

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YERALTI METRO HATLARINDA ACİL DURUM
SENARYOLARININ SCADA İLE TASARLANMASI VE
SİMÜLASYONU

EMRE ÇEKEREK

KOCAELİ 2024

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YERALTI METRO HATLARINDA ACİL DURUM
SENARYOLARININ SCADA İLE TASARLANMASI VE
SİMÜLASYONU

EMRE ÇEKEREK

Dr. Öğr. Üyesi Banu ATAŞLAR AYYILDIZ

Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Oğuzhan KARAHAN

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Hakkı Ulaş ÜNAL

Jüri Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 05.02.2024

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler tarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
(imza)
Emre ÇEKEREK
(Öğrenci Adı Soyadı)

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bendekalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezimaşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....

(imza)

Emre ÇEKEREK
(Öğrenci Adı Soyadı)

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, metro hatlarında yaşanabilecek acil durum senaryolarına ilişkin SCADA ve PLC otomasyonu ile gerçekleştirilen yapılandırma işleminden bahsedilmiştir. CFDesign yazılımı ile istasyon simülasyonu, havalandırma fan kapasitesi ve çalışma modlarına göre platform araç yangın senaryosu oluşturulmuştur. Elde edilen verilere ve uygulanan modele göre sistem simüle edilerek yangın anında güvenli yolcu tahliyesine ilişkin sonuçlar incelenmiştir.

Bu çalışmanın planlanması, oluşması, ilerlemesi ve daha birçok aşamalarında bende bilgi, birikim ve üstün tecrübelerini esirgemeyen, çalışmamı tamamlamam hususunda bana her türlü motive edici bilgiler veren, destek sağlayan, birlikte çalışma imkânı sunan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Banu ATAŞLAR AYYILDIZ'a ve tezin fikir aşamasında büyük katkı sunan değerli hocam Doç. Dr. Oğuzhan KARAHAN'a teşekkür eder saygı ve şükranlarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca aldığım her kararda beni destekleyen, buralara gelmemde maddi ve manevi her zorlukta bana her daim varlıklarını hissettiren canım babama, canım anneme, her daim yanımda durup yol gösteren büyük fedakârlıklar yapan canım abim Osman ÇEKEREK'e, canım kardeşime ve sabırla tezi bitirmem hususunda beni motive eden canım eşime ve canım oğlum Yaşar Kerem'e tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu çalışmanın tamamlanmasında katkı sağlayan, yön veren, fikir sunan kıymetli yöneticilerime, çalışma arkadaşlarıma ve tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2024

Emre ÇEKEREK

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLOLAR DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. ACİL DURUM SENARYOLARI.....	4
3. PLATFORM ARAÇ YANGIN SENARYOLARI.....	6
3.1. İstasyon Verileri	7
3.2. Araç Yangın Verileri	8
3.3. Üç Boyutlu CFD Yaklaşımı	9
3.4. CFD Girdi Parametreleri ve Senaryo Tanımı	10
3.5. CFD Senaryo Sonuçları	13
3.6. Platform Araç Yangını Senaryoları Belirlenmesi.....	19
4. SCADA SİSTEM TASARIMI	22
4.1. Sistemde Kullanılan Ekipmanlar	23
4.1.1. PLC cihazı.....	23
4.1.2. İletim cihazı	25
4.1.3. Uzak giriş çıkış modülü (RIO)	25
4.2. PLC ve SCADA Yazılım Yapılandırması	26
4.3. Tahliye Simülasyonu	31
5. SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	42
EKLER.....	44
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Anadolu Yakası Raylı Sistem Ağı.....	3
Şekil 2.1. Tünel Araç Yangın Senaryosu.....	5
Şekil 2.2. Acil Durum Senaryo Çeşitleri.....	5
Şekil 3.1. Yamanevler İstasyonu Plan Gösterimi.....	7
Şekil 3.2. Yamanevler İstasyonu Kesit Gösterimi.....	8
Şekil 3.3. Yamanevler İstasyonu Katı Model Gösterimi.....	8
Şekil 3.4. Yamanevler İstasyonu Sınır Koşulları Gösterimi.....	13
Şekil 4.1. SCADA Sistem Yapısı.....	23
Şekil 4.2. Siemens PLC S7-400 (S7 412-H).....	24
Şekil 4.3. CPU 412-H.	25
Şekil 4.4. İletim Cihazı.....	25
Şekil 4.5. ET200SP I/O Modül.....	26
Şekil 4.6. Wincc OA Yazılım Arayüzü.....	27
Şekil 4.7. Simatic Manager Arayüzü.....	27
Şekil 4.8. TIA Portal Yazılım Arayüzü.....	28
Şekil 4.9. Yapılandırma Adımları.....	28
Şekil 4.10. Programlama Yapısı Fiziksel Yapılandırma.....	29
Şekil 4.11. Sembol Tablosu.....	29
Şekil 4.12. Blok Tablosu.....	30
Şekil 4.13. Kaynak Kodları.....	30
Şekil 4.14. Platform Ve Tünel Araç Yangın SCADA Senaryo Ekranı.....	32
Şekil 4.15. Yangın Algılandı Alarm Bilgisi.....	33
Şekil 4.16. Tren İçi Kamera Görüntüleri.....	33
Şekil 4.17. Senaryo Seçilmesi.....	34
Şekil 4.18. Seçilen Senaryonun Belirtilmesi.....	34
Şekil 4.19. Seçilen Senaryonun Onayı Ve Başlatılması.....	35
Şekil 4.20. Havalandırma Sistemi SCADA Ekran Arayüzü.....	36
Şekil 4.21. Oda Havalandırma Sistemi SCADA Ekran Arayüzü.....	36
Şekil 4.22. Yürüyen Merdiven Ve Asansör Sistemi SCADA Ekran Arayüzü.....	37
Şekil 4.23. Turnike Sistemi SCADA Ekran Arayüzü.....	37
Şekil 4.24. Aydınlatma Sistemi SCADA Ekran Arayüzü.....	38
Şekil 4.25. İtfaiye Personeli İstasyon Geliş Ve Girişi.....	38
Şekil 4.26. İtfaiye Personeli Araç Biniş Ve Yaralı Yolcuya Müdahalesi.....	39
Şekil 4.27. Yaralı Yolcunun Çıkarılması Ve Araç Söndürme İşlemi.....	39
Şekil 4.28. Araç Yangın Söndürülme İşlemi.....	40
Şekil 4.29. Seçilen Senaryonun Durdurulması.....	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Araç ve Yangın Parametreleri	9
Tablo 3.2. CFD Girdi Parametreleri	10
Tablo 3.3. Yamanevler İstasyonu TVF Özellikleri	12
Tablo 3.4. Yamanevler İstasyonu Araç Yangını Senaryosu.....	14
Tablo 3.5. Yamanevler İstasyonu CFD Sonuçları.....	19
Tablo 3.6. Simülasyon Süresince Sıcaklık Dağılımı ve Görüş Mesafesi	15
Tablo 3.7. Simülasyon Süresince Sıcaklık Dağılımı ve Görüş Mesafesi	17
Tablo 3.8. Simülasyon Süresince Hava Hızı Dağılımı	18
Tablo 3.9. CFD Simülasyon Sonuçlarının Yorumlanması	19
Tablo 3.10. Platform Araç Yangın Senaryosu Ekipman Davranışları	20

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Topluluğu)
CFD	: Computational Fluid Dynamics (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği)
CPU	: Central Process Unit (Merkezi İşlem Ünitesi)
DC	: Direct Current (Doğru Akım)
ECS	: Enviromental Control Sytems (Çevresel Kontrol Sistemler)
EMS	: Electromechanical Systems (Elektromekanik Sistemler)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
EXF	: Exhaust Ventilation Fan (Kirli Hava Fanı)
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
INF	: Intake Ventilation Fan (Temiz Hava Fanı)
IT	: Information Technology (Bilgi Teknolojileri)
NATM	: New Austrian Tunneling Method (Avusturya Yeni Tünel Açma Yöntemi)
NFPA	: National Fire Protection Association (Ulusal Yangından Korunma Kurumu)
PCS	: Power Control Systems (Güç Kontrol Sistemi)
PLC	: Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)
RIO	: Remote Input Output (Uzak Giriş Çıkış)
SAP	: Systems Applications and Products (Sistem Uygulamaları ve Ürünleri)
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition (Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama)
SRM	: Synology Router Manager (Synology Yönlendirici Yöneticisi)
TBM	: Tunnel Boring Machine (Tünel Sondaj Makinası)
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TVF	: Tunnel Ventilation Fan (Tünel Havalandırma Fanı)

YERALTI METRO HATLARINDA ACİL DURUM SENARYOLARININ SCADA İLE TASARLANMASI VE SİMÜLASYONU

ÖZET

Metro hatlarında yaşanabilecek olası yangın durumlarında hem güvenli yolcu tahliyesi hem de acil durum ekiplerinin müdahale imkânlarının sağlanması için acil durum senaryoları oluşturulmaktadır. İstasyon yapısı, tünel tipi, araç ve yangın parametre değerleri gibi değişkenler senaryoların oluşturulmasında önemli çıktılar sunmaktadır. Elde edilen veriler ışığında hazırlanan senaryolar ile istasyonda veya araç üzerinde çıkabilecek yangına ilişkin senaryolar oluşturularak yolcu tahliye sırasındaki risk en aza indirgenmektedir. Senaryoların oluşturulmasında en temel parametre ise yangın durumunda duman tahliyesinin güvenli bir şekilde gerçekleştirerek yolcunun kirli havadan etkilenmesini sağlayan havalandırma sistemleridir. Acil durum havalandırma sistemleri, yangın anında emniyetli yolcu tahliyesi için temiz hava besleme ve duman atımı sağlayan sistemlerdir. Acil durum havalandırmasının yapılabilmesi için gerekli havalandırma stratejisi ve havalandırma kapasiteleri belirli hesaplama teknikleri ile hesaplanarak simülasyonlar oluşturulmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul'da bulunan M5 Üsküdar - Çekmeköy Metro hattında olası platform araç yangın senaryosunun CFDesign yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen simülasyonda elde edilen fan kapasitelerine göre havalandırma ekipmanları çalışma modları belirlenmiştir. Güvenli yolcu tahliyesini sağlamak için havalandırma ekipmanları ile eşzamanlı çalışacak olan diğer ekipmanlarında PLC yazılımında tanımlamaları ve senaryoları oluşturulmuştur. Oluşturulan bilgiler ile PLC ve SCADA sistemi arasında haberleşme protokolleri veri alışverişi yapılarak SCADA yazılımı grafik arayüzünde senaryoların nasıl oluşturulduğuna değinilmiştir. Uygulanan model ile platform araç yangın senaryosu test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Acil Durum Senaryoları, CFDesign, Metro, SCADA, Yangın.

DESIGN AND SIMULATION OF EMERGENCY SCENARIOS IN UNDERGROUND METRO LINES WITH SCADA

ABSTRACT

Emergency scenarios are created to ensure safe passenger evacuation and intervention opportunities for emergency teams in case of possible fire on metro lines. Variables such as station structure, tunnel type, vehicle and fire parameter values provide important outputs in creating scenarios. The risk during passenger evacuation is minimized by creating scenarios related to a fire that may break out at the station or on the vehicle, with the scenarios prepared in the light of the data obtained. The most basic parameter in creating scenarios is the ventilation systems that ensure safe smoke evacuation in case of fire and prevent the passengers from being affected by polluted air. Emergency ventilation systems are systems that provide fresh air supply and smoke removal for safe passenger evacuation in case of fire. Simulations are created by calculating the ventilation strategy and ventilation capacities required for emergency ventilation with certain calculation techniques. In this study, ventilation equipment operating modes were determined according to the fan capacities obtained in the simulation of a possible platform vehicle fire scenario on the M5 Üsküdar - Çekmeköy Metro line in Istanbul using CFDesign software. Definitions and scenarios have been created in PLC software for ventilation equipment and other equipment that will work simultaneously to ensure safe passenger evacuation. It is mentioned how scenarios are created in the graphical interface of the SCADA software by exchanging communication protocols and data between the generated information and the PLC and SCADA system. The platform vehicle fire scenario was tested with the applied model.

Keywords: Emergency Scenario, CFDesign, Subway, SCADA, Fire.

1. GİRİŞ

Büyükşehirlerde yaşanan hızlı nüfus artışından kaynaklı merkezi ve yerel yönetimler vatandaşların yaşamlarını kolaylaştırmak adına yatırımlar yapmaktadır. Yapılan yatırımlarda hiç şüphesiz en büyük payı karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu gibi birçok alanı içerisine barındıran ulaşım sektörü almaktadır. Özellikle nüfus yoğunluğunun fazla ve coğrafi yapının sıkışık olduğu büyükşehirlerde vatandaşların seyahat sürelerini azaltmak ve konforlu, hızlı, ekonomik, dakik ulaşım kolaylığı sağlamak adına demiryolu ulaşımı bu alanda önemli bir faaliyet alanıdır. Ülkemizde demiryolu ulaşımı alanında en gelişmiş şehirlerin başında İstanbul gelmektedir. İstanbul, 1875 - 1966 yılları arasında birçok raylı sistem ağına sahip olmasına rağmen sanayinin gelişmesi ile birlikte Avrupa’da olduğu gibi Türkiye’de de lastik tekerlekli araçların yaygınlaşması ile yeterli ölçüde gelişim gösteremeyerek şehirlerden kaldırılmıştır. Nüfusun giderek artmasıyla kalabalıklaşan şehirde lastik tekerlekli araçlar yolcu hizmetini karşılayamaz hale gelmiştir. 1980 yılından itibaren İstanbul gibi engebeli coğrafyaya sahip bir şehirde tekrardan raylı sistem çalışmaları gündeme gelmiştir. 1985 yılından itibaren kent içi raylı sistemlerin inşasına tekrar başlanmıştır (Metro İstanbul, 2022). 1985 yılından itibaren tekrardan çalışmalara başlanılan raylı sistemlerde 1988 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde faaliyet gösteren Metro İstanbul işletmecisi firması kurulmuştur. Metro, tramvay, füniküler ve teleferik hatları olmak üzere birçok raylı sistem sektöründe faaliyet göstererek Türkiye’nin en büyük kent içi raylı sistem işletmecisi unvanına sahiptir. 1989 yılında Aksaray-Kartaltepe arasında ilk şehir içi raylı sistem hattı açılmıştır. Aradan geçen 34 yıllık zaman diliminde İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) bünyesinde 19 hat 223 km’lik raylı sistem ağı, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) bünyesinde 3 hat 119 km raylı sistem ağ ulaşımı olmak üzere toplamda İstanbul genelinde 342 km demiryolu ağı bulunmaktadır. Metro İstanbul, işletmesini yaptığı 18 hat ile günde 3 milyondan fazla yolcu taşımaktadır. Hatlarda sağlanan hizmet tam kapasite ile kullanıldığı takdirde İstanbul’un toplu taşımasındaki payının yüzde 50’sini karşılayabilmektedir (Metro İstanbul, 2022).

Metro sistemlerinin güvenliği, büyükşehirlerin gelişimi ve istikrarı ile doğrudan ilgilidir. Yoğun olarak kullanılmasından dolayı işletmecisi firmalar yolcu konforu ve güvenliğine önem

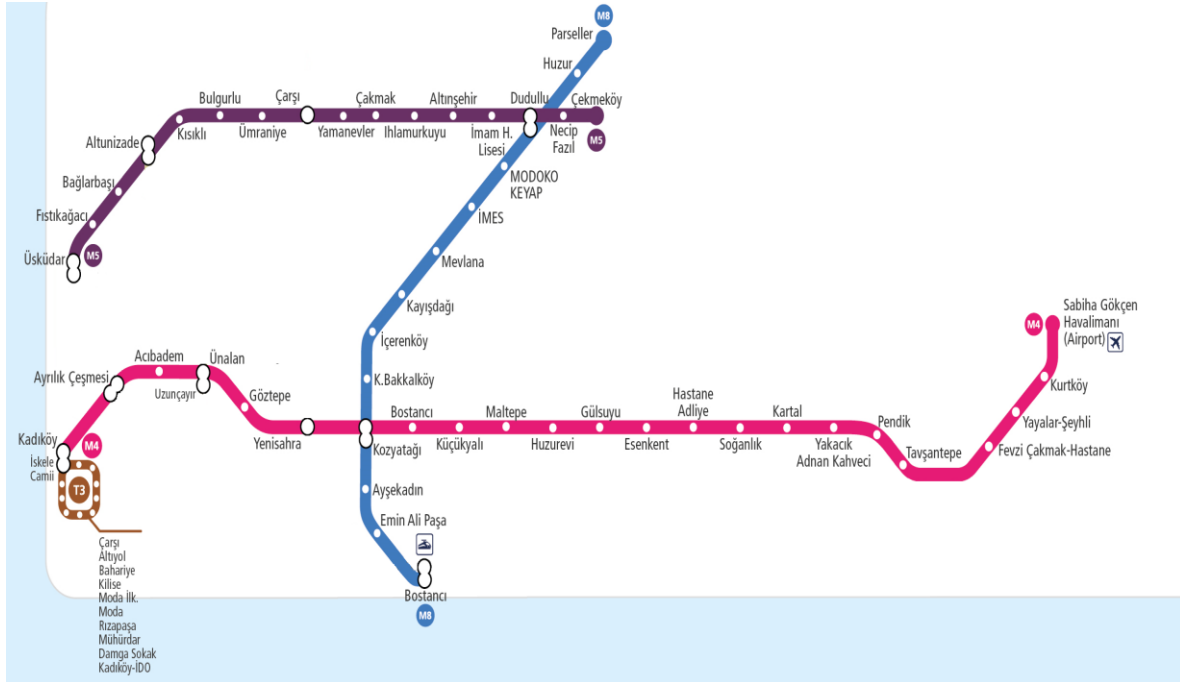
vermektedir. Metro istasyonlarında ve tünellerinde olası deprem, su baskını, yangın gibi afetlerde güvenlik önlemi alınması gereken konuların en önemli kısmını oluşturmaktadır. Tünel içerisinde yangın gibi acil durumda, yolcuların duman atım yönünü tersine hareket ederek güvenli bir bölgeye ulaşmaları gerekmektedir (Yazıcı, 2013). Metro işletmesinde kazaların zamanını, yerini, yoğunluğunu ve hasar derecesini tahmin etmek kolay değildir ve diğer taşımacılık alanları gibi kazalar anlık gerçekleşmektedir (Lu, 2013). Birçok yangın kazası, patlama kazası ve terör saldırısı gibi afetler insanoğlunun malına ve hayatına büyük kayıplar vermektedir. Bu nedenle metro hatları gibi kapalı alanlarda, acil bir olay meydana geldiğinde insanların tehlikeli bölgeden güvenli alana nasıl tahliye edileceğinin araştırılması büyük önem taşımaktadır (Boaqian ve diğ., 2009).

Yangın veya kaza anında yolcu tahliyesinin sağlanabilmesi, bölgede oluşan duman emiliminin doğru şekilde yapılması ve uygun kapasitede havalandırma fan seçimlerinin yapılabilmesi adına literatürde birçok çalışma yapılmış, NFPA (National Fire Protection Association) ve ASHRAE'de (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) gibi uluslararası hesap yöntemleri önerilmiş, bunlarla ilgili de çeşitli yayınlar ortaya konulmuştur (Yetgin, 2019). Ancak bunların SCADA sistemi otomasyonu gibi yazılımsal arayüz ile olası yangın anında kontrolünün yapılıp istasyon içerisindeki elektrik, elektronik ve mekanik ekipmanların nasıl çalışması gerektiğine dair çeşitli tez, makale ve yayınlar bulunmamaktadır.

