

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

Kara ve Demiryolu tamaclnda nemli bir yeri bulunan tren, bir ya da birka lokomotif tarafndan ekilen, itilen ve vagonlardan oluan bir ulam aracdır. Ulam ve tamaclk anlanlarnda trenlerin ok nemli bir yere sahip olduu bilinen bir gerektir. Artan demiryolu trafii sonucunda Dnya genelinde deiik trafik kontrol sistemleri gelitirilmittir. Tren trafii ynetim metodlarnn dnyada birok farkl merkezi tren trafik kontrol sistemleri vardr.

Demiryolu trafii ynetimi iin kullanlan sistemler merkezi kontrol sistemleri olup, kontrolrler (dispeer) tarafnda idare edilmektedir. Dispeerlerin amalar trenleri gvenle ve zamannda varmas gereken hedeflere ulatrmaktr.

Tren trafik kontrol sistemleri ok kritik sistemlerdir. Anlk konum bilgisi eski model trenlerde bilinmemektedir. Sinyalizasyon sistemleri sayesinde trenlerin yaklak konumlar 3km civarnda tahmin edilebilmektedir. Bu nedenle tren trafii kritik olmaktadır. Son yllarda dispeer eitim sefer saylarnn artmas ve tren yollarnn artmas ile daha da nem kazanmtr. Dispeerlerin gerek tren trfii zerinde alarak tecrübe kazanmalar hemuzun zaman almakta hem de birtakm riskleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle eitim simlasyon sistemlerine ihtiyac duyulmaktadır ve birok eitim simlasyonu gelitirilmittir. Zellikle kontrol merkezlerinde birden ok dipeerin birlikte almasndan dolay datk yapl ve birden ok kullancı simlasyonlar nem kazanmtr. Bu sayede tek bir simlasyonda hazrlanan youn

trafikli senaryo ile birden ok dispeerin birlikte tren traflı ynetmesi ve birok problemle baa kmas nem arz etmektedir.

Bu almada dispeerlerin gelitirilen simlasyon sistemi altyaps kullanlarak eitilmesi ve gerek tren traflı ynetimine hazr hale getirilmesi ve daha ksa srede alannda uzmanlaabilmesi hedeflenmitir. Simlasyon ortamnda youn trafikli, farkl tip ve hzlardaki trenlerin bulunduu demiryolu sahas oluturularak bu saha zerinde meydana gelebilecek problemler oluturulmakta ve yaplan tm bu ilemler senaryo olarak kaydedilmektedir. Kaydedilen senoryolar eitmen tarafndan alarak ayn anda 5 renciye kadar eitim verilmesine ve sonrasnda recnilerin performanslarnn deerlendirilerek karne verilmesine imkan salamaktadr.

Gelitirilen simlasyon sistemi 5 modlden olumaktadr. Bunlar; . eitmen konsolu, . renci konsolu, . seneryo editr, . performans deerlendirme modl, . tren graf modldr.

Seneryo editr ile istenilen arazi hazırlanmakta ve istenilen btn koullar bu arazide oluturulmakta ve istedii kadar deiik konumlarda tren eklenebilmektedir. Eitmen ister tek simlasyon isterse farkl 5 simlasyon ayn anda balatabilmekte ve simlasyonlara mdahle edebilmektedir. stedii zaman snapshot ile eitimde baz nemli grd yerleri tekrar recilere tecrübe ettirebilmektedir. recniler yetkileri lsnde sorumlu olduu alanda tren traflini ynetebilmekte ve meydana gelen arzalarn zm iin almalar yapabilmektedir. Anlk tren hareketlerini ayn zamanda trengraf ile takip edebilmektedir. Eitim sonunda deerlendirme yapabilmekte ve yetitirilen dispeerin baars llebilmektedir.

2. blmde related wwork, 3. blmde sistemin nasl haberleme alt yaps hakknda bilgi verilmitir. 4. Blmde sisteme ait 5 modlden bahsedilmittir. 5. modlse yaplan deney hakknda bilgiler yer almaktadr. 6. blmde ise sonu ksmna yer verilmitir.

