

# Marmaray Trafik Yönetim Sistemleri ve Ayrılık Çeşmesi İstasyonu Anlaşman Sisteminin Scada İle Simülasyonu

Süleyman KARAYANIK

## Özet

**D**emiryolu taşımacılığında hedef kazaları önlemektir. Bu nedenle sinyalizasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bir yerden diğer bir yere emniyetli, hızlı ve kesintisiz gidebilmek için sinyalizasyon sistemlerinden yararlanılmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri arasında trenlerin kesintisiz gidebilmeleri için ERTMS ( European Train Management System ) adı altında ortak bir sistem ve bu sistem içerisinde de ETCS ( European Train Control System ) olarak adlandırılan bir alt sistem kurulması kararlaştırılmıştır. Bu sayede trenlerin üzerinde bulunan araçüstü ekipmanlar diğer ülkelerdeki sinyalizasyon sistemi tarafından tanınabilecektir. Ülkemiz de Avrupa Birliği'ne aday olduğundan dolayı yüksek hızlı tren hatlarında ERTMS/ETCS sistemi kullanılmaktadır. Marmaray'ın işletmeciliğe açılmasıyla banliyö hatlarında ilk defa yeni bir sistem kullanılmıştır. CBTC (Communication Based Train Control) olarak adlandırılan bu sisteme göre trenler fren mesafesinde birbirlerini takip edebilmektedir. Bu sayede bir fiziksel blok içerisinde birden fazla tren bulunabilir.

Bu çalışmada sinyalizasyon sisteminin ekipmanları açıklanmıştır. Marmaray Projesinde birlikte uygulanan ERTMS ve CBTC sistemlerinin detayları verilmiştir. Anlaşman sistemi mitsubishi PLC (Programmable Logic Control) ile programlanmış ve HMI (Human Machine Interface) programı ile simülasyonu yapılmıştır.

## 1. Giriş

Demiryolu yük ve yolcu taşımacılığında 19. Yüzyıldan itibaren kullanılmaktadır. Dünyada ulaşımında demiryollarının oranı günden güne artmaktadır. Günümüzde büyük şehirlerin en

önemli sorunu ulaşım problemleridir. Ulaşım problemlerini en aza indirmenin yolu da raylı sistem toplu taşımacılığıdır. Demiryolu hızlı, güvenli olması ve daha fazla yolcu taşınabilmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Demiryollarında emniyeti sağlamak amacıyla sinyalizasyon sistemleri geliştirilmiştir. Demiryolu sinyalizasyon sistemleri, aynı güzergah üzerinde birbirini takip eden trenler arasındaki emniyet uzaklığının korunması ve bununla birlikte demiryolu hatlarının kesişme noktalarında hat geçişlerinin emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır. Eskiden mekanik ve elektromekanik olarak yapılan bu sistemler, günümüzde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak elektronik ve bilgisayar tabanlı yapılmaktadır.

Gelişen teknolojiye bağlı olarak ülkeler arasında sürekli ve güvenli bir taşıma yapabilmek için sistemlerin entegrasyonuna yönelik sertifikasyon ve birliktelik çalışmaları yapılmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri kendi aralarında ki tren geçişlerinde sistem farklılıklarından kaynaklı problemleri yok etmek için ERTMS / ETCS sistemini kurmuşlardır. Konvansiyonel hatlarda ilk defa uygulanan CBTC sistemi ile telsiz haberleşme sisteminden yararlanılmaktadır. Sinyalizasyon sistemleri birçok bileşenden oluşur. Bu sistemlerin ana bileşenleri ray devreleri, sinyaller ve makaslardır. Bu bileşenlere ek olarak acil durdurma butonları, radyo antenleri, araçüstü ekipmanları ve balizler bulunmaktadır. Sinyalizasyon sisteminde amaç emniyet olduğu için sinyalizasyon ekipmanlarının birbirlerinin durumlarını bilmesi gerekir. Ekipmanların kendi aralarında anlaşmasını sağlamak için anlaşman sistemleri kullanılır. Trafik yönetiminin denetimi ve kontrolü için PLC ve SCADA sistemleri kullanılır.

## 1.1. Tarihçe

İstanbul Boğazı'nın altından geçecek bir demiryolu tüneli projesi ilk kez 1860'lı yıllarda Sultan Abdülmecid tarafından dile getirildi. Abdülhamit zamanında 1902'de Amerikalı mühendisler proje üzerinde çalışmalar yaptılar ve Tünel-i Bahri'nin beratını aldılar.

Marmaray Projesi 1998 yılında ihale edildi, 2004 yılında inşaata başlandı. Projenin boğaz geçişi (BC1) yüklenicisi Japon Taisei Co.'dur. BC1 kısmı 29 Ekim 2013 tarihinde hizmete açıldı. Banli-yo Hatlarının iyileştirilmesi (CR3) yüklenicisi OHL-Siemens Dimetronic'tir. Batırılan bir tüpün ağırlığı 18000 tondur. Tüm hattın uzunluğu 76,3 km'dir. İşletmeye açılan Kazlıçeşme - Ayrılık Çeşmesi arası 13,6 km, Boğaz tüp geçit uzunluğu 1,4 km'dir. Gebze Halkalı arasında 42 istasyon vardır. Günde ortalama 1.200.000 insan taşınacaktır. 34 Adet 10 vagonlu ve 20 adet 5 vagonlu tren ile toplam 54 sefer yapılacaktır.



