

95022

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMİRYOLU ULAŞIMINDA GÜVENİLİR TREN
SEYRÜSEFERİNİN KONTROLÜ VE TREN
HAREKETLERİNİN DAĞILIMININ GPS
KULLANILARAK SİMULASYONU

Elektrik Yük. Müh. Ahmet DEMİRBİLEK

F.B.E. Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında

Hazırlanan

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi
Tez Danışmanı
Jüri Üyeleri

: 27 Mart 2000
: Prof. Dr. Halit PASTACI (Y.T.Ü.)
: Prof. Dr. Atif URAL (İ.Ü.)
: Prof. Dr. Selim ŞEKER (B.Ü.)
: Prof. Dr. Asım KASAPOĞLU (Y.T.Ü.)
: Doç. Dr. Celal KOCATEPE (Y.T.Ü.)

İSTANBUL, 2000

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTIMA LİSTESİ.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. TREN TRAFİK KONTROLÜNÜN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Demiryollarının Tarihsel Gelişimi.....	1
1.3 TCDD'nin Tarihçesi.....	3
1.4 Demiryolu Sinyalizasyon ve Tren-Trafik Kontrol Sistemleri.....	4
1.4.1 Giriş.....	4
1.4.2 Basit Ray Devresi.....	6
1.4.3 Merkezi Tren Trafik Kontrol Sistemi CTC.....	7
1.5 İleri/Akıllı Teren Trafik Kontrol Sistemleri.....	8
1.5.1 Ulaşımında GPS Kullanımı.....	10
1.6 GPS İle Otomatik Tren Kontrol Sisteminin Genel Tanıtımı.....	12
1.6.1 Tren Güvenliği.....	15
1.6.2 Lokomotif Ve Vagonların Dağılımı.....	15
1.6.3 Sistemin Yapısı Ve Uygulamaları.....	16
1.6.4 Sistemin Avantajları.....	18
1.6.4.1 Hizmet Çeşitliliği.....	18
1.6.4.2 Geniş Kapsama (küresellik).....	18
1.6.4.3 Süreklilik.....	18
1.6.4.4 Güvenilirlik.....	19
1.6.4.5 Esnek ve Kolay Genişleme.....	19
1.6.4.6 Merkezi Denetim ve Yönetim.....	19
1.6.4.7 Sonuçlar ve Öngörüler.....	19
2. GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS).....	21
2.1 Giriş.....	21
2.2 Uydu Takımı.....	24
2.2.1 GPS Uyduları.....	24
2.2.2 Uydu Sinyali.....	25
2.2.3 Kontrol Birimi.....	26
2.2.3.1 Ana Kontrol İstasyonu.....	27
2.2.3.2 İzleme İstasyonları.....	27
2.2.3.3 Yer Antenleri.....	27
2.3 Kullanıcıların Sınıflandırılması.....	28
2.3.1 Alıcı Tipleri.....	28
2.4 Verilerin Elde Edilmesi.....	30

2.5	Referans Sistemi (WGS 84 World Geodetic System).....	31
2.5.1	Verilerin Yerel Sisteme Dönüştürülmesi.....	32
2.5.2	Yerel Sisteme Dönüşüm.....	34
3.	DEMİRYOLLARINDA ETKİLİ TRAFİK YONETİMİ İÇİN UYDULARLA KONUM BELİRLEME VE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ.....	35
3.1	Giriş.....	35
3.2	Bir Coğrafik Bilgi Sisteminin (GIS) Tesis Edilmesindeki Kon.....	36
3.3	Bir Homojen Uzaysal Referans Sisteminin Tesis Edilmesi.....	37
3.4	GPS ve GIS'in Birleştirilmesi.....	38
3.4.1	Sürekli İzleme ve Tahmin Planı.....	39
3.4.2	Tren İzleme ve Sefer Tarifeleri.....	40
3.5	GIS'in Diğer Kullanımları.....	41
3.6	Sonuç.....	44
4.	DİSPEYÇER NAVİGASYON DİZAYNI.....	46
4.1	Sistemin Dizaynı.....	46
4.2	Dispeyçer Tren Navigasyonunun Faydaları.....	47
4.3	Dispeyçer Tren Navigasyonunun Özellikleri.....	48
4.4	Ana (Çekirdek) Modüller.....	49
4.5	Eklenecek Parçalar.....	50
4.6	İş İstasyonu Özellikleri.....	50
4.6.1	Mevcut Olan Sistemler.....	50
4.6.2	Grafikler.....	51
4.6.3	Ses.....	51
4.6.4	Veri Girme/Depolama/Tekrar Elde Etme.....	51
4.6.5	Kullanıcı Programlanabilirliği.....	51
4.6.6	Mantık.....	52
4.7	Yüksek Seviye Birleşimi Aşağıdaki Özellikleri Sağlar.....	52
5.	POZİTİF TREN AYIRMA SİSTEMİ.....	53
5.1	Giriş.....	53
5.1	PTA Servis Ünitesi.....	54
5.3.	PTA Kominikasyon Ünitesi.....	55
5.4.	PTA Lokomotif Ünitesi.....	56
6.	TAM TREN KONTROL SİSTEMİ.....	58
6.1	Giriş.....	58
6.2	TTK'nın Faydaları.....	60
6.2.1	Artırılmış Ağ Verimliliği.....	61
6.2.2	Artırılmış Dispeyçer Verimliliği.....	62
6.2.3.	Artırılmış Sistem Avantajı.....	63
6.2.4	Demiryolu Yatırımını Koruma.....	64
6.2.5	Geliştirilmiş Demiryolu Güvenliği.....	65
6.2.6	Tam zamanında Performans Artırımı.....	65

6.3	Tam Kontrol Nesne Tabanlı Hareket Planı Kullanarak Geniş Sefer Tarifesi Sistemini Optimize Eder.....	66
6.3.1	Panlayıcı / Sefer Tarifeci.....	66
6.3.2	Dispeyçer Fonksiyonları.....	66
6.3.3	Birleştirilmiş Kominikasyon Kontrolü.....	66
6.3.4	Dispeyçer Yardımcı Özellikleri.....	67
6.3.5	Yüksek Kullanılabilir Özellikler.....	67
6.4	PTA/TTK'ye Gelişmeler.....	67
7.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ DİSPEYÇER SİSTEMİ	69
7.1	Giriş.....	69
7.2	Tam Dispeyçer Sistemi	70
7.3	Sistemin Yapısı.....	71
7.4	Artırılmış Sistem Kullanılabilirliği.....	72
7.4.1	Yapı Değişikliğe İzin Verir.....	73
7.5	Verimlilik Yükseltilmesi.....	74
7.5.1	Geliştirilmiş Demiryolu Yetki Kullanımı.....	74
7.6	Geliştirilmiş BDD Sistem Yönetimi.....	76
7.6.1	Artırılmış Dispeyçer Verimliliği.....	77
7.6.2	Gelişmiş Kullanıcı Arayüzü.....	78
7.7	İşyükü Azaltıcı Trafik Kontrolleyici.....	80
7.8	Sonuç.....	81
8	DEMİRYOLU TREN TRAFİK HAT SİNYALİZASYONU ve KAPASİTELERİ	82
8.1	Giriş.....	82
8.2	Hat Kapasitesi.....	82
8.3	Sinyalizasyon Sistemleri.....	85
8.3.1	Sabit Blok Sinyalizasyon Sistemleri.....	85
8.3.2	Sabit Konumlu Sinyalizasyon Sistemlerinde Kapasite.....	90
8.4	Hareketli Blok Sinyalizasyon Sistemleri.....	92
8.4.1	Hareketli Blok Sistemler.....	92
8.4.2	Veri İletimi.....	96
8.5	Sonuç.....	96
9.	TREN HAREKETLERİNİN KONTROLÜNDE VAGON DAĞILIMININ İNCELENMESİ	98
9.1	Giriş.....	98
9.2	Boş Yük Vagonlarının Hareketlerinde Karşılaşılan Problemler.....	98
9.3	Vagonların Stok Kontrol Modeli.....	99
9.4	Türkiye Demiryollarında Vagon Dağılımı.....	101
9.5	Vagon Tahsisleri Senelik ve Günlük	101
10.	SİMÜLASYON PROGRAMIN ÇALIŞMASI	106
10.1	Giriş.....	106

10.2	Merkez Ekranı	107
10.3	Tren Ekranı.....	108
10.4	İstasyon Ekranı.....	109
10.5	Programın Çalışması.....	105
11.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	110
	KAYNAKLAR.....	117
	EK: Program.....	121
	ÖZGEÇMİŞ.....	138



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Sinyalizasyon sisteminin gelişimi.....	5
Şekil 1.2	Basit Ray Devresi.....	6
Şekil 1.3	GPS Kontrol Sisteminin Genel Görünüşü.....	10
Şekil 1.4	Pozitif Tren Kontrol ve güvenli fren mesafesi.....	14
Şekil 1.5	Genel Tren Seyrüsefer/Yol Kılavuz Sistemi Mimarisi.....	17
Şekil 1.6	Genel Tren İzleme Sistemi Mimarisi.....	17
Şekil 2.1	Uyduların Kesişme Alanları.....	22
Şekil 2.2	GPS İşlemsel Kontrol Birimi (Şahin1993).....	26
Şekil 2.3	WGS84 Referans Sistemi.....	31
Şekil 4.1	Dispeyçer trafik kontrolü elemanları arasında hiyerarşik ilişki.....	47
Şekil 5.1	PTA Sistemi Fonksiyonel Yapısı.....	53
Şekil 5.2	PTA Sistemini İşletim Kavramı.....	54
Şekil 5.3	Lokomotif Ayırma Sisteminin Elemanları.....	56
Şekil 6.1	Tam Tren Kontrol Sistemi Genel Planı ve İşlemsel Diyagramı.....	59
Şekil 6.2	Tam Tren Kontrol Sistemi Saha ve Merkez Plan Kapsamı.....	61
Şekil 7.1	Tam Dispeyçer Sistemi Dağıtılmış Konumu Destekler.....	70
Şekil 7.2	Merkezi Terminalin Gerçeklenmesi.....	72
Şekil 7.3	Dispeyçer Bölümleri.....	73
Şekil 7.4	Demiryolu İş Hedeflerinin Oluşturduğu Optimize Edilmiş Planlama.....	74
Şekil 7.5	TDS Kural Motoru Değişen Demiryolu Kurallarıyla Kolayca Ortak Çalışır....	77
Şekil 8.1	İki Tren Arasında Minimum Mesafe.....	84
Şekil 8.2	Hat Kapasitesi Hız Grafiği.....	84
Şekil 8.3	Beş Konumlu Sinyal Sistemi.....	87
Şekil 8.4	İki Konumlu Sinyalizasyon Sistemi.....	88
Şekil 8.5	Üç Konumlu Sinyalizasyon Sistemi.....	88
Şekil 8.6	Dört Konumlu Sinyalizasyon Sistemi.....	89
Şekil 8.7	Beş Konumlu Sinyal Sistemi.....	90
Şekil 8.8	Peryodik Zaman hat hızı Grafiği.....	91
Şekil 8.9	Hat Kapasitesi Hat hızı Grafiği.....	92
Şekil 8.10	Hareketli Blok Sistemlerinin Hız regülasyonları.....	94
Şekil 8.11	Hareketli Blok Sistemlerinde Peryodik Mesafe.....	95
Şekil 8.12	Hareketli Blok Sistemlerinde Hat kapasitesi.....	95
Şekil 10.1	TCDD Hatları.....	106

