

**T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**M4 KADIKÖY KARTAL TAVŞANTEPE METRO
HATTINDA ACIL DURUM SENARYOLARININ
OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA ÇALIŞMALARINDA
KANTİTATİF RISK DEĞERLENDİRMESİ VE CFD
MODELLEME YAKLAŞIMI**

Yüksek Lisans Tezi

**Aydın DENİZ
151101943**

Bölüm: İş Sağlığı ve Güvenliği

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ**

Temmuz, 2018

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



M4 KADIKÖY KARTAL TAVŞANTEPE METRO
HATTINDA ACIL DURUM SENARYOLARININ
OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA ÇALIŞMALARINDA
KANTİTATİF RISK DEĞERLENDİRMESİ VE CFD
MODELLEME YAKLAŞIMI

Yüksek Lisans Tezi

Aydın DENİZ
151101943

Bölüm: İş Sağlığı ve Güvenliği

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ

Temmuz, 2018

**T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

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 BİLDİRİSİ

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 benim tarafımdan yapıldığını bildirim.

İstanbul, 01.07.2018

Aydın DENİZ

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ÖZGÜNLÜK BİLDİRİSİ	II
İÇİNDEKİLER	III
TABLolar LİSTESİ	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
SEMBOLLER, KISALTMALAR	VII
ÖNSÖZ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tanımlar.....	3
2.1.1. Acil Durum	3
2.1.2. Acil Durum Ekipmanı.....	3
2.1.3. Acil Durum İşletimi	3
2.1.4. Acil Durum Müdahalesi	3
2.1.5. Tren İçi Acil Durum Diafonu	4
2.1.6. Atölye Sahası (MBOM)	4
2.1.7. Araç.....	4
2.1.8. Cer Gücü.....	4
2.1.9. Katener.....	5
2.1.10. Trenin Hold ve Pas Uygulaması.....	5
2.1.11. İtfaiye Bağlantıları	5
2.1.12. Ana Kumanda Merkezi (CCR).....	5
2.1.13. PSEB Butonu	5
2.1.14. CP(Cross Passage)	6
2.2. Hat Bilgileri.....	6
2.3. M4 Metrosu Acil Durum Sistemleri.....	6
2.4. Acil Durum Yangın Senaryoları	8
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11
3.1. Metodoloji.....	11
3.1.1. Tren Yangınında CFD Modelleme Yaklaşımı	11
3.1.2. Risk Değerlendirme Çalışması.....	12

3.2. Risk Hafifletme Tedbirlerinin Tanımlanması.....	13
4. BULGULAR.....	17
4.1.CFD Modelleme Bulguları	17
4.2.Risk Değerlendirme Bulguları	20
4.3.İstasyon Ve Hat Bilgileri	28
4.3.1. Model İstasyon	29
4.1.1.1. Model İstasyonda Yolcu Tahliye Senaryoları.....	30
5. TARTIŞMA.....	33
6. SONUÇ.....	35
7. ÖZET	37
8. SUMMARY.....	39
9. KAYNAKÇA	41
10. ÖZGEÇMİŞ.....	43

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Yangın Senaryoları ve Ekipman Davranışları	9
Tablo 2: Tehlikeli Ciddiyet Düzeyi Sınıflandırması	13
Tablo 3: Tehlike Sıklık Kategorileri.....	14
Tablo 4: Risk Matrisi	15
Tablo 5: Risk Kabul Edilebilirlik Seviyeleri	16
Tablo 6: Sonuçların Zaman Diliminde İncelenmesi	19
Tablo 7: En Üst Düzey Tehlikeli Olaylar Tablosu	20
Tablo 7: Sistem Tehlike Analiz Tablosu	22
Tablo 8: Genel İstasyonu Bilgileri.....	29

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: FAP-ECS Davranışı	9
Şekil 2: Üç Boyutlu İstasyon Modelinde Tren Konumu	17
Şekil 3: Tren Yangın Yükünün Zamana Göre Değişimi	17
Şekil 4: Ray Üst Kotunda Sıcaklık Dağılımı	18
Şekil 5: İstasyonun Üç Boyutlu Modeli.....	19
Şekil 6: Acil Durum Yönetim Aşamaları	28
Şekil 7: Model İstasyonda Giriş/Çıkış Alanları	30



SEMBOLLER, KISALTMALAR

ADMB	Acil Durum Müdahale Birimleri (Polis, İtfaiye, Ambulans)
PESB/PTES	Platformda Acil Tren Durdurma
EB	Trenin Acil Durum Frenlemesi
CCTV	Kapalı Devre TV
PAS	Yolcu Anons Sistemi
ECS	Çevresel Kontrol Sistemi (Havalandırma Bilgi Yönetimi)
SCADA	Sistem Kontrol ve Veri Toplama (İstasyon Bilgi Yönetimi)
SOR	İstasyon İşletme Odası
MBOM	Tren Bakım Atölyesi
CCR	Ana Kumanda/Kontrol Merkezi
CP	İki Hat Arası Acil Durum Geçiş Pasajı
ATO	Otomatik Tren Sürüşü
OG	Orta Gerilim
kV	Kilo Volt
DCV	Direk Akım Volt
MVA	Mega Volt Amper
UPS	Güç Kaynağı
KKT	Kuru Kimyevi Toz
TVF	Tünel Havalandırma Fanı
EXF	İstasyon Egzoz Fanı
INF	Taze Hava Fanı
FE	Egzoz Fanı

FS	Basınçlandırma Fanı
FAP	Yangın Alarm Paneli
PUKO	Planla Uygula Kontrol Önlama
ESC	Escalator Yürüyen Merdiven
CFD	Computational Fluid Dynamics
α	Yangın Gelişme Faktörü
W	Watt
MW	Megawatt
t	Zaman
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
Q	Yangın Yüku

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 133,5 km uzunluğundaki 11 kent içi raylı sistem hattının işletmeciliğini yapmaktadır. Hizmet verilen hatlardan olan M4 Kadıköy Kartal Metro Hattı 19 istasyona sahip olup günde yaklaşık 350.000 yolcu bu hattı kullanmaktadır.

Bu çalışmada; İstanbul ili içerisinde neredeyse günlük yaşamın bir parçası haline gelmiş olan M4 Kadıköy Kartal Tavşantepe Metro Hattının acil durum senaryoları ve planları yönünden 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 eşim İknur MACİT DENİZ ve oğlum Mert DENİZ’e 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 bir ulaşım yolu oldukları gibi, güvenli bir ulaşım da sağlarlar. Metro sistemi ile diğer ulaşım yolları arasındaki temel fark metro sistemlerinin, sokak seviyesinden metrelerce aşağıda, yer altında hizmet vermesidir. Bu nedenle, bir metro sistemindeki güvenlik hususları ve acil durumlar diğer ulaşım yollarında karşılaşılabilecek olanlardan çok daha fazla hayati önem teşkil etmektedir.

Burada arzulanan, hiçbir acil durum ile karşılaşılmasıdır. 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, yalnızca önceden hazırlanmış olan acil durum planlarının uygulanması, personelin eğitilmesi ve acil durum simülasyonlarının gerçekleştirilmesi ile mümkündür.

Metro istasyonlarında Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımları kullanılarak simülasyonlar yapılmaktadır. HAD yöntemi, deneysel çalışmalara kıyasla birçok avantaja sahiptir. Deneysel şartları oluşturmanın maliyeti, gerçek şartları deney düzeneğine taşımanın zorluğu, deneylerin sınırlı sayıda yapılabilmesi gibi etkenler deneysel çalışmaları zorlaştırmaktadır. Bunun yerine daha az maliyetli ve daha kolay bir metod olan HAD yöntemi ile yangın simülasyonları yapılmaktadır. Bu sayede daha tasarım aşamasında bir sistem hakkında birçok öngörüde

bulunulabilmektedir. Bu çalışmada simülasyon, senaryolar, planlar ve riskler tanımlanarak acil duruma olan hazırlık değerlendirilmiştir.

Dört bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde; tanımlamalar, açıklamalar, hat bilgileri ve acil durum senaryolarına değinilmiştir.

İkinci bölümde; simülasyon ve sistem tehlike tanımlaması üzerinde durulmuş olup tanımlanan metod sonrası tehlike ve riskler tablo içerisinde açıklanmıştır.

nc bölümde; tespit edilen bulgulara değinilmiş, hat bilgisi ve istasyon tahliye senaryosuna değinilmiştir.