Şekil 1.1. Marmaray istasyonları ve hat uzunluğu

## 2. Marmaray Trafik Yönetim Sistemleri

Sinyalizasyon; trenlerin emniyetli bir şekilde ilerleyebilmesi için demiryolunun bloklara bölündüğü, bloklar arasında anlaşılan düzeneklerinin kurulduğu, hat boyu ekipmanlarına (sinyal, makas vb.) ve diğer gerekli donanıma bir merkezden kumanda etmenin mümkün olduğu, bu hareketlerin izlenebildiği sistemdir.

Marmaray'da Karma Trafik Sistemi uygulanmaktadır. Avrupa Demiryolu Trafik Yönetim Sistemi (ERTMS) / Avrupa Tren Kontrol Sistemi (ETCS) Seviye 1 ve Haberleşmeye Dayalı Tren Kontrolü (CBTC) olmak üzere 2 adet sinyalizasyon sistemi kullanılmaktadır. Marmaray'da hat 1 ve hat 2'de CBTC, hat 3'de ise ERTMS sistemi bulunmaktadır. Marmaray'ın tüp/tünel kısmında ERTMS ve CBTC sistemi birlikte işletilmektedir. Dünyada bu özelliği nedeniyle tektir.

Sinyalizasyon sisteminin bileşenleri: Saha ekipmanları (Ray devresi, dingil sayıcılar, makas, sinyaller), Peron Acil Durdurma Butonları (ESP), araçüstü ekipmanlarıdır.

### 2.1. İşletme Yönetim Merkezi (OCC)

Tren trafiğinin, elektro-mekanik sistemlerin, kamera , bilgilendirme ekranlarının(PID), bakım-onarım faaliyetlerinin izlendiği/kontrol edildiği kumanda merkezidir.

OCC'de Trafik Kontrolörü, İletişim Koordinatörü, E-M Koordinatörü, Bakım Koordinatörü ve bu kişilerin koordinasyonunu sağlayan yetkili Süpervizör vardır.

Trenlerin denetimi ve kontrolü Otomatik Tren Denetim (ATS) Sistemiyle sağlanmaktadır.



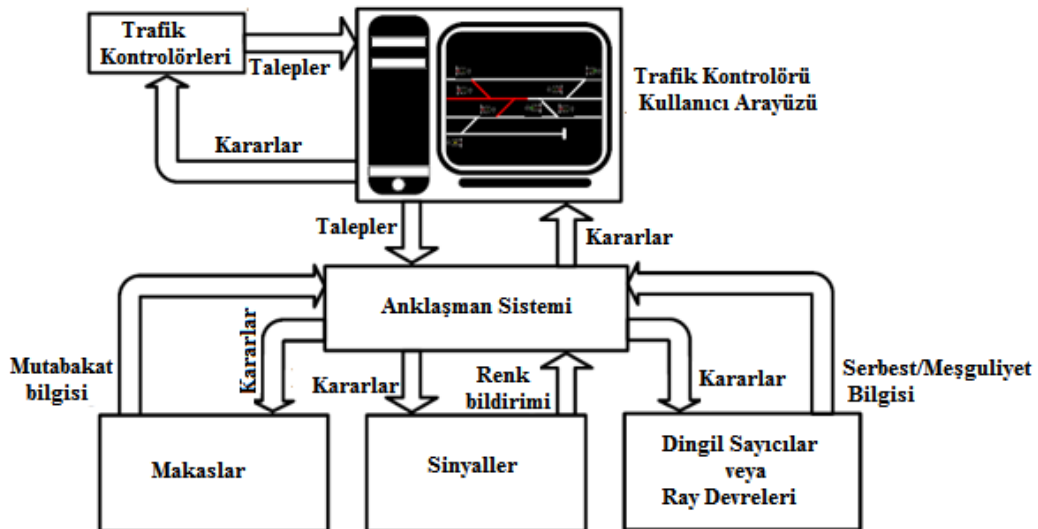
Şekil 2.1. Marmaray kumanda izleme paneli

### 2.1.1. Otomatik Tren Denetim Sistemi (ATS)

ATS harici sistemlerden bilgi alır, bu sistemlere komut gönderir ve otomatik güzergah oluşturabilir, güzergahları düzenleyebilir. Hat 1, hat 2 üzerinde bulunan tüm Marmaray ve hat 3'te bulunan şehirler arası trenlerini denetler ve kontrol eder. ATS'nin bu görevi yerine getirebilmesi için İşletme Yönetim Merkezi, anlaşıman sistemi, blok işlemciler ve trenler ile iletişime girerek, hem bunların kontrol ettiği alan bileşenlerinden bilgi alır, hem de kullanıcı tarafından talep edilen komutları iletir. Bu işleve aynı zamanda Blok İşlemciler (CBTC), ETCS L1 (Hat 1 ve Hat 2 ) ve trenler için Geçici Hız Sınırlamaları (TSR) ve trenlerin hareket izinlerinin kontrolü gibi işlemler dahildir.