Şekil 10.2	Merkez ekranı.....	107
Şekil 10.3	Tren ekranı.....	108
Şekil 10.4	İstasyon ekranı.....	109



ÇİZELGE LİSTESİ

Tablo.2.1	Demiryolu Bilgi Sisteminin Temel Özellikleri.....	30
Tablo9.1 1	Bölge İçin 1997 Yılında Geçerli Olan Senelik Daimi Tahsis Emri.....	102
Tablo 9.2	Yük Vagonu Tipleri Ve Özellikleri.....	103



KISALTMA LİSTESİ

CTC	Centralized Traffic Control,
PTC	Precision Train Control,
PTS	Positive Train Separation,
TTK	Tam Tren Kontrol
PTA	Pozitif Tren Ayırma
NNSS	Navy Navigational Satellite System
TRANSİT	Time Ranging and Sequential
OCS	Operational Control System,
MS	İzleme İstasyonları(Monitor Stations)
MCS	Ana kontrol İstasyonu (Master Control Station)
GA	Yer Antenleri (Ground Antennas)
PPS	Tam Konum Belirleme Servisi (Precise Positioning Service)
MCS	Master Control Station (İşlevsel Kontrol Sistemi)
OCS	Operational Control System
UT	Universal Time
PRN	Pseudo Random Noise
GA	Yer antenleri (Ground Antennas)
INS	Inertial Navigation System
SPP	Single Point Positioning
CTS	Conventional Terrestrial System
BDD	Bilgisayar Destekli Dispeyçer
GIS	Coğrafik Bilgi Sistemlerinin
DTN	Dispeyçer Tren Navigasyonu
FEP	Front End Processor
CC	Cluster Controller
BCP	Base Communication Package
DTA	Data Terminal Assembly
CAD	Computer Aided Dispatch
PTAYY	Pozitif Tren Ayırma Yürütülebilir Yetkisini
YKS	Yerel Konum Belirleme Sistemidir
TDS	Tam Dispeyçer Sistemi
GFA	Güvenli Firenlem Algoritmasının
GFM	Güvenli Fireleme Mesafesini

PTK Pozitif Tren Kontrol
 HK_1 Hat kapasitesi (saatteki yolcu kapasitesi)
 YK_1 Tren yolcu kapasitesi
 TS_m Saatteki maksimum tren sayısıdır.
 ΔPZ Peryodik zaman marjini
HMB Hareketli Mesafe Bloklu
HZB Hareketli Zaman Bloğu
MHB Minimum Hareketli Blok Sistem



TEŞEKKÜR

Bu çalıőmamda beni yönlendiren, her konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocam ve tez danıőmanım Sayın Prof. Dr. Halit PASTACI ya teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Ahmet DEMİRBİLEK

ÖZET

GPS teknolojisi, pozitif tren ayırma ve onun gelişmiş bir şekli olan pozitif tren kontrolü sistemi vasıtasıyla Türkiye`de tren güvenliği ve kontrolünü geliştirmeye yönelik yapılan çabalarda önemli bir yer tutmaktadır. Pozitif tren ayırımı sistemi, hareket izinlerini kullanarak çarpışmaları önlemeye yardım etmektedir. Bu hareket otoriteleri trenler ve demiryolunun belli bir bölümü arasındaki hesaplanmış güvenli fren mesafesini korurlar. Dispeçerler trenlerin orer çizelgesine göre seyirlerini sağlarlar. Trenler, konum referansı için GPS kullanarak, PTS server`ına konumlarını sürekli olarak bildirirler. Server, buna karşılık olarak, hız limitlerini, hızlanma oranlarını, ve güvenli fren mesafelerini hesaplar ve bunları tren kabinindeki PTS sistemine aktarır. Eğer gerekli olursa PTS sistemi, bilgisayar kontrolü vasıtasıyla limitleri uygulayabilir.

Mevcut demiryolu sinyalizasyon sistemi ile işlem yapacak şekilde dizayn edilmiş PTS sistemleri, kesin hareket izinleri yayınlayarak ve özerk bir biçimde zorlayarak trenler arasındaki çarpışmaları önler. Kabindeki konum belirleyici sistem, bir hat veri tabanı, ve öteki bilgiler PTS`nin gerçek zamanlı güvenli fren mesafesi hesaplamasına imkan tanır. Bu, trenlerin otoritenin veya hız limitlerinin ihlal edilmesinden önce ve hatta mühendis hatalarında veya sinyal sistemi bozukluklarında bile güvenli bir biçimde durmasını sağlar. Konum raporları, gösterilmek için, yeni otorite oluşumu için ve güvenlik kontrolü için, rutin bir şekilde merkeze geri gönderilir.

Bu çalışmada demiryolu işletmeciliğinin GPS kullanılarak işletme ve trafik kontrolünün güvenli bir şekilde yapılması anlatılmış; yatırım ve akademik anlamda yetersiz kalan ülkemiz demiryollarının geliştirilmesi ve yeni teknolojilerin kullanılması için yeni öneriler sunulmuştur. Ayrıca ülkemizdeki mevcut demiryolu karasal sistemler de gözününe alınarak yapılan çalışmaya bir de Ankara-İstanbul arasındaki güzergahta mevcut çalışan trenler gözününe alınarak bir simülasyon programı geliştirilmiştir.

ABSTRACT

GPS technology also plays a part in efforts improve train safety and control in Turkey through techniques known as positive train separation (PTS) and its evolutionary sibling, positive train control (PTC). Positive train separation (PTS) helps to prevent collisions by using movement allowances. These authorities preserve a calculated safe distance between trains on a given section of track. Dispatchers release trains for scheduled runs. Using GPS for position reference, trains continuously feed their locations back to the PTS server. In turn, the server computes speed limits, acceleration rates, and safe breaking distances, and transmits them to PTS equipment on board the train. If necessary, the PTS equipment can enforce limits via computer control.

Designed to operate with existing railroad signaling setups, PTS systems prevent collisions between trains by issuing and autonomously enforcing rigid movement allowances. On-board location-identification equipment, a track database, and other kinds of information enable the PTS to compute safe breaking distances in real time. This ensures that trains stop safely before authority or speed limits have been violated—even in the event of engineer error or impairment or signals-system failure. Position reports are routinely transmitted back to the control center for display, new authority generation, and safety checks.

In this work, the safe control of operations and traffic in railroads by using GPS is explained, and new suggestions are given to benefit from new technologies and to improve insufficient railroads in terms of investment and information in Turkey. However, by considering existing railroad systems in Turkey, a computer simulation for the trains scheduled between İstanbul and Ankara is generated.

BÖLÜM 1

TREN TRAFİK KONTROLÜNÜN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1 Giriş

İnsanoğlunun tekerleği icat etmesiyle başlayan ulaşım, karmaşık, bir o kadar da renkli tarihsel gelişim sürecini izleyerek modern ulaşım sistem ve araçlarının yer aldığı günümüze kadar gelmiştir.

Sanayi devriminden sonra tüm alanlarda olduğu gibi teknolojik yenilikler ulaştırma sektöründe de etkisini göstermeye başlamıştır. Çağın en belirgin özelliği keşiflerin ve icatların birbirini kovalaması ve bunların sanayi dallarında uygulanmasıyla aile ekonomisi tipinden fabrikasyon üretim tipine geçiştir. 18.yüzyıla kadar ulaşım araçları çok ilkel olduğundan üretilen ticari mal ve hizmetlerin maliyetlerinde ulaşım ücretinin payı çok büyüktür.

Demiryolu yapımını tüm tarımsal ve endüstriyel sahadaki maliyetleri azaltmak ve yüksek kazanç sağlamak amacı ile başlanmıştır. Demiryolu taşımacılığının doğal yapısını alt yapı, üst yapı, çekici taşıyıcı öğeleri ile bu sistemin çalışmasına gerekli bazı yardımcı hizmetler oluşturur.

1.2 Demiryollarının Tarihsel Gelişimi

Demiryolu taşımacılığında bu nedenle yukarıda değindiğimiz doğal öğelerin önce bulunuşuna göre demiryolu taşımacılığının başlangıç tarihini saptamak istenmiştir. Örneğin kimi yazarlar rayın bulunuşunu, kimileri lokomotifin bulunuşunu, bazıları da ray ve lokomotifin birlikte uygulanışını başlangıç tarihi olarak kabul ederler. Rayın bulunuşundan başlarsak demir tüccarı A.Reynold 1767 yılında elindeki demirleri ucuz olarak satmaktansa, bunları maden ocaklarından üretilen cevherlerin dışarıya çıkarılmasında yararlanan arabaların üzerinde gittiği ahşap kalasların yerine belirli bir süre kullanıp demir fiyatları yükseldiği zaman sökerek satmayı düşünmesi ve daha sonraları 1776 yılında Ben Curr'un Shelfied kömür madeni ocaklarındaki galerilerden dışarıya kömür taşınmasında yere demir raylar döşeyip üzerinden tekerlekli vagonların hayvan ya da insan gücü ile çekilmesinde raylardan

yararlanması bu tür demiryolu gelişim tarihinin başlangıcını oluşturmuştur.(TC.Ulaştırma 1996)

Rayın bulunuşunun tarihsel gelişimi incelendiğinde A.Reynold'un ve Ben Curr'un açtığı çığırın süratle gelişerek evrensel sürecini tamamladığını görürüz. 1789 yılında S.Jessop mantar ve gövdeden oluşan taşıma gücü yüksek olan ilk rayı yapmıştı. S.Jessop'un bu buluşundan sonra değişik tipte raylar geliştirilmiştir.

