

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



M2 YENİKAPI - HACIOSMAN METRO HATTI ACİL DURUM
SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA
ÇALIŞMALARINDA KANTİTATİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ
VE CFD MODELLEME YAKLAŞIMI

Yüksek Lisans Tezi

Osman SAYAR
131101700

İş Sağlığı ve Güvenliği

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

İSTANBUL
Temmuz, 2018

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



M2 YENİKAPI - HACIOSMAN METRO HATTI ACİL DURUM
SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA
ÇALIŞMALARINDA KANTİTATİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ
VE CFD MODELLEME YAKLAŞIMI

Yüksek Lisans Tezi

Osman SAYAR
131101700

İş Sağlığı ve Güvenliği

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

İSTANBUL
Temmuz, 2018

**T.C.
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

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

Tez Savunma Tarihi : ... /... /2018

Özgünlük Bildirisi

1. Bu çalışmada, başka kaynaklardan yapılan tüm alıntıların, ilgili kaynaklar referans gösterilerek açıkça belirtildiğini,
2. Alıntılar dışındaki bölümlerin, özellikle projenin ana konusunu oluşturan teorik çalışmaların ve yazılım/donanımın benim tarafımdan yapıldığını bildiririm.

İstanbul, 01.07.2018

Osman SAYAR

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ÖZGÜNLÜK BİLDİRİSİ	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
KISALTMALAR, SEMBOLLER	VII
ÖNSÖZ	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Tanımlamalar	2
2.1.1. Acil Durum	2
2.1.2. Acil Durum İşletimi	2
2.1.3. Acil Durum Müdahalesi	2
2.1.4. Tren içi Acil Durum Diafonu	2
2.1.5. Atölye Sahası (SBOM)	3
2.1.6. Araç	3
2.1.7. Cer Gücü	3
2.1.8. 3.Ray	3
2.1.9. Trenin Hold ve Pas Uygulaması	3
2.1.10. İtfaiye Bağlantıları	3
2.1.11. Ana Kumanda Merkezi (CCR)	4
2.1.12. PESB Butonu	4
2.1.13. CP (Cross Passage)	4
2.2. M2 Hacıosman – Yenikapı Metro Hattı	5
2.3. M2 Metrosu Acil Durum Sistemleri	6
2.4. Acil Durum Yangın Senaryoları Ve Ekipman Davranışları	7
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11
3.1. Sistem Tehlike Tanımlanması Ve Analizi	11
3.2. Tehlikelerin Tanımlanması	13

3.3. Hafifletme Tedbirlerinin Tanımlanması.....	13
3.4. Tren Yangınında CDF Modeli	16
4. BULGULAR	19
4.1. Sistem Tehlike Analizi... ..	18
4.2. CDF Modelleme Bulguları.....	27
4.3. İstasyon ve Hat Bilgileri... ..	32
4.3.1. Model İstasyonu... ..	32
4.3.1.1 Model İstasyon Yolcu Tahliye Senaryoları.....	33
5.TARTIŞMA.....	35
6.SONUÇ.....	33
7.ÖZET.....	40
8.SUMMARY.....	42
9.KAYNAKLAR	44
10.ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: FAP-ECS Davranışı	7
Şekil 2: İstasyon Bölgesi Acil Durum Anons Senaryosu	8
Şekil 3. Perondan Hattın Doğru Akışa Örneği.....	28
Şekil 4: Cold Run Sonucu Tespit Edilen Durağan Bölge.....	28
Şekil 5: Hat İçerisinde Yanan Vagon.....	29
Şekil 6: CDF Girdi Parametreleri ve Yangın Büyüme Eğrisi.....	29
Şekil 7: Sıcaklık ve Görüş Mesafesi Dağılımı.....	30
Şekil 8: İstasyonun Üç Boyutlu Modeli	31

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Yangın Senaryoları ve Ekipman Davranışları	9
Tablo 2: Model İstasyon Genel Bilgileri.....	10
Tablo 3: Tehlike Ciddiyet Düzeyi Sınıflandırması	14
Tablo 4: Tehlike Sıklık Kategorileri	15
Tablo 5: Risk Matrisi	16
Tablo 6: Risk Kabul Edilebilirlik Seviyeleri	16
Tablo 7: En Üst Düzey Tehlikeli Olaylar Listesi	19
Tablo 8: Sistem Tehlike Analiz Tablosu.....	21
Tablo 9: Simulasyon Sonuçlarının Zaman Ağırlıklı Yorumlanması	31

SEMBOLLER, KISALTMALAR

ADMB	Acil Durum Müdahale Birimleri
PTES	Platformda Acil Tren Durdurma
EB	Trenin Acil Durum Frenlemesi
CCTV	Kapalı Devre TV
PAS	Yolcu Anons Sistemi
ECS	evresel Kontrol Sistemi (Havalandırma Bilgi Yönetimi)
SCADA	Sistem Kontrol ve Veri Toplama (İstasyon Bilgi Yönetimi)
SOR	İstasyon İşletme Odası
SBOM	Seyrantepe Bakım Onarım Atölyesi
CCR	Ana Kumanda/Kontrol Merkezi
M2	Yenikapı Hacı Osman Hattı
CFD	Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
CP	İki Hat Arası Acil Durum Geçiş Pasajı(Cross Passage)
ATO	Otomatik Tren Sürüşü(Automatic Train Operation)
OG	Orta Gerilim
kV	Kilo Volt
DCV	Direk Akım Volt(Direct Current Volt)
MVA	Mega Volt Amper
UPS	G Kaynağı(Uninterruptible Power Supply)
KKT	Kuru Kimyevi Toz
TVF	Tünel Havalandırma Fanı(Tunel Ventilation Fan)

EXF	İstasyon Egzoz Fanı (Exhaust Fan)
INF	Taze Hava Fanı(In Natural Fan)
FE	Egzoz Fanı(Fan Exhaust)
FS	Basınçlandırma Fanı (Fan Supply)
FAP	Yangın Alarm Paneli(Fire Alarm Panel)
NFPA	Ulusal Yangın Koruma Derneği(National Fire Protection Associaton)
YP	Yangın Perdesi
MIL-STD	Askeri Standart(Military Standard)
ABD	Amerika Birleşik devletleri

ÖNSÖZ

Raylı sistem taşımacılığı tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz 'de ve özellikle İstanbul'da hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Artan nüfus ve nüfus yoğunluğunun getirmiş olduğu trafik yoğunluğu ile mücadele etmenin tek çıkış yolunun raylı sistem ağlarının yayılmasında olduğu bilinmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul'da kent içi raylı sistemlerin işletmeciliğini yapmak üzere kurulan Metro İstanbul toplam 145 km uzunluğundaki 12 kent içi raylı sistem hattının işletmeciliğini yapmaktadır. Hizmet verilen hatlardan olan M2 Yenikapı - Hacıosman Metro Hattı 21 istasyona sahip olup günde yaklaşık 480.000 yolcu bu hattı kullanmaktadır.¹²

Bu çalışma; İstanbul ili içerisinde neredeyse günlük yaşamın bir parçası haline gelmiş olan M2 Yenikapı - Hacıosman Metro Hattının, acil durum risk değerlendirmesi, senaryoları ve planları işletmenin güvenli şekilde gerçekleştirilmesi için değerlendirilmektedir.

Yaptığım bu çalışmada süresince desteklerinden dolayı danışmanım Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ beyefendi 'ye; doküman temini konusunda yardımlarından dolayı Metro İstanbul ailesine, bana sağladıkları destek, verdikleri emek, gösterdikleri hoşgörü ve anlayış için Babam Ahmet SAYAR'a, Annem Fatma SAYAR'a ve çok kıymetli kardeşlerime teşekkür ediyorum.

1. GİRİŞ

Raylı sistemler ve metro sistemlerinin, nüfusun yoğun olduğu büyük şehirlerde karşılaşılan trafik ve ulaşım sorunlarını en aza indirmek için tek çözüm oldukları düşünülmektedir. Bu sistemler ekonomik, konforlu ve hızlı ulaşım sistemleri olmalarının yanında, güvenli ulaşımın sağlanmasını da hedeflerler. Metro sistemi ile diğer ulaşım sistemleri arasındaki temel fark metro sistemlerinin, sokak seviyesinden metrelerce aşağıda, yer altında hizmet vermesidir. Bu nedenle, bir metro sistemindeki güvenlik ve acil durumlar ile alakalı hususlar diğer ulaşım sistemlerinde karşılaşılabilecek olanlardan çok daha fazla hayati önem teşkil etmektedir.

Burada hedeflenen, hiçbir acil durum ile karşılaşılmamasıdır. Bununla birlikte, bu sadece acil duruma yol açabilecek faktörlerin tanımlanması, en aza indirgenmesi ve/veya ortadan kaldırılması ile mümkün olabilir. Ana husus, herhangi bir olayın/kazanın asla meydana gelmemesini sağlayacak önleyici tedbirler almaktır. Bir olay/kaza durumunda kayıpların ve hasarların minimuma indirilmesi, önceden hazırlanmış olan acil durum planlarının uygulanması, personelin eğitilmesi ve acil durum simülasyonlarının gerçekleştirilmesi ile mümkündür.

Çalışma da genel olarak; tanımlamalar, hat bilgileri ve acil durum senaryolarına, sistem tehlike tanımlaması ve analizine, istasyon bazlı hat bilgileri ve tahliye senaryoları ile yapılan çalışma sonucu ortaya çıkan bilgiler özet halinde sunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tanımlamalar

Çalışmanın bu ilk bölümünde metro hatlarında kullanılan acil durum başlıkları tanımlamalarına değinilecektir.

2.1.1 Acil Durum

Yolculara veya personele ve/veya ekipman ya da mallara zarar vermiş ya da verebilecek olan bir olay meydana geldiğinde yaşanan durum. ¹³

2.1.2.Acil Durum İşletimi

Sistemde oluşan tehlikeli veya potansiyel olarak tehlikeli durumlar halinde uygulanan işletim koşulları. ¹³

2.1.3.Acil Durum Müdahalesi

Her bir acil durum halinde etkili olacak, koordinasyon ve yönetim konseptinin geliştirilmesine yöneliktir. Metro İşletiminin hizmet alanında bir kaza/olay veya acil durum meydana gelmesi halinde, her türlü müdahale, yolcu güvenliği, istasyon güvenliği, alternatif hizmetler, Acil Duruma Müdahale Birimlerinin (AMDB) desteği, temizlik, onarım ve normal hizmete geri dönüş gibi hizmetler sunan çeşitli birimler için koordine edilmektedir. Bu şekilde tüm müdahaleler etkili olurken, olaydan kaynaklanan tüm gecikmeler ve sorunlar en aza indirgenir. ¹³

2.1.4.Tren içi Acil Durum Diafonu

Vagonların içinde bulunan, yolcular ve personel tarafından bir acil durum hakkında makinisti bilgilendirme amacı ile kullanılan bir diafon'dur.

