

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEMİRYOLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNİN OTOMAT YAKLAŞIMI
İLE ANKLAŞMAN TASARIMI VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlhan YILDIRIM

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEMİRYOLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNİN OTOMAT YAKLAŞIMI
İLE ANKLAŞMAN TASARIMI VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İlhan YILDIRIM
(504081019)**

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer USTA

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **504081019** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **İlhan YILDIRIM**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**DEMİRYOLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNİN OTOMAT YAKLAŞIMI İLE ANKLAŞMAN TASARIMI VE UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Ömer USTA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Doç. Dr. Salman KURTULAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kevork MARDİKYAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. M. Turan SÖYLEMEZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa BAĞRIYANIK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **07 Haziran 2012**

Eşime ve çocuklarıma,

ÖNSÖZ

İş ve özel hayatımda bana her türlü desteği sağlayan sevgili eşim Buruc Yıldırım'a ve dünyaya gelişi ile bizi çok mutlu eden sevgili kızıma teşekkür ediyorum.

Bu çalışmalarına yardımcı olan bütün meslektaşlarıma teşekkürü bir borç biliyorum. Özellikle çalışmam için zemin hazırlayan ve laboratuvar ortamından faydalanma imkanı yaratan İ.T.Ü'ye ve bütün değerli kadrosuna teşekkür ediyorum. Danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ömer USTA'ya ve çalışmalarına yol gösteren yardımcı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Salman KURTULAN'a ve Arş. Gör. Uğur YILDIRIM'a teşekkür ediyorum.

Çalışmalarına en az okul kadar iş hayatında da edindiğim bilgi ve tecrübeler ışık tutmuştur. Çalıştığım ve çalışmakta olduğum bütün şirketlere de teşekkürü bir borç biliyorum. Özel sektörden SIEMENS A.Ş., HMI Mühendislik Ltd. Şti., MASTER Endüstriyel Ltd. Şti. ve ULAŞIM A.Ş.'ye bana yaptıkları maddi ve manevi desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Bu çalışmalarımda yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen HMI Mühendislik çalışanlarından Kontrol Mühendisi Mehmet OLGUNER, Kontrol Mühendisi Hasan ERTAN ve Elektrik Mühendisi Doğa KÖSEOĞLU'na teşekkür ediyorum.

Haziran 2012

İlhan YILDIRIM
Kontrol Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	1
2. RAYLI ULAŞIMDA SİNYALİZASYON.....	3
2.1 Amaç	3
2.2 Demiryolu Sinyalizasyonu	3
2.3 Demiryolu Sinyalizasyon Sistem Bileşenleri	4
2.3.1 Trafik kumanda merkezi (TKM).....	4
2.3.2 Ankleşman sistemi	5
2.3.2.1 Ray devreleri (RD).....	6
2.3.2.2 Makaslar	6
2.3.2.3 Yanar söner ışıklar ve geçit bariyeri	7
2.3.2.4 Renkli sinyal lambaları	7
3. TREN İŞLETİMİ VE BLOK YAPILARI	9
3.1 Amaç	9
3.2 Blok Çeşitleri.....	9
3.2.1 Sabit blok sistemi	9
3.2.1.1 Ray devreleri	10
3.2.1.2 Aks sayıcıli sistemler	11
3.2.2 Hareketli blok sistemi	12
4. DEMİRYOLU SİSTEMİNİN MODELLENMESİ.....	15
4.1 Amaç	15
4.2 Zamanlama ve Sayma (ZS) Otomat Modeli	15
4.2.1 ZS Otomat teorisi	15
4.2.2 ZS Otomat diyagramı	17
4.2.3 PLC'ye uygun tanzim akışının modellenmesi	18
4.3 Kilitlemeler.....	18
4.3.1 Tanzim kilitlemeleri	19
4.3.2 Sinyal lambası kilitlemeleri	19
4.3.3 Makas kilitlemeleri	20
4.3.4 Geçit bariyeri kilitlemeleri	20
5. UYGULAMALI DEMİRYOLU MODELİ	23
5.1 Amaç	23

5.2 Demiryolu İstasyonunun Tanıtımı.....	23
5.2.1 Saha ekipman listesi	25
5.2.2 Güzergah listesi.....	27
5.3 Saha Ekipman Sinyallerinin Durumları.....	29
5.3.1 Ekipman sinyalleri.....	29
5.3.1.1 Ray devreleri sinyalleri	29
5.3.1.2 Makas sinyalleri	29
5.3.1.3 Lamba sinyalleri	30
5.3.1.4 Geçit bariyeri sinyalleri	30
5.3.2 Genel sinyal sorunları.....	31
5.3.2.1 Veri bağdaşım sorunu.....	31
5.3.2.2 İndikasyonsuzluk sorunu.....	31
5.4 Blok Diyagramları ve Denklemler	31
5.4.1 Tanzim blok diyagramı	31
5.4.1.1 Makas komut sırası bloğu	37
5.4.1.2 Tren takip bloğu	41
5.4.2 Makas blok diyagramı.....	53
5.5 Program Bloklarının Gerçeklenmesi	56
6. UYGULAMA SAHASI VE SİMÜLASYON	57
6.1 Amaç.....	57
6.2 Yazılım Tasarımı Genel Yapısı	57
6.3 Kontrol Merkezi Yazılımı ve Saha Simülatörü	58
6.4 Maket Uygulama Sahası.....	62
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
7.1 Sistem Tasarım Kriterlerinin Değerlendirilmesi	65
7.1.1 Sinyalizasyon yazılım kriterlerinin değerlendirilmesi	65
7.1.2 Anlaşman sistemi donanım kriterlerinin değerlendirilmesi	65
7.2 Raylı Sistemlerde Yerli Sinyalizasyon İhtiyacı.....	66
KAYNAKLAR.....	67
EKLER.....	69
ÖZGEÇMİŞ	83

KISALTMALAR

BG	: Batı Girişı
BGG	: Batı – Güney Cebi
CENELEC	: Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
CFC	: Continious Function Chart
D	: El Kontrollü Makas
DG	: Doğu Girişı
DGC	: Doğu – Güney Cebi
DKC	: Doğu – Kuzey Cebi
EN	: Avrupa Standardı
HG	: Hemzemin Geçit
KAC	: Kuzey Alt Cebi
KUC	: Kuzey Üst Cebi
PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
RD	: Ray Devreleri
SCADA	: Denetleyici Gözetim ve Veri Toplama
SCL	: Structed Control Language
SIL	: Güvenlik Bütünlüğü Seviyesi
T	: Takip Edilmeyen Sinyal.
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TKM	: Trafik Kumanda Merkezi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UDSP	: Ulusal Demiryolu Sinyalizasyon Projesi
ZS	: Zamanlama ve Sayma

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1	: Saha ekipman listesi	25
Çizelge 5.2	: Güzergah listesi	27
Çizelge 5.3	: Tanzim akış diyagramı olaylar ve durumların anlamları	32
Çizelge 5.4	: Makas komut sırası diyagramı durumlar ve olayların anlamları.....	37
Çizelge 5.5	: Dörtlü tren takip bloğu tasarım aşamaları	41
Çizelge 5.6	: Dörtlü tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları	42
Çizelge 5.7	: Üçlü tren takip bloğu tasarım aşamaları	47
Çizelge 5.8	: Üçlü tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.....	48
Çizelge 5.9	: İkili tren takip bloğu tasarım aşamaları	50
Çizelge 5.10	: İkili tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları	50
Çizelge 5.11	: Makas bloğu akış diyagramı durum ve olayların anlamları	53
Çizelge 6.1	: Ray devresi renkleri ve anlamları.....	58

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Demiryolu sinyalizasyonu.....	3
Şekil 2.2 : Sinyalizasyon sistemi blok diyagramı.....	4
Şekil 2.3 : Trafik kumanda merkezi	5
Şekil 2.4 : Makaslı bir demiryolu bölgesi.....	6
Şekil 2.5 : Hemzemin geçitli bir yol.....	7
Şekil 2.6 : Üçlü yüksek renkli sinyal lambası	8
Şekil 3.1 : Sabit blok sistemi	10
Şekil 3.2 : Basit bir ray devresi.....	11
Şekil 3.3 : Aks sayıcıli sistem teker algılayıcısı	11
Şekil 3.4 : Trenler ve bilgisayarlar arasındaki radyo bağlantısının gösterimi	12
Şekil 3.5 : Balis cihazı	12
Şekil 4.1 : ZS otomat diyagramı	17
Şekil 5.1 : Mithatpaşa istasyonunun genel görünümü	24
Şekil 5.2 : Tanzim bloğu akış diyagramı	35
Şekil 5.3 : Makas komut sırası akış diyagramı	39
Şekil 5.4 : Dörtlü ray devresi tren takip akış diyagramı	44
Şekil 5.5 : Üçlü ray devresi tren takip akış diyagramı.....	49
Şekil 5.6 : İkili ray devresi tren takip akış diyagramı.....	52
Şekil 5.7 : Makas bloğu akış diyagramı	54
Şekil 5.8 : Makas CFC blok görünümü	56
Şekil 6.1 : Anlaşman yazılımı program yapısı.....	57
Şekil 6.2 : SCADA ekran görüntüsü	59
Şekil 6.3 : SCADA ekran görüntüsü	60
Şekil 6.4 : SCADA kontrol arayüzleri	61
Şekil 6.5 : Uygulama sahası maketi.....	62
Şekil 6.6 : Giriş – çıkış modülleri ve arayüz devreleri	63
Şekil 6.7 : Maket saha uygulama topolojisi.....	64

DEMİRYOLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNİN OTOMAT YAKLAŞIMI İLE ANKLAŞMAN TASARIMI VE UYGULAMASI

ÖZET

Tarihin eski ulaşım sistemlerinden olan raylı ulaşım sistemleri, bu günde hala toplumların ulaşım işlerinin çözümünde önemli roller üstlenmektedir. Uzun mesafe demiryolları, kısa mesafe metro ve tramvay gibi yüksek taşıma kapasitelerine sahip raylı sistemler; özellikle elektrik enerjisini kullanmalarından kaynaklı hem daha ekonomik hemde çevreci olarak ulaşım hizmetleri vermektedir. Özellikle yeraltı ulaşım sistemleri büyük şehirlerin trafik sıkıntısı için vazgeçilmez bir hizmettir. Dünya nüfusunun hızla artması sonucu raylı ulaşım ve taşımacılık gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Nüfus artışı sonucu tren sefer sayısı arttırılmakta buna bağlı olarak tren trafiği büyümektedir. Demiryolu ulaşımının ilk yıllarında tren hareketleri önceden belirlenmiş noktalarda bulunan demiryolu bekçileri tarafından sağlanmaktaydı. Tren trafiğinin artması ile birlikte insani hatalar ve mekanik arızalardan kaynaklanan kazalar meydana gelmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle renkli sinyal lambalarıyla ve uzaktan makas konumlandırımlarıyla tren trafiği yönlendirilerek sinyalizasyon sistemleri oluşturulmuştur. Bu çalışmamda ele aldığım raylı ulaşım için sinyalizasyon sistemleri, günümüzde emniyet ve işletme gerekliliği için raylı sistemlerin kalbi durumundadır.

Bölüm 1’de tezin amacı olarak demiryolu ulaşımının emniyetli bir şekilde sağlanması için PLC tabanlı uygun yazılım ve donanımın farklı bir bakış açısı ile ele alınarak oluşturulacak olan sinyalizasyon sisteminden bahsedilmiştir.

Bölüm 2’ de raylı ulaşımında sinyalizasyonun tanımı, önemi ve sistem bileşenlerinden bahsedilmiştir. Demiryolu trafiğinden sorumlu olan trafik kumanda merkezinden ve demiryolu anlaşılan sisteminin tanımı, önemi, nasıl oluştuğu ve alt bileşenleri olan ray devreleri, makaslar, renkli sinyal lambaları, yanar söner ışıklar ve geçit bariyeri genel olarak anlatılmıştır.

Bölüm 3’te raylı ulaşım sistemlerinde trafiğin genel işleyişini düzenlemek ve hat kapasitesini arttırmak için tren işletimi ve blok yapıları anlatılmıştır. Sabit blok ve hareketli bloklar anlatılmış olup, aralarındaki farklardan bahsedilmiştir.

Bölüm 4’te normal standart otomat gösteriminde zamanlama ve sayma kavramlarını ifade etmek güç olduğundan PLC’de bulunan zamanlama ve sayma bloklarının kullanılmasını sağlayan ZS otomat modeli teorisi ile anlatılmıştır. ZS otomat modeline göre PLC’ye uygun tanzim akışı modellemesi anlatılmıştır. Kilitlemelerin tanımı yapıp tanzim kilitlemeleri, sinyal lambası kilitlemeleri, makas kilitlemeleri ve geçit bariyeri kilitlemeleri ne şekilde kitleme yapacağından bahsedilmiştir.

Bölüm 5’te uygulama yapılacak Mithatpaşa istasyonun tanıtımı yapıp, sahadaki ekipman kodlarının anlamları ve güzergah yollarıyla beraber liste şeklinde verilmiştir. Saha cihazları ray devresi, makas, sinyal lambası ve geçit bariyerinin sinyal durumları ve sinyal arızaları anlatılmıştır. Saha cihazları sinyal durumları ve

kilitlemelerine göre akış diyagramları oluşturulmuştur. Bu akış diyagramlarına göre bloklar oluşturulup programlanmıştır.

Bölüm 6'da Mithatpaşa istasyonuna ait saha ve simülasyon uygulaması Bölüm 5'te elde edilen temel fonksiyon bloklarına göre yazılım tasarımı yapılmış ve maket saha uygulamasında test edilmiştir. Bu bölümde SCADA ve maket sahadaki test edilme süreci anlatılmış ve görüntüleri verilmiştir. Yazılım simülasyonu saha ortamındaki şartların aynısını oluşturacak şekilde tasarımı yapılmıştır. SCADA ortamında gösterilen demiryolu sinyalizasyondaki ray devresi renk durumları ve anlamları Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Bölüm 7'de yapılan sistem değerlendirilmiş ve yerli sinyalizasyon ihtiyacından bahsedilmiştir. Değerlendirme yazılım ve anlaşılan donanımı olarak ele alınmıştır.

Yazılım akış temeli ZS otomat yaklaşımı ile tasarlanabildiği ve yazılımın sezgisel olamayacağı, kesin hüküm içeren ve teorik bir temele dayanması gerektiğinden bahsetmektedir. Anlaşılan sisteminin donanımsal olarak değerlendirilmesinde sahada bulunan elektronik cihazların sıcak yedekli olarak yani kesintisiz olarak çalışması gerektiğinden ve en az yazılım kadar haberleşmenin de önemi anlatılmıştır.

Raylı ulaşım sistemleri artan nüfus ile gün geçtikçe önemi ve gerekliliği artmaktadır. Bu sistemlerin mühendislik ve kurulum hizmetlerinin yurtdışından temin edilmesi sebebi ile maliyetlerinin yüksek olduğu anlatılmıştır.

DESIGN AND APPLICATION OF RAILWAY SIGNALING INTERLOCKING SYSTEMS WITH DISCRETE EVENT APPROACH

SUMMARY

Railway transport systems have been very useful for people for ages. Today needs for railway transport is also as important as in the history. We could easily say that it will demand people's interest in the future too. So it is clear that railway transport systems have better advantages compared to other transport options.

Especially electrical energy is used for trains. That is why it is economic for use. The long railway transport systems are efficient for heavy load transportation and subway transportation is efficient for traffic solutions for urban areas. These advantages of railway systems increase the necessity of using railway transport.

Railway systems have needs for themselves. The major need is safety transportation. For safety, trains that are using same lines must not come into collision with each other. Therefore, there should be rules for train operations. These rules must be controlled by some systems, which organize train operations. In the past, some people are assigned for this duty. However, assigning the control duty to human is not safety enough for many operations. Therefore, people had to find solutions that are more efficient for the subjects. In addition, the railway load in the world is much bigger than before. That is why systems with signal based are developed. We generally call signal-based systems for railways as signalization. Railway signalization has interlocking systems that prevent unwanted situations. These interlocking systems have made railway transportation more safe, efficient and economic than before.

This thesis briefly defines the railway signalization design issues for safety interlocking and introduces the structural differences between systems that are currently being used in the world.

In Chapter 1, safety signalization based railway transport systems are given as the propose of the thesis and expanded around the main subject. To improve the railway transportation reliable PLC (Programmable Logic Controller) based structures and discrete event approach for software design are explained. Literature of the subject is examined and given in the chapter. Also told about the national and international sources. The CENELEC (European Committee for Electro Technical Standardization) railway-related standarts are given for reliable signalization systems. According to do EN 50128 SIL3 (Safety Integrity Level) discrete event approach such automat and Petri nets are insistenty wanted for reliable software generation design.

In Chapter 2, the need and the advantages of the moderns signalization systems are briefly defined the main goal of the signalization is examined. The systems components are introduce. These components are traffic command center, interlocking systems, track circuits, switches, color signal lights and railroad

crossing. This equipment for signalization have categorized according to their types and what they are used for. Topology of a general signal system has given with a diagram and told about the general system structure.

Railway traffic is managed from Traffic Command Center (TCC). Reserving routes and monitors all the railway traffic from the screens are done by TCC. Interlocking system is the decision mechanism that controls the safety operation. Color signal lights are controlled to give information to machinist about restrictions or situations of routes. Track circuits are simple electrical devices that are used to detected trains on railways. Trains on railways can only move from one track to another by switches installed at certain places.

In Chapter 3, train operation and block designs are given. In railway systems to improve operation and the capacity, block designs are prepared. Blocks define the train watching to know the train positions. The static and dynamic block types are given.

The static block structure has been made from track circuits or axle counters. Track circuits components are rail, power source, relay and siemens of the vehicle. Occupation of the block is sensed by electrical current. Axle counters are hall-effect sensors that can sense wheel pairs and calculates the occupation by adding and subtracting wheels going towards the block or outside the block. The dynamic block structure is designed with radio wave technology so the exact position of the vehicle can be watched anytime. Reliability and operating performances or the structures are discussed in the chapter.

In Chapter 4, automat diagrams that are a type of discrete event approach are explained. The theory of the time-count automat model is expressed. Application of the theory for PLC (Programmable Logic Controller) based structures are defined. Step by step logical expressions turning in the program cycle is given with discrete states and relations between states which are called events are given. Suitable modelling route arrangement for vehicles according to the theory is expressed.

Signal interlocking of route arrangement, switches, color signaling lights and railroad crossing are defined and traffic command center demands from interlock systems are evaluated. Interlocking is defined as control decision in signalization systems. Through the control interlocking system, track circuits, switches, color signal lights round trip interface information is controlled.

In Chapter 5, application of the theory is designed. Application field which is Mithatpaşa station where is in Turkey is introduced. Field equipments, route lists are given as tables. Signal numbers of equipments are given as inputs and outputs. Signal states have been explained according to do device types and electromechanical properties of equipments are expressed. Signal fault and monitoring issues are defined and given special for the equipment. The program block diagrams for route arrangement, switch command sequences, train follow algorithms, switch control are designed. Equalities are obtained according to do the diagrams.

Route arrangement diagram is obtained according to do procedure UDSP (National Railway Signaling Project) which is designed by TÜBİTAK (Turkey Scientific and Technological Search Foundation). State and event lists are given.

Switch command sequences for route preparing is expressed. This diagram is designed for the maximum switches that are controlled by the route arrangement.

Train watching procedure is designed by separate models, which are changing according to do static block number that the route arrangements have to watch. The technique to obtain the states and the events of these diagram types are designed by examining natural movements of vehicles.

Switch equipment state and event diagram is designed according to do electromechanical properties. Signal fault and monitoring problems is expressed in the automat diagram. The function blocks that will be generated according to do equality of the switch device is given as input and outputs. Field and program interface of the function block structure is shown.

In Chapter 6, program complete structure is completed. PLC program topology is given. Function blocks contain field signal simulation futures are used to test the program without the needs of field. Traffic command center HMI (Human Machine Interface) is designed and screen-shots are given. The using and properties of SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) program, which is made for traffic command center, are expressed. The help of internal simulation program finishes whole program testing.

In the SCADA program, the meanings of the rail colours, which are about occupation, normal state, demanded state and preparing state are given, and SCADA main pictures are added.

The macquette for hardware simulation, which is designed according to do real field of the project was replaced in the industrial automation laboratory in İ.T.Ü (İstanbul Technical University), is used to test the program about this thesis. Communications of these interfaces have been made before this test. Macquette picture is given in the chapter. This second hardware simulation is used to obtain to see the real performance of the program designed according to do theory.

Communication to the field is done by different protocols. Therefore, some other processors were needed and had to be adjusted. User manuals for electronic devices were needed to complete the communication. Hardwired signal states were analyzed to obtain necessary filters especially for track circuits.

Chapter 7 is the final chapter that includes the results and thoughts about the thesis. About the signalization software criterions, it is obviously seen that discrete event approach is suitable for railway interlocking. A software flow sequence, which is designed by time sequence automat approach, has absolute decision that is important for safety.

Software and hardware selection issues for railway signalization systems were explained. For hardware criterias, hot redundant system structure for whole communication and computer-based equipment is intensely required. For software criterias, more than one totally different algorithms and compilers must be used for runtime safety interlocking and decision execute. These criterias are very important to realize railway signalization projects.

In conclusion, railway signalization engineering will be more important in the future because of railway systems is very necessary for transportation and railways signalization is the hard of railway operations.

1. GİRİŞ

Günümüzde hem uzun mesafe hem de kısa mesafe yolcu ve yük taşımada oldukça avantajlı görülen raylı ulaşım sistemlerine gereksinim her geçen gün artmaktadır. Bu ihtiyaç gün geçtikçe yeni projelerin hayata geçmesini sağlamaktadır. Aynı raylarda farklı yönlerde ve sayıda taşıt geçebileceği düşünüldüğünde sinyalizasyon sisteminin önemi net bir şekilde görülmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, sinyalizasyon sistemlerinde uygulanabilir yazılım ve donanım kriterlerinin belirlenmesine farklı bakış açıları getirmektir. Sistem güvenliğini en üst seviyede tutulması amaçlanan sinyalizasyon sistemlerinde, PLC tabanlı bir kontrolör ve sistematik yazılım teknikleri ile daha önce maket model olarak hazırlanmış sinyalizasyon sahasında uygulanabilirliğinin gösterilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Raylı ulaşım sistemleri hızla artan dünya nüfusu ile birlikte büyük önem kazanmaktadır. Dünyanın önde gelen ülkeleri her yıl demiryolu sistemlerine yaptıkları yatırımları arttırmaktadırlar. Ülkemizde de demiryolu sistemlerine yapılan yatırımlar hız kazanmıştır. Bu nedenle demiryolu ulaşımı üzerinde yapılan akademik çalışmalarda gün geçtikçe büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmaların bir bölümünü demiryolu sinyalizasyon sistemleri oluşturmaktadır. Demiryolu sinyalizasyonu ile ilgili öne çıkan çalışmalar ve kaynaklar bu tezin oluşmasına ışık tutmuştur.

Bu tezde uygulaması yapılan Mithatpaşa istasyonunun saha bilgisi ve anketler tablosu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) (2011) “Ulusal Demiryolu Sinyalizasyon Projesi (UDSP)” nin dökümanlarından temin edilmiştir.

