

# Distributed Online Training Simulation for Railway Dispatcher

Nuri Ozalp, Ahmet Basgoze, Ozdemir Kavak, Burcu Kalkan

TUBITAK BILGEM

Informatics and Information Security

Research Center

Kocaeli, Turkey 41470

Email: (nuri.ozalp, ahmet.basgoze, ozdemir.kavak, burcu.kalkan)@tubitak.gov.tr

**Abstract**—Computer Simulations can be considered as a powerful tools for learning such as analysing, designing, and interacting. Especially in the vital criticality level it has become more important tools such as train traffic simulation. The most important purpose of the train control system to prevent train collisions with other trains, keeping them in safe range.

The purpose of this study is to provide train traffic control in a distributed simulation system. The system consists of an instructor five students and a scenario-editor. The system use real train route model located in Turkey. During the simulation, dispatchers console can controls train traffic which have different size and speed in system. Success in educational outcomes can be measured. Instructor console make decisions about the organization of teaching and learning experiences, classroom management, and responses to individual students. The user is able to monitor and track the progress of five targeted students throughout the course of the simulation.

## I. INTRODUCTION

Trenler tamaclıkta ok nemli bir yere sahiptir. Tren trafi kontrol sistemleri ok kritik sistemlerdir. Tren trafiini ynetenlere dispeer denilmektedir. Dispeerin amalar trenleri gvenle ve zamannda varmas gereken hedeflere ulatmaktr.

Anlk konum eski model trenlerde bilinmemektedir. Sinyalizasyon sistemleri sayesinde trenlerin yaklak konumlar 3km civarnda tahmin edilebilmektedir. Bu nedenle tren trafi kritik olmaktadır. Son yllarda dispeer eitimi sefer saylarının artmas ve tren yollarının artmas ile daha da nem kazanmtr. Dispeerler gerek sistemde tecrbe edinmeleri uzun zaman almaktadır. Bu nedenle birok eitimi simulasyonu getirilmitir. zellikle kontrol merkezlerinde birden ok dipeerin birlikte almasından dolayı datk yapı ve birden ok kullancıl simulasyonlar nem kazanmtr. Bu sayede tek bir simulasyonda hazırlanan youn trafikli seneryo ile birden ok dispeerin birlikte tren trafi ynetmesi ve birok problemle baa kmas nem arz etmektedir.

Bu almada dispeerlerin youn trafiin oldu, hırlar ve trleri farklı olan trenlerin bulundu ve sahada meydana gelebilecek problemlerin simle edildi birbirinden farklı seneryolar ile eitimi almalar salanmtr. Bu sayede daha ksa srede alanda uzmanlaabilmesi hedeflenmitir. Getirilen simlasyon sistemi 5 modlden olumaktadır. Bunlar eitimen, renci, seneryo editör ve deerlendirme modl ve tren graf modldır. Seneryo editör ile istenilen arazi hazırlanmakta ve istenilen btn kt koullar bu arazide oluturulmakta ve istedi kadar deik konumlarda tren

ekleyebilmektedir. Eitimen ister tek simlasyon isterse farklı 5 simlasyon aynı anda balatabilmekte ve simlasyonlara mdahele edebilmektedir. stedi zaman snapshot ile eitimi baz nemli grd yerleri tekrar tekrar rencilere tecrbe ettirebilmektedir. renciler yetkileri içinde sorumlu oldu alanda tren trafiini ynetebilmekte ve meydana gelen arazaların zm için almalar yapabilmektedir. Anlık tren hareketlerini aynı zamanda trengraf ile takip edebilmektedir. Eitim sonunda deerlendirme yapabilmekte ve yettirilen dispeerin baars ilebilmektedir.

2. blimde related work, 3. blimde sistemin nasıl haberleme alt yapı hakkında bilgi verilmitir. 4. Blimde sisteme ait 5 modlden bahsedilmitir. 5. modlde yapılan deney hakkında bilgiler yer almaktadır. 6. blimde ise sonu ksmına yer verilmitir.

