşteri talebine uygun genişlik ve kalınlıkta kenarı kesilmiş ve haddelenmiş soğuk rulo üretimi yapılan ünitedir. Yıllık 1.000.000 ton haddeleme kapasitesine sahiptir.

CGL (Continuous Galvanizing Line/Sürekli Galvanizleme Hattı): PL-TCM'den çıkan, asitlenmiş veya soğuk işlem görmüş ruloların yüzeyi galvaniz ile kaplanmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 450.000 ton'dur.

CCL (Color Coating Line/Boya Hattı): Bu hatta galvanizli düşük karbon ve yapı çeliklerinin yüzeyi boya ile kaplanmaktadır. Yıllık kapasitesi 200.000 ton'dur.

ÇSM (Çelik Servis Merkezi): Çelik servis merkezi dört hattan oluşmaktadır;

- Boy Kesme Hattı: Galvaniz kaplanmış veya boyanmış rulo mamuller, müşterinin isteği doğrultusunda boy kesilerek levha haline getirilmektedir. Yıllık üretim kapasitesi 120.000 ton'dur.
- Dilme Hattı: Galvaniz kaplanmış veya boyanmış rulo mamullere müşterinin isteği doğrultusunda dilme işlemi uygulanmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 150.000 ton' dur.
- Trapez Hattı: Galvaniz kaplı veya boyalı rulolardan trapez üreten hattır. Yıllık üretim kapasitesi 50.000 ton'dur.
- Teneke Makas Hattı: Teneke makas hattında, kalay kaplanmış rulo mamuller, müşteri isteği doğrultusunda boy kesilerek levha haline getirilir.

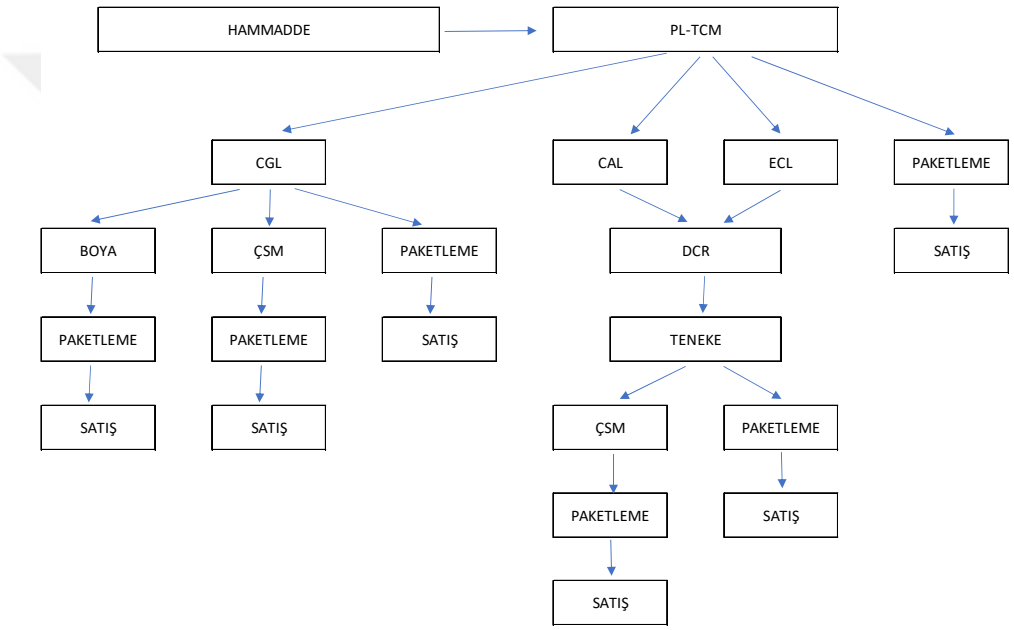
CAL (Continuous Annealing Line/Sürekli Tavlama Hattı): Soğuk haddeleme esnasında çelik levha üzerinde oluşan hadde yağı ve demir tozlarını gidermek ve çelik levhada oluşan gerilimleri gidermektedir. Tesis temizleme ünitesi, 2 adet akümülatör ve fırından oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 240.000 ton'dur.

ECL (Electrolytic Cleaning Line/Temizleme Hattı): Soğuk haddeleme esnasında çelik levha üzerinde oluşan, hadde yağı ve demir tozlarını gideren hattır. Tesis 2 adet spray tank, 1 adet elektrolitik temizleme tankı, durulama tankı ve kurutma ünitesinden oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 192.000 ton'dur.

BAF (Batch Annealing Furnace/Yığın Tavlama Hattı): Yığın tavlama ünitesi, soğuk haddeleme esnasında çelik levhada oluşan gerilimleri gidermek için kullanılır. Tesis 6 ısıtma ve 6 soğutma olmak üzere 12 kaideden oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 200.000 ton'dur.

DCR (Double Cold Reducing/Temper Hadde): Bu hatta, CAL ve BAF hatlarından gelen tavlanmış bobinlerin, nihai kalınlığa haddelenmesi ve/veya yüzey pürüzlendirilmesi yapılır. Yıllık üretim kapasitesi 303.000 ton'dur.

ETL (Electrolytic Tinning Line/Teneke-Kalay Kaplama Hattı): Kalay kaplama hattında, tavlama ve temperleme işlemi görmüş bobinlerin yüzeyi elektrolitik yöntemle kalay kaplanır. Yıllık üretim kapasitesi 255.000 ton'dur.



Şekil 3.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Proses Akış Şeması

3.2. Metot

3.2.1. Elektrik Yangınları

Amerika'daki NFPA (National Fire Protection Assosication) tarafından hazırlanan bir raporda, 2003-2007 yılları arasında meydana gelen elektrik nedenli 50.900 adet yangında 1440 vatandaşın yaralandığını, 490 kişinin hayatını kaybettiğini ve 1,3 milyar dolarlık hasarın meydana geldiğini açıklanmıştır. Aynı açıklamada yaşam alanlarındaki yangınların %5'ine priz ve anahtarların, %5'ine çamaşır makinelerinin ve %3'üne de sigorta benzeri koruma elemanlarının yol

açtığını kamuoyunun ilgisine sunulmuştur. Ayrıca söz konusu açıklamada, tanımlanamayan fakat elektriksel nedenlerle meydana geldiği düşünülen ortalama 22.000 yangında da 350 kişinin öldüğü, 880 kişinin yaralandığı ve 750 milyon dolarlık hasarın meydana geldiğini belirtilmiştir. NFPA tarafından yayımlanan başka bir raporda da Amerika'da her 86 saniyede bir ev yangının meydana geldiği ve 2015 yılında meydana gelen ev yangınlarının %13'ünün elektrik nedenli başladığı bilgisi yer almaktadır (Şengöz ve Merdan, 2017)

Elektrik, kullanıldığı her alanda faydalarının yanında belirli tehlikeleri de beraberinde getirmektedir. Bu tehlikelerin en önemlilerinden biri yangındır. İstanbul İtfaiyesi'nin istatistiklerine göre yangınların yaklaşık olarak %25'i elektrik sebeplidir. Bu, elektriğin çok ciddi bir yangın sebebi olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.1. İstanbul İtfaiyesi 2015- Ocak 2020 Arası Yangın İstatistikleri

Kaynak	YIL											
	2015		2016		2017		2018		2019		2020 Ocak-Şubat	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Sigara	10.532	39,0	11.341	39,7	8.420	33,6	7.153	35,0	9.201	40,8	1.131	32,2
Elektrik	6.564	24,3	6.155	21,5	6.259	25,0	5.442	26,7	4.780	21,2	950	27,1
Baca	1.185	4,4	1.093	3,8	1.100	4,4	858	4,2	840	3,7	232	6,6
Kıvılcım Sıçraması	1.021	3,8	1.122	3,9	1.178	4,7	1.208	5,9	1.214	5,4	221	6,3
Kasıt	2.058	7,6	2.729	9,5	1.981	7,9	1.486	7,3	1.749	7,8	218	6,2
Elektrikli Ev Aletleri	1.245	4,6	1.272	4,4	1.206	4,8	1.138	5,6	1.238	5,5	183	5,2
Kızışma (Yüksek Isı İle)	1.107	4,1	842	2,9	943	3,8	862	4,2	924	4,1	174	5,0
Tespit Edilemedi	956	3,5	1.060	3,7	1.824	7,3	647	3,2	1.129	5,0	177	5,0
Diğer	823	3,1	1.276	4,5	1.014	4,0	785	3,8	575	2,6	111	3,2
Çocukların Ateşle Oynaması	1.159	4,3	1.374	4,8	867	3,5	553	2,7	614	2,7	65	1,9
Parlama (Yanıcı Sıvı, Yemek Parlaması vb.)	328	1,2	322	1,1	281	1,1	284	1,4	282	1,3	50	1,4
Toplam	26.978	100,0	28.586	100,0	25.073	100,0	20.416	100,0	22.546	100,0	3.512	100,0

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası tarafından yayımlanan 2018 yılına ait endüstriyel yangınlar ve patlamalar raporuna göre son 1 yılda Türkiye'de en az 436 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 385'i endüstriyel yangındır. Bu yangınların çıkış sebeplerine bakıldığında ağırlıklı olarak elektrik kaynaklı olduğu görülmektedir. Rapora göre, bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 25 kişi hayatını kaybetmiş, 72 kişi yaralanmıştır. Yüzlerce kişi ise yangından sonra ortaya çıkan boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenerek tedavi görmüştür (Kuş, 2019)

Elektrik yangınlarından korunmak için öncelikle yangın risk analizi yapılmalı, henüz tasarım aşamasındayken kullanım amacına uygun malzeme ve ekipman seçilmeli, tesisat ve ekipmanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve uygun yangın koruma sistemi tesis edilmelidir. Elektrik odalarının, trafoların ve kabloların korunması için çeşitli yangın güvenlik sistemleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada, işletmede yangın risk analizi yapılmış ve elektrik sistemlerinin korunması için kullanılan; FM 200 Gazlı, Karbondioksitli ve Water Mist Otomatik yangın güvenlik sistemlerinin kullanım alanları ile maliyetleri karşılaştırılmıştır.

3.2.1.1. FM200 Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemleri

Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. işletmesinde kurulu olan sistemin, uygulama öncesinde kaçak testleri NFPA 12 kurallarına göre kendi test donanımları (Fire Safety Technology) ile sertifikalı personellerce sağlanmıştır.