¹³

2.1.5.Atölye Sahası (SBOM)

Seyrantepe'de bulunan, otomatik ve kabin sinyalli tren iletimi için ekipmanlarla kurulmuş olan ve otomatik tren korumasının uygulanmadığı tren bakım alanıdır. ¹³

2.1.6.Araç

Demiryolu aracı için, iki körüklü vagon dan oluşan tek kompozisyon; iki araçtan oluşan çift konfigürasyon, bir tren teşkil eder. ¹³

2.1.7.Cer Gücü

Tren iletimi için, alt istasyonlar yolu ile rijit Katener sisteminden trenlere verilen 1500 Volt DC güç kaynağıdır. ¹³

2.1.8. 3.Ray

750V DC cer gücü ile çalışan araçlara güç sağlamak için işletmedeki raya paralel bir şekilde kurulmuş olan ray hattıdır. ¹³

2.1.9.Trenin Hold ve Pas Uygulaması

Kabul edilemez bir risk/tehlike durumunda. Otomatik modda işletilen trenler, hareket etmesi engellenerek istasyonda bekletilmesi (hold)yada herhangi bir istasyonu durmadan geçmesi (pas)sağlanabilir. ¹³

2.1.10.İtfaiye Bağlantıları

Yangın durumunda itfaiye arabası ile bağlantı sağlamak üzere bulunan kuru ve ıslak kolon hatlarıdır. ¹³

2.1.11.Ana Kumanda Merkezi (CCR)

Bu oda, Metro İdaresi Binası'nda bulunmakta olup, normal işletme ve acil durum işletmesinde uzaktan müdahale sorumluluğu olan personel tarafından kullanılan, ekipman ve sistemlerle donatılmıştır. ¹³

2.1.12.PESB Butonu

Bir acil durum esnasında perona gelen trene (EB) acil fren yaptırarak durdurmak için kullanılan peron bölgelerinde bulunan butonlardır. ¹³

2.1.13.CP(Cross Passage)

Hatlar arası geçişleri sağlayan, hidrant başlıklarının, yangın dolaplarının (hidrant hortumlarının, lans ve nüzullerinin, acil çağrı yangın telefonlarının, yangın tüplerinin bulunduğu dolaplar) bulunduğu bölgeler, acil durum istasyonları. ¹³

2.2.M2 Haciosman – Yenikapı Metro Hattı

Yapımına 1992 yılında başlanan ve Yenikapı – Haciosman arasında hizmet veren metro, 16 Eylül 2000 tarihinde hizmete girmiş olup günlük ortalama 480.000 yolcu taşımaktadır. Ayrıca ana hat üzerinde Levent istasyonundan Boğaziçi Üniversitesi ve Sanayi Mahallesi istasyonundan Seyrantepe bağlantısı yer almaktadır. Hatta bulunan İstasyonlar; Yenikapı, Vezneciler/İstanbul Üniversitesi, Haliç, Şişhane, Taksim, Osmanbey, Şişli/Mecidiyeköy, Gayrettepe, Levent, 4.Levent, Sanayi, İTÜ Ayazağa, Atatürk Oto Sanayi, Darüşşafaka, Haciosman, Seyrantepe olarak adlandırılmıştır. Hattın hizmete açılış tarihleri aşağıdaki gibidir.¹³

- Temel Atma: 19.08.1992
- Taksim - Şişli tünelleri birleştirmesi: 12.06.1994
- Şişli - 4.Levent tünelleri birleştirmesi: 08.07.1994
- Taksim - Şişli ve 4. Levent tünelleri birleştirmesi: 30.04.1995
- Araçların tünele indirilmesi: 11.01.1999
- İlk deneme seferleri başlatılması: 25.03.1999
- Taksim - Levent arası hizmete açılması: 16.09.2000
- Levent - 4. Levent arası hizmete açılması: 24.10.2000
- Şişhane ve Atatürk Oto Sanayi bölümünün hizmete açılması:
31.01.2009
- Darüşşafaka İstasyonu hizmete açılması: 02.09.2010
- Seyrantepe İstasyonu hizmete açılması: 11.11.2010
- Haciosman İstasyonu hizmete açılması: 29.04.2011
- Yenikapı uzatmasının açılması: 15.02.2014
- Vezneciler İstasyonu hizmete açılması: 16.03.2014

2.3. M2 Yenikapı – Haciosman Metrosu Acil Durum Sistemleri

M2 hattında yaşanabilecek her türlü olumsuz duruma karşı senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryolarla ilgili simülasyonlar yapılarak çözüm planları hazırlanmıştır. M2 hattında İstasyonların her bölgesinde bulunan kameralarla sistem sürekli gözlemlenmekte ve kontrol edilmektedir. Ayrıca üniformalı güvenlik görevlileriyle kontrol sağlanmaktadır.¹³

En son teknoloji ile inşaa edilen M2 hattında, güvenilir bir yangın emniyet sistemi bulunmaktadır. Sistemin her yerinde yangın ihbar detektörleri bulunmaktadır. Kullanılan tüm ekipmanlar yüksek derecede ısıya dayanıklı ve zehirli gaz çıkarmayan malzemelerden seçilmiştir.

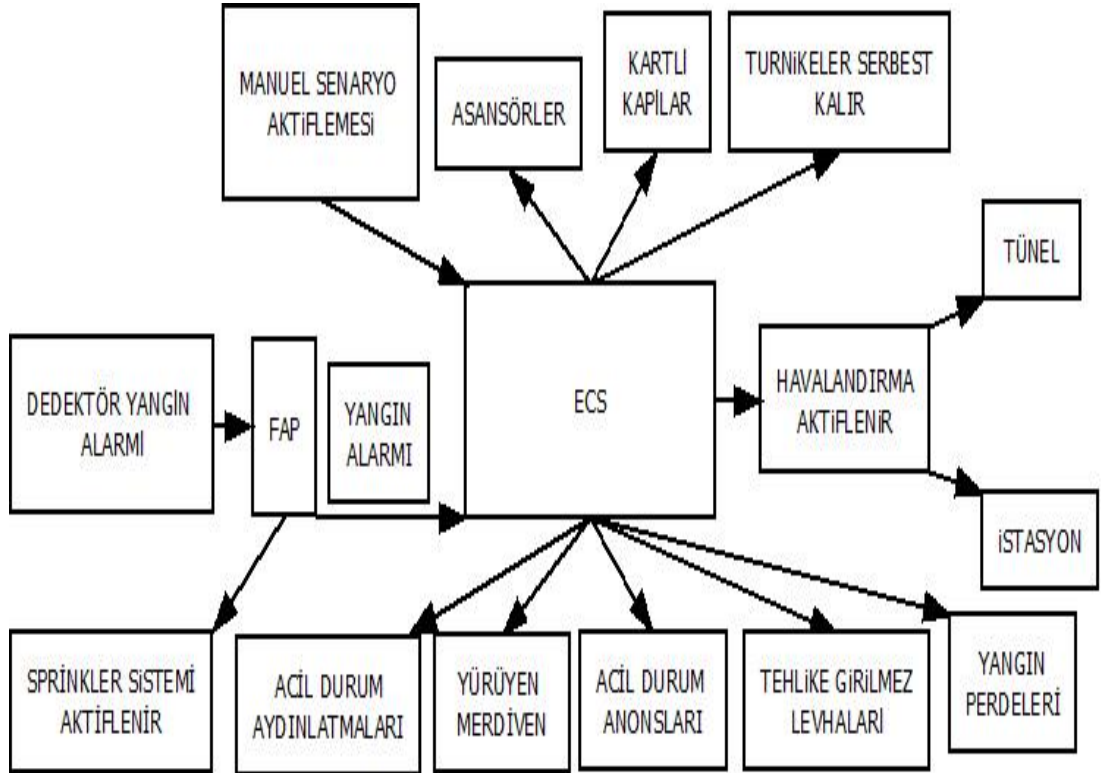
Yangın durumunda insanların güvenli olarak tahliye olması için ispatlanmış ve güvenilir bir duman kontrolü ve tahliye sistemi bulunmaktadır.

Hattın sinyalizasyon, makas ve araç sistemi, tam otomatik olup ihtiyaç halinde manuel olarak da çalıştırılabilmektedir.

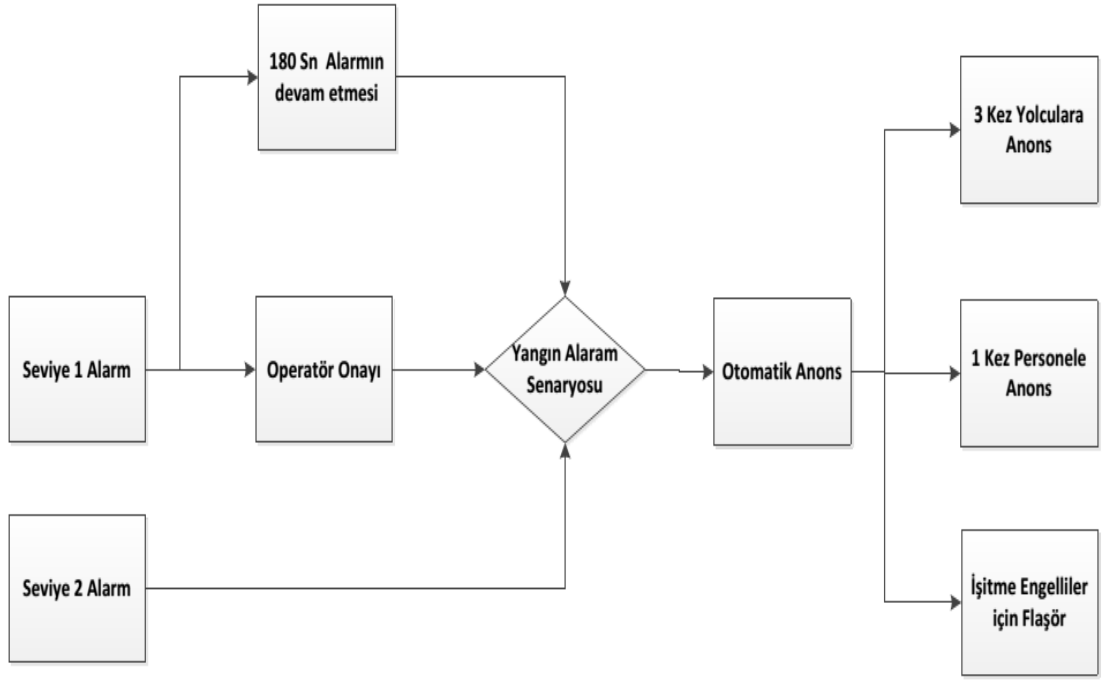
M2 hattında tüm sistemin enerji beslemesi dört ayrı noktadan yapılmaktadır. Her dört ayrı besleme noktası da devre dışı kalırsa 15 saniye içinde jeneratörler devreye girmekte ve tünel içerisinde kalan tüm trenler en yakın istasyona ulaşarak yolcularını tahliye edebilmektedir. Enerji beslemelerinin kesilmesi ve jeneratörlerin arızalanıp devreye girememesi durumunda aydınlatma sistemi ve elektronik kontrol sistemleri 3 saat süreyle kesintisiz güç kaynakları vasıtasıyla beslenebilmektedir.¹³

2.4. Acil Durum Yangın Senaryoları Ve Ekipman Davranışları

Herhangi bir noktadan yangın ihbarını, yangın algılama panelleri olan FAP' lar algılamasına müteakip ek zamanlı olarak yangının geldiği istasyonun kontrol odasındaki MFAP paneline, SIMS ve VIMS bilgisayarlarına ve ana kontrol merkezindeki SCADA ve ECS bilgisayarlarına yangın bilgisi gelmektedir. Bunun üzerine ilgili istasyondaki görevliler olay yerini kontrol ettirirler şayet, gerçekten yangın varsa otomatik olarak tavsiye edilen yangın senaryosunu başlat onayı ana kontrol merkezi CCR (Central Control Room) tarafından verilir.¹³



Şekil 1: FAP-ECS Davranışı



Şekil 2: İstasyon Bölgesi Acil Durum Anons Senaryosu

Tablo 1: Yangın Senaryoları ve Ekipman Davranışları

YANGIN SENARYOLARI SİSTEM VE EKİPMAN DAVRANIŞLARI						
	SİSTEM & EKİPMAN	DAVRANIŞLAR				
		PERON – 1 YANGIN SENARYOSU	PERON – 2 YANGIN SENARYOSU	KUZEY KONKORS YANGIN SENARYOSU	GÜNEY KONKORS YANGIN SENARYOSU	ELEKTRİK – ELEKTRONİK EKİPMAN YANGIN SENARYOLARI
1	Duman Detektörleri	Detektörler sorunsuz bir şekilde algıma yapar.	Detektörler sorunsuz bir şekilde algıma yapar.	Detektörler sorunsuz bir şekilde algıma yapar.	Detektörler sorunsuz bir şekilde algıma yapar.	Detektörler sorunsuz bir şekilde algıma yapar.
2	FAP	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir.	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir.	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir.	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir.	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir.
3	(SIMS) Asansörler	Asansörler bir üst kata çıkar, devre dışı kalır ve kapılarını açar.	Asansörler bir üst kata çıkar, devre dışı kalır ve kapılarını açar.	Asansörler bir üst kata çıkar, devre dışı kalır ve kapılarını açar.	Asansörler bir üst kata çıkar, devre dışı kalır ve kapılarını açar.	-
4	Tünel Havalandırma Fanları (TVF)	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.
5	Duman Atım Fanları (EXF)	Senaryoya uygun olarak durur.	Senaryoya uygun olarak durur.	Senaryoya uygun olarak durur.	Senaryoya uygun olarak durur.	Senaryoya uygun olarak durur.