Demiryolu sinyalizasyonun genel tasarım kriterleri ve sistem bileşenlerinin araştırılması amacıyla [1], [4], [5] ve [8]'de ki makalelerin incelenmesi, bu tezin oluşturulmasına ışık tutmuştur. Bununla birlikte, bu tezde yapılan demiryolu sinyalizasyonunun PLC ile anlaşman yazılım tasarımında, [12]'de "Ayrık Olaylı Sistemler"ın kontrolü için verilmiş olan modelleme ve gerçekleştirme yöntemi kullanılmıştır. Demiryolu sinyalizasyonun anlamı ve öneminin anlatıldığı [2]'de "Demiryolu Sinyalizasyon ve Yeni Teknikler" makalesinden genel bilgi ve konu bütünlüğünü kavramak amaçlı incelenmiştir. Ayrıca, [10]'da T.C. MEB MEGEP'e ait "Raylı Sistemler Teknolojisi İnterlocking ve Blok Sistemleri" adlı eğitim dökümanında basit raylı sistem sinyal kitlemeleri hakkında bilgi verilmektedir. Söz konusu doküman, bu konun temel tasarım kıstasları ile ilgili bilgiler içermektedir.

Günümüzde demiryolu sinyalizasyon sistemleri emniyet amacıyla belirli standartlar çerçevesinde yapılmaktadır. Ülkemizde yapılan demiryolu çalışmaları genel olarak Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesine (CENELEC) bağlı olarak yapılmaktadır. Özellikle yeraltı metro sistemleri CENELEC standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu standartlar, EN 50126 (güvenilirlik özellik tanımları, bakım uygulamaları ve güvenlik), EN 50128 (haberleşme, sinyal taşıma ve işleme süreçleri, raylı sistem kontrolü için yazılım uygulamaları) ve EN 50129 (güvenli donanım bileşenleri) standartlarından oluşmaktadır. EN 50128'de, SIL3 (Güvenlik Bütünlüğü Seviyesi 3) emniyetli yazılım oluşturulmasında otomat veya Petri ağlarının kullanılması özellikle istenmektedir.

Yazılım için ürettiğimiz trafik kumanda merkezi ekran görüntülerinin ve operatör kullanım arayüzünün tasarımına, yabancı bir özel şirket tarafından İstanbul metrosunda CENELEC standartlarında uygulaması gerçekleştirilen sistem için kullanılan kriterler kaynak oluşturmuştur.

2. RAYLI ULAŞIMDA SİNYALİZASYON

2.1 Amaç

Raylı ulaşımında araçların emniyetli bir şekilde seyri için güvenilir sinyalizasyon ve anlaşılan sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [1].

Bu bölümde sinyalizasyonun amacı, hedefleri ve demiryolu sinyalizasyon sistemi bileşenleri anlatılmaktadır.

2.2 Demiryolu Sinyalizasyonu

Demiryolu sinyalizasyonu trenlerin güvenli bir şekilde seyretmelerini ve demiryolunun az masrafla yüksek kapasitede kullanılmasını, yani en verimli şekilde çalıştırılmasını sağlamak için yapılan çalışmalardır [2].

Karayolu taşımacılığında yaşanan sorunların hafifletilmesi için raylı toplu taşıma sistemlerine yapılan yatırımlar giderek artmaktadır. Bununla birlikte raylı sistemlerde, istasyona gelecek iki tren arasındaki dakikalar hatta saniyeler kadar farklar önem kazanmaktadır [3]. Bu nedenle raylı ulaşımında sinyalizasyon gün geçtikçe nüfus artışına bağlı olarak büyük önem kazanmaktadır. Şekil 2.1’de demiryolu sinyalizasyonu verilmektedir.



Şekil 2.1 : Demiryolu sinyalizasyonu.

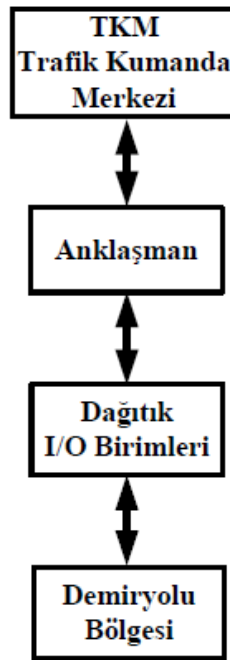
Sinyalizasyonun esas amacı demiryolunda tren karşılaşmalarını göz önüne alarak trafiği düzgün ve ekonomik bir şekilde yönetmektir. Bu şekilde yönetilmesiyle sinyalizasyon birçok faydalar sağlar [2].

- Yol kapasitesi artar,
- Personel tasarrufu olur,
- Emniyet artar,
- Zaman kısılır,
- İşletme kolaylaşır [2].

2.3 Demiryolu Sinyalizasyon Sistem Bileşenleri

2.3.1 Trafik kumanda merkezi (TKM)

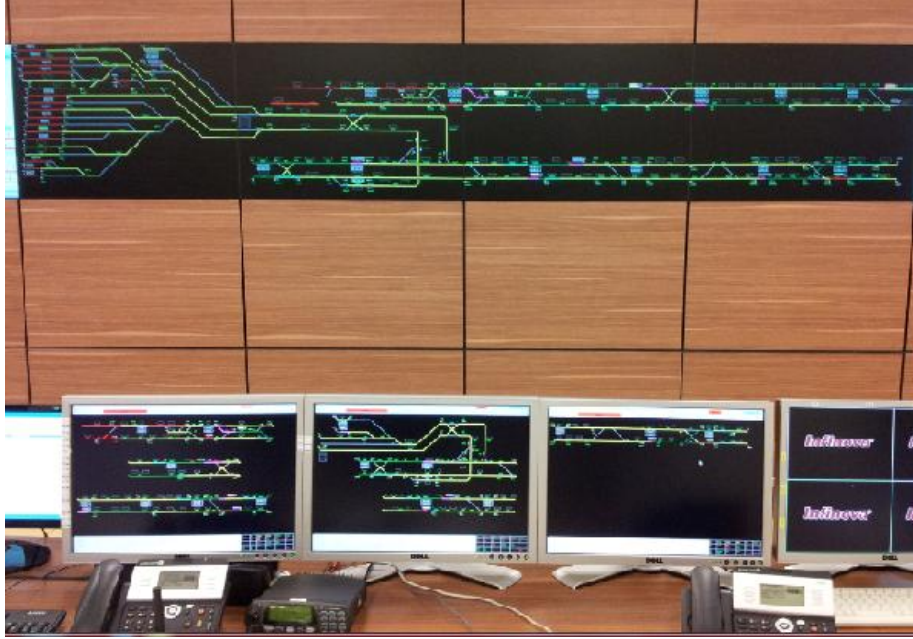
Trafiğin tek bir merkezden kontrol edildiği sistemlerde TKM kendi yetkisi altında bulunan tüm demiryolu trafiğinden sorumlu olan birimdir. Çalışma yapısı Şekil 2.2’de verilmektedir.



Şekil 2.2 : Sinyalizasyon sistemi blok diyagramı.

Dispeçer tarafından yapılan güzergah tanzim talebi anlaşman yazılımı tarafından kabul edildikten sonra bu kabul bilgisi TKM’ye bildirilmektedir. TKM’den gelen

onaydan sonra güzergah tanzimi ile ilgili komutlar sahaya gönderilmekte ve elektronik olarak kilitlenmektedir. Tren kendisi için tanzim edilen güzergahta ilerledikçe geçmiş olduğu ray devreleri serbest hale gelmekte ve bir sonraki tanzim için uygun hale gelmektedir [4]. Şekil 2.3'te metro trafik kumanda merkezi gösterilmektedir.



Şekil 2.3 : Trafik kumanda merkezi.

2.3.2 Anlaşman sistemi

Dispeçer olarak adlandırılan kullanıcının uygun isteklerine ve kontrol ettiği demiryolu bölgesinden aldığı sensör bilgilerine göre trenlerin güvenli bir şekilde istenilen güzergahta hareketini sağlayacak ayarlamaları (güzergah tanzimi, makas konumlarının ayarlanması, uygun sinyal bildirimlerinin verilmesi) yapan kontrol sistemi olarak tanımlanmaktadır [5]. Anlaşman sistemi şu temel prensipler üzerine kurulmalıdır.

- Yapılacak sinyalizasyon sistemi trenlerin bir bölgede aynı zamanda bulunmalarına izin vermemelidir.
- Anlaşman sistemi, bir trenin kendisine ayrılan yolda hareketine geçiş izni verebilmesi için, yoldaki makas ve diğer donanım bileşenlerinin uygun pozisyona alınmış olması gerekmektedir.

- Rota tanzim edilmesiyle birlikte trenin o rota üzerindeki hareketine izin verecek şekilde sinyalizasyonun ve makas konumlarının ayarlanmış olması ve bu rotanın kilitlenerek ikinci bir rezervasyonu yasaklanması gerekmektedir [1].

Mithatpaşa istasyonuna ait anlaşıman tablosu EK A' da verilmektedir. Anlaşıman sistemi güzergahtaki trenlerin hareketini sağlamak için bazı sistemleri kontrol etmektedir. Bu sistemler şu şekildedir.

2.3.2.1 Ray devreleri (RD)

Demiryollarında trenlerin konumlarını belirlemek amacı ile kullanılan basit elektronik elemanlardır. Türkiye'de bulunan demiryollarında AC veya DC ray devreleri kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde ray devreleri yerine aks sayıcı devrelerde kullanılmaktadır. Ray devreleri anlaşıman yazılımına ve TKM'ye trenlerin konum bilgilerini iletmektedir [6], [7].

2.3.2.2 Makaslar

Makaslar, trenlerin yön değiştirerek istenilen yöne gitmesini sağlar. Her makasın normal ve sapan olmak üzere iki konumu bulunmaktadır. Trenin makas üzerinden yön değiştirmeden gittiği yön normal konum, yön değiştirerek gittiği konum ise sapan konum olarak adlandırılır. Motorlu ve dedektörlü olmak üzere iki çeşitleri vardır. Motorlu makaslar kumanda merkezinden kontrol edilebilmektedir ve makasın hangi konumda olduğu görülebilmektedir. Dedektörlü makasların ise sadece konumu görülebilmektedir [8]. Şekil 2.4'te makaslı bir demiryolu bölgesi görülmektedir.



Şekil 2.4 : Makaslı bir demiryolu bölgesi.

2.3.2.3 Yanar söner ışıklar ve geçit bariyeri

Hemzemin geçitlerde karayolunda bulunan araçlara trenin yaklaştığı hakkında bilgi vererek karayolu trafiğini engellemek (bariyer kapalı) veya izin vermek (bariyer açık) amacı ile kullanılmaktadır [9], [6]. Şekil 2.5'te hemzemin geçitli bir yol görülmektedir.



Şekil 2.5 : Hemzemin geçitli bir yol.

Hemzemin geçitler sinyalizasyon sistemi ile tümleşik olarak çalışması gerekmektedir. Sinyalizasyon sisteminin geçitli bir bölgede, tren geçiş hazırlıkları başladığı takdirde geçişin başlaması için hemzemin geçitlerin güvenli bir şekilde kapanıp kapanmadığı denetlenir. Karayolu ulaşımının aksamaması için geçişi tamamlanmış geçit bölgelerinde geçitler otomatik olarak açılır. Tren yaklaşımadan önce başlatılan geçiş hazırlıkları tren yaklaşıma kadar geçit kapatılması ertelenebilir. Uzun mesafeli demiryollarında yerel olarak bir sinyalizasyon sistemi yok ise geçit açılma ve kapanma otomatik denetimleri ray devreleri ile röle tertibatlı kilitleme kumanda tertibatları ile gerçekleştirilebilir.

2.3.2.4 Renkli sinyal lambaları

Demiryollarında tren hareket yönünün sağ tarafında kalan makinistlere önlerinde bulunan ray bölgesinin meşguliyeti ve ilerleyebilecekleri hız limitleri hakkında bilgi veren ışık sistemidir [5]. Trene bir güzergah kurulmamış ve bir sonraki ray devresi

meşgul durumdaysa sinyaller kırmızı renk bildirimi verirler [8]. Demiryolu lamba sinyalleri dörtlü yüksek, üçlü yüksek, üçlü cüce olmak üzere üç çeşittir. Renkli sinyal lambalarının renkleri ve anlamları EK B’de verilmektedir. Şekil 2.6’da üçlü yüksek sinyal lambası görülmektedir.



Şekil 2.6 : Üçlü yüksek renkli sinyal lambası.

3. TREN İŞLETİMİ VE BLOK YAPILARI

3.1 Amaç

Raylı ulaşım sistemlerinde trafiğin genel işleyişini düzenlemek ve hat kapasitesini arttırmak için blok yapıları düzenlenmiştir.

Bu bölümde çeşitli blok yapıları anlatılacak ve blok yapılarının işleyişinden bahsedilerek karşılaştırmaları yapılacaktır.

3.2 Blok Çeşitleri

Aynı yönde veya zıt yönde çalışan demiryolu taşıtlarının emniyetli, doğru, hızlı işlemesi için hattın boş olması veya trenler arasında belli bir mesafenin korunması gerekir. Bu amaçla zaman aralıklı ve mesafe aralıklı sistemler oluşturulmuştur. Zaman aralıklı sistemlerde trenler arasında sabit bir zaman vardır. Bir önceden giden tren varacağı istasyona varmasına rağmen belli zamanı gelince arkadaki tren gönderilir. Dolayısıyla güvenirliliği düşürür [10].

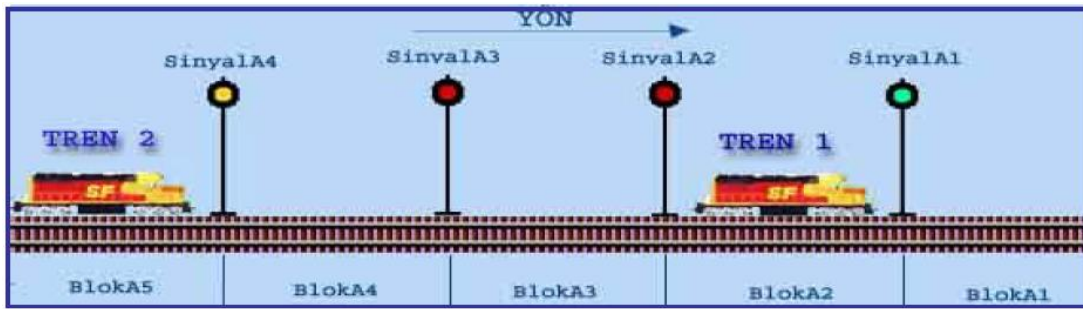
Mesafe aralıklı sistemlerde, belirli aralıklı komşu iki istasyon arasında bloklar oluşturulmuştur [10]. Blok sistemlerinin amacı yol kapasitesini arttırmak, yol da muhtemel tren çarpışmalarını önlemek ve gecikmeleri en az seviyeye indirmektir [2]. Blok sistemleri sabit ve hareketli blok olmak üzere iki çeşittir.

3.2.1 Sabit blok sistemi

Demiryolu hatları coğrafi konumu ve tren trafiği akışının güvenli sağlanması için bloklara bölünmüştür. Trenlerin bloklarda olup olmadığını anlamamızı sağlayan sistemler ray devreleridir. Sabit bloklu yapılarda ray devrelerinin güvenli duruş durumlarına uygun sabit bölgelerden oluştuğu düşünülür.

Sabit bloklu sistemlerin blok adetleri ve mesafe tasarımı başta ulaşım güvenliği olmak üzere demiryolu sahasının uzunluğu, yapısı ve işletme kolaylığını arttıracak şekilde sabit bloklu sistemler tasarlanır. Bu sistemlerin işletimi şu şekildedir;

- Her bir blokta sadece ve sadece bir taşıtın olma ihtimali vardır.
- Trenlerin bloklara girip çıktığı raylara döşenmiş elektrik akımı ve röle tertibatı ile algılanır.
- Blokların ne kadar mesafeyi kapsayacağı bölgedeki trafik yoğunluğuna ve manevra gereksinimine bağlıdır.
- Taşıtlar hareketten önce kumanda merkezinden güzergah talep ederler. Kumanda merkezinin sinyal sisteminden talebi ile taşıtın bir bloktan başka bir bloğa seyir etmesi için ilgili tanzim düzeneği hazırlanır.
- Güvenliği oldukça yüksek bir sistemdir. Fakat blok yapılarının büyük olması sebebi ile biraz ağır işletmeye sebebiyet verebilir.



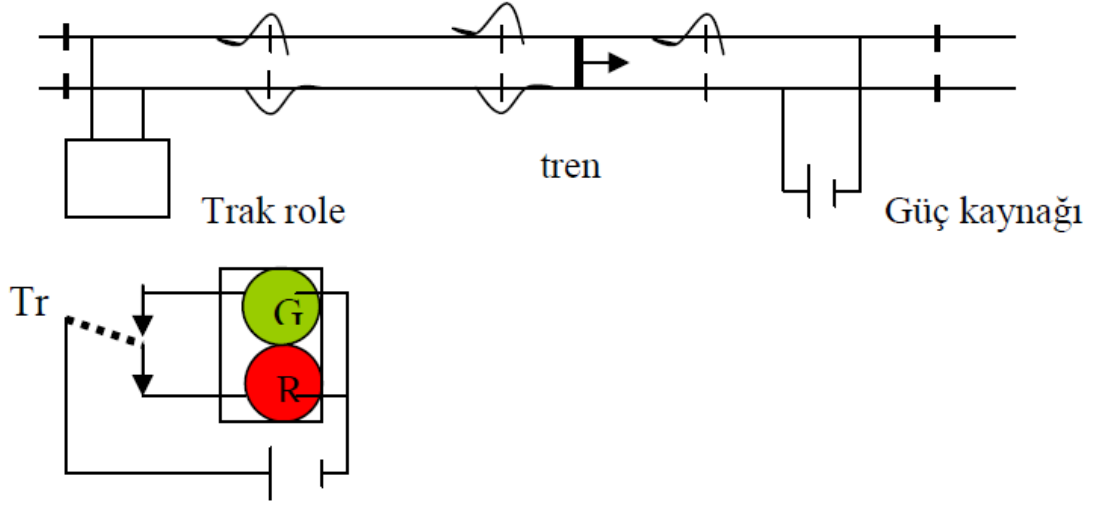
Şekil 3.1 : Sabit blok sistemi.

Sabit bloklu sistemlerde tren konumunu belirlemek için ray devreleri ve aks sayıcıli sistemler kullanılmaktadır.

3.2.1.1 Ray devreleri

Trenin mili tarafından rayların kısa devre edilmesi sonucu trenin varlığını ortaya çıkaran, kapalı elektriksel bir devre olup direk veya dolaylı olarak sinyaller, makaslar ve kilitleme sistemleri vasıtası ile trenlerin emniyetli olarak ilerleyişini sağlar.

Normalde yeşil yanan lamba trenin bloğa girmesiyle ray devresini kısa devre etmesi sonucunda rölenin uçlarındaki gerilim sıfıra yaklaşır. Yol (track) rölesi kontakları durum değiştirir. Kontakların durum değiştirmesi ile birlikte buna bağlı olan sinyal lambası kırmızı yanar. Ray devreleri DC ve AC olmak üzere iki çeşittir [11].



Şekil 3.2 : Basit bir ray devresi

3.2.1.2 Aks sayıcı sistemler

Ray bölgesine giren çıkan aksları sayarak trenin bölgede olup olmadığını anlayan sistemdir. Eğer bölgeye giren aks sayısı çıkan aks sayısına eşit değilse, hatada güvenli mantıkla bölgede tren var kabul edilir.

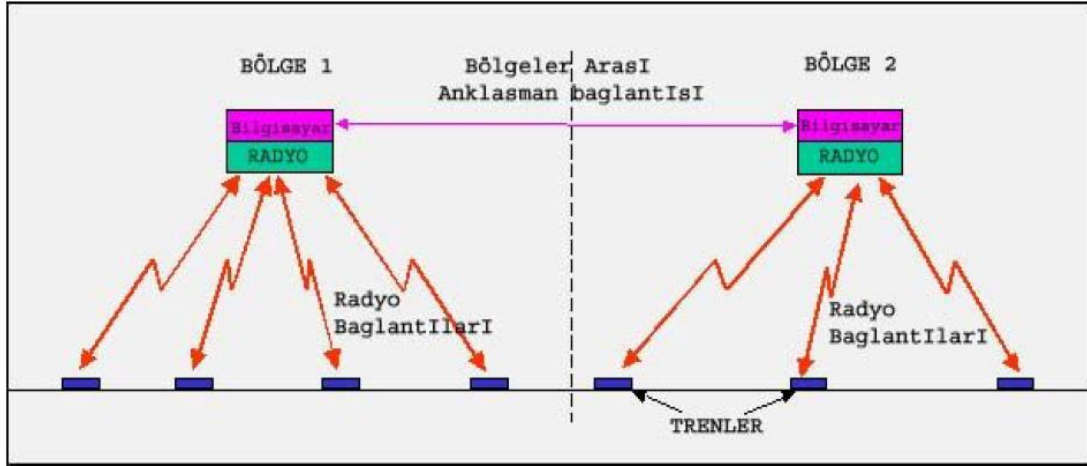
Aks sayıcı bölgesine giriş yapan aynı dingildeki tekerler aks sayıcı denetleyicisine meşguliyet meydana getirir. Bölge çıkışında bu meşguliyetin kalkabilmesi için giriş bölgesine eşit sayıda dingil sayılmalıdır. Çıkış bölgesi aynı zamanda başka bir bloğun giriş bölgesi olarak kullanılabilir. Şekil 3.3’de örnek bir aks sayıcı teker algılayıcısı gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Aks sayıcı sistem teker algılayıcısı.

3.2.2 Hareketli blok sistemi

Hareketli blok sistemlerinde hat alan ve bölgelere bölünmüştür. Her bir alan bilgisayarın ve kendi radyo vericisinin kontrolü altındadır [10].



Şekil 3.4 : Trenler ve bilgisayarlar arasındaki radyo bağlantısının gösterimi.

Tren özelliğini, yerini, yönünü ve hızını alan bilgisayarına bildirir. Bilgisayar aldığı trenin bilgilerinin emniyet uzaklığını ölçer ve takip eden trene bildirir. Trenler arasında ve alan bilgisayarları arasında ki radyo bağlantıları sürekli. Radyo bağlantıları her trenin yerini önündeki trene bildirir ve ona yetişmeden önceki durabileceği durdurma çizelgesini verir. Herhangi bir şekilde radyo bildirimi kaybolursa en son bilgi tutularak takip eden tren öndekine yetişmeden tren durdurulur [10]. Hareketli blok sistemlerinde trenlerin hesaplanan pozisyonlarını gerçek pozisyonlarına senkronlamaya yarayan cihaza balis denir. Şekil 3.5'te balis cihazı gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : Balis cihazı.

Hareketli bloklu sistemlerde genel amaç sabit bloklu yapılardan kaynaklanan gecikmeleri azaltmak içindir. Metro ve tramvay gibi kısa mesafeli ama çok duraklı ve sürekli işletmeli yapıların ihtiyaçlarını karşılar. Güvenirliği genelde sabit bloklu yapılara nazaran düşüktür. Bu tip sistemler alt katmanda sabit bloklu bir yapı ile desteklenir.