### 2.2. Anlaşıman Sistemi

Sahadaki makasların konumlarının, sinyallerin renk bildirimlerinin ve ray blokunun meşgul olup olmadığı bilgisini merkeze ileten sistemdir. Anlaşıman, saha elemanları ile haberleşerek giriş, çıkış sinyallerini kontrol eder, komut alır gönderir. Güzergah tanzimine olanak sağlar. Güzergah tanzim edildiğinde elektronik kilitleme (anlaşıman) nedeniyle trenin izin verilen rotadan başka bir yere gitmesi engellenir. Trenin güzergah dışına girmesini otomatik tren kontrol (ATC) ve otomatik tren koruma (ATP) sistemleri engeller.



Şekil 2.2. Sinyalizasyon sistemi blok diyagramı

### 2.3. Makaslar

Demiryolu araçlarının bir yoldan diğer bir yola geçişini sağlayan yol donanımlarıdır. Marmaray'da Siemens/Dimetronic firmasına ait MD2000 makas motoru kullanılmaktadır.

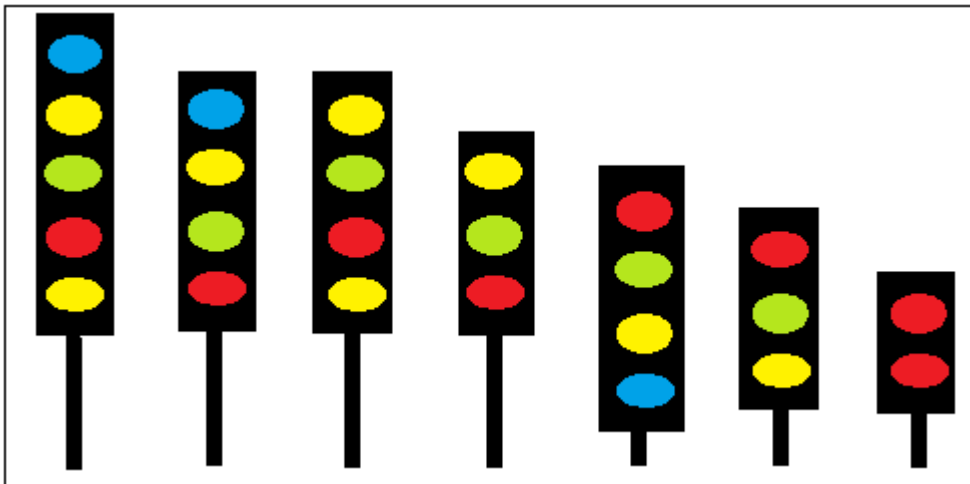


Şekil 2.3. MD2000 Makas motoru

Makas motoru 220V AC ile çalışmakta ve mutabakat devresi 50 V DC ile beslenmektedir/ izlenmektedir. Makasların normal ve ters olmak üzere 2 pozisyonu vardır. Makas normalde ise tren düz gitmektedir, terste ise diğer yola geçmektedir.

### 2.4. Sinyaller

Sinyaller blokların başlangıcına monte edilirler. Sinyaller gösterdikleri renk bildirimine göre trenin hareketini belirler. Sinyal renk bildiriminin kırmızı olması dur, sarı olması bir blok boş, yeşil olması en az iki blok boş demektir. Marmaray'da sanal bloklar üzerinde hareket eden CBTC donanımlı treni arkadan gelen trene belirtmek için kırmızı üzeri mavi sinyal ile kullanılır.



Şekil 2.4 Marmaray tünel sinyalleri

## Sinyaller işlevlerine göre şu şekilde gruplandırılır:

İstasyon girişlerinde bulunan giriş sinyali,

İstasyon çıkışlarında bulunan çıkış sinyali,

Giriş sinyalinden önce ve bloklarda bulunan kumandalı blok sinyali

## 2.5. Tren Algılama Sistemleri

Tesis edildiği demiryolu hat kesiminde demiryolu aracının varlığını ve yerini tespit etmek için kullanılan, hat serbestliğini algılama sistemleridir.

Marmaray'da tüp/tünel kısmında dingil sayıcılar, açık hatta ray devreleri kullanılmaktadır.

### 2.5.1. Ray Devreleri

Marmaray'da izole contalara ihtiyaç duyulmaksızın, farklı frekanslardaki alternatif akımlarla ray devrelerinin beslenmesi ile oluşturulan eksiz ray devreleri kullanılmaktadır. Bölgenin bir tarafında verici, diğer tarafında alıcı kaynak bulunur. Tren bölgeye girdiğinde dingilleri ile ray devresini kısa devre eder ve meşguliyet oluşur. Ray devreleri ile ilgili veriler istasyonlarda bulunan sinyalizasyon ekipman odasındaki (SER) alıcı verici modülünden izlenebilmektedir.



Şekil 2.5. Alıcı-verici modülü

### 2.5.2. Dingil Sayıcılar

Bloka giren ve bloktan çıkan tren dingillerini sayma prensibine göre çalışır. Tünellerde kullanılmaktadır. Marmaray'da Frauscher Sensortechnik GmbH (Avusturya) markalı Frauscher gelişmiş sayıcı (FAdC) kullanılmaktadır.