6	(VIMS) Yürüyen Merdivenler	Senaryoya uygun olarak kaçış yönüne çalışır.	Senaryoya uygun olarak kaçış yönüne çalışır.	Senaryoya uygun olarak kaçış yönüne çalışır.	Senaryoya uygun olarak kaçış yönüne çalışır.	Senaryoya uygun olarak kaçış yönüne çalışır.
7	(SIMS) Turnikeler	Turnikeler serbest konuma geçer.	Turnikeler serbest konuma geçer.	Turnikeler serbest konuma geçer.	Turnikeler serbest konuma geçer.	Turnikeler serbest konuma geçer.
8	Acil Kaçış Kapılar Kartlı Switchli Kapılar	Senaryoya uygun olarak kapılar serbest kalır.	Senaryoya uygun olarak kapılar serbest kalır.	Senaryoya uygun olarak kapılar serbest kalır.	Senaryoya uygun olarak kapılar serbest kalır.	Senaryoya uygun olarak kapılar serbest kalır.
9	Tehlike Girilmez Levhaları	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.
10	Acil Durum Anonsu	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.
11	Yangın Butonu	Senaryoya uygun olarak çalışır.	Senaryoya uygun olarak çalışır.	Senaryoya uygun olarak çalışır.	Senaryoya uygun olarak çalışır.	Senaryoya uygun olarak çalışır.
12	Yangın Pompaları	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Senaryoya uygun olarak devreye girer.	Sulu sisteme geçildiği için kontrol edilemez.	Sulu sisteme geçildiği için kontrol edilemez.	Sulu sisteme geçildiği için kontrol edilemez.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

M2 Yenikapı Haciosman Metro Hattı Acil Durum Risk Değerlendirmesi, planları, senaryoları ve CFD tezinde, ulusal ve uluslararası yönetmelikler, akademik çalışmalar ile proje çalışmalarını ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve literatür çalışmaları yapılmıştır.

3.1. Sistem Tehlike Tanımlanması Ve Analizi

Ön tehlike analizi; tesisin tasarım aşamasında veya daha detaylı risk değerlendirmelerinden önce kullanılabilir, hızla hazırlanabilen birincil ve öncü risk değerlendirme metodolojisidir. Amaç, incelenen sistemde mevcut tehlikeli öğeleri belirlemek ve potansiyel tehlike arz eden durumlar için kazaya meydan vermemek adına nasıl bir yol izleneceğini saptamaktır.²¹

Ön tehlike analizi'nin aslı ABD askeri standartları olan MIL-STD standartlarına dayanmaktadır. Haziran 1966 ile Mart 1967 yılları arasındaki çalışmalar sonucunda hava taşıtları, uzay ve elektronik ile ilgili öncü sistem güvenlik standardı olan "MIL-S-38130A" yayınlanmıştır. Bu standartta risklerin değerlendirilmesi için tehlikeli veya olasılığı seviye verilmemiş olup matris önerilmiştir.²¹

Ocak 1996'da yayınlanan, entegre donanım ve yazılım işlerini ilgilendiren MIL-STD-882C standardının ekinde kalitatif ve kantitatif risk matrisleri verilmiş olup risklerin kabul seviyeleri belirlenmiştir. Şubat 2000'de yayınlanan ve sistem talep formlarında reform getiren MIL-STD-882D'de ise kalitatif risk matrisi kullanılmasına rağmen olasılık

seviyelerinin kantitatif olarak belirlenmesi yapılmıştır. MIL-STD882E (1 şubat 20006) standardında ise çoklu matrisler ve risk seviyeleri verilmiştir.²¹

Ön tehlike analizi; işletmelerde, iş güvenliği yönetim sistemini oluşturmak isteyen veya sistem, proses, aktivitelerden sorumlu kişilerce uygulanır. Uygulanacağı tesisin henüz tasarım yani plan/proje aşamasında olmasıyla tehlikelerin daha sonraki aşamalarda tespit edildiklerinde alınması gerekli düzeltici önlemlerin yüksek maliyetini ve zaman kaybını önler. Ön tehlike analizi'nin kullanımı ile tesis tasarım aşamasında iken tehlikeler belirlenmekte ve uygun tedbirler alınarak risklerin önüne geçilebilmektedir.²¹

Bu bölümde belirtilen tehlikeler, Yenikapı – Hacıosman Metro Sistemi'nin işletimi sırasında ortaya çıkabilecek normal ve düşük koşullarda ve acil durum koşullarında güvenliği etkileyebilecek durumları ifade eder.

Tehlikelerin tanımlanması ve analizi aşağıdaki adımlardan oluşur.

1. Tehlike Tanımlama: Sistem ile ilgili tehlikelerin kapsamlı olarak tanımlanması, koruyucu önlem ve koruma özelliklerinin tanımlanması, tehlikelerin sonuçlarının tanımlanması.
2. Tehlike Analizi: Sonucun ciddiyet düzeyinin analizi, meydana gelme sıklığının analizi, riskin kaynaklandığı seviyenin analizi.

Tanımlanan her tehlike için aşağıdaki ana veriler rapor edilir.

1. Tehlike kodu,
2. Tehlike olasılığının olduğu sırada Metro hattının işletim modu,
3. Tehlikenin oluşabileceği geçerli yerler,
4. İlgili üst düzey tehlike sınıfı,
5. Tehlike açıklaması,
6. Tehlikeli duruma yol açabilen sebeplerin açıklanması,
7. Tehlikenin beklenen olası sonucunun açıklaması,

8. Herhangi bir hafifletme önlemi uygulanmadan önceki ciddiyet düzeyi, sıklık ve risk derecesi,
9. Riskin hafifletilmesi için yapılması gereken işlemler,
10. Belirlenen hafifletme önlemlerinin geliştirilmesinde/kanıtlanmasında yer alan alt sistem,
11. Tehlike tanımı, değerlendirmesi ve izleme süreci ile ilgili veriler,
12. Belirlenen tüm hafifletme önlemleri düzgün bir şekilde uygulandıktan sonra tehlike için geçerli geri kalan ciddiyet düzeyi, sıklık ve risk derecesi.¹⁵

3.2 Tehlikelerin Tanımlanması

3.3. Hafifletme Tedbirlerinin Tanımlanması

Neredeyse her durumda, tehlikenin oluşma olasılığını azaltan bir ya da daha fazla koruyucu tedbir veya koruma özelliği tasarımın bir parçası olarak mevcuttur. Bu tür koruyucu tedbirler, sözgelimi, sistemlerin yedekliliği ve çeşitliliğini, tehlikeyi önlemek için dâhil edilen belli tasarım özelliklerini, işletimsel prosedürleri, vb. içerir. Ek olarak, meydana gelmesi halinde tehlikenin sonuçlarını hafifleten koruyucu tedbirler de bulunabilir. Bunlar, acil durum aydınlatması, yangın söndürme sistemleri ve acil durum havalandırması gibi güvenlik sistemlerini içerir.

Diğer hafifletme işlemleri, planlanan tasarım özellikleri, işletim/bakım prosedürleri veya beklenmedik durum planları şeklinde olabilir. Tehlikenin geri kalan sıklığı ve ciddiyet düzeyinin değerlendirilmesinde, tanımlanan hafifletme tedbirleri dikkate alınmıştır.¹⁵

Tablo 3: Tehlike Ciddiyet Düzeyi Sınıflandırması

Tehlike Ciddiyet Düzeyi	Açıklama	İnsan veya Çevre üzerindeki Sonucu (EN50126'dan)	İlgili Ölüm Oranları
1	Katastrofik	Ölümler ve/veya birden fazla ciddi yaralanmalar ve/veya çevrede büyük çaplı hasar	> 1
2	Kritik	Tek bir ölüm ve/veya ciddi yaralanma ve/veya çevrede önemli hasar	1
3	Marjinal	Hafif yaralanma ve/veya çevre açısından önemli tehdit	-
4	Önemsiz	Olası hafif yaralanma	-

Tehlikelerin sonuçları, gerek yolcular gerekse metro personeli açısından değerlendirilmiştir. Olası sonuç açıklaması, açıkça oluşan tehlikeden kaynaklanan en ciddi sonuçların kötümser bir değerlendirmesine dayanır. Sözgelimi, raydan çıkma durumunda yalnızca yaralanmalar olabilir ancak, en kötü senaryoya göre, ölümlerin olması da muhtemeldir ve dolayısıyla raydan çıkma 1. ciddiyet kategorisine konulmuştur. Önceden beklendiği gibi, tehlike sonuçlarının nihai değerlendirmesinde, hafifletici koruyucu tedbirlerin kullanılabildiği varsayılmıştır. Sözgelimi, tüneldeki bir trendeki kontrollü bir tahliyeye yol açan bir yangın durumunda, acil durum aydınlatma sisteminin kullanılabildiği varsayılır. Bu yaklaşımın sebebi, yukarıda belirtildiği üzere, en ciddi sonuçlar dikkate alındığında, her tehlike senaryosu için, ilgili acil durum sisteminin tesadüfi arızası olduğunu varsaymanın gerçekçi olmamasıdır.¹⁵

Her bir tehlike, açıklanan sonuçlara yol açan meydana gelme sıklığının bir ön değerlendirmesine maruz kalmıştır. Sıklığın, aşağıdaki gösterilen frekans aralıklarındaki bir değer olarak belirlenmesi için yarı nicel bir değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 4: Tehlike Sıklık Kategorileri

Tehlike Kategorisi	Kategori	Açıklama	Sıklık (f) (olay/saat)
A	Sık	Sık sık oluşması muhtemeldir. Tehlike sürekli yaşanacaktır.	$f \geq 10^{-5}$
B	Muhtemel	Birkaç kez oluşacaktır. Tehlikenin sık sık yaşanması beklenebilir.	$10^{-6} \leq f < 10^{-5}$
C	Ara sıra	Birkaç kez oluşması muhtemeldir. Tehlikenin birkaç kez yaşanması beklenebilir.	$10^{-7} \leq f < 10^{-6}$
D	Uzak ihtimal	Sistemin ömrü boyunca oluşması muhtemeldir. Tehlikenin makul ölçüde yaşanması beklenebilir.	$10^{-8} \leq f < 10^{-7}$
E	Olanaksız	Oluşması muhtemel gözükmesi bir ihtimal vardır. Tehlikenin istisnai olarak oluşabileceği varsayılabilir.	$10^{-9} \leq f < 10^{-8}$
F	İnanılmaz	Oluşması son derece olanaksızdır. Tehlikenin oluşmayacağı varsayılabilir.	$f < 10^{-9}$

Tanımlanan her bir tehlikeye karşılık gelen risk seviyesi, tehlikenin sonuçlarının ciddiyet düzeyi ile meydana gelme olasılığının bir kombinasyonunun dikkate alınması ile ilgilidir. Bu yaklaşımı uygulamak için, Tablo 5: Risk Matrisi kullanılır.¹⁵

Tablo 5: Risk Matrisi

Meydana Gelme Sıklığı	Risk Seviyesi			
	Sık (A)	Tolere edilebilir	Tolere edilemez	Tolere edilemez
Muhtemel (B)	Tolere edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilemez	Tolere edilemez
Ara sıra (C)	Göz ardı edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilemez
Uzak ihtimal (D)	Göz ardı edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilemez
Olanaksız (E)	Göz ardı edilebilir	Göz ardı edilebilir	Tolere edilebilir	Tolere edilebilir
İnanılmaz (F)	Göz ardı edilebilir	Göz ardı edilebilir	Göz ardı edilebilir	Tolere edilebilir
	Önemsiz (4)	Marjinal (3)	Kritik (2)	Katastrofik (1)
CİDDİYET DÜZEYİ				

Tablo 6: Risk Kabul Edilebilirlik Seviyeleri

Tolere edilemez	Ortadan kaldırılacaktır
Tolere edilebilir	Güvenlik Makamının uygun kontrol ve onayı ile kabul edilebilir
Göz ardı edilebilir	Herhangi bir onay olmadan kabul edilebilir

3.4. Tren Yangınında CFD Modeli

Gerçekleştirilen simülasyon, modelleme Autodesk yazılım programı ile hazırlanmıştır. Autodesk Simulation CFD yazılımı, akışkanların akış ve termal simülasyonları için doyurucu ve esnek çözümler sunmaktadır. Autodesk Simulation CFD, karar vermenin kritik olduğu noktalarda hızlı,

hassas ve inovatif analiz kabiliyetleri ile sonuç odaklı çalışmalar sunmaktadır. Simülasyon CFD sayısal prototiplemeyi elektronik soğuma, mekanik, endüstriyel ve tüketici ürün uygulamalarına taşır.²³

Autodesk CFD yazılımı, ürün performansını tahmin etmeye, tasarımları optimize etmeye ve ürün davranışını üretim öncesi doğrulamaya yardımcı olacak hızlı, doğru ve esnek akışkan akışı ve termal simülasyon araçları sunar; maliyetli fiziksel prototiplere olan bağımlılığı en aza indirir ve yenilikçi ürünleri pazara daha hızlı ulaştırılmasında etkili olur.²³

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) çalışmaları, enerji, momentum ve süreklilik denklemlerinin, bilgisayar ortamında, çoğu zaman ticari yazılımlar aracılığıyla, çözülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Acil durum havalandırması çalışmaları özelinde CFD simülasyonları ile amaçlanan, sıcak havanın ve dumanın zaman içerisindeki hareketlerini takip edebilmek ve istenen parametrelerin mekandaki dağılımını elde etmektir. CFD simülasyonlarında, gerçek fiziksel ortam, bilgisayarda, gerçeği en iyi şekilde yansıtacak şekilde modellenir ve sonlu sayıda çözüm ağına bölünür. Belirlenen simülasyon parametreleri ile, istenen süreyi kapsayacak şekilde simülasyonlar gerçekleştirilir ve sıcaklık, görüş mesafesi, hava hızı gibi parametrelerin zaman bağılı dağılımları elde edilir. CFD simülasyonlarının sonunda amaç, insan tahliyesi esnasında ve itfaiye müdahalesi başlangıcında, tahliye yollarının ve itfaiye erişim güzergahlarının duman ve sıcak havadan arındırılmış olup olmadığının belirlenmesidir. Sonuçlar ışığında, belirlenen havalandırma stratejisinin geçerliliği ve seçilen havalandırma ekipmanlarının yeterliliği sorgulanır. Uygun bulunmayan tasarım parametreleri değiştirilerek iyileştirilir ve simülasyonlar tekrar yapılır. Daha önce seçimi yapılan parametrelerin yeterli olduğu ve havalandırma stratejisinin geçerliliği tespit edildiği durumda ise CFD çalışmalarının istenen sonuca ulaştığı söylenebilir. Bu rapor kapsamında, PSD kapısı bulunan bir istasyon için, istasyon içi araç yangını durumları değerlendirilmiş ve en kritik olduğu düşünülen senaryoya yer verilmiştir.