Dördüncü bölümde; yapılan çalışma sonucu ortaya çıkan bilgiler zet halinde sunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Tanımlar

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

2.1.2.Acil Durum

Yolculara veya personele ve/veya ekipman ya da mallara zarar vermiş ya da verebilecek olan bir olay meydana geldiğinde yaşanan durum.¹

2.1.3.Acil Durum Ekipmanı

Bu ekipmanlar acil durum halinde kullanılmak üzere acil durum bölgesine derhal getirilebilen ekipmanlardır. Acil durum ekipmanları arasında manevra araçları, reflektörlü yelekler, el fenerleri, taşınabilir lambalar, derayman ekipmanı, yangına dayanıklı giyisiler, sedye, megafon, gaz maskesi ve Acil Durumlarda ihtiyaç duyulabilecek diğer ekipmanlar yer almaktadır.¹

2.1.3.Acil Durum İşletimi

Sistemde oluşan tehlikeli veya potansiyel olarak tehlikeli durumlar halinde uygulanan işletim koşulları.¹

2.1.4.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. ¹

2.1.5.Tren içi Acil Durum Diafonu

Vagonların içinde bulunan, yolcular ve personel tarafından bir acil durum hakkında makinisti bilgilendirme amacı ile kullanılan bir diyafondur. ¹

2.1.6.Atölye Sahası (MBOM)

Maltepe'de bulunan, otomatik ve kabin sinyalli tren işletimi için ekipmanlarla kurulmuş olan ve otomatik tren korumasının uygulanmadığı tren bakım alanıdır. ¹

2.1.7.Araç

Demiryolu aracı için, iki körüklü vagon dan oluşan tek kompozisyon; iki araçtan oluşan çift konfigürasyon, bir tren teşkil eder. ¹

2.1.8.Cer Gücü

Tren işletimi için, alt istasyonlar yolu ile rijit Katener sisteminden trenlere verilen 1500 Volt DC güç kaynağıdır. ¹

2.1.9.Katener

1500V DC ger gücü ile çalışan araçlara güç sağlamak için işletmedeki raya paralel bir şekilde tavana kurulmuş olan ray hattıdır. ¹

2.1.10.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. ¹

2.1.11.İtfaiye Bağlantıları

Yangın durumunda itfaiye arabası ile bağlantı sağlamak üzere bulunan kuru ve ıslak kolon hatlarıdır. ¹

2.1.12.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. ¹

2.1.13.PESB Butonu

Bir acil durum esnasında perona gelen trene (EB) acil fren yaptırarak durdurmak için kullanılan peron bölgelerinde bulunan butonlardır. ¹

2.1.14.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.¹

2.2.Hat Bilgileri

2012 yılında açılan ve Kadıköy-Kartal-Tavşantepe arasında hizmet veren hattın uzunluğu yaklaşık 26,5 km olup 19 yolcu istasyonuna sahiptir. Hat üzerinde Maltepe ve Huzurevi İstasyonları arasında ve anahattın sahil tarafında yer alan Maltepe Depo Sahası ve Bakım Atölyesi bulunmaktadır. Esenkent İstasyonunda idari bina ve CCR Merkezi, Maltepe İstasyonunda da Maltepe Bakım Onarın Merkezi ve Yerleşkesi bulunmaktadır. Hat birbirine makas bölgeleri ve CP geçişleriyle bağlanan çift tüplü bir tüneldir.¹

2.3.M4 Metrosu Acil Durum Sistemleri

Metroda kullanılan tüm ekipmanlar yüksek derecede ısıya dayanıklı ve zehirli gaz çıkarmayan malzemelerden seçilmiştir. Yangın durumunda insanların güvenli bir şekilde tahliye olması için ispatlanmıştır.²

NFPA olmak üzere standartlara uygun otomatik olarak senaryo teklif edebilen ve operatör onayıyla devreye giren sistemler mevcuttur. İstasyonlarda bulunan toplam 1200 kamerayla ile sistem sürekli olarak gözlemlenmekte ve kontrol edilmektedir.²

M4 Kadıköy-Kartal-Tavşantepe Metrosu'nda tüm sistemin enerji beslemesi Kozyatağı, Kartal ve Kadıköy olmak üzere üç noktadan sağlanmaktadır. OG ringi 34,5 kV sistemidir. Trafolar ve dönüştürücülerle tren hareketleri için gerekli olan 1500 DCV elde edilir. Sistem, ekipman ve aydınlatmalar için 400 V(220V-380V) elde edilir.²

Her üç besleme noktası da devre dışı kalırsa Kadıköy ve Kartal olmak üzere iki ayrı noktada bulunan jeneratörler, olası enerji kesintilerinde devreye girerek, tünel içerisinde kalan tüm trenleri en yakın istasyona ulaştırmamızı ve istasyonlardaki yolcuları tahliye etmemizi sağlayacaktır. Her bir jeneratör binasında bulunan jeneratörlerin toplam gücü 5 MVA' dır. Enerji beslemelerinin kesilmesi ve jeneratörlerin arızalanıp devreye girememesi durumunda aydınlatma sistemi ve elektronik kontrol sistemleri 3 saat süreyle kesintisiz güç UPS kaynakları vasıtasıyla beslenebilmektedir.²

M4 Metrosunda bulunan koruma-söndürme sistemi her istasyonda bulunan yangın pompa odalarında; sprinkler sistemi, hortum makara sistemi, hidrant sistemi ve pompaları, 80-90 tonluk iki ayrı bölümden oluşan su tankı mevcuttur.²

Hortum Makara Dolapları istasyonların her seviyesinde bulunmaktadır. Dolabın (yakınında bir acil durum çağrı telefonu yoksa) içinde yangın telefonu, yangın tüpü ve 30 metre uzunluğunda 6 bar basınçlı su bulunan nozul hortum içermektedir.

Hidrant başlıkları ve hidrant yangın dolapları tünelde içerisinde her 45-50 metrede bir yer almaktadır. Pompaların basmasıyla Hidrant başlıklarından 7,5 bar basınçlı su akışı gerçekleşmektedir. Hidrant dolaplarında yangın telefonu, yangın tüpü, 25 metre uzunluğunda hidrant yangın hortumu, lans ve nozul bulunmaktadır.²

İtfaiye bağlantıları cadde seviyelerinde bulunmaktadır. Islak ve kuru kolan hattı olarak iki bölümden oluşan yapıda, kuru kolon hattı; peron dahil istasyonun her seviyesindeki itfaiye başlıklarına su akışını sağlar, ıslak kolon hattı; tüneldeki hidrant hattına ve hidrant başlıklarından su akışını sağlamaktadır.

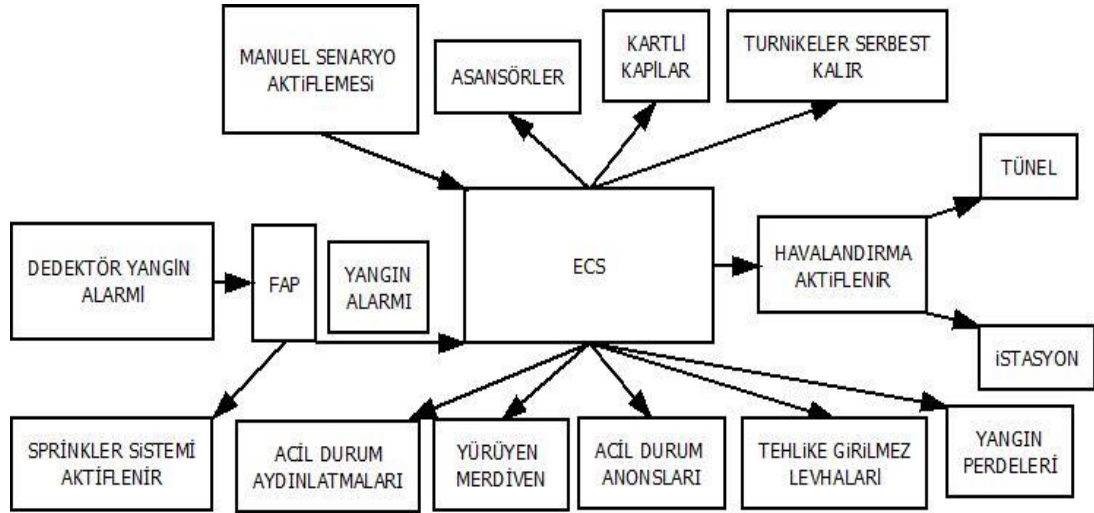
Tüplü Yangın Söndürücüler(KKT); ofis katlarında, istasyonların her seviyesinde ve tünelde bulunan yangın dolaplarında mevcuttur. Otomatik Gazlı Söndürme Sistemleri elektrik sistem/ekipman odaları için tasarlanmış argon gazlı otomatik söndürücülerdir.

Algılama-İhbar Sistemi, ekipmanları tünel haricinde istasyonun her seviyesinde halka kapalı ve açık alanlarda mevcuttur.

Havalandırma, TVF, Jet, EXF, INF, FE, FS fanlarından ve alt ekipmanlarından (damper, kompresör gibi) oluşmaktadır; Özellikle acil durumlarda, duman tahliyesinde TVF ve EXF' ler, duman yönlendirmede Jet Fanlar ve yolcunun tahliye edildiği güvenli alana taze, temiz hava vermede INF' ler kullanılmaktadır.²

2.4.Acil Durum Yangın Senaryoları

Yangın senaryoları; İstasyonda yolcu ihbarı yada algılama-ihbar sistemiyle FAP' a ve ECS' ye gelen ihbar personel kontrol ve teyidi sonrasında, SCADA Operatörü tarafından ECS' in algılamaya bağlı olarak önerdiği senaryoyu yada pesonel control-teyidine bağlı olarak manuel olarak seçtiği senaryoyu başlatır. Doğru duman tahliyesi ve güvenli yolcu tahliyesi ile başarılı bir acil durum yönetimi sağlanmış olunur.