Şekil 2.6. RSR180 dingil sayıcısı

## 2.6. Peron Acil Durdurma Butonu (ESP)

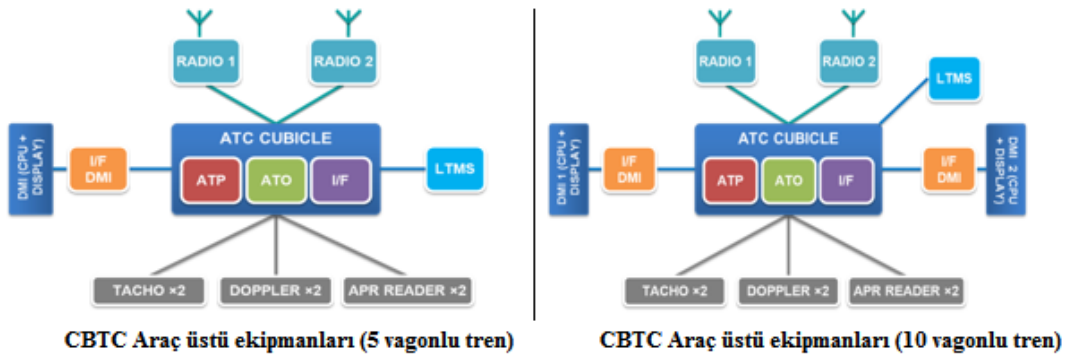
ESP, kaza veya tehlikeli durum nedeniyle sistemi durdurmak için kullanılır. Her istasyonda 4 adet hat 1 tarafında, 4 adet hat 2 tarafında ve 1 adet SOR odasında olmak üzere 9 adet ESP vardır. ESP etkinleştirdiğinde istasyonda bulunan trenler bekletilir ve istasyona yaklaşan tren yaklaşma sinyaline kırmızı komut gönderilerek durdurulur.



Şekil 2.7. ESP butonu

## 2.7. Araçüstü Ekipmanları

Marmaray'da kullanılan 5'li ve 10'lu tren setleri CBTC sisteminin araç üstü ekipmanlarıyla donatılmıştır. Otomatik tren kontrolü (ATC) şu ekipmanlardan oluşur: Tren denetiminden sorumlu, emniyet fonksiyonlarını sağlayan ATP sistemi, trenin durması-kalkması-kapılarının açılmasından sorumlu ATO sistemi, makiniste verileri gösteren DMI, APR balizindeki bilgileri okuyan APR baliz okuyucu, odometrinin hesaplanması için takojeneratör ve doppler radar

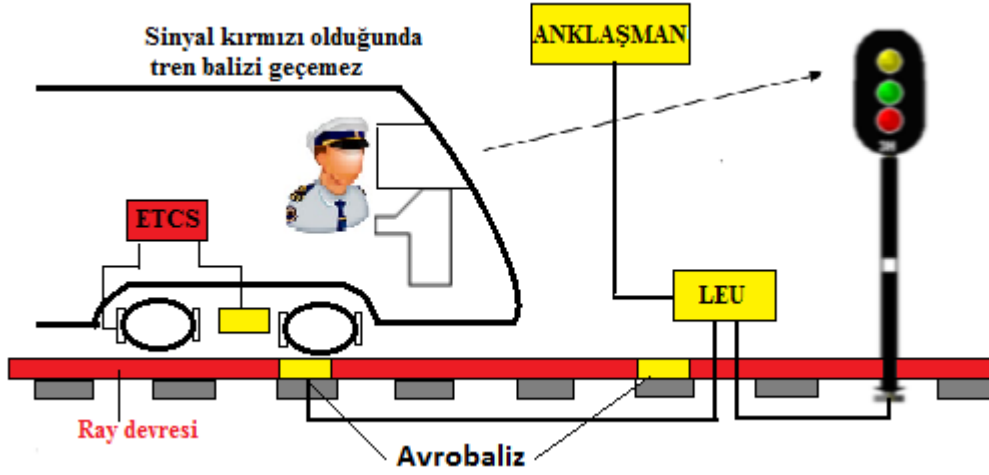


Şekil 2.8. CBTC araçüstü ekipmanları

## 2.8. Avrupa Demiryolu Trafik Yönetim Sistemi (ERTMS) / Avrupa Tren Kontrol Sistemi Seviye 1

ERTMS/ETCS seviye 1 sisteminde tren hareket yönündeki varılacak sinyallere ait sinyal renk bildirimleri, trenin ilerlediği hat kesiminde yapılacak maksimum hız, trenin duracağı noktaya olan mesafe ve trenin ilerlediği istikametteki kurp, tünel yada tren hızını sınırlayabilecek bütün bilgiler yol boyunca tahsis edilen ekipmanlar tarafından tren üzerine tahsis edilmiş araç üstü ekipmanına iletilmektedir. Hat boyundan alınan bütün bu bilgiler araç üstü ekipmanının bilgis-