Sistemlerin tasarımlarında ve hidrolik hesaplarında VDS (Alman yangın standardı) ve/veya UL (Underwriters Laboratories; ürün güvenirliği konusunda standartlar hazırlayan ve bu standartlar kapsamında ürünlerin güvenirliğini test eden bağımsız bir sertifikasyon kuruluşu) onaylı yazılımlar kullanılmıştır. Silindirler TPED (EN 13322-1) onaylı, kolektör imalatı ve boru montajları işçiliği CE sertifikalıdır. Silindirler 60 bar basınç altında, 50 litre'lik gaz kapasitesine

sahiptir. Montajlar, sertifikalı personel tarafından yapılmıştır. Tasarım, montaj testlerinde, NFPA 12 kuralları uygulanmıştır (Şekil 3.2).



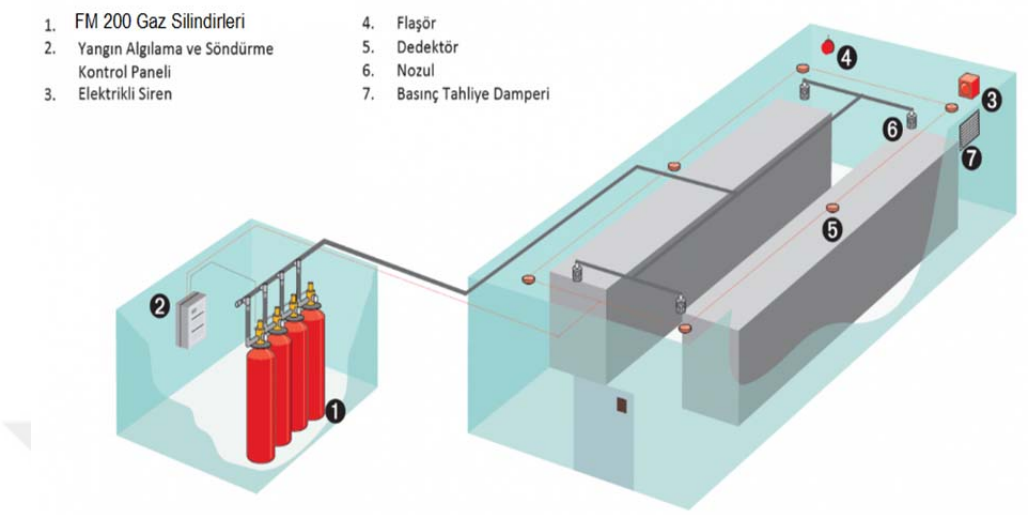
Şekil 3.2. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. FM 200 Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi

FM200 (HFC 227ea), 1942 yılından günümüze kadar hala ilaç sektöründe astım spreylerinde kullanılmaktadır. Hiçbir şekilde toksik etki göstermemektedir ve sağlığa zararlı değildir. Kimyasal olarak temiz ve asaldır. Tamamı buharlaştığından dolayı boşalım işleminden sonra artık bırakmaz (URL-5). Ortama 10 saniye sürede boşalmalıdır (Topal, 2016). Mevcuttaki aletler ile etkileşim içerisine girmez ve ozon tabakasına zarar vermez. FM200, Kyoto Protokolündeki küresel ısınma potansiyeli yanınım oranındadır (URL-5). Küresel ısınım potansiyeli 3300'dür (Topal, 2016). Elektriksel iletkenlik özelliği yoktur. 10 saniyede gazın bütünü

söndürme ortamına deşarj olup 15 saniye içinde yangın söndürme işlemi gerçekleşir. Deşarj sırasında büyük ölçüde sıcaklık düşüşü gerçekleşmez (URL-5). 25 ve 42 bar olarak temini sağlanmaktadır (Topal, 2016). FM200 söndürücüsünün kimyasal olarak söndürme performansını etkileyen faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlere bakacak olursak; FM200'ün söndürme alanına hızlı deşarjı, FM200'ün söndürme alanında hızlı bir biçimde sıvı halden gaz haline geçişinin tam olarak meydana gelmesi, FM200'ün söndürme alanında uygun ve hızlı bir şekilde homojen yayılımı ve deşarj sırasında ve deşarj sonrasında söndürme alanında FM200'ün sızıntısının olmaması büyük ölçüde önem taşımaktadır. Bunların aksi durumlarında; söndürme konsantrasyonuna ulaşılmaz ve bu durumda uluslararası yönetmeliğe göre deşarj işlemi sonrasında minimum 10 dakika konsantrasyon korunmadığı durumda tekrar alevlenme oluşabilir (URL-5).

Yangın söndürme sırasında kimyasal söndürme gazları ile su veya inert gazlar bir araya geldiğinde genelde bozunmadan meydana gelen yan ürünler oluşur. FM200, bir Hidrojen (H^+) ve yedi Flor (Fl^-) atomu içerir. Reaksiyon sırasında tepkime bölgesi bozunarak Hidrojen Florür (HF) meydana gelir. Sudaki çözeltisi asit (Hidroflorik Asit) olan HF, insan sağlığı açısından zararlıdır. Bundan dolayı yangın söndürme işleminin çok kısa sürede gerçekleşmesi gerekmektedir. FM200 ile alevin temas sürelerinin kısalmasıyla söndürme işleminin düşük sürede gerçekleşmesi HF oluşumunu kısıtlayacaktır (URL-5).

Bu yangın söndürme sisteminin prensiplerine bakacak olursak; ilk olarak oluşan yangın korunan ortamdaki yangın algılayan detektörler ile algılanır ve algılanan veri kontrol paneline uyarı ikazı şeklinde iletilir. Söndürme panelinin ilk algılama zonundan gelen bu sinyal sonucu sesli bir uyarı meydana gelir. Yangın algılaması ikinci zonda bulunan detektörler tarafından da algılandıktan sonra bu uyarı sesli ve ışıklı olarak gerçekleşir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. FM 200 Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi Projesi

Söndürme kontrol panelinin yangın oluşumunu algılamasıyla yangının gelişimine göre pek çok işlem başlatılır ya da isteğe bağlı manuel şekilde durdurulup/başlatılabilir. Sistem manuel şekilde kapatılmadığı durumlarda ayarlı olan süre zarfında (Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. 'de 60 saniye olarak ayarlanmıştır) otomatik olarak çalışır.

Şayet tehlikenin ciddi bir boyutta olduğu görülüyorsa, otomatik çalışma beklenmeden panel ya da FM 200 tüplerinden sistem manuel şekilde çalıştırılabilir. Sistem aktif olduktan sonra, havalandırma sistemi ile ekipmanları kapar, alarmı işleve sokar, güç kaynağını kapatarak söndürücü gazı korunan mahale boşaltır.

Özel silindir içerisinde bulunan gaz, borular ile nozullara ve korunulan ortama boşalır. Sistemin basıncı 25 bar'dır. Söndürme işlemini gerçekleştiren gaz, ortamdaki yangını 10 saniye içerisinde söndürebilmesi için yeterli konsantrasyona varacak biçimde boşaltılarak 10-15 saniye içerisinde söndürme işlemi gerçekleştirilir. Kontrol panelinin korunan bölge dışında olması manuel şekilde işlem yapılması açısından önemlidir.

3.2.1.2. CO_2 Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemleri

Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. işletmesinde kurulu olan sistemin, uygulama öncesinde kaçak testleri NFPA 12 kurallarına göre kendi test donanımları (Fire Safety Technology) ile sertifikalı personellerce sağlanmıştır.

Sistemlerin tasarımlarında ve hidrolik hesaplarında VDS(Alman yangın standardı) ve/veya UL(Underwriters Laboratories; ürün güvenirliği konusunda standartlar hazırlayan ve bu standartlar kapsamında ürünlerin güvenirliğini test eden bağımsız bir sertifikasyon kuruluşu) onaylı yazılımlar kullanılmıştır. Silindirler TPED (EN 13322-1) onaylı, kolektör imalatı ve boru montajları işçiliği CE sertifikalıdır. Silindirler 60 bar basınç altında, 50 litrelik gaz kapasitesine sahiptir. Montajlar, sertifikalı personel tarafından yapılmıştır. Tasarım, montaj testlerinde, NFPA 12 kuralları uygulanmıştır. Bakım ve periyodik kontroller "NFPA 25" ve "NFPA Test and Maintenance Inspection" kurallarına bağlı kalarak yapılmaktadır. İşletmede bulunan 56 adet trafo odasına Karbondioksit Gazlı söndürme sistemi kurulmuştur (Şekil 3.4.).

Karbondioksit (CO_2) başlıca etkili söndürme gazıdır. CO_2 sıvı olarak depo edilebildiğinden dolayı azot ve argon gazlı söndürme sistemlerine kıyasla daha az söndürme tüpüne ihtiyaç duyar. Küresel ısınma potansiyeli oldukça azdır ve ozon tabakasına zararlı bir etkisi bulunmamaktadır. Fakat atmosferik ömrü ortalama 200 yıldır. CO_2'in ağırlığı hava ile karşılaştırıldığında CO_2'in ağırlığının havanınkinden yaklaşık olarak %50 fazla olduğu görülmektedir. Bu sebepten dolayı odanın bütününü korumaya uygun olduğu gibi makine, trafo gibi aletlerin korunmasında da idealdir. CO_2 gazı üstün söndürme performansına sahiptir ancak insan sağlığı açısında zararlı etki gösterdiği için kullanımı sınırlıdır. İnsan sağlığını %5'ten fazla CO_2 oranı tehdit etmektedir. Deşarj işleminden sonra CO_2 oranı yaklaşık olarak %50' bulmakta ve bu durum ölümcül etkiler doğurmaktadır. Bundan dolayı deşarj işleminden sonra odanın oldukça iyi havalandırılması gerekmektedir (URL-5).