Şekil 1: FAP-ECS Davranışı

Tablo 1: Yangın Senaryoları ve Ekipman Davranışları

Sistem & Ekipman	DAVRANIŞLAR		
	Bilet Holü Bavul Yangını	Platform 1 Batı&Doğu Tren Yangını	Platform 2 Batı&Doğu Tren Yangını
Duman Detektörleri	Detektörler algıma yapar	Bu senaryolar Algılama-İhbarsız başlar.(Tünel Yangın Senaryoları gibi-personel ihbarı ve operatörün senaryo seçimi ve onayıyla)	
FAP	Yangın paneli gelen alarmları SCADA' ya iletir		
Tünel Havalandırma Fanları (TVF)	Duman tahliyesini EXF' ler yapar.	Peron sonu damperler Senaryoya uygun çalışır	
Egzoz Fanları (EXF)	Duman tahliyesini EXF' ler yapar.	Duman tahliyesini TVF' ler yapar.	
Platform Taze Hava Basınçlandırma Fanları (INF)	Bu senaryoda INF pozitif basınçlandırma yapmaz	Senaryoya uygun olarak çalışır	
Asansör Taze Hava Basınçlandırma Fanı (FS)	Senaryoya uygun olarak çalışır		

Yangın Perdeleri (YP)	Bu senaryoda Yangın Perdesi inmez	Yangın Perdeleri Senaryoya uygun olarak iner
Asansörler ve Yürüyen Merdivenler	Yangın Bölgesinden uzaklaşır ve kapılarını açar	
Turnikeler	Senaryoya uygun olarak serbest kalır	
Tehlike Girilmez Levhaları	Senaryoya uygun olarak çalışır	
Sesli ve Işıklı Uyarı Cihazları	Senaryoya uygun olarak çalışır	
Manyetik Kartlı Kapılar	Senaryoya uygun olarak manyetik kilitlerini açar	
Acil Durum Anonsu(Yolcular İçin)	Senaryoya uygun olarak devreye girer	
Acil Durum Anonsu (Personel İçin)	Senaryoya uygun olarak devreye girer	
Tünel ve İstasyon Acil Durum Aydınlatma	Senaryoya uygun olarak devreye girer	

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Metodoloji

3.1.1 Tren Yangınında CFD Modelleme Yaklaşımı

Örnekleme istasyonda yapılan tren yangını simulasyonu hesaplamalı akışkanlar dinamiği tekniği kullanarak ANSYS Fluent programıyla yapılmıştır. Fluent programı, genel ısı-akış problemlerini sonlu hacimler yöntemine göre çözen bir CFD analiz programıdır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonlarında çözüm bölgesi çok sayıda küçük parçalara bölünerek bir çözüm ağı oluşturulur. Oluşturan çözüm ağının her parçası için akış denklemleri ve enerji denklemi çözülür.

Analizde trenin sekiz adet vagonun oluşturduğu öngörülmüştür. Yangının trenin ortadaki vagonun alt bölgesinde olduğu varsayılmıştır. Trenin yangın bölgesi dışındaki yapısal kütlesi trenin alüminyumdan olduğu varsayılarak modellenmiştir. Yangın ısı yük ve duman olarak simüle edilmiştir; yangın yükü olarak 14 MW alınmıştır. Yangının zamana göre gelişimini simüle etmek amacıyla " $\alpha \cdot t^2$ " yangın modeli kullanılmıştır. İstasyonda gerçekleşecek olası bir tren yangınında ortaya çıkan enerji miktarını gösteren yangın yükü grafiği, yangın esnasında ortaya çıkan enerjinin %100 taşınım yoluyla iletildiği kabul edilmiş ve yangın eğrisi buna göre tanımlanmıştır. Simülasyon çalışmasında yangının tuttuğu ve 4. dakika da tepe noktasına ulaştığı zaman aralığı ile simüle edilmiştir. Yangın tepe noktasında 14 MW güce ulaşmaktadır. Yangın gelişim katsayısı "NFPA 204 M" standardında belirtilen orta derece gelişen bir yangını simüle edecek şekilde ($\alpha = 12 \text{ W/s}^2$) seçilmiştir. Yangın bölgesinde duman kütlesinin havanın kütlesi oranı 1 yani %100 olarak alınmıştır.

3.1.2 Risk Değerlendirme Çalışması

Bu bölümde ön tehlike analizi metodolojisi ile belirtilen tehlikeler, Kadıköy - Kartal - Tavşantepe 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;³

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 oluştuğu 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.

3.2. Risk 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.

Tablo 2: Tehlike Ciddiyet Düzeyi Sınıflandırması

Tehlike Ciddiyet Düzeyi	Açıklama	İnsan veya Çevre üzerindeki Sonucu	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. Sözelimi, 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. Sözelimi, 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.

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

Tablo 3: 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 gözükmesine bir ihtimal vardır. Tehlikenin istisnai olarak	$10^{-9} \leq f < 10^{-8}$

		oluşabileceği varsayılabilir.	
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 kombinasyonu dikkate alınması ile ilgilidir. Bu yaklaşımı uygulamak için, Tablo 5'in matrisi kullanılır.

Tablo 4: Risk Matrisi

MEYDANA GELME SIKLIĞI	RİSK SEVİYESİ			
	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 5: Risk Kabul Edilebilirlik Seviyeleri

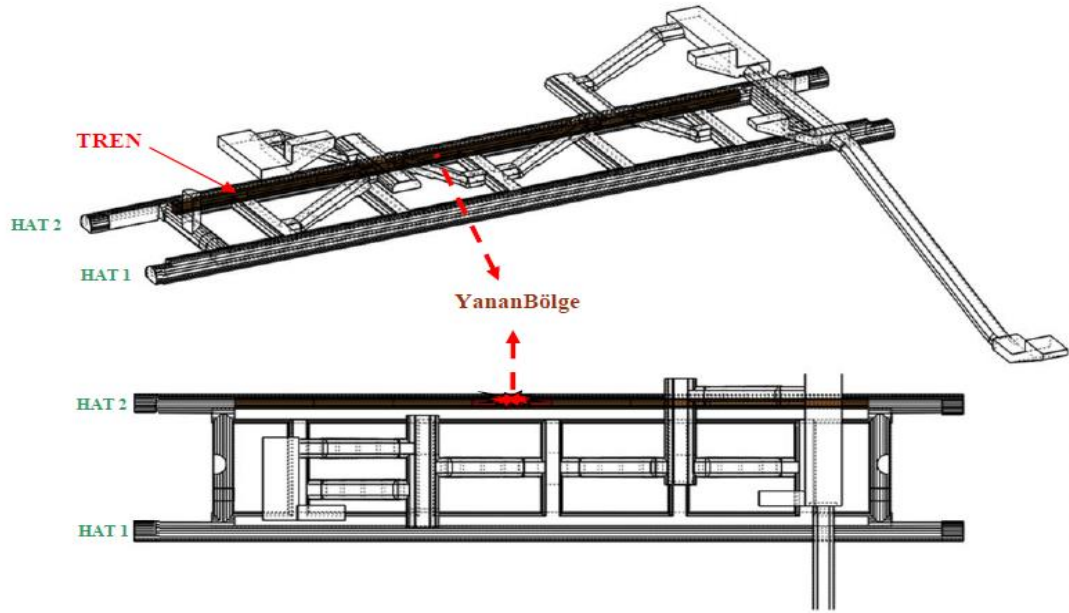
Tolere edilemez	Ortadan kaldırılacaktır
Tolere edilebilir	Güvenlik Makamının uygun kontrol ve onayı ile kabul edilebilir
Göz ardı edilebilir	Herhangi bir onay olmadan kabul edilebilir