Günümüz teknolojisinde hareketli blok yapılarına sahip metro sistemlerinde sinyal sistemi aynı zamanda tren kontrol sisteminde gerçekleştirmektedir. Tren sürüş sisteminde entegre olduğu uygulamalarda sinyal lambaları sistemden çıkarılabilir. Tren kontrol sistemi ile işletme kolaylığı amaçlanmıştır. Bu tip sistemlerde araç tanıma modu vardır. Araç tanıma sayesinde araçlar için önceden belirlenmiş rotaları, araçlar otomatik olarak kendi açabilmektedir. Araçlar için belirlenen rotalar reçeteler halinde anlaşılan sisteme yüklenebilmektedir. Bu reçetelerin derlenmesi ve simülasyonu için harici arayüz programları gereklidir. Amaç işletmede öncelikli olarak güvenliğin oluşturulması sağlanır ve sonra daha hızlı işletme gereği ortaya çıkar. Sürekli ulaşım sistemlerinde rötaların engellenmesi ve gecikmelerin kısa zamanda telafi edilmesi için araç otomatik sürücü yazılımları bu ölçüde tasarlanır ve merkezi anlaşılan sisteme ilave edilir. Araç park, depo ve bakım alanları yine sinyalizasyon sistemine entegre edilerek gecikmelerin ve işletme zorluklarının önüne geçmesi tasarlanmıştır. Yine metro gibi kesintisiz ve hızlı işletme yapılan kapalı sahalarda merkezi enerji yönetim sistemleri ve çevresel havalandırma sinyalizasyon sistemi ile irtibatlı haldedir. Bu entegrasyonlar özellikle olası kaza veya afet durumlarında hayati öneme sahiptir.

Elektrikli demiryolu araçlarının enerji tasarrufu konusunda işletme senkronizasyonlarına ihtiyaçları vardır. Araçların biri hızlanırken diğerinin elektriksiz fren ile yavaşlaması kayıp enerji faktörünü azaltır. Otomatik sürücülü araç entegrasyonlu sinyalizasyon sistemlerinde araçların duruş-kalkış zamanlarında ve hızlarında, anlaşılan sistemi önce güvenlik ve işletme koşullarını sağlayabildiği takdirde enerji tasarrufunda da araç işletmesine otomatik olarak yardımcı olması beklenir.

4. DEMİRYOLU SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

4.1 Amaç

Zamanlama ve sayma davranışlarını standart otomat gösteriminde doğrudan ifade edecek bir yapı oluşturmak güçtür. Zamanlama ve Sayma (ZS) Otomat yöntemi ile PLC’de (Programlanabilir Lojik Kontrolör) kullanılan zamanlayıcı ve sayıcı bloklarının doğrudan kullanılması sağlanır.

Bu bölümde ZS Otomat teorisi anlatılacak, PLC’ye uygun tanzim akışı ve kilitlemeler yapılacaktır.

4.2 Zamanlama ve Sayma (ZS) Otomat Modeli

ZS Otomat modeli zamanlama ve sayma yapılarına sahiptir. Zamanlama bilinen bir durumdan başka bir duruma geçilmesi için beklenmesi gereken süredir. Sayma ise belirli bir durumdan başka bir duruma geçmek için bir olayın belirli bir sayıda olmasıdır.

Standart otomat gösterimlerinde sayma davranışının ifadesini elde edebilmek için çok sayıda durum kullanılmasına sebep olabilir. Bu sebep ile Zamanlama ve Sayma otomat teorisinde amaç sayma davranışını çok durumlu yerine az sayıda durum ile ifade etmek olacaktır. Elde edilen sonuçlar ile zamanlama davranışının da ifade edilmesi sağlanacaktır [12].

4.2.1 ZS Otomat teorisi

Yöntem PLC’nin çalışma prensibine uygun olarak zamanda ayırık anlarda işletilen mantıksal fonksiyonlarla ifade edilecektir. Bir mantıksal q değişkenin kurma koşulu S ile, silme koşulu R ile temsil edilsin. $k \in \mathbb{N}$ olmak üzere q değişkenin mevcut değeri $q(k)$, bir sonraki değeri $q(k+1)$ ile gösterilirse:

$$q(k + 1) = S + q(k). \overline{R} \quad (4.1)$$

Mantıksal fonksiyonun q 'yu S ile kurduğu R ile sıfırladığı kolaylıkla gösterilebilir. Burada “+” mantıksal VEYA “.” VE işlemine, $\bar{R}$ ise R 'nin mantıksal değiline karşılık gelmektedir [12].

q_i Durumuna ilişkin kurma koşulunun k adımıdaki mantıksal ifadesi

$$S_i(k) = \sum_{j \in I_{SQ}(i)} q_j(k).e(i,j), \quad e(i,j) = \sum_{n \in I_{T\Sigma}(i,j)} \sigma_n \quad (4.2)$$

ile ifade edilir. $e(i,j)$, q_j durumundan q_i durumuna geçişe neden olan tüm olayların eşdeğerine karşılık gelmektedir.

q_i Durumuna ilişkin silme koşulunun mantıksal ifadesi

$$R_i(k) = \sum_{j \in I_{R\Sigma}(i)} e_j(k) \quad (4.3)$$

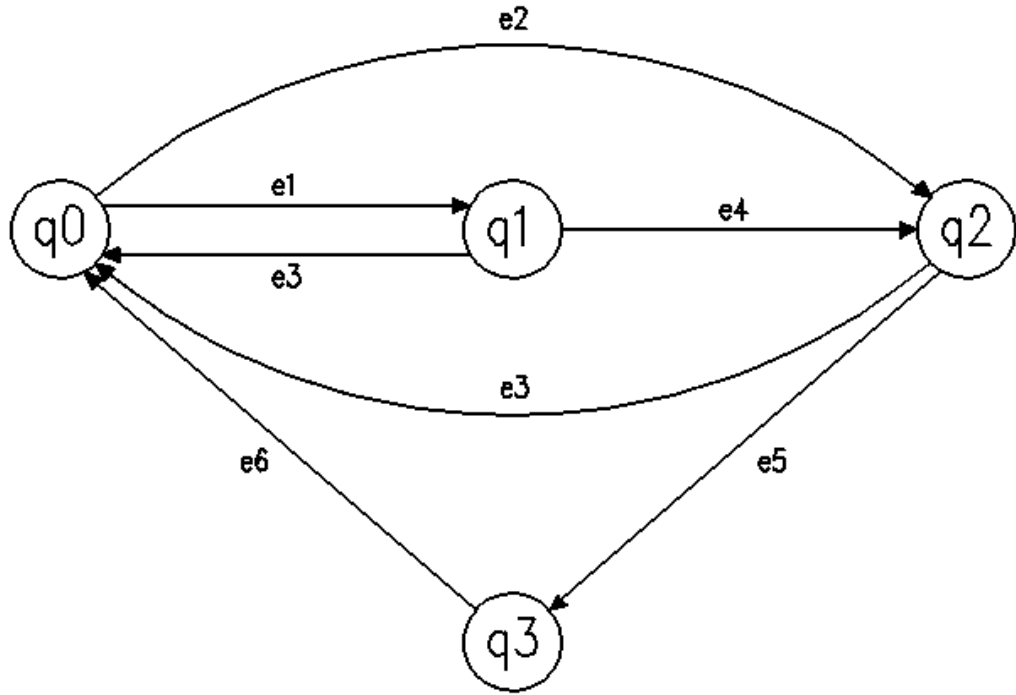
ile verilir. i duruma ilişkin kurma ve silme koşulları verildiğinden, bu duruma ilişkin mantıksal eşitlik Denklem (4.1) ifadesinden faydalanarak şu şekilde elde edilir.

$$q_i(k+1) = S_i(k) + q_i(k).\overline{R_i(k)} \quad (4.4)$$

i_0 ilk durumun indis numarası olmak üzere ilk başlangıç durumu q_0 şu şekilde elde edilir [12].

$$q_0(k+1) = \prod_{i \in I_Q/i_0} \overline{q_i(k)} \quad (4.5)$$

4.2.2 ZS Otomat diyagramı



Şekil 4.1 : ZS otomat diyagramı.

Denklem (4.4) den

$$Q_1 = q_0 \cdot e_1 + q_1 \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_4} \quad (4.6)$$

$$Q_2 = q_0 \cdot e_2 + q_1 \cdot e_4 + q_2 \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_5} \quad (4.7)$$

$$Q_3 = q_2 \cdot e_5 + q_3 \cdot \overline{e_6} \quad (4.8)$$

Elde edilen Q_1, Q_2, Q_3 durum değerleri sırası ile $q_1 = Q_1$, $q_2 = Q_2$, $q_3 = Q_3$ olacak şekilde bellek değerlerine atanır.

Denklem (4.5) den başlangıç durumu genel ifadesi elde edilir.

$$q_0 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_2} \cdot \overline{q_3} \quad (4.9)$$

ZS Otomat teorisi durum (Q) ve bellek (q) olmak üzere iki yapıdan oluşur. Teoride işlemler sıralı olarak gerçekleşir ve aynı anda iki olay meydana gelmemelidir. Durumlar, olaylar ve belleklerden oluşur. Oluşan durumlar daha sonra belleklere

atanır. Belleklere atanan durumlar programın akışına göre durumlarda tekrar işleme girerler. Bu teori kullanılarak yapılan tasarımda başlangıçta $q_1 = 0$, $q_2 = 0$ ve $q_3 = 0$ olduğundan $q_0 = 1$ durumu ile başlanır. Daha sonra oluşan olaylara göre durumlar işlenerek bellekler yeni değerler alırlar. Sistem akışı sıra ile bu şekilde yürütülür.

Durum yapısı anlık durum ve kararlı durumlardan oluşur.

Anlık durum = Getiren1 + Getiren2 + Getiren3 +

Kararlı durum = Kendi durumu x Götüren1 x Götüren2 x Götüren3 x

Anlık durum yeni oluşan olayların girişini sağlarken kararlı durum ise durumda kararlılık sağlar.

4.2.3 PLC'ye uygun tanzim akışının modellenmesi

Kumanda merkezi talepleri kilitlemeler dahilinde değerlendirerek tanzim onay, ret iptal mekanizmaları bir program akışı olarak ilerler. Durumlar birbirinden bağımsız olarak belirlenir. Durumlar arası geçişleri olaylar sağlar. Durum olarak tanzim istekleri işletme sıralı prosedürü akışı olarak modellenir. Olaylar sahadan gelen işaretler olabileceği gibi kumanda merkezi talepleri ve süreye bağlı olaylarda olabilir.

Tren izleme tanzim akışı içinde harici bir akış olarak değerlendirilebilir. Tanzim akış prosedürü tren izleme prosedürünü başlatır ve değerlendirir. Burada olaylar trenin ray devresine girişi ve çıkışı olarak tanımlanır. Durumlar ise bu giriş ve çıkışların tanzime uygunluğuna göre denetlenir.

4.3 Kilitlemeler

Sinyalizasyon sistemlerinde kontrol olarak tanımlanır. Kontrol paneli vasıtası ile ray devresi, makas, sinyal arasındaki bilginin gidiş-dönüş kontrolu yapılır. Herhangi bir tren istasyondan ayrılırken veya istasyona varırken, hat üzerindeki tüm makaslar tanzim olduktan sonra, sinyallerinde uygunluğu tespit edilerek trafik yönü belirlenir ve ilerle işareti verilir. Kitleme ray devresi sinyal-makas ve sinyal-sinyal aralarında bulunur [10].

Bir makas veya ray bölgesine herhangi bir tren girdiğinde, o tren ray bölgesini terk edinceye kadar bölge kilitlenmeli ve bölgede herhangi bir işlem yapılmasına izin

verilmememlidir [3]. Aynı şekilde bir makas çapraz geçiş durumuna alındığında düz geçiş yapmak isteyen trenlere izin verilmemelidir.

Tarife düzenlemeleri, trenlerin en uygun uzunlukları, tren sevkياتının ayarlanması, rtar durumlarının yönetilmesi gibi problemlerin çözümü için şu soruların cevaplanması gerekmektedir [1].

- Hangi ray bölgeleri meşgul veya serbest?
- Sinyalizasyon lambalarının renkleri nedir? (sarı, kırmızı, yeşil)
- Makas bölgelerinin konumları ve rezervasyon bilgileri nelerdir? [13].

4.3.1 Tanzim kilitlemeleri

Tanzim, ray blokları arasında demiryolu araçlarının hareket edebileceğini bildiren bellek değişkeni olarak tanımlanmaktadır [5]. Tanzim talapleri, TKM'ye ve sahadan gelen verilerin (ray devreleri, sinyal lambaları, makaslar) durumlarına bağlı olarak değerlendirilir. Bu koşullar altında tanzim onay ya da tanzim ret kararı anklășman tablosu doğrultusunda kilitlemeler yapılarak verilir. Tanzim talebi yapılabilir bir rotadan tanzim talebi yapılması ile birlikte, çakışık diğer rotaların hepsi tanzim talebine karşı kilitlenir. Anklășman sistemi genel kilitleme prosedürü gereği ancak tanzim için bütün şartlar oluşunca tanzim talebini kabul eder. Eėer bu kabul doğrultusunda tanzim hazırlık çalışmaları başlar ve yine herşey yolunda giderse tanzim onaya sunulur. Bundan sonraki prosedür bu tanzimin başarılı bir şekilde sonuçlanması veya herhangi bir arıza veya iptal talepleri doğrultusunda sonlanmaya zorlanan ilgili tanzim, bu sürecin her adımında diğer rotalara kilit vermeye devam eder. zet olarak güvenlik nedenleri göz önünde bulundurularak tasarlanmış anklășman (kilitleme) tabloları doğrultusunda yapılmak istenen tanzim taleplerine gerekli tüm koşullar oluşmadıkça ret etmektir. Aynı zamanda eėer sağlanmış bir tanzim var ise, bunuda çok gerekli şartlar oluşmadıkça sonlandırmamaktır.

4.3.2 Sinyal lambası kilitlemeleri

Sinyal lambalarının renk durumları anklășman tablosunda tanzime izin verilen güzergahlarda belirtilen lambaların yanması gereken renk durumuna göre sinyal oluşturularak sinyal lambaları yakılır. Tanzim hakkı verilmemiş bütün lambalar daima kırmızı yanmaktadır.

Tanzim talebi onayı bekleyen tren giriş sinyali uygun bildirim vermedikçe, yaklaşma sinyali açık bildirimi vermemektedir. Tren sinyal lambasını geçtikten sonra geçilen lamba kırmızı olarak kilitlenir. Birbirine çapraz şekilde bulunan sinyal lambaları birbirlerine göre aynı renkte ışık vermemelidirler. Bir sinyal lambası yeşil yanıyorsa diğeri kırmızı renkte olmalıdır. Bir birinin devamı sayılacak rotalarda ilerdeki sinyalin durumu geride olan sinyalin sinyal açma durumuna etki eder. Genel olarak sinyal açma durumu sarı veya yeşil lambalardan en az birini devreye almak demektir.

Açılmış sinyalde kırmızı sinyalin hala devrede olması, bazı şartlar dahilinde muhtemeldir. Bu şartların önemli olanlarından bazıları aşağıda belirtilmiştir:

- Ray devresiz bölgeye tanzim kurulması
- Dolu bölgeye özel tanzim kurulması

4.3.3 Makas kilitlemeleri

Sinyalizasyon sistemindeki motorlu makaslar, gerek TKM kontrolünde elle, gerekse tanzim talepleri ile anlaşılan sistemi sayesinde otomatik olarak komutlanarak pozisyon değiştirmektedir. Bu manevra talepleri belli bir hiyerarşi ile belirlenmektedir.

Herhangi bir makas üzerinde bir güzergah talebi yapılmadığında makas TKM tarafından manevra edilebilir veya manevraya karşı kilitlenebilir. Eğer ilgili tanzim yapılırsa ve makas daha önce TKM tarafından kilitlenmedi ise anlaşılan sistemi makası ilgili tanzim doğrultusunda hem komutlar hemde diğer bütün taleplere karşı kilitler. Fakat makas önceden TKM tarafından belli bir konuma kilitli bırakıldı ise ve yapılacak tanzim talebi makasın kilitleme yönüne uygun ise tanzim talebi hala yapılabilir demektir. Eğer bu durumda ilgili tanzim talebi yapılırsa makas yine TKM'ye karşı kilitli olarak devam ettirilecektir. Tanzim sonrasında bu makas hala kilitli bırakılacaktır, fakat bu sefer TKM bu kilidi çözme hakkına sahiptir. Kilitlenen bir makas ancak bu kilidi kim oluşturdu ise onun talebi ile çözülebilir.

4.3.4 Geçit bariyeri kilitlemeleri

Geçit bariyerleri TKM tarafından sadece kapalı pozisyona kilitlenebilir. Kilitlenmemiş ve herhangi bir güzergah tayin edilmemiş geçit bariyerleri karayolu trafiğini sağlama amaçlı açık tutulur. Geçit bariyeri bulunan bir güzergaha tanzim

talebi yapıldığında geçit bariyeri kapatılmadan tanzim anklaşman sistemi tarafından TKM onayına sunulmaz.

Geçit bariyerinin bulunduğu, anklaşman tablosundaki güzergahlardan birine tanzim talep eden tren sanal bölgede ise tanzim onayı almadan geçit bariyeri kapalı duruma alınır; normal bölgede ise ve tanzim onayı gelmişse geçit bariyeri kapalı, tanzim onayı gelmemişse geçit bariyeri açık durumda olmalıdır.

5. UYGULAMALI DEMİRYOLU MODELİ

5.1 Amaç

Demiryolu sistemleri anlaşılan tabloları doğrultusunda modellenir. Sahanın yapısına, tren güzergahlarına, tanzim taleplerine bakılarak; ray devreleri, makaslar, geçit bariyerleri, sinyal lambaları modellenir.

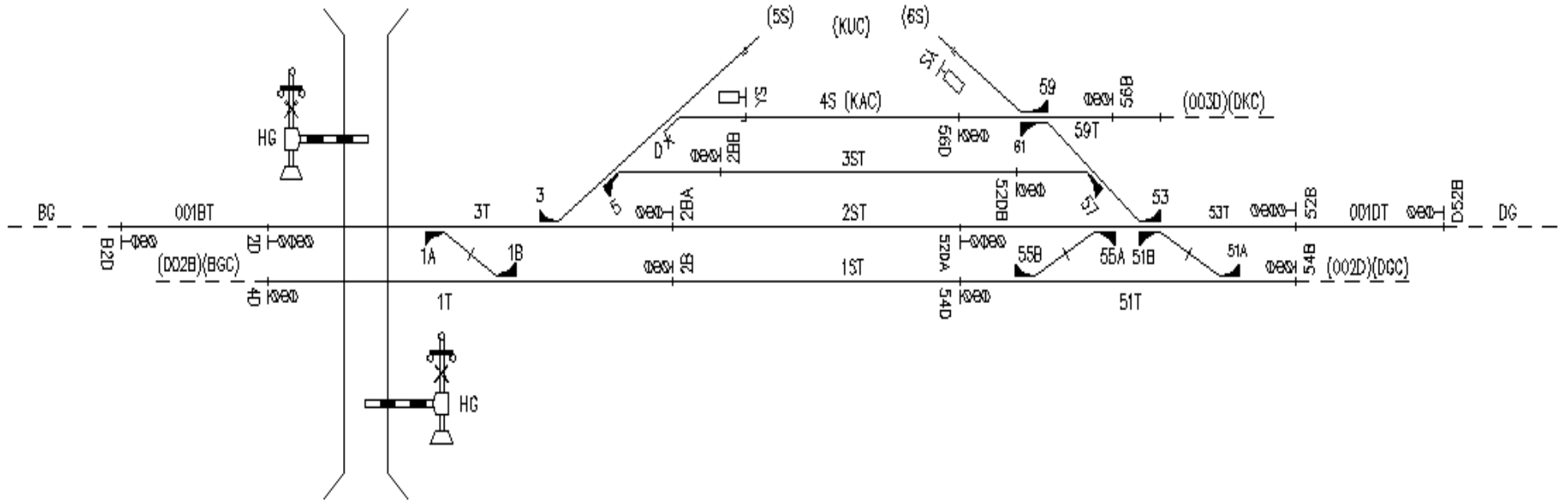
Bu bölümde işletme altında bulunan Mithatpaşa istasyonun Bölüm 4'te anlatılan ZS Otomat yöntemiyle modellenerek denklemlerinin çıkarılacak, bu denklemler doğrultusunda PLC programı yazılarak SCADA ortamında gösterilecektir.

5.2 Demiryolu İstasyonunun Tanıtımı

İstasyona giriş çıkış yapılabilecek noktalar toplam dokuz adettir. Bu dokuz nokta aşağıda belirtilmiştir:

- Batı Girişi (BG veya 001BT)
- Doğu Girişi (DG veya 001DT)
- Batı – Güney Cebi (BGC veya 002B)
- Doğu – Güney Cebi (DGC veya 002D)
- Doğu – Kuzey Cebi (DKC veya 003D)
- Kuzey – Alt Cebi (KAC veya 4S)
- Kuzey – Üst Cebi (KUC veya 5S)

BG, BGC, DKC, DG ve DGC noktalarının herhangi biri üzerinden istasyona giriş yapan bir tren sinyal lambası ile karşılaşacaktır, bu noktalar üzerinden çıkış yapan bir tren ise sinyal lambaları ile karşılaşmayacaktır. KUC ve KAC bölgelerinden ise istasyona çift yönlü giriş yapılabileceği için bu bölgelerin iki ucu için de uyulması gereken sinyaller bulunmaktadır [14].



Şekil 5.1 : Mithatpaşa istasyonunun genel görünümü.

5.2.1 Saha ekipman listesi

Mithatpaşa istasyonunda bulunan saha ekipmanları belirli kodlarla ifade edilmektedir. Saha ekipman kodları ve tipleri Çizelge 5.1’de gösterilmektedir [14].

Çizelge 5.1 : Saha ekipman listesi.

Saha Ekipman Kodu	Saha Ekipman Tipi
001BT	Ray Devresi
3T	Ray Devresi
1T	Ray Devresi
3ST	Ray Devresi
2ST	Ray Devresi
1ST	Ray Devresi
59T	Ray Devresi
51T	Ray Devresi
53T	Ray Devresi
001DT	Ray Devresi
1A-1B	Makas
3	Makas
5	Makas
D	Makas
55A-55B	Makas
59	Makas
61	Makas
53	Makas
51A-51B	Makas

Çizelge 5.1 (devam) : Saha ekipman listesi.

54B	Sinyal
D52B	Sinyal
56B	Sinyal
52B	Sinyal
52DA	Sinyal
52DB	Sinyal
54D	Sinyal
56D	Sinyal
2BB	Sinyal
4B	Sinyal
2BA	Sinyal
4D	Sinyal
2D	Sinyal
B2D	Sinyal
HG	Hemzemin Geçit

5.2.2 Güzergah listesi

Ek A’da verilen Mithatpaşa istasyonuna ait anlaşılan tablosundaki güzergahların yolları Çizelge 5.2’de verilmektedir [14].