Ayrıca, herhangi bir istasyon içerisinde meydana gelebilecek en kritik araç yangını senaryoları için yapılan üç boyutlu araç yangını simülasyonlarının detayları verilmiştir. Simülasyonlarda Autodek CFD yazılımı kullanılmış, sonuçlar duman ve sıcak hava dağılımlarının görselleri ve sayısal değerleri şeklinde sunulmuştur.¹⁹

4. BULGULAR

4.1 Sistem Tehlike Analizi

Yenikapı - Haciosman Metro Hattı Acil Durum Risk Değerlendirmesi, planları ve senaryoları tezinde; metro istasyonları, trenler, acil durumlar ve sisteme özel tehlike ve riskler belirlenmiştir. Bu kapsamda; Altı (6) genel tehlike sınıfı tanımlanmıştır; her bir sınıf, Yenikapı – Haciosman Metro Hattı için geçerli özel tehlikelere yol açan üst düzey tehlikeli olaylar dizisini içerir. Bu kapsamda, belirlenen tehlike ve riskler “Sistem Tehlike Analiz Tablosu”nda değerlendirilmiş, Tablo 22’de sunulmuştur. ¹⁵

Tablo 7: En Üst Düzey Tehlikeli Olaylar Listesi

EN ÜST DÜZEY TEHLİKELİ OLAYLAR	
1 Yanık/boğulma Riski	Kişi(ler)in dumana maruz kalması Kişi(ler)in sıcak veya zehirli bir madde/sıvı/havaya maruz kalması Yangın Diğer yanık/boğulma tehlikeleri
2 Raydan Çıkma Riski	Araç sistemlerinin hatası/arızasından ötürü aracın raydan çıkması Kılavuz yatakların/kılavuz rayların/makas motorlarının hatası/arızasından ötürü aracın raydan çıkması İnsan hatası veya kasıtlı bir hareketten ötürü aracın raydan çıkması Diğer Raydan Çıkma Tehlikeleri
3 Elektrik Çarpma Riski	Kişi(ler)in ekipmanın hatası/arızasından ötürü tehlikeli gerilimlere maruz kalması Kişi(ler)in insan hatasından ötürü tehlikeli gerilimlere maruz kalması Diğer Elektrik Çarpma Tehlikeleri

4 Sıkışma / Yaralanma Riski
Ekipman hatası/arızasından ötürü kişilerin araç kapıları, PSD, asansör kapıları, yürüyen merdiven basamakları veya diğer mekanik ekipman arasında sıkışması Yanlış insan davranışından ötürü kişilerin araç kapıları, PSD, asansör kapıları, yürüyen merdiven basamakları veya diğer mekanik ekipman arasında sıkışması Kişi(ler)in sivri veya keskin nesnelere maruz kalması Diğer Sıkışma Tehlikeleri
5 Çarpma Riski
Araç ve diğer araç veya tamponun çarpışması Araç ve kılavuz yatağa düşen/kılavuz yatakta bırakılan nesnenin çarpışması Araç ve yapının çarpışması Araç ve kişi(ler)in çarpışması Karayolu aracı ve sistem yapısı veya trenin çarpışması Diğer çarpışma tehlikeleri
6 Diğer Tehlikeler/Riskler
Su baskını Ekipman/arıza veya yanlış çıkış güzergâhı yerleşiminden ötürü geciken tahliye İzinsiz giriş ve yasal olmayan hareketler Yapısal Arıza Patlama Kayma/düşme riski Diğer tehlikeler

Tablo 8: Sistem Tehlike Analiz Tablosu¹⁰

Tehlike	Riskler	Sonuçlar	Ciddiyet Düzeyi	Frekans	Başlangıç Riski	Azaltıcı Önlemler	Ciddiyet Düzeyi	Frekans	Geri Kalan Risk
Trende Yangın	Yolcu tarafından getirilen malzemeler	Muhtemel olarak ölümle sonuçlanacak, Araç üstünde yangın, duman.		C	Kabul Edilemez	Acil durumlarda ekipmanların yönetimine dair personelin eğitimi var	3	C	Tolere Edilebilir
	Sabotaj, Saldırı					Acil durum havalandırma stratejilerinin etkinleştirilmiş			
	Kısa devre					Yangın söndürücü tüp (tren içinde) mevcut.			
	Motorların aşırı ısınması,					Tünel tahliye senaryoları oluşturulmuş			
	Yanlış bakım sonucu çıkan yangınlar					Acil durum havalandırma sisteminin uygun tasarlanmış Acil kaçış yolu uygun (NFPA 130 standartları)			
Tünelde yangın	Tünel ekipmanında hata (kısa devre)	Duman nedeniyle muhtemel olarak (örn. bakım personeline) yaralanmalara neden olabilecek yangın, Enerji kablolarında yanma	2	B	İstenmez	Kablolar yangına dayanıklı	2	D	Tolere Edilebilir
	Yanlış bakım sonucu çıkan yangınlar.					Baralar özellikle korunmuş			
						Hidrants sistemi aktif. Tünel yangın dolapları uygun			
Acil Durumlarda Tahliye	Genel şebekeden güç kesintisi,	Tünelde mahsur kalma,	2	B	Kabul Edilemez	Hat, NFPA130 standardına göre tasarlanmış, tünel yürüme yolları engellenmemiş açık bir genişlikte CP geçiş bölgeleri aktif	2	C	Tolere Edilebilir
						Tahliye yönlendirme levhaları uygun			

						Tünel aydınlatma lüks değerleri yeterli			
						Hemzemin geçitler var, uygun			
						Yürüme yolu iniş-çıkış merdiveni var			
						UPS'ten ekipmanlara güç beslemesi yapılabilir			
						Acil durum telefon, diafon aktif			
Tünelde arıza veya bozukluklar	Ölçüm ekipmanı dahil olmak üzere ATP sisteminde arıza	Trenin raydan çıkması, Yolcu yaralanma, İşletmenin durması, Ölüm	2	B	Kabul Edilemez	Hız profillerinin üretilmesi (altyapı, maksimum tren hızı, geçici hız sınırlamaları vb.) hayatı ATP işlevi içerisindedir.	1	E	Tolere Edilebilir
	Sinyal Arızası					Tüm metro hattı güzergahı üzerinde tren kinematik gabari testi doğrulandı			
	Tren Ekipman Teması					Ray üzerinde bozukluklar yok			
	Hat geometrisi					Tünel içinde tren ekipman temas mesafesi uygun			
	Uygunsuz yolcu davranışı					Tünel yapısı standartlara uygun			
	Tren içi yolcuların tren hareket halindeyken grupça treni sallaması					Hat geometrisi uygun			
		Ray kontrol ve bakım formları var							
		Tünel yapısı, Raydan çıkan trenin ekipmanlara veya tünel yapısına temasına göre tasarlanmış							
		Raylarda, traversler uygun bakım yapıldı							
		Raylarda traveslerde kontrol yapıldı							

Makaslarda arıza veya bozukluklar	Aşınma	Yolcu yaralanma, İşletmenin durması	2	B	Kabul Edilemez	Trenin, makasın yanlış konumda olması veya emniyetli bir şekilde kilitli/kapalı olmaması riski olmaksızın şube makasını güvenli bir şekilde geçebilmesi için, makasın şube makası boyunca istenen konumda kapandığı/kilitlendiğinin tespit edilmesi ve ilgili normlara uygun olarak doğrulanması gerekmektedir.	2	C	Tolere Edilebilir
	Sinyalizasyon hatası					Hatalardan etkilenen ekipman üzerinde işletim prosedürleri mevcut			
	Makinist hatası					Makas bölgesi kontray uygulaması var			
	Makaslarda bozukluk					Sinyal mimik panel ekranında makas hareketleri gözlemlenebiliyor			
	Raydan çıkma					Makas aydınlatmaları yeterli			
						Makas motorları sinyal kontrolü var			
						Makas doğru yola sabitlemeş			
Güç kontrol sisteminin yanlış işletimi, Demiryolu sistemi yalıtımının uygun olmaması	Tren köprüleme,	İşletmenin geçici veya sürekli durması Çalışanların yaralanması Ölüm	1	B	Kabul Edilemez	SCADA sistemi, asıl çalışma bölgesine ilişkin tüm iş izinleri Kontrol Merkezi'ndeki sorumlu operatöre verilene kadar, cer güç kesicilerinde herhangi bir işlem yapılamamasını sağlar.	2	D	Tolere Edilebilir
	Üçüncü ray ile ekipman arasında kısa devre					3.ray da köprülenebilir açıklık var			
	Saha operatörünü elektrik çarpması					Tünel ve peron ekipman topraklamaları var			
	Ekipman ile çalışanların elektrik akımına kapılması					Tünel elektrik kablo tavazları topraklı			

	Ergonomik şartlardan olumsuz etkilenme					Enerjili çalışma koruma kademeleri uygulanabilir Hat topraklama testleri yapıldımı. uygun DC kaçak akım sistem, tesisat topraklama var Çalışma bölgelerinin oluşturulmasına dair prosedürler 3.ray koruma kapakları tamam			
Acil Durum Sistemleri Bulunabilirliği, Çalışabilirliği	İletişim sorunu	Olası bir acil duruma geç müdahale sonucu yaralanma veya toplu ölüm	1	B	Kabul Edilemez	Yedeklilik dahil olmak üzere, cer gücü ve güç kaynağı halkaları için uygun tasarım yapılmış Tünel aydınlatması sağlanabiliyor	1	F	Tolere Edilebilir
	Aydınlatma yetersizliği					Telsiz sistemi çalışılabilirliği ve yedekliliği var Telsiz iletişimi kesintisiz sağlanabiliyor			
	Acil durum senaryolarının uygulanamaması					Acil durum senaryo dökümanları hazır Acil durum senaryoları uygulanabilir ve aktif Enerji kesintisi sonrası Tünel içi acil durum ekipmanları çalışıyor Acil durumlarda ekipmanların yönetimine dair personel eğitildi			
						Aydınlatma sistem testi yapıldı Kesinti durumlarında UPS/dizel jeneratörlerin yönetimi ve güç beslemesine devam edilmesine ilişkin prosedürler mevcut			
			1	B	Kabul Edilemez	Trenlerin birbirlerinden ayrı tutulması, hayati bir ATP işletimi sinyalizasyon sistemi güvenilirliği Tren hız limitleri yeterliliği CTC işletme uygulanabilir			