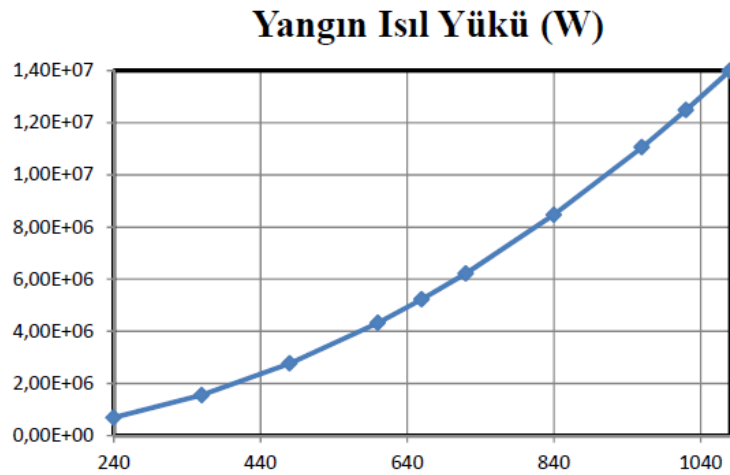
4.BULGULAR

4.1.CFD Modelleme Bulguları

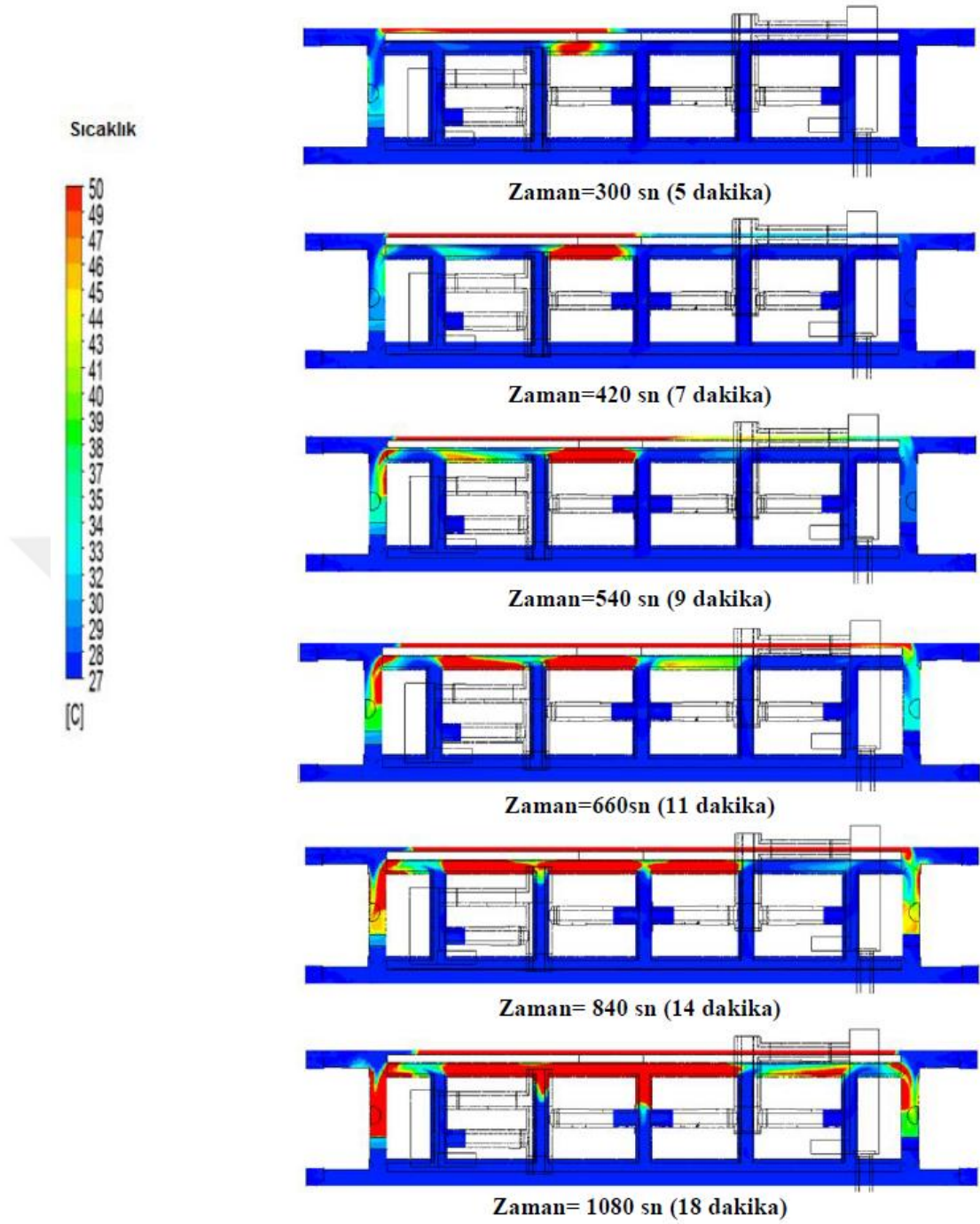
Yapılan simülasyonda peron, arakat, bilet holü katı ve peron merdivenlerindeki; sıcaklık, duman konsantrasyonu ve havalandırma dağılımları incelenmiştir.



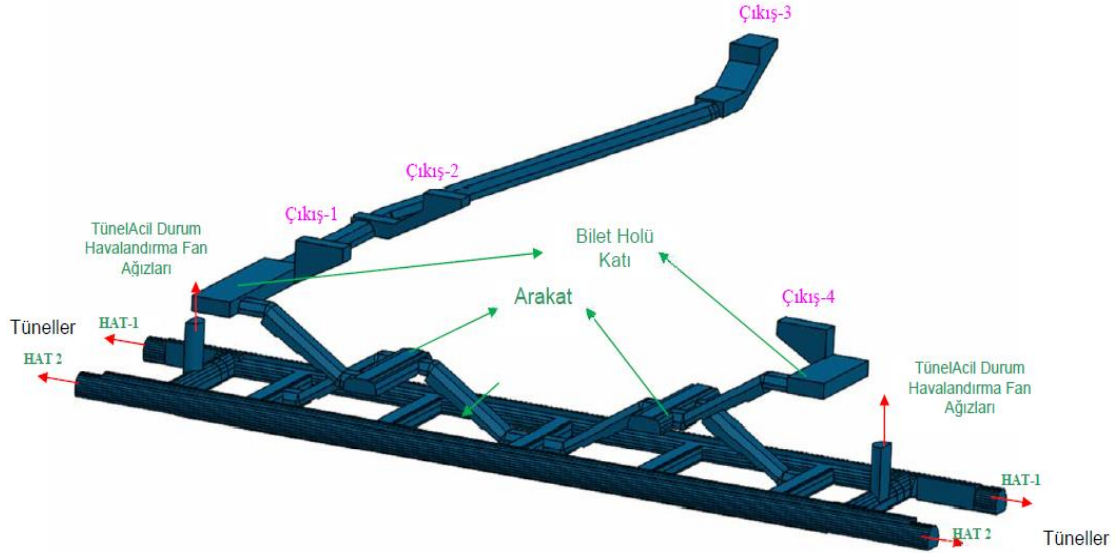
Şekil 2: Üç Boyutlu İstasyon Modelinde Tren Konumu



Şekil 3: Tren Yangın Yükünün Zamana Göre Değişimi



Şekil 4: Ray Üst Kotunda Sıcaklık Dağılımı



Şekil 5: İstasyonun Üç Boyutlu Modeli

Tablo 6: Sonuçların Zaman Diliminde İncelenmesi

Geçen Süre	Açıklama
300 Saniye (5 Dakika):	Yangın Yüğü 1080 kW Tünel acil durum havalandırma fanları çalışmaya başlayalı 2 dakika süre geçmiş, istasyon içinde hava hareketi başlamıştır. Tahliye yollarındaki görüş mesafesini engelleyecek veya insanları sıcaklıktan etkileyecek duman kütesine rastlanmamıştır. İstasyon merdivenlerinin kaçış için kullanılmasında herhangi bir engel bulunmamaktadır.
420 Saniye (7 Dakika)	Yangın Yüğü 2117 kW Duman ve sıcak hava katmanı tavanda birikmeye başladığı görülmüştür. İstasyonun üst katlarından gelen temiz hava hem istasyonun yangın çıkan peronunda sıcaklığın azalmasına, hem de dumanın üst katlara ulaşmasını engelleyerek insan tahliyesini sağlamaktadır. Yangının bu evresinde sıcaklık dağılımı incelendiğinde platformdan 2.5 m yükseklikte sıcaklığın artmaya başladığı ve yangının çıktığı peronda yayıldığı gözlemlenmektedir. NFPA 130 standardı uyarınca tahliyenin büyük bir bölümü tamamlanmıştır.
540 Saniye (9 Dakika)	Yangın Yüğü 3499 kW Duman ve sıcak hava katmanı tavanda birikmeye devam etmektedir. İstasyonun üst katlarından gelen temiz hava dumanın üst katlara ulaşmasını engelleyerek insan tahliyesini sağlamaktadır. Yangının bu evresinde sıcaklık dağılımı incelendiğinde platformdan 2.5 m yükseklikte sıcaklığın artmaya başladığı ve yangının çıktığı peronda yayıldığı gözlemlenmektedir. NFPA 130 standardı uyarınca yolcular güvenli alana (point of safety) ulaşmıştır.
660 Saniye (11 Dakika)	Yangın Yüğü 5227 kW Sıcaklık ve duman dağılımı incelendiğinde bu dakikada trenin yer aldığı peronun sıcak havaya maruz kaldığı ancak merdivenlerin, arakat ve bilet holü katının sıcaklıktan etkilenmediği gözlemlenmektedir.

840 Saniye (14 dakika)	Yangın Yüğü 8467 kW Bilet holu katındaki sıcaklık ve duman konsantrasyonu dağılımları incelendiğinde yangın gelişim evresine yaklaşırken istasyonun arakat ve bilet holu katında sıcaklık ve duman görülmediğı tespit edilmiştir. Tahliye yolu merdivenlerin dumandan ve sıcak havadan arınmış olduğu gözlemlenmiştir.
1080 Saniye (18 dakika)	Yangın Yüğü 14000 kW Bilet holu katındaki sıcaklık ve duman konsantrasyonu dağılımları incelendiğinde yangının gelişim evresi sırasında istasyonun bilet holu katında, sıcaklık ve duman görülmediğı tespit edilmiştir. Tahliye yolu merdivenlerinin dumandan ve sıcak havadan arınmış olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.Risk Değerlendirme Bulguları

Altı genel tehlike sınıfı tanımlanmıştır; her bir sınıf, Kadıköy - Kartal - Tavşantepe Metrosu için geçerli özel tehlikelere yol açan üst düzey tehlikeli olaylar dizisini içerir.