II. RELATED WORK

Tren traflini yneten ve birden ok dispeerin eitim ald datk yapl simlasyonlar henz yaygn olarak kullanlmaktadr. Bizim yaptmz almaya benzer almalara bu blmde 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 bamsz simlasyon ortamn ezamanl ve birbirinden bamsz olarak yrtebilmektedir. Aadaki gsterilen ekil 1' deki yaam dngs bir simlasyon ortamn temsil etmektedir. Sistem ilk altrldnda IDLE durumda bulunmaktadr. Bir senyero sisteme yklerek simlasyon oturumu oluturulduunda LOADED durumuna gelir. Bu durumda simlasyon balang saatinde beklemekte olup, almaya hazr halededir. Simlasyon altrldnda RUNNING durumuna geer, simlasyon saatii ilerlemekte, simle edilen nesneler zamana duyarl biimde ilenir, ve insan arayzlerinde sistem ile kullanclar aras etkileim gereklennmektedir. PAUSE durumunda simlasyon saatii ve simlasyon ilemleri geici olarak durdurulur. PAUSE durumunda yine simlasyon RUNNING durumuna balyabilir. Simlasyon sonlandrlndna TERMINATED durumuna der ve simlasyon artk yeniden balatlamaz.

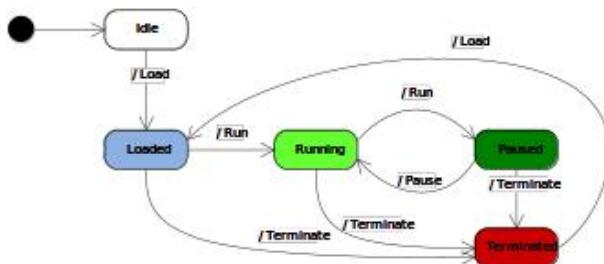


Fig. 1: Representation of Simulation Life cycle

B. Commuinication

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 yaratilmas, duraklatilmas, snapshot almas, gibi temel simlasyon komutlar iermektedir. Ayrca simlasyondaki sanal saha nesnelerinin durumlarna mdahale etmek amacyla bir takm zel mdahale komutlar tanmlar. Mesaj komutlar Tablo 1 de verilmektedir.

2) *Request Message:* RequestMessage mesaj tr Kontrol Merkezi Client (KMC) modln Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modne gnderilen komutlar tamaktadr. KMC ve KMS arasndaki protokol client-server mimarisi olup RequestMessage komutlar istemci tarafn sunucu tarafndan hizmet istei olarak deerlendirilmektedir. RequestMessage komutlar de liselenmektedir.

3) *State Message:* StateMessage mesajlar simlasyon almas esnasnda sanal saha daki tanml elemanlarn durum bilgilerinin ilettilmesi iin kullanlmaktadr. Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modl StateMessage kullanlarak Kontrol Merkezi Client (KMC) modne saha bilgilerini gndermektedir. Kontrol Merkezi Sunucu ayriyetten saha grntleme ihtiyac duyan Geni Ekran Konsolu (GEK) ve Eitmen Saha Mdahale (ESM) modllerine de StateMessage vastasyla bilgi gndermektedir.

4) *System Message:* SystemMessage mesajlar renci Kontrol Ynetimi (KY) ile Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modller aras kullanlan mesajlamadır. Bu mesaj tr renci kullanclar eitim sisteme giri (login) salamakta kullanlmaktadr.

C. Modbus

Modbus otomasyon senayi evrelerinde kabul grm bir ham veri iletiiim protokolu. Bu protokol client-server mantnda alp sistemler aras bit dizilerin sorgulanmas ve ilettilmesinde kullanlmaktadr. RAYTES projesinde Modbus paketler UDP/IP zerinden yazlm modlnden mode iletilmektedir. Kontrol Merkezi Sunucu (KMS) modl, Anklaman Simlatr (AS) modl, Saha Simlatr (SS) modl ve Tren Simlatr (TS) modller aras komut ve bilge transferi Modbus paketler ile gereklmektedir.