Literatürde eksik olan bu duruma ilişkin SCADA sistemi tarafından tasarlanan grafik arayüz ile yangının çıktığı bölgeye bağlı değişken parametreleri oluşturulmuş olup sistemin davranışı kontrol edilmiştir. Kumanda merkezlerinde bulunan ve sistemin 7/24 takibini gerçekleştiren operatörün kullandığı bilgisayar ekranından otomatik veya kesin teyide bağlı senaryolar başlatılmış olup yolcunun dumandan etkilenmeden tahliyesinin güvenli bir şekilde yapılması sağlanmıştır.

Bu  alışma, Metro İstanbul tarafından işletilen M5  şk dar – Çekmeköy Metro hattında gerçekleştirilmiştir. M5 Hattı, İstanbul'un Anadolu yakasında Doğu-Batı akslarını birleştirilen birinci istasyonu  şk dar sonuncu istasyonu  ekmek y olan 16 istasyonlu 20

km uzunluğunda sürücüsüz işletmeye sahip bir metro hattıdır. Hatta 2024 yılsonu itibariyle 8 yeni istasyon daha eklenerek 24 istasyonu ile 30,9 km uzunluğa sahip olacaktır.



Şekil 1.1. Anadolu yakası raylı sistem ağı

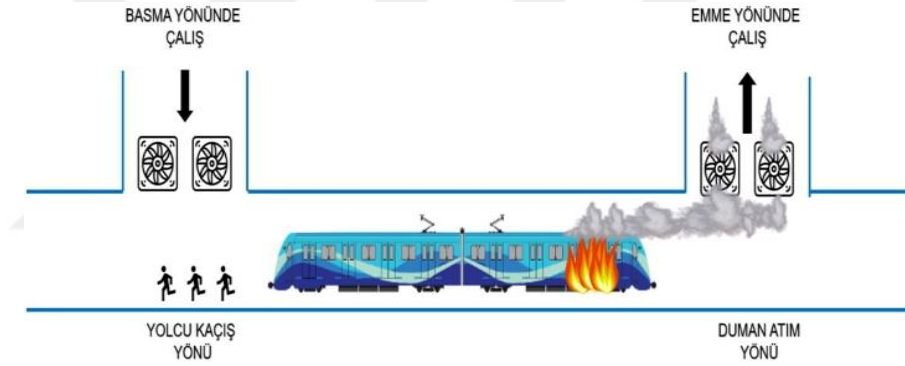
M5 Üsküdar – Çekmeköy Metro hattın inşaii tünelleri Tünel Sondaj Makinası (Tunnel Boring Machine - TBM) yöntemi ve Avusturya Yeni Tünel Açma Yöntemi (New Austrian Tunneling Method - NATM) ile kazılmıştır. İstasyonların hepsi yer altında inşa edilmiştir. İstasyon uzunlukları ortalama 140 metre, Platform uzunlukları ise 126 metredir. GOA 4 seviyesinde sürücüsüz işletme yapılan hattın tren işletmesinde sefer sıklığı en yoğun saatlerde 4 dakika 40 saniye, normal saatlerde 6 dakikadır. Hatta kullanılan tüm trenler 6 vagonlu olmak üzere toplamda 25 adet tren bulunmaktadır. Günlük 250.000 binden fazla yolcu metro hattını kullanmaktadır. Tüm istasyonlarda engelli vatandaşların giriş çıkışını kolaylaştıran özel giriş ve çıkış turnikeleri ile asansörler bulunmaktadır. Ayrıca diğer yolcuların erişim kolaylığı içinde tüm istasyon giriş çıkışlarda yürüyen merdivenler ile içerilerinde yürüyen bantlar bulunmaktadır. Tüm istasyonlarda yarım boy peron ayırıcı kapı sistemi (PAKS) bulunmaktadır. (Vikipedi, 2022).

2. ACİL DURUM SENARYOLARI

Metro istasyonlarında yolcu güvenliğini sağlamak için acil durum senaryolarına ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok insanın aynı anda metro kullanması nedeniyle metro istasyonları, insanların günlük kullanımı esnasında ve acil durum tahliyesi sırasında sorunsuz ve güvenli bir şekilde hareket etmelerini sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır (Zou ve diğ., 2019). Yangın algılama ve söndürme sistemleri ile acil durum havalandırma sistemleri istasyon ve tünel bölgelerinde çıkabilecek yangın durumunda insanların güvenli tahliyesini sağlamak adına önemli sistemlerdir. Olası yangın anında yolcunun istasyondaki dumandan etkilenmemesi adına yangın sistemleri ile birlikte havalandırma sistemleri bu ihtiyacı karşılayabilmektedir. Acil durum havalandırma sistemleri yolcu ve personel sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. İstasyonlar yer altında bulunan yerleşkeler olması sebebiyle doğrudan hava ile nüfuz etmemektedir. Bu sebeple istasyonlardaki kirli havanın dışarı atılması ve istasyona temiz hava basılmasını sağlamak için havalandırma sistemleri metro hatlarında insan sağlığı açısından olması gereken sistemdir. Metro istasyonlarında yolcuların güvenli tahliyesi acil durum havalandırma sistemleri yardımıyla sağlanır. Havalandırma sistemleri, normal ve acil zamanlarda istasyon ve tünellerde insanların güvenli tahliyesini sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır (Yetgin, 2019). Sistemin simülasyon tasarımı yapılırken acil durum esnasında istasyon ve tünellerdeki fanlar devreye girerek hem dumanın tahliyesini ve tünelin soğutulmasını, hem de dumanı yolcu tahliye yönünden aksi yöne iterek yolculara güvenli bir kaçış yolunu sağlar. Acil durumlarda havalandırma sistemleri, bir yangın durumunda tünel içerisine yayılan sıcak ve zehirli gazları bir yönde süpürerek, diğer yönde yolcuların tahliyesi için gerekli olan güvenli kaçış yolunu sağlamaktadır (Eralp ve diğ., 2003).

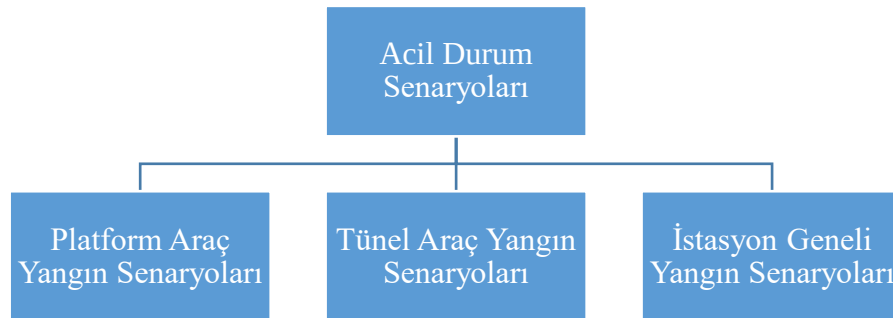
Yangın algılama ve söndürme sistemleri, yangının başladığını bildirmek ve zamanında uyarı aracı olarak ortamları izlemek için gözetim sisteminde hayati bir anahtardır (Gharajeh ve diğ., 2019). Metro aracı içindeki yangının özelliklerini, özellikle yangın algılama ve koruma sistemi için en önemli ve temsili iki özellik olarak kabul edilen alev uzunluğu ve tavan altındaki sıcaklık dağılımını incelemek önemlidir (Penga ve diğ., 2021).

Yangın algılama sistemlerinin temel görevi bir istasyonda oluşabilecek yangın tehlikesinin zamanında ve güvenilir bir şekilde algılanması sağlamaktır. İstasyonların platform katı yolcu iniş ve biniş bölgeleri, ara katlar, konkors bölgesi olarak adlandırılan bilet holleri, tüm teknik odalar ve yerleşkenin birçok yerinde kontrol paneli, dedektörler, alarm butonları ve ikaz elemanları bulunmaktadır. Dedektörler duman, ısı, multi vb. yangın belirtilerinin otomatik olarak algılanması ve değerlendirilmesi işlevini yerine getirir ve istasyon amirliği odalarında bulunan yangın kontrol paneline iletir. Alarm butonları yangın durumunun manuel olarak ihbar edilmesini sağlar. Kontrol paneli ise sahadan gelen alarm ve durum bilgilerini otomatik olarak operatör bilgisayarına iletir. Örnek olarak Şekil 2.1’de tünel araç yangın senaryosunda yolcu tahliyesine göre yolcu kaçış yönleri ve fanların çalışma türü gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tünel araç yangın senaryosu

Acil durum senaryoları 3 başlık altında oluşturulmuştur. Birincisi platform araç yangın senaryoları, ikincisi tünel bölgesi araç yangın senaryoları, üçüncüsü istasyon geneli yangın senaryolardır. Bu çalışma platform araç yangın senaryoları üzerine yapılmıştır.



Şekil 2.2. Acil durum senaryo çeşitleri

3. PLATFORM ARAÇ YANGIN SENARYOLARI

Platform bölgesinde meydana gelen araç yangını durumunda, yolcuların güvenli tahliyesi ve acil müdahale işlemi yapan yetkili personelin yangının çıktığı bölgeye gelip yangın bölgesine ulaşmasını sağlayacak şekilde acil durum havalandırmasının yapılabilmesi için gerekli havalandırma stratejisi ve havalandırma kapasiteleri belirli hesaplama teknikleri ile hesaplanmaktadır. Tünel yangın senaryolarında belirlenen fan kapasitelerinin, istasyon içi araç yangınlarında yeterli olup olmadığının belirlenmesi ve insan tahliyesi ve yetkili ekip müdahalesi öncesinde istasyonun dumandan arındırılmış şekilde tutulabilmesi için gerekli havalandırma stratejisinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, genel amaçlı akışkanlar dinamiği yazılımı olan CFDDesign yazılımın, yangın için özelleşmiş bileşenleri kullanılarak simülasyonlar yapılmıştır. Sonuçlar, görsel gösterimler eşliğinde ve stratejilerin detayları ile birlikte açıklanmıştır (İBB, 2019). Bu çalışmada, M5 Üsküdar - Çekmeköy Metro hattı projesi kapsamında Yamanevler İstasyonunda meydana gelen platform araç yangını senaryoları için CFDDesign yazılımında yapılan üç boyutlu araç yangını simülasyonlarının detaylarını vermektedir. Kullanılan yazılım ile sonuçlar duman yoğunluğu ve sıcak hava dağılımları ile sayısal değerleri şeklinde belirlenmiştir. Duman ve sıcak hava dağılımına ek olarak havalandırma hızları da istasyonun ilgili kesitlerinde belirlenmiştir. Bu çalışma ile aşağıdaki soruların cevaplarına ulaşmak hedeflenmiştir (İBB, 2019):

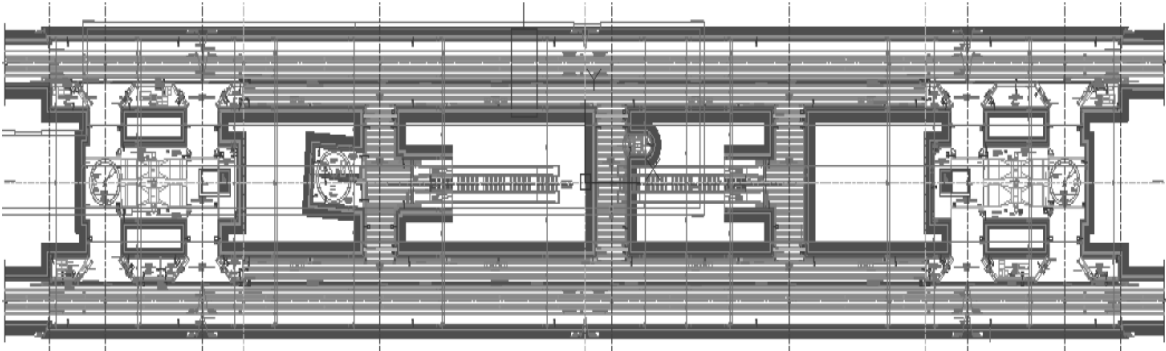
- Yamanevler İstasyonu'nda meydana gelebilecek bir araç yangınında, duman ve sıcak hava dağılımı, insan tahliyesini önleyecek etkiler yaratmakta mıdır?
- Tünel içi araç yangını senaryolarında kapasiteleri belirlenen istasyon fanları, istasyon içi araç yangınında yeterli havalandırmayı sağlamaya yeterli olacak mıdır?
- İstasyon içi araç yangınında havalandırma stratejisi nasıl olmalıdır? Fanlar emme-basma modunda mı yoksa tamamen emme modunda mı çalışmalıdır?
- İstasyonlarda yangın perdeleri var ise yangın esnasında kapanacak mıdır?
- İstasyonlarda, Platform ile üst katları birbirine bağlayan merdivenlerden yukarı yönde sıcak hava ve duman akışı beklenmekte midir? Böyle bir durum oluşacak olursa kaçınıcı dakikada gerçekleşecektir?

Çalışmada aynı zamanda, simülasyonlara konu olan senaryoların girdi parametreleri de detayları ile ölçülmüştür. Girdi parametreleri ve simülasyonların konfigürasyonları, projenin teknik şartnamesine, uluslararası standartlara ve idare ile birlikte alınan kararlara referansla belirlenmiştir. Çalışmalarda, istasyon performansının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan parametrelerin sınır değerleri Tablo 3.2’de listelenmiştir.

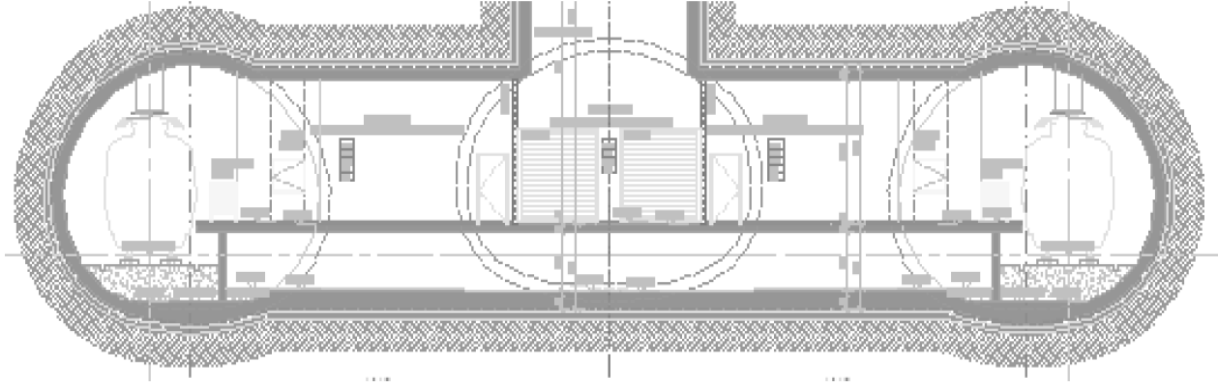
Çalışmanın birinci kısmında simülasyona konu olan Yamanevler İstasyonu hakkında genel bilgi verilmektedir. İkinci kısımda CFD yaklaşımı genel hatları ile tarif edilmiş, üçüncü bölümde ise CFD simülasyonunda kullanılan parametrelerin detayları anlatılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde gerekliliklere referans kısmını görecektir; simülasyonların sonuçlarını duman ve sıcak hava dağılımlarını, gösteren görseller eşliğinde beşinci bölümde okuyabilecektir. Çalışmanın son bölümünde ise istasyon içi araç yangını durumunda Yamanevler İstasyonu’nun performansına ilişkin yorumlar belirtilecektir.

3.1. İstasyon Verileri

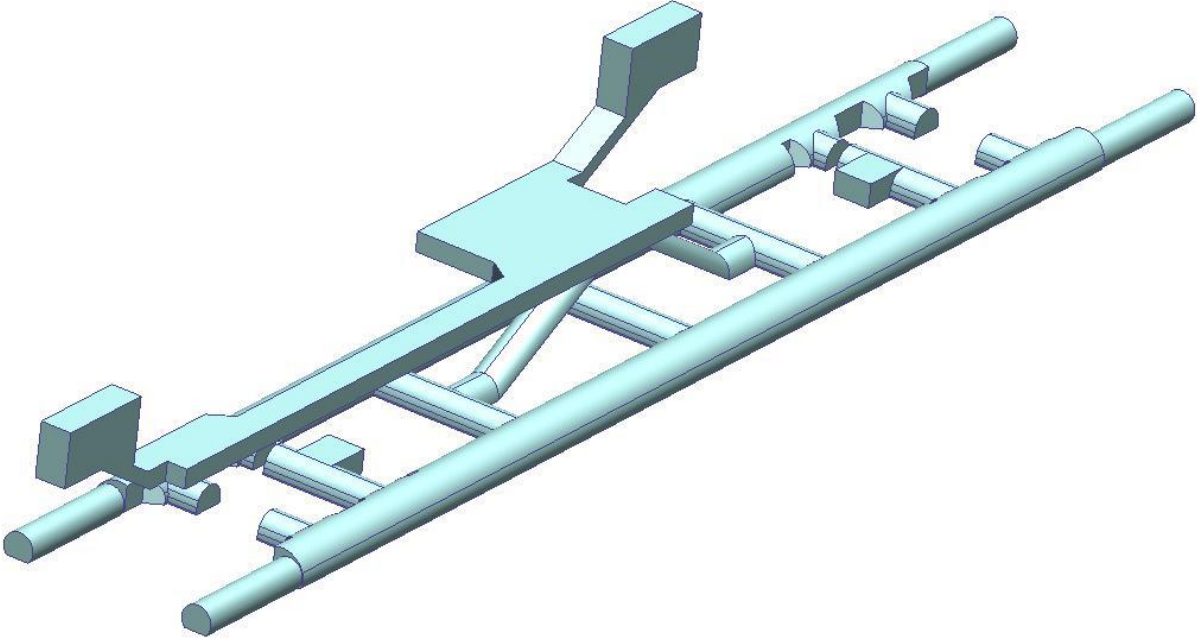
Yamanevler İstasyonu, M5 Üsküdar - Çekmeköy Hattı metro projesi kapsamında, Çarşı ve Çakmak İstasyonları arasındadır ve hat üzerindeki 9. istasyondur. İstasyon, bir delme tip istasyondur. Yamanevler İstasyonu’nun her iki tarafında Tünel Havalandırma Fanları (TVF) bulunmaktadır ve bu fanların kapasiteleri, tünel içi araç yangını senaryoları ile belirlenmiştir. Yamanevler İstasyonu plan ve kesit gösterimleri Şekil 3.1 ve 3.2’de; üç boyutlu katı model gösterimi ise Şekil 3.3’de sunulmuştur (İBB, 2019).