ATP denetimli tren, bir başka nesneye veya bir başka trene yanlışlıkla yaklaşıyor	Yanlış güvenlik profili	Çarpışma				ITS işletme uygulanabilir	4	B	Tolere Edilebilir
	Araç üstü tarafından hatalı hedef tespiti					Sürücü ve kontrol merkezi operatörleri arasında telsiz haberleşmesi uygun			
	Hatalı ATP komutu (hatboyu konumları veya CC)					Hat sonu Tampon durdurucu uygun			
						PSD kapı sistemleri aktif			
Ağır yağış Su drenaj arızası, uygun tasarlanmaması; Tünel su sızıntıları	Trenin gereksiz EB yapması,	Su baskını İşletmenin durması	3	B	İstenmez	Tünel zemin su akışı uygun	2	F	Tolere Edilebilir
	Tünel ve ray hattının kısa sürede deformasyonu,					Tünel drenaj sisteminin yeterliliği, yedekliliği var			
	Yolcu ve Çalışanların uygunsuz ortama maruz kalmaları					Havalandırma sağlanıyor			
Acil durum kaçış yolları tasarımının uygun olmaması/ beklenmeyen	Acil durum sırasında Tünel ve istasyonun tahliyesinde	Ölüm ve/veya birden fazla ciddi yaralanma ihtimali	2	C	İstenmez	Tünel tahliye yollarının NFPA130'a uygun	2	E	Tolere Edilebilir
						İstasyon tahliye tasarımının NFPA130'a uygun			

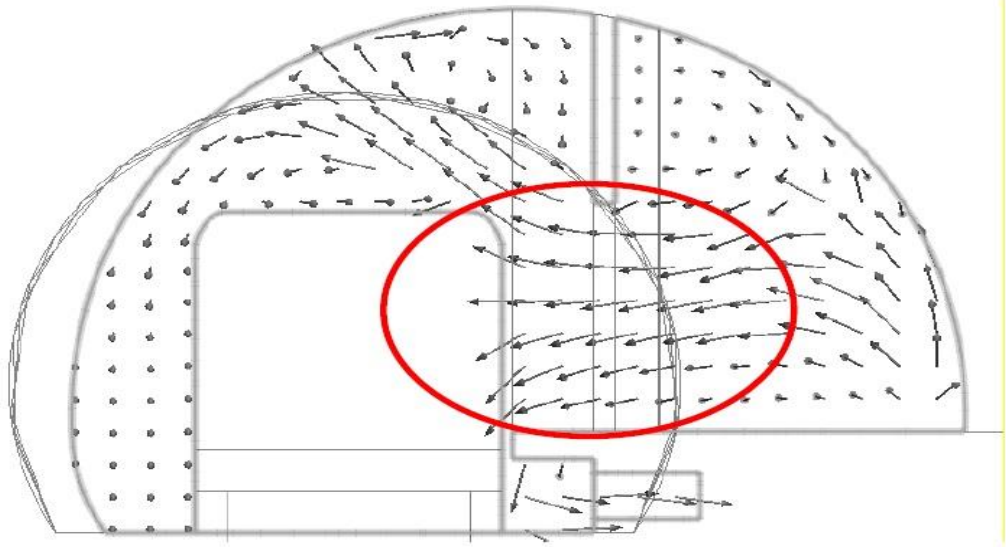
yolcu talebi Aşırı kalabalık olma, Yolcu yoğunluğu	gecikmeler					Tünel, istasyon yolcu yoğunluğuna göre tahliye edilebilir			
Genel izinsiz giriş, erişim noktalarının kilitlenmesinde başarısız olunması,	Perondan ray hattına düşme	İzinsiz giriş yapan kişiye tren çarpma ihtimali, Elektriğe maruz kalma	2	B	Kabul Edilemez	Yüzey ve tünel girişlerindeki acil durum şaftları, sunucu odası, pis su pompası ve teknik odaların kapıları, izinsiz giriş algılama sistemi ve erişim kontrolü tarafından denetlenmektedir.	2	E	Tolere Edilebilir
	Kişinin (kişilerin) yetkisiz erişim sağlaması					Peron sonu yetkisiz girişler önleniyor			
						Perondan ray hattına düşme gibi durumlar önleniyor			
Terörist saldırı	Kişilerin uygunsuz davranması, kişilerin eylemi	Yangın, yapısal çökme, zehirli maddeler vb. nedeniyle birden fazla ölüm ihtimali	1	D	İstenmez	Kişilerin istasyon giriş kontrolleri yeterli	2	E	Tolere Edilebilir
						Saldırılarına karşılık yapısal dayanıklılık uygun			
						Acil durumda personelin eğitimi			
Ray ve Altyapı sistemlerinin uygunsuzluğu, Doğal afet.	Yapısal Çökme	Kişilerin zarar görmeleri, Birden fazla ölüm	2	B	Kabul Edilemez		2	D	Tolere Edilebilir
	Altyapı ekipmanlarında arıza, yanma, patlama,					Titreşim ve gürültü tüm hatta önlenildi			
	Trenin raydan çıkması					Yüklü Tren testleri sonuçları uygun			

4.2 CDF Modelleme Bulguları

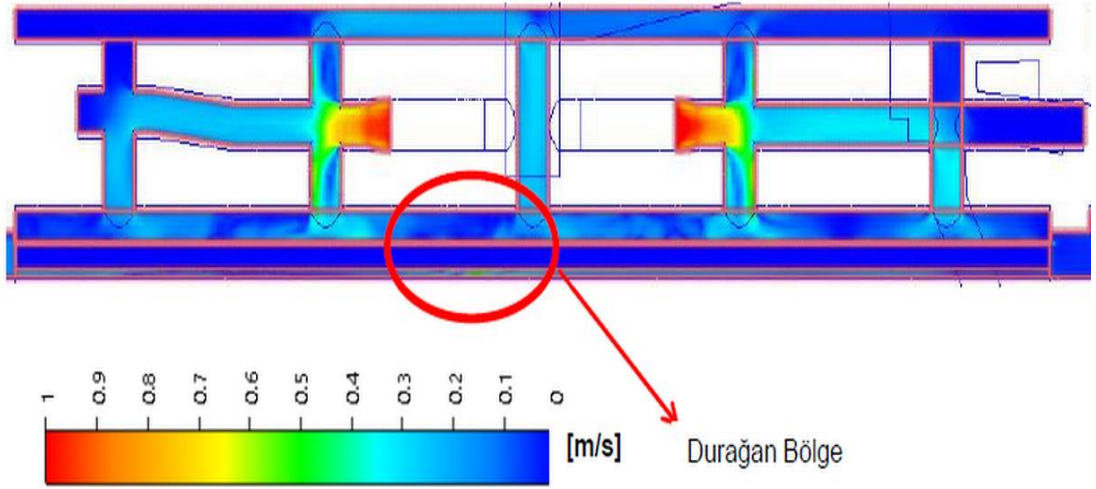
Yapılan simülasyonda peron, ara kat, bilet holü katı ve peron merdivenlerindeki; sıcaklık, duman konsantrasyonu ve havalandırma dağılımları incelenmiştir.

Peron Ayırıcı Kapının varlığında, araç yangınının yolculu bölümlere etkisini belirleyen en önemli faktör sıcak hava ve dumanın yangın anında açık olan kapılardan penetre etme miktarıdır. Bu durumun gecikmesi ve verdiği zararın azalması ise yolculu alandan tünele doğru oluşturulacak hava akışına bağlıdır (Şekil 3). Bu sebeple, kritik noktanın belirlenebilmesi için öncelikle “cold run” yürütülmüştür. Bu çalışmada yangın modellenmemiş, çalışması öngörülen fanlar tam kapasite ile çalıştırılmış ve akışın en zayıf olduğu bölge tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucu Şekil 4’de sunulmuştur. Kritik senaryo, yangının bu bölgede çıktığı varsayılarak çalışılmıştır. Bu sayede, mevcut kapasitelerle oluşabilecek en kötü durum gözlemlenebilmiştir. Analiz yapılırken karşı perondaki PSD’ler kapalıdır ve diğer hattan ayrılmış durumdadır.¹⁹

Ekipman performansları açısından kritik senaryo, en uç vagonun yanması ile sıcak havanın havalandırma ekipmanlarına zarar vermesidir. Ancak gerek örnekleme yaptığımız istasyonun “cold run”ları gerekse daha önceki hatlarda yapılmış olan uç vagon yangını çalışmaları, ekipmanı tehdit edecek yüksek sıcaklıklar görülmediğini göstermektedir. Bunun başlıca sebebi, sıcak havanın, ekipmanlara ulaşmadan önce, tünelden gelen ve debisi sıcak havaya oranla çok daha büyük olan soğuk hava ile karışmasıdır.¹⁹



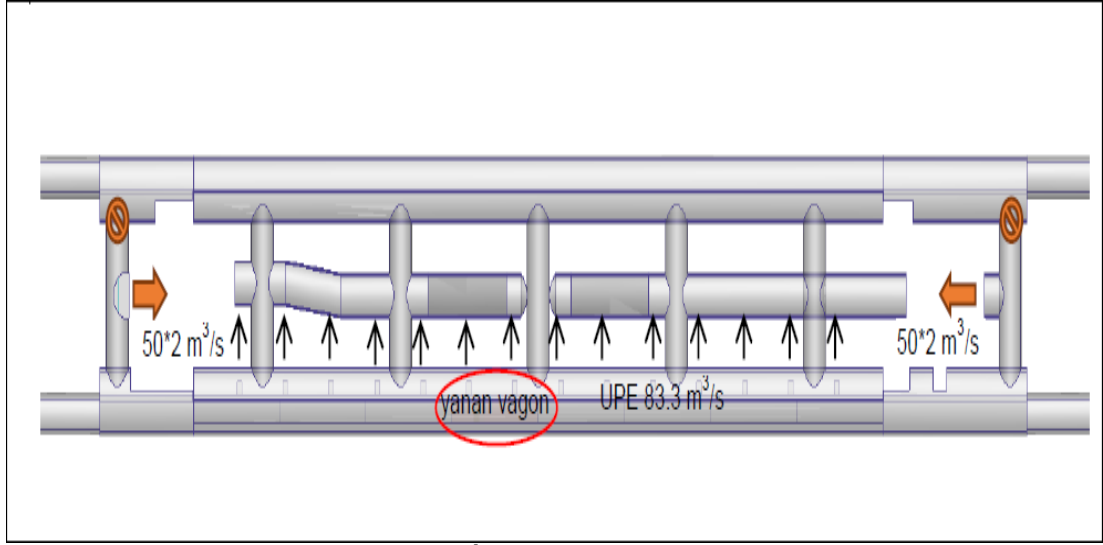
Şekil 3. Perondan Hattı Doğru Akışa Örnek



Şekil 4: Cold Run Sonucu Tespit Edilen Durağan Bölge

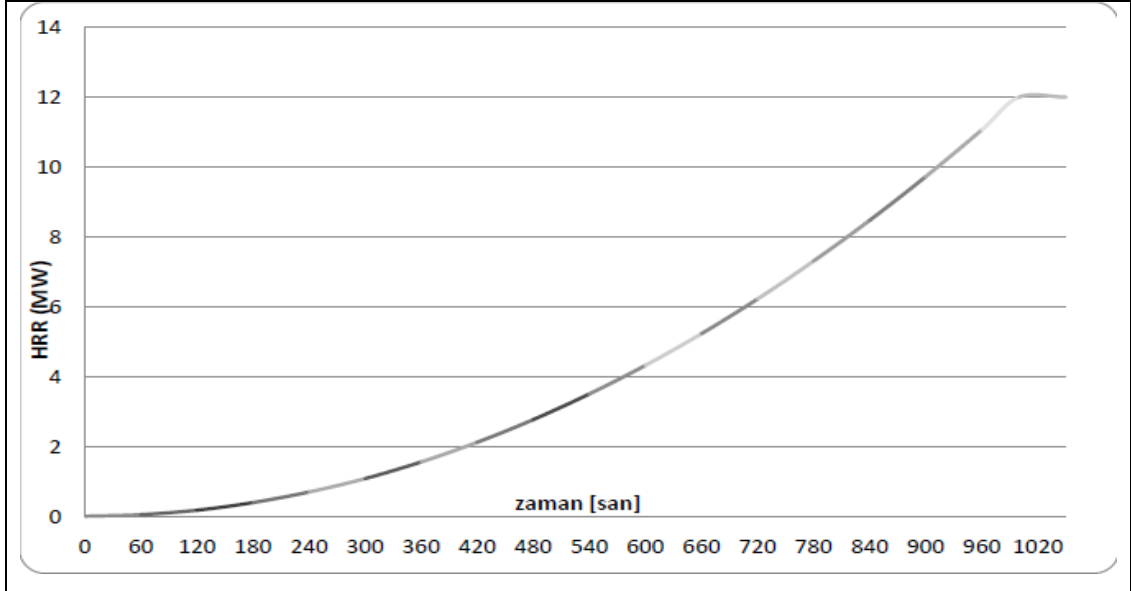
İstasyon Acil Durum Tahliye Hesapları raporunda peron katının tahliye süresi 5.7 dakika olarak hesaplanmıştır. Oluşturulan senaryoya göre tahliye, tren istasyona ulaştıktan 180 saniye sonra başlamaktadır.