## II. RELATED WORK

Tren trafiini yneten ve birden ok dispeerin eitimi ald datk yapı simlasyonlar henüz yaygın olarak kullanılmaktadır. Bizim yaptığımız almaya benzer almalara bu blimde yer verilmitir.

In Middelkoop and his friend study is a simulator which which stands for Flexible Rail Infra Simulation of Operations (FRISO). It includes automatized a simulation model by using a connection to database, editor including generator functions and the possibility to perform single and multiple (stochastic) simulation experiments. FRISO models include following elements track layout, signalling system, route setting, and interlocking. Our system presents multiple screen of regions and to let five students to work at same or different simulation at the same time [1].

In Baohua and his friend's study is about multi-train simulator. It is able to do train performances assessment at the given railway lines, signal layouts optimization, energy-efficient operating strategies, in major terminals exploration of traffic bottlenecks, the evaluation of the reliability of scheduled timetables and train delay propagation. In multi-train simulation does these automatically, in our system dispatcher conduct them [2].

## III. SYSTEM DESIGN

### A. Simlasyon Yaam Dngs

RAYTES sistemi be bamsız simlasyon ortamın ezamanlı ve birbirinden bamsız olarak yrtebilmektedir. Aadaki gsterilen

ekil 8 deki yaam dngs bir simlasyon ortamın temsil etmektedir. Sistem ilk altrldnda IDLE durumda bulunmaktadır. Bir senaryo sisteme yklenerek simlasyon oturumu oluturulduunda LOADED durumuna geilir. Bu durumda simlasyon balangi saatinde beklemekte olup, almaya hazır haldedir. Simlasyon altrldnda RUNNING durumuna geer, simlasyon saati ilerlemekte, simle edilen nesneler zamana duyarlı biimde ilenir, ve insan arayzlerinde sistem ile kullanclar aras etkileim gerekmektedir. PAUSE durumunda simlasyon saati ve simlasyon ilemler geici olarak durdurulur. PAUSE durumunda yine simlasyon RUNNING durumuna balayabilir. Simlasyon sonlandrldnda TERMINATED durumuna der ve simlasyon artk yeniden balatlamaz.

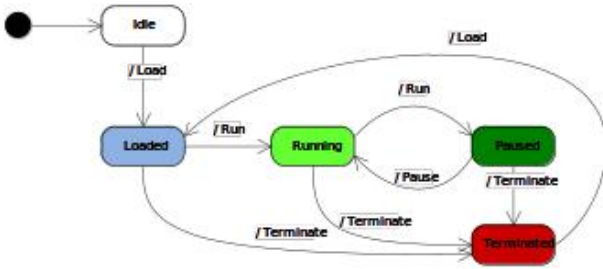


Fig. 1: Representation of Simulation Life cycle

## B. Communication

1) *Simulation Message*: Simulation Message mesaj tr simlasyon sistemin st seviye kumanda ve kontrol mesajlama trdr. Bu mesajlar Eitmen Konsolunda retilmektedir ve sistemin dier bileenlerine gnderilmektedir. Simlasyonun yaratlmas, duraklatlmas, snapshot alınmas, gibi temel simlasyon komutlar ьерmektedir. Ayrıca simlasyondaki sanal saha nesnelerinin durumlarına mdahale etmek amacıyla bir takım zel mdahale komutlar tanımlıdır. Mesaj komutlar Tablo 1 de verilmektedir.

2) *Request Message*: RequestMessage mesaj tr Kontrol Merkezi Client (KMC) modlın Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modlne gnderilen komutlar tamaktadır. KMC ve KMS arasındaki protokol client-server mimarisi olup RequestMessage komutlar istemci tarafın sunucu tarafından hizmet isteі olarak deerlendirilmektedir. RequestMessage komutlar de listelenmektedir.

3) *State Message*: StateMessage mesajlar simlasyon almas esnasında sanal saha daki tanımlı elemanların durum bilgilerinin iletilmesi iin kullanılmaktadır. Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modl StateMessage kullanılarak Kontrol Merkezi Client (KMC) modlne saha bilgilerini gndermektedir. Kontrol Merkezi Sunucu ayrıyetten saha grntleme ihtiya duyan Geni Ekran Konsolu (GEK) ve Eitmen Saha Mdahale (ESM) modllerine de StateMessage vastasıyla bilgi gndermektedir.