Demiryolu taşımacılığının en önemli parçası olan ve tüm taşımacılığın simgesi sayılan lokomotifin tarihsel gelişimini incelediğimiz zaman, ısı enerjisinin hareket enerjisine dönüştürülmesinin bulunuşu ile yakından ilgili olduğunu görürüz. 1687'de Deniz Papin buharın esnek gücünü bulmuştur. Bundan kısa bir süre sonra bu buluştan yararlanmasını bilen James Watt 1767 yılında buharla çalışan ilk makinayı yapmıştır. Bu buluş yeni bir çığırın başlangıcı olmuştur. James Watt'ın bulduğu bu enerji kaynağını hareket enerjisine çevirmek için bilim adamları tarafından yoğun bir çalışma başlamıştır. Örneğin 1768 yılında N.J.Cuğnot Paris sokaklarında kendi yaptığı bir buharlı arabayı yürüterek bu uğraşıya olumlu bir katkıda bulunmuştur. Oliver Evans 1803-1804 yılında Philadelphia'da kaldırım taşları üzerinde kendi buluşu olan bir buharlı arabayı başarılı bir biçimde yürütmüştür. Fakat bunların hiç biri demiryolu taşımacılığının başlangıcı olmamıştır. Corn Wall'ın Richard Trevithick 1804 yılında yalnız dört adet tekerleği olan raylar üzerinde ilk buharlı lokomotifler İngiltere'nin maden ocaklarında kullanılmaya başlanmıştır. 1813'de William Hedley ve Timotens Hackwort raylar üzerinde daha gelişmiş bir lokomotif modelini yürütmeyi başarmışlardır. Ulaştırma sektöründe William Hadley'in yapmış olduğu "Puffing Billy" adlı lokomotif ve onun kardeş modeli olan "Wylam Dill" adlı lokomotifler ilk kullanılan buharlı lokomotifler olmuşlardır.

1814'de George Stephenson, William Hedley ve Wylam Colliery birlikte uzun bir uğraşından sonra şimdiye kadar yapılanlardan daha değişik ve gelişmiş bir modeli yapmayı başarmışlardır. Marc Seguin tarafından 1825'te borulu kazan icat edildikten sonra lokomotiflerde çekim yönünden büyük gelişmeler olmuştur.

1825 yılında Stocton-Darlington kasabaları arasında bir demiryolu hattı döşenmiştir. Bu hat üzerinde halkın yararlanması için tren işletilmesi tasarlanmıştır. G.Stephenson demiryolu

yöneticilerini vagonları çekmede at yerine lokomotiften yararlanılması için ikna etmeyi başarmıştır. O güne kadar yapılan lokomotifler ya maden ocakların da kullanılmıştır ya da deney aracı olarak yararlanılmıştır. İlk kez G.Stephenson'un yaptığı bir lokomotif 27 Eylül 1825 tarihinde işletmeye açılan Stockton-Darlington yük ve yolcu taşınmasında kullanılmıştır. G.Stephenson'un tüm uğraşısına rağmen bu lokomotif gerekli ilgiyi görmemiştir. G.Stephenson bu duruma rağmen bitmek tükenmek bilmeyen enerjisi ile uğraşarak daha gelişmiş bir lokomotif modelini yapmayı başarmıştır. "Rocket" adını taşıyan bu lokomotifin kazanı geliştirilmiş ve etrafına ısıtma tüpleri yerleştirilmiştir. 1829 yılında bu lokomotif yeni Liverpool- Monchester hattı üzerinde çeşitli deneme seferleri yapmış ve hepsinde de başarılı olmuştur. Bu nedenlerden ötürü ilk lokomotifi kendi bulmasına rağmen onu bitmek tükenmek bitmeyen enerjisiyle geliştirip toplumlara kazandırması nedeni ile George Stephenson lokomotifin babası olarak kabul edilmiştir.

Demiryolu taşımacılığı raylar üzerinde yürüyen lokomotifin bulunuşu ile tarihi gelişimine başlamıştır. Ucuz bir taşıma aracı nedeni ile kara taşımacılığında üretim maliyetini oldukça düşürmüş olup ayrıca çağdaş ulaşım araçlarının en hızlısı oluşu nedeni ile ticarete çok büyük katkıları bulunmuştur. Gelişmenin ilginç yönü İngiltere'de bulunan bu ulaşım aracının vakit kaybetmeden sanayileşmiş ülkeler tarafından kullanılışdır. Örneğin Almanya'da ilk tren 1835 yılında Nürenberg ile Fürh kentleri arasında yapılan demiryolunda işlemiştir. Fransa'da yolcular için demiryolu Paris ile Saint Germain arasında 1837'de işletmeye açılmıştır. Amerika'da demiryolu taşımacılığının kullanılmasına 1829 tarihinde Delovare ve oğulları şirketinin İngiltere'den ithal ettiği "Stourbridge Lion" adlı lokomotifin hizmete konulmasıyla başlamıştır. Fakat Amerika'da inşa edilen yollara ayak uyduramamış ve ilk seferden sonra bu lokomotiften yararlanılamamıştır. Newyork'ta Peter Cooper tarafından "Tom Thumb" adlı lokomotif yapılmıştır ve Baltimore-Ohio arasında 1830 yılında denenmiştir. Bu makine lokomotifin pratik olarak uygulanmasında ilk model olmuştur.

1.3 TCDD'nin Tarihçesi

Türkiye'de ilk demiryolu 1856 tarihinde bir İngiliz şirketine verilen imtiyazla, İzmir-Aydın arasında inşa edilmiş, 130 km uzunluğundaki bu hattın yapımı 1866'da tamamlanabilmiştir.

İmtiyaz verilen başka bir İngiliz şirketi tarafından yapılan İzmir-Turgutlu-Afyon hattı ile Manisa-Bandırma hattınının 98 km' lik kısmı da 1865 yılında tamamlanarak işletmeye açılmış

hattın geri kalan bölümleri ise sonraki yıllarda tamamlanmıştır. 1869 yılında yapım imtiyazı Baron Hirsch 'e verilen 2000 km 'lik şark demiryollarının milli sınırlar içinde kalan 336 km 'lik İstanbul-Edirne ve Kırklareli-Alpullu kesiminin 1888'de bitirilerek işletmeye açılmasıyla İstanbul Avrupa demiryollarına bağlanmıştır.

Anadolu 'da yapımı tasarlanan demiryollarının devlet eliyle inşaatı düşünülmüş ve 1871 tarihinde çıkarılan bir irade ile Haydarpaşa-İzmit hattının yapımına başlanılmış ve emaneten üç bölümde yapılan 91 km'lik hat 1873 yılında bitirilmiştir. Ancak bundan sonra mali imkansızlıklar nedeni ile yapımına devam edilemeyen Anadolu Demiryolları ile Bağdat ve Cenup Demiryolları yapımları Alman sermayesi ile gerçekleştirilmiştir.

Bu şekilde Cumhuriyet döneminden önce çeşitli yabancı şirketler tarafından inşa edilerek işletilen demiryollarının 4000 km'lik kısmı Cumhuriyetin ilanı ile çizilen milli sınırlar içerisinde kalmıştır. 24.5.1924 tarihinde çıkarılan 506 Sayılı Kanun ile bu hatlar millileştirilmiş ve "Anadolu-Bağdat Demiryolları Müdüriyeti Umumiyeti" kurulmuştur. Demiryollarının yapım ve işletmesinin bir arada yürütülmesini ve daha geniş çalışma imkanları verilmesini sağlamak amacıyla çıkarılan 31.5.1927 tarihli ve 1042 Sayılı Kanun 'la "Devlet Demiryolları ve Limanları İdare-i Umumiyesi" adını almıştır. (TC Ulaştırma Bak.1986)

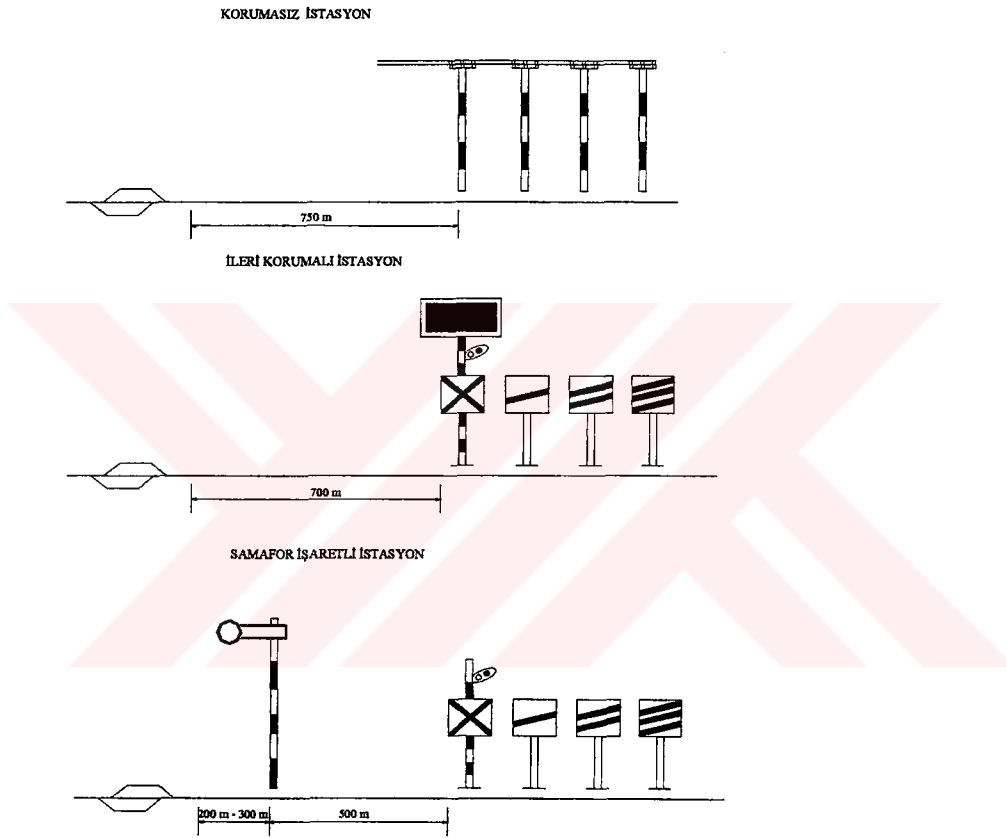
1953 yılına kadar katma bütçeli bir devlet idaresi şeklinde yönetilen Devlet Demiryolları, 29.7.1953 tarihinden itibaren 6186 Sayılı Kanunla "Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) adı altında Kamu İktisadi Devlet Teşekkülü haline getirilmiştir. Son olarak uygulamaya konulan 233 sayılı KHK ile "Kamu İktisadi Kuruluşu" almıştır. (Demiryolu,1996)

1.4 Demiryolu Sinyalizasyon ve Tren-Trafik Kontrol Sistemleri

1.4.1 Giriş

Tren trafik kontrolü demiryolu işletme sisteminin önemli bir parçasıdır. Demiryollarında trafik düzenliliğinin sağlanmasında vazgeçilmez bir bölüm teşkil eder. Sistemin amacı, daha fazla trenin daha hızlı ve emniyetle çalıştırılması ve seyrüseferin bir merkezden kontrol edilmesidir.