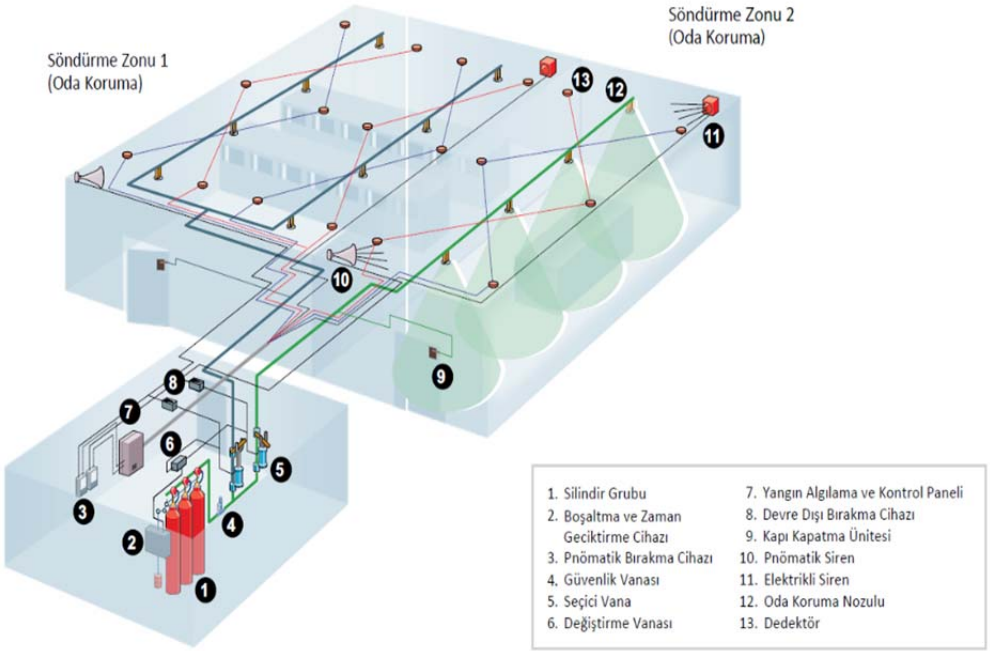


Şekil 3.4. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Karbondioksit Gazlı Otomatik Söndürme Sistemi

CO_2 gazlı otomatik yangın söndürme sistemlerinin çalışma prensipleri FM 200 gazlı otomatik yangın söndürme sisteminin çalışma prensibi ile aynıdır. Ancak CO_2 gazlı söndürme sistemlerinin basıncı 60 bar ve boşalma süresi 60-120 saniye'dir.

CO_2 gazlı söndürme sistemi, gaz dağıtım borulama hidrolik hesaplamaları, borulama sistemi montaj ve imalatına esas olacak ölçeklendirilmiş ve boru çaplarının, et kalınlıklarının ve malzeme kalitelerinin gösterildiği, detaylı izometrik çizimler ve montaj şemaları Şekil 3.5'te gösterilmiştir.

Söndürme kontrol paneli özel olarak gazlı söndürme sistemleri için tasarlanmıştır. İki ayrı zondan yangın ihbar gelmesi halinde panel içindeki zaman ayarlayıcısı (timer) çalışarak ayarlanan gecikme süresinin sonunda 24vdc gerilimi elektrikli ateşleyiciye (selonoid) göndermektedir. Söndürme kontrol panelinin içeresinde 220VAC,50 Hz giriş gerilimi (240VAC giriş gerilimine göre üretilmiş paneller kabul edilmeyecektir.) ile çalışan ve sistemi 24VDC ile besleyen bir güç kaynağı bulunmaktadır, aynı güç kaynağı akü şarj ünitesi ile bakımsız tip aküleri sürekli şarj edilmektedir. Yedek enerji kaynağı olarak sistemi 24 saat süreyle besleyecek olan bakımsız tip aküler için kontrol paneli içeresinde yeterli boşluk bulunmaktadır. Kontrol panelinde bir adet standart korna devresi çıkışı, bir adet iki enversör kontaklı "yangın" rölesi ve tek enversör kontaklı "arıza" rölesi çıkışları bulunmaktadır.



Şekil 3.5. Karbondioksit Gazlı Otomatik Yangın Söndürme Sistemi Projesi

3.2.1.3. Water Mist Otomatik Yangın Söndürme Sistemi

Water Mist Söndürme Sistemlerinin hidrolik hesapları için VdS onaylı yazılım kullanılmıştır. Sistem kurulumunda binaların yangından korunması hakkındaki Yangın Yönetmeliğinin (BYKH) kuralları esas alınmıştır. Bu yönetmeliğin yanında, EN, NFPA 150 kurallarına uygun şekilde tesis edilmiştir. Montajlar, sertifikalı personel tarafından yapılmıştır. Montajlarda NFPA 13, 14, 20, 231 kuralları esas alınmıştır. Sistemde kullanılan tüm parçalar, CE sertifikalıdır. Bakım ve periyodik kontroller, 'NFPA Test And Maintenance Inspection' dokümanı esaslarına, testler ise NFPA 13'e göre yapılmaktadır İşletmede kablo galerinin korunması için yaklaşık 2500 m uzunluğunda Water Mist sistemi kurulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Water Mist Otomatik Yangın Söndürme Sistemi

Water Mist otomatik yangın söndürme sistemleri, suyu çok küçük partiküllere ayrıştırıp, suyun bir bulut sis durumuna getirilmesi ile oluşan ve böylelikle ortamdaki ısı enerjisinin emilme alanını arttıran bir yöntemdir. Su sisinin

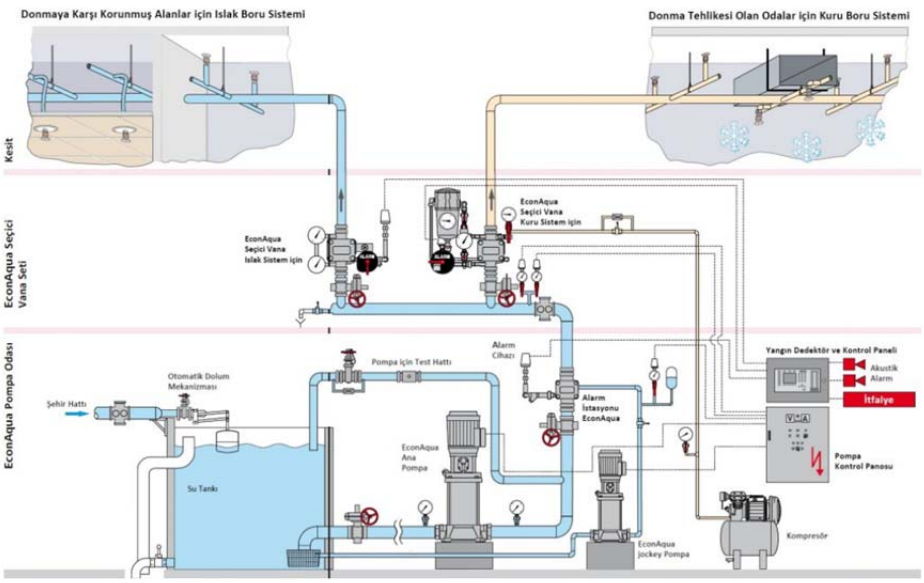
tanecik boyutuna göre kategorilendirme yapılmıştır (DV 990)- NFPA70. 200 mikrondan küçük olduğu durumlarda klas I, 200-400 mikron arasında olduğu durumlarda klas II, 400-1000 mikron arasında olduğu durumlarda klas III ve 1000 mikrondan büyük olduğu durumlarda ise Sprinkler kategorisine girer. Yüksek basınç ile suyun küçük çaplı partiküller meydana getirmesiyle oluşan sis bulutu yangın alanına uygulandığında küçük partiküller; yangının meydana getirdiği ısı enerjisini emip buharlaşır ve ortamın ısısını düşürür. Su sisi partikülleri sıvı halden gaz hale geçişte 1760 defa hacimsel biçimde genleşip yangın merkezinde mevcut hava içindeki oksijenin uzaklaşmasını sağlar. Oksijenin normal oranı olan %21 oranının %17'ye düşmesini sağlar (Karakoç, 2013).

Ürünün temelinde bütün üreticilerin kendilerinin geliştirdiği ve kontrol ettiği ölçütlere göre dizayn ve uygulama yapılmaktadır. Su taneciklerinin küçüklüğü söndürme etkisini doğru orantılı olarak etkilemektedir. Hem lokal uygulanması hem de kapalı hacimde söndürme olanağı avantajdır. Elektrik odalarında az su ile su hasarı meydana gelmemesi için yüksek basınç(150-200bar) sistemleri tercih edilmektedir. Azot silindirleriyle ya da fazla sayıda mekân korumasının olduğu durumlarda pompalar ile (150 bar) elde edilir. Spesifik olarak tasarlanan ve riske göre onaylanan nozullar ile su atomize edilip alana sis halinde boşaltılır. Taze hava gereksinimi, soğutma ihtiyacı gibi nedenlerle gerekli olan sızdırmazlık kontrolünün olanaklı olmadığı jeneratör odaları, jeneratör kabinlerinde tercih edilmektedir. Trafoların korunmasında su temini ya da drenaj sorunu ile karşı karşıya kalınırsa klasik sprinkler düzeneğine göre maliyet yüksek olur fakat buna rağmen işletmenin kolaylığından dolayı tercih edilebilmektedir. Bazı mekanizmalarda azot gazı ile su sisinin karışımı düzenekte azot gazının itici gücünün yanında inertleme özelliğinden de faydalanılan hibrit çözümdür (Aktaş, 2016).

Water Mist otomatik yangın söndürme sisteminin çalışma prensibi birkaç biçimde tesis edilebilmektedir. Basınç yeterliliğine bağlı düşük ve yüksek basınçlı şekillerde koruma bölgesinin yangın yükü ile büyüklüğü açısından basınç ayarlanmalıdır. Basınçlandırma biçimine bağlı pompa veya silindir gruplar yangın yükü ile bölgenin büyüklüğüne göre seçilmelidir. Kuru ve ıslak boru kullanımı

açısından donma olasılığı olan alanlarda kuru ve diğer alanlarda ıslak boru seçilmelidir.

Islak borulu düzeneklerde yangın oluşumunun algılanması nozullar üzerindeki bulbulun patlaması ile gerçekleşir. Patlama sonrasında sistem aktif hale gelir ve motor ya da silidir aracılığıyla gelen basınçlı su yangın oluşumu olan alana sis biçiminde püskürtülür. Kuru borulu düzeneklerde algılama ikinci bir algılama sistemiyle sağlanır. Düzenekte nozullar açık olup, ikinci algılama sistemi ile sistem aktif hale getirilir. Arzu edilen durumlarda ıslak borulu sistemleri de ayrı algılama sistemi kullanabilir (Şekil 3.7). Yüksek Basınçlı Su Sisi Sistemleri kullanılan özel nozullar vasıtası ile suyu mikron mertebesinde sis halinde boşaltır. Su damlacığının yüzey alanı maksimum hale geldiğinden ortam ısısı ile birleşerek hızla buharlaşır. Buharlaşan su ortam ısısını düşürür, Oksijen ile yer değiştirerek Oksijen seviyesini düşürür ve yangını hızlı kontrol eder. Konvansiyonel sulu söndürme sistemlerindeki hasar oranı, Su Sisi Sistemlerinde suyun hacmi azaltıldığından ciddi oranda azalır. Suyun kullanılmasından maksimum verim alınır.