Sonuç olarak, CFD simülasyonun yaklaşık 8.7 dakikasında (520. saniyesinde) tahliye sonlanmaktadır.¹⁹

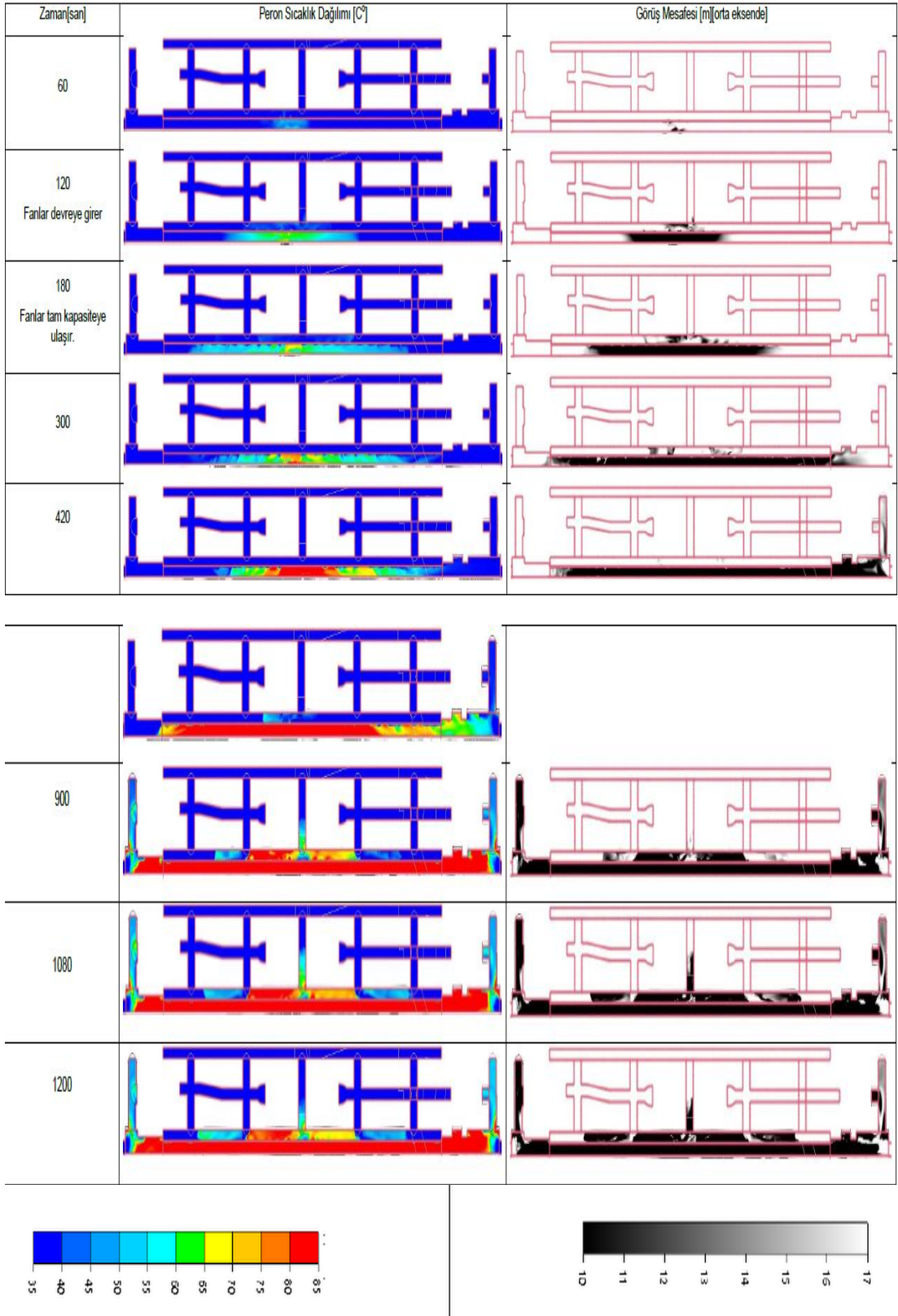


Şekil 5: Hat İçerisinde Yanan Vagon

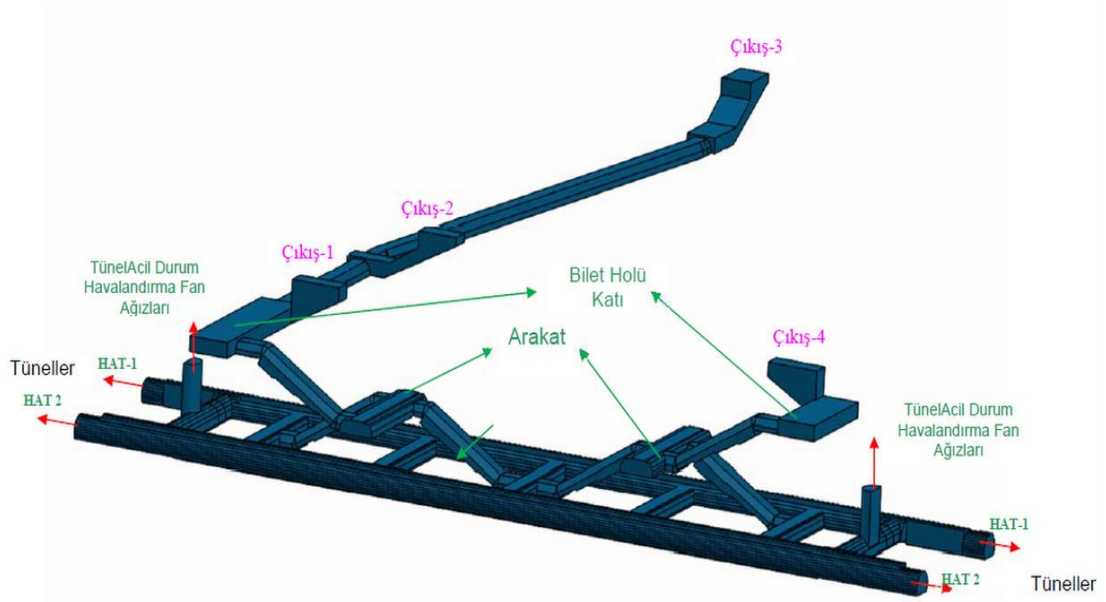
Yangın Yüğü [MW]	12
Yangın Yüğü Konvektif Kısım [MW]	9,6
Yangın Büyüme Eğrisi Denklemi	αt^2
α [W/s ²]	12
Yangın Büyüme Eğrisi Referans Standart	NFPA 240M



Şekil 6: CDF Girdi Parametreleri ve Yangın Büyüme Eğrisi



Şekil 7: Sıcaklık ve Görüş Mesafesi Dağılımı



Şekil 8: İstasyonun Üç Boyutlu Modeli

Tablo 9: Simulasyon Sonuçlarının Zaman Ağırlıklı Yorumlanması¹⁹

Zaman (S)	Yangın Yüğü [MW]	Durum
120 Fanlar devreye girer	0.5	Fanlar çalışmaya başlamıştır. Peron katında sıcak hava ve görüş mesafesi kaçışa engel değildir. Merdiven ve üst katlarda yangın etkisi görülmemektedir.
180 Fanlar tam kapasiteye ulaşır	0.9	Fanlar tam kapasiteye ulaşmıştır. Peron katında sıcak hava ve görüş mesafesi kaçışa engel değildir. Merdiven ve üst katlarda yangın etkisi görülmemektedir.
480 İtfaiye ulaşır	3.9	Peron katında sıcak hava ve görüş mesafesi kaçışa engel değildir. Merdiven ve üst katlarda yangın etkisi görülmemektedir.
530	4.6	Peron katında sıcak hava ve görüş mesafesi kaçışa engel değildir. Merdiven ve üst katlarda yangın etkisi görülmemektedir.
900	11.8	Tahliye boyunca tüm bağlantı tünelleri tahliye uygun durumdadır. Yangın çıkan peronda görüş mesafesi ve sıcaklık kritik seviyenin üzerine çok dar bir alanda çıkmıştır. Sıcak hava yangın çıkan peronun dışına çıkmamıştır.
1200	12	Yangın maksimum seviyesinde 6. dakikasına girmiştir. Bağlantı tünelleri ve tüm kaçış olanakları uygun durumdadır. Sıcak hava ve duman karşı perona veya merdivenlere doğru ilerlememektedir.

4.3. İstasyon ve Hat Bilgileri

Yenikapı – Haciosman metrosunda toplam 21 istasyon bulunmaktadır. 21 istasyonda toplam 173 adet istasyon yangın senaryosu, 118 adet tünel yangın senaryosu olmak üzere toplamda 291 adet yangın senaryosu bulunmaktadır. Model istasyona ait genel bilgiler, tünel ve yangın senaryosu örnekleme olarak verilmiştir.¹³

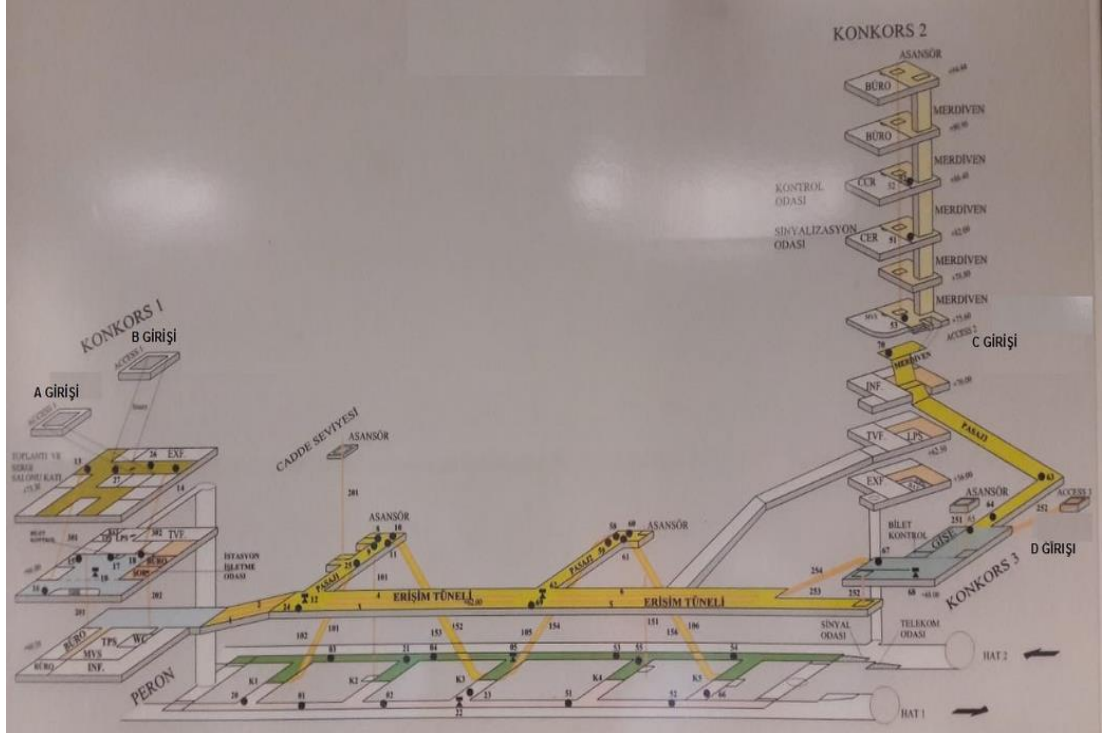
Acil durum bilgisi, yangın alarm sistemlerinden, tren sürücüsünden, personelden, yolculardan vb. gelebilir. Gelen alarm bilgisi, zaman kaybedilmeksizin teyit edilir. Marmaray işletmesi kendi prosedürleri kapsamında acil durum bilgisinin teyit işlemini gerçekleştirir. Acil durum bilgisi teyit edildikten sonra, diğer işletmenin istasyon yöneticisine zaman geçirmeksizin haber verilmeli ve acil durum yönetimine geçilmelidir.¹³

4.3.1. Model İstasyonu

Tablo 2: Model İstasyonu Genel Bilgileri

ADMED	: Acil Durum Müdahale Ekipman Dolabı (1 Ad)
Cadde Seviyesine Çıkış	: 4 Adet
İtfaiye Bağlantısı	: 2 Adet
Engelli Asansörü	: 6 Adet
Toplanma Noktası	: İstasyon (SOR) Odası Önü
Yangın Pompa Odası	: 1 Adet (40 + 40 ton)
Kameralar	: 47 Adet
Turnike Sayıları	: 20 Adet
Yangın Dolabı	: 21 Adet
En Yakın İtfaiye	: İtfaiyesi
En Yakın Hastane	: Hastanesi
✓	Tünel ve İstasyon havalandırma fanları,
✓	Teknik odalarda gazlı söndürme sistemleri mevcuttur.