Şekil 3.1. Yamanevler istasyonu plan gösterimi



Şekil 3.2. Yamanevler istasyonu kesit gösterimi

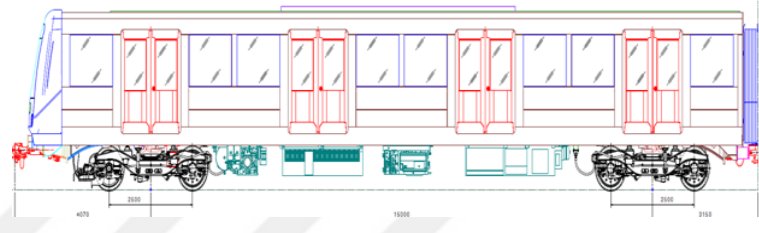


Şekil 3.3. Yamanevler istasyonu katı model gösterimi

3.2.Araç Yangın Verileri

Simülasyonlarda kullanılacak olan araç için geometrik veriler idare ve işveren ile yapılan toplantılar neticesinde sabitlenmiş ve proje kapsamındaki araç yangını senaryolarında bu veriler temel alınmıştır. Simülasyonlara girdi teşkil eden araç ve yangın verileri Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Araç Yangın Parametreleri

Yangın Yüğü [MW]	12
Yangın Yüğü Konvektif Kısım [MW]	9,6
Amaç Fonksiyon	CFD çalışmasında amaç fonksiyon; görüş mesafesi, hava sıcaklığı ve havalandırma hızı değerlerinin zaman ve konuma bağlı dağılımlarıdır. Bu değerlerin NFPA 130'da belirtilen sınır değerler içerisinde kalıp kalmadığının tespit edilmesi ve bu değerler içerisinde kalması için gerekli önlemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.
Araç referans şematik ön kesit ve eksenel gösterim	

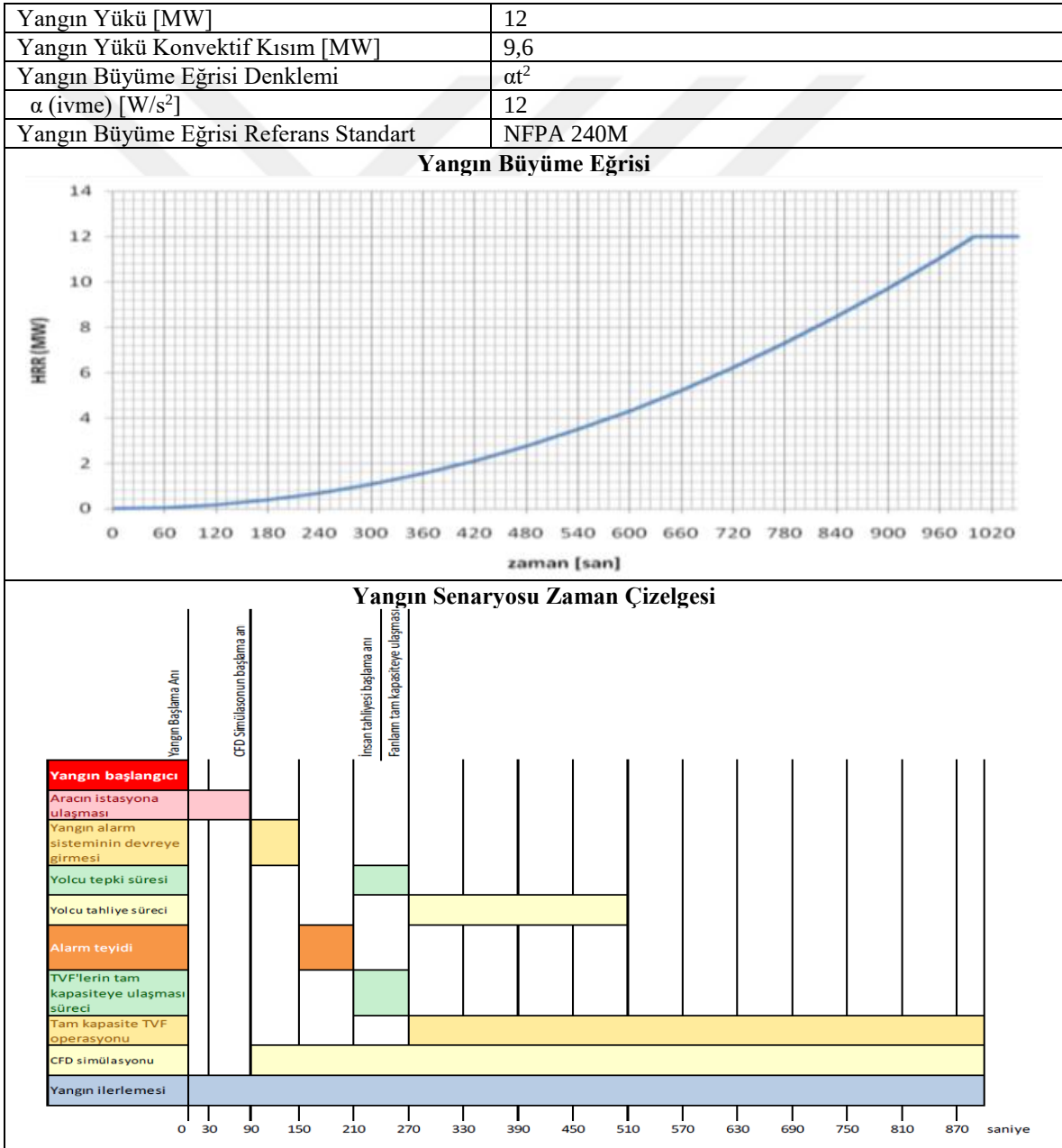
3.3. Üç Boyutlu CFD Yaklaşımı

Üç boyutlu hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) ile enerji, momentum, süreklilik ve kısmi diferansiyelleri ayrıklaştırma gibi birçok fonksiyonları üstün teknoloji yazılım ile çözme işlemleri gerçekleştirilmektedir. CFD simülasyonları ile hedeflenen, istasyon içerisinde yangın anında oluşan sıcak hava ve zararlı dumanın belirlenen süre içerisindeki yönlerini takip edebilmek ve istenen sayısal verilerin istasyondaki dağılımını elde etmektir. İstasyon fiziksel mahalli, gerçek ortamda gibi yazılım arayüzünde modellenir ve sonlu sayıda çözüm ağına bölünür. Elde edilen simülasyon ile istenen süreye uygun parametreler belirlenir. Ortam sıcaklığı, olay anında görüş mesafesi, hava hızı gibi parametrelerin zaman bağlı dağılımları elde edilir. CFD simülasyonları ile böylece olay anında yolcu tahliyesinin ve acil müdahale ekiplerinin müdahale başlangıcında, kaçış yollarının ve acil durum müdahale ekibinin olay bölgesine ulaşım yolundaki duman ve sıcak havadan korunmuş olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Belirlenen havalandırma parametreleri ve seçilen havalandırma ekipmanlarının yeterliliği bu şekilde simülasyonlar ile sorgulanır. Uygun bulunmayan tasarım parametreleri iyileştirilir ve simülasyonlar tekrar yapılır. Bu çalışma kapsamında, Yamanevler istasyonu için platform araç yangını durumları değerlendirilmiş ve en kritik olduğu düşünülen senaryolara açıklanmıştır (İBB, 2019).

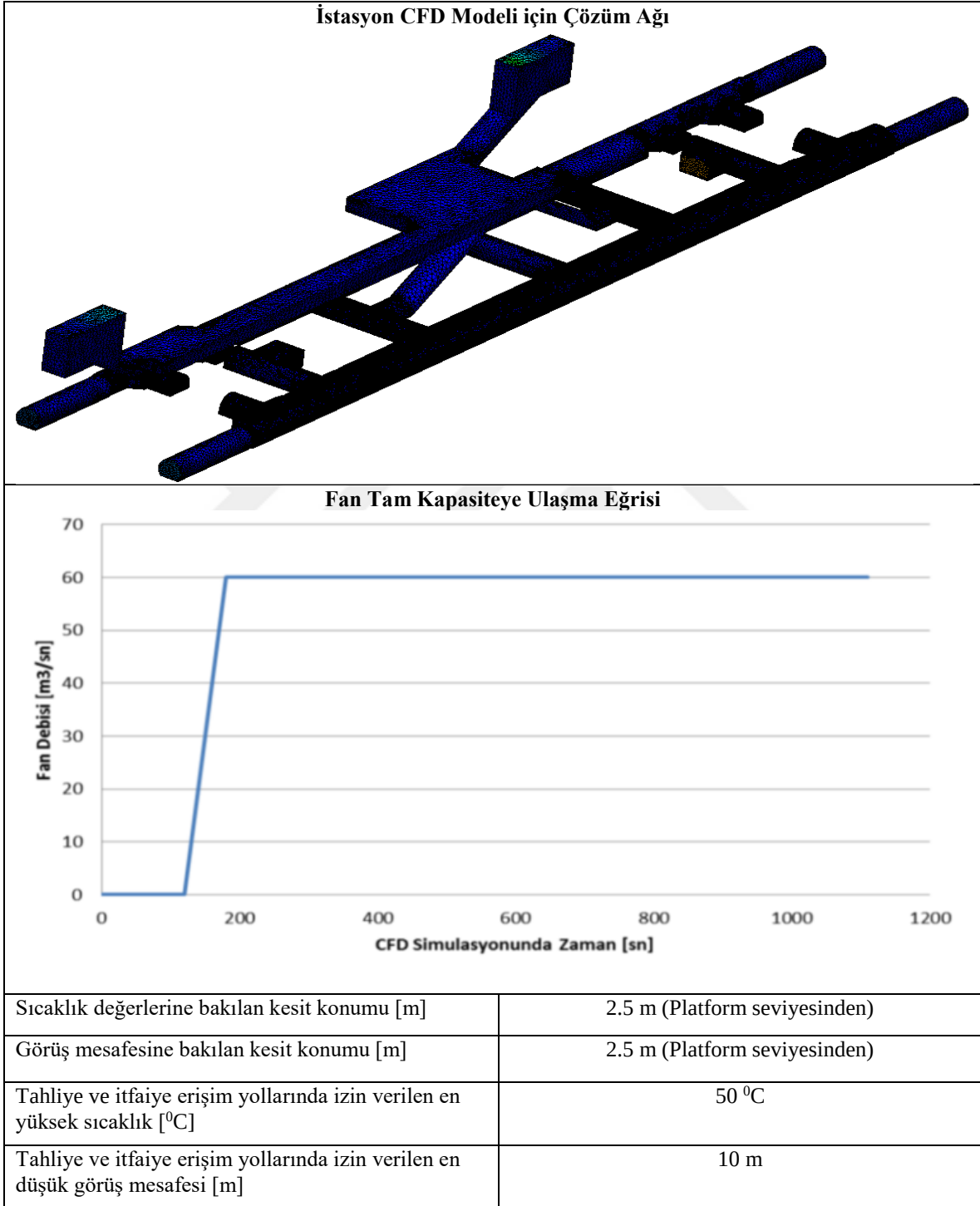
3.4. CFD Girdi Parametreleri ve Senaryo Tanımı

CFD simülasyonlarında kullanılan girdi parametreleri Tablo 3.2’de özetlenmiştir. Girdi parametrelerine ek olarak, CFD modelinde kullanılan sınır koşullarına ilişkin açıklamalar “sınır ve başlangıç koşulları” alt başlığı altında sunulmuştur.

Tablo 3.2. CFD Girdi Parametreleri



Tablo 3.2. (Devam) CFD Girdi Parametreleri



Tüneller: İstasyon giriş ve çıkışındaki Hat 1 ve Hat 2 tünelleri, debi sınır koşulu olarak modellenmiş ve bu sınır koşulu değerleri SES simülasyonları ile elde edilen sonuçlardan faydalanarak uygulanmıştır.

Yangın sınır koşulu; ısı, kütle ve dumanı ifade eden skalar üretici olarak modellenmiştir. Bu modelleme şekli, yanma olayının detaylarını inceleyen bilimsel çalışmalarda kullanılan modelden farklı olarak uygulamaya yönelik CFD çalışmalarında en çok tercih edilen yöntemdir. Yangının m^2 jenerik eğrisine göre geliştiği kabul edilmiştir. Orta hızda büyüme faktörü olarak 12 W/s^2 değeri kullanılmıştır. Yangının istasyonda ilk 18,5 dakikası simülasyonlara konu olmuştur. Bu sayede hem istasyondan insan tahliyesi süresi hem de itfaiye erişim zamanı çalışmalara dâhil edilmiştir.

Fanlar, hacimsel debi sınır koşulu olarak tanımlanmıştır. Her fan grubu, tünel yangını simülasyonlarında elde edilen değerleri ile modellenmiştir. Simülasyonlar sonucunda bu değerlerin yeterli bulunmaması durumunda fan kapasiteleri güncellenmiş ve gerekli koşullar sağlanana kadar simülasyonlar devam ettirilmiştir.

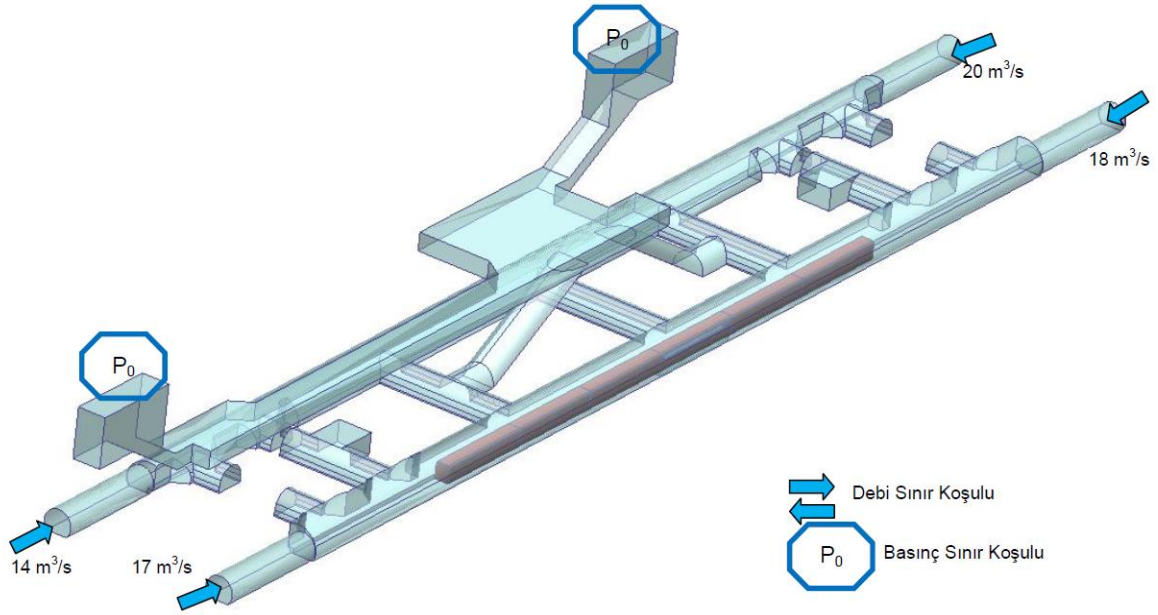
Yamanevler İstasyonu için kapasiteleri daha önce belirlenmiş fanların özellikleri Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Yamanevler İstasyonu TVF Özellikleri

Yamanevler İstasyonu	S09/301/101	2 x 60
	S09/301/151	2 x 60

Merdivenler: İstasyonu yeryüzüne açan merdivenler sabit basınç sınır koşulu olarak modellenmiştir. Merdivenlerin yeryüzüne ulaştığı noktalar 0 fark basıncı olarak alınmıştır. Ancak bu istasyonda direk atmosfere açılan merdiven bağlantısı bulunmamaktadır.

Yukarıda tanımları yapılan sınır koşulları ve bu sınır koşulları için Yamanevler İstasyonu'nda kullanılan değerler Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Yamanevler İstasyonu Sınır Koşulları Gösterimi

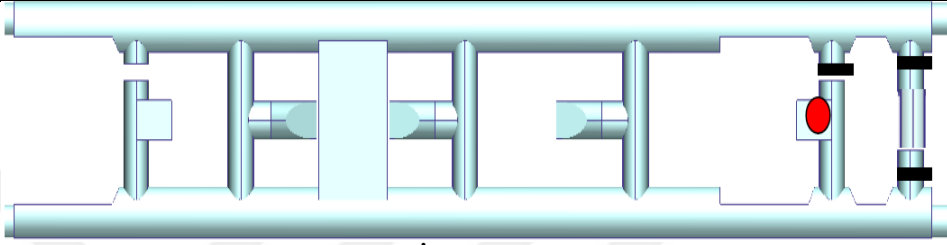
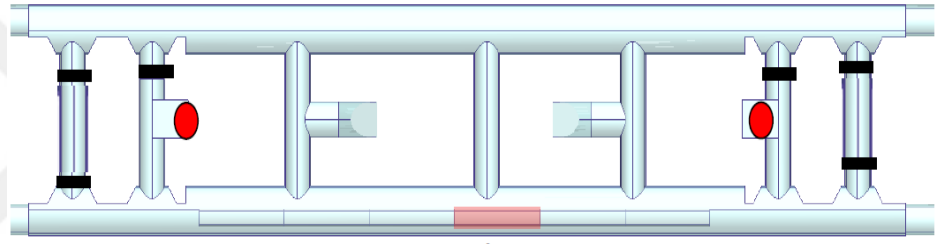
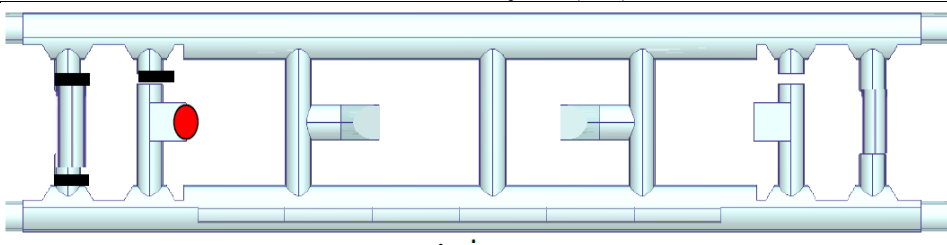
3.5. CFD Senaryo Sonuçları

Yamanevler İstasyonu'nda meydana gelebilecek bir araç yangınında mevcut fanların yeterliliği ve uygulanması gereken havalandırma stratejisi üzerinde çalışılmış ve CFD yöntemiyle yapılan çalışmaların sonuçları raporun bu bölümünde sunulmuştur. Yangın anında uygulanması planlanan havalandırma stratejisi, tünel havalandırma fanlarının işletme modlarına dayalı olarak Tablo 3.4'te gösterilmiştir. Yamanevler İstasyonu araç yangını senaryolarında elde edilen sıcaklık, görüş mesafesi ve havalandırma hızı dağılımları ise Tablo 3.6, 3.7, 3.8, 3.9'da sunulmuştur. Oluşturulan senaryoda yolcu tahliyesi tren perona girip yaptıktan 180 saniye sonra başlamaktadır. Hesaplamalara göre, CFD simülasyonun yaklaşık 570. saniyesinde tahliye sonlanmaktadır.

Simülasyonlarda kullanılan strateji dâhilinde, operasyonel zorluklar ve oluşması muhtemel riskler sebebiyle yangın perdeleri açık bırakılmıştır. Havalandırma stratejisinde de bu seçimi destekler nitelikte tüm fanların emme modunda çalışması uygun görülmüştür. Yangının olmadığı diğer platform tarafında bulunan yangın damperleri kapatılmış, böylece merdiven ve istasyon içi bağlantı tünellerinde duman ve sıcak havanın ilerlemesinin önüne geçecek hava akımlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Gerekli havalandırmanın sağlanabilmesi için

ayrıca Çarşı İstasyonu sağ fan 2x60 m³/s, Çakmak İstasyonu sol fanları 2x60 m³/s emme modunda çalıştırılmıştır.