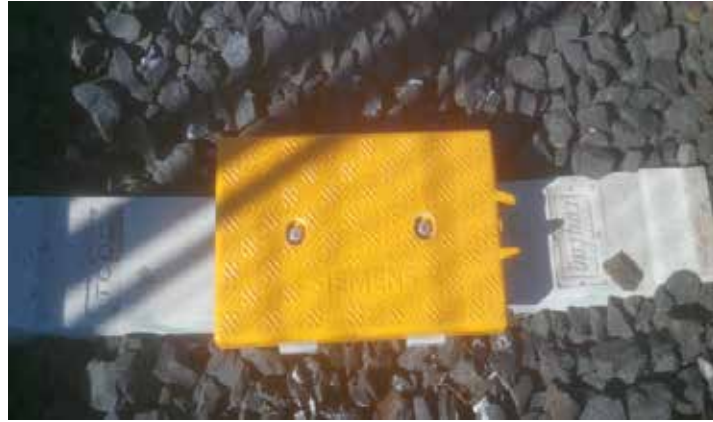
yarı tarafından değerlendirilerek makinist kabininde bulunan göstere ile sesli ve görsel olarak makiniste bildirilmekte ve tren hızı alınan bilgilere göre sürekli olarak değerlendirilmektedir. Makinistin uyarıları dikkate almaması durumunda araç üzerine tahsis edilmiş hayati bilgisayar aldığı bilgiye göre otomatik olarak treni yavaşlatmakta yada frene geçirmektedir.



Şekil 2.9. ERTMS Seviye 1 sistemi

Hatboyu elektronik ünitesi (LEU): Avrobalizlere bilgi gönderir. Bu bilgiler avrobaliz üzerinden geçen trene iletilir. Marmaray'da Future 1300 LEU kullanılmaktadır. LEU, hat boyu ekipmanlarından alınan bilgilere dayalı olarak avrobalizler tarafından araçüstü kabinine gönderilecek telegramları üretir. Gönderilen telegram, ERTMS birlikte işlerlik şartlarına uygun olarak treni güvenli bir şekilde hareket ettirmek amacıyla araçüstü ekipmana hareket izni verir.

Avrobaliz: Avrobaliz, hatboyunda herhangi bir noktada konum bilgisi ve tren kontrolü amacıyla trene bilgi gönderir. Sabit verili baliz ve değişken verili baliz olmak üzere iki çeşittir.

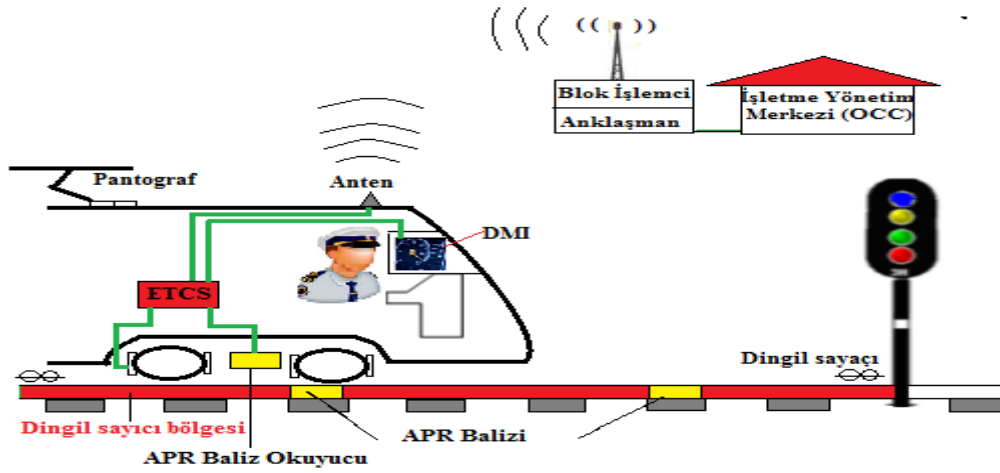


Şekil 2.10. Avrobaliz

Geçici hız sınırlama yöneticisi (TSRM): ERTMS Seviye 1 hatboyu sistemine ve CBTC hatboyu sistemine geçici hız sınırlamaları ve gerçek zamanda ATS'den gönderilen diğer hat koşulları ile ilgili tüm bilgileri sağlayan endüstriyel gömülü bilgisayar tabanlı bir sistemdir.

## 2.9. Haberleşmeye Dayalı Tren Kontrolü (CBTC)

Haberleşmeye Dayalı Sinyalizasyon Sistemi araç üstü ekipmanları ile saha ekipmanları arasında çift-yönlü ve sürekli bir haberleşmeye (Airlink) dayanan tren kontrol sistemidir. Bu sistem, radyo (telsiz) sistemini ve sanal blok teknolojisini kullanmaktadır.



Şekil 2.11. CBTC sistemi

Blok işlemci (BP): Her bir BP, işletme alanını kapsayacak şekilde belirli bir alanı kontrol eder. Marmaray'da BP1 Yenikapı, BP2 Sirkeci, BP3 Üsküdar, BP4 Ayrılık Çeşmesi bölgesini kontrol etmektedir. Her bir BP, kendi kontrol bölgesi içindeki telsiz haberleşmelerinin yönetiminden ve trenlerin güvenli bir şekilde hareket etmesi için her bir trene hareket yetkisi (MA) verilmesinden sorumludur.