D. SSY Simlasyon Sunucu Ynetim Modl

SSY yani Simlasyon Sunucu Ynetim modl simlasyon sistemi ierisindeki tm aktif modllerin bal olduu haberleme altyapsnn ve koordinasyonun saland modldr.ekil 2'de squance diagram ve ekil 3'de arayz gsterilmitir. Simlasyon ak ierisinde dorudan bir grevle sorumlu tm aktif modller bu mode ya dorudan ya da altda altklar ana modl zerinden dolayl olarak bal olmak zorundadır. Simlasyonun almas ve hazrlamas esnasnda gereklen tm mesajlamalar bu modl zerinden gereklmektedir. SSY ayrca sisteme aktif konsollar gibi kendi ierisindeki bilgileri uygun mesajlara karlk olarak dier konsollarla yada uygulamalarla paylaabilmektedir. SSY mesajlama amacyla tm sistem elemanlar gibi SD yani Simlasyon Destek ve Mesajlaama Modln kullanmaktadr. Bu birim tm giri bilgilerini SD zerin almakta olup yine k bilgilerini de SD zerinden sisteme datmaktadr. SD bu SSY zerinde Mesaj Sunucu grevi ile tanmlanm olarak kullanlmaktadr. SSY zerine gelen herbir mesaj bir n kontrolden geirilerek mesaj ile ilgili yapmas gereken ileme karar verilir. SSYnin bir mesaj zerine yapaca 4 ilem vardr;

- Mesaj dorudan hedef ya da hedeflerine gndermek
- Mesaj tm aa yayanlamak
- Mesaj ierii SSY ile ilgili ise SSYden dorudan cevap mesaj yollamak
- Mesaj hiyerarik olarak gderilmesi gerekiyorsa bu hiyerarinin salanmas

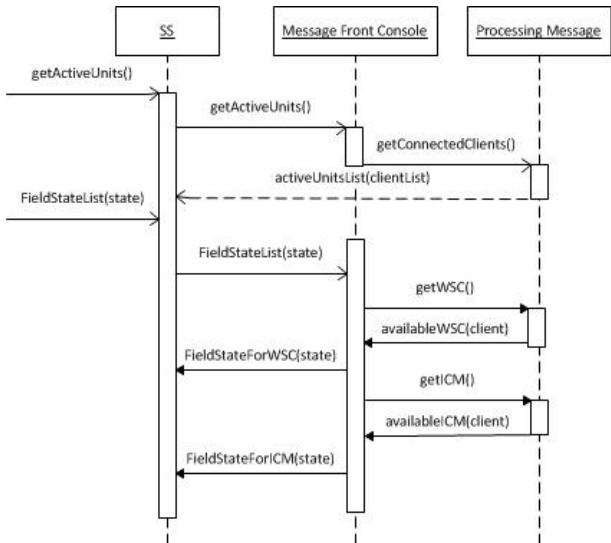


Fig. 2: Representation of SYY sequence diagram

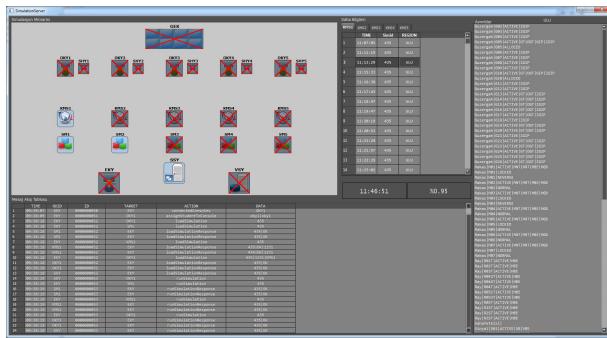


Fig. 3: Representation of SYY UI

Hiyerarik mesaj gnderimi bir mesajn, rnein simlasyon yklemeye mesajnn ncelik srasna gre her bir birime yollanmas anlamna gelmektedir. Sra ile yollanan her bir mesaj sonrasnda olumlu cevap gelmesi durumunda bir sonraki ilgili birime mesaj ilettilir. Bu zincir bir noktada krlrsa sistem mesaj gnderen ilk birime olumsuz mesaj dndrr. Eer mesaj zinciri tamamlanrsa olumlu mesaj ilettilir.

E. SM Simlasyon Motor Modl

1) *Snf Yaps:* Simlasyon Motoru (SM) modlndeki ekil 4'de gsterilen ana snf SimMotor snfdr. Bu snf Config, XmlUtility, SahaEventList, FTSMgr ve Communicator::Client snflar bnyesinde yaratp kullanmaktadr. FTSMgr Saha Trafik Simlasyon Ynetimi (FTS) modlnde tanmldr. SimMotor snf FTSMgr snfn salad arayz zerinden anklaman, saha ve trafik simlasyon modellerinde erimektedir. Communicator modllnde tanml Client snf ise SimMotor snfna SimulationMessage mesajlama arayz salamaktadr. SimMotorGui, SimMotor snfa debug ve test maksatl grafik pencere arayz salamaktadr.