Şekil 3.7. Water Mist Söndürme Sistemi Projesi (Pompalı Sistem)

3.2.2. Yangın Risk Analizi

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği'nde, tehlike ve risk tanımları aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli.

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali.

Yukarıdaki tanımları göz önüne aldığımızda, yangın açısından bakıldığında; elektrik tehlikeye, elektriğin yangına yol açabilecek tehlikelerinin ortaya çıkma ihtimali ise, risk terimine karşılıktır (Kuş, 2019).

İşyerindeki tehlike kaynakları ve bu tehlikelerin riskleri belirlenerek, tehlikenin uygun şekilde bertaraf edilmesi için risk analizi yapılmalıdır.

Yangın risk analizi: İşletmede yangın çıkma ihtimali bulunan yerlerin ve tehlikelerin tespit edilmesi, bu bölgelerde yangına karşı alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi ve olası yangın durumlarında can ve mal kaybını engellemek amacıyla yapılan çalışmadır.

Yangın risk analizi yapıldığında;

- Çıkabilecek yangınların; yerleri, sebepleri, türü ve özellikleri tespit edilir.
- Yangın tehlike ve riskleri tespit edilerek, bu tehlike ve risklerin minimize edilmesi için fırsat tanır.
- Alınacak tedbirler belirlenerek uygulama için altyapı oluşturur.
- Olası yangın durumunda can ve mal kayıplarının hesaplanmasını sağlar.
- Alınan tedbirler sonucu güvenli ve sürekli üretim sağlar.
- Yasal mevzuatlara uyumun sağlanmasına destek verir.
- Firma imajına pozitif yönde destek sağlar.

3.2.2.1. Tesis Yapısının Sınıfı

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) Madde 14-1'e göre, Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. endüstriyel yapılar sınıfına girmektedir.

MADDE 14-(1) Endüstriyel yapılar; her çeşit ürünün yapıldığı fabrika ve işleme, montaj, karıştırma, temizleme, yıkama, paketleme, depolama, dağıtım ve onarım gibi işlemlere mahsus bina ve yapılardır. Her türlü fabrika, bıçkıhaneler, çamaşırhaneler, tekstil üretim tesisleri, enerji üretim tesisleri, gıda işleme tesisleri, dolum ve boşaltım tesisleri, kuru temizleme tesisleri, maden işleme tesisleri, rafineriler ve benzeri yerler bu sınıfa girer.

3.2.2.2. Tesis Tehlike Sınıfı

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Madde 19-1'de, "Bina veya bir bölümünün tehlike sınıfı, binanın özelliklerine ve binada yürütülen işlemin ve faaliyetlerin niteliğine bağlı olarak belirlenir. Bir binanın çeşitli bölümlerinde değişik tehlike sınıflarına sahip malzemeler bulunuyor ise, su ve pompa kapasitesi bina en yüksek tehlike sınıflandırmasına göre belirlenir" denmektedir. B durum göz önüne alınarak, aynı yönetmeliğin Ek-1/A, Ek-1/B ve Ek-1/C içerisinde geçen tehlike sınıfından işletmenin tehlike sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2. BYKHY Ek 1-B (İlgili Yerleri Alınmıştır)

Kullanım Türü	**Orta Tehlike-1**	**Orta Tehlike-2**	**Orta Tehlike-3**	**Orta Tehlike-4**
Mühendislik	Metal levha üretimi	Otomotiv fabrikaları, tamirhaneleri	Elektronik fabrikaları, buzdolabı ve çamaşır makinası fabrikaları	
Orta Tehlike 1 ve Orta Tehlike 2 kullanım alanlarında Boyama işlemi ve benzeri yüksek yangın yüküne sahip alanlar var ise kullanım alanları Orta Tehlike 3 olarak değerlendirilir.				

Çizelge 3.1'e göre Orta Tehlike-1 sınıfında yer alan işletme, boya tesisinden dolayı Orta Tehlike-3 olarak değerlendirilmelidir.

3.2.2.3. Risk Analiz Metodu

Yangın risk analizi 5*5 L tipi Matris metodu ile hazırlanmıştır. Bu yöntem daha çok sebep-sonuç ilişkilerinin ortaya konması için kullanılan bir yöntemdir. L Tipi Matris metodunda risk skoru; tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali ile tehlikenin etkisi verilerinin (şiddet) çarpımının bir sonucudur (Özkan, 2014).

Risk Skoru= İhtimal x Şiddet

İhtimal ve şiddet değerleri Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3 dikkate alınarak puanlandırılır. Olasılık ve şiddet değerleri verilirken, işletmenin geçmişten gelen tecrübesi, teknik özellikler, ortam tehlikeleri, ekipman üreticilerinin tavsiyeleri, personel tecrübeleri, daha önce yaşanan kazalar vb. durumların değerlendirilmesi ile işletmeye özgü şekilde verilir.

Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5, Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. şartları göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4 göz önüne alınarak risk matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.3. Tehlike olabilirliğinin belirlenmesi

Olasılık	Skor	Tehlike Olasılıkları
Çok Yüksek	5	Tehlikenin haftada bir gerçekleşme olasılığı
Yüksek	4	Tehlikenin ayda bir gerçekleşme olasılığı
Orta	3	Tehlikenin altı ayda bir gerçekleşme olasılığı
Düşük	2	Tehlikenin gelecek sene gerçekleşme olasılığı %1-10 veya gelecek 100 yıl içinde gerçekleşme olasılığı bir.
Çok Düşük	1	Tehlikenin bir yıldan uzun sürede gerçekleşme olasılığı

Çizelge 3.4. Şiddet Değerleri

Etki	Çok Yüksek (5)	Yüksek (4)	Orta (3)	Düşük (2)	Çok Düşük (1)
Çalışan	Ölüm	Kalıcı iş göremezlik gibi ağır yaralanma.	Üç güne kadar iş günü kayıplı yaralanma.	İş günü kayıpsız, ilk yardımla tedavi edilebilecek yaralanma.	İlkyardıma gerek kalmaksızın tedavi edilebilecek etkilenmeler.
Üçüncü Taraf	Ölüm	Kalıcı iş göremezlik gibi ağır yaralanma	Üç güne kadar iş günü kayıplı yaralanma.	İş günü kayıpsız, ilk yardımla tedavi edilebilecek yaralanma.	İlkyardıma gerek kalmaksızın tedavi edilebilecek etkilenmeler.
Kurumsal	Uluslararası düzeyde imaj kaybı yaratan olay	Ulusal ve sektörel düzeyde imaj kaybı yaratan bir olay	Bölgesel düzeyde imaj kaybı yaratan olay	Önemli imaj kaybına neden olmayan olay	İhmal edilebilir bir etki yaratan olay
Maddi Hasar (TL)	>500.000	150.000-500.000	50.000-150.000	10.000-50.000	<10.000

Çizelge 3.5. Risk Matrisi

	Şiddet				
Olasılık	**1 (Çok Düşük)**	**2 (Düşük)**	**3 (Orta)**	**4 (Yüksek)**	**5 (Çok Yüksek)**
1 (Çok düşük)	1 Önemsiz	2 Düşük	3 Düşük	4 Düşük	5 Düşük
2 (Düşük)	2 Düşük	4 Düşük	6 Düşük	8 Orta	10 Orta
3 (Orta)	3 Düşük	6 Düşük	9 Orta	12 Orta	15 Yüksek
4 (Yüksek)	4 Düşük	8 Orta	12 Orta	16 Yüksek	20 Yüksek
5 (Çok Yüksek)	5 Düşük	10 Orta	15 Yüksek	20 Yüksek	25 Çok Yüksek Kabul Edilemez

Bulunan risk skorları, risk skor tablosuna göre değerlendirilerek, alınması gereken önlemler, hangi sürede bitirilmesi gerektiği gibi bilgilere ulaşılır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Risk Skoru Tablosu

RİSK SKORU	GRUP	ANLAMI
1-2	Kabul Edilebilir	Önlem geliştirmek için plan yapmaya, kayıt tutmaya gerek olmayan risk sınıfıdır. Risklerin tespit edilmesi ve sürekli kontrol altında tutulması yeterli olmakla birlikte ilave önlemler ile riskin tamamen ortadan kaldırılması tercih edilmelidir.
3-6	Düşük	Önlem gerektirmeyebilecek risk sınıfıdır. Mevcut kontroller sürdürülmeli, ilave önlemler ile risk sınıfı düşürülebiliyorsa plan dahiline alınmalıdır.
8-12	Orta	Orta vadede önlem gerektiren risk sınıfıdır. Risk sınıfının düşürülmesi için önlemler planlanmalı ve kurumun belirleyeceği orta vadeli plan doğrultusunda çalışmalar başlatılmalıdır.
15-20	Yüksek	Acil önlem gerektiren risk sınıfıdır. Devam eden bir faaliyet ya da yapısal zafiyet varsa, işin, hizmetin durdurulması, binaların geçici olarak kullanımının engellenmesinden önce önlemler derhal hayata geçirilmeli ve önlem sonrası risk sınıfı düşürülemez ise işin, hizmetin durdurulması gündeme alınmalıdır.
25	Kabul Edilemez	Acil önlem gerektiren risk sınıfıdır. Devam eden bir faaliyet ya da yapısal zafiyet varsa, işin, hizmetin durdurulması, binaların geçici olarak kullanımının engellenmesi derhal gündeme alınmalı ve bu karar üst yönetimce verilmelidir.

Risk skor tablosunda yer alan değerlerin öncelik karşılaştırmaları, Çizelge 3.7'de yer almaktadır. Bu çizelgeye göre aksiyon planı oluşturularak, hangi uygunsuzluğun daha öncelikli olarak düzeltilmesi gerektiği belirlenmektedir.