4) *System Message*: SystemMessage mesajlar renci Kontrol Ynetimi (KY) ile Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modller aras kullanılan mesajlamadır. Bu mesaj tr renci kullancların eitim sistemine giri (login) salamakta kullanılmaktadır.

## C. Modbus

Modbus otomasyon senayi evrelerinde kabul grm bir ham veri iletiim protokolü. Bu protokol client-server mantında alp sistemler aras bit dizilerin sorgulanması ve iletilmesinde kullanılmaktadır. RAYTES projesinde Modbus paketler UDP/IP zerinden yazılm modlnden modle iletilmektedir. Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modl, Anklaman Simlatır (AS) modl, Saha Simlatır (SS) modl ve Tren Simlatır (TS) modller aras komut ve bilgi transferi Modbus paketler ile gerekmektedir.

## D. SSY Simlasyon Sunucu Ynetim Modl

SSY yani Simlasyon Sunucu Ynetim modl simlasyon sistemi ierisindeki tm aktif modllerin bal oldu haberleme altyapısının ve koordinasyonun saland modldir. Simlasyon ak ierisinde dorudan bir grevle sorumlu tm aktif modller bu modle ya dorudan ya da altında altklar ana modl zerinden dolaylı olarak bal olmak zorundadır. Simlasyonun alması ve hazırlanması esnasında gereken tm mesajlamalar bu modl zerinden gerekmektedir. SSY ayrıca sistemdeki aktif konsollar gibi kendi ierisindeki bilgileri uygun mesajlara karşılık olarak dier konsollarla yada uygulamalarla paylaabilmektedir. SSY mesajlama amacıyla tm sistem elemanları gibi SD yani Simlasyon Destek ve Mesajlama Modlını kullanılmaktadır. Bu birim tm giri bilgilerini SD zerinde almakta olup yine k bilgilerini de SD zerinden sisteme datmaktadır. SD bu SSY zerinde Mesaj Sunucu grevi ile tanımlanmış olarak kullanılmaktadır. SSY zerine gelen herbir mesaj bir n kontrolden geçirilerek mesaj ile ilgili yapılması gereken işleme karar verilir. SSYnin bir mesaj zerine yapacağı 4 işlem vardır;

- Mesaj dorudan hedef ya da hedeflerine gndermek
- Mesaj tm aa yayınlamak
- Mesajın ierisi SSY ile ilgili ise SSYden dorudan cevap mesaj yollamak
- Mesajın hiyerarşik olarak gderilmesi gerekiyorsa bu hiyerarşinin salanması

Hiyerarşik mesaj gnderimi bir mesajın, rnein simlasyon ykleme mesajının ınelik sırasına gre her bir birime yollanması anlamına gelmektedir. Sıra ile yollanan her bir mesaj sonrasında olumlu cevap gelmesi durumunda bir sonraki ilgili birime mesaj iletilir. Bu zincir bir noktada kırılırsa sistem mesaj gnderen ilk birime olumsuz mesaj döndürür. Eer mesaj zinciri tamamlanrsa olumlu mesaj iletilir.

## E. SM Simlasyon Motor Modl

1) *Snf Yapsı*: Simlasyon Motoru (SM) modlndeki ana sınıf SimMotor sınıfıdır. Bu sınıf Config, XmlUtility, SahaEventList, FTSSimManager::FTSSimMgr ve Communicator::Client sınıflar bnyesinde yaratıp kullanılmaktadır. FTSSimMgr Saha Trafik Simlasyon Ynetimi (FTS) modlnde tanımlıdır. SimMotor sınıfı FT-SimMgr sınıfının saladığı arayüz zerinden anklaman, saha ve trafik simlasyon modellerinde erimektedir. Communicator modlnde tanımlı Client sınıfı ise SimMotor sınıfına SimulationMessage mesajlama arayüz salamaktadır. SimMotorGui, SimMotor sınıfına debug ve test maksatlı grafik pencere arayüz salamaktadır.