Tablo 6: En Üst Düzey Tehlikeli Olaylar Tablosu

1	Yanık/boğulma Tehlikeleri
	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 Tehlikeleri
	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 Tehlikeleri
	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 Tehlikeleri
	Ekipman hatası/arızasından ötürü kişilerin araç kapıları, asansör kapıları, yürüyen merdiven basamakları veya diğer mekanik ekipman arasında sıkışması
	Yanlış insan davranışından ötürü kişilerin araç kapıları, 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 Tehlikeleri
	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
	Diğer çarpışma tehlikeleri
6	Diğer Tehlikeler
	Su baskını
	Ekipman/arıza veya yanlış çıkış güzergâhı yerleşiminden ötürü geciken tahliye
	İzinsiz giriş ve yasal olmayan hareketler
	Yapısal arıza
	Patlama



Tablo 7: Sistem Tehlike Analiz Tablosu

Yer	İşletimesel Durum	Tehlike	Risk	Sonuçlar	Ciddiyet Düzeyi	Frekans	Başlangıç Riski	Azaltıcı Önlemler	Ciddiyet Düzeyi	Frekans	Geri Kalan Risk
İstasyon	Yolcu Tahliye	Yolcu tarafından getirilen malzemeler, Sabotaj, Saldırı	Peronda Yangın	Panik sonucu yaralanma, (Sıkışma, Ezilme) Ölüm, Ekipmanların yanması, Yangın, Dumandan zehirlenme	1	C	Tolere Edilemez	Yangın algılama sistemleri yeterli ve aktif	2	E	Tolere Edilebilir
								Yangın söndürme sistemleri aktif (Sprinkler)			
Duman tahliye sistemleri aktif (Fanlar)											
Yangın söndürme sistem testleri yapıldı											
Acil aydınlatmalar sürekli çalışır											
Acil yönlendirmeler mevcut											
Diyafon, telefon aktif											
Acil durum ekipmanları mevcut											
Yangın perdeleri aktif											
Yangın senaryo testleri yapıldı											
SCADA ve iletişim operatörü sistem ve ekipmanları uzaktan yönetebiliyor											
Yangın söndürme ekipmanları yeterli ve kullanılabilir											
Acil kaçış yolları ve kapıları standartlara uygun											
İstasyon	Yolcu Tahliye	Yolcu tarafından getirilen malzemeler, Sabotaj, Saldırı, Patlama, Kısa devre, Yanlış bakım	Konkors ve Turnike-lerde Yolculu alanda Yangın	Panik sonucu yaralanma, (Sıkışma, Ezilme) Ölüm, Ekipmanların yanması, Yangın, Dumandan zehirlenme	1	D	Tolere Edilemez	Yangın söndürme sistemleri yeterli ve aktif	2	E	Tolere Edilebilir
								İstasyon havalandırma sistemi uygun tasarımda ve testi yapıldı			
								Acil aydınlatmalar sürekli çalışır			

							İstasyonlar için kaçışlar kolay anlaşılır tasarlanmış			
							Anons bilgilendirme ses sistemleri çalışır			
							Acil yönlendirme yeterli ve standartlarda			
							Turnike ECS kontrolü var			
							Acil kaçış yolları ve kapıları standartlara uygun			
							Yangın senaryo testleri yapıldı ve uygun			
							Yangın söndürme ekipmanları yeterli ve kullanılabilir			
							Yangın algılama sistemleri yeterli ve aktif			
							Gazlı söndürme sistemleri aktif			
Personel Tahliye	Ekipman arızaları, parlama, elektriksel bağlantı hataları	Teknik Alanlar ve Odalarda Yangın	Çarpılma, Duman zehirlenmesi, yanma	2	B	Tolere Edilemez	Gazlı söndürme sistem testleri yapıldı	2	D	Tolere Edilebilir
							Yangın senaryo testleri yapıldı ve uygun			
							İstasyon havalandırma sistemi uygun tasarımda ve testi yapıldı			
							Acil aydınlatmalar sürekli çalışır			
							Diğer elektriksel sistemler yangına karşı uygun tasarlanmış			
							Cer gücü ekipmanları uygun tasarlanmış, kurulmuş ve test edilmiş			
							Teknik odalar için kaçışlar kolay anlaşılır ve tasarlanmış			
							Anons bilgilendirme ses sistemleri çalışır durumda			
							Diyafon ve telefon aktif			
							Acil kaçış yolları ve kapıları standartlara uygun			
							Yangın söndürme ekipmanları yeterli			

Peron	İşletmede aksama durma	Enerji kesintisi, Platformda aşırı yoğunluk	Tren insan teması, Araç kapısı - Tren peron arası Sıkışma	Ölüm, ciddi yaralanma, ray hattına düşme	2	B	Tolere Edilemez	Yolculara uygun bilgi uyarı etiketleri ve anons bilgilendirmeleri mevcut	2	C	Tolere Edilebilir
								Makinist tren kapı görüşü sağlanabiliyor			
								Peron sonu ekipman tren gabari testi yapıldı			
								Acil durumlarda ekipmanların yönetimine dair personelin eğitimi var			
Tünel	Yolcu Tünel Tahliye	Yolcu tarafından getirilen malzemeler, Sabotaj, Saldırı, Kısa devre, Mekanik ekipmanların aşırı ısınması, Yanlış bakım	Trende Yangın	Ölüm, Araç üstünde yangın, Duman.	1	C	Tolere Edilemez	Acil durum tünel havalandırma sistemi doğru olarak tasarlanmış ve test edilmiş	2	C	Tolere Edilebilir
								Tünel Acil aydınlatmalar aktif			
								Makinist/yolcular için uygun acil durum haberleşme sistemleri kullanıma uygun			
								Tünel yangın dolapları ve telefonları uygun			
								Acil kaçış yolu uygun(NFPA 130 standartları)			
								Cer gücü ekipmanı uygun olarak tasarlanmış, kurulmuş, ve test edilmiş			
								Tünel duman atım sistemleri çalışır durumda			
								Tünel Yangın senaryosu aktif			
								CP geçiş bölgeleri doğru olarak tasarlanmış ve kullanıma uygun			
	Tünel Acil aydınlatmalar aktif ve çalışır										
Tünelde yangın	Tünelde yangın	Tünelde yangın	Duman nedeniyle muhtemel olarak (örn. bakım personeline) yaralanmalara neden olabilecek yangın, Enerji kablolarında yanma	1	D	Tolere Edilebilir	Tünel Yangın senaryosu dökümanı var	2	D	Tolere Edilebilir	
							Hidrant sistemi aktif, testleri yapıldı				
							Tünel yangın dolapları ve telefonları uygun				
							Tünel Yangı senaryosu aktif				

								Tünel yürüme yolları NFPA 130 standardına uygun			
								CP geçiş bölgeleri uygun tasarımda ve kullanımda			
								Tahliye yönlendirme levhaları acil durum işaretlemeleri tamam			
								Tren ve yürüme yolu arası minimum boşluk tasarımı uygun			
								Peron sonu kapılar acil çıkışı sağlayabiliyor			
								Kesinti durumlarında UPS/dizel jeneratörlerin yönetimi ve güç beslemesine devam edilmesine ilişkin prosedürler, testler hazır			
		Genel şebekeden güç kesintisi	Mahsur kalma	Tünelde mahsur kalma, rahatsızlanma, panik	2	B	Tolere Edilemez	Tünel havalandırma, iklimlendirme koşulları uygun standartlarda	2	C	Tolere Edilebilir
								Tünel aydınlatma lüks değerleri yeterli			
								Yürüme yolu iniş-çıkış merdiveni var			
								UPS'ten ekipmanlara güç beslemesi yapılabiliyor			
								Uygun acil durum haberleşme sistemleri yolcuların/makinistlerin kullanımına uygun			
Tünel	Derayman	Sinyal Arızası, yolcuların treni hareket halindeyken sallaması,	Trenin raydan çıkması	Yolcu yaralanma, İşletmenin durması, Ölüm	2	B	Tolere Edilemez	Raylarda, traverslerde uygun bakım yapılmakta	3	B	Tolere Edilebilir
								Raylarda traveslerde periyodik kontrol yapılmakta			
								Sinyal panel ekranında makas hareketleri gözlemlenebiliyor			
								Makas aydınlatmaları yeterli			
								Makas motorlarında sinyal kontrolü var			
								Makaslar doğru olarak kurulmuş ve test edilmiş			
								Aşırı hız koruması mevcut			
								Makaslarda kilitleme mekanizması güvenilir			
								Makas doğru yola sabitlenebiliyor			
		Aşınma, sinyalizasyon hatası, Makinist hatası	Trenin raydan çıkması	Yolcu yaralanma, İşletmenin durması	2	B	Tolere Edilemez	Makas sinyalleri testleri yapıldı	3	D	Tolere Edilebilir
								Manuel modda makinist sürüş hız kısıtlaması			

								Yüklü Tren testleri yapıldı			
Hat	Acil durum ekipmanlarının çalışılabilirliği	Deprem, Enerji Kesintisi,	İletişim sorunu, Aydınlatma yetersizliği, Acil durum senaryolarının uygulanamaması	Mahsur kalma, rahatsızlanma, panik	1	B	Tolere Edilemez	Elektriksel ekipmanlar doğru olarak tasarlanmış, kurulmuş ve test edilmiş	2	C	Tolere Edilebilir
								Tünel ve peronda elektrik ekipman topraklamaları var			
								Tünel elektrik kablo tavazları topraklı			
								Araç şasesi ile pantograf arasında izolasyon sağlandı			
								Enerjili çalışma koruma kademeleri uygulanabilir			
								Hat topraklama testleri yapıldı			
								Telsiz iletişimi kesintisiz sağlanabiliyor			
								Acil durum senaryo dökümanları hazır			
								Acil durum senaryoları uygulanabilir			
								Enerji kesintisi sonrası Tünel içi acil durum ekipmanları çalışıyor			
								Tren arıza durumlarında alternatif işletme döngüsü yapılabilir			
Tünel, Peron	Araç tarafından hatalı hedef tespiti Hatalı ATP komutu (hatboyu konumları veya CC)	Sinyal Sistemi Arızası	Çarpışma	Ölüm, yaralanma, işletme kaybı	1	B	Tolere Edilemez	ATP işletimi sinyalizasyon sistemi güvenilirliği mevcut	3	B	Tolere Edilebilir
								Tren hız limitleri yeterli			
								Sürücü ve kontrol merkezi operatörleri arasında telsiz haberleşmesi mevcut			
								Hat sonlarında durdurucu tampon mevcut			
								Tren peron duruş noktasında durabiliyor			
								Tren arıza durumlarında alternatif işletme döngüsü yapılabilir			
Sinyal sertifikası alındı											
Tüm Hat	Hava şartları	Yoğun yağış, Su drenaj arızası,	Su baskını	Tren ekipman hasarları, işletme kaybı, yaralanma	3	B	Tolere Edilebilir	Tünel, istasyon yolcu yoğunluğuna göre tahliye edilebilir	3	B	Tolere Edilebilir
								Tünel zemin su akışına uygun			
								Su drenaj sistemi (inşaat ve elektromekanik işler) uygun olarak tasarlanmış, kurulmuş ve test edilmiş			
							Tünel drenaj sisteminin yeterliliği, yedekliliği var				