Çizelge 3.7. Tehlikelerin Öncelik Değerleri Tablosu

I. Öncelikli Tehlikeler	II. Öncelikli Tehlikeler	III. Öncelikli Tehlikeler	IV. Öncelikli Tehlikeler
25, 20, 16, 15	12, 10, 9, 8	6, 5, 4, 3	2, 1

Skoru hesaplanan riskler için alınması gereken önlemlerin hangi sınıfa girdiği, risk analizi içerisinde gösterilmektedir. Risk analizi içinde "Önlem" başlığı adı altındaki önlemler;

Teknik: Alınacak tedbirin mühendislik çalışması ile yapılabileceğini,

İdari: İdari yönden verilecek talimat ve düzenlemeler ile gerçekleştirilebileceğini,

Eğitim: Uygunsuzluk hakkında ilgililere eğitim verilmesi gerektiğini, ifade etmektedir. Bu sayede, uygunsuzlukların giderilmesi için sorumlulukların belirlenmesi daha kolay şekilde yapılabilmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Yangın Risk Analizi

Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. işletmesinde Temper/DCR hattının bulunduğu C Holü için, saha kontrolleri yapılarak 5x5 L Tipi Matris yöntemi ile Yangın Risk Analizi yapılmıştır (Çizelge 4.1.).

Yangın risk analizinde görülen uygunsuzluklar incelendiğinde, en çok görülecek yangının hidrolik yağ yangını olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4.1-4.17'de yangın risk analizi için yapılan saha turunda görülen ve yangın risk raporunda risk skoru belirlenen uygunsuzlardan bazılarının fotoğrafları bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Uygunsuz Yerde Stoklanan Yağ Varilleri

Çizelge 4.1. Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. Yangın Risk Analizi

TOSYALI TOYO ÇELİK A.Ş. YANGIN RİSK ANALİZİ														
	BÖLGE KISIM /DCR	Bina/Blok:	C BLOK		Tarih							03.02.2020		
		NOTLAR			RİSK			ÖNLEM				SÜRE/BÜTÇE		
	Detay İnceleme	KAYNAĞI	SONUCU	ÖNERİLERİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK	TEKNİK	İDARİ	EĞİTİM	ŞEKİL NO	UYGULAMA SÜRESİ	TAHMİNİ BÜTÇE (USD)	
1	DCR Tezgah bölgesi Yağ varilleri	Yağ yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	İlgili yağ varilleri DCR holünde bekletilmemelidir, ambar binasında bulundurulmalıdır,	2	2	4		x		4.6.	2- 3 ay		
2	Açıkta Kontrolsüz Isıtıcı Kullanımı	A sınıfı yangın	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Personele gerekli ısınma alanı sağlanarak sahadan bu tarz ısıtıcıların toplatılması gereklidir.	3	3	9		x	x		2- 3 ay		
3	Giriş bölümü hidrolik ünite	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	İlgili Üniteleri bulunduğu bölgeye Köpüklü yangın Dolabı Koyulmalıdır.	2	2	4	x			4.7.	2- 3 ay	1.119,89	
4	DCR tezgahı üst kat Valf Standı	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Valf Stant üstü otomatik köpüklü söndürme sistemi planlanmalıdır.	2	2	4	x				2- 3 ay	13.503,49	
5	DCR tezgahı Roll Standı	Gres ve Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Roll Stant üstü otomatik CO_2 ya da köpüklü söndürme sistemi planlanmalıdır.	2	2	4	x			4.8.	2- 3 ay	21.334,91	
6	DCR tezgahı Motor Bölgesi	Elektrik ve Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yönlendirme vanalı Otomatik CO_2 sistemi yada Köpüklü söndürme sistemi planlanmalıdır.	2	5	10	x			4.9.	2- 3 ay		
7	DCR tezgahı Fume Egzoz ve Gaz Kollektörü	Fume egzoz içerisinde biriken hadde yağ yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik CO_2 sistemi planlanmalıdır. Yangın algılandığında tezgah ve baca fanları durmalı klepeler kapanmalıdır.	2	5	10	x			4.10.	2- 3 ay		

Çizelge 4.1. devamı

8	Çatı Vinçleri Panoları.	Elektrik Yangını	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Çatı Vinçlerine zeminden herhangi bir söndürme sistemi ile ulaşmak mümkün değildir. Pano yanlarındaki portatif söndürme cihazları yeterli olmayacaktır. Otomatik Mikro söndürme sistemi ile panoların korunması gereklidir.	5	5	25	x				2- 3 ay		
9	DCR Bölümü Giriş, Çıkış, Pulpitleri	Elektrik yangını ve Su ısıtıcısı kaynaklı yangın	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik FM 200 Gazlı Söndürme Sistemi ile Korunması Gereklidir.	3	4	12	x				2- 3 ay	9.253,00	
10	Araç Yangını	Nakliye Araçlarının kendisinden kaynaklı yangın riski	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Araç güzergahlarının 400 L mobil köpük üniteleri ile donatılması bu bölgelerde itfaiye su bağlantılarının tesis edilmesi	4	4	16	x	x			2- 3 ay		
11	Rulman Kilitlenmesi Gres yağ yangını makine teçhizat yangını	Sürtünme ve Titreşim kaynaklı sıcaklığın artarak gres yağının yanması ile başlayan yangının büyümesi.	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Rulman yatakları sıcaklıkları endüstriyel tip sıcaklık detektörleri ile kontrol edilmelidir. Personel kullanıcı eğitimleri artırılmalıdır. İSG eğitimleri içerisine yangın sistemleri eklenmelidir. Yıllık Operatörlerden istenen bilgi kontrol dosyalarında yangın ile ilgili bilgiler aranmalıdır.	4	4	16	x	x	x		2- 3 ay		
12	Sac yağlama bölgesi yağlama yağı stoku.	Yağlama yağı yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	İlgili yağ 220ºC parlama noktasına sahiptir, proses içerisinde çok kolay ulaşılan bir sıcaklık olduğundan dolayı risk oluşturmaktadır. 1 adet köpüklü yangın dolabı ile korunmalıdır.	2	2	4	x				2- 3 ay	1.119,89	
13	DCR PLC ELEKTRİK ODASI	Elektrik Yangını	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Elektrik Pano Dairesi otomatik FM200Gazlı Söndürme sistemi ile korunması gereklidir.	5	5	25	x	x			2- 3 ay	26.197,03	

Çizelge 4.1. devamı

TOSYALI TOYO ÇELİK A.Ş. YANGIN RİSK ANALİZİ															
	BÖLGE KISIM / CAL-ECL-BAF	Bina/Blok:	C BLOK		Tarih							03.02.2020			
		NOTLAR			RİSK			ÖNLEM				BÜTÇE / SÜRE			
	Detay İnceleme	KAYNAĞI	SONUCU	ÖNERİLERİ	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK	TEKNİK	İDARİ	EĞİTİM	ŞEKİL NO	UYGULAMA SÜRESİ	TAHMİNİ BÜTÇE (USD)		
1	CAL giriş Valf Station bölgesi	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x		4.11.	**2- 3 ay**	1.119,89		
2	CAL Atık yağ ve hadde demir tozu bölgesi	Hidrolik Yağ Yangını / Elektrik Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	İlgili Ünitelerin bulunduğu bölgeye Köpüklü yangın Dolabı Koyulmalıdır.	2	5	10	x			4.12.	**2- 3 ay**	1.119,89		
3	CAL temizleme Bölgesi ve Fırın Bölgesi	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	İlgili Ünitelerin bulunduğu bölgeye Köpüklü yangın Dolabı Koyulmalıdır.	2	2	4	x				**2- 3 ay**	1.119,89		
4	CAL tezgahı Egzoz	Egzoz içerisinde birikintiden kaynaklı yangınlar	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik CO2 sistemi planlanmalıdır. Yangın algılandığında tezgah ve baca fanları durmalı klepeler kapanmalıdır.	2	5	10	x				**2- 3 ay**	9.682,00		
5	CAL Doğal gaz Girişi	Doğalgaz kaçağı kaynaklı yangın.	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Doğalgaz Giriş bağlantısının olduğu bölgeye exproof doğalgaz detektörü algılama paneli, doğalgaz solenoid bağlantısı, Pulpit bağlantısı. (uyarı cihazları)	2	4	8	x	x		4.13.	**2- 3 ay**			
6	CAL HNX karışım bölgesi	H2 kaçağı kaynaklı yangın.	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Doğalgaz Giriş bağlantısının olduğu 2 bölgeye exproof doğalgaz detektörü algılama paneli, doğalgaz solenoid bağlantısı, Pulpit bağlantısı.(uyarı cihazları)	3	5	15	x	x		4.14.	**2- 3 ay**			

Çizelge 4.1. devamı

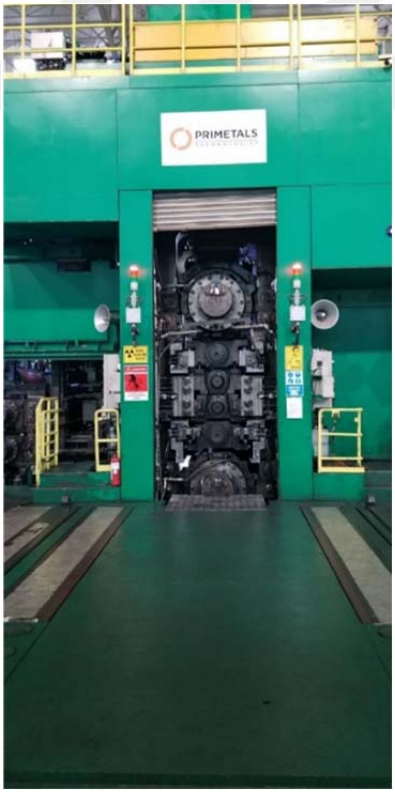
7	CAL Hattı Çıkış Hidrolik Valf Station	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x			4.15.	2- 3 ay	1.119,89
8	Çatı Vinçleri Panoları.	Elektrik Yangını	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Çatı Vinçlerine zeminden herhangi bir söndürme sistemi ile ulaşmak mümkün değildir. Pano yanlarındaki portatif söndürme cihazları yeterli olmayacaktır. Otomatik Mikro söndürme sistemi ile panoların korunması gereklidir.	5	5	25	x					2- 3 ay	484,22
9	CAL Bölümü Giriş, , Çıkış Pulpitleri	Elektrik yangını ve Su ısıtıcısı kaynaklı yangın.	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik FM 200 Gazlı Söndürme Sistemi ile Korunması Gereklidir.	3	4	12	x					2- 3 ay /	9.250,00
10	Araç Yangını	Nakliye Araçlarının kendisinden kaynaklı yangın riski	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Araç güzergahlarının 400L mobil köpük üniteleri ile donatılması bu bölgelerde itfaiye su bağlantılarının tesis edilmesi	4	4	16	x	x				2- 3 ay	
11	Rulman Kilitlenmesi Gres yağ yangını makine teçhizat yangını	Sürtünme ve Titreşim kaynaklı sıcaklığın artarak gres yağının yanması ile başlayan yangının büyümesi.	Bina Kaybı, Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Rulman yatakları sıcaklıkları endüstriyel tip sıcaklık detektörleri ile kontrol edilmelidir. Personel kullanıcı eğitimleri artırılmalıdır. İSG eğitimleri içerisine yangın sistemleri eklenmelidir. Yıllık Operatörlerden istenen bilgi kontrol dosyalarında yangın ile ilgili bilgiler aranmalıdır.	4	4	16	x	x	x			2- 3 ay	
12	ECL giriş Valf Station	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x			4.16.	2- 3 ay	1.119,89
13	ECL Sprey giriş Valf Station Bölgesi	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x			4.17.	2- 3 ay	1.119,89