Çizelge 5.2 : Güzergah listesi.

Güzergah 01	001BT - 3T - 1T - 1ST
Güzergah 02	001BT - 3T - 2ST
Güzergah 03	001BT - 3T - 3ST
Güzergah 04	001BT - 3T – (4S)
Güzergah 05	001BT - 3T – (5S)
Güzergah 06	(002B) - 1T - 1ST
Güzergah 07	1ST - 1T - 3T - 001BT
Güzergah 08	1ST - 1T – (002B)
Güzergah 09	2ST - 3T - 001BT
Güzergah 10	3ST - 3T - 001BT
Güzergah 11	(4S) - 3T - 001BT
Güzergah 12	(5S) - 3T - 001BT
Güzergah 13	1ST - 51T - 53T - 001DT
Güzergah 14	1ST - 51T – (002D)
Güzergah 15	2ST - 53T - 001DT
Güzergah 16	2ST - 53T - 51T - (002D)
Güzergah 17	3ST - 53T - 001DT
Güzergah 18	3ST - 53T - 51T - (002D)
Güzergah 19	(4S) - 59T - 53T - 001DT
Güzergah 20	(4S) - 59T - 53T - 51T - (002D)

Çizelge 5.2 (devam) : Güzergah listesi.

Güzergah 21	(4S) - 59T – (003D)
Güzergah 22	(5S) - 59T - 53T - 001DT
Güzergah 23	(5S) - 59T - 53T - 51T - (002D)
Güzergah 24	(5S) - 59T – (003D)
Güzergah 25	001DT - 53T - 51T - 1ST
Güzergah 26	001DT - 53T - 2ST
Güzergah 27	001DT - 53T - 3ST
Güzergah 28	001DT - 53T - 59T – (4S)
Güzergah 29	001DT - 53T - 59T – (5S)
Güzergah 30	(002D) - 51T - 1ST
Güzergah 31	(002D) - 51T - 53T - 2ST
Güzergah 32	(002D) - 51T - 53T - 3ST
Güzergah 33	(002D) - 51T - 53T - 59T - (4S)
Güzergah 34	(002D) - 51T - 53T - 59T - (5S)
Güzergah 35	(003D) - 59T - (4S)
Güzergah 36	(003D) - 59T - (5S)
Güzergah 37	(BG) - 001BT
Güzergah 38	(DG) - 001DT

5.3 Saha Ekipman Sinyallerinin Durumları

5.3.1 Ekipman sinyalleri

5.3.1.1 Ray devreleri sinyalleri

Ray devreleri trenlerin demiryolu bölgesinde olup olmadığını anlamamızı sağlayan elektriksel elemanlardır. Ray devresinden gelen sinyaller PLC'nin ray dolu ray boş olarak tanımlanan girişlerine gelerek tren yolunun dolu ya da boş olduğunu tespit edebiliriz. Ray devresinden gelen sinyal PLC'nin dolu girişine 1, boş girişine 0 geldiğinde demiryolu bölgesinde trenin olduğunu, dolu girişine 0 boş girişine 1 sinyali geldiğinde demiryolu bölgesinde trenin olmadığı tespit edilir.

Ray devresinden gelen sinyaller aynı zamanda 11 yani hem dolu hem boş, ya da aynı zamanda 00 geldiğinde yani hem dolu hem de boş olmaması durumu oluşursa ray devresinde bir arıza olduğu anlaşılır.

5.3.1.2 Makas sinyalleri

Makaslar trenlerin bir hattan diğer bir hatta geçmesini sağlarlar. Makasların normal ve sapan olmak üzere iki konumları bulunmaktadır. Normal konumda tren bulunduğu hat üzerinde yoluna devam eder, sapan konumunda ise tren bulunduğu hattan başka bir hatta geçer.

PLC'nin girişinde normal ve sapan olarak tanımlanan girişlerine gelen sinyaller sayesinde normal ya da sapan konumunda olduğu anlaşılır. Sapan girişine 1, normal girişine 0 sinyali geldiğinde makas sapan konumuna, sapan girişine 0, normal girişine 1 geldiğinde makas normal konumunda olduğu anlaşılır.

Makas sinyallerinin 11 olması yani hem sapan hem de normal durumda, 00 olması yani hem normal hem de sapan durumunda olmaması arıza olarak kabul edilir. Ancak kısa bir zamanda olsa makaslar konum değiştirirken ara durum yani 00 durumu oluşur. Makasların her konum değişiminde ara durum arızası vermemesi için 00 durumu belirlenen bir zaman süresince göz ardı edilir. Belirlenen zaman diliminden uzun süren ara durumlar (00) arıza olarak değerlendirilir.

PLC'nin çıkışında tanımlanan normal ve sapan çıkışları makaslara gönderdikleri normal ve sapan komutları sayesinde makaslar normal ya da sapan konumuna alınır. PLC'nin çıkışlarından normal 1 sapan 0 sinyali gönderildiğinde makas normal

konumuna, sapan 1 normal 0 sinyali gönderildiğinde makas sapan konumuna alınır. Makaslar istenilen konuma alındıktan sonra PLC'nin çıkışları 00 kesilir.

5.3.1.3 Lamba sinyalleri

Sinyal lambalarını yakmak ya da söndürmek için PLC'nin giriş ve çıkış sinyalleri lambaların yanma amaçları doğrultusunda oluşturulur. Sinyal lambaları beş amaç doğrultusunda yanmaktadır. Bu durumlar sürekli yanıp sönen lamba ve EK B'de anlamları verilen sarı, kırmızı, yeşil, sarı (sapma için) renkli sinyal lambalarıdır. Giriş ve çıkışları bu amaçlar doğrultusunda oluşturulan PLC, anklaşman tablosunda tanzim edilen güzergahlardaki kilitlemelere bağlı olarak sinyal lambalarına çıkış komutlarını gönderir. PLC'den gönderilen komutların sinyal lambalarını yakıp yakmadığını test etmek için sinyal lambalarından PLC'nin girişine denetim sinyali gönderilir.

5.3.1.4 Geçit bariyeri sinyalleri

Geçit bariyerinin açık ve kapalı durumu için PLC'nin giriş ve çıkışları tanımlanır. Tanımlanan girişlere geçit açık 1 geçit kapalı 0 sinyali geldiğinde geçit bariyeri açık, geçit açık 0 geçit kapalı 1 sinyali geldiğinde geçit bariyeri kapalı durumda olduğu anlaşılır. Girişlere gelen 11 yani hem açık hem kapalı, 00 hem açık hem de kapalı olmama durumu arıza olarak tanımlanır. Geçit bariyeri kapalıdan açık duruma ya da açıktan kapalı duruma geçerken kısa sürede olsa ara durum (00) oluşur. Geçit bariyerinin her konum değişiminde ara durum arızası vermemesi için 00 durumu belirlenen bir zaman süresince göz ardı edilir. Belirlenen zaman diliminden uzun süren ara durumlar (00) arıza olarak değerlendirilir.

PLC'nin çıkışında tanımlanan geçit açık ve geçit kapalı çıkışları geçit bariyerine gönderdikleri geçit açık ve geçit kapalı komutları sayesinde geçit bariyeri açık ya da kapalı konumuna alınır. PLC'nin çıkışlarından açık 1 kapalı 0 sinyali gönderildiğinde geçit açık konumuna, açık 0 kapalı 1 sinyali gönderildiğinde geçit bariyeri kapalı konumuna alınır. Geçit bariyeri istenilen konuma alındıktan sonra PLC'nin çıkışları 00 kesilir.

5.3.2 Genel sinyal sorunları

5.3.2.1 Veri bağdaşım sorunu

Sahada bulunan ekipmanlara ait sinyallerin elektromekanik durumları gereğince olmaması gereken sinyal kombinasyonları anlamına gelir. Bu durum arıza teşkil eder. Örneğin; makas konum anahtarlarının hem sapan hem de normal durum da basılı olması veya ray devresi cihazından algılanan iki sayısal sinyalin aynı mertebede olmasıdır. Elektrik veya mekanik koşullar gereği uygunsuz sinyal kombinasyonları anlık olarak sahada gerçekleşiyorsa belirli bir süre bu durumlar filtre edilip göz ardı edilir.

5.3.2.2 İndikasyonsuzluk sorunu

Verilen komut yönünde mücadele edilen süre dahilinde sistemden gelmesi beklenen geri besleme sinyalinin istenen durumda olamaması anlamına gelir. Örneğin; sinyal lambası lamba yanma geri dönüş bilgilerinin komut yönünde alınmaması veya manevra talebi yapılan makasın gerekli sürede istenen pozisyonlamayı yapamamasıdır. Bu ve bunun gibi bazı olaylar indikasyonsuzluk sorunu olarak tanımlanır.

5.4 Blok Diyagramları ve Denklemler

Tanzim talebi, ray devreleri, makaslar için olaylar ve durumlar belirlenerek blok diyagramları oluşturulur ve oluşturulan blok diyagramlarına göre Bölüm 4’de anlatılan ZS Otomat yöntemi kullanılarak denklemler belirlenir. Bu denklemler ile program akışı oluşturulur ve PLC programlanır.

5.4.1 Tanzim blok diyagramı

Durumlar ve olaylar koşullara göre belirlenerek tanzim blok diyagramı oluşturulur. Şekil 5.2’de Mithatpaşa istasyonu için tasarlanan tanzim blok diyagramı görülmektedir.

Tanzim kurulduktan sonra tren ilk ray devresine girmeden kumanda merkezi tanzim iptal reddinde bulunursa ya da hatalardan biri oluşursa sistem tanzim iptal prosedürü bir (q₃₀) durumuna geçer. Bu durumda sistem 30 saniye bekledikten sonra tren ilk

ray devresine girmezse tanzim iptal proseduru bir (q_{30}) tamamlanır ve sistem başa (q_0) döner.

Sistem 30 saniye bekledikten sonra tren ilk ray devresine girerse tanzim iptal prosedürü iki (q_{40}) durumu oluşur. Tanzim kurulduktan sonra tren ilk ray devresine girdiğinde trafik kumanda merkezi tanzim iptal talebinde bulunursa ya da bir hata oluşursa sistem yine tanzim iptal prosedürü iki (q_{40}) durumuna geçer. Bu durumda tren ilk sinyali geçmezse 180 saniye bekledikten sonra tanzim iptal proseduru iki (q_{40}) tamamlanır ve sistem başa (q_0) döner. Tren ilk sinyali geçerse trafik kumanda merkezinin iptal talebinin retti (q_5) oluşur ve tanzim prosedürü devam eder.

Durum q_5 tren takip hatası (e_{h3}) oluştuğunda zorunlu iptal prosedürü (q_6) durumuna geçer. Bu durumda sistem 600 saniye saymaya başlar. Bu süre içerisinde zorunlu iptal düğmesine basılır ise zaman bitiminde zorunlu iptal prosedürü biter. Bu süre içerisinde ve sonra zorunlu iptal düğmesine basılmaz ise tanzim kilitleri devam eder.

Tanzim bloğu programı ana tanzim bloğu ve alt blok programlarından oluşur. Bu alt programlar tren takip, makas komut sırası, sinyal lambası alt blok programlarıdır. Bu alt bloklar ihtiyaç dahilinde çağrılarak çalışır. Belirli durumlarda çağrılan alt bloklarda oluşan veriler ana tanzim bloğuna gönderilerek olaylar ve buna bağlı olarak durumlar oluşur. Tanzim bloğu yapısı bu şekilde işlemektedir. Tanzim bloğu diyagramında bulunan durumlar ve olayların anlamları Çizelge 5.3'te verilmektedir.

Çizelge 5.3 : Tanzim akış diyagramı olaylar ve durumların anlamları.

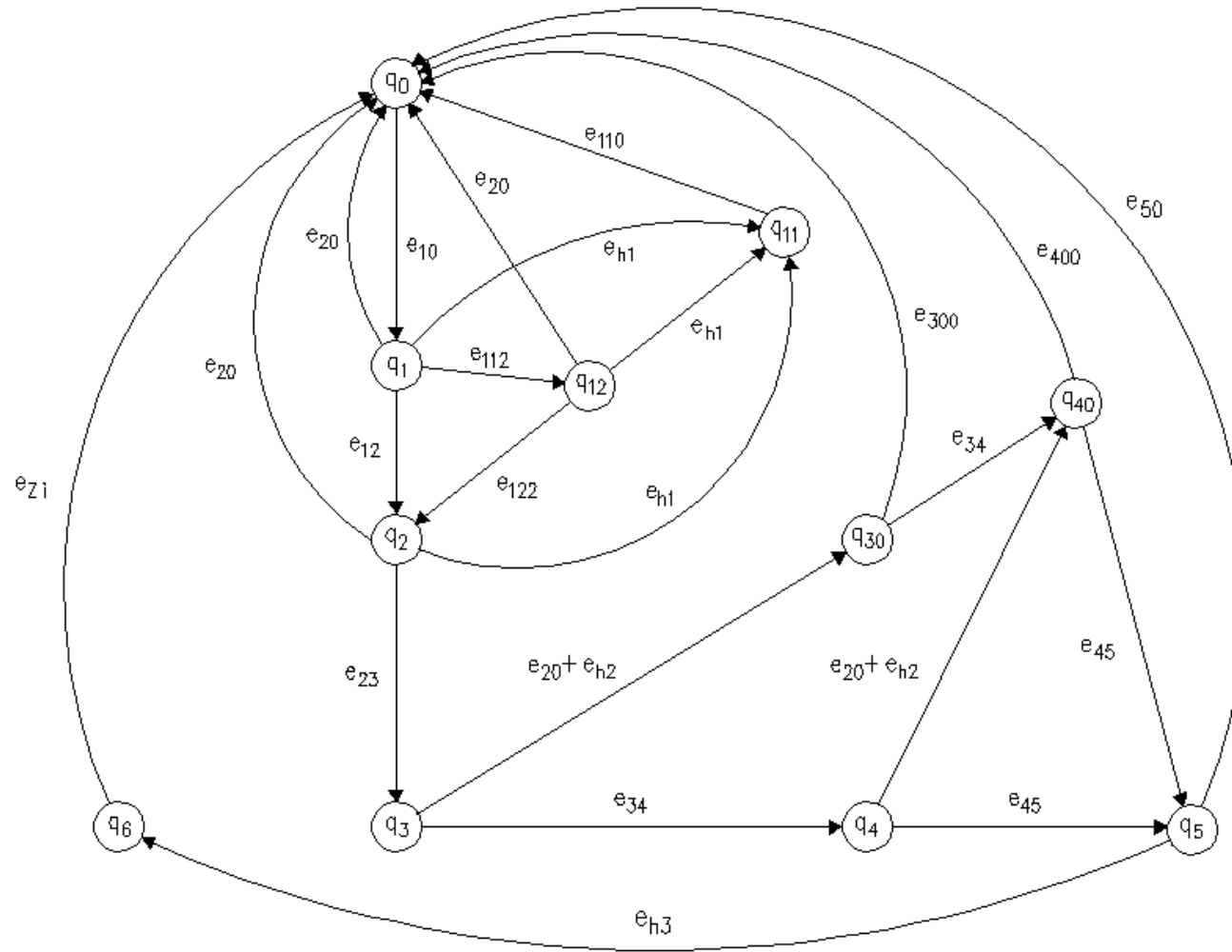
KISALTMA	AÇIKLAMA
e_{h1}	Tanzim ekipmanları hatası (ray devresi, makas, sinyal lambası, geçit bariyeri, doluluk sorunları veya kilitlemeler).
e_{h2}	Tanzim sonrası ekipman hatası (e_{h1} veya e_{h3}).
e_{h3}	Tren takip hatası.
e_{zi}	Zorunlu iptal prosedürü bitti.
e_{10}	Trafik kumanda merkezi tanzim talebi.

Çizelge 5.3 (devam) : Tanzim akış diyagramı olaylar ve durumların anlamları.

e_{12}	(Geçit bariyeri var ve kapalı veya yok) ve makas hazır.
e_{112}	Geçit bariyeri var ve tren ilk ray devresine girdi.
e_{122}	Geçit bariyeri kapalı makas hazır.
e_{20}	Trafik kumanda merkezi tanzim reddi.
e_{23}	Trafik kumanda merkezi tanzim onayı.
e_{34}	Tren ilk ray devresine girdi.
e_{45}	Tren sinyali geçti.
e_{50}	Tanzim tamamlandı.
e_{110}	Trafik kumanda merkezi hata reset.
e_{300}	Tanzim iptal prosedürü bir tamamlandı.
e_{400}	Tanzim iptal prosedürü iki tamamlandı.
q_0	Tanzim yok.
q_1	Tanzime hazırlık.
q_2	Tanzim onay / ret.
q_3	Tanzimde tren ilk ray devresine gelmedi.
q_4	Tanzimde tren sinyal ilk ray devresinde.
q_5	Tanzimde tren sinyali geçti, trafik kumanda merkezi iptal talebinin reddi.
q_6	Tren takip hatası zorunlu iptal prosedürü.
q_{11}	Tanzim iptali.

Çizelge 5.3 (devam) : Tanzim akış diyagramı olaylar ve durumların anlamları.

q ₁₂	Geçit bariyeri kumanda.
q ₃₀	Tanzim iptal prosedürü bir.
q ₄₀	Tanzim iptal prosedürü iki.



Şekil 5.2 : Tanzim bloğu akış diyagramı.

Bölüm 4'te anlatılan ZS otomat teoremine göre

$$Q_1 = q_0 \cdot e_{10} + q_1 \cdot \overline{e_{h1}} \cdot \overline{e_{12}} \cdot \overline{e_{20}} \cdot \overline{e_{112}} \quad (5.1)$$

$$Q_{11} = (q_1 + q_2 + q_{12}) \cdot e_{h1} + q_{11} \cdot \overline{e_{110}} \quad (5.2)$$

$$Q_{12} = q_1 \cdot e_{112} + q_{12} \cdot \overline{e_{h1}} \cdot \overline{e_{20}} \cdot \overline{e_{112}} \quad (5.3)$$

$$Q_2 = q_1 \cdot e_{12} + q_{12} \cdot e_{122} + q_2 \cdot \overline{e_{h1}} \cdot \overline{e_{20}} \cdot \overline{e_{23}} \quad (5.4)$$

$$Q_3 = q_2 \cdot e_{23} + q_3 \cdot \overline{e_{h2}} \cdot \overline{e_{20}} \cdot \overline{e_{34}} \quad (5.5)$$

$$Q_4 = q_3 \cdot e_{34} + q_4 \cdot \overline{e_{h2}} \cdot \overline{e_{20}} \cdot \overline{e_{45}} \quad (5.6)$$

$$Q_{30} = q_3 \cdot (e_{h2} + e_{20}) + q_{30} \cdot \overline{e_{34}} \cdot \overline{e_{300}} \quad (5.7)$$

$$Q_{40} = q_{30} \cdot e_{34} + q_4 \cdot (e_{h2} + e_{20}) + q_{40} \cdot \overline{e_{45}} \cdot \overline{e_{400}} \quad (5.8)$$

$$Q_5 = (q_4 + q_{40}) \cdot e_{45} + q_5 \cdot \overline{e_{h3}} \cdot \overline{e_{50}} \quad (5.9)$$

$$Q_6 = q_5 \cdot e_{h3} + q_6 \cdot \overline{e_{zi}} \quad (5.10)$$

$$q_1 = Q_1 \quad (5.11)$$

$$q_{11} = Q_{11} \quad (5.12)$$

$$q_{12} = Q_{12} \quad (5.13)$$

$$q_2 = Q_2 \quad (5.14)$$

$$q_3 = Q_3 \quad (5.15)$$

$$q_4 = Q_4 \quad (5.16)$$

$$q_{30} = Q_{30} \quad (5.17)$$

$$q_{40} = Q_{40} \quad (5.18)$$

$$q_5 = Q_5 \quad (5.19)$$

$$q_6 = Q_6 \quad (5.20)$$

$$q_0 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_{11}} \cdot \overline{q_{12}} \cdot \overline{q_2} \cdot \overline{q_3} \cdot \overline{q_4} \cdot \overline{q_{30}} \cdot \overline{q_{40}} \cdot \overline{q_5} \cdot \overline{q_6} \quad (5.21)$$

tanzim bloğu diyagramı denklemleri bu şekilde elde edilmektedir.

5.4.1.1 Makas komut sırası bloğu

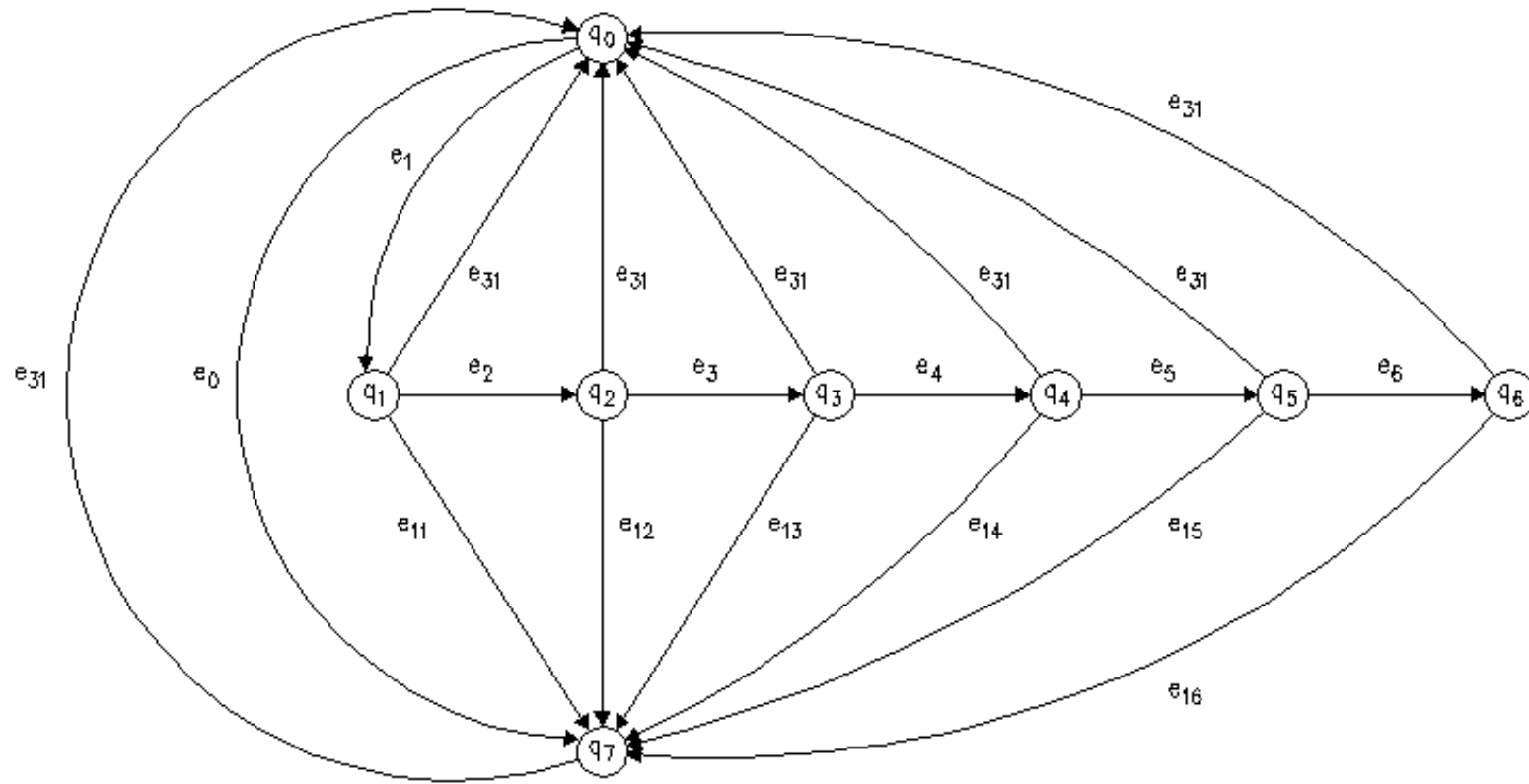
Makas komut sırası bloğu tanzim bloğunun içinde bulunan alt blok programlarından biridir. Bu bloğun işlevi anlaşılan tablosunda bulunan güzergahlardan birine tanzim verildiğinde rota doğrultusunda bulunan makasların sırasıyla normal ya da sapan konumuna alınmasını sağlar. Şekil 5.3'te makas komut sırası akış diyagramı görülmektedir. Diyagramdaki durum ve olayların anlamları Çizelge 5.4'te verilmektedir.