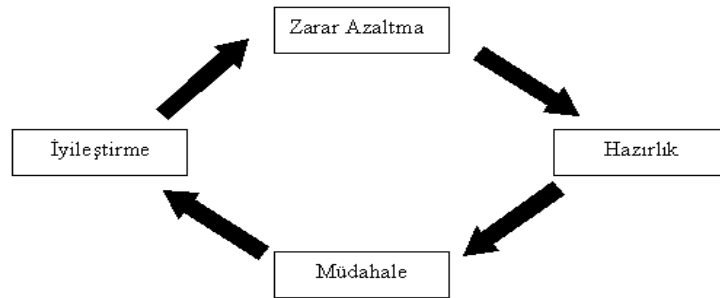
Tünel, İstasyon	Aşırı kalabalık, Yolcu yoğunluğu	Acil durum yollarının tasarımının uygun olmaması/yolcu yolcu yoğunluğu,	Acil durum sırasında Tünel ve istasyonun tahliyesinde gecikmeler;	ölüm ve/veya birden fazla ciddi yaralanma ihtimali;	2	B	Tolere Edilemez	Güvenlik personelinin varlığı ve müdahalesi	2	D	Tolere Edilebilir
								Tünel tahliye yollarının NFPA130'a uygun olması			
								İstasyon tahliye tasarımının NFPA130'a uygun olması			
Tünel, Peron	İzinsiz giriş	Erişim noktalarının kilitlenmesinde başarısız olunması,	Tren teması / Elektriğe maruz kalma/ray hattına düşme	Ölüm / yaralanma, işletme kaybı	2	B	Tolere Edilemez	Kişilerin istasyon giriş kontrolleri yeterli	2	C	Tolere Edilebilir
								Acil durum müdahale ekiplerinin olması			
								CCTV ile doğru şekilde görüntüleme yapılması, kör nokta olmaması			
								Platform Acil durum durdurma Sisteminin her istasyonda olması			
								İstasyon mimarisinin kişilerin saklanabileceği yerler minimize edilmiş			
								Makinistlerin periyodik sağlık kontrollerinden düzenli olarak geçmesi			
Tünel, İstasyon	Acil Durum	Terörist saldırı, sabotaj	Yangın, yapısal çökme, zehirli madde yayılım, izdiham	Birden fazla ölüm ihtimali, işletme kaybı	1	B	Tolere Edilemez	Acil durumda personelin eğitilmesi	1	E	Tolere Edilebilir
								Uygun hat ve araç tasarımı			
								İstasyonlarda emniyet personelinin olması			
								CCR dan tüm alanların izlene bilmesi			
								Algılama ve söndürme sistemlerinin olması			
								Acildurum ekipmanları, planları ve senaryoların olması			
								Uygun sayıda personel bulunması			
								Uygun acil durum prosedürlerinin varlığı			
								Nominal yük koşullarına göre uygun emniyet sınırları			
								İnşaat işleri tasarımının ulusal yapım kurallarına uygun olması			

4.1.İstasyon Ve Hat Bilgileri

Bu bölümde M4 Kadıköy-Kartal-Tavşantepe hattında bulunan tahliye senaryoları bilgilerine değinilecektir.

Acil durum bilgisi alınması durumunda, bu bilgi zaman kaybedilmeksizin teyit edilir. Yangın bilgisi doğrulanmasına müteakip, bölgenin sorumlusu olan istasyon yöneticisi, kumanda merkezine ve diğer işletmenin istasyon yöneticisine derhal haber verir. Her iki istasyon yöneticisi, kendi alanlarındaki yolcularının tahliyesini ve acil durum eylem planını başlatır. Her iki Kumanda Merkezi de kendi alanlarında meydana gelen acil durumları ilgili ADBM' ye (İtfaiye, Ambulans, polis vb.acil durum birimlerine) ihbar ederek koordinasyonu sağlar.

Acil durum bilgisi, yangın alarm sistemlerinden, tren sürücüsünden, personelden, yolculardan vb. gelebilir. Gelen alarm bilgisinin zaman kaybedilmeksizin teyit edilir. Marmaray işletmesi kendi prosedürleri kapsamında acil durum bilgisinin teyit işlemi gerçekleştirir. Acil durum bilgisi teyit edildikten sonra, diğer işletmenin istasyon yöneticisine zaman geçirmeksizin haber verilmeli ve acil durum yönetimine geçilmelidir. ¹



Şekil 6: Acil Durum Yönetim Aşamaları

4.1.1.Model İstasyon

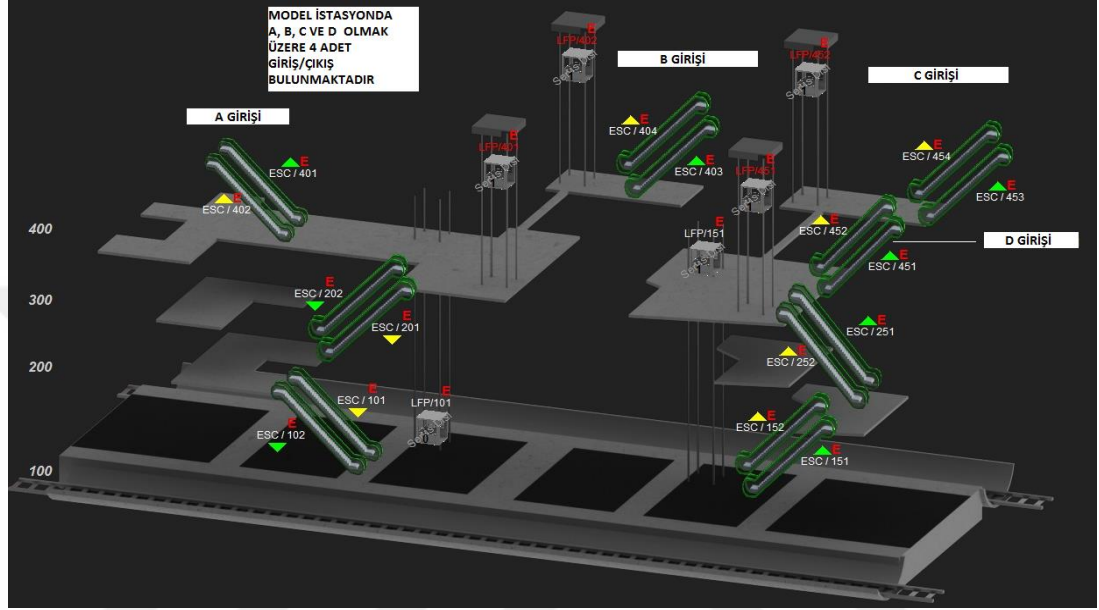
Tablo 8: Genel İstasyon Bilgileri

İtfaiye Bağlantısı	1
Yangın Pompa Odası	1
Personel Toplanma Noktası	SOR Önü (Batı Konkors)
ADMB Buluşma Noktası	Moda Çıkışı (Batı Konkors)
Toplam alanı m ²	16821 m ²
Bilet Holü / Konkors m ² (Doğu-Batı)	1879,25 m ² (iki bağımsız bilet holü)
Kat sayısı	3 -1Bilet Holü/Konkors, -2 Ara Kat, -3 Peron
Bilet Holüne inen Asansör Sayısı ve yeri	4 A Çıkışı (Batı)
	B Çıkışı(Batı)
	C Çıkışı (Doğu)
	D Çıkışı(Doğu)
Perona İnen Asansör Sayısı ve yeri	2 Batı bilet holü
	Doğu bilet holü
Cadde Seviyesi Çıkışları Yolcu Tahliye Yönleri/Seçenekleri	4 A Çıkışı (Batı)
	B Çıkışı(Batı)
	C Çıkışı (Doğu)
	D Çıkışı(Doğu)

Seçilen model istasyon, 16821m² kapalı alanı ile orta büyüklükte bir istasyondur. Cadde seviyesinden ray hattına kadar ortalama derinliği 34 metredir .Peron ve konkors bağlantıları; peronu fiziksel olarak ikiye (1.yol ve 2.yol) bölen yapının batı, orta ve doğu bölgelerinde oluşturulan peron 1.yolun ve 2.yolun birbirine ayrıca konkors alanlarına erişimini sağlayacak nitelikte üç ayrı bölüm (batı-orta-doğu) olarak inşa edilmiş

erişim/bağlantı pasajlarıdır. Model İstasyonda 2 adet konkors, 2 adet ara kat ve 2 hatlı peron bulunmaktadır. ¹