2) *Mesajlama:* Simlasyon Sunucu Ynetimi (SSY) ilk baladnda 5 adet bamsz Simlasyon Motoru (SM) proses yaratr. Bu SM prosesler sayesinde 5 bamsz simlasyon ezamana olarak

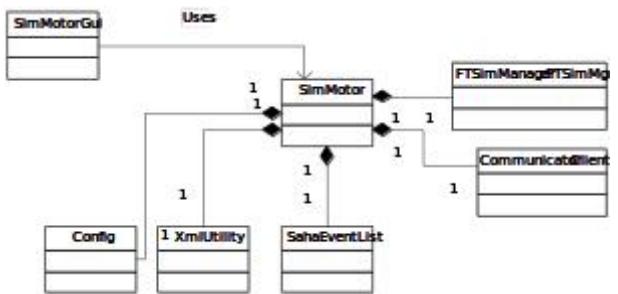


Fig. 4: Representation of SM class diagram

SSY tarafndan kontrol edilmesine olanak salar. SSY SimlasyonMessage tr mesajlar SM ye aktarmaktadr. Bu tr mesajlar, simlasyon ykle, smlasyon balat tarznda st seviye kontrol mesajlardr. SM bu mesajlar Saha Trafik Ynetimi (FTS) simlasyon modllerine iletmektedir. Simlasyon modl bu mesajlarn gerektirdii ilemleri tamamladnda SMye yant (olumlu veya olumsuz) vermektedir ve bu netice SSY ye geri bildirilmektedir. LoadSimulation mesaj genel rnek olarak ele alnrsa; bu mesaj SM tarafndan alndnda iki item tetiklemektedir. Birincisi, senaryo da oynatlm gereken nedenen programlanm olaylar veritabanndan okunuyor ve Saha Event List (SEL) listesine yklenmektedir. Bu olaylarn her biri bir Saha Event (SE) olarak tanmlanmtr. kinci item ise FTS ve onun bnyesindeki Saha Simlasyon (SS) modeli, Anklaman Simlasyon (AS) modeli ve Trafik Simlasyon (TS) modelini ilgili senaryonun teknik parametrelerini veritabanndan yklemesi ve simlasyon balatma durumu iin hazrlanmas. Simlasyon Running durumundayken SEL deki sralam SE olaylar simlasyon zamanna gre FTS modline ilenmek iin aktarlmaktadr. Bu mekanizma bir senaryonun mdahalesiz olarak ilenmesini salamaktadr. Ancak bir simlasyon ayrca eitmen tarafndan mdahale edilmesine izin vermektedir. Eitim, Eitmen Saha Mdahale (ESM) arac kul-anarak manuel Saha Event yaratabilir. Bu manuel olarak yaratlan SE olaylar SMye anlk olarak iletidiinde SE olay SEL listesinin bana eklemektedir ve bylelikle simlasyonun sonraki evriminde hemen ilenmesi salanmaktadır. Btn bu ak ekil 5'deki diagramda gsterilmitir.

3) *SD Simlasyon Destek ve Mesajlama Modl:* ekil 6'de grld gibi Simlasyon Destek ve Mesajlama modl proje ierisinde birbirinden fiziksel olarak bamsz fakat haberleme ve etkileim iinde olan birimlerin birbirleri ile olan haberlemesini salamaktadr. Temel sunucu istemci mimarisini yerine kurulmu haberleme modl projeye zg balant kopukluu kontrol, tekil balant zellii, XML tabanlı mesaj kontrol gibi zelliikler eklenerek projeye zg protokol kurallar erezesinde tasarlanmtr. Mesajlama ve iletiimi salayacak olan ana modl iki modda alabilmektedir. Bu modalardan ilki Server yani sunucu mod iken dier mod ise Client yani istemci modldr. Sunucu modda altrldnda belirli bir balat portu zerinden haberlemenin saland bu sistem modda dier yani stemci modda dier sistemlerin balanlmalar beklenmektedir.