Kesin konum frekansı (APR) balizi: APR balizinin amacı trene, hat boyu ekipmanlarına bilgilendirmek üzere konum bilgilerini iletmek ve ekipmanların doğru yerleştirilmesine yardımcı olmaktır.



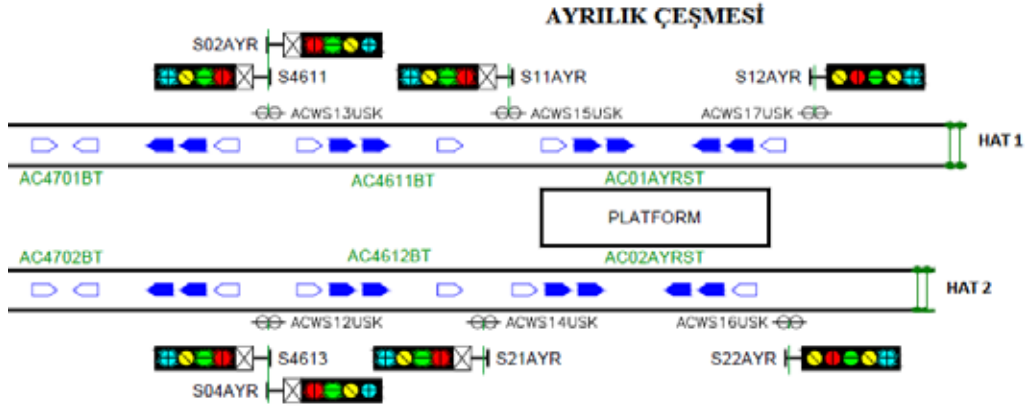
Şekil 2.12. APR balizi

### 3. Ankleşman Sisteminin SCADA ile Simülasyonu

Marmaray'da Ayrılık Çeşmesi ve Kazlıçeşme yüzey istasyonları ile Üsküdar, Sirkeci, Yenikapı yeraltı istasyonları bulunmaktadır.

Ayrılık Çeşmesi istasyonunda 6 adet blok, 2 adet giriş sinyali ve 4 adet çıkış sinyali ile 2 adet blok sinyali bulunmaktadır. Hat 1 tarafında S4611 blok sinyali, S02AYR giriş sinyali, S11AYR ve S12AYR çıkış sinyali bulunmaktadır. Hat 2 tarafında S4613 blok sinyali, S04AYR giriş sinyali, S21AYR ve S22AYR çıkış sinyali bulunmaktadır. Hat 1 tarafında AC01AYRST, AC4611BT ve AC4701BT blokları veya tren algılama bölgeleri bulunmaktadır. Hat 2 tarafında ise AC02AYRST, AC4612BT, AC4702BT blokları bulunmaktadır.





Şekil 3.1. Ayrılık Çeşmesi sinyalizasyon hat planı

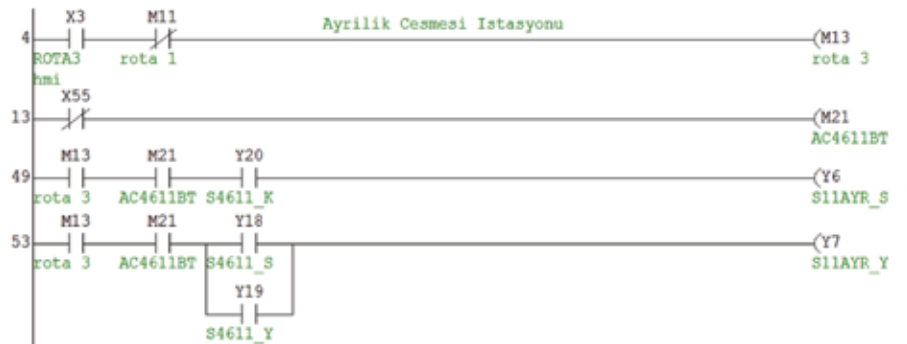
### 3.1. PLC ile Programlama

Ayrılık Çeşmesi istasyonunda trenlere güzergah tanzim etmek için 4 adet rota bulunmaktadır. Rotaların birinci ve ikincisi istasyona giriş için, üçüncü ve dördüncüsü istasyondan çıkış için oluşturulmuştur. Rotaları oluşturabilmek için anlaşılan tablosu oluşturulmuştur.

| ROTA NO | GÜZERGAH              | TANZİM EDİLECEK SİNYAL | SİNYAL BİLDİRİMİ | BİR SONRAKİ SİNYAL BİLDİRİMİ | KONTROL EDİLECEK RAY DEVRELERİ DİNGİL SAYICI BÖLGELERİ | KİLİTLENECEK SİNYALLER ROTALAR |
|---------|-----------------------|------------------------|------------------|------------------------------|--|--------------------------------|
| Rota1   | AC4701BT<br>AC01AYRST | S02AYR                 | S                | S12AYR K                     | AC4611BT<br>AC01AYRST                                  | S11AYR Rota3                   |
| Rota2   | AC4702BT<br>AC02AYRST | S04AYR                 | S                | S22AYR K                     | AC4612BT<br>AC02AYRST                                  | S21AYR Rota4                   |
| Rota3   | AC01AYRST<br>AC4611BT | S11AYR                 | Y                | S4611 S,Y                    | AC4611BT   | S02AYR Rota1                   |
|         |                       |                        | S                | S4611 K                      |  |                                |
| Rota4   | AC02AYRST<br>AC4612BT | S21AYR                 | Y                | S4613 S,Y                    | AC4612BT   | S04AYR Rota2                   |
|         |                       |                        | S                | S4613 K                      |  |                                |