Demiryolu taşımacılığının başlangıcından bu yana, iletişim ve haberleşme teknolojilerinde ki gelişmelere paralel olarak çeşitli tren kontrol yönetim ve teknolojisi geliştirilmiştir. Henüz raylı ulaşımın ilk günlerinde trenler kısa mesafeli hat kesimlerinde bazı basit kurallarla işletilmekteydi, önceleri her hat kesiminde geçerli bir mühür, istasyon şefi tarafından hangi trene verilirse o tren seyrüsefer iznine sahip oluyordu. Trenin önünde atlı haberciler gönderilmesi de uygulanan yöntemlerden biriydi. İstasyonlar kendilerinden giden trenlerin diğer istasyonlara varıp varmadığını bilmiyordu. Yolda meydana gelebilecek olası bir kazadan haber alınamaması ihtimali yeni arayışların başlangıcı olmuştur.



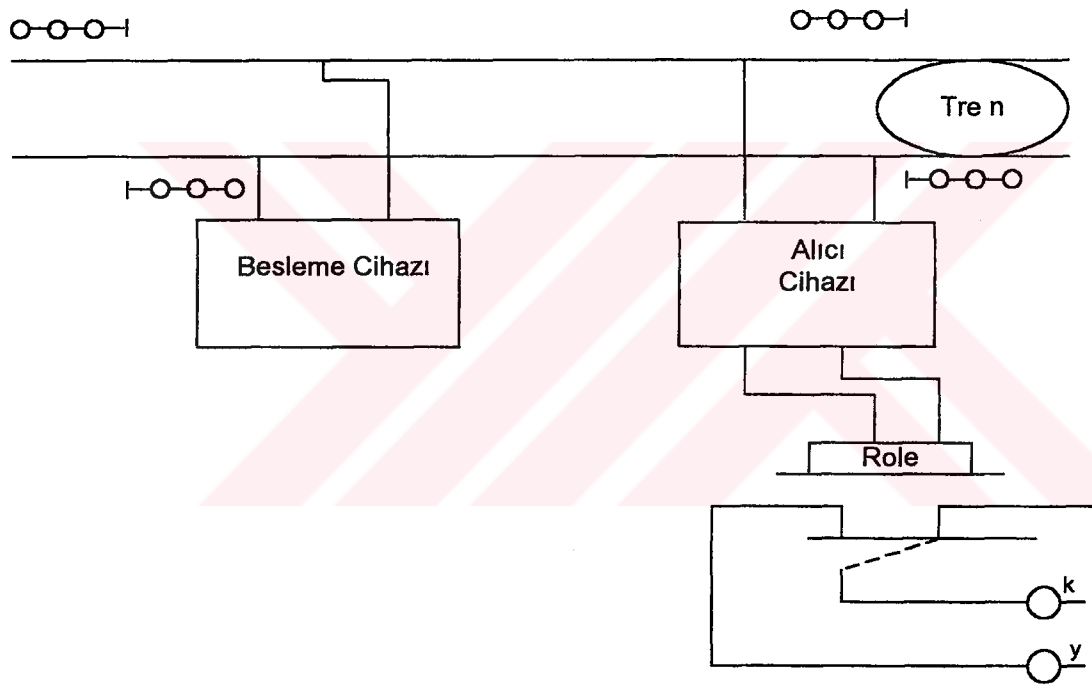
Şekil 1.1 Sinyalizasyon sisteminin gelişimi

Önceleri istasyonlara giriş baş makas önüne konulan kırmızıya boyanmış bir top ile sağlanmıştır. Kırmızı topun yukarıya kaldırılması trenin giriş yapmadan duracağını, topun aşağıya indirilmesi trenin istasyona giriş yapacağını ifade etmekteydi. Bu işaretler ve semboller zamanla geliştirilerek bugün hala kullanılmakta olan samafor ve ileri koruma mekanik emniyet tesisatı haline dönüştürülmüştür.

Mors telgraf sisteminin demiryolu tren trafiğinde kullanılmaya başlanmasından sonra tren işletmeciliği ivme kazanmıştır. Telgraf blok sistemi olarak adlandırılan sistemde trenler birbirlerini istasyon mesafesi ile takip etmeye başlamıştır. Telefonun hizmete girmesiyle Telgraf blok sistemi yerini kademeli olarak trafiğin Telefonla Merkezden İdaresi (TMİ) sistemine bırakmıştır.(Yavuz, S. 1997)

Bütün bu çalışmalar; tren işletmeciliğinin gelişmesi karşısında mevcut güzergahta daha çok tren işletilebilmesini, daha az personel kullanılmasını, trenlerin istasyonlardan yol alıp/verme metoduyla sevklerinden doğan tehirlerin önlenmesini sağlamıştır.

1.4.2 Basit Ray Devresi



Sekil 1.2 Basit ray devresi

Daha sonraları elektronik ray devrelerinin demiryollarında kullanılmasıyla trenler elektrikli sinyallerle merkezden yönetilmeye başlanmıştır. Bu sistemin çalışması, şekil 1.1 de görüldüğü gibi demiryolu hat kesimi çeşitli uzunluklarda (4-6 km) bloklara ayrılmıştır. Her blok besleme cihazından beslenen bir ray devresini oluşturmaktadır. Hatta tren bulunmadığı sürece sinyal devresinde yeşil lamba yanmakta, ray devresi bir demiryolu aracı ile kısa devre olduğunda sinyal devresini besleyen enerji kesileceğinden, role kontağı kırmızı lambanın bulunduğu

devreyi tamamlayacağından sinyalde bu defa kırmızı lamba sinyali yanacaktır. (Demirbilek A. 1997)

1.4.3 Merkezi Tren Trafik Kontrol Sistemi CTC

Genel bir tanımlamayla CTC olarak bilinen (Centralized Traffic Control, CTC) merkezi tren trafik kontrol sisteminde ise, 20-25 adet istasyon ile ana hattaki trafiğin idaresi merkezde bulunan kumanda masası aracılığı ile dispeyçerler tarafından idare edilmektedir. Bu sistemde trenlerin istasyonlara giriş ve çıkışı ile iki istasyon arasındaki seyirleri kumanda merkezi bağlı otomatik veya kumanda edilebilir sinyallerin verdikleri renk bildirimlerine göre sağlanmaktadır.

Dispeyçer, istasyondan hareket edecek trene, gideceği yöne göre, makas, sinyal ve yol düzenlemesi için kumanda masasından elektriksel olarak talimat verir. Bunun üzerine trenin geçeceği yol üzerindeki makaslar ve sinyaller trenin geçişine uygun duruma otomatik olarak gelirler. Tren sinyali geçtikten sonra, sinyal kırmızıya döner. Bu durumda istasyonun diğer giriş ve çıkış sinyallerinden trenin çıktığı yöne kumanda edenler kilitlenir ve serbest duruma getirilemez. Kırmızı olan sinyalin geçilmesi veya izin verilen hızın aşılması halinde treni durdurmak üzere otomatik tren durdurma (Automatic Train Stopping, ATS) sistemi devreye girer. Dispeyçer, kumanda merkezindeki panodan merkeze bağlı hat kesimindeki demiryolu ve istasyonların ve sinyallerin durumları ile trenlerin seyirlerini blok mesafesinde izleyebilir fakat bu sistemde trenle haberleşmesi yoktur ve trenin yerini blok mesafesi uzunluğundaki bir bölgede dispeyçer tarafından görebilir.

Demiryolu üzerinde bir demiryolu aracı bulunduğu veya ray kırılması, yolun bozulması ve sistemin arızalanması durumunda sinyaller kırmızı ışık verirler. CTC sisteminde trenler bloklar halinde sevk edilebildiğinden hat kapasitesinde artış sağlanmıştır. Bu sistemde, trenlerin istasyonlara, sinyallere varış, duruş, kalkış saatleri ile yaptıkları hız ve kırmızı sinyalde geçme durumları kumanda merkezinde bulunan trengraf cihazı tarafından otomatik olarak kayda geçirilmektedir.

TCDD şebekesinin, Kapıkule-Halkalı, Haydarpaşa-Ankara-Kayaş, Hanlı-Sivas-Çetinkaya, Divriği-Çetinkaya-Malatya arasında CTC sinyal sistemi, Halkalı-Sirkeci, Kayaş-Kayseri-Hanlı kesiminde OBS (Otomatik Blok Sinyal) sistemleri bulunmaktadır.

Demiryolu sinyalizasyon sistemleri yol kenarına yerleştirilmiş yol boyu sinyalleri aracılığıyla yolun işgal durumunu belirlerler. Otomatik blok sinyal sistemleri bu amaçla blok sinyallerini kullanırlar. Tren kontrol sistemleri ise gerekli bilgiyi lokomotif içindeki donanım aracılığıyla makinist kullanımına sunarak, hattın güvenlik ve kapasitesini artırır.

Tren makinistleri treni hareket ettirmenin yanında bir çok işle de ilgilenmek zorundadırlar. Bunlar genel olarak gözlem ve kontrol olarak sınıflandırılabilir. Gözlenenler arasında lokomotifin donanımı, sinyal görüşleri, yol üzerindeki engeller, eğim işaretleri, korna çalınması gereken yerleri gösteren tablo, kilometre ve diğer yol bilgileri bulunur. Gerekli tüm bilgileri elde ettikten sonra, makinist, trenleri bu bilgilerin ışığı altında güvenle hareket ettirir. Trenin seyir hızı yükseldiğinde, yol boyu sinyalleri gözlemek oldukça güçleşir. Yoğun sis ve kar yağışı gibi kötü hava koşulları da gözlemi güçleştiren unsurlar arasındadır. Bunlara ek olarak, makinistin hata yapma ihtimalide göz ününde tutulursa, tren kontrol sistemlerinin treni güvenle işletmesi için oldukça önemli bir role sahip olduğu görülecektir.