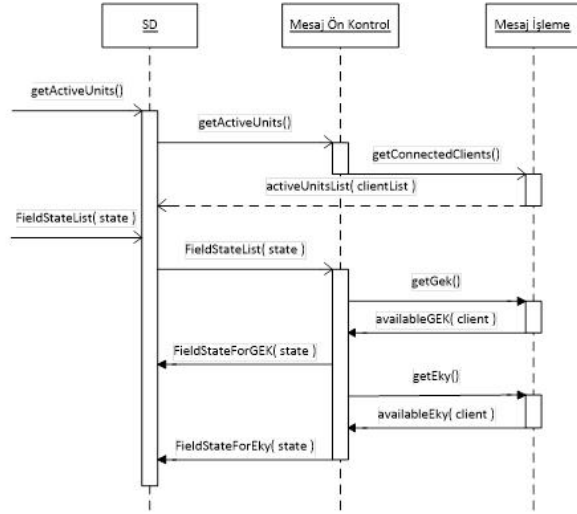


Fig. 2: Representation of SY sequence diagram

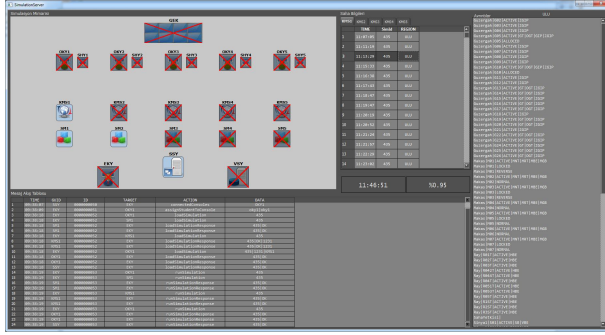


Fig. 3: Representation of SY class diagram

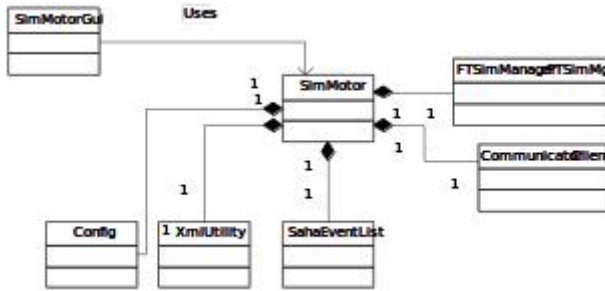


Fig. 4: Representation of SM class diagram

2) *Mesajlama*: Simlasyon Sunucu Ynetimi (SSY) ilk baladında 5 adet bamsz Simlasyon Motoru (SM) proses yaratır. Bu SM prosesler sayesinde 5 bamsz simlasyon ezamanlı olarak SSY tarafından kontrol edilmesine olanak sağlar. SSY SimlasyonMessage tr mesajlar SM ye aktarmaktadır. Bu tr mesajlar, simlasyon ykle, simlasyon balat tarzında st seviye kontrol mesajlardır. SM bu mesajlar Saha Trafik Ynetimi (FTS) simlasyon modllerine iletmektedir. Simlasyon modl bu mesajların gerektirdii ilemleri tamamladında SMye yant (olumlu veya