Çizelge 5.4 : Makas sırası diyagramı durumlar ve olayların anlamları.

KISALTMA	AÇIKLAMA
q ₀	Başlangıç durumu.
q ₁	Makas – 1
q ₂	Makas – 2
q ₃	Makas – 3
q ₄	Makas – 4
q ₅	Makas – 5
q ₆	Makas – 6
q ₇	Tanzim bloğuna makas konumlandı bilgisi.
e ₀	Makas yok
e ₁	Makas – 1 konumla.
e ₂	Makas – 2 konumla.
e ₃	Makas – 3 konumla.

Çizelge 5.4 (devam) : Makas sırası diyagramı durumlar ve olayların anlamları.

e_4	Makas – 4 konumla.
e_5	Makas – 5 konumla.
e_6	Makas – 6 konumla.
e_{11}	Makas – 1 konumlandı bilgisi.
e_{12}	Makas – 2 konumlandı bilgisi.
e_{13}	Makas – 3 konumlandı bilgisi.
e_{14}	Makas – 4 konumlandı bilgisi.
e_{15}	Makas – 5 konumlandı bilgisi.
e_{16}	Makas – 6 konumlandı bilgisi.
e_{31}	Durdur.



Şekil 5.3 : Makas komut sırası akış diyagramı.

Bölüm 4'te anlatılan ZS otomat teoremine göre makas komut sırası denklemleri

$$Q_1 = q_0 \cdot e_1 + q_1 \cdot \overline{e_2} \cdot \overline{e_{11}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.22)$$

$$Q_2 = q_1 \cdot e_2 + q_2 \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_{12}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.23)$$

$$Q_3 = q_2 \cdot e_3 + q_3 \cdot \overline{e_4} \cdot \overline{e_{13}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.24)$$

$$Q_4 = q_3 \cdot e_4 + q_4 \cdot \overline{e_5} \cdot \overline{e_{14}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.25)$$

$$Q_5 = q_4 \cdot e_5 + q_5 \cdot \overline{e_6} \cdot \overline{e_{15}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.26)$$

$$Q_6 = q_5 \cdot e_6 + q_6 \cdot \overline{e_{16}} \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.27)$$

$$Q_7 = q_0 \cdot e_0 + q_1 \cdot e_{11} + q_2 \cdot e_{12} + q_3 \cdot e_{13} + q_4 \cdot e_{14} + q_5 \cdot e_{15} + q_6 \cdot e_{16} + q_7 \cdot \overline{e_{31}} \quad (5.28)$$

$$q_1 = Q_1 \quad (5.29)$$

$$q_2 = Q_2 \quad (5.30)$$

$$q_3 = Q_3 \quad (5.31)$$

$$q_4 = Q_4 \quad (5.32)$$

$$q_5 = Q_5 \quad (5.33)$$

$$q_6 = Q_6 \quad (5.34)$$

$$q_7 = Q_7 \quad (5.35)$$

$$q_0 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_2} \cdot \overline{q_3} \cdot \overline{q_4} \cdot \overline{q_5} \cdot \overline{q_6} \cdot \overline{q_7} \quad (5.36)$$

bu şekilde elde edilmektedir.

5.4.1.2 Tren takip bloğu

Tren takip bloğu gerçek ray devrelerine göre dörtlü tren takip, üçlü tren takip, ikili tren takip sistemi olarak tasarlanmıştır.

Dörtlü tren takip bloğunun oluşturulması Mithatpaşa istasyonuna ait anlaşılan tablosundaki güzergahlardaki gerçek ray devrelerinin sayısı en fazla dört tane olduğundan buna göre tasarlanmıştır. Tren bir ray devresinden diğer bir ray devresine geçerken iki ray devresinde de aynı tren bulunur. Özel durum olarak trenin uzunluğuna göre tren birden fazla ray devresini meşgul edebilir. Olaylar ray devrelerinde ikilik tabanda kodlanmıştır. Sistem her ray devresine bir bit düşecek şekilde dört bitlik bir düzen içerisinde oluşturulmuştur. Trenin ray devresinde bulunduğunu 1 bulunmadığı 0 olarak ifade edilmektedir. Çizelge 5.5'te bu sistemin tasarım aşamaları gösterilmiştir.

Çizelge 5.5 : Dörtlü tren takip bloğu tasarım aşamaları.

		0000 (q_1)	
		0001 (q_2)	
		0011 (q_3)	
0010 (q_4)		0111 (q_8)	
011T (q_5)		0110 (q_9)	1111 (q_{12})
010T (q_6)	111T (q_{10})	010T (q_6)	1110 (q_{13})
11TT (q_7)	110T (q_{11})	11TT (q_7)	110T (q_{11})
10TT (q_{14})			

Takip edilmeyen sinyal, durumlarda T harfi ile ifade edilmiştir. Şekil 5.4'te dörtlü ray devresi tren takip bloğu akış diyagramı görülmektedir. Bu diyagramdaki durumların ve olayların anlamları Çizelge 5.6'da verilmektedir.

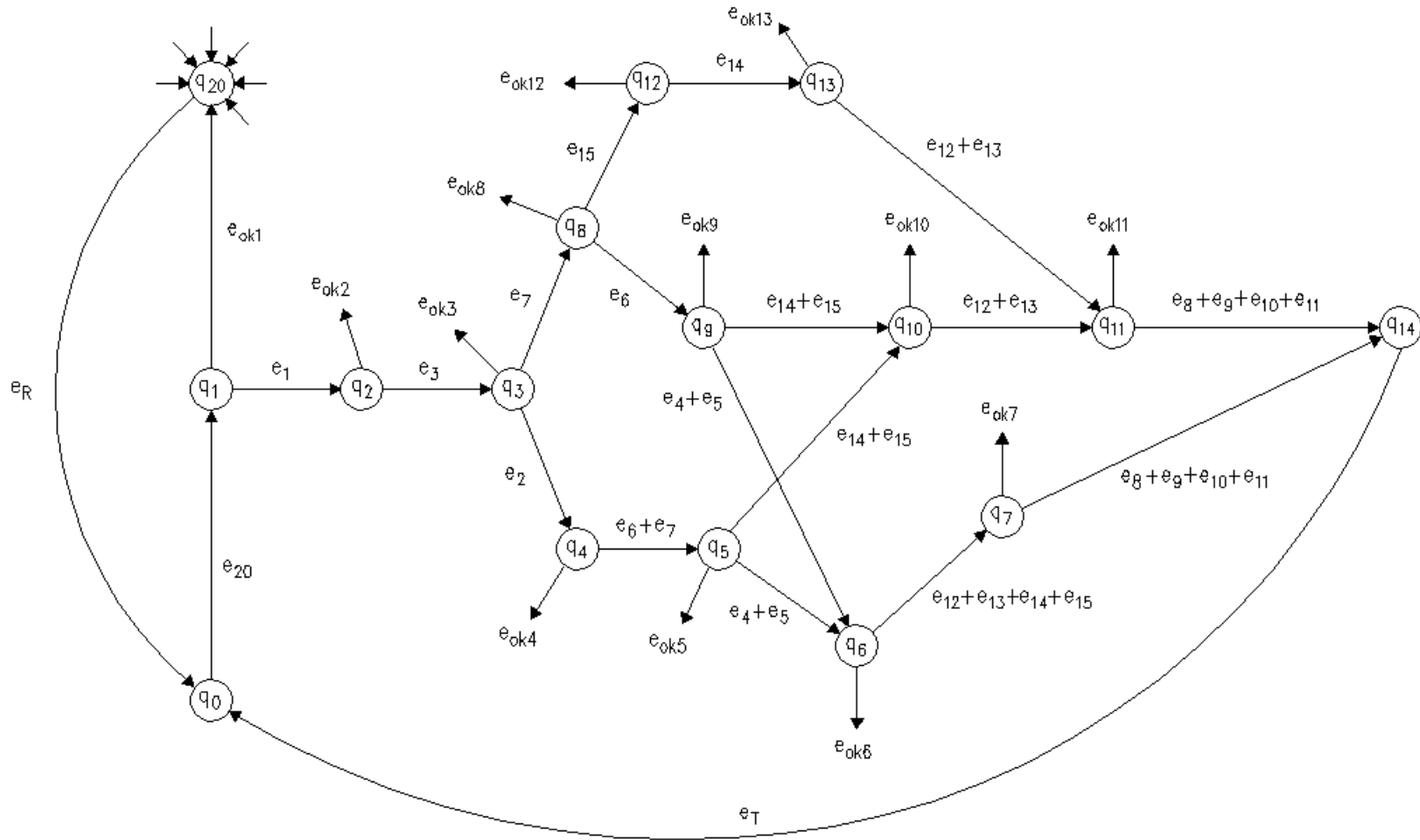
Çizelge 5.6 : Dörtlü tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

KISALTMA	KODLAR
e_0	0000
e_1	0001
e_2	0010
e_3	0011
e_4	0100
e_5	0101
e_6	0110
e_7	0111
e_8	1000
e_9	1001
e_{10}	1010
e_{11}	1011
e_{12}	1100
e_{13}	1101
e_{14}	1110
e_{15}	1111
e_R	SCADA silme darbesi.
e_T	Tanzim tamamlandı.
e_{20}	Tren takip başla.
q_0	Başlangıç durumu.
q_1	0000
q_2	0001

Çizelge 5.6 (devam) : Dörtlü tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

q ₃	0011
q ₄	0010
q ₅	011T
q ₆	010T
q ₇	11TT
q ₈	0111
q ₉	0110
q ₁₀	111T
q ₁₁	110T
q ₁₂	1111
q ₁₃	1110
q ₁₄	10TT
q ₂₀	Tren takip hatası.

Takip edilmeyen sinyal, durumlarda T harfi ile ifade edilmiştir.



Şekil 5.4 : Dörtlü ray devresi tren takip akış diyagramı.

Şekil 5.4'te ki dörtlü ray devresi tren takip akış diyagramında durumlardan çıkan ve hepsi q_{20} 'de buluşan oklar bağlı bulunduğu durumdaki olayların dışındaki tüm olaylardır. Bu oklar her durum için değişmektedir. Bu oklar e_{ok} olarak tanımlanıp, q_1 durumu için

$$e_{ok1} = e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + e_7 + e_8 + e_9 + e_{10} + e_{11} + e_{12} + e_{13} + e_{14} + e_{15} \quad (5.37)$$

olarak tanımlanır. Bölüm 4'te anlatılan ZS otomat teoremine göre dörtlü ray devresi tren takip sistemi denklemleri

$$Q_1 = q_0 \cdot e_{20} + q_1 \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_{ok1}} \quad (5.38)$$

$$Q_2 = q_1 \cdot e_1 + q_2 \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_{ok2}} \quad (5.39)$$

$$Q_3 = q_2 \cdot e_3 + q_3 \cdot \overline{e_2} \cdot \overline{e_7} \cdot \overline{e_{ok3}} \quad (5.40)$$

$$Q_4 = q_3 \cdot e_2 + q_4 \cdot \overline{e_6} \cdot \overline{e_7} \cdot \overline{e_{ok4}} \quad (5.41)$$

$$Q_5 = q_4 \cdot (e_6 + e_7) + q_5 \cdot \overline{e_4} \cdot \overline{e_5} \cdot \overline{e_{ok5}} \quad (5.42)$$

$$Q_6 = (q_5 + q_9) \cdot (e_4 + e_5) + q_6 \cdot \overline{e_{12}} \cdot \overline{e_{13}} \cdot \overline{e_{14}} \cdot \overline{e_{15}} \cdot \overline{e_{ok6}} \quad (5.43)$$

$$Q_7 = q_6 \cdot (e_{12} + e_{13} + e_{14} + e_{15}) + q_7 \cdot \overline{e_8} \cdot \overline{e_9} \cdot \overline{e_{10}} \cdot \overline{e_{11}} \cdot \overline{e_{ok7}} \quad (5.44)$$

$$Q_8 = q_3 \cdot e_7 + q_8 \cdot \overline{e_6} \cdot \overline{e_{15}} \cdot \overline{e_{ok8}} \quad (5.45)$$

$$Q_9 = q_8 \cdot e_6 + q_9 \cdot \overline{e_4} \cdot \overline{e_5} \cdot \overline{e_{14}} \cdot \overline{e_{15}} \cdot \overline{e_{ok9}} \quad (5.46)$$

$$Q_{10} = (q_5 + q_9) \cdot (e_{14} + e_{15}) + q_{10} \cdot \overline{e_{12}} \cdot \overline{e_{13}} \cdot \overline{e_{ok10}} \quad (5.47)$$

$$Q_{11} = (q_{10} + q_{13}) \cdot (e_{12} + e_{13}) + q_{11} \cdot \overline{e_8} \cdot \overline{e_9} \cdot \overline{e_{10}} \cdot \overline{e_{11}} \cdot \overline{e_{ok11}} \quad (5.48)$$

$$Q_{12} = q_8 \cdot e_{15} + q_{12} \cdot \overline{e_{14}} \cdot \overline{e_{ok12}} \quad (5.49)$$

$$Q_{13} = q_{12} \cdot e_{14} + q_{13} \cdot \overline{e_{12}} \cdot \overline{e_{13}} \cdot \overline{e_{ok13}} \quad (5.50)$$

$$Q_{14} = (q_7 + q_{11}) \cdot (e_8 + e_9 + e_{10} + e_{11}) + q_{14} \cdot \overline{e_T} \quad (5.51)$$

$$\begin{aligned} Q_{20} = & q_1 \cdot e_{ok1} + q_2 \cdot e_{ok2} + q_3 \cdot e_{ok3} + q_4 \cdot e_{ok4} + q_5 \cdot e_{ok5} \\ & + q_6 \cdot e_{ok6} + q_7 \cdot e_{ok7} + q_8 \cdot e_{ok8} + q_9 \cdot e_{ok9} \\ & + q_{10} \cdot e_{ok10} + q_{11} \cdot e_{ok11} + q_{12} \cdot e_{ok12} \\ & + q_{13} \cdot e_{ok13} + q_{20} \cdot \overline{e_R} \end{aligned} \quad (5.52)$$

$$q_1 = Q_1 \quad (5.53)$$

$$q_2 = Q_2 \quad (5.54)$$

$$q_3 = Q_3 \quad (5.55)$$

$$q_4 = Q_4 \quad (5.56)$$

$$q_5 = Q_5 \quad (5.57)$$

$$q_6 = Q_6 \quad (5.58)$$

$$q_7 = Q_7 \quad (5.59)$$

$$q_8 = Q_8 \quad (5.60)$$

$$q_9 = Q_9 \quad (5.61)$$

$$q_{10} = Q_{10} \quad (5.62)$$

$$q_{11} = Q_{11} \quad (5.63)$$

$$q_{12} = Q_{12} \quad (5.64)$$

$$q_{13} = Q_{13} \quad (5.65)$$

$$q_{14} = Q_{14} \quad (5.66)$$

$$q_{20} = Q_{20} \quad (5.67)$$

$$q_0 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_2} \cdot \overline{q_3} \cdot \overline{q_4} \cdot \overline{q_5} \cdot \overline{q_6} \cdot \overline{q_7} \cdot \overline{q_8} \cdot \overline{q_9} \cdot \overline{q_{10}} \cdot \overline{q_{11}} \cdot \overline{q_{12}} \cdot \overline{q_{13}} \cdot \overline{q_{14}} \cdot \overline{q_{20}} \quad (5.68)$$

denklemler bu şekilde elde edilmektedir.

Üçlü tren takip sisteminde dörtlü sistemden farklı olarak üç tane gerçek ray devresinin bulunması ve son ray devresinin bazı güzergahlarında sanal bölge olmasıdır. Üçlü tren takip sisteminde her ray devresine bir bit düşecek şekilde üç bit üzerinden tasarlanır. Olaylar ray devrelerinde ikili tabanda kodlanmıştır. Çizelge 5.7’de bu sistemin tasarım aşamaları gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 : Üçlü tren takip bloğu tasarım aşamaları.

	000 (q ₁)	
	001 (q ₂)	
	011 (q ₃)	
010 (q ₆)		111 (q ₄)
11T (q ₇)		110 (q ₅)
10T (q ₈)		
0TT (q ₉)		

Çizelge 5.7’deki 00T (q₉) durumu üçlü tren takip sisteminde son ray devresi sanal ise oluşur. Son ray devresi sanal değil ise blok 10T (q₈) durumunda sonlanır. Takip edilmeyen sinyal durumlarda T harfiyle ifade edilmiştir. Şekil 5.5’te üçlü tren takip bloğu akış diyagramı görülmektedir. Bu diyagramdaki durumların ve olayların anlamları Çizelge 5.8’de verilmektedir.

Çizelge 5.8 : Üçlü tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

KISALTMA	KODLAR
e_0	000
e_1	001
e_2	010
e_3	011
e_4	100
e_5	101
e_6	110
e_7	111
e_{20}	Tren takip hatası.
e_S	Tren sanal bölgede ise.
e_R	SCADA silme darbesi.
q_0	Başlangıç durumu.
q_1	000
q_2	001
q_3	011
q_4	111
q_5	110
q_6	010
q_7	11T
q_8	10T
q_9	0TT
q_{20}	Tren takip hatası.

Takip edilmeyen sinyal, durumlarda T harfi ile ifade edilmiştir.

Üçlü tren takip sisteminin denklemleri Bölüm 4’te anlatılan ZS otomat teoremine göre dörtlü tren takip sistemindeki gibi elde edilir.

İkili ray devresi tren takip sisteminde ise iki gerçek ray devresi bulunmakta bazı güzergahlarda son ray devresi sanal bölgedir. İkili tren takip sisteminde her ray devresine bir bit düşecek şekilde iki bit üzerinden tasarlanır. Olaylar ray devrelerinde ikili tabanda kodlanmıştır.

Çizelge 5.9 : İkili tren takip bloğu tasarım aşamaları.

00 (q_1)
01 (q_2)
11 (q_3)
10 (q_4)
0T (q_5)

Çizelge 5.9’deki 0T (q_5) durumu ikili tren takip sisteminde son ray devresi sanal ise oluşur. Son ray devresi sanal değil ise blok 10 (q_4) durumunda sonlanır. Takip edilmeyen sinyal durumlarda T harfiyle ifade edilmiştir. Şekil 5.6’da üçlü tren takip bloğu akış diyagramı görülmektedir. Bu diyagramdaki durumların ve olayların anlamları Çizelge 5.10’da verilmektedir.

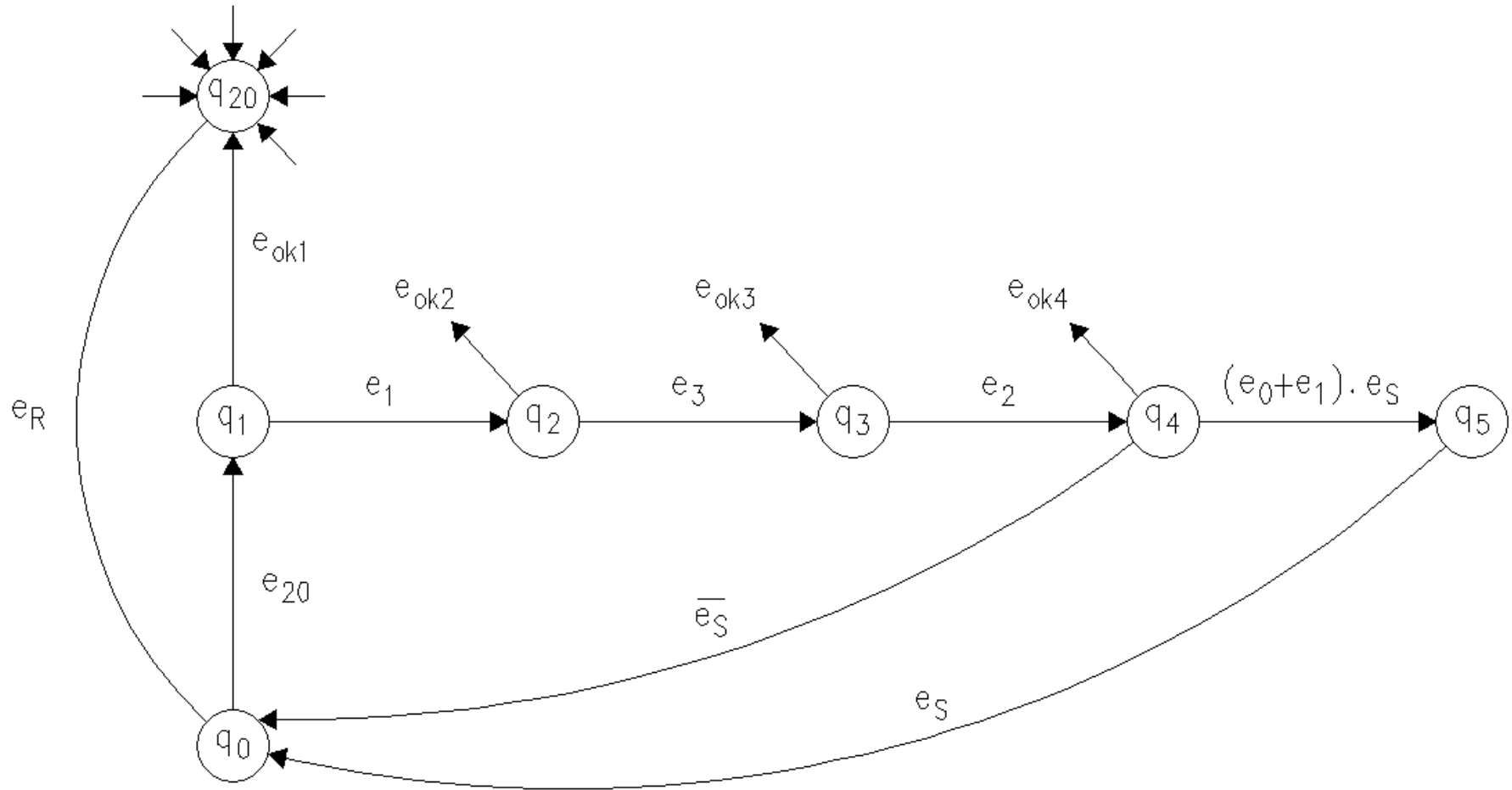
Çizelge 5.10 : İkili tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

KISALTMA	KODLAR
e_0	00
e_1	01
e_2	10
e_3	11
e_{20}	Tren takip hatası.