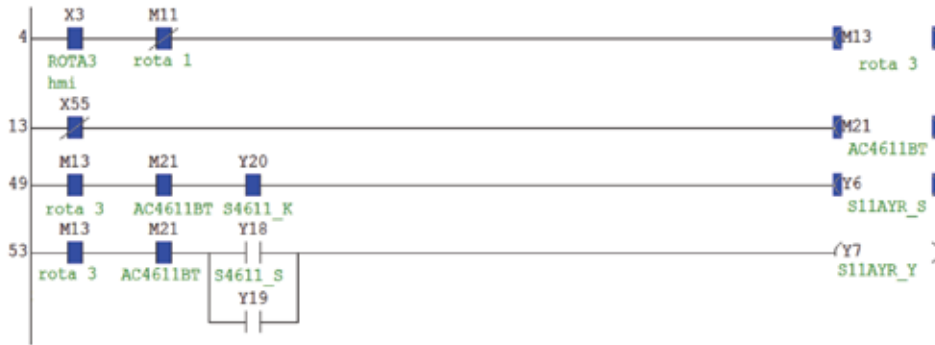
Tablo 3.1 Ayrılık Çeşmesi anlaşılan tablosu

Rotalar oluşturulurken PLC'de kullanılan giriş çıkış rölesi ve kontak sayısı 84'tür. Mitsubishi GX Developer PLC programında rotalar yazılırken girişler X ile, çıkışlar Y ile ve röleler M ile gösterilmektedir.



Şekil 3.2. PLC'de rota 3'ün oluşturulması

X3 kontağını aktif ettiğimizde M13 rölesini enerjilenmektedir. M13 rölesi enerjilenince normalde açık kontağı kapanacaktır. Bu durumda AC4611BT bölgesine ait M21 rölesi ve enerjili olmalıdır. S11AYR sinyalinin sarı veya yeşil bildirim vermesi bir sonraki sinyal olan S4611 sinyaline bağlıdır. Programda 49 numaralı sırada görüldüğü üzere S4611 sinyali kırmızı ise Y20 çıkışı enerjilenmekte ve normalde açık kontağını kapatmaktadır. Bu durumda S11AYR sinyali sarı bildirim verecek şekilde rota 2 tanzim edilmiş olur. Programda 53 numaralı sırada görüldüğü üzere gibi S4611 sinyali yeşil bildirim veriyorsa Y19 veya sarı bildirim veriyorsa Y18 çıkışı enerjilenecek ve normalde açık kontağı kapanacaktır. Bu durumda S11AYR sinyali yeşil bildirim verecektir. Rota 3 ile çakışan rota 1'ü kilitlemek için 4 numaralı satıra M11 rölesinin normalde kapalı kontağı koyulmuştur. Rota 1'ün aktif olduğu durumda M11 rölesi enerjileneceğinden M11 normalde kapalı kontağı açılacaktır.

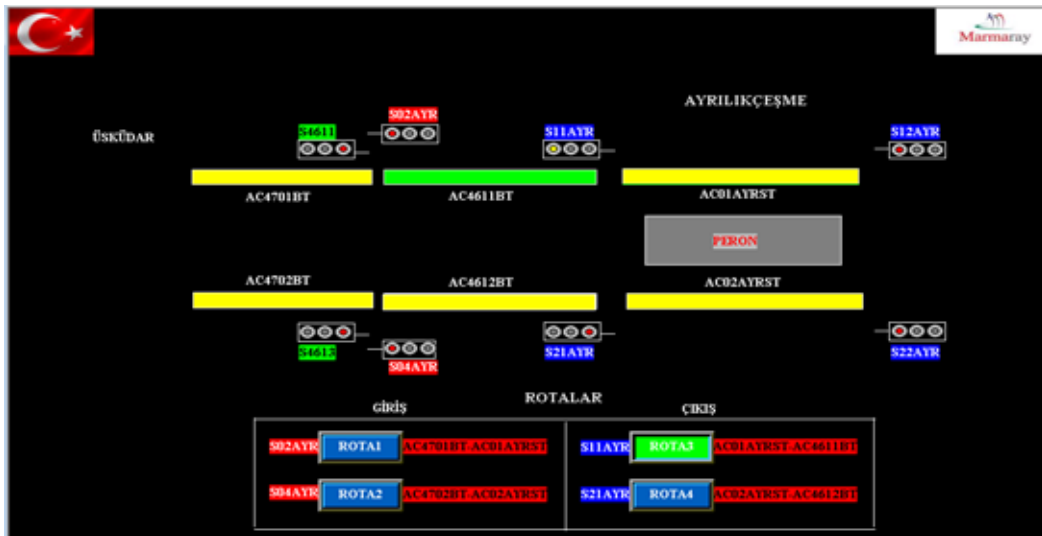


Şekil 3.3. PLC'de rota 3'ün çalıştırılması

### 3.2. SCADA ile Simülasyon

Hat 1 tarafındaki S11AYR çıkış sinyalinin tanzim edilebilmesi için AC4611BT dingil sayıcı bölgesinin serbest olması gerekir.