olumsuz) vermektedir ve bu netice SSY ye geri bildirilmektedir. LoadSimulation mesaj genel rnek olarak ele alırsa; bu mesaj SM tarafından alındında iki ilem tetiklemektedir. Birincisi, senaryo da oynatılmas gereken nceden programlanm olaylar veritabanından okunuyor ve Saha Event List (SEL) listesine yklenmektedir. Bu olayların her biri bir Saha Event (SE) olarak tanımlanır. İkinci ilem ise FTS ve onun bünyesindeki Saha Simlasyon (SS) modeli, Anklamın Simlasyon (AS) modeli ve Trafik Simlasyon (TS) modelini ilgili senaryonun teknik parametrelerini veritabanından ykleme ve simlasyon balatma durumu için hazırlanması. Simlasyon Running durumundayken SELdeki sıralanmış SE olaylar simlasyon zamanına göre FTS modline iletilmek için aktarılmaktadır. Bu mekanizma bir senaryonun müdahalesiz olarak iletilmesini sağlamaktadır. Ancak bir simlasyon ayrıca eitmen tarafından müdahale edilmesine izin vermektedir. Eitmen, Eitmen Saha Müdahale (ESM) arac kullanılarak manuel Saha Event yaratabilir. Bu manuel olarak yaratılan SE olaylar SMye anlık olarak iletiltiğinde SE olay SEL listesinin başına eklemektedir ve böylelikle simlasyonun sonraki evriminde hemen iletilmesi sağlanmaktadır.

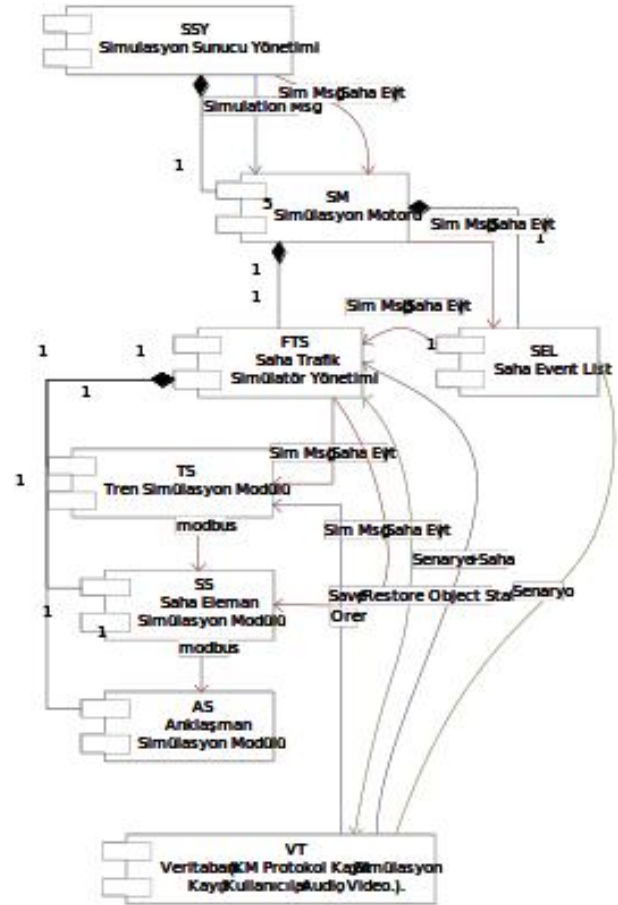


Fig. 5: Representation of SM Communication diagram

3) *SD Simlasyon Destek ve Mesajlama Modl*: Simlasyon Destek ve Mesajlama modl proje içerisinde birbirinden fiziksel olarak bamsz fakat haberleme ve etkileim içinde olan birimlerin birbirleri ile olan haberleşmesini sağlamaktadır. Temel sunucu

stemci mod balant esnasnda hedef sunucu bilgilerini ve kendisini tantan tekil esiz bir ID ile eriimi salayacaktr. Bu balantlar esiz hale getirmek iin IP numaralar kullanlmayacaktr. nk ayn makina zerindeki farkl uygulamalar birbirleri ile sunucu zerinden haberleme yeteneine sahip olmaldr. Ayn ID ile birden fazla eriim denemesi yapldnda sistem 2. sistemin balant denemesini Kullanmdaki bir ID uyarsyla reddedecektir. Yine bir sunucuya bal olan tm istemciler o sunucuya periyodik olarak sunucuya bal olduklar yani ayakta olduklar bilgisini yollarlar. Ters adan bakldnda sunucu da kendisine bal olan tm istemcilere alr yani ayakta oldu bilgisi periyodik olarak bildirmektedir. Bu sayede sistemdeki tm elemanlarn balant kontrol gerekletirebilecektir.