Çizelge 4.1. devamı

14	ECL Gres Tankları	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x			4.18.	**2- 3 ay**	1.119,89
15	ECL Giriş Pulpit Korumasız	Elektrik yangını ve Su ısıtıcısı kaynaklı yangın	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik FM 200 Gazlı Söndürme Sistemi İle Korunması Gereklidir.	3	4	12	x					**2- 3 ay**	3.250,00
16	ECL Çıkış Valf Station	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x			4.19.	**2- 3 ay**	1.119,89
17	BAF H2 giriş bölgesi	H2 kaçağı kaynaklı yangın.	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Doğalgaz Giriş bağlantısının olduğu 2 bölgeye exproof doğalgaz detektörü algılama paneli, doğalgaz solenoid bağlantısı, Pulpit bağlantısı. (uyarı cihazları)	3	5	15	x	x			4.20.	**2- 3 ay**	
18	BAF stant altı	Doğalgaz kaçağı kaynaklı yangın	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Doğalgaz Giriş bağlantısının olduğu bölgeye exproof doğalgaz detektörü algılama paneli, doğalgaz solenoid bağlantısı, Pulpit bağlantısı. (uyarı cihazları) ayrıca stant altına ve üzerine ayrı ayrı 2 şer adet köpüklü yangın dolabı planlanmalıdır	2	4	8	x	x			4.21.	**2- 3 ay**	4.479,57
19	BAF Giriş Çıkış Valf Station	Hidrolik Yağ Yangını	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Yan yana sıralanmış Valf Station bölgesinde 1 adet köpüklü yangın dolabı tesis edilmelidir.	2	2	4	x	x				**2- 3 ay**	1.119,89
20	BAF Egzoz bacası	Egzoz içerisinde birikintiden kaynaklı yangınlar	Makine Teçhizat ve Üretim Kaybı	Otomatik CO2 sistemi planlanmalıdır. Yangın algılandığında tezgah ve baca fanları durmalı klepeler kapanmalıdır.	2	5	10	x				4.22.	**2- 3 ay**	9.682,00



Şekil 4.2. DCR Giriş Hidrolik Ünitesi



Şekil 4.3. DCR Roll Standı



Şekil 4.4. DCR Motor Bölgesi



Şekil 4.5. DCR Fume Egzoz ve Gaz Kollektörü



Şekil 4.6. CAL Giriş Valf Station Bölgesi



Şekil 4.7. CAL Atık Yağ ve Hadde Demir Tozu Bölgesi



Şekil 4.8. CAL Doğal Gaz Girişi



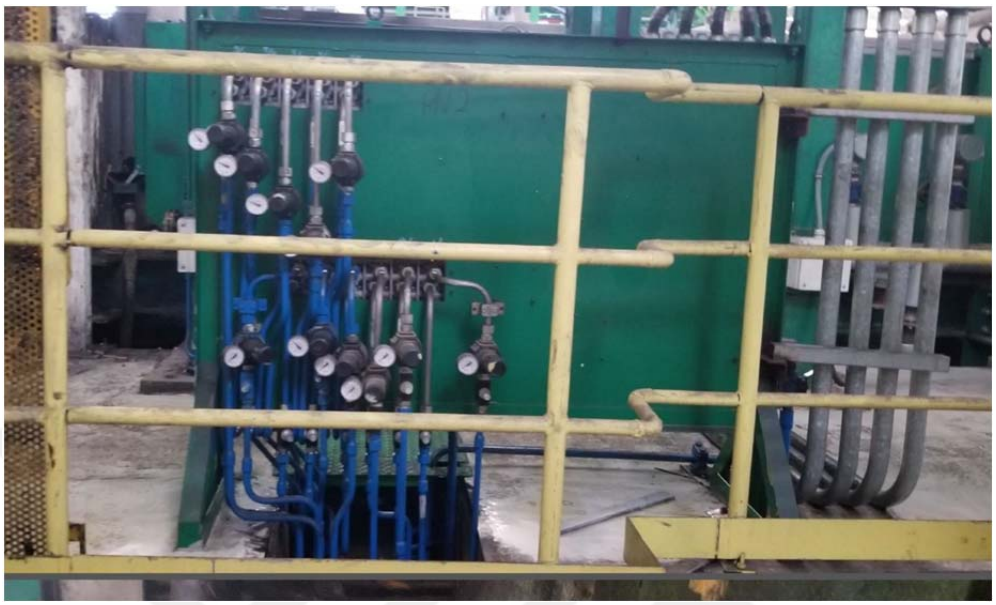
Şekil 4.9. CAL HNX Karışım Bölgesi



Şekil 4.10. CAL Hattı Çıkış Hidrolik Valf Station



Şekil 4.11. ECL Giriş Valf Station



Şekil 4.12. ECL Sprey Giriş Valf Station Bölgesi



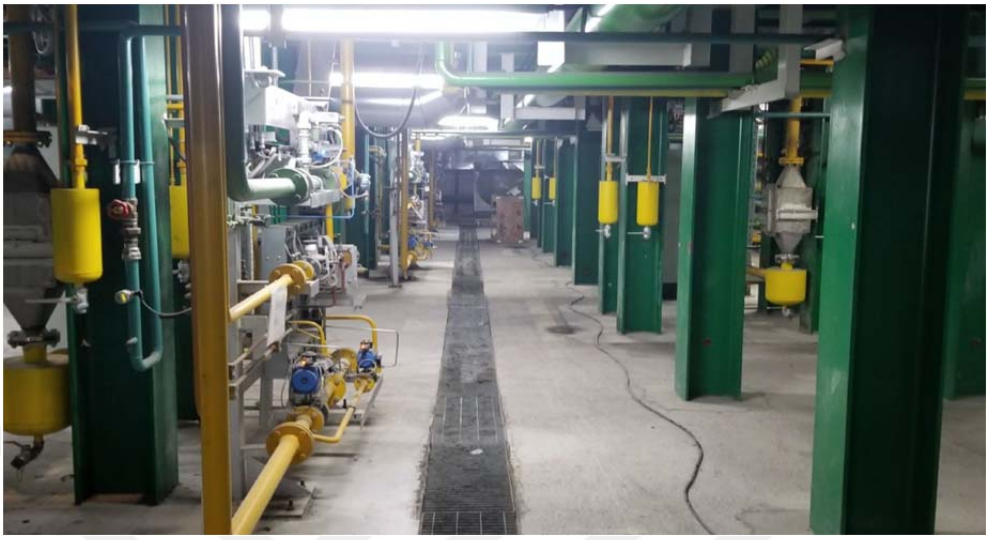
Şekil 4.13. ECL Gres Tankları



Şekil 4.14. ECL Çıkış Valf Station



Şekil 4.15. BAF H_2 Giriş Bölgesi



Şekil 4.16. BAF Stant Altı



Şekil 4.17. BAF Egzoz Bacası

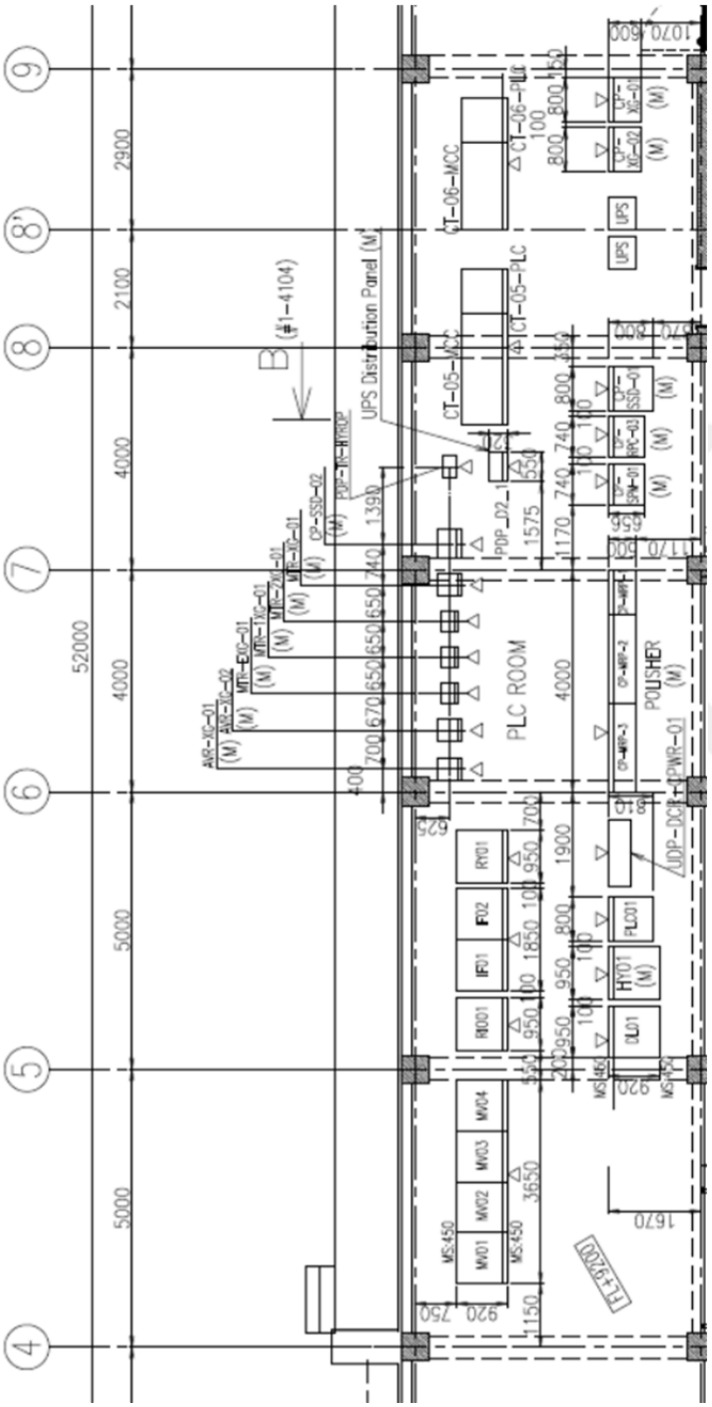
4.2. Temper/DCR PLC Elektrik Odası Yangın Koruma Sistemi