1.5 İleri/Akıllı Teren Trafik Kontrol Sistemleri

Trenlerin seyrinin kontrolü / kumandası sinyalizasyon esas alt yapısı ile seyir halindeki trenler arasında bağlantıyı gösterir Trafiğin emniyeti, kabul edilen azami hız ve seyir yoğunluğu gibi parametreler, trenlerin servisi açısından belirleyici rol oynar.

Makinistin esas görevini kolaylaştırmak amacıyla yıllar boyunca çeşitli kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Elektronik veri işleme ile birlikte mikro işlemci kullanımının artması tren trafiğini kontrol eden ve koruyan sistemlerde büyük değişimlere neden olmuştur. Gelişen teknoloji ile birlikte makas ve sinyaller gibi bir çok elemana bilgisayarlarca kumanda edilmeye başlanmıştır. Bu gelişmeler akıllı tren kontrol sistemlerinde uydu vasıtasıyla takip ve kontrolün sağlanmaya başlanmasıyla gelişimini devam ettirmektedir.

Bu teknolojiler GPS kullanımıyla geliştirilen ileri/akıllı tren kontrol sistemleri gelecekte demiryollarında güvenli bir şekilde kullanılmaya başlayacaktır. Bu sistemde bilgi haberleşmesi ve mobil bilgisayarların ortaklaşa kullanılmasıyla, geleneksel yol boyu sinyallerini ve tren kontrolüne ilişkin sesli ve yazılı iletişimi ortadan kaldırmaktadır.

Bu sistemde, hareket yetkisi bilgi haberleşmesi yoluyla lokomotif içindeki bilgisayara iletilerek görüntülenmesi sağlanır. Kabindeki bilgisayar, trenin hareketlerini hız limitlerini ve

hareket yetkisini kıstaslarına göre izler ve bunlardan birinin ihlal edilmesi durumunda treni durdurur. Ayrıca kabindeki bilgisayar hız ve yer bilgilerini, planlama ve kontrol amacıyla, düzenli olarak merkezdeki bilgisayara iletir. Bu yeni sistemin temel birimleri arasında kabin bilgisayarı ve lokomotifin performans göstergeleri, çok duyargalı alıcı/verici ve uydu bağlantılı yer bilgi sistemi, makas ve makas kontrolü için ara yüz, dijital bilgi radyosu ve güçlü merkezi kontrol sistemi yer alır.

Tren işletmeciliği, etkin trafik planlanması ve yönetimi,akıllı/dinamik yol haritası hazırlanması, lokomotif durum bilgileri ve vagon dağıtımını gibi tren bilgilerinin sunulması sayesinde daha verimli ve etkin hale getirilmektedir. Lokomotifin performansına ilişkin bilgiler aynı zamanda trafik kontrol merkezine de iletilerek öngörülenlerin eş-zamanlı olarak yapılabilmesine olanak tanınır.(Şahin 1996)

Yapılan işler için sürekli rapor verilmesi de sistemin önemli özelliklerinden birisidir. Bu sistem, tren personeline, yapılan işleri aşamalı bir şekilde gerçek zamanlı olarak merkezi kontrol sistemine bildirme imkanını tanır. Bu sesli haberleşmeden daha hızlı olmakta, müşterilerin de gönderdikleri yükler ve trenler hakkında gerçek zamanlı bilgi almalarına olanak sağlamaktadır. Bu sistemde bilgi iletişimini sağlamak ve gerçekleştirmek için GPS (Global Positioning System) kullanılmaktadır. Hat boyuna yerleştirilmiş alıcı vericiler de potansiyel bir kullanıma sahip olacaklardır.

GPS vasıtasıyla tren hareketlerinin etkin bir şekilde eş zamanlı olarak kontrol edilmesi Pozitif Tren Ayırma (PTA) (Positive Train Separation, PTS) ve Tam Tren Kontrol (TTK) (Precision Train Control, PTC) sistemleri ile mümkündür. Bu sistemde trenlerin durma mesafelerine bağlı olarak dinamik bir şekilde oluşturulan hareketli blok sistemi kullanılmıştır. Hareketli blok sisteminde, trenler birbirlerini daha kısa mesafelerde ve daha güvenle izleyebileceklerdir. Takip eden trenin bir sonraki treni, kendi frenleme mesafesinde izlemesine olanak sağlamaktır. Bu yenilik hat kapasitesinin artmasının yanında, hareket yetkisine ilişkin bütünlüğü etkileşimli bir şekilde sağlamakta ve kuvvetlendirmektedir.(Matthevs 1998)

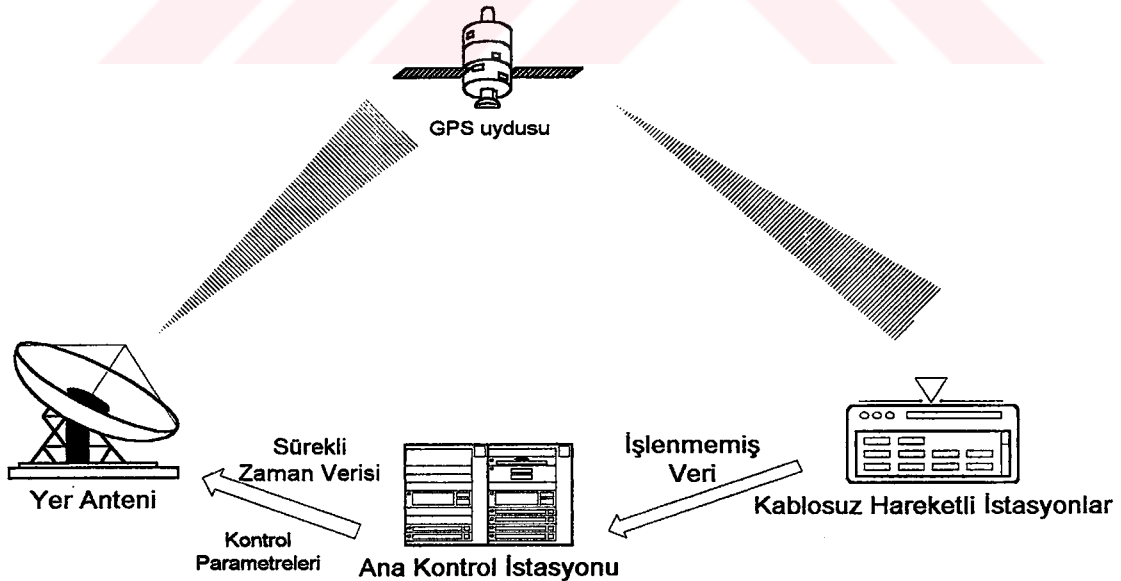
Yüksek hız tren hatlarının sinyalizasyon sistemi konvansiyonel demiryollarınıninkinden farklı bir yaklaşım gerektirmektedir. Trenin hızı, yol kenarlarına yerleştirilmiş işaretlerin makinist tarafından güvenilir bir biçimde anlaşılmasını engelleyecek kadar yüksektir. Bu nedenle yüksek hızlı hatlarda yol kenarındaki işaretler uzun süre ve özellikle kötü hava koşullarında bir insandan beklenmeyecek kadar dikkat gerektirdiğinden, kabul edilen azami hız sürücü

kabininde belirtilir. Makinist ya istenen sınırlama çerçevesinde trenin hızını serbestçe seçebilir ya da hızın düzene bağlanması, tamamen otomatik bir şekilde kumanda sistemine verebilir. Yanlış hız bilgisi, yanlış bir sürücü davranışına neden olacağından, sinyalizasyon açısından trenlerin seyrinin otomatik kumandasının kesinlikle güvenli olması gerekir.

Bilgisayar yazılım destekli sistemlerde demiryolu çalışanlarının verimliliğinin artmasının yanında, hat kapasitesi ve vagon/lokomotif kullanımının da etkin yürütülmesini sağlayacaktır. İleri tren kontrol sistemlerinin bu verimlilik artışı tren hareketlerine ilişkin gerçek zamanlı bilginin elde edilmesi ve ilgili kontrol işlemlerinin bu bilgilerin ışığında gerçekleştirilmesine bağlıdır. Sonuç daha etkin ve etkili bir tren işletmeciliği kontrolüdür.

1.5.1 Ulaşımında GPS Kullanımı

Ulaşım sistemleri kara, hava, deniz olmak üzere sınıflandırılabilir. Burada hareket kabiliyetlerine göre ulaşım sistemlerinin sınıflandırılmasında demiryolu ulaşımı dikkati çeker. Çünkü demiryolu ulaşımının yörüngesi önceden belirtilen ekseninde belli koordinatlar üzerinden hareket etmektedir. Birkaç dakikanın bile iş ve insan yaşamında oldukça önemli olduğu günümüzde dakikalarca tren beklemek için yitirilecek zaman kalmamıştır. Bilginin edinilmesi saatler yada dakikalar süren bir işlem niteliğinden çıkmış saniyelere sığdırılmaya başlanılmıştır.



Şekil 1 3 GPS Kontrol sisteminin genel görünüşü

Araç takibinde GPS kullanımı ise; dağıtım, taşıma ve kargo şirketleri, otobüs işletmeleri, güvenlik güçleri, itfaiye ve benzeri kuruluşlar için hayati öneme sahip bu uygulama, araçların harita üzerinde izlenmesini ve araç ile izleyen arasında iletişimi sağlamaya yöneliktir. Araçların güvenliği, hizmet kalitesinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi gibi birçok konuda karar verme mekanizmalarına direk faydası olan bu uygulamanın kullanımı, gelişen GPS ve iletişim sistemleri sayesinde hızla artmaktadır.

Araç takibi için geliştirilen sistemler üç ana bileşenden oluşur. Araç üzerinde bulunan ve uydular aracılığı ile aracın konumunu belirleyen bir GPS donanımı; bu konum bilgisini veya bir mesajı, telsiz veya GSM gibi bir iletişim sistemiyle merkeze aktaran veya merkezden gelen mesajları görüntüleyen bir donanım ve son olarak da, tüm bu verileri bir merkezde, harita üzerinde gösteren ve çeşitli analizler yapabilen bir yazılımdan meydana gelir.