4.3.1.1 Model İstasyon Yolcu Tahliye Senaryoları



1. Güney Konkors 1’de herhangi bir olay kaza durumunda olay kaza A çıkışıını etkilemiyor ve B çıkışıını etkiliyorsa; öncelikle olay mahalli bir şeritle emniyet altına alınarak, yolcu tahliyesi A çıkışıından yapılır. çıkışıını etkileyen bir durum meydana geldiğinde bu kez B çıkışıından yolcu tahliyeleri gerçekleştirilir.¹³
2. Ancak her iki giriş ve çıkışı da etkileyen, ya da turnikeler bölgesinde meydana gelebilecek bir olumsuzluk varsa, olay mahalli bir şeritle emniyet ve kontrol altına alındıktan sonra söz konusu olan her iki çıkış tamamen kapatılır. Yolcular kuzey çıkışlara yönlendirilerek tahliye edilir.¹³

3. Kuzey konkors 3' de meydana gelen bir olayda, çıkışlardan sadece C çıkış ve girişi etkileniyor ve D çıkışı etkilenmiyor ise; yolcu tahliyesi D çıkışından gerçekleştirilir. Şayet; olay D çıkışını etkiliyor, C çıkışını etkilemiyorsa tahliye işlemleri C çıkışından yapılır. ¹³
4. Kuzey Turnike bölgesindeki bir olay kaza durumunda, olayın olduğu yer emniyet altına alındıktan sonra söz konusu olan her iki giriş ve çıkışların kepenkleri çekilerek yolcu trafiğine kapatılır. Yolcular Güney çıkışlara yönlendirilerek tahliye işlemleri ve yolcu sirkülasyonu buralarda bulunan giriş- çıkışlardan gerçekleştirilir. ¹³
5. PTT yanındaki engelli giriş-çıkışı olan konkors 4'de meydana gelen bir olay esnasında, asansör ve kepenk kapatılarak kesinlikle yolcu alımı yapılmaz. ¹³
6. Peron 1'de meydana gelen bir olay kaza halinde, öncelikle kısmi tahliye yapılarak peron 2'den yolcu sirkülasyonuna devam edilir. ¹³
7. Peron 2'de olası bir olay kaza durumunda, yine kısmi tahliye yapılarak Peron 1'den yolcu sirkülasyonuna devam edilir. ¹³
8. Peronun tümünü etkileyen herhangi bir olay kaza durumunda ise, İstasyon yolcu trafiğine tamamen kapatılacak ve Perondaki yolcuların alternatif servislerle tahliye edilmeleri sağlanacaktır. ¹³

5. TARTIŞMA

Gelişmiş ülkelerin acil durumları en az zararla yönetmesi, en başta deneyimleri olmak üzere reflekslerinin hızlı ve etkin olmasının asıl başarı ölçütü çoklu sorgulamaları iyi yapabilmelerinden kaynaklanmaktadır. Acil durumlara hazırlıklı olmayan organizasyonlarda, işletmelerde acil hallerde can ve mal kayıpları fazla olmakta ve önem arz eden ihtiyaçlarının kısa süreli ve etkili yöntemlerle yerine getirilmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu bağlamda; karşılaşılabilecek tehlikeler ve sonucu olan risklerin bilinmesi açısından, nasıl davranılması gerektiğinden başlayarak nasıl organize olunması gerektiği ve bir dizi nasıl, nereden ve hangi yöntemle karşılayacaklarını önceden planlanması ancak gerçekleştirilecek olan risk değerlendirmesi ile elde edilebilir.

Risk kabul kriterleri ile uyumluluğunu kanıtlamak için, olayların frekansları ve tehlikelerin şiddetleri üzerinde niceliksel bir değerlendirme gerçekleştirilmeli, aşağıdaki sonuçlar elde edilmelidir.

- ✓ Sistemin bütün yaşam döngüsü boyunca riski bertaraf etmek veya kabul edilebilir bir seviyeye düşürmek hedefli faaliyetler bakımından ayrıntılı bir tehlikeler grubu tanımlanmalı, takip edilmeli ve değerlendirilmelidir.
- ✓ Tehlikeleri gidermek veya riski kabul edilebilir bir seviyeye indirmek için alınan önlemler belgelendirilmelidir. Tasarım sırasında, emniyet özelliklerinin zamanında sisteme dahil edilmeleri, sistemin belirlenmesi ve geliştirilmesi ayrıca, emniyeti arttırmak için iyileştirme çalışmalarına olan ihtiyacı azaltacaktır.
- ✓ Risk değerlendirmesi sonucuna göre, planlar ve senaryolar hazırlanmalı ve aksiyon alınmalıdır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, metro toplu taşıma sistemlerinde acil durum planları, senaryoları ve risk değerlendirmesi için gerekli olan ihtiyaçlar belirtilmiştir. Kamuya açık olan, özellikle toplu taşıma gerçekleştirilen sektörlerde olası bir acil durumda insanların interaktif bir şekilde tahliyesinin en az zararla gerçekleştirilmesi özellikle can kayıplarının, maddi kayıpların önlenmesi ve firma prestij kaybının önüne geçilmesi açısından önemlidir. Bu bakımdan, her an bir acil durum meydana geleceği gibi proaktif hazırlıklar yapılması hayati önem taşımaktadır.

Acil durumlara hazırlıklı olmak insani, toplumsal ve yasal bir zorunluluktur. Bu perspektifte bakıldığında; her işyerine özel gerekli değerlendirmelerin yapılması, eğitimlerin düzenlenmesi, tatbikatların gerçekleştirilmesi ve en önemlisi işin ve işyerinin koşullarına yönelik senaryolara göre dokümente edilmiş acil durum planları hazırlanmalıdır. Riskleri önlemenin ödemekten daha ucuz ve insani olduğu gerçeği ile alınması gereken tedbirler doğrultusunda tasarrufta bulunulmamalıdır. Yapılacak olan tatbikatlarda, önceden belirlenen hedef ve risklere yönelik senaryolar oluşturulmalıdır. Yangın tatbikatlarında, sadece lokal bir bölgede yangın oluşturulduktan sonra söndürülmesi asla yeterli değildir. Ayrıca, her yıl zorunlu olarak yapılması gereken tatbikatların haberli veya habersiz gerçekleştirilmesi gerekir. Özellikle, tahliye tatbikatlarında karmaşa yaşanmaması için tesiste bulunan her çalışanın planı iyi bilmesi ve tatbikat esnasında ona göre davranması gerekir. Tatbikatı yürüten yetkililerin de profesyonel olması, ciddiyetle yürütmesi ve gerçeğe yakın davranışlarda bulunmaları gerekmektedir.³ Özünde teknik ve sosyal boyutuyla mühendislik, sosyal bilimler ve idari bilimlerin kapsadığı birçok disiplinin ortak öngörüsüyle tedbir ve müdahale çalışması ile başarılı olabilmek ancak, iyi bir risk değerlendirmesi ile sonuç verecektir.

❖ Risk değerlendirmesi verilerine göre; işletmenin güvenli şekilde gerçekleştirilebilmesi veya kabul edilebilir bir güvenlik seviyesi için aşağıdaki hususlar kati olarak sağlanmalıdır.

✓ Trafolar ve Enerji scada'sı ile ilgili sistemlerin kurulum, test ve onayına kadar, bu sistemler yetkilendirilecek personel tarafından işletilmelidir.

✓ İstasyonlardaki imalatlar tamamlanırken yolcu güvenliğini tehlikeye atacak hiçbir ekipman bulundurulmamalı, zaruri sebeplerden hatta bırakılmış her parça ve/veya malzeme yolculu işletme saatleri içerisinde ek güvenlik tedbirleri ile korunmalıdır.

✓ Tehlikeli ve servisi etkileyecek çalışmalar gece işletme dışı saatlerde çalışma iznine tabi gerçekleştirilmeli ancak, işletmeyi etkilemeyecek ve yolcuya kapalı alanlarda çalışma yapılmalıdır.

✓ Ekipman, yazılım ve insan hatasından kaynaklanan her türlü tek nokta tehlikesinin ortadan kaldırılması ve ölüm, yaralanma, büyük çaplı sistem hasarı veya sistem kaybı ile sonuçlanan istenmeyen olayların, bu olayların muhtemel kombinasyonunun, makul şekilde kontrol edilmesi; tehlikelerin ortadan kaldırılması teknik veya mali olarak mümkün olmuyorsa, söz konusu tehlikelerin meydana gelme sıklığı ve/veya olası sonuçları, dağıtılmış kriterleri karşılamak amacıyla azaltılmak zorundadır.

✓ Kendi başlarına tehlikeli durumlara yol amayan fakat, diğer ekipman arızaları ile bağlantılı olarak tehlikeli durumlara sonuçlanabilen ekipman arızalarının tespit edilebilirliğini sağlayan belirgin bir "test kavramı" tanımlanmalıdır.

✓ Arızaya karşı korumalı işletim sağlayacak özel tasarım özelliklerine sahip tüm güvenlikle ilgili sistemler dâhil edilmelidir.

✓ Doğru güvenlik sistemlerini içeren yeterli acil durum ıkışları temin edilmelidir.

✓ Yanıcı/tutuşabilir maddelerin tutuşmasını ve yangınların çıkmasını önlemek için uygun ve gelişmiş malzemeler seçilmelidir.

✓ Yangın sınıfı bariyerler, yangına dayanıklı dolaplar ve bölmeler ile yangının bir yere hapsedilmesi ve diğer yerlerden ayrılması sağlanmalıdır.

- ✓ Yangınların zamanında tespiti ve söndürülmesi gerekmektedir.
- ✓ Yolcular ve çalışanların, kötü olaylara yol açacak şekilde karışıklık ve hatalara sebep olabilecek fizyolojik ve psikolojik streslere istenmeyen şekilde maruz kalması önlenmelidir.¹⁵
- ✓ Teknik alanlarda yangın durumunda, yangın sistemlerinin SCADA kontrolleri %100 seviyede hazır olana kadar istasyonlarda görevlendirilecek personel veya personeller belirli aralıklarla teknik alanları kontrol edip, herhangi bir yangın durumunda telsiz ile haberleşip havalandırma sistemini lokal 'den çalıştırabilmelidirler.
- ✓ Tünelde ve araçta yangın durumunda, makinistin acil olarak bilgi vermesi ile yangın sistemi manuel olarak devreye alınmalıdır.
- ✓ Her sabah işletmeye başlamadan önce; işletilecek kısım, unutulmuş malzeme, hasarlar ve uygunsuzlukların görülmesi amacı ile yolcusuz bir trenle kısıtlı hızda kontrol edilmelidir. Bu kontrol sonrasında makinistin vereceği "hat açılabilir" teyidi ile işletmeye başlanabilir.

Tüm sistemin, alt sistemlerinin tasarlanan güvenlik seviyesine ulaşıldığının ve güvenlik gerekliliklerinin karşılandığının düzgün bir test süreci ile kanıtlanması, test faaliyetlerinin ana kapsamı içindedir.

Alt sistem seviyesindeki test uygulamasında detaylı olarak doğrulanan güvenlikle ilgili aynı işlevler, "Sistem Bütünlüğü" test faaliyetleri ile yeniden ikinci kez doğrulanmalıdır. Bu durumda; aynı işlevler, genel sistem reaksiyonunu düzgün bir şekilde kontrol etmek için daha geniş işletimsel bir bağlamda test edilmiş olur.

Alt sistem seviyesindeki güvenlikle ilgili test ile sistem bütünlüğü testi arasındaki izlenebilirlik, "Sistem Test Planı" dokümanında sunulmalıdır. Alt sistem seviyesindeki güvenlik testinin uygulandığının kanıtı ve güvenlikle ilgili sistem bütünlüğü testlerinin sonuçları, düzgün bir şekilde "Sistem Güvenliği Raporu" dokümanında sunulmalı, aksiyon alınmalıdır.¹⁵

Yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda aşağıdaki ana hedefler benimsenir.