PLC Elektrik odası DCR hattının otomasyonel olarak çalışmasını sağlayan ekipmanları barındıran elektrik odasıdır. Hattın kumanda sistemi bu odada bulunmaktadır. Bu odada mevcut durumda yangın koruma sistemi bulunmamaktadır. PLC Elektrik Odasında oluşabilecek bir yangında, ekipmanların hasarlanması durumunda DCR hattı çalışamayacaktır. Ekipmanların yedeği olması

halinde, tekrar çalışabilir hale gelmesi beş günde sağlanacak, beş gün üretim kaybı oluşacaktır. Ekipman yedeği olmaması halinde ise tedarik süresi olan 180 gün boyunca hat çalışmayacak ve 180 günlük bir üretim kaybı oluşacaktır. PLC Elektrik Odası'nda bulunan ekipmanların toplam değeri 643.000 $ civarındadır (Çizelge 4.2). Bu ekipmanların tamamı yurt dışından getirilmekte olup, tedarik süreleri 2 ila 6 ay arasında değişmektedir. Maliyetinin yüksek olması ve bu tarz elektrik odalarının fazlalığı yüzünden malzemelerin yedeklenmesi mümkün olmamaktadır.

Çizelge 4.2. PLC Elektrik Odası Ekipman Listesi

Ekipman Adı	Ekipman Açıklaması	Fiyatı ($)	Ortalama Tedarik Süresi
MV01	Valf Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
MV02	Valf Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
MV03	Valf Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
MV04	Valf Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
RI001	Sensör-Switch Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
IF01	Enstrüman Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
IF02	Enstrüman Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
RY01	Acil Emniyet Kontrol Paneli	30.000	6 Ay
DL01	Motor Sürücü Paneli	30.000	6 Ay
HY01	Kalınlık ve Kuvvet Kontrol Paneli	70.000	6 Ay
PLC01	PLC Paneli	100.000	6 Ay
CP-MRP-1	Roll Yüzey Temizleme Sistemi Kontrol Paneli	8.000	6 Ay
CP-MRP-2	Roll Yüzey Temizleme Sistemi Kontrol Paneli	8.000	6 Ay
CP-MRP-3	Roll Yüzey Temizleme Sistemi Kontrol Paneli	8.000	6 Ay
CP-SPM01	Yüzey Profili Kontrol Paneli	40.000	4 Ay
CP-RPC-03	Kuvvet Kontrol Paneli	35.000	4 Ay
CP-SSD-01	Şerit Hız Ölçüm Sistemi Kontrol Paneli	40.000	6 Ay
PDP_D2_1	UPS Enerji Dağıtım Paneli	2.000	2 Ay
CT-05-MCC	Soğutma Kulesi Kontrol Paneli	4.000	3 Ay
CT-05-PLC	Soğutma Kulesi Kontrol Paneli	4.000	4 Ay
CT-06-MCC	Soğutma Kulesi Kontrol Paneli	4.000	5 Ay
CT-06-PLC	Soğutma Kulesi Kontrol Paneli	4.000	6 Ay
CP-XG-01	Kalınlık Ölçüm Sistemi Kontrol Paneli	20.000	6 Ay
CP-XG-02	Kalınlık Ölçüm Sistemi Kontrol Paneli	20.000	6 Ay
UDP-DCR-CPWR-01	UPS Enerji Dağıtım Paneli	2.000	2 Ay
UPS (2 ADET)	Kesintisiz Enerji Kaynağı	4.000	2 Ay
	Toplam	**643.000**	



Şekil 4.18. PLC Elektrik Odası Ekipman Yerleşimi



Şekil 4.19. PLC Elektrik Odası 1



Şekil 4.20. PLC Elektrik Odası 2



Şekil 4.21. PLC Elektrik Odası 3



Şekil 4.22. PLC Elektrik Odası 4

PLC Elektrik Odasına yapılacak sistemlerin maliyet karşılaştırmaları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. PLC Elektrik Odası Yangın Güvenlik Sistemi Maliyet Karşılaştırması (Refleks Yangın Güvenlik)

Kurulacak Sistem	Kurulum Maliyeti	Yıllık Bakım Maliyeti (3 ayda bir)	Yeniden Dolum Maliyeti
FM200 Gazlı Yangın Söndürme Sistemi	$ 26.197,03	₺ 1.733,14	€ 15.494,00
CO_2 Gazlı Yangın Söndürme Sistemi	$ 23.647,13	₺ 1.938,30	€ 1.547,84
Water Mist Yangın Söndürme Sistemi	$ 66.142,71	₺ 11.907,00	-

DCR Hattının, PLC Elektrik Odasında çıkabilecek bir yangın sebebiyle 60 günlük durması neticesinde meydana gelecek maliyet Çizelge 4.4'te verildiği gibi olabilecektir.

Çizelge 4.4. DCR 60 Günlük Üretim Kaybı

DCR Yıllık Hat Kapasitesi (Ton)	Günlük Üretim Kapasitesi (Ton)	Üretim Kaybı (Gün)	Ortalama Ton Fiyatı ($)	Üretim Kaybı Maliyeti ($)
303.000	830,14	180	800	119.539.726,03

Bu maliyetlere ek olarak; personel giderleri, onarım masrafları ve en önemlisi siparişlerin yetişmemesi durumunda müşteri şikayetleri ile müşterilere ödenecek tazminatlar/müşteri kayıpları bulunmaktadır, (Çalışma, hiçbir çalışana zarar gelmediği düşünülerek yapılmıştır).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. işletmesinin C Holü, yangın tehlikeleri açısından incelenmiş ve yangın tehlikesi bulunan bölgeler tespit edilmiştir. Tespit edilen tehlikeler değerlendirilerek, riskler belirlenmiş ve bu risklere, L tipi matris yöntemi ile risk skoru verilmiştir. Yapılan yangın analizi neticesinde; yangın açısından alınması gereken tedbirler ve sistemlere karar verilmiş, tehlike öncelikleri belirlenmiş, tehlikelerin giderilmesi için yapılması gereken çalışmalara ortalama bir maliyet çıkarılmıştır.

Yangın risk analizi sonucunda riskli görülen bölgelerle ilgili çalışmalar hemen başlatılarak, kabul edilebilir risk seviyesine gelinceye kadar çalışmalar sürdürülmelidir.

1. Yangın risk analizi neticesinde 13 adet 3. Öncelikli, 11 adet 2. Öncelikli ve 9 adet 1. Öncelikli Tehlike tespit edilmiştir. 1. Öncelikli tehlike kaynaklarının değerlendirilmesi aşağıdaki şekildedir:
    - Elektrik odaları/panolarının yangın güvenlik sistemi ile korunmaması kaynaklı tehlikeler: Çalışmada incelendiği üzere yüksek maliyetine karşın, getirdiği faydalarla kıyaslandığında elektrik odalarının yangın koruma sistemleri ile donatılması gerekmektedir.
    - Nakliye araçlarının yarattığı yangın tehlikelerine karşı araç güzergahında yeterli sayıda yangın söndürme cihazı bulunmaması: Araç güzergahına mobil köpük üniteleri temin edilmelidir.
    - Rulman yataklıklarının ısınmasından çıkabilecek yağ yangını: Rulman yataklarının sıcaklıkları, endüstriyel tip sıcaklık detektörleri ile kontrol edilmelidir. Kurulacak köpüklü sistem ile otomatik ve/veya manuel olarak müdahale imkanı sağlanmalıdır. Sistemlerin çalışması tüm personele eğitim olarak verilmelidir.

- Tavan vinçlerinin elektrik panolarında yangın koruma sistemi olmaması ve yerden bu noktaya müdahale edilememesi: Yerden müdahale edilememesi sebebiyle, tavan vinç panolarına söndürme sistemi yapılmalıdır.
- Doğalgaz ve Hidrojen dağıtım vanalarında kaçak detektörünün bulunmaması: Yanıcı-patlayıcı gazların dağıtım vanalarından oluşabilecek kaçak tespiti için bölgeye exproof detektör yerleştirilmeli, algılama sistemi kurularak olası kaçak durumunda gerekli sesli-görsel uyarı işaretlerinin temini sağlanmalıdır.

1. Elektrik odalarına kurulabilecek yangın sistemlerinin yüksek maliyetleri göze çarpmaktadır. Çalışmada, içerisinde koruma olmayan bir elektrik odasının yangında hasar gördüğü düşünülmüş ve üretim maliyeti çıkarılmıştır. Oluşacak üretim maliyetinin, yangın sistemi maliyetinden 4563 kat daha fazla olduğu (FM200 sistemine göre) görülmüştür. Bu sebeple elektrik odalarının korunması büyük önem arz etmektedir. Elektrik odalarına yapılacak sistemlere karar verilirken maliyetin yanında, elektrik odalarına çalışanların girip girmediğine özellikle dikkat edilmelidir.
2. Yapılan çalışma ile; Temper/DCR PLC Elektrik Odası'na yapılabilecek üç sistem karşılaştırılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır;
    - FM 200 gazlı otomatik yangın söndürme sistemlerinin, kurulum ile yeniden dolum maliyetleri yüksek olmasına rağmen, çalışanların bulunduğu bölgelere uygulanabilmesinden dolayı, elektrik odaları gibi insanın bulunabileceği kapalı alanlarda, en büyük tercih olmasına yol açmaktadır. Kurulum ve dolum maliyetinin yüksek olmasına rağmen insan sağlığı açısından düşünüldüğünde fayda/maliyet oranının çok büyük olduğu açıkça görülmektedir. Bu yüzden elektrik odalarının korunmasında birinci seçenektir.