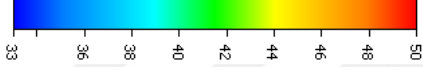
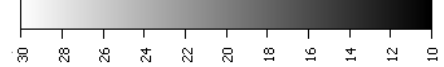
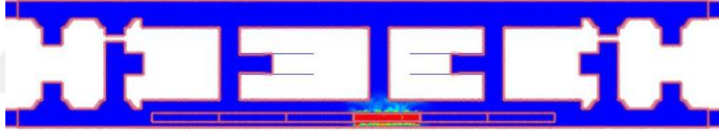
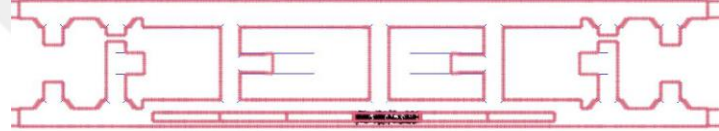
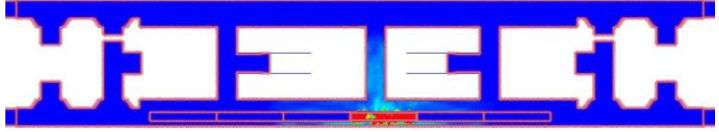
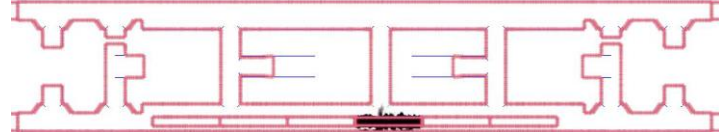
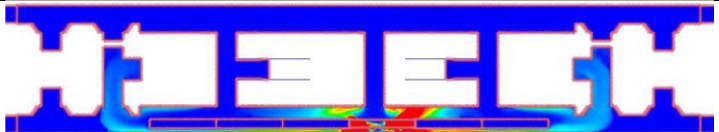
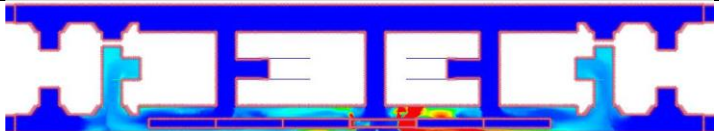
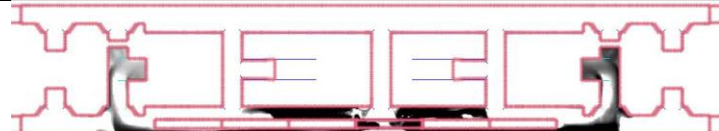
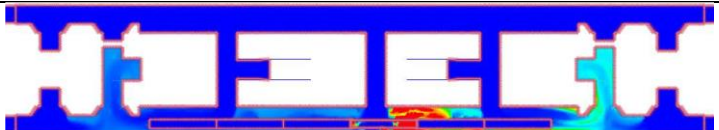
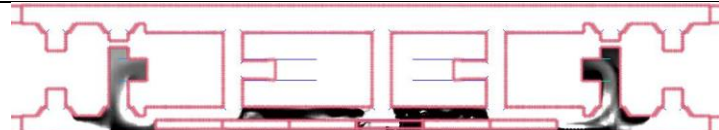
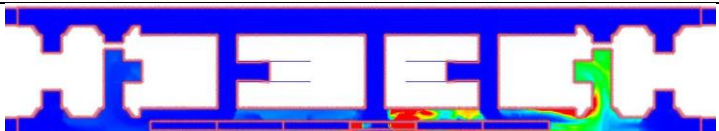
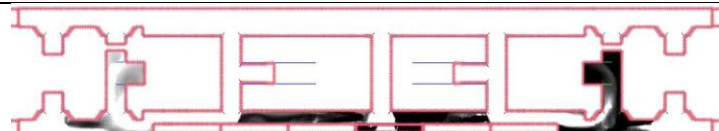
Tablo 3.4. Yamanevler İstasyonu Araç Yangın Senaryosu

Senaryo Adı	Yangın (12 MW) Ve Havalandırma Şematik Gösterimi
YAM/CFD/S1	 Çarşı İstasyonu (S08)
	 Yamanevler İstasyonu (S09)
	 Çakmak İstasyonu (S10)
	— Kapalı ✗ Kapalı ● Emme

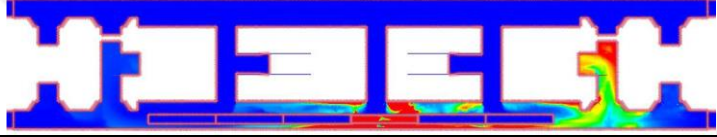
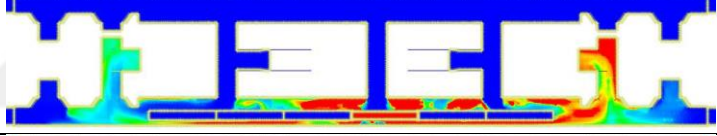
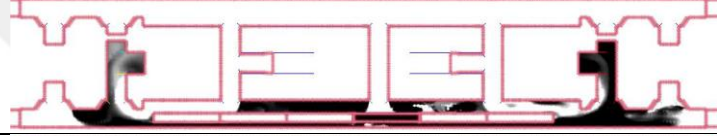
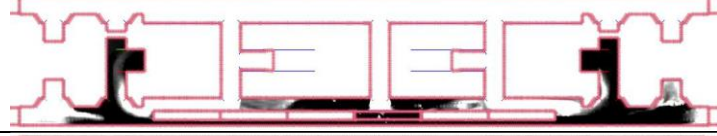
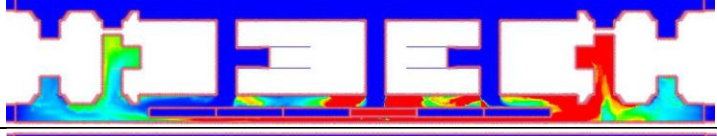
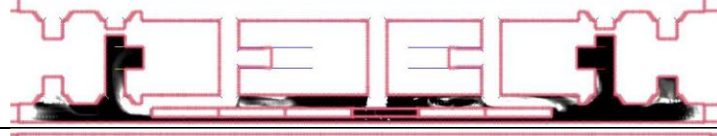
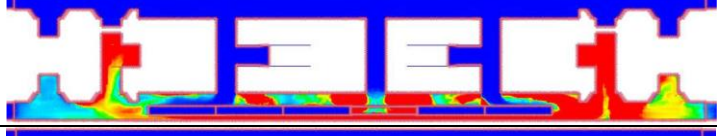
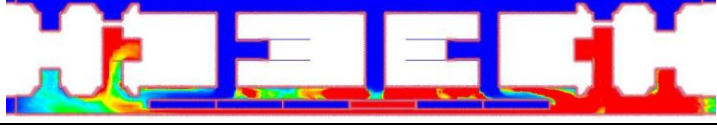
Tablo 3.5. Yamanevler İstasyonu CFD Sonuçları

YAM/CFD/S1	Sıcaklık Kriteri	Görüş Mesafesi Kriteri	Havalandırma Yeterli mi?
	SAĞLANDI	SAĞLANDI	EVET

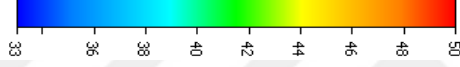
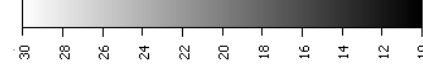
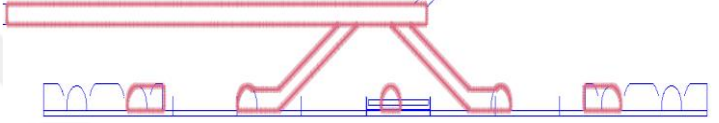
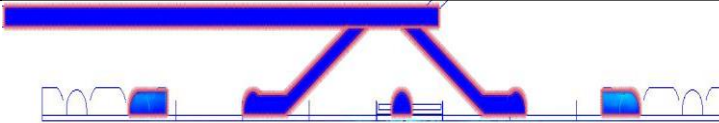
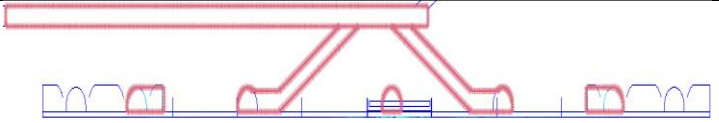
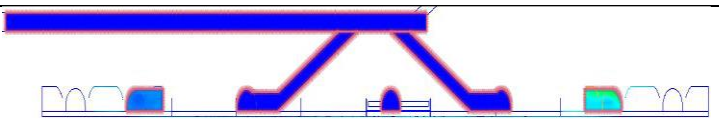
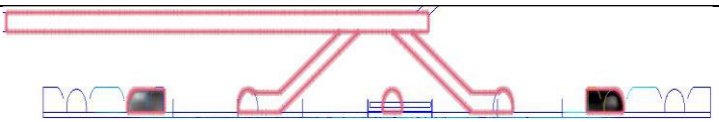
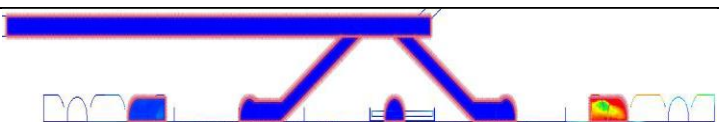
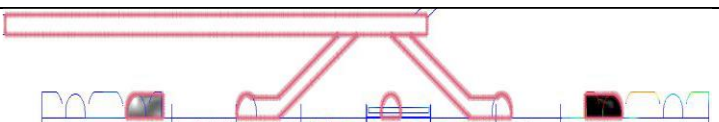
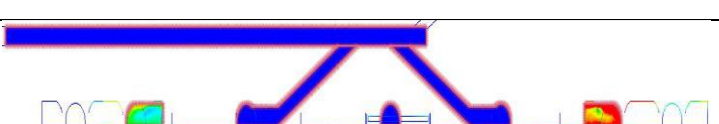
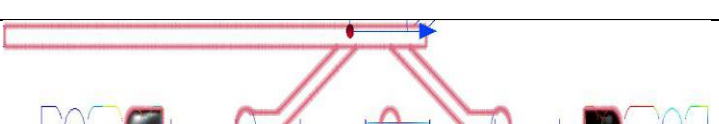
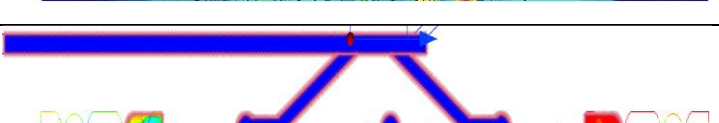
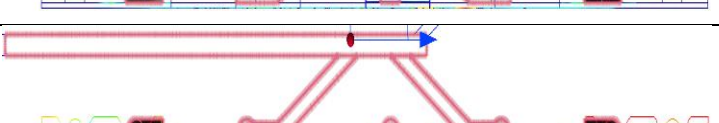
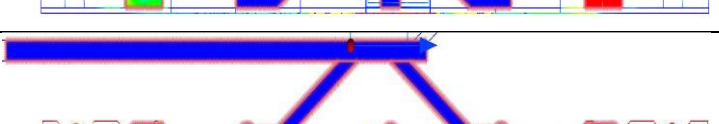
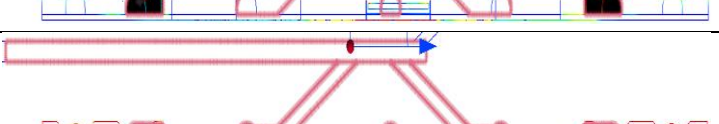
Tablo 3.6. Simülasyon Süresince Sıcaklık Dağılımı ve Görüş Mesafesi

Zaman [san]	Platform Sıcaklık Dağılımı [2.5 metre'de] [°C]	Platform Görüş Mesafesi [2.5 metre'de] [m]
		
60		
120 Fanlar devreye girer		
180 Fanlar tam kapasite çalışır		
240		
300		
360		

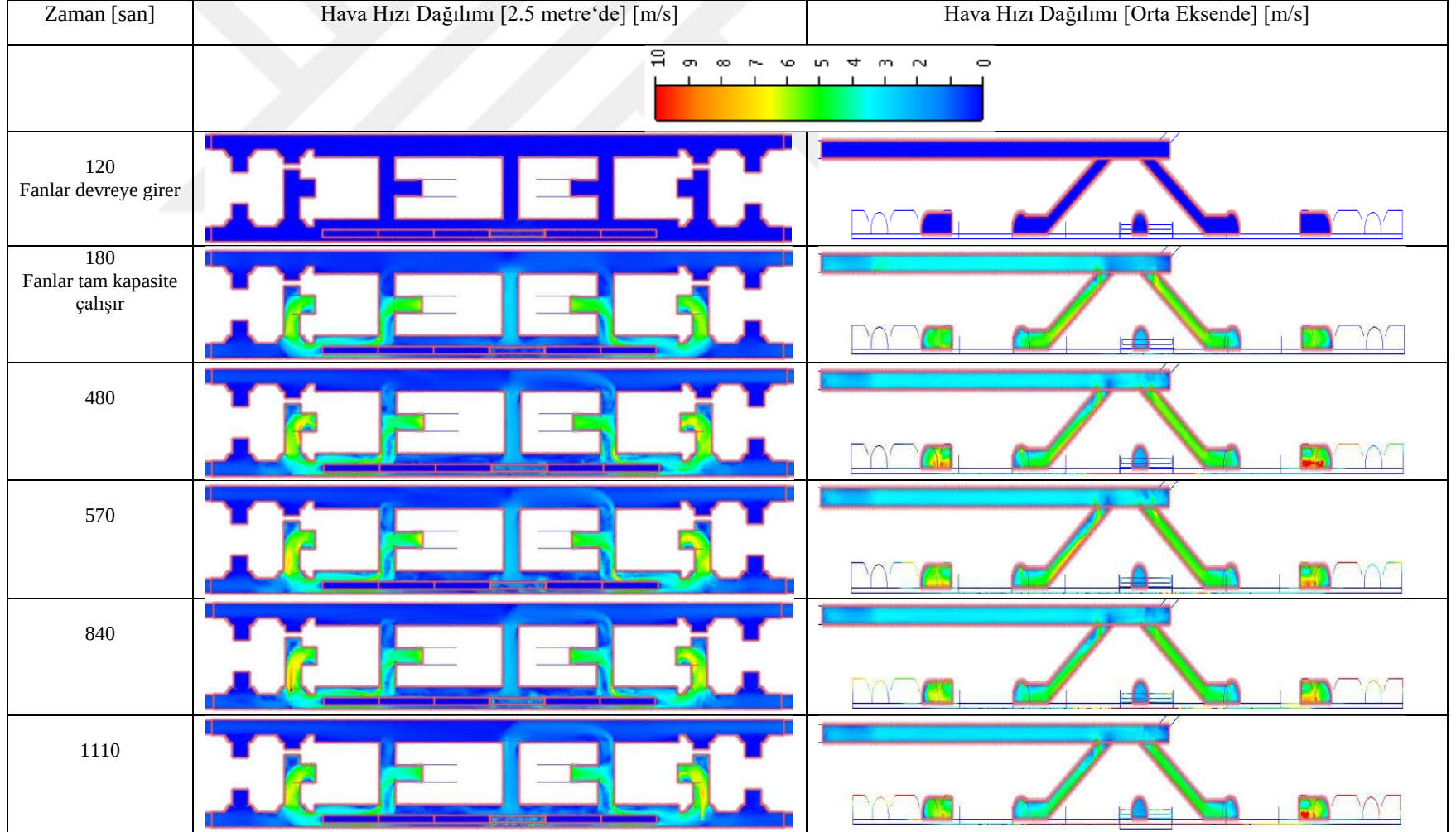
Tablo 3.6. (Devam) Simülasyon Süresince Sıcaklık Dağılımı ve Görüş Mesafesi

480		
570 Tahliye sonlanır		
720		
840		
960		
1110		

Tablo 3.7. Simülasyon Süresince Sıcaklık Dağılımı ve Görüş Mesafesi

	Platform Sıcaklık Dağılımı [Orta Eksende] [°C]	Platform Görüş Mesafesi [2.5 metre'de] [m]
		
120 Fanlar devreye girer		
180 Fanlar tam kapasite çalışır		
300		
480		
570		
840		
1110		

Tablo 3.8. Simülasyon Süresince Hava Hızı Dağılımı



Tablo 3.9. CFD Simülasyon Sonuçlarının Yorumlanması

Zaman [s]	Yangın Yüğü [MW]	Durum
120	0.5	Havalandırma ekipmanları yangın yüküne göre çalışmaya başlamıştır. Platformda sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi yolcu tahliyesine mani değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
180	0.9	Fanlar tam kapasiteye çalışmaya başlar. Platformda sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi yolcu tahliyesine mani değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
300	1.8	Yolcunun trene iniş ve binış yapılan bölgede sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi yolcu tahliyesine mani değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
450	3.1	Yolcunun trene iniş ve binış yapılan bölgede sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi yolcu tahliyesine mani değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
570	4.8	Yolcunun istasyondan tahliyesi sonlanmıştır. Tahliye süresi boyunca sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi yolcu tahliyesine engel değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
840	10.4	Sıcak hava dağılımı ve görüş mesafesi kaçışa mani değildir. Diğer bölgelerde yangın etkisi yoktur.
1110	12	Simülasyon süresince trene iniş binış yapılan her iki yöne doğru sıcak hava geçişi gözlemlenmemiştir. İtfaiye personelinin yangın bölgesine ulaşımı için merdiven inişleri uygundur.

Sıcaklık ve görüş mesafesi değerlendirildiğinde, Yamanevler İstasyonu için seçimi yapılmış olan fanların kapasitelerinin yeterli olduğu ve bu istasyon için önerilen havalandırma stratejisinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar yeterli havalandırma kapasitesi seçimi yapılmış ve uygun havalandırma stratejileri belirlenmiş olursa olsun, tasarımcının, bir yangın durumunu meydana getirecek unsurlar için önceden önlem alması gerekmektedir.

3.6. Platform Araç Yangını Senaryoları Belirlenmesi

Yamanevler İstasyonu araç yangını senaryoları, CFD simülasyonları ile değerlendirilmiştir. CFD çalışmalarında, tüm TVF fanları emme modda çalıştırılmış ve dumanın platform ve kaçış güzergâhlarına yayılmadan kontrol altına alınması amaçlanmıştır. Tüm fanların emme çalıştırılması ile bağlantı tünellerinden temiz havanın yangının bulunduğu platform yönünde hareket etmesi sağlanmış, bu sayede kaçış yolları temiz tutulabildiği hesaplanmıştır.