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

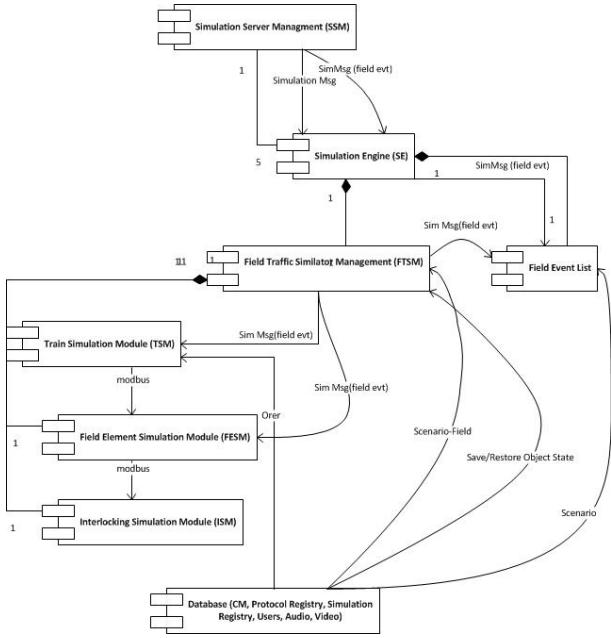


Fig. 5: Representation of SM Communication diagram

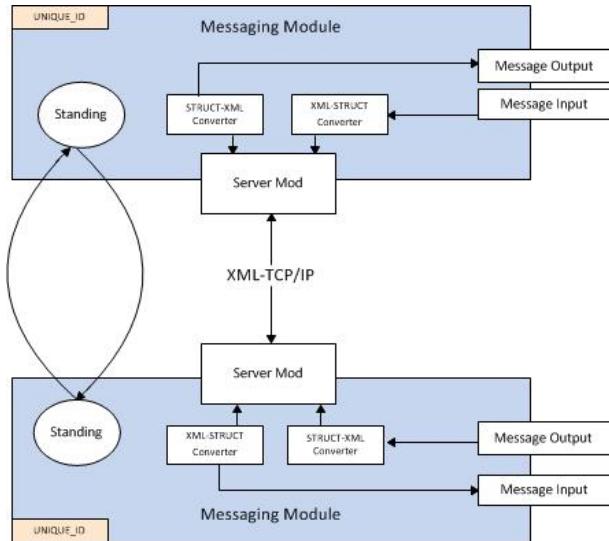


Fig. 6: Representation of SD diagram

ayn makina yerindeki farkl uygulamalar birbirleri ile sunucu yerinden haberleme yeteneine sahip olmaldr. Ayn ID ile birden fazla eriim denemesi yapldnda sistem 2. sistemin balant denemesini Kullanmdaki bir ID uyarsyla reddedecektir. ekil 7'de grld gibi 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 olduu bilgisini periyodik olarak bildirmektedir. Bu sayede sistemdeki tm elemanlarn balant kontrol gerekliyeciktir.

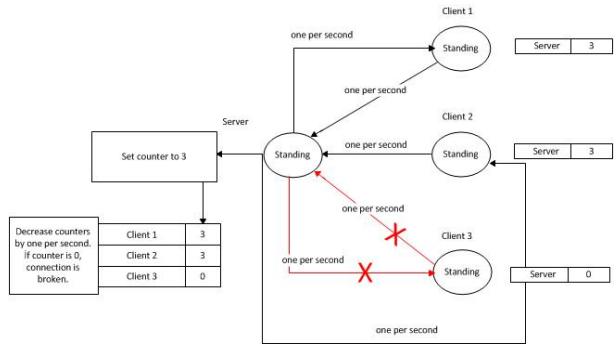


Fig. 7: Representation of SD diagram

IV. TRAINING ENVIRONMENT

A. K rencl Konsolu

rencl Konsolu (K) bir rencl Bilgisayar (B) ve bir Sesli Haberleme Cihazndan (SHC) alt donanm bileenlerden olumaktadr. Knin yaps ekil ??de gsterilmittir. rencl Bilgisayar bilgisayar kasa, fare, klavye ve LCD ekran donanmlardan olumaktadr. Bilgisayar zerinde Windows 7 iletim sistemi kuruludur. rencl Konsol Ynetimi (KY) yazlm modl st seviye modl olup konsolun genel ilevlerinden sorumludur. Dispeier arayz uygulamasn KM Client (KMC) modl gerekletiriyor. Ekrarlarn video grnt kaytlar Video Kayt Altyap (VKA) modl tarafndan gerekletiriliyor. Sesli Haberleme Cihaz dispeerin sesli iletiimini salamak iin gerekli mikrofon, kulaklk veya telefon ahize ile donatlacaktr. zerinde alan Sesli Haberleme Yazlm Modl (SHY) eitim amalarna uygun biimde arama yapmay, aranmay destekleyecektir.