4.1.1.1. Model İstasyonda Yolcu Tahliye Senaryoları



Şekil 7: Model İstasyonda Giriş/Çıkış Alanları

1. Sadece B girişini/çıkışını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Batı Konkorsdaki yolcuların tahliyesi A Çıkışı'ndan yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Gerekirse B girişini/çıkışı kepenler indirilerek yolcu girişine kapatılır. ¹

2. Sadece A girişini/çıkışını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Batı Konkorsdaki yolcuların tahliyesi B çıkışı'ndan yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Gerekirse A girişini/çıkışı kepenler indirilerek yolcu girişine kapatılır. ¹

3. Batı Konkorsun tümünü (tüm uzantı ve çıkışlarını) etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Batı Konkorsdaki yolcuların tahliyesi, perona ve

perondan Doğu Konkorsa yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Batı Konkors yolcu girişine, erişimine kapatılır.¹

4.Batı Konkors ile peron arasındaki erişimi sağlayan yürüyen merdivenlerin arasındaki pasajı etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, bu alandaki yolcular Batı Konkorsan cadde seviyesine ve/veya perona ve perondan Doğu Konkorsa tahliye edilir. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir.¹

5.Sadece C girişini/çıkışını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Doğu Konkorsdaki yolcuların tahliyesi D çıkışından yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Gerekirse C girişi/çıkışı kepenler indirilerek yolcu girişine kapatılır.¹

6.Sadece D girişini/çıkışını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Doğu Konkorsdaki yolcuların tahliyesi C çıkışından yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Gerekirse D girişi/çıkışı kepenler indirilerek yolcu girişine kapatılır.¹

7.Doğu Konkorsun tümünü (tüm uzantı ve çıkışlarını) etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Doğu Konkorsdaki yolcuların tahliyesi, perona ve perondan Batı Konkorsa yapılır. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir. Doğu Konkors yolcu girişine, erişimine kapatılır.¹

8.Sadece Doğu Konkors ile peron arasındaki erişimi sağlayan yürüyen merdivenlerin arasındaki pasajı etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, bu alandaki yolcular Doğu Konkorsan cadde seviyesine ve/veya perona ve perondan trenle başka bir istasyona ve/veya Batı Konkorsa tahliye edilir. Acil durum mahalli güvenlik bariyeri ve şeridiyle izole edilir.¹

9.Sadece peron 1.yolu etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, perondaki tüm yolcular Batı Konkorstan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra istasyona yolcu alınmaz ve işletmeye kapatılır.¹

10.Sadece peron 2.yolu etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, perondaki tüm yolcular Batı Konkorstan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra İstasyona yolcu alınmaz ve İşletmeye kapatılır.¹

11.Peronunun her iki yolunu da (1.yol peron ve 2.yol peron) etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, perondaki tüm yolcular Batı Konkorstan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra istasyona yolcu alınmaz ve işletmeye kapatılır.¹

12.Sadece Doğu Peron bağlantı pasajını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, perondaki tüm yolcular Batı Konkorstan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra istasyona yolcu alınmaz ve İşletmeye kapatılır.¹

13.Sadece Batı Peron Bağlantı pasajını etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, Perondaki tüm yolcular Doğu Konkorstan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra istasyona yolcu alınmaz ve işletmeye kapatılır.¹

14.Peronun tümünü etkileyen bir acil durum meydana geldiğinde, perondaki yolcular en uygun olan yöndeki (Batı Konkorstan ve/veya Doğu Konkorstan) çıkışlardan tahliye edilir. İstasyon tümüyle tahliye edildikten sonra İstasyona yolcu alınmaz ve İşletmeye kapatılır.¹

5.TARTIŞMA

Metropollerde nüfus yoğunluğu ve oluşan trafikle birlikte metro sistemlerine olan talep günden güne artmaktadır.Yaşanabilecek acil bir durumda sağlıklı bir şekilde tahliyenin sağlanması, yolcu sayısına, yolcuların yaş ve sağlık durumlarına, acil durum müdahale ekip sayısına, ekiplerin eğitim düzeyine, acil durumun meydana geldiği yapıya ve acil durum sistemlerinin çalışabilirliğine bağlıdır.

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile yapılan simülasyon çalışması sonucunda seçilen tünel havalandırma fanlarının çalıştırılması sonucunda, yangının tam gelişme evresine kadar geçen süreçte güvenli bir tahliye durumunun oluşturulduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yangın tahliye yolları tüm yangın boyunca sıcak havadan ve dumandan arınmış durumdadır. İstasyonda kaçış amacıyla kullanılacak merdivenlerinde yangının tam gelişme evresine kadar sürekli temiz hava akışı olduğu gözlemlenmiştir. Bu temiz hava sayesinde üst katlara yanma sonucu oluşan gazların kaçışı engellemekte, hem de kaçış yönündeki sıcaklığın insanları tehdit edecek boyutlara ulaşması önlenmektedir. Simülasyon sonuçları incelendiğinde duman ve sıcaklık dağılımının platform katı dışına taşmadığı görülmektedir. Özetle, istasyon acil durum sistem ve tasarımı olası bir istasyon tren yangınında yeterlidir.

İnsan ve ekipman kaynaklı ya da doğal kaynaklı tehlikeler olarak acil durumlar sınıflandırılabilir. İnsan ve ekipman kaynaklı tehlikelerin kontrol edilmesi ve önlenmesi daha olasıdır. Doğal kaynaklı tehlikelerde ise çoğu zaman bu mümkün olmamaktadır. İnsan kaynaklı ya da doğal kaynaklı tehlikelerin önüne geçebilmek ancak bunlara karşı düzenli ve planlı bir çalışma yürütülerek sağlanabilir. Acil durumlar genelde beklenmedik ve toplumda fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplar oluşmasına ve ayrıca

şirketlerde&işletmelerde imaj kayıplarına neden olan olaylardır. Yaşanabilecek acil durumda özellikle aktarma istasyonlarındaki yoğunluk göz önünde bulundurularak acil durum planları oluşturulmalıdır. Metro istasyonlarında araç kapıları, sabit&yürüyen merdivenler, asansörler, tünel tahliye yolcu ve koridorlar yaşanabilecek acil bir durum anında yığılmaların/kayıpların oluşabileceği bölümlerdir. Tehlike analizinde belirtilen tehlikelerin kabul edilebilir seviyede tutulmasının sağlanması önem arz etmekle birlikte aktarma ve yolcu yoğunluğunun fazla olduğu istasyonlarda kurtarma-tahliye ekip sayısı, ekipmanlarının hazır tutulması, ekip eğitimleri ve acil durum senaryolarının çalışabilirliği sağlanmalıdır.



6.SONUÇ

Acil durum yönetim çalışmaları toplumun en tepesinden en alt kademesine kadar herkesi ilgilendiren ve ayrıca toplumda yaşayan her bireyi içine alması gereken çalışmalardır. Günde 350000 yolcunun kullanmış olduğu M4 Kadıköy-Kartal-Tavşantepe Metro Hattı için hazırlanacak veya mevcut plan kapsamında oluşturulacak birimler acil durum fonksiyonlarının tamamını içermelidir. Planın işleyişi sorumlulukların alt kademelere dağıtıldığı bir sistemi kapsmalıdır. Böylece çalışmalar sonucu yetki karmaşası oluşmasının önüne geçilmesi ve bilgi akışının düzenli ve hızlı yapılması sağlanmış olunur. Acil durum yönetim planı hazırlanırken öncelikle toplumu ya da bölgeyi etkileyebilecek tehlikelerin ya da afetlerin neler olabileceğinin bilimsel teknikler kullanılarak tespit edilmesi gerekmektedir. Bölgeyi, toplumu ve raylı sistemi bekleyen olası tehlikelerin belirlenmesinin ardından bunlara karşı hangi önlemlerin alınması ve ne gibi çalışmaların yapılması gerektiği planlanmalıdır. Planlama; Acil Duruma Hazırlıklı Olma, Acil Durumlara Müdahale Yöntemleri, Acil Durum Sonrası İyileştirmeler ve Zarar Azaltma Yöntemlerinin belirlenmesi olarak dört ayrı bölümde tanımlanabilir.

Türkiye’de ve yurt dışında bir çok metro projesinde, yerel şartnamelere ek olarak uluslararası standartlardan faydalanılmaktadır. NFPA 130 bu standartlar içerisinde en çok başvurulan dokümandır. Bu çalışmada yapılan simülasyon sonucunda birtakım bulgular elde edilmiştir. Metro hattı istasyonlarının istasyon tasarımı, yangın performansı NFPA 130 açısından değerlendirilmiştir. İnsan tahliyesinin simülasyonda değerlendirilmesi, istasyonların yangın durumundaki güvenlik performanslarının doğru olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Yapılan modelleme istasyonda, insan tahliyesi simülasyonları sonucunda NFPA 130 açısından “yeterli” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yangın anında, yüksek tünel kesitleri sayesinde dumanın doğal hareketi ile tünelin tavan kısmında toplanması, insan tahliyesi açısından olumlu sonuçlar vermektedir.

Raylı sistemlerde acil durum planları yapılırken bilgi yani iletişim akışının kesintisiz olarak nasıl sağlanacağı tanımlanarak gerekli alt yapı oluşturulmalıdır.