Şimdiye kadar uygulamanın son ve en önemli ayağı olan yazılımın kullanımı ve araçların harita üzerinde izlenmesi, sadece belli merkezlerden yapılabiliyordu. Artık çeşitli yazılımlarla araçların takibinin tek merkez yerine, Internet bağlantısı olan her yerden yapılabilmesini olanaklı kılmaktadır. Uygun yazılım kullanılarak geliştirilecek bir çözüm sayesinde dağıtım ağının herhangi bir noktasından tüm ağın kontrolü yapılabilir. Kimin hangi veriye erişebileceği, kullanıcı adı ve parola ile denetlenebilir.

Programlanabilir mimarisi ile bu yazılımlar, farklı gereksinimlere sahip uygulamalara göre özelleştirilebilir. Bu sayede, araç konumlarının ve/veya o ana kadar izledikleri yolu istenilen sıklıkla yenilenebildiği, listeden seçilen araçların haritada bulunabildiği, herhangi bir araca mesaj gönderilebildiği ve girilen il veya ilçenin görüntülenebildiği bir uygulamanın ekran görüntüleri yer oluşturulur. Dünyadaki uygulamalarının hızla arttığı “araç takibi” artık ülkemizde de ileride çok daha yaygın olarak yapılabilecektir. Temel sistem yatırımından sonra, araç ve araçları izleyen kullanıcı sayısındaki artışın getirdiği maliyetin çok düşük olması, yazılım-veri tabanlı böyle bir çözümün hayata geçirilmesini de kolaylaştırıyor.

Araçların o anda buldukları nokta veya izledikleri yol harita üzerinde gösterilebilir. Fare imleciyle üzerine gidildiğinde araç ile ilgili temel bilgilerin görüntülenmesi sağlanabilir.

Uygulamadaki gereksinimlere göre, kullanıcının harita üzerinde belli bir yeri (il, ilçe, sokak, müşteri vb.) sorgulama yoluyla bulması sağlanabilir. Bir ilçeye veya bir müşteriye en yakın aracın bulunması gibi sorgulamalar da yapılabilir. Sorgulama sonunda elde edilen verilerle

bulunan yere veya araca yakınlaşılacaktır. Eğer araçlarda yeterli donanım varsa, araçlara mesaj da gönderilebilir.

Teknolojik gelişmelerin doğal sonucu olarak bilgiye gerçek zamanda erişmek ve yine gerçek-zamanda diğer birimlerle haberleşmek zorunlu olmaktadır. Demiryolu ulaşımında klasik tren takip sistemlerinin dışında üstün nitelikli teknoloji ve servislerden biride GPS yani uydu vasıtasıyla tren trafiğinin kontrolü ve demiryolu aktivitelerinin otomasyonunun sağlanmasıdır. Hızla gelişen teknoloji ve değişen uluslararası ilişki ve dengeler, genel olarak birçok sektörde GPS kullanımını gözde konulardan biri yaparken ülkemiz ulaşım sektöründe yeterince dikkate alınmaması gözden kaçmamaktadır.

Karasal olanaklar coğrafi duruma, hava şartlarına yada benzeri engellere oldukça bağımlı olup kurulma tesisleri de zaman almaktadır. Bu nedenle uydu haberleşme imkanları, kendi doğal avantajlarından dolayı bu konulardaki eksikliği tamamlayan bir unsur niteliği taşımaktadır

Karasal sistemlerin en uç noktalara kadar ulaştırılmasının

Yatırımını yüksek ve işletmesi zor olmakta

Verimi, kalitesi ve sürekliliği düşük olmaktadır.

1.6 GPS İle Otomatik Tren Kontrol Sisteminin Genel Tanıtımı

Yeryüzünün en güvenli ulaşım araçlarından biri demiryolu ulaşımıdır. Bu güvenilirlik kendini sıfır hata ile çalışma yapan sistemlerin kullanılmasından yada hata olasılığının birden fazla kişi/sistemden geçmesiyle sağlanmaktadır. Bu güvenliğin ve ekonomikliğin eş-zamanlı olması real-time'da gerçekleşmesini sağlamak amacıyla burada yeni önerilen sistem yazılım ağırlıklı çeşitli veri uygulamalarını destekleyen coğrafi olarak birbirinden uzak olan noktalar arasında çift yönlü uydu iletişimini, takip ve kontrolünü sağlayan sayısal bir sistemdir. Başarısı sayısal teknoloji ile uydu gücünden kaynaklanır.

GPS ile trenler uydularla bağlantılı biçimde hareketlerinin incelenmesinin yanında hareket halindeki trenle veri alışverişini, dizinin bazı teknik verilerinin (hız, dingil basıncı, yolcu-yük durumu, nerede olduğu vb.) alınmasını sağlayacak ayrıca dizi hakkındaki bilgilerden gerekli olanların ilgili birimlere eş-zamanlı olarak aktarımını sağlayacaktır.

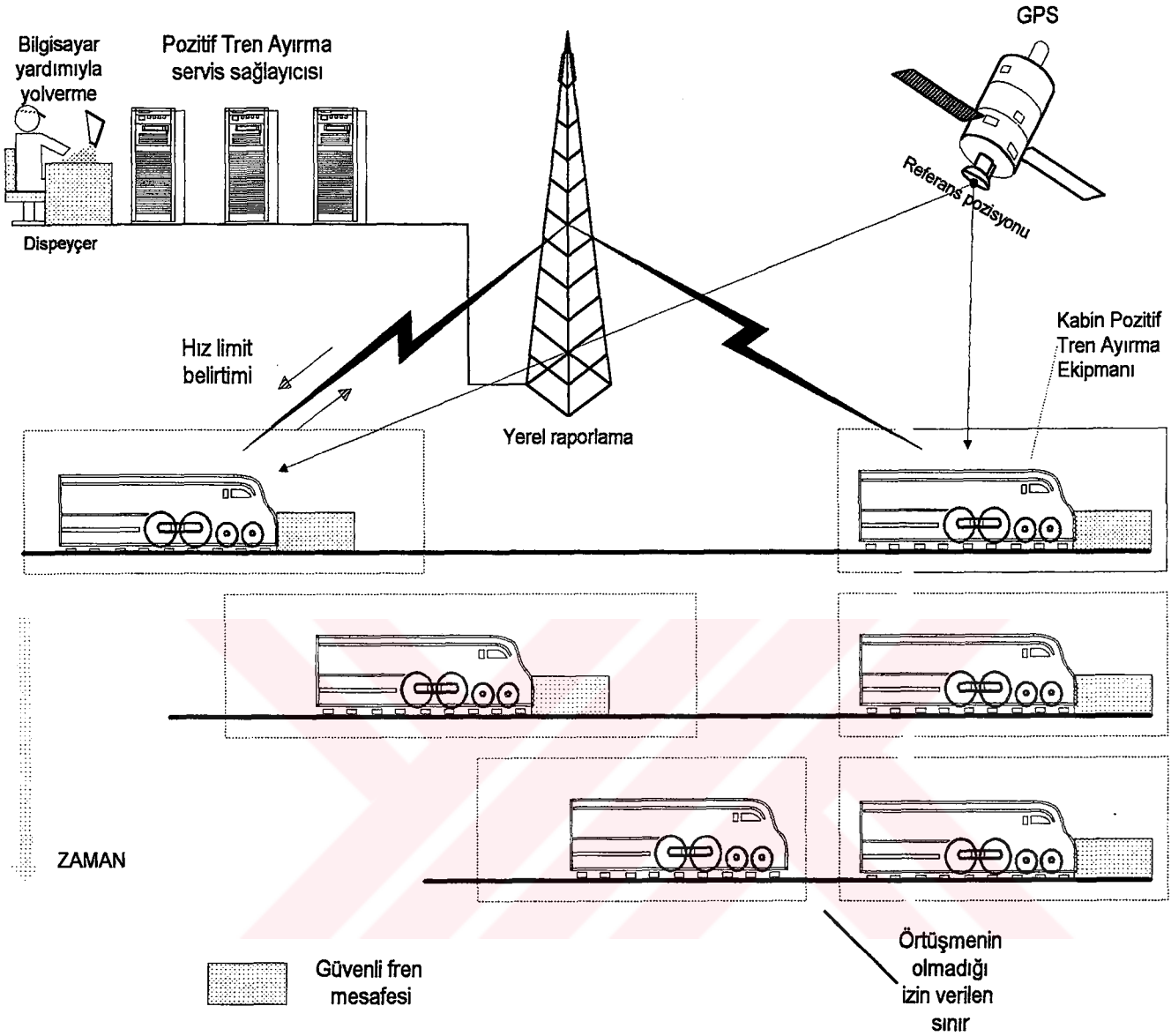
Diğer taraftan demiryolu ulaşımında ülkemizde tek hat işletmeciliği yapılmakta olup bu nedenle hatların kapasitesi düşüktür. Buna birde mevcut karasal sinyal sistemi de eklenince, blok mesafesinde hareket eden trenler ve her blokta maksimum bir trenin bulunabilecek olması hat kapasitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Blok mesafeleri güvenli fren mesafesine, dizi uzunluğuna istasyona yakınlığına gibi etmenlere bağlı olup kilometrelerce uzun olabilmekte, böylece mevcut hattın kullanma ekonomisi düşmektedir.

Önerilen bu sistemde pozitif tren ayırma ve pozitif tren kontrol sistemleriyle iki dizi arasındaki güvenli fren mesafesi belirlenecek ve bir dizi takip ettiği diğer diziye önceden belirlenen bir protokolle emniyetli bir fren mesafesinde takip edebilecektir. Böylece hat maksimum kapasitede ekonomik bir kullanım sağlanarak mevcut hatta daha fazla tren az masrafla güvenli bir şekilde seyrüsefer etmesi sağlanacaktır.

Bu sistemde şekilde görüldüğü gibi bilgisayar destekli bir sistemle uygun yazılımlarla desteklenerek bir merkezden kontrolün sağlanması, haberleşmenin ve kontrolün gerçek zamanda yapılması, noktasal olması gerçekleşmiş olacaktır.