### A. *K renci Konsolu*

The diagram illustrates the process of removing a customer from a database. It shows a central 'AYAKTA' (Active) node connected to three 'İstemci' (Customer) nodes. Arrows labeled 'saniyede 1' show data flow. A box on the left shows 'Sayacı 3 e Çek' (Pull counter to 3) and a table with 'Saniyede 1' (1 second) and 'Sayacı 1 azalt. 0 ise bağlantı kopmuyor.' (Decrease counter by 1, if 0 connection does not break). A red arrow with a large 'X' indicates a failed connection attempt from the 'AYAKTA' node to the 'İstemci 3' node.

gerekletiriliyor. Sesli Haberleme Cihaz dispeerin sesli ileti-  
mini salamak iin gerekli mikrofon, kulaklk veya telefon ahize  
ile donatılacaktr. zerinde alan Sesli Haberleme Yazlm Modl  
(SHY) eitim amalarına uygun biimde arama yapmay, aranmay  
destekleyecektir.



### B. GEK Geni Ekran Konsolu

### C. Eitmen Konsolu

Eitmen Konsolu (EK) bir Eitmen Bilgisayar nitesi (EB) ve bir Geni Ekran Duvar nitesi (GD) donanm bileenlerden



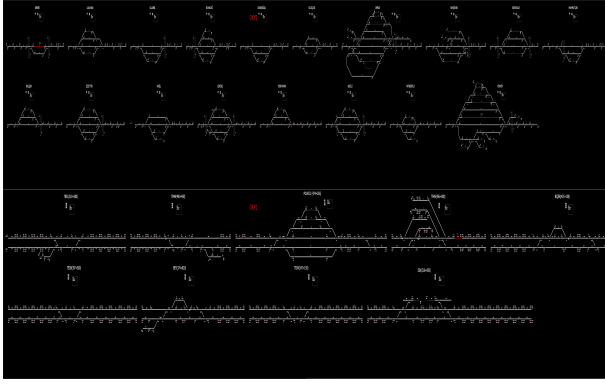


Fig. 9: Representation of Wide Screen Console for 2 students

olumaktadır. EKnin yapı ekil 4 de gösterilmiştir. Eitmen Bilgisayar nitesi (EB) kasa, fare, klavye ve LCD ekran donanımlardan olmaktadır. Bilgisayar üzerinde Windows 7 işletim sistemi kuruludur. Bilgisayar üzerinde Eitmen Konsol Ynetimi (EKY) yazılım almaktadır. Bu yazılım Eitmen Simlasyon Ynetim (ESY), Eitmen Saha Mdahale (ESM), ve Video Geri Oynatma (VGO) modllerin altrlması ve kontrol edilmesinden sorumludur. Geni Ekran Duvar nitesi (GD) iki satr dtt stn dzenine gre yerletirilmiş 8 LCD ekranlık grntleme duvardır.

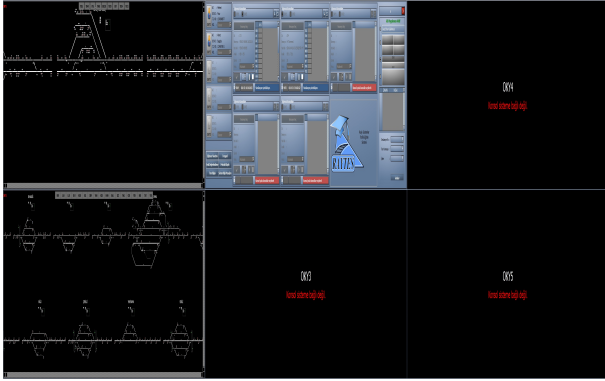


Fig. 10: Representation of Instructure Console with 2 active students

#### D. SS Simlasyon Sunucu nitesi

RAYTES projesinde tm mesajlama koordinasyonu salamak amacıyla Simlasyon Sunucu nitesi uygulaması kullanılacaktır. Endstriyel bir sunucu bilgisayarda koacak uygulama proje ekibi tarafından geliştirilecektir. Uygulamanın temel ilevleri simlasyon bileenleri arasında mesajlama senkronizasyonunu ve koordinasyonu salamak, sistemin alması tm mesajların grntlemek, simlasyon altyapısını oluşturan diğer sunucu tarafı bileenlerin ayarları kaldırılması salamak, simlasyon bileenlerinin balant bilgilerini tutmak ve bunları diğer bileenlerle paylaşmak gibi grevlerdir. Simlasyon sisteminin tm aktif bileenleri Simlasyon sunucusuna doğrudan ya da dolaylı olarak bal bulunacaktır.