Bir diğer önemli konuda lojistik hizmetinin sağlanmasıdır. Bu destek ancak yerel yönetim desteğinin sağlanmasıyla gerçekleştirilebileceği görülmektedir.

Acil durum yönetim planının başarıya ulaşması iyi hazırlanmış bir plan, tasarım, ilgili ve işe uygun personel ve sürekli eğitim ile sağlanabilir. Oluşturulacak bu dinamik yapı kapsamında PUKO döngüsü sistematığı ile çalışmalar yürütülmelidir. Metro genelindeki idari ve teknik personellerin dikkatleri planlar ve senaryolar üzerine çekilmelidir. Bu durum ancak acil durum bilgilerinin ve risk değerlendirmelerin güncel tutulması, acil durum eylem planlarının, eğitim ve tatbikat çıktılarının paylaşılmasıyla başarıya ulaştırılabilir.

7.ÖZET

M4 KADIKÖY KARTAL TAVŞANTEPE METRO HATTINDA ACİL DURUM SENARYOLARININ OLUŞTURULMASI VE PLANLAMA ÇALIŞMALARINDA KANTİTATİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE CFD MODELLEME YAKLAŞIMI

Raylı Sistemler özellikle Metro Sistemleri, büyük kentlerde başta olmak üzere artan nüfus yoğunluğuna bağlı oluşan trafik ve ulaşım problemini en aza indirmenin yegane yoludur. Bu sistemler; ekonomik, konforlu ve hızlı taşımacılığın yanı sıra güvenli ve emniyetli bir ulaşım imkanı da sağlamaktadırlar. Metroyu diğer ulaşım yollarından ayıran en büyük fark cadde seviyesinin metrelerce altında hizmet vermesidir. Bu açıdan metro hatlarında güvenliğin sağlanması ve ortaya çıkabilecek acil durumlar karşısındaki uygulamalar önem arz etmektedir.

Temenni edilen, acil durumun hiçbir zaman meydana gelmemesidir. Ancak bu da acil durumu ortaya çıkarabilecek sebeplerin tespiti ve bunların asgari düzeye indirilmesi ve/veya ortadan kaldırılması ile mümkün olabilir. Esas olan gerekli önleyici tedbirleri almak sureti ile olay/kazaların hiç yaşanmamasını sağlamaktır. Acil bir olayda/kazada insan hayatına ve ekipmana gelebilecek zararın en aza indirilmesi önceden hazırlanmış olan acil durum planlarının uygulamaya konulmasıyla beraber personelin eğitimi ve acil durum simülasyonlarının gerçekleştirilmesi ile mümkündür.

Örnek bir istasyon model alınarak bu istasyon ve istasyona bağlı tünellerde olabilecek yangın durumlarının ayrı ayrı senaryoları oluşturulmuş ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımı olan ANSYS CFD programı yardımıyla çözümlenmiştir. Simülasyon çalışmalarında yangın acil durum havalandırma sistemi kritiğe tabi tutulmuş,

istasyon ve tünel geometrisinin yangına etkisi incelenmiştir. Zamana bağlı yapılan simülasyonlarda ise yangının zamanla gelişimi incelenmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda özellikle yangın senaryolarında ekipman davranışları, acil durum planları ve n tehlike analizi ile genel değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: n Tehlike Analizi, Acil Durum Planları, Yangın Senaryoları, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği

8.SUMMARY

M4 KADIKÖY KARTAL TAVŞANTEPE IN METRO LINE MAKING EMERGENCY PLANNING AND SCENARIOS, QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT AND THE CFD MODELING APPROACH

Railway systems, especially metro systems, are the most efficient way to minimize rising transportation problems owing to increasing number of residents especially in big cities. These systems provide economic, comfortable, fast and safe transit. The most defining feature that distinguishes metros from other systems is the fact that metro systems are operating under street-level. This property makes it even more important to ensure metro safety and to properly execute emergency situation procedures.

Obviously, we all hope that such situations never ensue. This can only be achieved by establishing possible causes of an emergency and reducing or removing those causes. What is essential is to take the necessary precautions to ensure an incident/accident never happen. Reducing or removing any possible damage to people or equipment during an emergency situation can be possible by the application of emergency action plans which are prepared beforehand, by training staff about above mentioned plans and by carrying out emergency situation simulations.

A subway station is taken as an example model, different fire scenarios are created for this station and tunnels connected to this station and analyzed with assistance of ANSYS-CFD program which has Computational Fluid Dynamics (CFD) software. In simulation studies, fire emergency ventilation system is criticized, the effect of the geometry of a

station and tunnel effect on fire is studied. In time dependent simulations related to time, evolutions of fires with time are observed.

The study aimed to make a general assessment using equipment behavior specifically during fire scenarios, emergency action plans and preliminary hazard analysis.

Keywords: Preliminary Hazard Analysis, Emergency Action Plans, Fire Scenarios, Computational Fluid Dynamics



9.KAYNAKÇA

1. Metro İstanbul A.Ş, Acil Durum Yönetim Sistemi EI Kitabı, İstanbul, 2017.
2. 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 EI Kitabı, İstanbul, 2009.
3. Ön Tehlike Analizi – (Preliminary Hazard Analysis - PHA), Ziyaret Tarihi 11.09.2017, <https://isqfrm.com/threads/on-tehlike-analizi-preliminary-hazard-analysis-pha.3150/>
4. Risk Değerlendirme Standartları ve Metodolojilerin Karşılaştırılması, Ziyaret Tarihi 07.08.2017, <http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/ipm/isq03>
5. Şenbay-Öztaş-Albayrak İş Ortaklığı, Kartal-Kaynarca Metro İnşaat ve Elektromekanik Sistemler Temin, Montaj ve İşletmeye Alma İşleri; İstanbul, Sistem Emniyet Raporu, 2016.
6. NFPA 130, Sabit Raylı Geçiş ve Yolculu Raylı Sistemleri için Uluslararası Yangınla Mücadele Birliği Standardı, National Fire protection Association, 2003.
7. İ.B.B. Raylı Sistem Müdürlüğü, Ön Tehlike Tanımlaması ve Analizi, İstanbul, 2008.

8. EN50129, "Demiryolu Uygulamaları: Güvenlikle ilgili Elektronik Demiryolu Kontrol ve Koruma Sistemi", European Norm, 2003.
9. Kadioğlu M, ve Diğerleri, Eğitim Kurumları için Afet Acil Yardım Planı Kılavuzu, İ.T.Ü. Afet Yönetim Merkezi, İstanbul, 2005.
10. Kadioğlu M, ve Özdamar E, Belediye alışanları için Afet Acil Durum Planlaması, Türkiye Ofisi Yayınları, İstanbul, 2008.
11. Kadioğlu M, Afet Yönetimi, İstanbul, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, 2011.
12. A.B.D. Koruma Kurumu İnternet Sitesi, Ziyaret Tarihi 05.10.2017, <http://www.nfpa.org/>
13. Metro İstanbul A.ř İnternet Sitesi, Ziyaret Tarihi 25.10.2017, <http://www.metro.istanbul/>
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.

10.ÖZGEÇMİŞ

Aydın DENİZ

GSM :(0539) 780 59 19

E-mail : aydin.deniz@metro.istanbul

aydeniz261@hotmail.com

Kişisel Bilgiler:

Doğum Yeri ve Tarihi: Siirt, 1980

Medeni Durum: Evli

Sürücü Belgesi: B

Eğitim Bilgileri:

- 2005 Dicle Üniversitesi, Siirt
Meslek Yüksek Okulu, Makine Bölümü
- 2010 Atılım Üniversitesi, Ankara
Lisans, Mühendislik Fakültesi, İmalat Mühendisliği
- 2013 Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul
Tezsiz Yüksek Lisans, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş
Sağlığı ve Güvenliği
- 2017 Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul
Tezli Yüksek Lisans, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı
ve Güvenliği
Tez Konusu: M4 Kadıköy Kartal Metro Hattı Acil Durum
Risk Değerlendirmesi, Planları Ve Senaryoları

İş Deneyimleri:

- 2014– devam ediyor İBB Metro İstanbul A.Ş., İstanbul
Şef- Sistem Emniyet Şefi (İş Sağlığı ve Güvenliği, Teknik
Emniyet Süreçleri)
- 2010-2014 5M Avrupa Mühendislik, İstanbul
Mühendis - Güvenlik sistemleri satış ve kurulumu (CCTV,
Alarm vb.)

Kongre, Sempozyum Teknik Gezi, Seminer ve Kurslar:

NEBOSH, 2017, İstanbul

OHSAS 18001: 2007 İş Sağlığı Güvenliği Yönetim Sistemi Temel ve İç
Tetkikçi Eğitim Sertifikası, 2017

Çalışanlara Yönelik Ekip Çalışması ve Motivasyon Eğitimi, 2017, İstanbul

Kaza Araştırma Kök Sebep Analizi, 2015, İstanbul

Yüksekte alışma Eğitimi, 2015, İstanbul

İş Sağlığı ve Güvenliği Yerel Sempozyumu, 2015, İstanbul

Problem özme Teknikleri, 2014, İstanbul

Eğiticinin Eğitimi, 2013, İstanbul

Bilgisayar Bilgisi:

Microsoft Office Programları Word, Excel, Power Point, Access veri tabanı uygulamaları.(İyi düzeyde),

Yabancı Dil Bilgisi:

İngilizce PreIntermediate seviyesinde (okuma, yazma)

Hobiler:

Seyahat Etmek, Bilişim