Çizelge 5.10 (devam) : İkili tren takip akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

e_S	Tren sanal bölgede ise.
e_R	SCADA silme darbesi.
q_0	Başlangıç durumu.
q_1	00
q_2	01
q_3	11
q_4	10
q_5	0T
q_{20}	Tren takip hatası.

Takip edilmeyen sinyal, durumlarda T harfi ile ifade edilmiştir. İkili tren takip sisteminin denklemleri Bölüm 4’te anlatılan ZS otomat teoremine göre dörtlü tren takip sistemindeki gibi elde edilir.



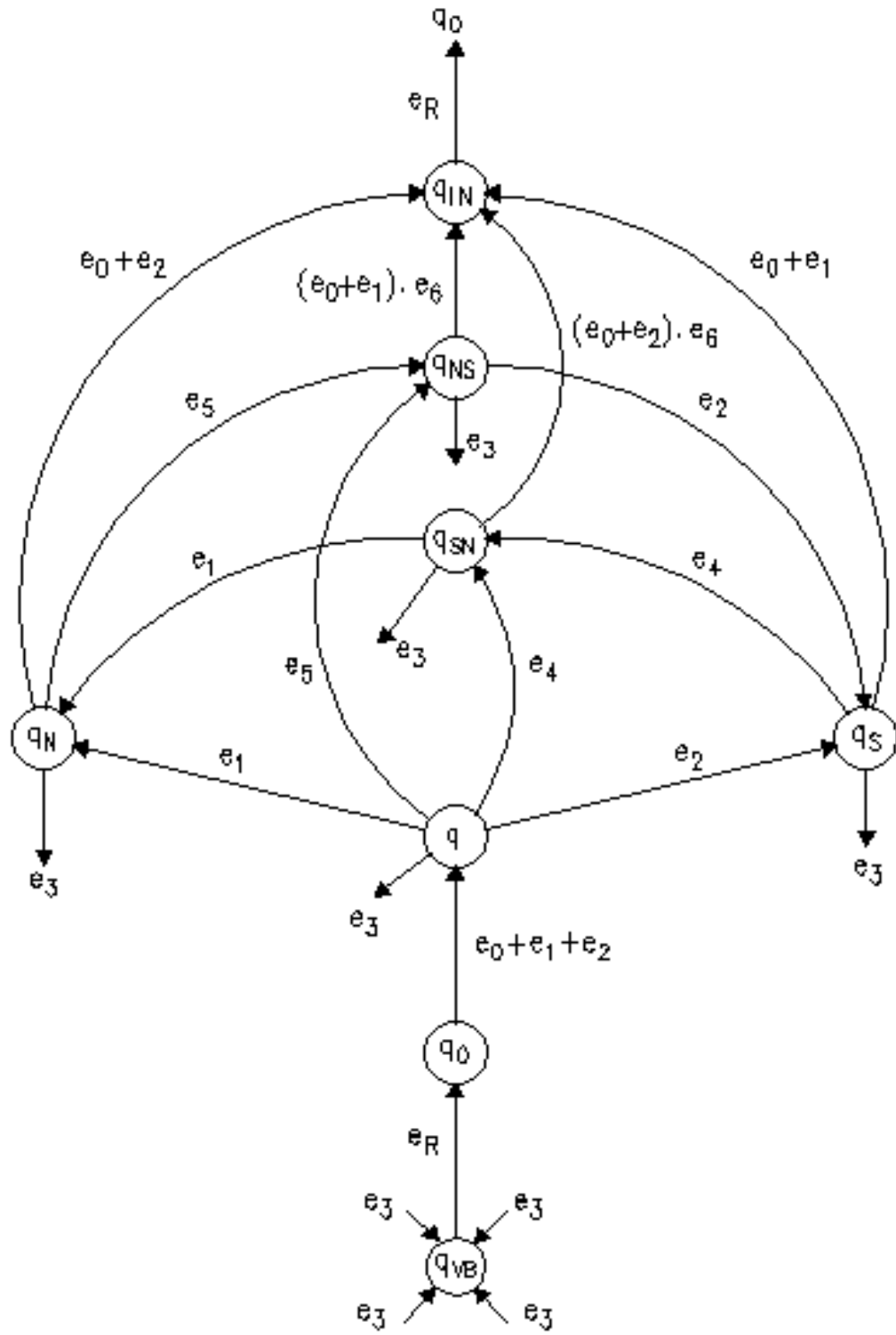
Şekil 5.6 : İkili ray devresi tren takip akış diyagramı.

5.4.2 Makas blok diyagramı

Makas blok diyagramı makasların anlaşılan tablosundaki güzergahlarda bulunan makas konum bilgilerine göre normal ya da sapan konumuna alınmasını ve makasların konumları hakkında bilgi verilmesini sağlar. Bölüm 5’te makas sinyalleri kısmında anlatılan sinyal durumları ve makas hataları göz önünde bulundurularak Şekil 5.7’de ki makas blok diyagramı tasarlanmıştır. Bu diyagramdaki olaylar ve durumların anlamları Çizelge 5.11’de verilmektedir.

Çizelge 5.11 : Makas bloğu akış diyagramı durum ve olayların anlamları.

KISALTMA	AÇIKLAMA
e_0	Sapan 0, Normal 0.
e_1	Sapan 0, Normal 1.
e_2	Sapan 1, Normal 0.
e_3	Sapan 1, Normal 1.
e_4	Komut normal.
e_5	Komut sapan.
e_6	Manevra süre aşımı.
e_R	SCADA silme darbesi.
q_0	Başlangıç durumu.
q	Başlangıç indikasyonsuzluğu.
q_N	Makas normalde.
q_S	Makas sapanda.
q_{SN}	Makas sapandan normale.
q_{NS}	Makas normalden sapana.
q_{IN}	İndikasyon hatası.
q_{VB}	Veri bağdaşım hatası.



Şekil 5.7 : Makas bloğu akış diyagramı.

Bölüm 4’te anlatılan ZS otomat teoremine göre makas bloğu denklemleri

$$Q = q_0 \cdot (e_0 + e_1 + e_2) + q \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_2} \cdot \overline{e_3} \quad (5.69)$$

$$Q_N = (q + q_{SN}) \cdot e_1 + q_N \cdot \overline{e_0} \cdot \overline{e_2} \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_5} \quad (5.70)$$

$$Q_S = (q + q_{NS}) \cdot e_2 + q_S \cdot \overline{e_0} \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_3} \cdot \overline{e_4} \quad (5.71)$$

$$Q_{SN} = (q + q_S) \cdot e_4 + q_{SN} \cdot \overline{e_0 \cdot e_6} \cdot \overline{e_2 \cdot e_6} \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_3} \quad (5.72)$$

$$Q_{NS} = (q + q_N) \cdot e_5 + q_{NS} \cdot \overline{e_0 \cdot e_6} \cdot \overline{e_1 \cdot e_6} \cdot \overline{e_2} \cdot \overline{e_3} \quad (5.73)$$

$$Q_{IN} = (q_{NS} \cdot e_6 + q_S) \cdot (e_0 + e_1) + (q_{SN} \cdot e_6 + q_N) \cdot (e_0 + e_2) + q_{IN} \cdot \overline{e_R} \quad (5.74)$$

$$Q_{VB} = e_3 \cdot (q + q_N + q_S + q_{SN} + q_{NS}) + q_{VB} \cdot \overline{e_R} \quad (5.75)$$

$$q = Q \quad (5.76)$$

$$q_N = Q_N \quad (5.77)$$

$$q_S = Q_S \quad (5.78)$$

$$q_{SN} = Q_{SN} \quad (5.79)$$

$$q_{NS} = Q_{NS} \quad (5.80)$$

$$q_{IN} = Q_{IN} \quad (5.81)$$

$$q_{VB} = Q_{VB} \quad (5.82)$$

$$q_0 = \overline{q} \cdot \overline{q_N} \cdot \overline{q_S} \cdot \overline{q_{SN}} \cdot \overline{q_{NS}} \cdot \overline{q_{IN}} \cdot \overline{q_{VB}} \quad (5.83)$$

bu şekilde elde edilmektedir.

5.5 Program Bloklarının Gerçeklenmesi

Ayrık olay sistemine göre durum denklemleri elde edilen ekipman ve tanzim diyagramları program blokları oluşturulabilmesi için hazır hale getirilmiştir. Fonksiyon blok yapısı elde edilerek program bütününde çalışır hale getirilebilmeleri için herhangi bir programlama dilinde giriş-çıkış tanımları yapılarak programlanmalıdır. SIEMENS'in PLC programlama dili olan SCL (Yapısal kontrol dil) derleyicisi ile program bloklarının bu projede yazılımları gerçekleştirilmiştir. Blokların birbirleri ile olan giriş-çıkış bağlantıları CFC (Sürekli fonksiyon abakları) derleyicisi ile tasarlanmıştır. Modüler bir yapı için gerekli blok giriş-çıkış yapıları program editörü kabiliyetleri doğrultusunda olabildiğince yapıları bağımsız tasarlayıp gerekli program blokları elde edilmelidir. Ek C'de tanzim blok yapısının açıklamalı SCL kaynak kodu verilmektedir. Şekil 5.8'de makas için özel tasarlanmış kaynak kodlarından elde edilmiş makas blok diyagramının CFC blok görünümü verilmektedir.



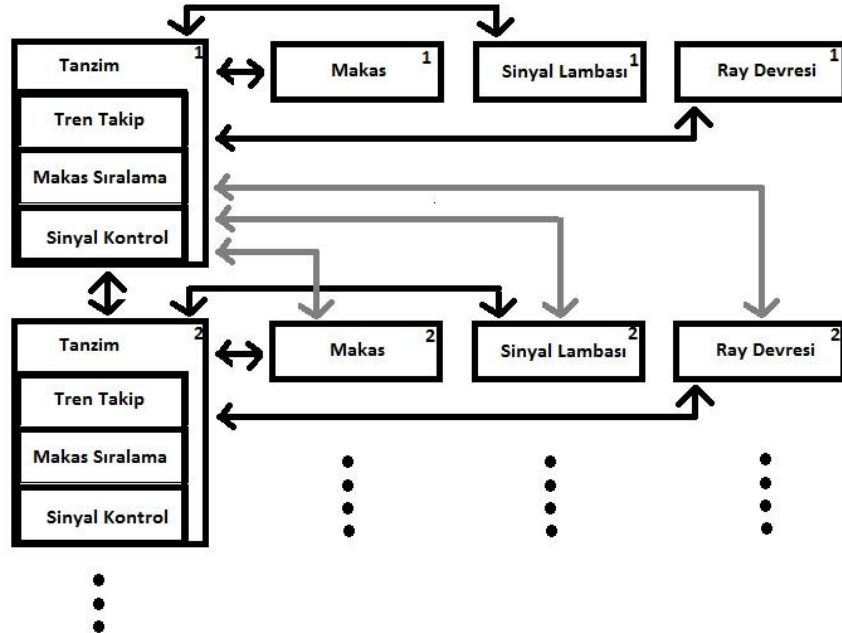
6. UYGULAMA SAHASI VE SİMÜLASYON

6.1 Amaç

Bu bölümde Mithatpaşa istasyonuna ait saha ve benzetim uygulaması Bölüm 5’te elde edilen temel program fonksiyon yapıları ile gerçekleştirilecektir. Bu gerçekleştirme kontrol merkezli yazılım simülatörü ve maket saha ile test edilecektir.

6.2 Yazılım Tasarımı Genel Yapısı

Bölüm 5’te elde edilen temel fonksiyon yapıları saha simülatörü ihtiva edilecek şekilde genel yazılım yapısı için tasarlanmıştır. Programın genel taslağı SIEMENS’in bir ürünü olan “PCS7” ana editörü ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol merkezi yazılımı arayüzü de bu ürün aracılığı ile paralel olarak oluşturulmaya başlanmıştır. Şekil 6.1’de anlaşılan yazılım program yapısı gösterilmektedir. Temel fonksiyon bloklarının programda çağırılma ve ilişkilendirme yapısı verilmektedir.



Şekil 6.1 : Anlaşılan yazılım program yapısı.

6.3 Kontrol Merkezi Yazılımı ve Saha Simülatörü

Kontrol merkezi görsel arayüzü kullanılmakta olan mevcut sinyal sistemlerinin genel incelenmesi ile tasarlanmıştır. Şekil 6.2’de, Şekil 6.3’te Mithatpaşa istasyonunun SCADA ekran görüntüsü ve Şekil 6.4’te SCADA kontrol arayüzleri verilmektedir.

Bu görüntüde tanzim talepleri sinyal lambasından sinyal lambasına tıklama ile tanzim kontrol arayüzleri açılmaktadır. Tanzim kontrol arayüzlerinde tanzim kumanda kontrol düğmeleri olduğu gibi tanzime ait durum ve ikazlar görülmektedir. Aktif olan tanzimler arayüzleri kapalı olsa bile daha küçük ekran görüntüleri halinde anasayfa üzerinde tutulmaktadır. Burada yine önemli durum ve ikazlar izlenebilmektedir.

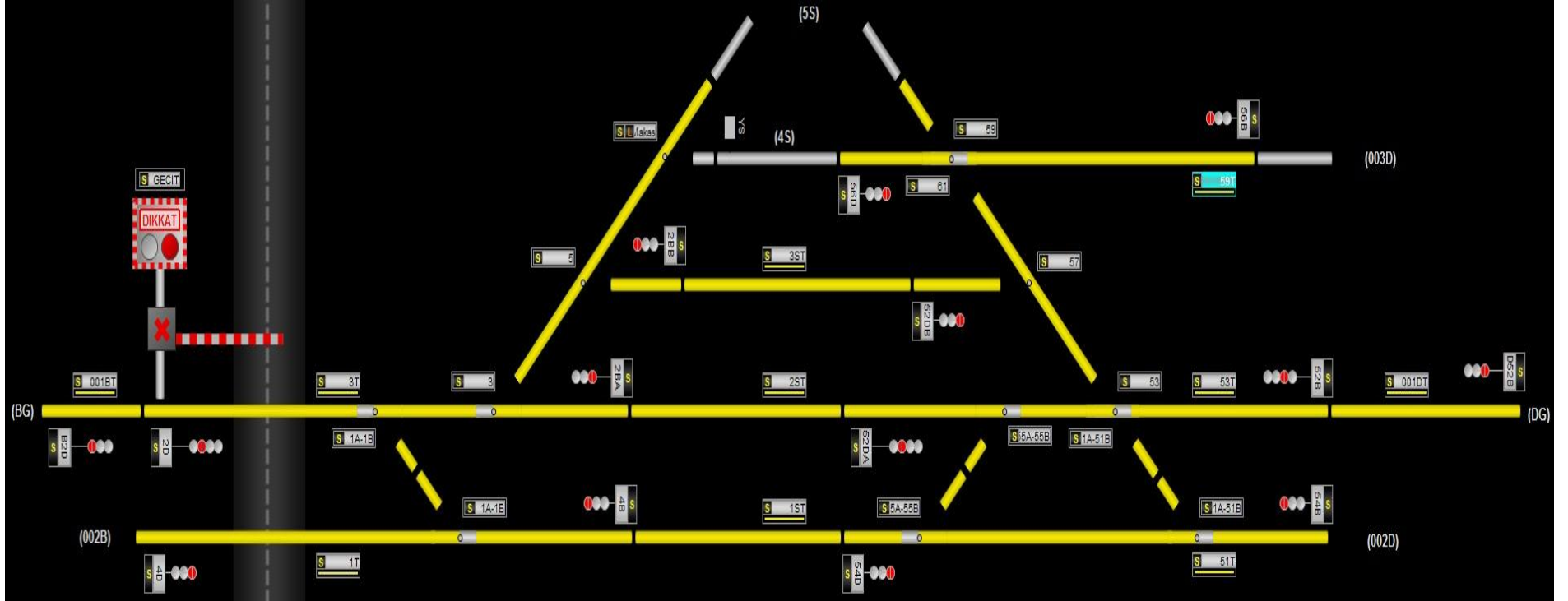
Saha cihazları için her bir cihaza özel olmak üzere kontrol ve izleme arayüzleri hazırlanmıştır. Saha sinyal simülasyonu aynı arayüz aracılığı ile tasarlanmıştır.

Ray devreleri anasayfa üzerinden çeşitli renkler alarak kullanıcıya tanzim, meşguliyet, arıza durumları hakkında bilgi vermektedir. Çizelge 6.1’de ray devresi renk durumu anlamları verilmektedir.

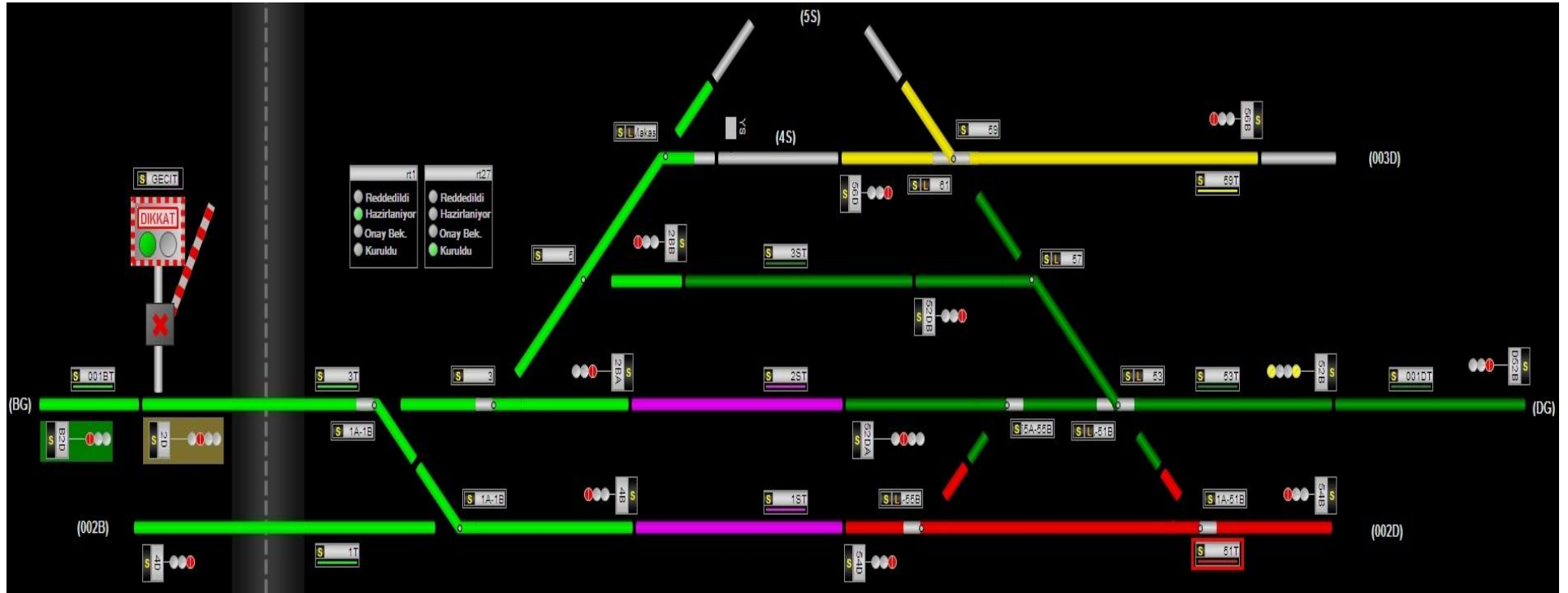
Çizelge 6.1 : Ray devresi renkleri ve anlamları.

RENKLER	DURUMLAR
	Sinyalsiz bölge.
	Ray devresi boş.
	Tanzime hazırlık ve ray devresi boş.
	Tanzim kuruldu ve ray devresi boş.
	Ray devresi dolu.
	Beklenmedik meşguliyet veya arıza.

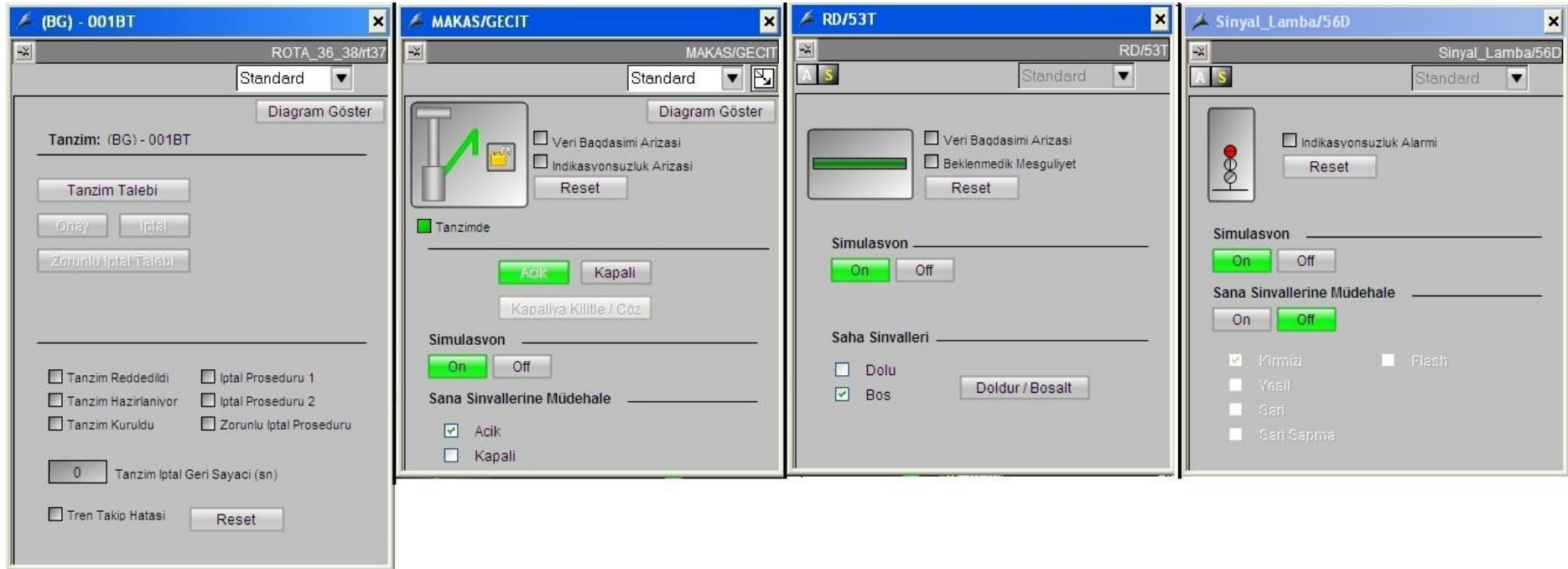
Makas ve geçit kontrol arayüzleri operatör kontrolünde manevra ve kilitleme yetkilerine sahiptir. İlgili durum ve ikaz detayları aynı arayüz üzerinden izlenebilmektedir. Saha sinyallerinin durumlarının izlenebilmesi ve simülasyon özelliklerine sahiptir. Operatör kontrolünden alınan düğmeler pasif olarak görülmektedir.