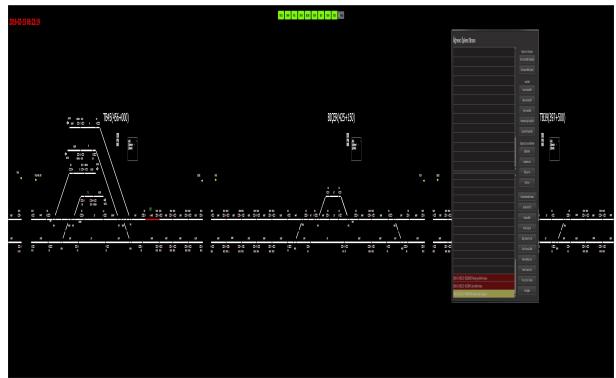


Fig. 8: Representation of Dispatcher Console

B. GEK Geni Ekran Konsolu

Geni Ekran Konsolu (GEK) bir Geni Ekran Bilgisayar nitesi (B) ve bir Geni Ekran Duvar nitesi (GD) donanm bileenlerden olumaktadr. GEKin yaps ekil 3 de gsterilmittir. Geni Ekran Bilgisayar nitesi (GB) ok kl ekran kart ile donatlm olup, her k Geni Ekran Duvar nitesinin birer ekranna baldr. Bilgisayar zerinde Geni Ekran Konsol Ynetimi (GKY) yazlm almaktadr. Bu yazlm Dispeier arayz uygulamas olan KM Client (KMC), Video Kayt Altyap (VKA) ve Video Geri Oynatma

Arac (VGO) modllerin altrimas ve kontrol edilmesinden sorumludur. Sesli Haberleme Cihaz eitmenin sesli iletiimini salamak iin gerekli mikrofon, kulaklk veya telefon ahize ile donatacaktr. zerinde alan Sesli Haberleme Yazlm Modl (SHY) eitim amalarna uygun biimde arama yapmay, aranmay destekleyeektir. ekil 13'de geni ekran ait deney sonucundaki ekran gnts grlmektedir.

C. Eitmen Konsolu

Eitmen Konsolu (EK) bir Eitmen Bilgisayar nitesi (EB) ve bir Geni Ekran Duvar nitesi (GD) donanm bileenlerden olumaktadr. EKnin yaps ekil 4 de gsterilmittir. Eitmen Bilgisayar nitesi (EB) kasa, fare, klavye ve LCD ekran donanmlar dan olumaktadr. Bilgisayar zerinde Windows 7 iletim sistemi kuruludur. Bilgisayar zerinde Eitmen Konsol Ynetimi (EKY) yazlm almaktadr. Bu yazlm Eitmen Simlasyon Ynetim (ESY), Eitmen Saha Mdhale (ESM), ve Video Geri Oynatma (VGO) modllerin altrimas ve kontrol edilmesinden sorumludur. Geni Ekran Duvar nitesi (GD) iki satr drt stn dzenine gre yerletirilmi 8 LCD ekranl grntleme duvardr. ekil 12'de eitmen paneli ile yapan deneye ait ekran grnts yer almaktadr.

D. SS Simlasyon Sunucu nitesi

RAYTES projesinde tm mesajlama koordinasyonu salamak amacyla Simlasyon Sunucu nitesi uygulamas kullanlacaktr. Endstriel bir sunucu bilgisayarda koacak uygulama proje ekibi tarafndan gelitirecektir. Uygulamann temel ilevleri simlasyon bileenleri arasnda mesajlama senkronizasyonu ve koordinasyonu salamak, sistemin almasn tm mesaj aklarn grntlemek, simlasyon altyapsn oluturan dier sunucu tarafl bileenlerin ayaa kaldrmasn salamak, simlasyon bileenlerin balant bilgilerini tutmak ve bunlar dier bileenlerle paylamak gibi grevlerdir. Simlasyon sisteminin tm aktif bileenleri Simlasyon sunucusuna dorudan ya da dolayl olarak bal bulunacaktr.