- Water Mist otomatik yangın söndürme sisteminin insan sağlığına zararsız olması, yeniden dolum maliyetinin olmaması ve tamamen kapalı olmayan ortamlarda da kullanılması gibi avantajları olsa da, geniş kapsamlı ve karmaşık borulama sistemine gereksinimi olması, söndürme süresinin diğer iki sisteme göre uzun olması, kurulumunun yüksek maliyetli olması ve enerjiye ihtiyacının olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu sistem, daha çok kablo galerileri gibi çok büyük ve tamamen kapalı olmayan alanların korunması için uygun olup, elektrik odalarının korunmasında son seçenek olarak değerlendirilmektedir.
- Karbondioksit Gazlı sistemler, etkin söndürme gerçekleştirmeleri, ekipman ve madde hasarına yol açmamaları, iletken olmamaları ve yeniden dolum maliyetinin FM 200 gazlı sisteminden daha uygun olması gibi avantajları bulunmasına karşın, boğucu özelliğe sahip olduklarından dolayı, personel bulunması muhtemel yerlerde kullanılmamaları ve FM 200 gazlı sistemine göre boşalma sürelerinin uzun olması dezavantajlarıdır. Boşalma süresi olarak ihmal edilecek bir fark vardır fakat boğucu olması dolasıyla elektrik odalarında kullanılması çok büyük risk teşkil edeceğinden, bu sistemler elektrik odalarına uygulanmamalıdır.

Çalışma kapsamında yapılan yangın risk analizine dair bulgular ışığında, gerekli aksiyonların alınmasına hemen başlanmıştır. İdari ve eğitim olarak görülen aksiyonlar hemen alınmış, teknik önlemler için proje çalışmaları başlatılmıştır. Mevcut durumda işletmede, 33 adet FM200 Gazlı (Elektrik odası koruması için), 57 adet Karbondioksit Gazlı (Trafo koruması için) ve 1 adet Water Mist (4500 m'lik kablo galerisi koruması için) yangın söndürme sistemi bulunmaktadır. DCR PLC Elektrik Odası'na yangın söndürme sistemi yapılması için proje çalışmaları başlatılmıştır.

KAYNAKLAR

Aktaş, G., 2016. Elektrik Alanlarında (Trafo, Jeneratör, Enerji Dağıtım Pano, Server Odaları vb) Yangın Korunum Konsepti. www.emo.org.tr/ekler/eaf8290f85e33ef_ek.pdf, Erişim Tarihi: 15.09. 2018

Anonim, 2019. Risk Yönetimi Değerlendirmesi. http://www.emo.org.tr/ekler/3f3ee69344b1032_ek.pdf, Erişim Tarihi: 12.09.2018

Aslan E. M., 2011. Ahşap (Kargir) Yapılarda Alternatif Yangın Güvenliği Tesisatı Tasarımı ve Proje Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Karabük, 121s. (Yayınlanmamış).

Avidor, E., Joglar-Billoch, F. J., Mowrer, F. W., & Modarres, M. 2003. Hazard assessment of fire in electrical cabinets. Nuclear technology, 144(3), 337-357.

Bekdemir, E., 2019. Bina İnşaatında Fine Kinney ve 5x5 Matris Risk Analizi Yöntemlerinin Uygulanması.

Bilim, N., 2009. Yangın https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/insaatmuhendisligi/editor/DersSayfalari/issagligi/yangin.pdf Erişim Tarihi: 20.09.2018

Ceylan H., Başhelvacı V., S., 2011. Risk Değerlendirme Tablosu ile Risk Analizi: Bir Uygulama. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 3(2), 25-33.

Coutin, M., Guillou, P., 2007. Phenomenological description of actual electrical cabinet fires in a free atmosphere. In InterFlam—Proc. 11th Int. Conf (ss. 3-5).

Genç, R., Pekey, H., 2014. Endüstriyel Tesislerde Ortaya Çıkabilecek Yangın Risklerinin Bir Değerlendirmesi: Kocaeli Örneği. Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırmalar Dergisi, 2(2), 55-66.

Güleç, A., M., 2013. Yangın,Yangın Türleri ve Mınımaxlar. Istanbul Technical University Maritime Faculty Career Club, İstanbul.

Günaydın, S., 2012. Binalarda Elektrik Tesisatı Ve Yangın Güvenliği, Yangına Karşı Güvenli Kablolar. http://www.emo.org.tr/ekler/729e184cdb4c7ab_ek.pdf. Erişim Tarihi: 25.02.2020.

Karakoç, L., 2013. Su Sisi Söndürme Sistemleri. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b5afc876d1229f4_ek.pdf?dergi=1306. Erişim Tarihi: 20.02.2020.

Kılıç, M., 2003. Yapılarda Yangın Güvenliği ve Söndürme Sistemleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1), 59-70.

Kuş, E., 2019. Elektrik Panolarında Yangınlara Karşı Fine Kinney Yöntemi ile Risk Analizi Yapılması.

Lambert, K., 2011. Hızlı yangın gelişiminin en çok karşılaşılan türü: Flashover.

Laukamp, H., Bopp, G., Grab, R., Wıttwer, C., Häberlın, H., Phillip, S., ... & Vaassen, W., 2013. PV fire hazard-analysis and assessment of fire incidents. 26th EUPVSEC.

Lee, H. M., Chow, W. K., & Hung, H. Y., 2016. A study on residential fires due to electrical faults in Hong Kong. In Proceedings of the 3rd residential building design and construction (RBDC) conference ss. 369-379.

Merdan, M., C., 2017. Fine-Kınney Risk Analizi Yönteminin Elektrik Nedenli Yangınların Önlenmesinde Kullanımı. Researchgate.

Mangs, J. & Keski-Rahkonen, O., 1996. Full scale fire experiments on electronic cabinets II. Technical Research Centre of Finland.

Nazlıoğlu, A., 2014. Havaalanı Bakım-Onarım Hangarında Tehlike Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kontrol Listesi Hazırlanması, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 101s (Yayınlanmamış).

Nurtaş, F., 2016. Plastik Enjeksiyonla Üretimde Yangın Riskleri ve Yangın Güvenliği. (Yüksek Lisans Tezi). Gedik Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul, s. 174 (Yayınlanmamış).

Olin, F., Isaksson, E. 2016. Comparative study of risk analysis methods from a fire safety perspective-Case study of new underground facilities at *CERN. LUTVDG/TVBB.*

Özberk, D., D., 2010. Çelik Yapılarda Pasif Yangından Korunma Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Maliyet Analizi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.

Özkan, N., 2014. Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri, Uzmanlık Tezi

Özten, C., 2016. Orman Yangınları İle Mücadele Şube Müdürlüğünün Görevleri. Trabzon: Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü.

Sertkan, A., 2008. Yangın Güvenliği. http://ahmetsertkan.blogspot.com/2008/07/yangin-gvenlii-1.html, Erişim Tarihi: 22. 12. 2018.

Shea, J. J., 2011. Identifying causes for certain types of electrically initiated fires in residential circuits. Fire and Materials, 35(1), 6.

Süer, E. 2016. Uçak bakım - onarımlarında tehlike kaynakları ve çözüm önerileri. (Yüksek Lisans Tezi). Gedik Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, s.271. (Yayımlanmamış).

Şengöz M., C., 2011. Meskenlerdeki Elektrik Tesisatlarından Kaynaklanan Yangınların İncelenmesi ve Yangın Risk Analizlerinin Yapılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 132s.

Şengöz M. C., Merdan. M., 2011. 2005 ve 2010 Yılları Arasında Antalya İlinde Meydana Gelen ve İtfaiye Daire Başkanlığı Tarafından Elektrik Nedenli Olarak Raporlandırılan Yangınların İncelenmesi İle Yürütülen Bir Çalışma. Elazığ: Fırat Üniversitesi.

Şengöz, M.C., Merdan, M., 2017. Fine-Kinney risk analizi metoduyla, İşyerlerinde Elektrik Nedenli Yangınların Önlenmesinde Yeni Bir Yöntem. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(3): 74-82.

Topal, B., 2016. Gazlı söndürme Sistemleri. https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/fed0e68ed4239db_ek.pdf, Erişim Tarihi: 16.09.2018.

URL-1, www.emo.org.tr/ekler/eaf8290f85e33ef_ek.pdf, Erişim Tarihi: 15.09. 2018.

URL-2, https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=45237, Erişim Tarihi: 15.10.2018.

URL-3, http://www.ktu.edu.tr/sivilsavunma-yangindankorunma, Erişim Tarihi: 15.10.2018.

URL-4, http://www.abdurrahmanince.net/Yangin_Tedbirleri.pdf, Erişim Tarihi: 05.02.2019.

URL-5, http://www.emo.org.tr/ekler/5170940a96fc966_ek.pdf, Erişim Tarihi: 12.11.2018.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İskenderun'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İskenderun'da tamamladı. 1999 yılında Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden, 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Dış Ticaret bölümünden mezun oldu. Halen Tosyalı Toyo Çelik A.Ş. firmasında çalışmaktadır.

EKLER

EK-1 TOSYALI TOYO ÇELİK A.Ş. İZİN BELGESİ

Tosyalı Toyo Çelik A.Ş.
Barbaros Mahallesi
Sütçüyolu Caddesi No: 70
Yenisahra 34746 İstanbul
T +90(216) 544 36 00
F +90(216) 544 36 06
E info@tosyaliholding.com.tr

www.tosyaliholding.com.tr

TOSYALI TOYO

24.09.2018

KONU: Tez çalışması hk.

Çalışanımız Mehmet Kemal Çiftler'in, yapmış olduğu tez çalışmasında, işletmemizde bulunan yangın söndürme sistemleri ile ilgili bilgileri kullanımında herhangi bir sakınca yoktur.

Saygılarımızla,

TOSYALI TOYO
Tosyalı Toyo Çelik A.Ş.
Osmaniye Şubesi
Büyükbürsüz Mah. Kudret Yolu Cad. No:4
Toprakkale / OSMANİYE
Kurumlar V.D.: 858 045 5324
Mersis No: 0858045532400014