Tablo 3.10. Platform Araç Yangın Senaryosu Ekipman Davranışları

İst	Ekipman Kodu	Ekipman	Komut	Komut Açıklaması	Senaryo Sonrası
YAMANEVLER İSTASYONU	S09/LFP/151	Asansör	Yukarı Git	Kabin En Üst Katta	Normal İşletme Modu
	S09/LFP/351	Asansör	Yukarı Git	Kabin En Üst Katta	Normal İşletme Modu
	S09/AFC/301-313	Turnikeler	Serbest	Serbest Konumda	Normal İşletme Modu
	S09/CPA/01-02	Anons	Devrede	Acil Tahliye ve Teknik Personel Toplama Anons	Anons Dur
	S09/EDP/101-301	Girilmez Levha	Devrede	Devreye Girdi	Normal İşletme Modu
	S09/STPE	Tünel Acil Aydınlatma	Devrede	Devreye Girdi	Normal İşletme Modu
	S09/SCT	İstasyon Aydınlatma	Devrede	Devreye Girdi	Normal İşletme Modu
	S09/ESC/101	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/102	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/151	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/152	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/301	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/302	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/351	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/ESC/352	Yürüyen Merdiven	Yukarı Çalış	Yukarı Çalışıyor	Dur
	S09/TVF/101	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/102	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/151	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/152	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301	Kirli Hava Fanı	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/302	Kirli Hava Fanı	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/EPF/351	Asansör Basınçlandırma Fanı	Açık	Çalışıyor	Normal İşletme Modu
	S09/FE/101-106	Kanal Tipi Fan	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/FE/151-157	Kanal Tipi Fan	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/FE/303	Havalandırma Santrali (Hücre Tipi)	Normal İşletme.	Normal İşletme.	Normal İşletme.
	S09/FE/351-352	Kanal Tipi Fan	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/FS/101	Kanal Tipi Fan	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/FS/301-302	Havalandırma Santrali (Hücre Tipi)	Normal İşletme.	Normal İşletme.	Normal İşletme.
	S09/FS/303-304	Havalandırma Santrali (Hücre Tipi)	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/FS/351	Kanal Tipi Fan	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/INF/301	Taze Hava Fanı	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu

Tablo 3.10. (Devam) Platform Araç Yangın Senaryosu Ekipman Davranışları

İst	Ekipman Kodu	Ekipman	Komut	Komut Açıklaması	Senaryo Sonrası
YAMANEVLER İSTASYONU	S09/INF/302	Taze Hava Fanı	Kapalı	Duruyor	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/101-102/IDP/1.101-106	Bypass Damper 1. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/101-102/IDP/1.107-112	Hat 1 Damper Grubu	Açık /Kapalı	Damper Açık	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/101-102/IDP/2.101-106	Bypass Damper 2. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/101-102/IDP/2.107-112	Hat 2 Damper Grubu	Açık /Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/151-152/IDP/1.151-156	Bypass Damper 1. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/151-152/IDP/1.157-162	Hat 1 Damper Grubu	Açık /Kapalı	Damper Açık	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/151-152/IDP/2.151-156	Bypass Damper 2. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/TVF/151-152/IDP/2.157-162	Hat 2 Damper Grubu	Açık /Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/001	Platform Altı Damper	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/101	Platform Katı Damper	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/102	Platform 2 Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/103	Platform 1 Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/151	Platform Bağlantı Tüneli Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/104	Platform Bağlantı Tüneli Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/152	Platform Bağlantı Tüneli Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/EXF/301-302/IDP/301	Bilet Holü Damperi	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S09/INF/301-302/IDP/101	Platform Katı Damper	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
ÇARŞI İSTASYONU	S08/TVF/151	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S08/TVF/152	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S08/TVF/151-152/IDP/1.151-156	Bypass Damper 1. Grup	Açık	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S08/TVF/151-152/IDP/1.157-162	Hat 1 Damper Grubu	Açık	Damper Açık	Normal İşletme Modu
	S08/TVF/151-152/IDP/2.151-156	Bypass Damper 2. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S08/TVF/151-152/IDP/2.157-162	Hat 2 Damper Grubu	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
ÇAKMAK İSTASYONU	S10/TVF/101	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S10/TVF/102	Tünel Havalandırma Fanı	Açık	Emiş Yönünde	Normal İşletme Modu
	S10/TVF/101-102/IDP/1.101-106	Bypass Damper 1. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S10/TVF/101-102/IDP/1.107-112	Hat 1 Damper Grubu	Açık	Damper Açık	Normal İşletme Modu
	S10/TVF/101-102/IDP/2.101-156	Bypass Damper 2. Grup	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu
	S10/TVF/101-102/IDP/2.107-162	Hat 2 Damper Grubu	Kapalı	Damper Kapalı	Normal İşletme Modu

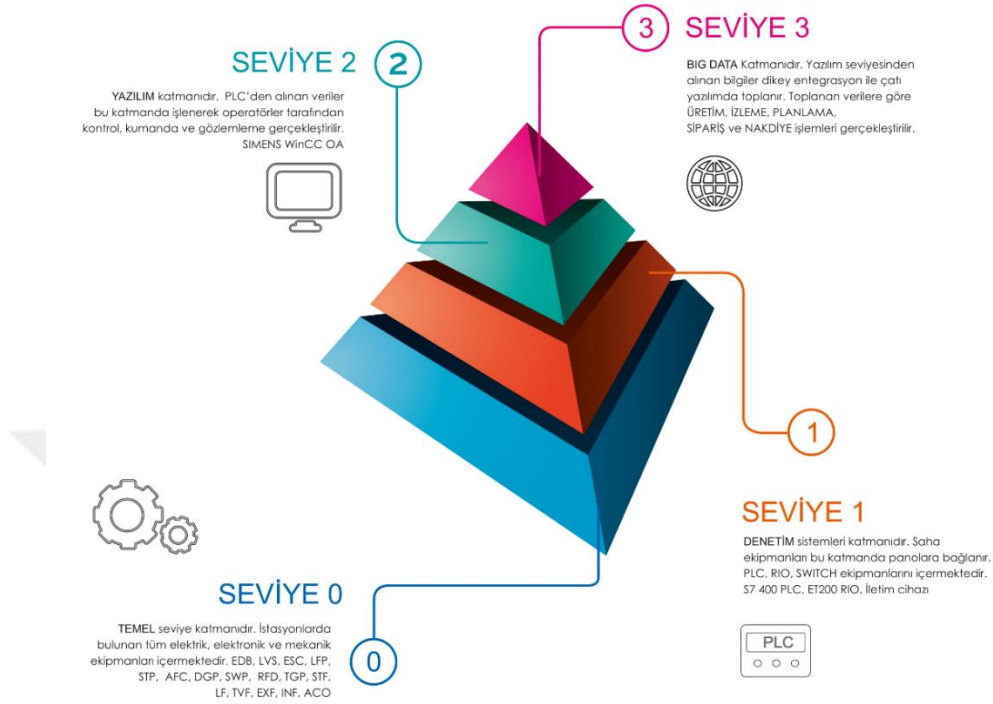
Tüm bu değişkenler göz önüne alındıktan sonra senaryo kapsamında çalışacak olan elektrik ve mekanik ekipmanların sistem davranışları belirlenmiştir. Ekipman davranışları belirlendikten sonra PLC yapılandırma ve SCADA tasarımı işlemleri gerçekleştirilecektir.

4. SCADA SİSTEM TASARIMI

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama) sistemi geniş bir alana yayılmış ekipman haberleşme protokolleri kullanılarak bir veya birden fazla merkezden yazılım aracılığıyla; izlenmesini, denetlenmesini, kontrol edilmesini, alarm durumları takibinin anlık ve geçmiş zaman birimlerine göre saklanmasını sağlayan sistemlere verilen genel isimdir (Çekerek ve diğ., 2021). SCADA sistemi endüstri başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Nükleer tesisler, enerji santralleri, otomotiv endüstrisi, doğalgaz çevrim tesisleri, demir çelik endüstrisi, reaktör güç kontrol tesisleri ve rüzgâr türbinleri tesisleri örnek olarak söylenebilir. M5 Üsküdar - Çekmeköy Metro hattında SCADA sistemi 3 alt sistemden oluşmaktadır.

- PCS: Orta gerilim, cer gücü DC sistem, alçak gerilim sistemleri, kompanzasyon ile acil durum jeneratörlerin kontrol ve izleme işlemlerinin yapıldığı sistemlerdir.
- EMS: Metro enerji besleme merkezleri, jeneratör merkezi, istasyon geneli ve araç bakım alanlarındaki aydınlatma, yürüyen merdiven, asansörlerin, Platform ayırıcı kapı sistemi, tali panoların, drenaj ve atık su pompaları, yangın koruma ve algılama sistemlerinin izleme ve kumanda işlemlerinin yapıldığı sistemlerdir.
- ECS: Aksiyel tip tünel ve istasyon kirli hava fanları, istasyon temiz havalandırma ve egzoz fanları, iklimlendirme üniteleri, motorlu damperler (elektrikli, pnömatik), yangın damperleri (motorlu, sigortalı), sıcaklık sensörleri, karbon monoksit sensörleri, elektrikli ısıtıcılar ile yangın perdelerinin izlendiği ve kumanda edildiği sistemlerdir.

SCADA sistemi yapı olarak 3 seviyeden oluşmaktadır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bazı endüstri sektörlerinde Seviye 3 olarak adlandırılan dikey entegrasyon yapısına geçişler başlamıştır. Bu yapıya örnek olarak şirketlerin SAP, ERP, SRM gibi kurumsal kaynak planlama yazılımları sayılabilir. Yapı içeriğinde sahadan alınan veriler sonucunda bütünleşik ve merkezi bir sistem oluşturulur. Merkezi yapıda saha ekipmanlar sürekli takip edilir. Ekipman durumuna göre üretim, izleme, planlama, sipariş ve nakdiye işlemlerini sistem kendisi organize eder. Böylelikle önleyici, düzeltici ve kestirimci bakım kontrol yönetimine yardımcı olunur. Sistem yapısı içerisindeki seviyeler arasındaki iletişim bağlantısı, haberleşme protokolleri üzerinden gerçekleşmektedir.



Şekil 4.1. SCADA Sistem Yapısı

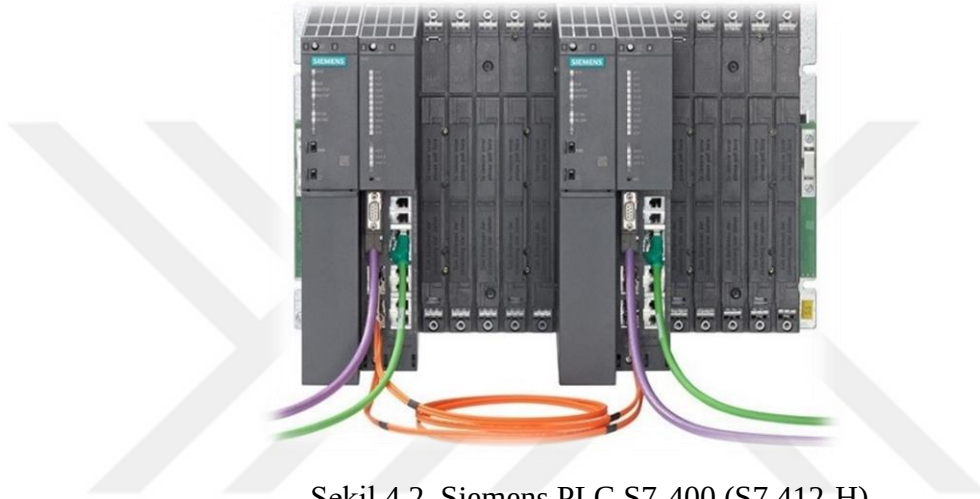
Seviyeler arası kullanılan haberleşme protokolü denetim ve saha ekipmanlarının türüne göre farklılıklar gösterebilir. PLC ile RIO arasında endüstriyel ethernet tabanlı açık ağ protokolü Profinet, 34.5 kV orta gerilim röleleri ile SCADA arasında elektriksel şebeke veri haberleşmesi IEC 61850, SCADA ile PLC arasında olay tetiklemeli ve zaman etiketli endüstriyel ethernet tabanlı IEC 60870-5-104, havalandırma, yangın algılama, peron ayırıcı kapı sistemi ve turnike sistemleri ile PLC arasında sunucu/istemci mimarisine göre çalışan Modbus TCP/IP, enerji analizörleri ile RIO arasında Modbus RTU ve kontrolörü bulunmayan yürüyen merdiven, asansör, aydınlatma gibi saha ekipmanlarını PLC ile haberleştirmek için doğrudan fiziksel bağlantı kullanılmıştır.

4.1. Sistemde Kullanılan Ekipmanlar

4.1.1. PLC Cihazı

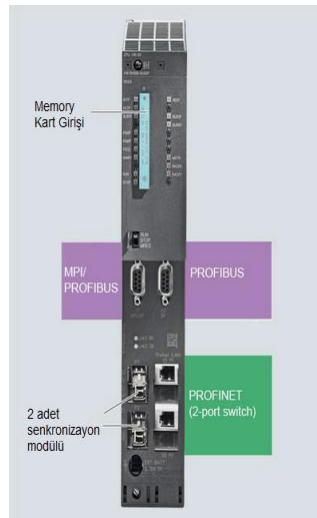
Tasarlanan sistemde PLC olarak Siemens S7-400 serisinden CPU 412-H kullanılmıştır. PLC, genellikle endüstriyel tesislerde makine, ekipman gibi birçok alanda arayüz yazılımları ile programlanabilme özelliğine sahip bir cihazdır. (Oğuzay, 2007). Bu projede sıcak yedeklilik

özelliğine sahip Siemens firmasının geliştirmiş olduğu S7-400 ailesinden S7 412-5H ürün kullanılmıştır. İleri seviye haberleşme kapasitesi ve farklı arayüzler ile entegre olabilme ve tüm sistemlerin koordinasyonu gibi büyük projelerde Siemens S7-400 PLC ekipmanı idealdir (Siemens, 2020). PCS, ECS ve EMS sistemlerinin her biri için ana omurga PLC olarak iki adet yedekli yapıda ekipman kullanılmıştır.



Şekil 4.2. Siemens PLC S7-400 (S7 412-H)

Merkezi işlem ünitesi (CPU), PLC sisteminin ana kontrol ünitesidir. Sahadan alınan bilgilerin yazılım içerisinde saklandığı ve komutların işletildiği mikroişlemci tabanlı bir sistem bileşinidir.



Şekil 4.3. CPU 412-H

4.1.2. İletim Cihazı

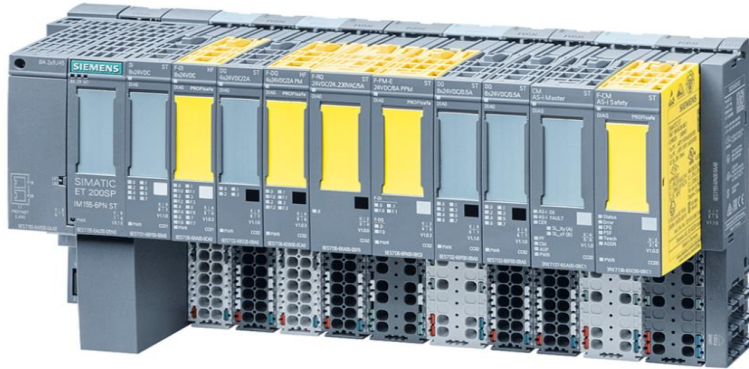
Endüstriyel ortamlarda güvenilir bir şekilde çalışmak üzere tasarlanmış tamamen yönetilebilir, modüler ethernet anahtarıdır. İstasyonlarda EMS/PLC kabini içerisinde 2 adet yedekli yapıda bulunmaktadır. Sistemde kritik öneme sahip olan bu cihazlar tüm alt sistemlerin toplanarak merkezi iletim sistemine çıktığı noktadır.



Şekil 4.4. İletim cihazı

4.1.3. Uzak Giriş Çıkış Modülü (RIO)

RIO olarak Siemens ET200SP ürünü kullanılmıştır. Sahadan alınan sinyal bilgilerini S7-412H PLC'lerine göndermek için ölçeklenebilir ve esnek yapıya sahip bir arayüz cihazdır (Siemens, 2020). ECS ve EMS sistemlerinde PLC kabininden ayrı RIO kabini olarak tasarlanmıştır. PCS sisteminde ise PLC+RIO kabini birlikte tasarlanmıştır. PCS ve EMS sistemlerinde CPU'suz olarak kullanılmaktadır. ECS sisteminde ise lokalde çalışabilmesi için ayrıca CPU modülü eklenmiştir.

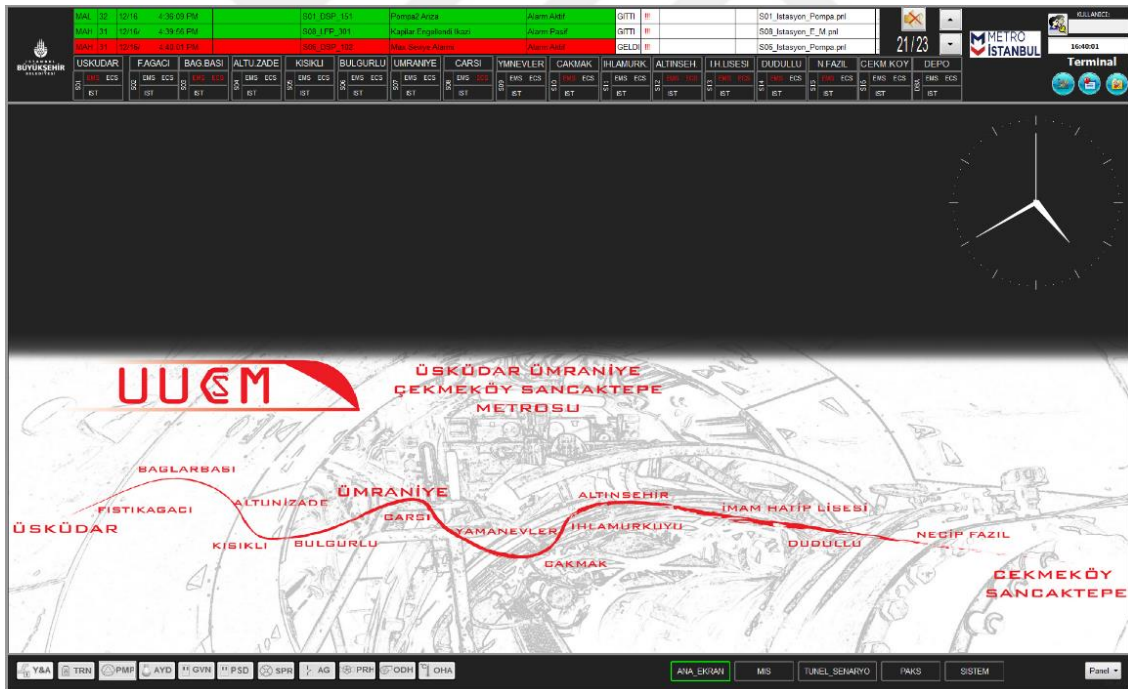


Şekil 4.5. ET200SP I/O Modül

4.2. PLC ve SCADA Yazılım Yapılandırması

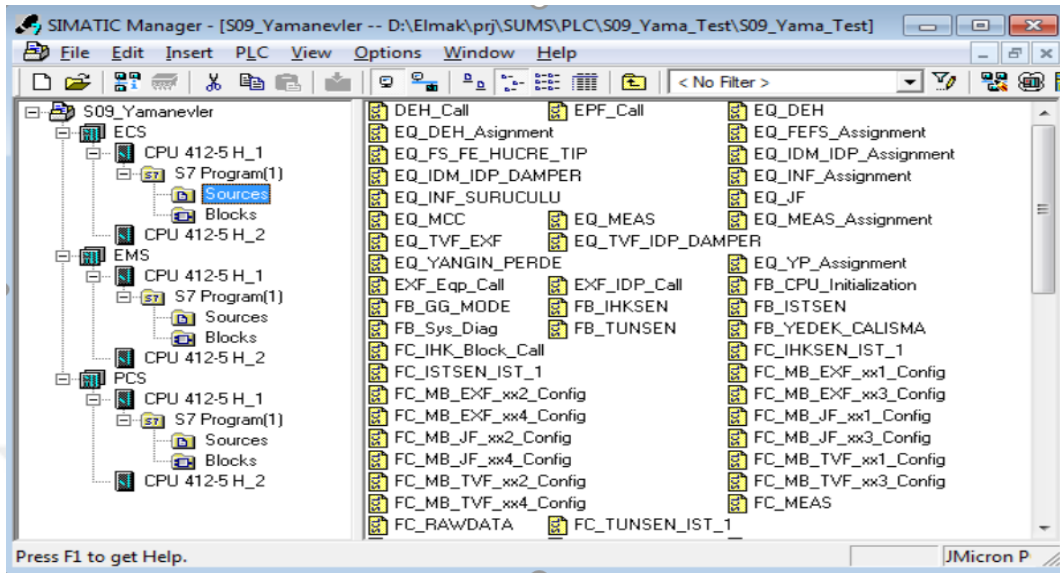
Tasarlanan sistemde SCADA yazılımı olarak Siemens ürün ailesinden WinCC OA, PLC yazılımı olarak da Simatic Manager ve TIA Portal yazılımları kullanılmıştır.

WinCC OA, Telemetri, IT ve Endüstri gibi değişik alanların ihtiyaç duyabileceği birçok haberleşme sürücüsüne sahip, olaya dayalı programlama (event-driven) ve modüler olması sayesinde çok fazla genişleme ve ölçekleme imkanı olan, her işletim sisteminde çalıştırılabilen, hazır modüllerin yanında kodlama ile mevcut modüllerde değişikliğe veya yeni modül eklenmesine imkan tanıyan, yeni ve modern tekniklerin tamamını destekleyen, açık mimariye sahip, hitap ettiği sektörler itibari ile üst seviye bir SCADA yazılımıdır (Elmak, 2020).