Şekil 6.2 : SCADA ekran görüntüsü.



Şekil 6.3 : SCADA ekran görüntüsü.



Şekil 6.4 : SCADA kontrol arayüzleri.

6.4 Maket Uygulama Sahası

İstanbul Teknik Üniversitesi Kontrol Mühendisliği bölümü Endüstriyel Otomasyon laboratuvarında bulunan maketin Mithatpaşa istasyonuna ait kısmında uygulama yapılacaktır. Şekil 6.5'te uygulama yapılacak maket saha görülmektedir.



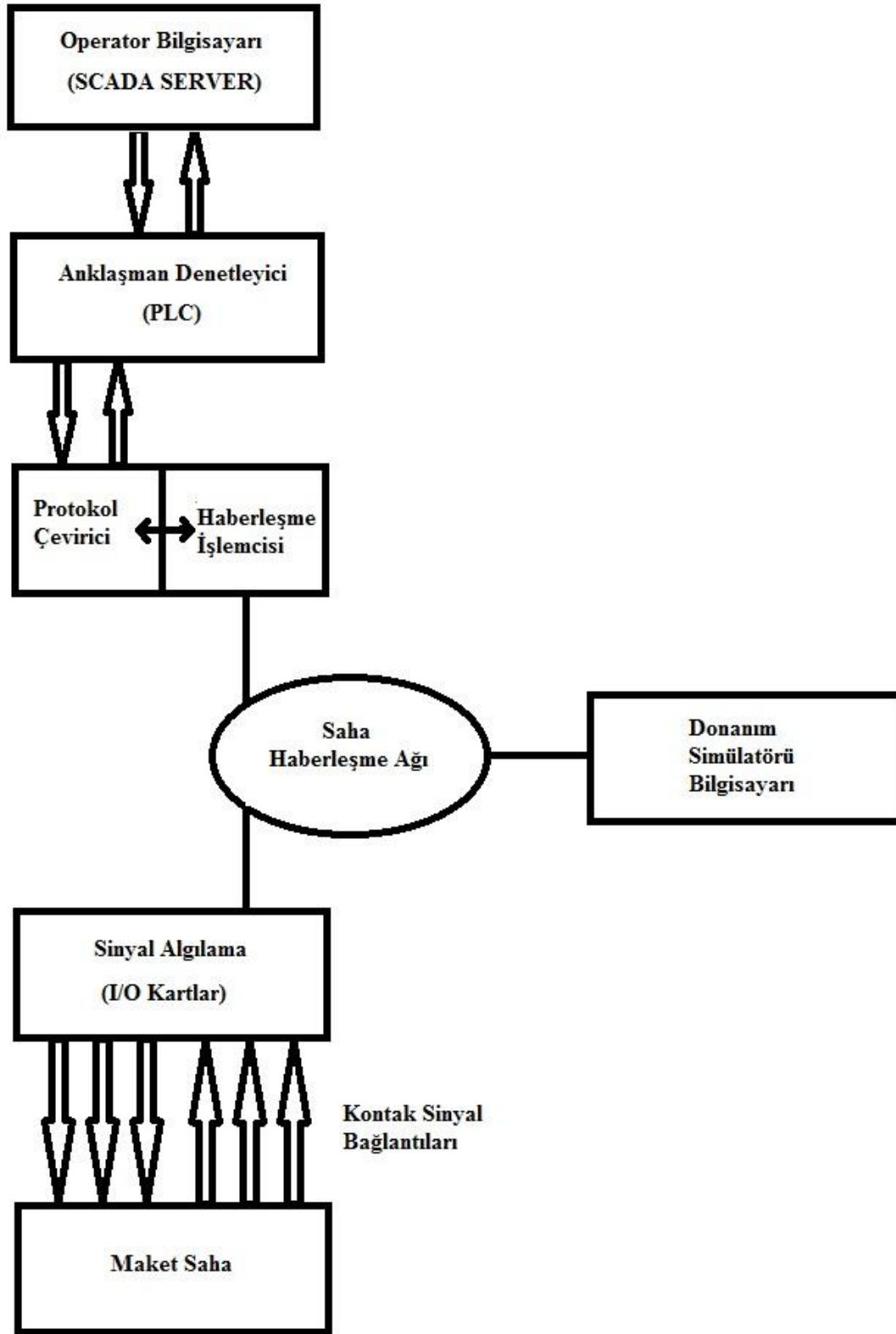
Şekil 6.5 : Uygulama sahası maketi.

Bu maket sahanın amacı donanım simülasyonunu sağlamaktır. Üzerinde sinyalizasyon ekipmanları dışında tren hareketi ve kontrolü için donanımlar mevcuttur. Maket sahadan sinyalizasyon ekipmanları için gerekli sinyal elektriksel bağlantıları harici sinyal algılayan veya üreten elektronik giriş-çıkış modülleri ile irtibattır. Bu modüller ve sistem bilgisayarı arasında haberleşme ağı mevcuttur. Şekil 6.6'da giriş-çıkış modülleri ve arayüz röleli devreler verilmiştir.



Şekil 6.6 : Giriş-çıkış modülleri ve arayüz devreleri.

Hazırlanmış olan anklâşman sistemi önce kendi üzerinde simülasyon testleri tamamlandıktan sonra donanım simülasyonu için bu sahaya bağlanmıştır. Anklâşman sisteminin saha ile olan haberleşmesi arayüz haberleşme ağı elektronik modülleri ile sağlanmıştır. Bu bağlantılarının sağlanabilmesi için araya konan haberleşme işlemcilerine sinyalleri taşıma konusunda arayüz programları gereklidir. Farklı haberleşme protokolleri arayüz için sağlanan protokol çevirici cihaz ve yazılım desteği sayesinde böyle bir bütünleşme gerçekleştirilmiş olup anklâşman sistem performansı maket saha üzerinde de denenmiştir. Şekil 6.7'de maket saha uygulama topolojisi verilmektedir.



Şekil 6.7 : Maket saha uygulama topolojisi.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1 Sistem Tasarım Kriterlerinin Değerlendirilmesi

7.1.1 Sinyalizasyon yazılım kriterlerinin değerlendirilmesi

Raylı sistemlere yönelik anклашman ve TKM yazılım geliştirilmesinde, yazılım akış tabanının ZS otomat yaklaşımı ile son derece başarılı bir şekilde tasarlanabildiği görülmüştür. Yazılım performansının özünü oluşturan bu tasarım tabiki üretilecek yazılım ürününün sadece belli bir bölümünü oluşturmaktadır. Yaptığımız uygulamada yazılımı tamamen oluşturabilmek için yazılım oluşturduğumuz tabanın desteklediği çözüm yöntemlerinin belli bir kısmını daha kullanmış olduk. Sinyalizasyon anклашman sistemi için yazılım tasarımı akılcı, kesin hükümler içeren ve teorik olarak kusursuz olması gerekmektedir. Sezgisel yaklaşımlarla hem tasarım sorunları ortaya çıkabilir hem de program davranışına güven zayıflayacaktır.

TKM yazılım tasarımları kullanıcıya kolaylıklar sağlayacak şekilde sade ve özel durumların analizi içinde detaylı olması gerekmektedir. Mevcut sinyal sahalarının ileride genişletilebilme olasılıklarına karşı da modüler bir yapıya sahip olması sistemin daha sonraki maliyetleri açısından faydalı olacaktır.

Tasarımda baştan beri ilave ettiğimiz yazılım simülatörü yazılım testlerinin saha olmaksızın tamamlanmasına olanak sağlamıştır. Bu şekilde geliştirilmiş simülatör yazılımları sistem eğitimleri içinde son derece faydalı olmaktadır. Saha sinyallerinin de birebir simülasyon edilebilmesi gerçek cihazların ve dinamik faaliyetlerin gerçekleştiği saha şartlarına, yazılımın nasıl adapte olacağı konusunda çok gerçekçi sonuçlar vermektedir.

7.1.2 Anклашman sistemi donanım kriterlerinin değerlendirilmesi

Hem gerçek bir işletme sahası olan hemde gerçek bir sahanın detaylı analizi sonucunda hazırlanan saha maketi üzerinde yapılan uygulamalarda, sistemin ihtiyacı olan elektronik donanım ünitelerinin performansları incelenmiştir. Anклашman sisteminin temel yazılım fonksiyonlarının yerine getirildiği işlemciler sıcak yedekli olarak seçilmesi hem sistem emniyeti hemde olası arızaların erken müdahale imkanı

açısından önem teşkil etmektedir. Günümüzde modern sinyalizasyon uygulamaların da bu durumu net bir şekilde görebiliyoruz. Elektronik üniteler arasında kurulması zorunlu olan heberleşme bağlantıları da en az merkezi işlemci kadar önemlidir. Bilgi akışının hızlı, güvenilir ve yedekli olması sistem performansı için zorunludur. Anlaşman sistemi izlediği ve kumanda ettiği saha cihazları kadar kendi sisteminin de her bir parçasının durum ve arıza bilgilerini kusursuz bir şekilde izlemeli ve sorunlar başarılı senaryolar türetmelidir. Sistemlerin ileride genişletilebilme veya başka bir sisteme kolay ve başarılı bir şekilde adapte yapılabilmesi için, elektronik donanımları, haberleşme protokollerinin standartlaştırılmış evrensel modellerden seçilmiş olması önemlidir.

7.2 Raylı Sistemlerde Yerli Sinyalizasyon İhtiyacı

Raylı ulaşım sistemlerinin gelişmesi toplumların ekonomik ulaşım ihtiyaçları için çok önemlidir. Ülkemizde özellikle uzun mesafe demiryolu ulaşım işleri için TCDD görevlendirilmiştir. Metro, tramvay gibi şehir içi ihtiyaçlara ise daha çok şehir belediyeleri ilgilenmektedir.

Bu sistemlerin genel olarak kurulum maliyetleri çok yüksektir. Bu maliyetlerin çok yüksek olmasının önemli bir nedeni ise kurulum işlerinin birçok kısmının yabancı şirketler tarafından sağlanmasıdır. Yerli olarak henüz üretilmeyen ürünler yanında birçok mühendislik hizmetide ithal edilmektedir. Yüksek kapasite ve emniyet için modern sinyalizasyon sistemleri de gerekmektedir. Özellikle işin bu kısmının hemen hemen hepsi yüksek maliyetlerde ithal edilmektedir. Aynı zamanda sistem bakımı ve işletme maliyetleride bu ithalat yüzünden yükselmektedir. Bu maliyetler karşısında raylı sistemler ülkemizde gelişmekte zorlanmaktadır.

Günümüzde sinyalizasyon mühendisliği konusunda gereklilik fark edilmiş ve hızla bu konuda kendini geliştiren bireyler ve yerli şirketler oluşmaktadır. Üniversitelerin de bu konu ile ilgilenmesi, konu ile ilgili birçok tez ve makale oluşmasına yardım etmektedir. Bu teze ışık tutan birçok yerli yayının yanında bu tezinde bu konuya ışık tutacağı inancı içindeyiz. Bu çalışmaların çok daha fazla uygulamaya dönüşmesini arzuluyoruz.

KAYNAKLAR

- [1]Saygın, S., Yakın, İ., Durmuş, M. S. ve Söylemez, M. T. (2009). Petri Ağlarıyla Demiryolu Makas Bölgelerinin Anlaşman ve Sinyalizasyonu Tasarımı, TOK'09, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, İstanbul.
- [2]Ürün, Y. ve Gülbahar, V. (1972). Demiryolu Sinyalizasyonu ve Yeni Teknikler, Elektrik Mühendisliği Odası Yayın Organı, Sayı 183, Sf 44 – 68.
- [3]Söyler, H. ve Açıkbaş, S. (2005). Raylı Toplu Taşımada Sinyalizasyon Sistemleri, Elektrik – Elektronik – Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi.
- [4]Durmuş, M. S., Kurşun, A. ve Söylemez, M. T. (2010). Demiryolu Hemzemin Geçitleri için Hatada – Güvenli Sinyalizasyon ve Anlaşman Tasarımı, TOK'10, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Gebze.
- [5]Akın, K., Durmuş, M. S. ve Söylemez, M. T. (2010). Demiryolu Sinyalizasyon Sistemi Bileşenlerinin Otomasyon Petri Ağları ile Modellenmesi ve PLC ile Gerçeklenmesi, TOK'10, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Gebze.
- [6]Hall, S. (2001). Modern Signaling Handbook, Ian Allan Publishing, England.
- [7]Pallmer, J. (2006). The Need for Train Detection, Proc. of the 11 th IET Professional Development Course on Railway Signaling and Control Systems, York, UK., Sf 47 – 53.
- [8]Yıldırım, U., Durmuş, M. S. ve Söylemez, M. T. (2011). Demiryolu Sinyalizasyon Sistemleri için Otomatik Anlaşman Tablosunun Oluşturulması, EUSIS, Elektrik Ulaşım Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, Bursa – Eskişehir, Türkiye.
- [9]Anandarao, S. ve Mortland, C. D. (1998). Level Crossing Safety on East Japan Railway Company: Application of Probabilistic Risk Assessment Techniques, Transportation, Cilt 25, Sf 265 – 286.
- [10]T.C. MEB MEGEP (2008). Raylı Sistemler Teknolojisi İnterlocking ve Blok Sistemleri, Ankara.
- [11]T.C. MEB MEGEP (2008). Raylı Sistemler Teknolojisi Ray Devreleri, Ankara.
- [12]Hasdemir, İ. T., Kurtulan, S. ve Gören, L. (2010). Ayrık Olay Sistemlerinin Kontrolü için Bir Modelleme ve Gerçekleme Yöntemi, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, 121 – 133, Şubat 2010.
- [13]Fokkink, W. J. (1996). Safety criteria for the vital processor interlocking at Hoorn – Kersenboogerd, Proceedings of the 5th Conference on Computers in Railways, Sf 101 – 110 .

- [14]**Mutlu, İ., Ovatman, T., Demiray, D. ve Akın, K.** (2011). Ulusal Demiryolu Sinyalizasyonu Projesi (UDSP) Yazılım Simülatörü ile Ulusal Sinyalizasyon Sistemi Test Tanımlama Belgesi, Doküman Kodu: UDSP.86 – YS – STT, Sürüm No: 1.0, TÜBİTAK – BİLGEM, 06.07.2011.

EKLER

EK A: Mithatpaşa istasyonu anlaşılan tablosu.

EK B: Sinyal lambası renkleri ve anlamları.

EK C: Tanzim blok yapısı açıklamalı kaynak kodları.

EK A

Çizelge A.1 : Mithatpaşa istasyonu anlaşılan tablosu.

Tanım			Sinyal No		Sinyal Durumu		Kilit			Sinyal Kontrol veya Detektör Kilit	Rota Kilit
İsim	Rota No	Rota						Mevcut Konumda			
GİRİŞ SİNYALİ	rt1	001BT - 1ST	2D	1S	SY	54D - S	(1)	3, 5	4D, 2BA, 2BB, 4B, 52B1, 54B1	3T, 1T, 1ST	(3T), (1T)
					SS	54D - K, SK				3T, 1T, (1ST)	
					SK						
	rt2	001BT - 2ST		2S	Y	52DA - S	1, 3	5	2BB, 2BA, 52B2, 54B2	3T, 2ST	(3T)
					S	52DA - K, SK				3T, (2ST)	
					SK						
	rt3	001BT - 3ST		3S	SY	52DB - S	1, (3), (5)		2BA, 2BB, 52B3, 54B3	3T, 3ST	(3T)
					SS	52DB - K, SK				3T, (3ST)	
					SK						
	rt4	001BT - (4S)		4S	SK		1, (3), 5		2BA, 2BB, 52B4, 54B4, 56B4	3T, (D)	(3T)
	rt5	001BT - (5S)		5S	SK		1, (3), 5		2BA, 2BB	3T, D	(3T)
	rt6	(002B) - 1ST	4D		Y	54D - S	1		4B, 52B1, 54B1	1T, 1ST	(1T)
					S	54D - K, SK				1T, (1ST)	
					SK						

Çizelge A.1 (devam) : Mithatpaşa istasyonu anklâşman tablosu.

	rt7	1ST-001BT	4B	001B	S		(1)	3, 5	4D, 2BA, 2BB, 2D, B2D	1T, 3T, 001BT	(1T), (3T)
	rt8	1ST-(002B)		002B	SK		1		4D	1T	(1T)
	rt9	2ST-001BT	2BA		S		3, 1	5	2BB, 2D, B2D	3T, 001BT	(3T)
	rt10	3ST-001BT	2BB		S		(5), (3), 1		2BA, 2D, B2D	3T, 001BT	(3T)
	rt11	(4S)-001BT			FS		5, (3), 1		2BA, 2D, B2D	3T, 001BT, (D)	(3T)
	rt12	(5S)-001BT			FS		5, (3), 1		2BA, 2D, B2D	3T, 001BT, D	(3T)
	rt13	1ST-001DT	54D	001D	S		(55), 53, 51, 61	57	54B, 52DA, 52DB, 52B, D52B	51T, 53T, 001DT	(51T), (53T)
	rt14	1ST-(002D)		002D	SK		55, 51		54B	51T	(51T)
	rt15	2ST-001DT	52DA	001D	S		55, 53, 51, 61	57	52DB, 52B, D52B	53T, 001DT	(53T)
	rt16	2ST-(002D)		002D	SK		55, 53, (51), 61	57	52DB, 54D, 52B, 54	53T, 51T	(53T), (51T)

Çizelge A.1 (devam) : Mithatpaşa istasyonu anklâşman tablosu.

	rt17	3ST-001DT	52DB	001D	S		(57), 55, (53), 51, 61		52DA, 52B, D52B	53T, 001DT	(53T)
	rt18	3ST-(002D)		002D	SK		(57), (53), (51), 61	55	52DA, 54D, 52B, 54B	53T, 51T	(53T), (51T)
	rt19	(4S)-001DT	56D	001D	S		(61), 59, 57, 55, (53), 51		56B, 52DA, 52DB, 52B, D52B	59T, 53T, 001DT	(59T), (53T)
	rt20	(4S)-(002D)		002D	SK		(61), 59, 57, (53), (51)	55	56B, 52DA, 52DB, 54D, 52B, 54B	59T, 53T, 51T	(59T), (53T), (51T)
	rt21	(4S)-(003D)		003D	SK		61, 59		56B	59T	(59T)
	rt22	(5S)-001DT		001D	FS		(61), (59), 57, 55, (53),51		56B, 52DA, 52DB, 52B, D52B	59T, 53T, 001DT	(59T), (53T)
	rt23	(5S)-(002D)		002D	FS FK		(61), (59), 57, (53), (51)	55	56B, 52DA, 52DB, 54D, 52B, 54B	59T, 53T, 51T	(59T), (53T), (51T)
	rt24	(5S)-(003D)		003D	FS FK		61, (59)		56B	59T	(59T)

Çizelge A.1 (devam) : Mithatpaşa istasyonu anklâşman tablosu.

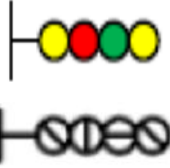
Tanım			Sinyal No		Sinyal Durumu		Kilit			Sinyal Kontrol veya Detektör Kilit	Rota Kilit
İsim	Rota No	Rota						Mevcut Konumda			
GİRİŞ SİNYALİ	rt25	001DT - 1ST	52B	1S	SY	4B - S	51, 53, (55), 61	57	52DB, 52DA, 54B, 54D, 2D1,4D1	53T, 51T, 1ST	(53T), (51T)
					SS	4B - K, SK				53T, 51T, (1ST)	
					SK						
	rt26	001DT - 2ST		2S	Y	2BA - S	51, 53, 55, 61	57	52DB, 52DA, 2D2	53T, 2ST	(53T)
					S	2BA - K				53T, (2ST)	
					SK						
	rt27	001DT - 3ST		3S	SY	2BB - S	51, (53), 55, (57), 61		52DA, 52DB, 2D3	53T, 3ST	(53T)
					SS	2BB - K, FS				53T, (3ST)	
					SK						
	rt28	001DT - (4S)		(4S)	SK		51, (53), 55, 57, 59, (61)		52DB, 52DA, 56B, 56D, 2D4	53T, 59T	(53T), (59T)
	rt29	001DT - (5S)		(5S)	SK		51, (53), 55, 57, (59), (61)		52DB, 52DA, 56B, 56D	53T, 59T	(53T), (59T)
	rt30	(002D)- 1ST	54B	1S	Y	4B - S	51, 55		54D, 2D1, 4D1	51T, 1ST	(51T)
					S	4B - K, SK				51T, (1ST)	
					SK						

Çizelge A.1 (devam) : Mithatpaşa istasyonu anklâşman tablosu.

	rt31	(002D)- 2ST		2S	Y	2BA - S	(51), 53, 55, 61	57	54D, 52DB, 52B, 52DA, 2D2	51T, 53T, 2ST	(51T), (53T)
					S	2BA - K				51T, 53T, (2ST)	
					SK						
	rt32	(002D)- 3ST		3S	Y	2BB - S	(51), (53), (57), 61	55	54D, 52B, 52DA, 52DB, 2D3	51T, 53T, 3ST	(51T), (53T)
					S	2BB - K, FS				51T, 53T, (3ST)	
					SK						
	rt33	(002D)- (4S)		(4S)	SK		(51), (53), 57, 59, (61)	55	54D, 52B, 52DA, 52DB, 56B, 56D, 2D4	51T, 53T, 59T	(51T), (53T), (59T)
	rt34	(002D)- (5S)		(5S)	SK		(51), (53), 57, (59), (61)	55	54D, 52B, 52DA, 52DB, 56B, 56D	51T, 53T, 59T	(51T), (53T), (59T)
	rt35	(003D)- (4S)	56B	(4S)	SK		59, 61		56D, 2D4	59T	(59T)
	rt36	(003D)- (5S)		(5S)	SK		(59), 61		56D	59T	(59T)
	rt37	(BG)- 001BT	B2D		Y	2D - Y			2BB, 2BA, 4B1B	001BT	
					S	2D - S, SY, SS, SK, K					
	rt38	(DG)- 001DT	D52B		Y	52B - Y			56D1D, 52DB1D, 52DA1D, 54D1D	001DT	
					S	52B - S, SY, SS, SK, K					

EK B

Çizelge B.1 : Sinyal lambası renkleri ve anlamları.

	DÖRTLÜ YÜKSEK SİNYAL	YEŞİL	Öndeki iki blok boş tren ilerleyebilir.
		SARI	Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir.
		KIRMIZI	Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır.
		SARI – YEŞİL	Sapma var öndeki iki blok boş, tren ilerleyebilir.
		SARI – SARI	Sapma var öndeki sadece bir blok boş, tren belli bir hızda ilerleyebilir.
		SARI – KIRMIZI	Tren her an durabilecek şekilde ilerlemelidir.
	ÜÇLÜ YÜKSEK SİNYAL	YEŞİL	Öndeki iki blok boş tren ilerleyebilir.
		SARI	Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir.
		KIRMIZI	Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır.
	ÜÇLÜ CÜCE SİNYAL	YEŞİL	Öndeki iki blok boş tren ilerleyebilir.
		SARI	Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir.
		KIRMIZI	Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır.
		SARI - KIRMIZI	Tren her an durabilecek şekilde ilerlemelidir.