- Tüm metro sistemi ile ilgili üst düzey tehlikelerin tanımlanması ve ticari işleme başlanmadan önce bu tehlikelerin değerlendirilmesi ve ortadan kaldırılması veya makul ölçüde uygulanabildiğince düşük seviyeye azaltılması; bu kapsamda, diğer benzer sistemlerden alınan dersleri içeren geçmiş güvenlik bilgisinin dikkate alınması ve kullanılması,
- Güvenliği geliştirmek için, gerekli görülürse, güçlendirme işlemlerinin uygulandığının kanıtlanması,
- Diğer raylı sistemlerde kaynaklanan işletimsel risklerle ilgili önemli verilerin ve deneyimlerin dikkate alınması,
- Özellikle, planlanan güvenlikle ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesine bağlı bir organizasyon yapısının oluşturulması,
- Ticari işleme geçilmeden önce, hattın güvenlik durumunun genel resmini çizecek bir “Sistem Güvenlik raporu” hazırlanmasıdır.¹⁵

7. ÖZET

M2 YENİKAPI HACIOSMAN METRO HATTINDA ACİL DURUM SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA ÇALIŞMALARINDA KANTİTATİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE CFD MODELLEME YAKLAŞIMI

Toplu taşıma sistemlerin en önemli görevi, yolcularına emniyetli ve güvenilir bir servis sunmaktır. Yüksek emniyet standardı ve sistem güvencesinin sağlanması; ulaşım hizmetini sunan işletmecilerden, tasarımcılardan, yapımcılardan, kontrol ve denetim işlerini yürüten organizasyonlardan, işi yaptıran idarelerden, planlama, tasarım, yapım, ön-işletme, işletme ve sistemin ömür çevriminin tüm evrelerinde beklenmektedir.

Bu çalışma, Yenikapı – Haciosman hattı acil durum risk değerlendirmesi, planları ve senaryoları olup, hattın işletilmesi sırasında ölümlere veya yaralanmalara yol açabilecek tehlikelerin kapsamlı ve sistematik olarak tanımlanmasını ve kaydedilmesini içerir.

Bu tez, gerçekleştirilen tehlike tanımlama ve analizi ile modelleme çalışmasının sonuçlarını sunmakta olup, söz konusu çalışmanın amaçları:

- ✓ Sistemli ve kapsamlı bir ilk tehlike tanımlanması gerçekleştirmek,
- ✓ İstasyon bazlı yangın senaryoları oluşturarak, ekipman davranışlarını gözlemlemek,
- ✓ Risklerin yeterli düzeyde yönetilmesini sağlamak amacıyla kontrolleri, prosedürleri ve diğer önlemleri belirlemek,
- ✓ Tanımlanan tehlikelerle bağlantılı risklerin ilk değerlendirmesini gerçekleştirmek

- ✓ Bu kriterler kapsamında, güvenli bir çalışma ortamı ve yolcu güvenliğini sağlamaktır.

Çalışmanın sonucunda, söz konusu tehlikeli olayların meydana gelme olasılıklarını ortadan kaldırabilmek veya kabul edilebilir bir seviyeye indirmek amacıyla, alt sistemlere en yüksek riske sahip alanların bir göstergesini sunacak şekilde kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ön Tehlike Analizi, Acil Durum Planları, Yangın Senaryoları

8. SUMMARY

M2 YENİKAPI HACIOSMAN IN METRO LINE MAKING EMERGENCY PLANNING AND SCENARIOS, QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT AND THE CFD MODELING APPROACH

The main mission of transit systems is to submit safety service to the passengers. Ensuring high safety standards and system safety is highly expected in all phase of planning, designing, processing, pre-operating from the operators that provide transportation services, design and construction companies, organizations performing all the control Works, administrations.

This work involves Yenikapı-Haciosman Railway Route's emergency risk assessment, plans and the scenarios that systematically clarifying the emergency circumstances causing physical injuries and deaths

This thesis, presents the consequences of analysis for the emergency circumstances and purposes of this study aims:

- ✓ Performing a systematic and comprehensive initial hazard identification.
- ✓ Creating subway station based fire scenarios and Observing equipment behavior.
- ✓ To ensure that risks are adequately managed, identify all the procedures, controls and the precautions.
- ✓ Carrying out the initial assessments to performs all the risks associated with the identified hazards.
- ✓ To provide a safety working environment and passengers safety in accordance with these criteria.

Also this study (plans and scenarios in this document) aims to be able to remove the possibility of dangerous incidents or lower the acceptable levels, to prevent the emergence of dangers and protection measures while occurring the worst possible consequences of a dangerous event.

Keywords: Preliminary Hazard Analysis, Emergency Plans, Fire Scenarios.

9. KAYNAKLAR

1. Avrupa Standardı, EN50129, "Demiryolu Uygulamaları: Güvenlikle ilgili Elektronik Demiryolu Kontrol ve Koruma Sistemi", Şubat 2003
2. Türk Ölmez G. Baysal Güneş M, Metro Servis Sistemlerinde Acil Tahliye Modelleri: İzmir Metro Uygulaması, Araştırma Makalesi, Doi: 10.5505, 25.11.2015
3. Pekeroğlu Yasin, İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşyerlerinde Acil Durum Yönetimi, Sence Dergisi, Sayı:5, Sayfa:60-63, Türk Büro-Sen Yayınları, Ağustos 2014
4. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi, Avrupa Demiryolu Emniyet Yönetmeliği, 29 Nisan 2004
5. NFPA 130, Sabit Raylı Geçiş ve Yolculu Raylı Sistemleri için Uluslararası Yangınla Mücadele Birliği Standardı, 2017;
6. Kadioğlu M, ve Diğerleri, Eğitim Kurumları için Afet Acil Yardım Planı Kılavuzu, İ.T.Ü. Afet Yönetim Merkezi, İstanbul, 2005.
7. Kadioğlu M, ve Özdamar E, Belediye Çalışanları için Afet Acil Durum Planlaması, Türkiye Ofisi Yayınları, İstanbul, 2008.
8. Kadioğlu M, Afet Yönetimi, İstanbul, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, 2011.
9. A.B.D. Koruma Kurumu İnternet Sitesi, Ziyaret Tarihi 05.10.2017, <http://www.nfpa.org/>
10. İ.B.B. Raylı Sistem Müdürlüğü, Ön Tehlike Tanımlaması ve Analizi, İstanbul, 2008.
11. İ.B.B. Raylı Sistemler Müdürlüğü, Kadıköy-Kartal Metrosu İkmal İnşaatı Ve Elektro- Mekanik Sistemler Temin, Montaj Ve İşletmeye Alma İşleri İstasyonlar Yangından Korunma Sistemleri Tasarım El Kitabı, İstanbul, 2009.
12. Metro İstanbul A.Ş İnternet Sitesi, Ziyaret Tarihi 25.10.2017, <http://www.metro.istanbul/>
13. Metro İstanbul A.Ş, Acil Durum Yönetim Sistemi El Kitabı, İstanbul, 2017

14. İştahlı N, Metro Afet ve Acil Durum Eylem Planı İlkeleri, İstanbul, BÜ, 2013.
15. Gülermak-Doğuş(A.O.), Metrokent-Kirazlı-Olimpiyat Metro Projesi; İstanbul, Sistem Güvenlik Planı, 2012.
16. Şenbay-Öztaş-Albayrak iş Ortaklığı, Kartal-Kaynarca Metro İnşaat ve Elektromekanik Sistemler Temin, Montaj ve İşletmeye Alma İşleri; İstanbul, Sistem Emniyet Raporu, 2016.
17. Alarko / Makyol İş Ortaklığı, Sistem Tehlike Tanımlama ve Analizi, İstanbul, 2014
18. Üsküdar – Ümraniye – Çekmeköy Metrosu İnşaatı ve Elektro/Mekanik İşler Projesi, İlk Tehlike Tanımlama ve Analizi, İstanbul, 2016
19. Veysel Karani İstasyonu Araç Yangını Simülasyonu Raporu, 2017
20. Risk Değerlendirme Standartları ve Metodjilerin Karşılaştırılması, <http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/ipm/isg03>, 14.11.2017
21. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.16925&Mevzuatliliski=0&sourceXmlSearch>, 28.10.2017
22. Yıldız Üniversitesi İnternet Sitesi, Ziyaret Tarihi, 05.06.2018, <http://avesis.yildiz.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=13&USER=2779>
23. İnternet Sitesi, <https://www.imaginit.com/software/autodesk-products/simulation-cfd>, Erişim Tarihi; 30.07.2018

10.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı Osman SAYAR

Doğum Tarihi ve Yeri 11.08.1987 / Turhal-TOKAT

Eğitimi

Yeniüzyıl Üni. - Sağ. Bil. Ens./ İş Sağ. ve Gv. / Y.Lisans Prog.2014

Anadolu Üni. - İktisat Fak. /Çalışma Eko. ve End. İliş./Lisans Prog. 2012

Yıldız Teknik Üni. M.Y.O - İş Sağlığı ve Gv. / Ön lisans Programı 2007

Yabancı Dil Bilgisi : İngilizce (Intermediate)

ye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanları Der. (İSGDER) (Yön. Kur. Baş. Yar.)

İş Sağlığı ve Güvenliği Dernekleri Platformu Yönetim Kurulu yesi

ÇASGEM (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bak. Eğitim Merkezi) Eğiticisi

Bilimsel Etkinlikleri / Sertifikaları

OHSAS 18001 – ISO 9001 – ISO 14001 İş Sağlığı Güvenliği Yönetim Sistemi Temel ve İç Tetkikçi Eğitim Sertifikası, 2012

İş Güvenliği Uzmanlığı Sertifikası (B Sınıfı (ÇSGB) 2013

İlkyardımcı Sertifikası (Temel Yaşam Desteği Sertifikası)

IOSH Managing Safely Eğitimi, Sertifikası – 2013 Kaya Yapı

Eğiticilerin Eğitimi Sertifası (Eğiteam Akademi - 2014)

Kaza Araştırma Kök Sebep Analizi (Dönüşen Akademi – 2014)

Konuşmacı Olarak Katılım Sağlanan Programlar

6331 Sayılı İSG Kan. ve Gv. Kl. Eğitimi (TMMOB-G.Antep Őub.-2013)

6331 Sayılı İSG Kan. ve Güvenlik Kültürü Eğitimi(Y.T. M.Y.O – 2013)

Kaza Araştırması ve Kök Sebep Analizi Eğitimi (İlk-Ten OSGB - 2013)

Güvenlik Kültürü Eğitimi (Tüyap Kongre Merkezi -REW Fuarı – 2014)

İSG Farkındalık Eğitimi (Kağıthane Belediyesi - 2014)

Yerel Yönetimlerde İSG Sempozyumu (Ulusal ve U.Arası İşletmelerde Gv. Kültürü – 2015)

İSG Avrasya Fuarı (Raylı Sistemlerde İSG Uygulamaları - 2014)

İSG Avrasya Fuarı (Raylı Sistemlerde İSG Uygulamaları - 2016)

Yerel Kalkınma ve Finansman Kongresi (Ulusal ve U.Arası İşletmelerde Gv. Kültürü - 2016)

İstanbul Teknik Üni. (İş Sağlığı ve Güvenliği & Güvenlik Kültürü – 2016)
SIGN İstanbul (Yürüyen Merdivenler ve Tehlike Değerlendirmesi – 2017)
İSG Platformu (Yürüyen Merdivenler ve Tehlike Değerlendirmesi – 2017)

Katılım Sağlanan TV Programları

- TV8 Ana Haber Bülteni /Marmarapark AVM Çadır Yangını Görüş Bildirilmesi – Mart 2012
- TRT Haber / Haber Tadında Programı (İSG Genel Sorunları Hakkında Görüş Bildirme - 2014
- ATV Televizyonu / Kağıthane Belediyesine Bağlı Şantiye Çalışanlarına Emniyet Kemerinin Öneminin Anlatılması-2014
- Kanal a Televizyonu / Kağıthane Belediyesine Bağlı Şantiye Çalışanlarına İnşaatlarda İSG - 2014
- İHA Haber / İnşaatlarda İSG Anlatıldı, Diğer Kanal ve Gazetelere Servis Amaçlı - 2014

İSGDER Web Sitesi (www.isgder.com) e-Bültende Yayımlanan Makalelerden Bazıları

- İşveren Eşit Davranmalı Mı / 12 – 14 Haziran 2014, özel sayı, REW Fuarı Tanıtım Dergisi, Haziran 2013 Sayı:16
- Akşam Gazetesi / Türkiye’de İş Güvenliği Haritası Yazısı – Mayıs 2014 Sayı:27
- İşçi Tedbirlere Uyar Ya İşveren, Ekim 2012, Sayı 8
- Topluma Açık Alanlarda LPG Kullanımı / Eylül 2012 Sayı:7
- İşverenlere / Mayıs 2012 Sayı:3
- Yürüyen Merdiven Ve Yolların Kullanımında Teknik Emniyet Değerlendirmesi / Uluslararası Hakemli İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Dergisi, Sayı 3, 2017