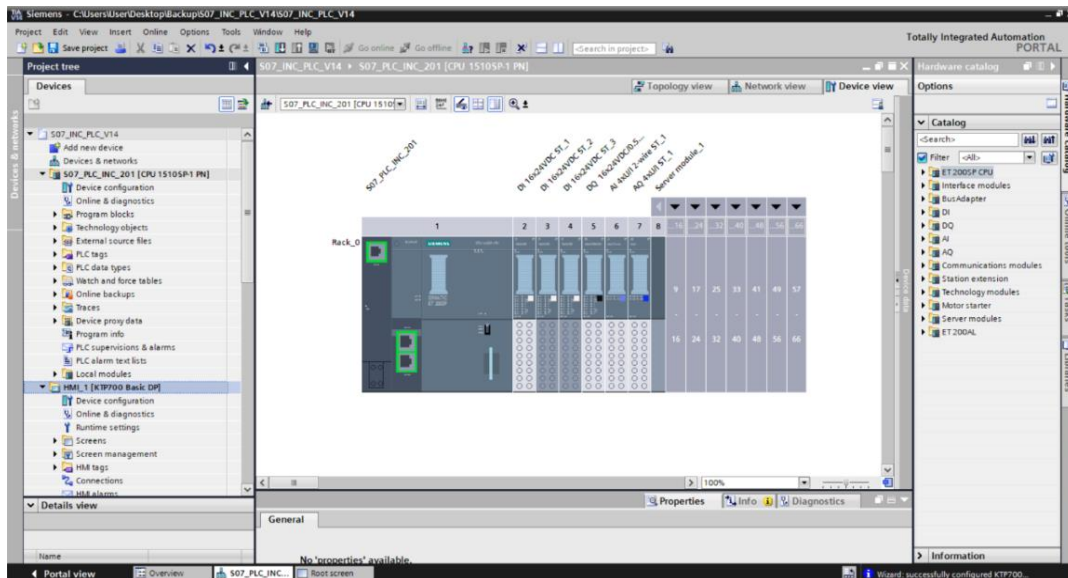
Şekil 4.6. WinCC OA Yazılım Arayüzü

Simatic Manager programı, Siemens S7-300 ve S7-400 PLC'lerinin programlanması için kullanılan programdır. Bu program yardımı ile PLC yazılımının çalışma durumlarının kontrolü, yüklemeleri ve çalışma durumunda değişiklikleri yapılabilir. İstasyonlarda PCS, ECS ve EMS olmak üzere 3 ayrı program mevcuttur.



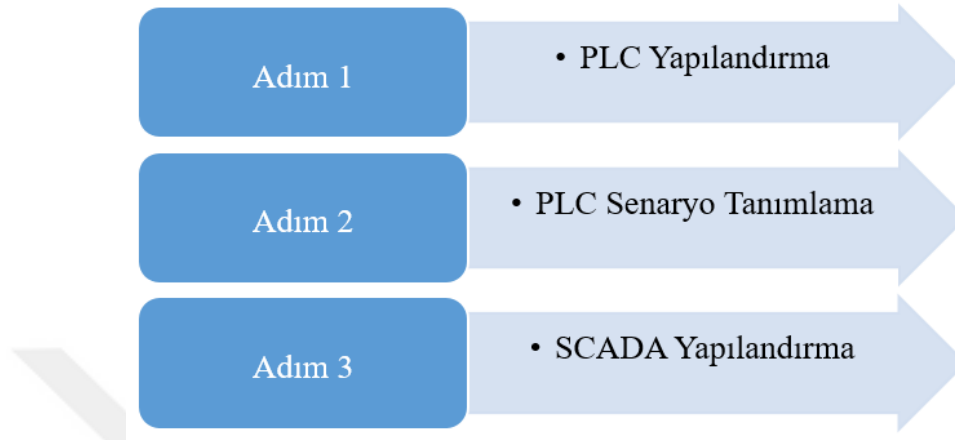
Şekil 4.7. Simatic Manager Arayüzü

Siemens TIA Portal yazılımı, basit programlama işlemlerin yanında teknolojik ilerleme ile gelişmiş komutlarında kapsayan arayüz yazılımıdır. Giriş/Çıkış modülleri, İnsan-Makine arayüzü, motor sürücülerini kontrol ve yönetimi gibi daha birçok işlemleri gerçekleştirme olanağına sahiptir. Arayüz içerisinde bulunan hazır kütüphane ile yazılım içeriği kolaylaşabilmektedir. İstasyonda ECS sistemine ait ET200SP+CPU RIO'larını ve lokal kontrol ekranlarının programlanmasında kullanılan yazılımdır.



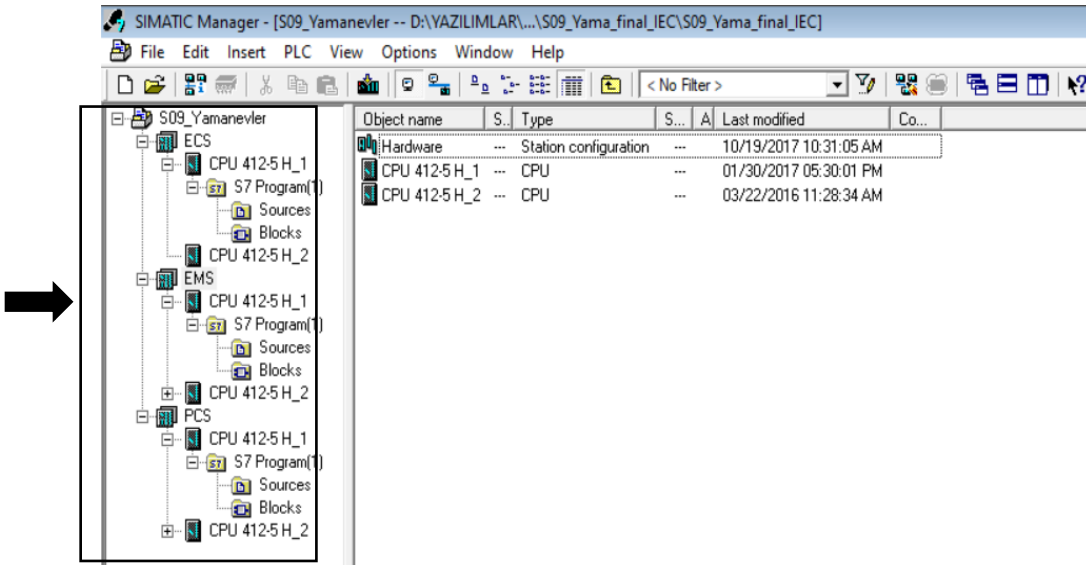
Şekil 4.8. TIA Portal Yazılım Arayüzü

Yazılım yapılandırma işlemi 3 adım üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.9. Yapılandırma adımları

Birinci adımda; PLC içerisinde alt sistemlerde kullanılan cihazlara ilişkin yazılım arayüzünde fiziksel yapılandırma oluşturulur. Sahadaki mevcut yapı, yazılım içeriğinde birebir tasarlanıp saha ekipmanlarından alınan sinyallerin tümü PLC’de tanımlanır. Taşınan bilgiler için sırasıyla sembol tabloları, blok diyagramları ve kaynak kodları oluşturulur. Her bir ekipman için bu işlem yazılım içerisinde tekrarlanarak kodlamalar yazılır.



Şekil 4.10. Programlama yapısı fiziksel yapılandırma

Symbol Editor - S7 Program(1) (Symbols)

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

S7 Program(1) (Symbols) -- S09_Yamanevler\ECS\CPU 412-5 H_1

	Statu	Symbol	Address	Data type	Comment
37		DB_ISTSEN	DB 352	FB 302	
38		DB_SIKISIK_MODE	DB 353	FB 306	
39		DB_TUNSEN	DB 351	FB 301	
40		DB_TVF_01-02_IHK_YDK	DB 1501	FB 304	
41		DB_TVF_51-52_IHK_YDK	DB 1502	FB 304	
42		DBWorkTime	DB 601	DB 601	
43		DEH_301_Inst_DB	DB 851	FB 277	
44		DEH_Call	FC 320	FC 320	
45		DEH_LCP_Ortak_obj	DB 866	DB 866	
46		DEH_LCP_Ortak_Obj.	FC 330	FC 330	
47		ECS_TEST	VAT 12		
48		EPF_351_Inst_DB	DB 1203	FB 275	
49		EPF_Call	FC 329	FC 329	
50		EPF351_IDM351_Inst_DB	DB 691	FB 276	

Şekil 4.11. Sembol tablosu

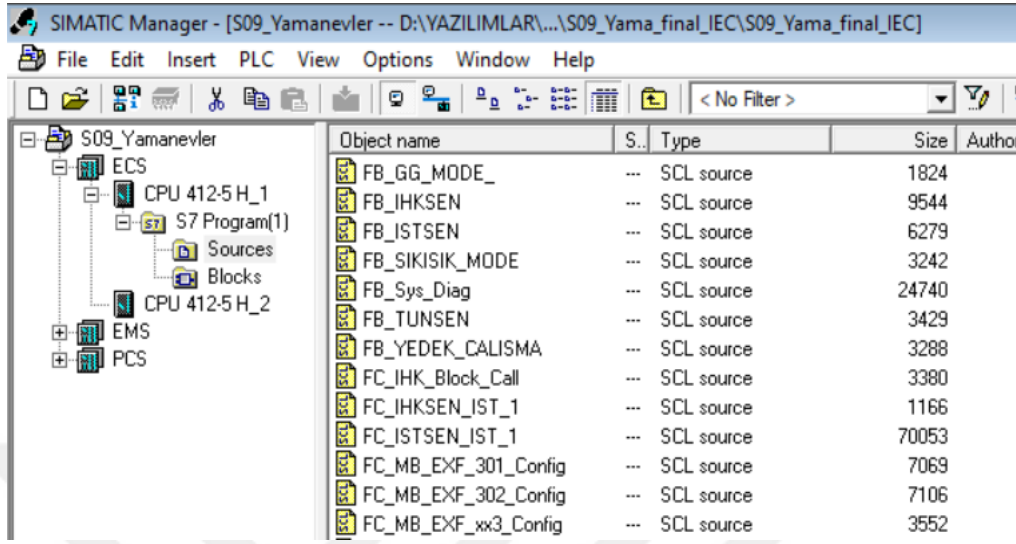
SIMATIC Manager - [S09_Yamanevler -- D:\YAZILIMLAR\...S09_Yama_final_IEC\S09_Yama_final_IEC]

File Edit Insert PLC View Options Window Help

< No Filter >

Object name	Symbolic name	Cr...	Size...	Type	Version
DB351	DB_TUNSEN	DB	62	Instance data block for FB 301	0.0
DB352	DB_ISTSEN	DB	90	Instance data block for FB 302	0.0
DB353	DB_SIKISIK_MODE	DB	62	Instance data block for FB 306	0.0
DB361	IHK_Scenario_1_Inst_DB	DB	166	Instance data block for FB 303	0.0
DB362	IHK_Scenario_2_Inst_DB	DB	166	Instance data block for FB 303	0.0
DB401	TXF_EXF_TEST_DB	DB	114	Instance data block for FB 257	0.0
DB402	FE_FS_TEST_DB	DB	50	Instance data block for FB 251	0.0
DB403	INF_TEST_DB	DB	86	Instance data block for FB 253	0.0
DB405	IDM_TEST_DB	DB	48	Instance data block for FB 252	0.0
DB406	PERDE_TEST	DB	48	Instance data block for FB 255	0.0
DB407	EXF_TXF_IDP_TEST	DB	52	Instance data block for FB 258	0.0
DB411	TVF_101_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB412	TVF_102_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB413	TVF_151_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB414	TVF_152_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB415	EXF_301_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB416	EXF_302_Inst_DB	DB	148	Instance data block for FB 257	0.0
DB417	EXF_351_Inst_DB	DB	138	Instance data block for FB 257	0.0

Şekil 4.12. Blok tablosu



Şekil 4.13. Kaynak kodları

İkinci adımda; Her bir ekipman için sembol tabloları, blok diyagramları ve kaynak kodları oluşturulduktan sonra senaryo kapsamında devreye girecek ekipmanların yazılım yapılandırma işlemleri gerçekleştirilir. Platform araç yangın senaryosu başlığı altında CFD simülasyonu sonrasında ekipmanların davranış tipleri belirlenerek özellikle havalandırma ekipmanlarının çalışma modu hesaplanmıştır. Bu sonuca istinaden yazılım içeriğinde güvenli yolcu tahliyesini gerçekleştirmek için kodlama işlemi yapılarak sistemine ilişkin gerekli senaryolar oluşturulmuştur. Senaryo işleminde ECS PLC ve EMS PLC içeriğinde sembol tabloları ve blok diyagramları kullanılarak Platform araç yangın senaryosuna özel kaynak kodları yazılır. Senaryo çalıştırılıyor, aktif, durduruluyor, ve pasif modu durumları esnasında her bir ekipmanın durum değişkeni Pascal tabanlı programlama yöntemi ile SCL (Structured Control Language - Yapılandırılmış Kontrol Dili) dilinde programlama işlemi tamamlanır. SCL programlama dilinde EMS PLC ve EMS PLC ekipmanları yazılım içerisinde oluşturulan senaryo kaynak kodları EK-A bölümünde verilmiştir.

Üçüncü adım; WinCC OA yazılımında SCADA arayüz tasarım ekranı oluşturulur. PLC’de yapılandırılan tüm ekipmanların mevcut yapılandırma işlemi SCADA yazılımında da gerçekleştirilir. Her bir ekipmanın parametre ve adresleme değerleri yazılım içerisinde kodlaması yapılarak sisteme dahil edilir. Orta ve alçak gerilim, DC sistem katener, yürüyen merdiven, asansör, turnike, aydınlatma, peron ayırıcı kapı sistemi, havalandırma, drenaj ve

yolcu tahliyesi, yangına müdahale, acil durum sistemlerini/ekipmanlarını, acil durumları yönetme vb. gibi konularda test, bilgi, beceri kazanması ve acil durumlara hazır olması amaçlanmıştır. Algılama-ihbar sisteminin, duman tahliye ve kaçış senaryolarının ve bu senaryolara bağlı olarak ekipman ve sistemlerin davranışlarını test etmek, ortamdaki dumanın tahliyesini ve oluşan güvenli kaçış yolunu görmektir. Yamanevler istasyonu platform 1 bölgesinde trende yangın çıkması, Araç SCADA yazılımına yangın algılandığı bilgisi ve araç içerisinde yolcunun acil durum diafonu ile Kumanda Merkezine araç yangın durumunu bildirilmiştir.

Öncelik	Tip	Tren	Kod	Bölge	Açıklama
1	FDS	TRN7	FDS105_MC1	1	4 NO'LU YANGIN ALGILAMA DEDEKTÖRÜ
1	OP	TRN7	OP057_MC1	1	YANGIN ALGILANDI
1	GEN	TRN7	GEN115_MC1	1	UTO'DA KUMANDA PANELİ KAPAGI AÇILDI
2	PIS	TRN15	PIS203	2	MONİTÖR ARIZASI
2	EVR	TRN15	EVR200_T2	2	ÖNEMSİZ ARIZA
1	OP	TRN15	OP036_MC2	2	VAGONUN TÜM GÜZERGAH HARİTALARI/TFT'leri/LED'LERİ TAMAMEN KAPANDI
1	GEN	TRN2	GEN115_MC2	1	UTO'DA KUMANDA PANELİ KAPAGI AÇILDI Kaldırıldı

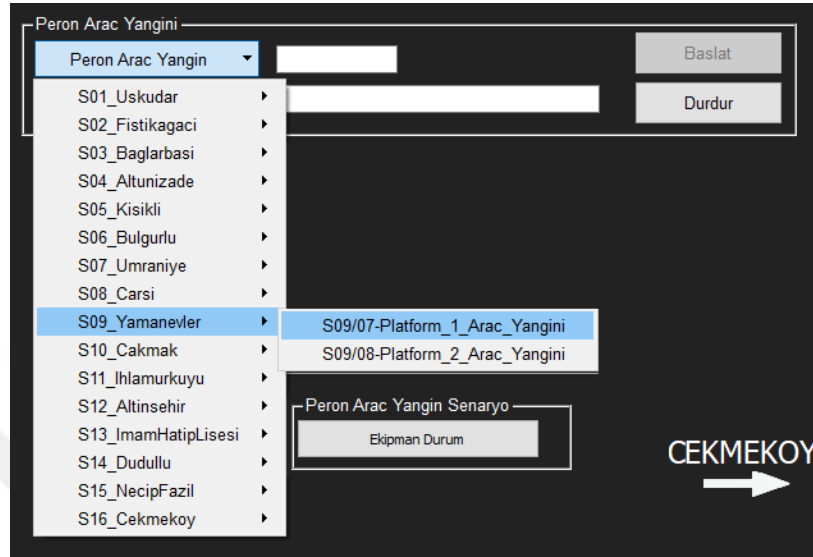
Şekil 4.15. Yangın algılandı alarm bilgisi

Operatör araç üzerindeki kameralar vasıtasıyla yangın olup olmadığını kesin teyit eder. Yangın algılama sinyal bilgisinin doğruluğu görüldükten sonra Tren platformda iken SCADA operatörü trene müdahale için kataner enerjisini kesmiş ve ilgili acil durum kaçış senaryosunu aktif etmiştir. Yangının büyük çaplı olduğunu itfaiyeden destek istenmesi gerektiğini bildirilmiştir. Kırmızı Yozgat ilanının verilmesinin ardından itfaiyeye bilgi verilmiştir. İtfaiye ekibi bildirimin ardından 6 dakika sonra Yamanevler istasyonundan giriş yapmıştır.



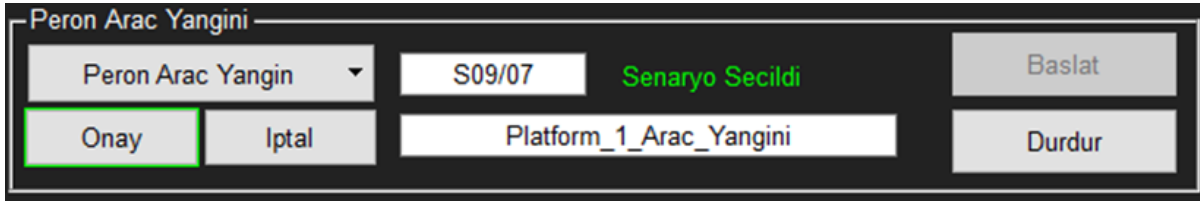
Şekil 4.16. Tren içi kamera görüntüleri

SCADA yazılım arayüzünde Platform 1 Araç Yangın Senaryosu (S09/07) seçilir.



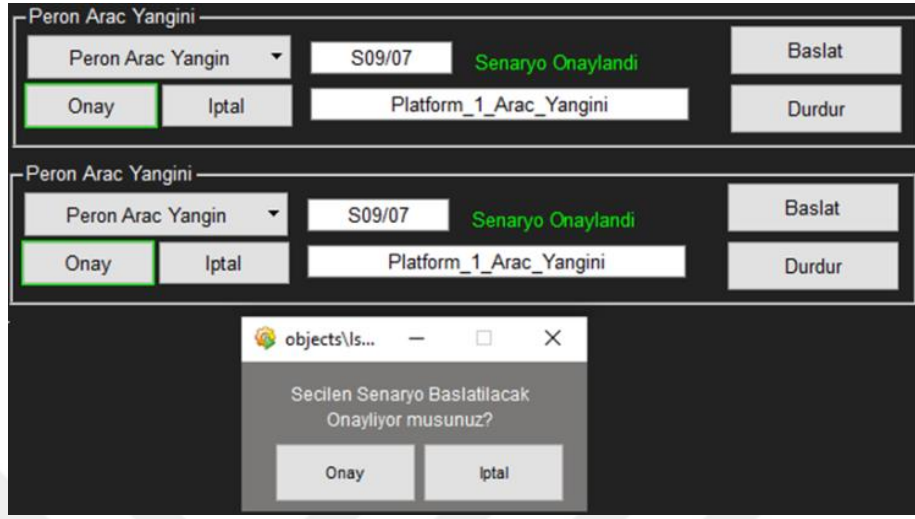
Şekil 4.17. Senaryo seçilmesi

Senaryo seçimi yapıldıktan sonra grafik ekran üzerinde ilgili senaryo ismi yazar ve “Senaryo Seçildi” uyarısı alınır.