EK C

FUNCTION_BLOCK FB40

```
TITLE = 'Tanzim'
{
S7_m_c := 'true'
}
VERSION : '1.0'
//KNOW_HOW_PROTECT
NAME : 'TNZM'
FAMILY : 'HMI'
AUTHOR : IY

VAR_INPUT
//_____Tanzim Kilitleme Girisleri
Sinyal_Izleme : BYTE := 1;
ROTA_KILIT {S7_m_c := 'true'}:BOOL:=false; //1 tanzim kurulmasýný engeller
Sinyal_Hatalari{S7_m_c := 'true'}:BOOL:=false; //1 ilgili Sinyal Lambasý Hatalary
Makas_Hatalari {S7_m_c := 'true'}:BOOL:=false; //1 ilgili makas hatalary
RD_Hatalari {S7_m_c := 'true'}:BOOL:=false; //1 ilgili RD hatalary
Gecit_Hatalari {S7_m_c := 'true'}:BOOL:=false; //1 ilgili gecit hatalary
//_____Tanzim Kriterleri Parametreleri
par_Sapma :BOOL:=false; //1 sapma var
par_Flash :BOOL:=false; //1 flash var
par_BD_DG_giris :BOOL:=false; //B2D ve D53B için 1
par_Makas_adi :INT:=1; //min 0 max 6
//_____Tanzim Makas Bloklari Baglanti Parametreleri
par_Makas1_N_S: BOOL:=false; // 0=normal ; 1=sapan
par_Makas2_N_S: BOOL:=false;
par_Makas3_N_S: BOOL:=false;
par_Makas4_N_S: BOOL:=false;
par_Makas5_N_S: BOOL:=false;
par_Makas6_N_S: BOOL:=false;

Makas1_kilitli: BOOL:=false; // 0=normal ; 1=sapan
Makas2_kilitli: BOOL:=false;
Makas3_kilitli: BOOL:=false;
Makas4_kilitli: BOOL:=false;
Makas5_kilitli: BOOL:=false;
Makas6_kilitli: BOOL:=false;

Makas1_Normal: BOOL:=false;
Makas1_Sapan : BOOL:=false;
Makas2_Normal: BOOL:=false;
Makas2_Sapan : BOOL:=false;
Makas3_Normal: BOOL:=false;
Makas3_Sapan : BOOL:=false;
Makas4_Normal: BOOL:=false;
Makas4_Sapan : BOOL:=false;
Makas5_Normal: BOOL:=false;
Makas5_Sapan : BOOL:=false;
Makas6_Normal: BOOL:=false;
Makas6_Sapan : BOOL:=false;

par_Manuel_Makas_var{S7_m_c := 'true'}: BOOL:=false;// 1 manuel makas var, 0 yok
par_Manuel_Makas_N_S : BOOL:=false;// 1=sapan; 0=normal
Manuel_Makas_Normal : BOOL:=false;
Manuel_Makas_Sapan : BOOL:=false;
//_____
```

```

// _____ Geçitli Tanzimler için parametreler
par_GECIT_var      {S7_m_c := 'true'}: BOOL:=false; // 1 Hemzemin gecit var, 0 yok
GECIT_ACIK         {S7_m_c := 'true'}: BOOL:=false; //yukarıda
GECIT_Kapali       {S7_m_c := 'true'}: BOOL:=false; //assagıda
// _____
// _____ Ray devresi blok bağlantı ve parametreler
par_RD_adi         :INT:=1; //min 1 max 4 gerçel ray devresi adeti
par_Tanzim_ST      :BOOL:=false; //1= 1st 2st 3st; biten tanzimler için
par_ilk_RD_sanal   :BOOL:=false; //1=sanal; 0=gerçek
RD1:BOOL:=false;
RD2:BOOL:=false;
RD3:BOOL:=false;
RD4:BOOL:=false;
par_son_RD_sanal:BOOL:=false; //1=sanal; 0=gerçek
// _____

END_VAR

VAR
// _____ Dahili Bellek alanları
qq :ARRAY [0..511] OF BOOL:=false; //Durum Bellekleri
Tzm_Rzv_BOOLS :ARRAY [0..15] OF BOOL:=false;
Tzm_Rzv_Dword :DWORD:=dw#16#0;
// _____
// _____ Çağrılacak fonksiyon tanımları
Tren_Takip_FB :T_T_T;
Makas_Seq_FB :T_M_S;
Sinyal_Kontrol_FB :T_S_K;
// _____
END_VAR

VAR_TEMP|
// _____ Kullanılacak Geçici Değişkenler
QQQ :ARRAY [0..511] OF BOOL;
ee :ARRAY [0..511] OF BOOL;
SON_RD :BOOL;
S_Kapali :BOOL;
SON_RD_kilit :BOOL;
Manuel_makas_ok :BOOL;
Tren_takip_basla :BOOL;
Tren_takip_bitir :BOOL;
SL_sinyal_izleme :ARRAY [0..7] OF BOOL;
temp_Sinyal_Kontrol1 :BYTE;
temp_Sinyal_Kontrol2 :BYTE;
X:INT;
temp_ZS_Dword:DWORD;
// _____
END_VAR

VAR_OUTPUT
// _____ Tanzim için üretilen çıkışlar
Q_Sinyal_Kontrol : BYTE:=1; // [0] K ; [1] S ; [2] Y ; [3] S ; [4] flash ; [7] kumanda
Q_ROTÂ KILIT {S7_m_c := 'true'}: BOOL:=false; //1=tanzimvar
Q_MAKAS_KILIT : BOOL:=false; //Makasları kilitler
Q_Gecit_KILIT : BOOL:=false; //Geçitleri mevcut duruma kilitler
Q_TZM_KURULDU : BOOL:=false;
// _____
// _____ Makas bloklarını sürmek için çıkışlar
Q_Makas1_Normal: BOOL:=false;
Q_Makas1_sapan : BOOL:=false;
Q_Makas2_Normal: BOOL:=false;
Q_Makas2_sapan : BOOL:=false;

```

VAR_IN_OUT

```
//
// _____ Scada ile arayuz _____
Tzm_Talebi           {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Onay_Talebi      {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Iptal_Talebi     {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Zorunlu_Iptal_Tlb {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Talebi_Reddi     {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Iptal_Talebi_Reddi {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Reddedildi       {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Hazirlaniyor     {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Kuruldu          {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Onay_bekliyor    {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Iptal_Proseduru1 {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Iptal_Proseduru2 {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Zorunlu_Iptal_Pr {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Tren_Takip_Hatasi {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Genel_Hata       {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Reset            {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Tzm_Ipl_geri_sayici  {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:INT:=0;
ZS_Dword             {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:DWORD:=0;
TT_ZS_Dword          {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:DWORD:=0;
MS_ZS_Dword          {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:DWORD:=0;
Rota_mesgul          {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
T_kilit_makas        {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
Gecit_bekle          {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:BOOL:=FALSE;
TT_ZS_Tip            {S7_m_c := 'true';S7_visible := 'false'}:INT:=0;
//
END_VAR
BEGIN

(*
ee[51]:=false ; //eh1 tanzim ekipmanlarý hatasý
[RD veya Makas veya Bariyer veya Sinyal lambasý veya dululuk sorunu]
ee[52]:=false ; //eh2 tanzim ekipmanlarý hatasý [eh1 veya eh3 veya KM iptal talebi]
ee[53]:=false ; //eh3 tanzim ekipmanlarý hatasý [trentakip hatasý]
ee[60]:=false ; //e2i zorunlu iptal proseduru hitti
ee[10]:=false ; //KM tanzim talebi
ee[12]:=false ; //Bariyer var ise kapali veya yok ise) ve makas hazır
ee[20]:=false ; //KM tanzim reddi
ee[23]:=false ; //KM tanzim onayý
ee[34]:=false ; //Tren ilk RD'ye girdi
ee[45]:=false ; //Tren sinyali geçti
ee[50]:=false ; //Tanzim tamamlandý
ee[110]:=false ; //KM tanzim hata reset
ee[112]:=false ; //Bariyer var ve tren ilk ray devresine girdi
ee[122]:=false ; //Makas ve bariyer kapalı
ee[300]:=false ; //Tanzim iptali proseduru 1 tamamlandý
ee[400]:=false ; //Tanzim iptali proseduru 2 tamamlandý
*)

//geçici degiskenlere ilk deger atama
SON_RD:=false;
S_Kapali:=false;
SON_RD_kilit:=false;
Rota_mesgul:=false;
Manuel_makas_ok:=false;
Tren_takip_basla:=false;
Tren_takip_bitir:=false;
//
// _____
```

```

//Son gerçel ray devresi dolulugu
IF par_RD_adedi =1 THEN SON_RD:=RD1;
ELSIF par_RD_adedi =2 THEN SON_RD:=RD2;
ELSIF par_RD_adedi =3 THEN SON_RD:=RD3;
ELSIF par_RD_adedi =4 THEN SON_RD:=RD4;
ELSE SON_RD:=true;
END_IF;
//
//Sinyal kapali durumu
S_Kapali:= par_son_RD_sanal OR SON_RD;
//
//Rota mesgul hesabi
IF qq[3] OR qq[4] OR qq[5] OR qq[30] OR qq[40] OR qq[6] THEN
    Rota_mesgul:=false;
ELSIF (par_ilk_RD_sanal AND par_son_RD_sanal)
    OR (par_ilk_RD_sanal AND par_son_RD_sanal=false AND par_Tanzim_ST=false) THEN
    Rota_mesgul := RD1 OR RD2 OR RD3 OR RD4;
ELSIF (par_ilk_RD_sanal=false AND par_son_RD_sanal)
    OR (par_ilk_RD_sanal=false AND par_son_RD_sanal=false AND par_Tanzim_ST=false) THEN
    Rota_mesgul := RD2 OR RD3 OR RD4;
ELSIF par_ilk_RD_sanal AND par_Tanzim_ST THEN
    IF par_RD_adedi =1 THEN Rota_mesgul:=false;
    ELSIF par_RD_adedi =2 THEN Rota_mesgul:=RD1;
    ELSIF par_RD_adedi =3 THEN Rota_mesgul:=RD1 OR RD2;
    ELSIF par_RD_adedi =4 THEN Rota_mesgul:=RD1 OR RD2 OR RD3;
    ELSE Rota_mesgul:=true;
    END_IF;
ELSIF par_ilk_RD_sanal=false AND par_Tanzim_ST THEN
    IF par_RD_adedi =1 THEN Rota_mesgul:=false;
    ELSIF par_RD_adedi =2 THEN Rota_mesgul:=false;
    ELSIF par_RD_adedi =3 THEN Rota_mesgul:=RD2;
    ELSIF par_RD_adedi =4 THEN Rota_mesgul:=RD2 OR RD3;
    ELSE Rota_mesgul:=true;
    END_IF;
ELSE Rota_mesgul:=true;
END_IF;
//
//Manuel makas
Manuel_makas_ok:= (par_Manuel_Makas_N_S=false AND Manuel_Makas_Normal)
    OR (par_Manuel_Makas_N_S AND Manuel_Makas_Sapan) OR par_Manuel_Makas_var=false;
//
//Tanzim Talebi
Tzm_Talebi_Reddi:= ROTA_KILIT OR Sinyal_Hatalari OR Makas_Hatalari OR Rota_mesgul OR RD_Hatalari
    OR Manuel_makas_ok=false OR Makas_Seq_FB.Makas_kilit OR Tzm_Genel_Hata OR Gecit
//

```

```

//Olaylariñ üretilmesi

ee[10]:=(Tzm_Talebi AND Tzm_Talebi_Reddi=false) AND qq[0] ;
IF ee[10] THEN Tzm_Talebi:=false; END_IF;

ee[51]:=ROTA KILIT OR Sinyal_Hatalari OR Makas_Hatalari OR Rota_mesgul
        OR RD_Hatalari OR Manuel_makas_ok=false OR Gecit_Hatalari ;

ee[20]:=(Tzm_Iptal_Talebi AND Tzm_Iptal_Talebi_Reddi=false) ;
Tzm_Iptal_Talebi:=false;

ee[110]:=Tzm_Reset;

ee[12]:=(Makas_Seq_FB.Ready AND par_GECIT_var=false) OR (Makas_Seq_FB.Ready AND par_GECIT_var AND GECIT_Kapali) ;

ee[122]:=(Makas_Seq_FB.Ready AND par_GECIT_var AND GECIT_Kapali) AND qq[12];

ee[23]:= Tzm_Onay_Talebi;
IF ee[23] THEN Tzm_Onay_Talebi:=false; END_IF;

IF par_ilk_RD_sanal THEN ee[34]:=true;Tren_takip_basla:=qq[4];
ELSE ee[34]:=RD1;Tren_takip_basla:=qq[3];
END_IF;

ee[112]:= (par_GECIT_var AND ee[12]=false AND Makas_Seq_FB.Ready AND ee[34]) AND qq[1];

Tren_takip_bitir:=qq[0] OR qq[1] OR qq[11] OR qq[2] OR qq[6] OR qq[12];

IF par_ilk_RD_sanal THEN ee[45]:=RD1;
ELSE ee[45]:=RD2;
END_IF;

ee[53] := Tren_Takip_FB.FLT ; //tren takip hatasi (alt bloktan)
ee[50] := Tren_Takip_FB.VARIS; //tren takip varisi (alt bloktan)
ee[52]:=ee[53] OR ee[51] OR ee[20];
//
//_____prosedurler için zamanlayicilar

ee[66]:= qq[6] AND qq[66]=False;
qq[66]:= qq[6];
ee[64]:= qq[40] AND qq[64]=False;
qq[64]:= qq[40];
ee[63]:= qq[30] AND qq[63]=False;
qq[63]:= qq[30];

IF ee[66] THEN Tzm_Ipl_geri_sayici:=mw514;Tzm_Zorunlu_Iptal_Tlb:=true;
ELSIF ee[64] THEN Tzm_Ipl_geri_sayici:=mw512;
ELSIF ee[63] THEN Tzm_Ipl_geri_sayici:=mw510;
ELSIF (qq[30] OR qq[40] OR qq[6])=FALSE THEN Tzm_Ipl_geri_sayici:=0 ;
END_IF;

IF Tzm_Ipl_geri_sayici>0 THEN
    IF m505.5 THEN Tzm_Ipl_geri_sayici:= Tzm_Ipl_geri_sayici-1; END_IF;
    ee[300]:=false;ee[400]:=false;ee[60]:=false;
ELSE
    ee[300]:= qq[30] AND Tzm_Reset;
    ee[400]:= qq[40] AND Tzm_Reset;
    ee[60]:= qq[6] AND Tzm_Zorunlu_Iptal_Tlb=false ;//gerekli süre
END_IF;
//
//_____

```

```

//          AYRIK OLAY AKIS
QQQ[1] := (qq[0] AND ee[10]) OR (qq[1] AND (ee[20] OR ee[12] OR ee[51] OR ee[112])=false);
QQQ[2] := (qq[1] AND ee[12]) OR (qq[12] AND ee[122]) OR (qq[2] AND (ee[20] OR ee[23] OR ee[51] )=false);
QQQ[3] := (qq[2] AND ee[23]) OR (qq[3] AND (ee[34] OR ee[52])=false);
QQQ[4] := (qq[3] AND ee[34]) OR (qq[4] AND (ee[45] OR ee[52])=false);
QQQ[5] := ((qq[4] OR qq[40]) AND ee[45]) OR (qq[5] AND (ee[50] OR ee[53])=false);
QQQ[6] := (qq[5] AND ee[53]) OR (qq[6] AND (ee[60])=false);
QQQ[11] := ((qq[1] OR qq[2] OR qq[12]) AND ee[51]) OR (qq[11] AND (ee[110])=false);
QQQ[12] := (qq[1] AND ee[112]) OR (qq[12] AND (ee[20] OR ee[122] OR ee[51])=false);
QQQ[30] := (qq[3] AND ee[52] ) OR (qq[30] AND (ee[34] OR ee[300])=false);
QQQ[40] := (qq[30] AND ee[34]) OR (qq[4] AND ee[52]) OR (qq[40] AND (ee[400] OR ee[45])=false);

qq[1]:=QQQ[1]; //Tanzim hazırlık
qq[2]:=QQQ[2]; //Tanzim Onay RED
qq[3]:=QQQ[3]; //Tanzimde tren sinyali ilk RD'ye gelmedi
qq[4]:=QQQ[4]; //Tanzimde tren sinyali ilk RD'de
qq[5]:=QQQ[5]; //Tanzimde tren sinyali gecti, KM iptal talebinin reddi
qq[6]:=QQQ[6]; //Tren takip hatası zorunlu iptal proseduru
qq[11]:=QQQ[11]; //Tanzim iptali
qq[12]:=QQQ[12]; //Bariyer kumanda
qq[30]:=QQQ[30]; //Tanzim iptali proseduru 1
qq[40]:=QQQ[40]; //Tanzim iptali proseduru 2

qq[0]:=(qq[1] OR qq[2] OR qq[3] OR qq[4] OR qq[5] OR qq[6] OR qq[11] OR qq[12] OR qq[30] OR qq[40])=false;
//
//          Tren Takip alt fonksiyon bloğu çağırma
Tren_Takip_FB (par_RD_adi := par_RD_adi // IN: INT
, par_Tanzim_ST := par_Tanzim_ST
, par_ilk_RD_sanali := par_ilk_RD_sanali
, RD1 := RD1
, RD2 := RD2
, RD3 := RD3
, RD4 := RD4
, par_son_RD_sanali := par_son_RD_sanali
, RESET := Tzm_Reset
, par_basla := Tren_takip_basla
, par_bitir := Tren_takip_bitir
);
//
//          Sinyal kontrol alt fonksiyon bloğu çağırma
FOR X:=0 TO 7 DO SL_sinyal_izleme[X]:=BYTE_TO_BOOL(ROR(IN:=Sinyal_Izleme, N:=x));END_FOR;

Sinyal_Kontrol_FB(SI :=SL_sinyal_izleme // IN: ARRAY
, Sinyal_AC := qq[3] OR qq[4]
, Sinyal_KAPA := qq[1] OR qq[2] OR qq[11] OR qq[12] OR qq[5] OR qq[6] OR qq[30] OR qq[40]
, SON_RD := S_Kapali
, sapma := par_Sapma
, flash := par_Flash
, giris_sinyali := par_BD_DG_giris
);

temp_Sinyal_Kontrol1:=b#16#0;

FOR X:=0 TO 7 DO

```

```

// _____ Makas sıra alt fonksiyon blogu çağırma
Makas_Seq_FB(par_basla :=qq[1] OR qq[12]
,par_bitir :=(qq[1] OR qq[12])=false
,par_Makas_adi :=par_Makas_adi // IN: INT
,par_Makas1_N_S :=par_Makas1_N_S
,par_Makas2_N_S :=par_Makas2_N_S
,par_Makas3_N_S :=par_Makas3_N_S
,par_Makas4_N_S :=par_Makas4_N_S
,par_Makas5_N_S :=par_Makas5_N_S
,par_Makas6_N_S :=par_Makas6_N_S
,Makas1_Normal :=Makas1_Normal
,Makas1_Sapan := Makas1_Sapan
,Makas2_Normal :=Makas2_Normal
,Makas2_Sapan := Makas2_Sapan
,Makas3_Normal :=Makas3_Normal
,Makas3_Sapan := Makas3_Sapan
,Makas4_Normal :=Makas4_Normal
,Makas4_Sapan := Makas4_Sapan
,Makas5_Normal :=Makas5_Normal
,Makas5_Sapan := Makas5_Sapan
,Makas6_Normal :=Makas6_Normal
,Makas6_Sapan := Makas6_Sapan
,Makas1_kilitli:=Makas1_kilitli
,Makas2_kilitli:=Makas2_kilitli
,Makas3_kilitli:=Makas3_kilitli
,Makas4_kilitli:=Makas4_kilitli
,Makas5_kilitli:=Makas5_kilitli
,Makas6_kilitli:=Makas6_kilitli
);
Q_Makas1_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas1_Normal;
Q_Makas1_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas1_sapan;
Q_Makas2_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas2_Normal;
Q_Makas2_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas2_sapan;
Q_Makas3_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas3_Normal;
Q_Makas3_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas3_sapan;
Q_Makas4_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas4_Normal;
Q_Makas4_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas4_sapan;
Q_Makas5_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas5_Normal;
Q_Makas5_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas5_sapan;
Q_Makas6_Normal:= Makas_Seq_FB.Q_Makas6_Normal;
Q_Makas6_sapan:= Makas_Seq_FB.Q_Makas6_sapan;

// _____
// _____ BARIYER KUMANDA ve Çıkışlar

Q_Gecit_Kapat:=qq[12] AND GECIT_Kapali=false;
Q_ROTA_KILIT := qq[0]=false; //1=tanzimvar
Q_MAKAS_KILIT := qq[2] OR qq[3] OR qq[4] OR qq[5] OR qq[6] OR qq[30] OR qq[40] ;
Q_Gecit_KILIT := qq[2] OR qq[3] OR qq[4] OR qq[5] OR qq[6] OR qq[30] OR qq[40] ;
Q_TZM_KURULDU := Tzm_Kuruldu;

// _____
// _____ SCADA Mesajları ve Durumlar

Tzm_Iptal_Talebi_Reddi:= (qq[1] OR qq[2] OR qq[3] OR qq[4] OR qq[12])=false;
Tzm_Reddeditildi :=qq[11];
Tzm_Hazirlaniyor :=qq[1] OR qq[12];
Tzm_Kuruldu :=qq[3] OR qq[4] OR qq[5] OR qq[6] OR qq[30] OR qq[40];
Tzm_Onay_bekliyor :=qq[2];
Tzm_Iptal_Proseduru1 :=qq[30];
Tzm_Iptal_Proseduru2 :=qq[40];
Tzm_Zorunlu_Iptal_Pr :=qq[6];
Tzm_Tren_Takip_Hatasi :=ee[53];
Tzm_Genel_Hata :=Tzm_Iptal_Proseduru1 OR Tzm_Iptal_Proseduru2 OR Tzm_Zorunlu_Iptal_Pr
OR Tzm_Reddeditildi OR Tren_Takip_FB.FLT;

```

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: İlhan YILDIRIM

Doğum Yeri ve Tarihi: SAMSUN, 16.01.1984

Adres: Gümüşpınar Mah. Sakızağacı Sok. Nergiz Evleri Sitesi B-15

KARTAL / İSTANBUL

E-Posta: ilhan.yildirim@hmi.com.tr www.hmi.com.tr

Lisans: İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ KONTROL MÜHENDİSLİĞİ .

Mesleki Deneyim ve Ödüller: 6 Yıl – Otomasyon Mühendisliği.

İstanbul Şişhane - Hacıosman Metrosu SCADA ve ECS Sistemleri Yazılım ve Devreye alma Mühendisliği,

Makine ve Kontrol Teknolojileri Proje Mühendisliği,

Çeşitli Endüstriyel Süreç Otomasyonu ve Saha Çalışmaları.