1.6.1 Tren Güvenliği

Tren güvenliğinin etkili bir şekilde sağlanmasında GPS sistemi önemli rol oynar. Tasarlanacak olan böyle bir sistemde trenler arasında çarpışmalar (karamboller) önlenerek ve tren hareketlerinin otomatik olarak kontrolüne izin verecektir. Kontrol merkezinde yerel tanımlama ekipmanları sayesinde yol database'i ve diğer tür bilgiler tren kontrol sistemi sayesinde gerçek zamanda trenler arasında güvenli fren mesafesi hesaplanacaktır. Bu sistem aşılabilir hız limitlerinde trenleri güvenli bir şekilde durduracaktır. (Şekil 1.4)



Şekil 1.4 Pozitif tren kontrol ve güvenli fren mesafesi

Trenlerin konum raporları rutin bir şekilde kontrol merkezindeki monitöre aktarılacaktır. Böylece güvenli bir kontrol ve tren bilgileri eş-zamanlı olarak devamlı güncelleştirilecektir. Bu güvenlik ve kontrol sistemine ilave olarak lokomotifin yerini hassas olarak tespit eden birçok sensör kullanıla bilinir. Burada GPS hata güvenlik karar sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Bu sistem lokomotif üzerindeki ekipmanlar ve haberleşme hatlarıyla mevcut sistem ile bir bütün olarak çalışır. Sistem sinyalli (karsal) sistemlere oranla ekonomik yararlar sağlayacaktır. Bu sistem nesne tabanlı hareket planlamasında ve haberleşme sistemlerinde kapalı devre otomatik kontrol sistemleri lokomotiflerin planlı bir şekilde çalışmasını

sağlayacak gecikme ve tehiri önleyecektir. Bu teknoloji hayati bir kontrol sistemi seviyesi sunacak olup trenlerin hata-kontrol yeteneği maksimum seviyeye ulaşacaktır.

Pozitif tren kontrol sistemlerinde konum raporları, yetkiler, data linkleri, çoklu konum referansları ve on board lokomotif sistemleriyle birlikte optimum olarak programlanmış verimlilik kazancıyla meydana gelmelidir. Önerilen sistemde trenin yeri hakkında dispeyçer bilgisi, trenin hızı, ivmelenme oranı ve trenin istenilen ölçüde programlanıp kontrolüne izin verir.

Elde edilen bilgilerin düzenlenerek orer tablolarının otomatik olarak hazırlanmasına önceden programlanmasına izin verir. Lokomotif üzerinde bulunan on-board kompüterize sistem mevcut yer ekipmanlarıyla uyumlu bir şekilde çalışması sağlanmıştır.

GPS uydu konum sistemi son on yıl içersinde dünyanın her yerinde kullanılabilen bir teknoloji olmuştur. Yüksek bir kapasite ve yaygın bir radyo spektrumuna sahip GPS satellite location sistemi her yerde geniş bir bantta ve gürültüye karşı duyarlılığı artırılmış bir şekilde çalışabilmektedir. ABD'de bu sistem 900-MHz veya 2400-MHz frekans bandında genel görüntüleme sistemlerine yüksek seviyede transfer edilmektedir. Bu teknolojiye trenin yeri 100cm. kadar tespit edilebilmektedir. Pozitif tren ayırma ve kontrol sistemleriyle desteklenerek trenin yeri ve hızı daha hassas bir şekilde tam olarak tespit edilme çalışmaları dünyada halen sürmektedir.

Benzer bir sistem Seattle, Wash. Portland'a oradan Oregon ve Colombia River Valley'e kadar 1440 km'lik bir pilot bölgede geliştirilmeye çalışılmaktadır.

1.6.2 Lokomotif ve Vagonların Dağılımı

GPS takılan lokomotif ve vagon dizilerin ülke genelinde hangi bölgelerde olduğu çok rahat izlenecek ve mevcut stok durumu hakkında eş zamanlı ve etkin bir bilgi sahibi olunacaktır.

Temelde GPS computer sistemi trenin hız sınırları yol durumuna göre merkez tarafından gönderilecek ve trenin hızı yolun değişik bölümlerinde merkez tarafından sınırlandırılabilinecek, yol durumu ihbar edilecek eğer makinist cevap vermezse herhangi bir

duruma karşı uyaracak, cevap alamazsa trenin hızını sınırlayacaktır. Bu konu Chicago-Detroit arasındaki hatta yük treninde 175 km/s hıza elverecek şekilde hız artışı tren kontrol sistemi olarak test edilmeye başlanmıştır.

Gelecekte trenler 300-400km/s hızlarla seyir edeceklerdir. Bu hızda yan yol sinyal sistemleri görsel olarak kullanışsız olacaktır. Bilgisayar destekli GPS bu soruna etkin çözüm sunabilecektir.

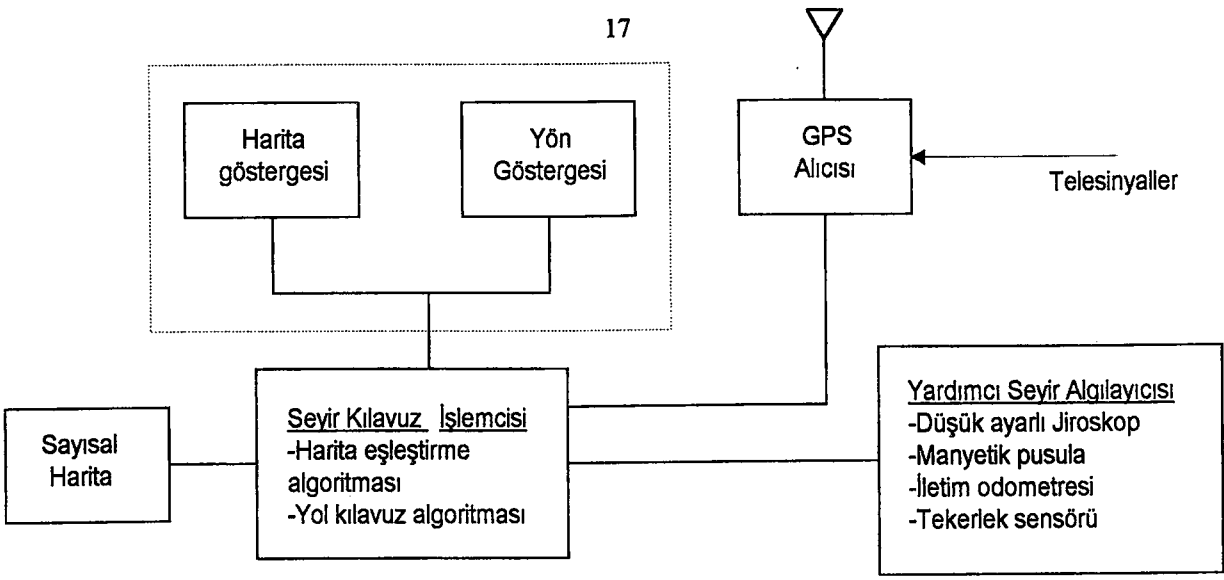
Trenlerin fren sistemleri lokomotifin tipine ve bunun frene karşı reaksiyonuna ağırlığına ve hava koşullarına bağlıdır. Çok kapasiteli fren algoritmaları geliştirilmiştir. On-board sistemlerde istasyonlardan, tren kartlarından ve yollardaki ölçüm cihazlarından alınan dataları toplar, sınıflandırır ve rapor eder. Eğer önceden belirlenen güvenlik protokolünü ihlal eden bir durum söz konusu ise sistem treni durdurmaya zorlar.

1.6.3 Sistemin Yapısı ve Uygulamaları

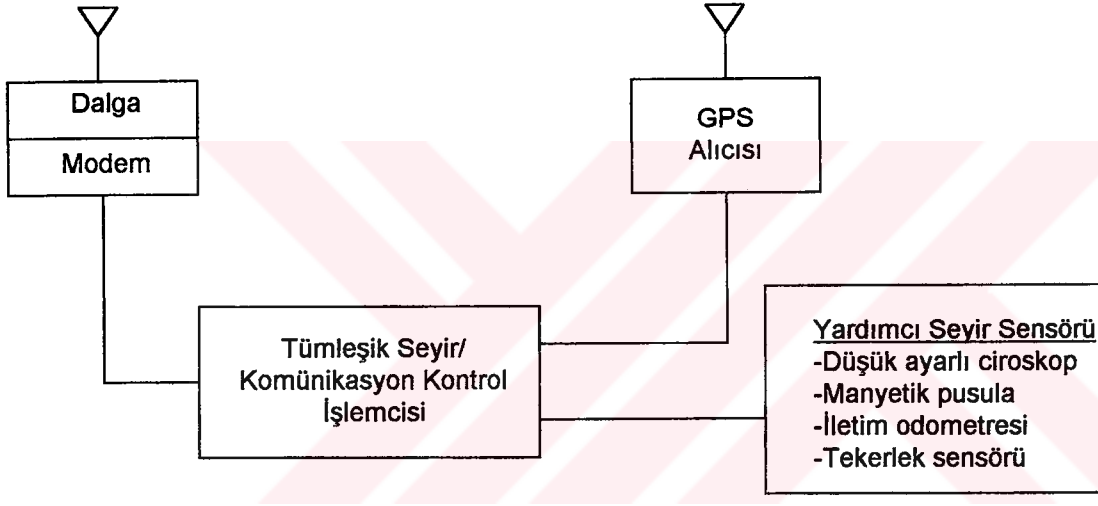
Akıllı ulaşım sistemleri altı alanda uygulama imkanı sağlamaktadır.

- 1.İleri trafik yönetim sistemleri
- 2.İleri trafik bilgi sistemleri
- 3.İleri toplu ulaşım sistemleri
- 4.İleri taşıt kontrol sistemleri
- 5.İleri şehirler arası ulaşım sistemleri
- 6.Ticari taşıt operasyonları olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.

Aşağıda bir GPS tren seyrüsefer sisteminin blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 1.5 Genel tren seyir/sefer/yol kılavuz sistemi mimarisi



Şekil 1.6 Genel tren izleme sistemi mimarisi

GPS teknolojisi Türkiye'deki iletişim ortamı için ideal bir çözümdür. Aşağıdaki üstünlükleri sağlar.