Şekil 3.4'de görüldüğü gibi S11AYR sinyalinin sarı bildirim vermesi AC4611BT dingil sayıcı bölgesinin serbest olmasına ve S02AYR sinyalinin tanzim edilmemiş olmasına bağlıdır. Rota 3 tanzim edildiğinde AC01AYRST bölgesindeki tren S4611 sinyaline kadar bir blok ilerleyebilir. S4611 sinyalinin bildirimine göre hareketine devam eder veya bekler.



Şekil 3.4. Ayrılık Çeşmesi istasyonu rota 3'ün tanzimi

#### 4. Sonuç

Teknolojinin hızla ilerlemesine paralel olarak konvansiyonel ve hızlı tren hatlarında kullanılan sinyalizasyon sistemleri de gelişme göstermiştir. Eskiden yaygın olarak kullanılan mekanik sistemler yerine elektronik ve bilgisayar ağırlıklı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Buna bağlı olarak trenler daha kısa zaman aralıklarıyla işletilebilmektedir ve hat kapasitesi artmaktadır. Sinyalizasyon sisteminde daha az ekipman kullanıldığından bakım onarım faaliyetlerindeki süre azalmaktadır. Trenlerin birbirlerini denetleyebilmelerine bağlı olarak trafik emniyeti artmaktadır.

Ülkemizde Marmaray ile birlikte konvansiyonel hatlarda CBTC sistemi ilk defa uygulanmaya başlanmıştır. Eski CTC sisteminin yerine CBTC ve ERTMS sisteminin kurulmasındaki amaç modern sinyalizasyon sistemlerini kullanmak ve ülkeler arasında kesintisiz taşımacılık yapmaktır.

#### 5. Kaynaklar

[1] Çetin, Y. (2008) Demiryollarında ATC ve ATO Sistemler, İnönü Üniversitesi FBE, Malatya, Türkiye.

[2] Yüksel, H. E. (2007) Raylı Toplu Taşıma Sinyalizasyon Sistemleri ve Marmaray Projesinin Sinyalizasyonu, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, Türkiye.

[3] Binay, İ. (2013) Avrupa Tren Kontrol Sisteminin (ETCS) Türkiye'deki Demiryoluna Uygulamasının İncelenmesi, Marmara Üniversitesi FBE, İstanbul, Türkiye.

[4] Durmuş, M. S. (2014) Demiryolu Anlaşman Sistem Tasarımına Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Yaklaşımı, İstanbul Teknik Üniversitesi FBE, İstanbul, Türkiye.

[5] Babacan, V. (2011) Raylı Sistemlerde Sinyalizasyon Tekniğine Giriş. Haydarpaşa, İstanbul.

[6] Karayanık S, Binay İ, Temiz İ. " Demiryolu Ulaşımında Modern Sinyalizasyon Sistemlerinin Gelişimi " Otomasyon Dergisi, Sayı 275, syf. 84-92. Türkiye, Mayıs 2015

[7] OHL Invensys Rail Dimetric Sinyal Dökümanları,

[8] <http://www.tcdd.gov.tr>, 10 Haziran 2016

[9] <http://www.marmaray.gov.tr>, 10 Haziran 2016

[10] Lindström, G. (2012) Is GSM-R the Limiting Factor for the ERTMS System Capacity? KTH Royal Institute of Technology, Sweden.

[11] [www.rayhaber.com/wp-content/uploads/11-03-02-Eurasia\\_Conf\\_OCC.ppt](http://www.rayhaber.com/wp-content/uploads/11-03-02-Eurasia_Conf_OCC.ppt), 02 Mayıs 2017



Süleyman KARAYANIK

1981 yılında Zonguldak, Devrek, Adatepe köyünde doğdu. İlkokulu Adatepe'de, ortaokulu Esenyurt İlköğretim okulunda, liseyi Kastamonu Anadolu Meslek Lisesinde bitirdi. Üniversite eğitimine Abant İzzet Baysal Üniversitesi Elektrik Öğretmenliği bölümünde başladı. 2008'de Marmara Üniversitesi Elektrik Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Mühendislik eğitimine Doğuş Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği(İng) bölümünde başladı. 2014'te Yeni Yüzyıl Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliğini bölüm birincisi olarak bitirdi. Halen Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans eğitimine tez sunum aşamasında devam etmektedir.

2007'de Haydarpaşa Elektrikli Sinyal Şefliğinde Tesisler Süreveyanı olarak işe başladı. 2013'te Marmaray Tüp/Tünel Sinyalizasyon ve Telekomünikasyon Başmühendisliğine nakil oldu. Ocak 2017'den itibaren Marmaray Araç Bakım Atölye Müdürlüğünde mühendis olarak çalışmaya devam etmektedir.