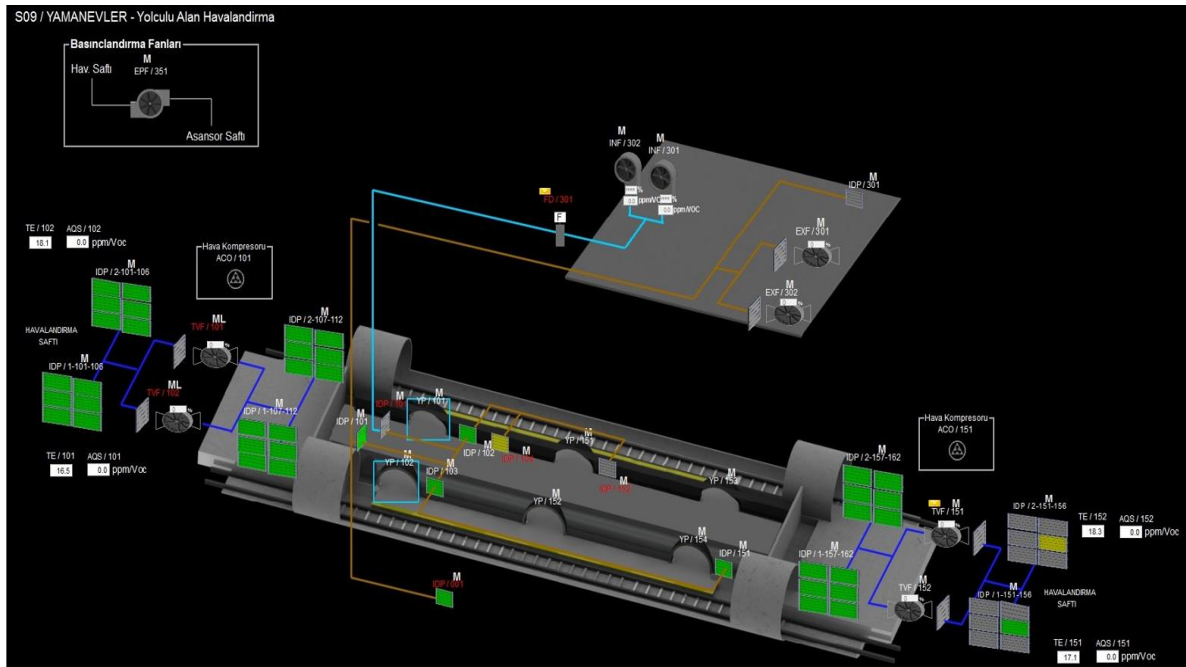
Şekil 4.18. Seçilen senaryonun belirtilmesi

Sonrasında Onay butonuna basılır ve “Senaryo Onaylandı” uyarısı alınır. Ardından senaryo başlatımı gerçekleştirmek için başlat butonuna basılır ve önce onay istenir. Onay sonrasında Platform 1 Araç yangın senaryosu devreye girerek tüm ekipmanlar daha önce oluşturulan senaryo kapsamında çalışmaya başlar. Senaryonun başlatılması ile ilk olarak acil anons sistemleri devreye girmiştir. İstasyonda acil bir durum olduğunu bildiren ve yolcuyu panik durumuna sevk etmeyen “Acil Tahliye” ve “Teknik Personel Toplanma” anonsları çalmıştır.



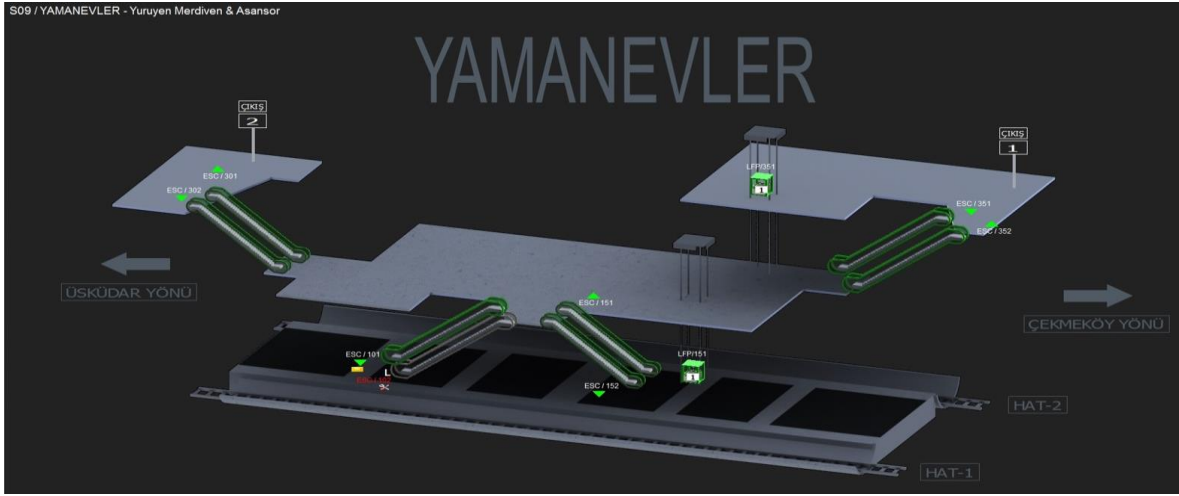
Şekil 4.19. Seçilen senaryonun onayı ve başlatılması

CFD simülasyon sonucunda hesaplandığı gibi havalandırma fanları çalışma yönüne devreye girmiştir. S09 Yamanevler istasyonuna bulunan 4 adet Tünel Havalandırma Fanları (TVF101-102-151-152) ekipmanları Emme Yönünde çalışmıştır. Komşu istasyon S08 Çarşı istasyonunda Yamanevler istasyonuna yakın doğu yönündeki 2 adet (TVF151-152) ve S10 Çakmak istasyonunda Yamanevler istasyonuna yakın batı yönündeki 2 adet (TVF101-102) Tünel Havalandırma Fanları güvenli yolcu tahliyesinin gerçekleşmesi için senaryo kapsamında otomatik devreye girmiştir. Yamanevler istasyonunda bulunan tüm TVF fanlarına bağlı tüm Bypass Damper grupları kapalı konuma geçmiştir. Hat 1 bölgesinde bulunan TVF 101 ve TVF 151 ekipmanlarına bağlı Hat Damperleri Açık konuma, TVF 102 ve TVF 152 ekipmanlarına bağlı Hat Damperleri ise duman yoğunluğunun Platform 2 tarafında oluşmaması için kapalı konuma geçmiştir. S08 Çarşı istasyonu Platform 1 Doğu yönünde bulunan Hat ve Bypass damperleri açık konum, Platform 2 doğu yönünde bulunan Hat ve Bypass damperleri kapalı konuma geçmiştir. Aynı şekilde S10 Çakmak istasyonu Platform 1 Batı yönünde bulunan Bypass damperleri açık konum hat damperi kapalı konuma, Platform 2 Batı yönünde bulunan Hat ve Bypass damperleri kapalı konuma geçmiştir. İstasyonda bulunan Kirli Hava Fanları (EXF) ve Temiz Hava Fanları (INF) kapalı konuma geçmiştir. Kirli Hava Fanına bağlı tüm damper grupları kapalı konuma geçmiştir.



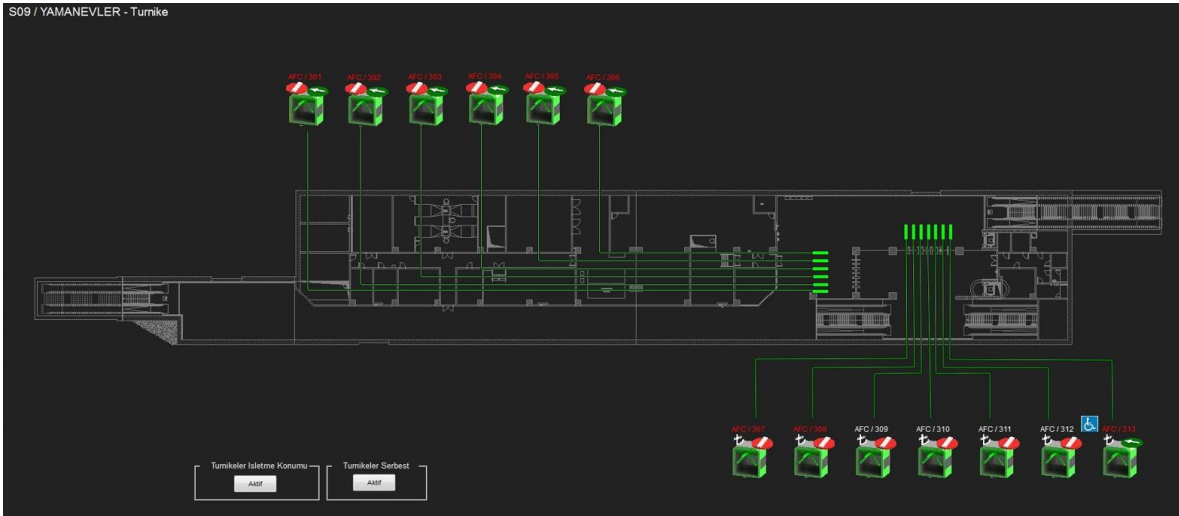
İstasyon platform, bilet holü ve teknik odalarda bulunan kanal tipi fanlar kapalı konumda, hücre tip fanlar ise normal işletme konumundaki çalışma modunda çalışacaktır.

İstasyon içerisinde bulunan tüm yürüyen merdivenler senaryo anında acil durum moduna geçerek sadece yukarı yönde çalışmaya başlamıştır. Platform 1’de araç içerisinde bulunan tüm yolcuları bu şekilde güvenli tahliye kapsamında yüzeye çıkması sağlanarak kaçış yönüne fayda sağlamıştır. Asansörlere “Yukarı Git” komutu gönderilerek en üst kata giderek kapılarını açıp bekletilmiştir. Bu şekilde yangın bölgesine doğru yolcu yönlendirmemesi amaçlanmıştır. Asansör basınçlandırma fanları devreye girmiştir.



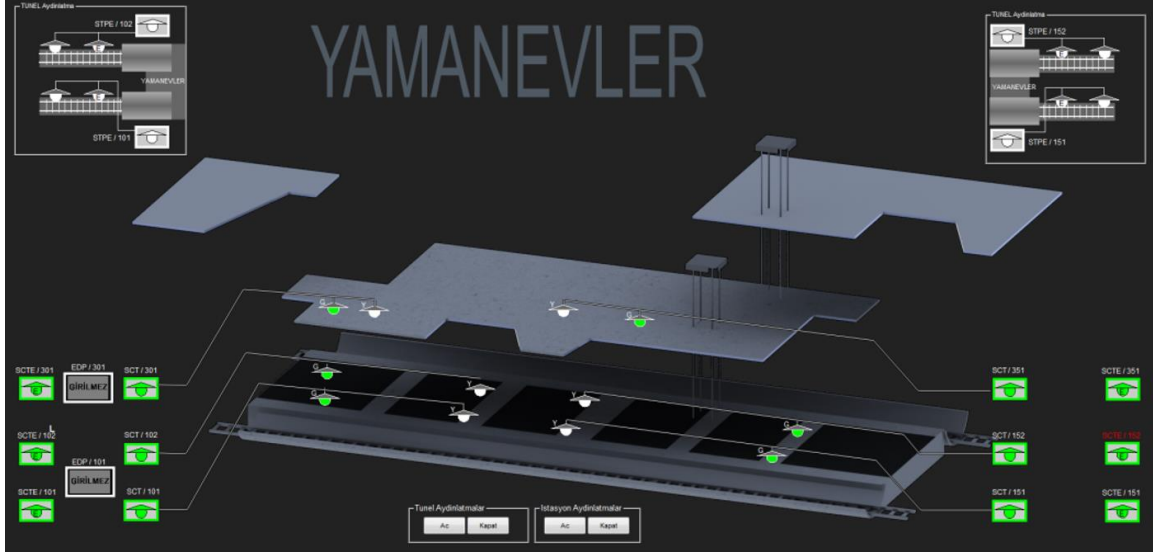
Şekil 4.22. Yürüyen merdiven ve asansör sistemi SCADA ekran arayüzü

Bilet holünde bulunan tüm turnikeler yolcu kaçışını kolaylaştırmak için istasyona giriş ve çıkış yönünde serbest konuma geçmiştir.



Şekil 4.23. Turnike sistemi SCADA ekran arayüzü

İstasyon içi yolculu alan ve genel aydınlatma sistemleri ile tünel acil aydınlatma sistemleri otomatik olarak devreye girmiştir. Aynı şekilde istasyon içerisinde belirli bölgelerde yolcu tahliyesini güvenli sağlamak amacıyla konumlandırılan tehlike girilmez levhaları da devreye girmiştir.



Şekil 4.24. Aydınlatma sistemi SCADA ekran arayüzü

Senaryonun devreye girmesi ile birlikte ilk müdahale ekibi yangının büyümesini engellerken ve sistem aktif bir biçimde çalışırken Ümraniye itfaiyesi bildirimin ardından olay yerine intikal etmiştir. İtfaiye ekibi istasyonda bulunan yangın dolabı vanasını açtığı anda yeterli bar basıncında suyun geldiği tespit edilmiş ve tren yangınına müdahale etmiştir.



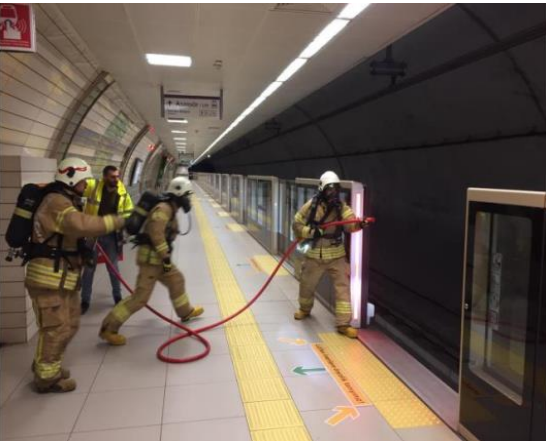
Şekil 4.25. İtfaiye personeli istasyon geliş ve girişi



Şekil 4.26. İtfaiye personeli araç binış ve yaralı yolcuya müdahalesi



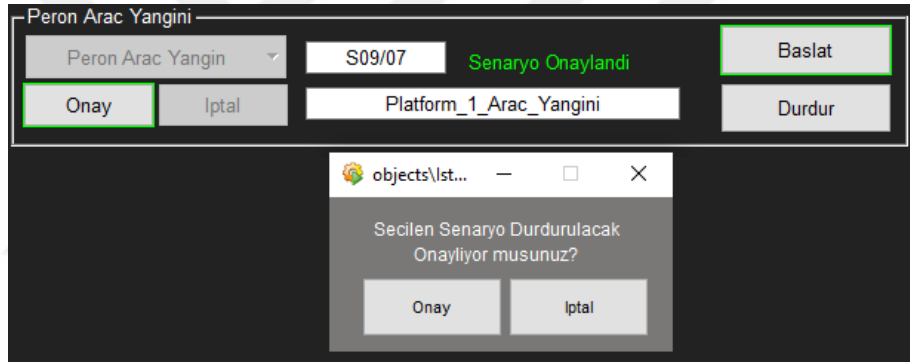
Şekil 4.27. Yaralı yolcunun çıkarılması ve araç söndürme işlemi



Şekil 4.28. Araç yangın söndürölme işlemi

Ortamdaki duman emilerek CFD simülasyonu sonucuna göre fanlar doğru çalışmış ve senaryo kapsamındaki diğer tüm ekipmanlar devreye girmiştir. Araç ve istasyon içerisindeki yolcuların güvenli tahliyesi, itfaiye ekibinin araç içerisindeki yaralı yolcunun kurtarılması ve son yolcu tahliyesi ile birlikte istasyon güvenliği sağlanarak Yeşil Yozgat durumu ilan edilmiş ve tahliye işlemi tamamlanmıştır.

Tahliye işleminin sonlanmasıyla SCADA ekran arayüzünde senaryo durdurma işlemi yapılmıştır. “Durdur” butonuna basılır ve kesin teyit onayı istenir. Operatör tarafından verilen onay ile birlikte senaryo kapsamında devreye giren tüm ekipmanlar acil modu durumundan çıkarak normal işletme moduna geçiş yapar.



Şekil 4.29. Seçilen senaryonun durdurulması

Senaryonun durması ile birlikte operatör SCADA grafik arayüz yazılımından tüm alt sistem sayfalarına girerek sistemin normale dönüp dönmediğini kontrol eder.

5. SONUÇ

Büyükşehirlerde yaşanan hızlı nüfus artışı sebebiyle, şehir içinde ulaşımın büyük bir oranı yeraltına, metrolara kaymaktadır. Metro istasyonlarında ve tünellerinde ise olası deprem, su baskını, yangın gibi afetlerde güvenlik tedbiri alınması konusu oldukça önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, İstanbul'da bulunan M5 Üsküdar - Çekmeköy Metro hattı Yamanevler istasyonu platform 1 araç yangın senaryosunun SCADA yazılımında oluşturulan senaryolarına ilişkin deneysel çalışmalar ele alınmıştır. Senaryo öncesinde istasyona ilişkin ilk olarak istasyon ve araç yangın verilerine göre üç boyutlu CFD yaklaşımı ile istasyona ait CFDesign yazılımı ile simülasyonlar çıkarılmıştır.

Çıkarılan simülasyonda platform bölgesinde çıkabilecek yangına göre güvenli yolcu tahliyesinin yapılabilmesi için havalandırma kapasiteleri, sıcak hava ve görüş mesafesi kaçışa engel durumları ile ekipman çalışma modları belirlenmiştir. Simülasyon sonuçlarının belirlenmesi ile birlikte sahada bulunan tüm ekipmanların PLC üzerinde sembol tabloları, blok diyagramları ve kaynak kodları oluşturularak tanımlamaları yapılmıştır. Tanımlanan tüm sinyal bilgilerine göre CFD simülasyonunda belirlenen tünel havalandırma fan kapasite ve çalışma modu ile diğer ekipmanların olası platform katı yangın durumuna ilişkin PLC'de senaryoları oluşturulmuştur. Senaryo kodlarının yazılması ile birlikte SCADA sisteminde sahada bulunan tüm elektrik, elektronik ve elektromekanik ekipmanların yapılandırması yapılarak her sistem özelinde sistem sayfaları tasarlanmıştır.

SCADA yazılımında tasarlanan alt sistem ekipmanları için PLC'de yapılan benzer senaryo yapılandırma işlemi SCADA arayüz yazılımında da gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan acil durum senaryolarına göre, senaryoda aktif olarak görev yapan sistem ekipmanları senaryo süresince SCADA sistemi tarafından kumanda edilecek ve bu sistemlere ait ekipmanların senaryo davranışları izlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda platform 1 yangın senaryosunun doğruluğunu tespit etmek için SCADA ekran arayüz tasarımı, yazılımı ve tahliye simülasyonu oluşturulan senaryonun acil durum anında devreye girerek algoritma içerisinde tanımlanan senaryo şartlarını yerine

getirip getirmediğini teyit etmek için test planlanmıştır. İtfaiye ekibinin de katılımıyla gerçekleştirilen araç yangın senaryosunda araçta çıkan yangına göre devreye giren senaryonun duman atımı dâhil tüm şartları yerine getirdiği görülmüştür.