E. Editr Analiz Konsolu

Editr Analiz Konsolu (EAK) bilgisayar kasa, fare, klavye ve LCD ekran donanmlardan olumaktadr. EAKnin yaps ekil 7 da gsterilmittir. Bilgisayar zerinde Windows 7 iletim sistemi kurulu olup Senaryo Editr Arac (SED), Performans Analiz Arac (PA), Kullanc Ynetim Arac (KYA), renci Eitim Kaytlar Arac (EK) ve Video Geri Oynatma Arac (VGO) yazlm modller almaktadr. EAK simlasyon ncesi senaryolarn hazrlanmas, kullanclar tanmlanmas, ve simlasyon sonras eitim performans analizi ve renci eitim kaytlarn incelemek iin kullanlmaktadr. Dolaysyla bu konsol simlasyon eitimi esnasnda deil off-line kullanlmaya yneliktir.

F. Train Graph

Raytes Projesi kapsamnda gelitirilen Trengraf bileeni, tren hareket kaytlarln (TrainEvent) sorgulanarak grafik zerinde eiti seenekler ile gsterimini salayan bir veri analiz aracdrr. 74 de rnek bir ekran grnts verilmitir. Sorgu sonucunda trenlerin bloklardan gei hareketleri rahatlkla izlenebilmektedir.

- Erinin solundaki izgi ile iaretlenmi noktalar trenin bloklara giriini,

- Erinin sandaki izgi ile iaretlenmi noktalar trenin bloklar dan kn,
- ki izgi arasında kalan transparan boyal alan ise giri-k arasndaki zaman farkn, yani trenin o blokta ne kadar kaldn ifade etmektedir.

Bu seeneklerin hangilerinin gsterilecei kullanc tarafndan seilebilmepektir. ekil 11'de tren grafa ait altrlan deney sonucundaki ekran gnts grlmektedir.

V. EXPERIMENT RESULT

Gelitirdiimiz datk yapl 5 rencinin ayn anda eitim alabildii RAYTES projemizi 2 ekilde test ettik. Bunlardan ilki 20 tren ve tek simlasyon 5 kullanc yetkisi dahilinde 1 saatlik seneryoda eitim aldlar. Toplam RAM ve CPU kullanm ekil 9'de gsterilmittir

	RAM(MB)	CPU(%)
Instructure	115	3
Simulation Server	34	1
Simulation Motor	134	3

Fig. 9: Tek simlasyon ve 5 farkl renci ile yapan eitime ait modllerin kaynak kullanmn gstermektedir

Dier testimizde 1'er saatilik 5 ayr simlasyon ve her simlasyona bir renci atand. Bu ekilde eitim aldlar. Toplam RAM ve CPU kullanm ekil 10'de gsterilmittir

	RAM(MB)	CPU(%)
Instructure	364	3
Simulation Server	104	1
Simulation Motor	135*5=675	3*5=15

Fig. 10: 5 farkl simlasyon ve 5 farkl renci ile yapan eitime ait modllerin kaynak kullanmn gstermektedir

Deneyle sonucunda elde edilen tren hareketlerini gsteren tren graf ekildeki gibi olmaktadır.

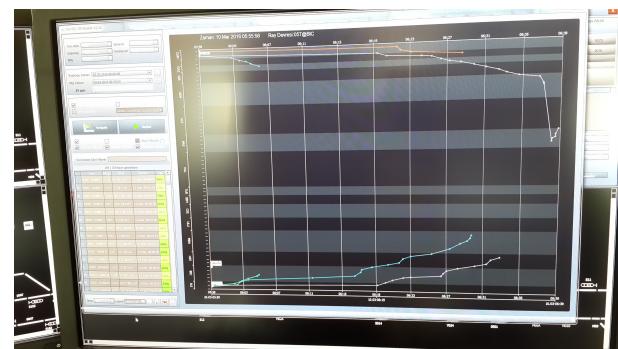


Fig. 11: Tren hareketlerinin gsterimi

VI. CONCLUSION

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



Fig. 12: 5 farklı simülasyon ve 5 farklı renci ile yapılan eğitim etmen konsolunda gösterimi



Fig. 13: 4 farklı kullanıcıya ait ekran görüntülerinin geniş ekranda gösterimi

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 support five students and a scenario-editor. The system uses real train route model located in Turkey. During the simulation, dispatchers console can control 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.

ACKNOWLEDGMENT

This work has been conducted within Rail Transit systems Simulation Research Lab-project (project number 3920-S513000) for Turkish State Railways, 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.