#### E. Editr Analiz Konsolu

Editr Analiz Konsolu (EAK) bilgisayar kasa, fare, klavye ve LCD ekran donanımlardan olmaktadır. EAKnin yapı ekil 7 de gösterilmiştir. Bilgisayar üzerinde Windows 7 işletim sistemi kurulu olup Senaryo Editr Aracı (SED), Performans Analiz Aracı (PA), Kullanıcı Ynetim Aracı (KYA), Rengi Eitim Kayıtlar Aracı (EK) ve Video Geri Oynatma Aracı (VGO) yazılım modlleri almaktadır. EAK simlasyon nitesi senaryoların hazırlanması, kullanıcıların tanımlanması, ve simlasyon sonrası eğitim performans analizi ve rengi eğitim kayıtlarının incelemek için kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu konsol simlasyon eğitimi esnasında deil off-line kullanılmaya yneliktir.

#### F. Train Graph

Raytes Projesi kapsamında geliştirilen Trengraf bileeni, tren hareket kayıtlarının (TrainEvent) sorgulanarak grafik üzerinde eğitimci seçenekleri ile gösterimini sağlayan bir veri analiz aracıdır. 74 de örnek bir ekran görüntüsü verilmiştir. Sorgu sonucunda trenlerin bloklardan geçi hareketleri rahatlıkla izlenebilmektedir.

- Erinin solundaki izgi ile iaretlenmiş noktalar trenin bloklara girişini,
- Erinin sandaki izgi ile iaretlenmiş noktalar trenin bloklardan çıkışını,
- ki izgi arasında kalan transparan boyalı alan ise giriş-çıkış arasındaki zaman farkını, yani trenin o blokta ne kadar kaldığını ifade etmektedir.

Bu seçeneklerin hangilerinin gösterileceğini kullanıcı tarafından seçilebilmektedir.

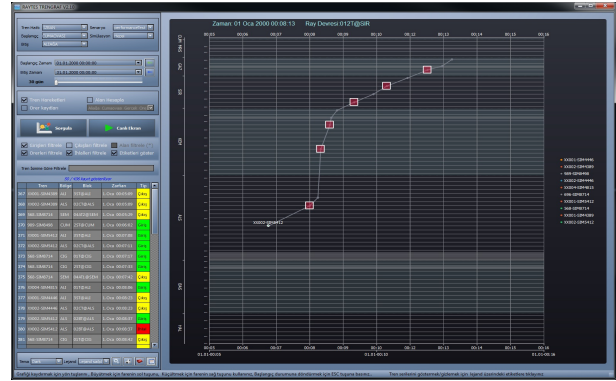


Fig. 11: Representation of Train Graph

## V. EXPERIMENT RESULT

### VI. CONCLUSION

The conclusion goes here.

### ACKNOWLEDGMENT

This work has been conducted within Rail Transit systems Simulation Research Lab- project (project number 3920-S513000), which is part of the Rail Transit Systems research program funded by The National Research Institute of Electronics and Cryptology (TUBITAK BILGEM). We thank all project partners for their work and contributions to the project.

## REFERENCES

- [1] A. D. Middelkoop and L. Loeve, Simulation of traffic management with FRISO, 2006, vol. 1, pp. 501509.
- [2] M. Baohua, J. Wenzheng, C. Shaokuan, and L. Jianfeng, A computer-aided multi-train simulator for rail traffic, in IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, 2007. ICVES, 2007, pp. 15.