KAYNAKLAR

- Baoqian D., Tong, W., Yueping, Q. (2009). Subway Station Evacuation Simulation System. *International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, China, 396-399.
- Bu, F., Gharajeh, S. (2019). Intelligent and Vision-Based Fire Detection Systems: A Survey. *Image and Vision Computing*, (91), 103803.
- Çekerek, E., Demir, M. (2021). İstanbul Metrolarında Yolcu Konforunun Arttırılması Sinyalizasyon Sistemi İle Otomatik Anons Kontrol Uygulaması. *Demiryolu Mühendisliği*, (14), 110-121.
- Elmak Kontrol Sistemleri, (2020). SCADA Bakım Kılavuzu.
- Eralp, O., Musluoğlu, E., (2003). Yeraltı Toplu Taşıma Sistemlerinde Acil Durum Havalandırması. 6. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, Türkiye.
- İBB (2019). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Raylı Sistemler Daire Başkanlığı, M5 Üsküdar – Çekmeköy Metro Hattı, Yamanevler İstasyonu Araç Yangını.
- Lu, Y. (2013). Case-Based Reasoning For Automated Safety Risk Analysis On Subway Operation: Case Representation And Retrieval. *Safety Science*, 57, 75–81.
- Metro İstanbul, (2022). Faaliyet Raporu https://www.metro.istanbul/icerik/faaliyet_raporlari (Ziyaret Tarihi: 30 Mart 2023).
- Oğuzay, E. (2007). Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) Eğitimi İçin Bir Simülatör Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 221943.
- Penga, M., Chenga, X., Conga, W. (2021). Experimental Investigation On The Characteristics And Propagation Of Fire Inside Subway Train. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 107, 103632.
- Siemens, (2022), Advanced Controllers - S7-400/S7-400H/S7-400F/FH - CPU 412H <https://mall.industry.siemens.com/mall/tr/tr/Catalog/Products/10041139?activeTab=product> (Ziyaret Tarihi: 30 Mart 2022).
- Vikipedi, özgür ansiklopedi, (2021). M5 (İstanbul metrosu). [https://tr.wikipedia.org/wiki/M5_\(İstanbul_metrosu\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/M5_(İstanbul_metrosu)) (Ziyaret Tarihi: 12 Mart 2021).
- Yazıcı, Ö. (2013). Metro İstasyonları Ve Tünellerinde Yangın Ve Tedbirlerinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 341408.

Yetgin, A. (2019). İstanbul Metrosunda Havalandırma Sistemleri ve Duman Tahliyesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 597447.

Zou, Q., Fernandes, S., Chen, S. (2019). Agent-Based Evacuation Simulation From Subway Train And Platform. *Journal of Transportation Safety & Security*, (13), 318-339.



EKLER

EK-A

Bu bölümde, tez kapsamında oluşturulan platform araç yangın senaryoları Simatic Manager programlarının kaynak kodları ve kullanımlarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

- Senaryo A.1: EMS PLC senaryo çalıştırılıyor modu kaynak kodu
- Senaryo A.2: EMS PLC senaryo aktif modu kaynak kodu
- Senaryo A.3: EMS PLC senaryo durduruluyor modu kaynak kodu
- Senaryo A.4: EMS PLC senaryo pasif modu kaynak kodu
- Senaryo A.5: ECS PLC senaryo çalıştırılıyor modu kaynak kodu
- Senaryo A.6: ECS PLC senaryo aktif modu kaynak kodu
- Senaryo A.7: ECS PLC senaryo durduruluyor modu kaynak kodu
- Senaryo A.8: ECS PLC senaryo pasif modu kaynak kodu

Senaryo A.1.

Bölüm 4.2’de Yamaneyler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında EMS PLC senaryo çalıştırılıyor modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
FUNCTION FC_ISTSEN_IST_1 : VOID

VAR_TEMP
    // Temporary Variables

END_VAR

;;

IF "DB_ISTSEN".Q_CALISTIRILIYOR THEN
    CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
        901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908 :

            //--YURUYEN MERDIVENLER-----
            "DB_ESC_102".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_151".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_152".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_301".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_302".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_351".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_352".I_E_MODE := TRUE;

            //--ASANSORLER-----
            "DB_LFP_151".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_101".I_E_MODE := TRUE;

            //--TURNIKELER-----
            "DB_AFC_301".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_303".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_305".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_307".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_309".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_311".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_313".I_E_MODE := TRUE;

            //--GIRILMEZ LEVHALARI-----
            "DB_EDP_101".I_E_MODE := TRUE;

            //--ANONS-----
            "DB_CPA_301".I_E_MODE := TRUE;

            //--KAPILAR-----
            "DB_CAC_301".I_E_MODE := TRUE;

            //--ISTASYON AYDINLATMA-----
            "DB_SCT_101".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_SCT_151".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_SCT_301".I_E_MODE := TRUE;

            "DB_ESC_102".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_151".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_152".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_301".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_302".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_351".I_E_DUR := TRUE;
            "DB_ESC_352".I_E_DUR := TRUE;

            "DB_LFP_351".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_ESC_101".I_E_DUR := TRUE;

            "DB_AFC_302".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_304".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_306".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_308".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_310".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_AFC_312".I_E_MODE := TRUE;

            "DB_EDP_301".I_E_MODE := TRUE;

            "DB_SCT_102".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_SCT_152".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_SCT_351".I_E_MODE := TRUE;

        END_CASE;

        //--TUNEL AYDINLATMA-----
        "DB_STP_101E".I_E_MODE := TRUE;
        "DB_STP_151E".I_E_MODE := TRUE;

        "DB_STP_102E".I_E_MODE := TRUE;
        "DB_STP_152E".I_E_MODE := TRUE;

    END_IF;

END_IF;
```

Senaryo A.2.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında EMS PLC senaryo aktif modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
IF "DB_ISTSEN".Q_AKTIF THEN
    CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
        901, 902, 903, 905, 906, 907, 908:
            "DB_LFP_151".I_E_UP_CMD_ON := TRUE; "DB_LFP_151".I_E_DOWN_CMD_ON := FALSE;
            "DB_LFP_351".I_E_UP_CMD_ON := TRUE; "DB_LFP_351".I_E_DOWN_CMD_ON := FALSE;
            "DB_ESC_101".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_101".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_102".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_102".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_151".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_151".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_152".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_152".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_301".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_301".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_302".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_302".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_351".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_351".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_352".I_E_YUKARI_CALIS := TRUE; "DB_ESC_352".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
            "DB_ESC_101".I_E_DUR := FALSE; "DB_ESC_102".I_E_DUR := FALSE;
            "DB_ESC_151".I_E_DUR := FALSE; "DB_ESC_152".I_E_DUR := FALSE;
            "DB_ESC_301".I_E_DUR := FALSE; "DB_ESC_302".I_E_DUR := FALSE;
            "DB_ESC_351".I_E_DUR := FALSE; "DB_ESC_352".I_E_DUR := FALSE;
            "DB_AFC_301".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_302".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_303".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_304".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_305".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_306".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_307".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_308".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_309".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_310".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_311".I_E_Serbest_Cmd := TRUE; "DB_AFC_312".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_AFC_313".I_E_Serbest_Cmd := TRUE;
            "DB_EDP_101".I_E_Hat1_Gririlmez_Dev_A := TRUE;
            "DB_EDP_101".I_E_Hat2_Gririlmez_Dev_A := TRUE;
            "DB_EDP_301".I_E_Hat1_Gririlmez_Dev_A := TRUE;
            "DB_EDP_301".I_E_Hat2_Gririlmez_Dev_A := TRUE;
            "DB_CPA_301".I_E_TekPersonel_Anons_Ak := TRUE;
            "DB_CPA_301".I_E_AcilTahliye_Anons_Ak := TRUE;
            "DB_CAC_301".I_E_MODE := TRUE;
            "DB_SCT_101".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_101".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_102".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_102".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_151".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_151".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_152".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_152".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_301".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_301".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_351".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_SCT_351".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := TRUE;
        ELSE;
            END_CASE;
            "DB_STP_101E".I_E_AYD_DVR_AL := TRUE; "DB_STP_102E".I_E_AYD_DVR_AL := TRUE;
            "DB_STP_151E".I_E_AYD_DVR_AL := TRUE; "DB_STP_152E".I_E_AYD_DVR_AL := TRUE;
    END_IF;
```

Senaryo A.3.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında EMS PLC senaryo durduruluyor modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
IF "DB_ISTSEN".Q_DURDURULUYOR THEN
  CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
    901,902,903,904,905,906,907,908:
      "DB_LFP_151".I_E_UP_CMD_ON := FALSE; "DB_LFP_151".I_E_DOWN_CMD_ON := FALSE;
      "DB_LFP_351".I_E_UP_CMD_ON := FALSE; "DB_LFP_351".I_E_DOWN_CMD_ON := FALSE;
      "DB_ESC_101".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_101".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_102".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_102".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_151".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_151".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_152".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_152".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_301".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_301".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_302".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_302".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_351".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_351".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_352".I_E_YUKARI_CALIS := FALSE; "DB_ESC_352".I_E_ASAGI_CALIS := FALSE;
      "DB_ESC_101".I_E_DUR := TRUE; "DB_ESC_102".I_E_DUR := TRUE;
      "DB_ESC_151".I_E_DUR := TRUE; "DB_ESC_152".I_E_DUR := TRUE;
      "DB_ESC_301".I_E_DUR := TRUE; "DB_ESC_302".I_E_DUR := TRUE;
      "DB_ESC_351".I_E_DUR := TRUE; "DB_ESC_352".I_E_DUR := TRUE;
      "DB_AFC_301".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_302".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_303".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_304".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_305".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_306".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_307".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_308".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_309".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_310".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_311".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_312".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_AFC_313".I_E_Serbest_Cmd := FALSE;
      "DB_EDP_101".I_E_Hat1_Gririlmez_Dev_A := FALSE;
      "DB_EDP_101".I_E_Hat2_Gririlmez_Dev_A := FALSE;
      "DB_EDP_301".I_E_Hat1_Gririlmez_Dev_A := FALSE;
      "DB_EDP_301".I_E_Hat2_Gririlmez_Dev_A := FALSE;
      "DB_CPA_301".I_E_TekPersonel_Anons_Ak := FALSE;
      "DB_CPA_301".I_E_AcilTahliye_Anons_Ak := FALSE;
      "DB_SCT_101".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_101".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_102".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_102".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_151".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_151".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_152".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_152".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_301".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_301".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_351".I_E_GNL_AYD_DVR_AL := FALSE;
      "DB_SCT_351".I_E_YLC_AYD_DVR_AL := FALSE;
  END_CASE;
  "DB_STP_101E".I_E_AYD_DVR_AL := FALSE;
  "DB_STP_102E".I_E_AYD_DVR_AL := FALSE;
  "DB_STP_151E".I_E_AYD_DVR_AL := FALSE;
  "DB_STP_152E".I_E_AYD_DVR_AL := FALSE;
END_IF;
```

Senaryo A.4.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında EMS PLC senaryo pasif modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
IF "DB_ISTSEN".Q_PASIF THEN
    CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
        901,902,903,904,905,906,907,908:
            "DB_LFP_151".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_LFP_351".I_E_MODE := FALSE;

            "DB_ESC_101".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_102".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_151".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_152".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_301".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_302".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_351".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_ESC_352".I_E_MODE := FALSE;

            "DB_AFC_301".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_302".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_303".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_304".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_305".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_306".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_307".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_308".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_309".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_310".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_311".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_312".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_AFC_313".I_E_MODE := FALSE;

            "DB_EDP_101".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_EDP_301".I_E_MODE := FALSE;

            "DB_CPA_301".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_CAC_301".I_E_MODE := FALSE;

            "DB_SCT_101".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_SCT_102".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_SCT_151".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_SCT_152".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_SCT_301".I_E_MODE := FALSE;
            "DB_SCT_351".I_E_MODE := FALSE;

        ELSE
            ;
        END_CASE;

    IF "DB_ISTSEN".Q_PASIF AND "DB_TUNSEN".Q_PASIF THEN
        "DB_STP_101E".I_E_MODE := FALSE;
        "DB_STP_102E".I_E_MODE := FALSE;
        "DB_STP_151E".I_E_MODE := FALSE;
        "DB_STP_152E".I_E_MODE := FALSE;

    END_IF;
END_IF;

END_FUNCTION
```

Senaryo A5.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında ECS PLC senaryo çalıştırılıyor modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
FUNCTION FC_ISTSEN_IST_1 : VOID

IF "DB_ISTSEN".Q_CALISTIRILIYOR THEN
CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF

809,812:      //CARSI ISTASYONU SENARYOLARI

"TVF_151_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"TVF_152_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"EXF_301_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"EXF_302_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"TVF151-152_IDP_1-151-156".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-1
"TVF151-152_IDP_2-151-156".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-2

1007,1008:    //CAKMAK ISTASYONU SENARYOLARI

"TVF_101_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"TVF_102_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"EXF_301_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"EXF_302_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"TVF101-102_IDP_1-101-106".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-1
"TVF101-102_IDP_2-101-106".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-2
"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-2

901,902,903,904,905,906,907,908:    //YAMANEVLER SENARYOLARI

"TVF_101_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"TVF_102_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"TVF_151_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"TVF_152_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"EXF_301_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;
"EXF_302_Inst_DB".I_E_MODE := TRUE;

"TVF101-102_IDP_1-101-106".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-1
"TVF101-102_IDP_2-101-106".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-2
"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-2

"TVF151-152_IDP_1-151-156".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-1
"TVF151-152_IDP_2-151-156".I_E_MODE := TRUE;      //BYPASS-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_MODE := TRUE;      //HAT-2

"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
```

```

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"EPF351_IDM351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"EPF351_IDM351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"FE_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_105_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_105_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_106_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_106_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_153_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_153_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_154_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_154_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_155_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_155_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_156_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_156_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_157_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_157_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_352_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_352_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FE_301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FE_301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"FS_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FS_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FS_304_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FS_304_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FS_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FS_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"FS_303_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"FS_303_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

"YP_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"YP_102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"YP_151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"YP_152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"YP_153_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_153_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;
"YP_154_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := TRUE;
"YP_154_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := FALSE;

```

END_CASE;

END_IF;

Senaryo A.6.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında ECS PLC senaryo aktif modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
IF "DB_ISTSEN".Q_AKTIF THEN
    CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
        809:      //CARSI ISTASYONU SENARYOSU
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

            "TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-1
            "TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := TRUE;      //HAT-2

        812:      //CARSI ISTASYONU SENARYOSU
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
            "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
            "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

            "TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := TRUE;      //HAT-1
            "TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-2

        1007:     //CAKMAK ISTASYONU SENARYOSU
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

            "TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-1
            "TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-2

        1008:     //CAKMAK ISTASYONU SENARYOSU
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

            "TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-1
            "TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;      //HAT-2

        907:      ///YAMANEVLER PERON_1 ARAC YANGIN SENARYOSU
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
            "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
            "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
```

```

"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"EXF_E_MODE_Inst_DB".I_AUTO_START := FALSE;
"EXF_301_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;
"EXF_302_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;

"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := TRUE; //HAT-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := TRUE; //HAT-2

"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"INF_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"INF_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FS_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FS_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FS_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FE_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FE_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FE_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FE_304_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

908: //YAMANEVLER PERON_2 ARAC YANGIN SENARYOSU

"TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := TRUE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 100.0;

"EXF_E_MODE_Inst_DB".I_AUTO_START := FALSE;
"EXF_301_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;
"EXF_302_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;

```

```

"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := TRUE;      //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;     //HAT-2

"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := TRUE;      //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := FALSE;     //HAT-2

"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := TRUE;
"INF_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"INF_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FS_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FS_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FS_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FE_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FE_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FE_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := TRUE;
"FE_304_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

ELSE;
END_CASE;

END_IF;

```

Senaryo A.7.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında ECS PLC senaryo durduruluyor modu kaynak kodu için kullanılan program.

```
IF "DB_ISTSEN".Q_DURDURULUYOR THEN
;
CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF
    809,812: //CARSİ İSTASYONU SENARYOLARI
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-1
        "TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-2

    1007,1008: //CAKMAK İSTASYONU SENARYOLARI
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-1
        "TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-2

    901,902,903,904,905,906,907,908: //YAMANEVLER İSTASYONU SENARYOLARI
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_101_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_102_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_151_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "TVF_152_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "EXF_E_MODE_Inst_DB".I_AUTO_START := FALSE;
        "EXF_301_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;
        "EXF_302_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "EXF_301_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "EXF_301_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "EXF_301_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "EXF_301_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "EXF_302_Inst_DB".I_EMG_SUPPLY_CMD_ON := FALSE;
        "EXF_302_Inst_DB".I_EMG_EXHAUST_CMD_ON := FALSE;
        "EXF_302_Inst_DB".I_EMG_STOP_CMD := TRUE;
        "EXF_302_Inst_DB".I_EMG_SPEED_SET := 0.0;

        "EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

        "TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_KAPAT := FALSE; //HAT-1
```

```

"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_KAPAT := FALSE;    //HAT-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_KAPAT := FALSE;    //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_KAPAT := FALSE;    //HAT-2

"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;

"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;

"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;

"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Ac_Kapat := FALSE;

"INF_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"INF_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FS_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FS_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FS_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"FE_301_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FE_302_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FE_303_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;
"FE_304_Inst_DB".I_Emergency_Calis_Dur := FALSE;

"YP_101_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;
"YP_102_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;
"YP_151_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;
"YP_152_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;
"YP_153_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;
"YP_154_Inst_DB".I_Emergency_Kapat := FALSE;

ELSE;
END_CASE;

END_IF;

```

Senaryo A.8.

Bölüm 4.2’de Yamanevler istasyonu platform araç yangın senaryoları kapsamında ECS PLC senaryo pasif modu kaynak kodu için kullanılan program

```
IF "DB_ISTSEN".Q_PASIF THEN

CASE REAL_TO_INT("DB_ISTSEN".Q_SENARYO_ID) OF

809,812:    //CARSI ISTASYONU SENARYOLARI

"TVF_151_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;

"TVF151-152_IDP_1-151-156".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-1
"TVF151-152_IDP_2-151-156".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-2

1007,1008:    //CAKMAK ISTASYONU SENARYOLARI

"TVF_101_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"TVF_102_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;

"TVF101-102_IDP_1-101-106".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-1
"TVF101-102_IDP_2-101-106".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-2
"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-2

901,902,903,904,905,906,907,908:    //YAMANEVLER İSTASYONU SENARYOLARI

"TVF_101_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"TVF_102_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"TVF_151_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"TVF_152_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;

"EXF_301_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;
"EXF_302_Inst_DB".I_E_MODE := FALSE;

"TVF101-102_IDP_1-101-106".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-1
"TVF101-102_IDP_2-101-106".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-2
"TVF101-102_IDP_1-107-112".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-1
"TVF101-102_IDP_2-107-112".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-2

"TVF151-152_IDP_1-151-156".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-1
"TVF151-152_IDP_2-151-156".I_E_MODE := FALSE;    //BYPASS-2
"TVF151-152_IDP_1-157-162".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-1
"TVF151-152_IDP_2-157-162".I_E_MODE := FALSE;    //HAT-2

"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EPF_351_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP001_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP102_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP103_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP151_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP104_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP152_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"EXF301302_IDP301_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;

"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Aktif := FALSE;
"INF301302_IDP101_Inst_DB".I_Emergency_Mode_Pasif := TRUE;
```


KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Çekerek E., Ataşlar-Ayyıldız, B. (2023). Metro Hatlarında Scada ile Acil Durum Senaryoları ve Tahliye Simülasyonu. *Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongresi - Imascon 2023 Spring*, Kocaeli, 4073330.

Çekerek E., Demir M., (2021). İstanbul Metrolarında Yolcu Konforunun Arttırılması Sinyalizasyon Sistemi ile Otomatik Anons Kontrol Uygulaması. *Demiryolu Mühendisliği*, Cilt: 7 (3), 1025 – 1038.

Çekerek E., Kandilli İ., Kuncan M., (2020). Yeraltı Metro Hatlarında Video Analiz Yöntemiyle Olay Algılama Kontrolünün Gerçekleştirilmesi. *El-Cezeri*, (14), 110 – 121.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. Lisans öğrenimini Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir. Mezuniyet sonrası İBB Metro İstanbul AŞ'de işe başlamış olup sırasıyla M5 Üsküdar – Çekmeköy, M8 Bostancı - Dudullu ve M12 Göztepe - Ümraniye Sürücüsüz Metro hatlarından sorumlu Demiryolu Sinyalizasyon Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