Yüksek kalitede performans

Geniş coğrafi kapsama

Yüksek güvenilirlik ve süreklilik

Kolay montaj ve hızlı destek servisi

Merkezi denetimi ve yönetimi

Değişik uygulamalar için esnek konfigürasyon özelliği

Önceden belirlenebilen maliyetler

Uzaklıktan bağımsız iletişim ve kontrol

Ekonomiklik

1.6.4 Sistemin Avantajları

1.6.4.1 Hizmet Çeşitliliği

Çok port/çok protokol özelliği GPS üzerinden kullanıcıya birden fazla ve değişik nitelikte uygulamayı birleştirme yani değişik mantıksal ağlar kurma olanağı sağlamaktadır. Böylece performans artarken cevap süresi (response time) kısalmaktadır. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte çeşitlenen servisleri böylesine bir alt yapıya uyarlamak da oldukça kolaydır.

1.6.4.2 Geniş Kapsama (küresellik)

Uydu haberleşme olanakları kendi doğal üstünlüğü sayesinde daha geniş bir coğrafi alanda haberleşmeye imkan sağlarken, yalnız ulusal sınırla kısıtlı kalmayıp, uluslar arası servisler içinde iyi bir altyapı oluşturur.

1.6.4.3 Süreklilik

Sistemin altyapısında arızalanabilecek birim sayısının azlığı ve bu birimlerin yedekliliği iki arıza arasında ki ortalama sürenin uzunluğu ile özellikle karasal sistemler göre oldukça yüksek bir süreklilik göstermektedir. Ayrıca büyük hacimli bilgilerin birden fazla merkezlere yada uzak noktaların aynı anda ve sürekli bilgi aktarımı olanağı kullanıcıya önemli avantajlar sağlamaktadır.

1.6.4.4 Güvenilirlik

GPS sisteminin sürekliliğini artıran etkenler aynı zamanda güvenilirliğini de artıran etkenlerdir. Kullanılan özel algoritmaların iletişim kalitesiyle birlikte güvenirligi de artırması donanıma eklenmiştir.

1.6.4.5 Esnek ve Kolay Genişleme

Teknolojinin hızla gelişmesi değişen dünya ihtiyaçlarının ani ve değişken olması, kontrol ve iletişim altyapısının oldukça esnek olmasını gerektirmektedir. GPS sistemi yapısı gereği tesis ve servis imkanları esnek ve genişletilebilirdir.

1.6.4.6 Merkezi Denetim ve Yönetim

GPS sistemi kuruluşu 24saat/gün gözetleyebilme ve denetleme imkanı verir. Bu sistemi pasif bir iletim altyapısı olmaktan çıkarıp aktif bir iletişim ağına dönüşmesini sağlar. Ayrıca yerel istasyonlar yedeklenerek olası bir hasardan etkilenmeyi minimuma indirir. Sistemin küçük ve hızlı tesis ve servis imkanı bu tip endişeleri giderir.

1.6.4.7 Sonuçlar ve Öngörüler

Önümüzdeki yüzyılda karasal sistemler uydu sistemleri ile güçlü bir şekilde destekleneceklerdir. Bu bağlamda demiryolu ulaşımının ve tren trafiğinin dışarıda kalması düşünülemez. GPS sistemi demiryolu ulaşımında tren trafiğinin ve vagon takibi, yolcu hareketlerinin izlenmesinde önemli kolaylıklar getirmektedir.

Ülkemiz demiryolu altyapısı gereği tek hatlı ulaşımına izin vermekte ve mevcut hatlar karasal sistemlerle çalıştığı için ekonomik olarak tam kapasiteyle çalışmamaktadır. Önerilen sistem karasal öğeleri de destekler nitelikte, esnek ve farklı varyasyonlara adapte edilebilme imkanı sağladığından hat kapasitesinin artırılması ve tren tehlikelerinin önlenmesi bilgilendirme sistemlerine sahip olması tercih nedeni olacaktır.

Sistem bazı sorunlara etkili çözümler sunacaktır.

Sorun: Mevcut kullanılan sistemde trenin arazideki yeri ∓ 4 km ile tespit edilebilmekte bu durum trenin istasyona ne zaman geleceği bildirmede sorun çıkarmaktadır.

Çözüm: Hareket halindeki trenin yeri önerilen sistemde ∓ 100 cm teloransla merkezi monitörde görülebilecektir.

Sorun: Hareket halindeki tren ile veri iletişimi yapılamamakta ve bu çoğu zaman tehirlere neden olmaktadır.

Çözüm:Hareket halinde trenle eşzamanlı veri iletimi yapılabilecek ve trende kaç yolcu ve ne kadar boş yer var ilgili istasyonlara merkez ünitesi tarafından bildirilecektir.

Sorun: Mevcut sistemde hat bloklara ayrılmış olup bir blokta en fazla bir tren bulunabilmekte ve tek hat işletmeciliği yapılan ülkemizden hat maksimum kapasitede kullanılamamaktadır.

Çözüm: Önerilen sistemde pozitif tren aralığı ve pozitif tren kontrol sistemleri sayesinde trenler birbirlerini güvenli fren mesafelerinde takip edebilecekler makinist aynı hattaki diğer trenin nerede olduğunu displayden görebilecek bütün trenler bir merkezden kontrol edilebilecek

Sorun: Mevcut sistemde çeşitlerine göre vagon stokları ve dağılımının kontrolü zor ve uzun süre almaktadır.

Çözüm: Önerilen sistemde vagonların dağılımı eşzamanlı olarak merkezden görülebilecek böylece iş organizmasında önemli bir kolaylık sağlanmış olacaktır

BÖLÜM 2

GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)

2.1 Giriş

İlk yapay uydu SPUTNIK'in uzaydaki yörüngesine yerleştirilmesinden günümüze astronomik, jeodezik, jeofiziksel, meteorolojik, askeri, uzaktan algılama, haberleşme gibi alanlarda kullanılmak amacıyla çok sayıda uydu uzaydaki yörüngelerine yerleştirilmiştir. Bu alandaki çalışmalar giderek artan bir hızla devam etmektedir.

Bu gün uydularla modern konum belirleme tekniğinin öncüsü Deniz Navigasyon Uydu Sistemi olan NNSS'dir. (Navy Navigational Satellite System) ve bu sistem TRANSİT (Time Ranging and Sequentil) olarak bilinir. TRANSİT sistemi Amerika Birleşik Devletleri tarafından uçakların ve gemilerin koordinatlarını hesaplamak amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. Sistem daha sonra sivil kullanıma açılmış olup dünya çapında kullanılmaktadır. Bu gün dünya çapında binlerce gemi, uçak ve araçların konumu TRANSİT sistemi ile belirlenmektedir.

TRANSİT sistemi zamanla iki konuda yetersiz kalmıştır. İlki anlık hız ve konum belirlemek için yedi olan uydu sayısının görünürlük açısından yetersiz kalmasıdır. İkinci problem ise TRANSİT sisteminin göreceli olarak düşük olan navigasyon hassasiyetine sahip olmasıdır.

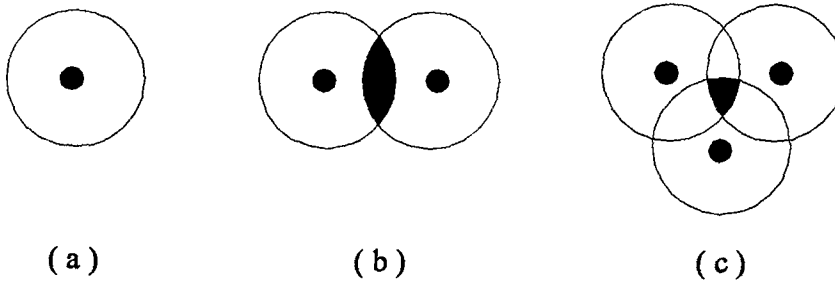
TRANSİT sistemindeki bu yetersizlikler Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığına (Department of Defence, DoD) bağlı çalışan Amerikan savunma Haritacılığı Ajansı (U.S. Defence Mapping Agency, DMA) yeni arayışlara itmiştir. Bu arayışların sonunda TRANSİT sistemde yaşanan problemlerin yaşanmadığı yeni bir sistem olan ve literatürde Global Konum Belirleme Sistemi, GPS (Global Positioning System) veya NAVSTAR-GPS (NAVstar System with Time and Ranging, NAVSTAR-GPS: zaman ve uzunluk ölçmeleri ile navigasyon sistemi) olarak bilinen sistem geliştirilmiştir.

DMA tarafından geliştirilen yeni sistemin amacı askeri taşıtların, gemilerin, uçakların ve kara taşıtlarının dünya üzerindeki anlık navigasyonlarını günün her anında belirlemektir. Geliştirilen bu sistem Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri (U.S. Air Force, U.S.A.F.) tarafından uzaydaki yörüngelerine yerleştirilmiştir. GPS dünyanın her yerinde yirmi dört saat tüm hava koşullarında konum bilgilerini sağlar. GPS ne zaman?, hangi konum? Ve

hangi hız? Gibi sorulara hızlı, doğru ve ucuz şekilde dünyanın neresinde ve ne zaman olursa olsun yanıt verir (Bowen, R. 1986). GPS sinyalleri ücretsiz olarak sivil kullanıma açılması gelişimin temelini teşkil etmiştir.

GPS sistemlerinin çalışma prensibi; dünya üzerinde önceden belirlenen yörüngelere yerleştirilmiş uydulardan gelen sinyallerin alıcıya ulaştığı zamanı ölçerek bulurlar. Elektromanyetik dalganın hızı (genellikle ışık hızı alınır.) bilindiğinden, zaman X hız uydudan olan mesafeyi belirtir. Konum bilgisini ölçen alıcı, uydunun merkezinde bulunduğu bir küre üzerinde düşünülebilir (Şekil 2.1-a) ikinci uydudan olan uzaklıkta ölçüldüğünde, alıcı iki kürenin kesiştiği bölge içersindedir (Şekil 2.1-b) Üç uydudan olan uzaklık ölçüldüğünde alıcının yeri üç kürenin kesiştiği belirgin bir bölge içersinde kalır. (Şekil 2.1-c)

Bu nedenle yerin belirlenebilmesi için en az üç uyduya ihtiyaç vardır. Alıcılar en az üç uydudan gelen sinyalleri alana kadar yer konum bilgisi vermezler. Uydu sayısı arttıkça kesişme alanı daralacağından doğruluk derecesi artar. Uyduların ürettiği sinyalin, uydudan alıcıya kadar ulaştığı zamanı ölçmek için uydularda ve alıcılarda aynı saat bilgisi bulunur. Alıcıya sinyal ulaştığında uydudan ayrılış saati ve kendi saati arasındaki farka bakarak sinyalin ulaşım zamanı bulunur.(Koşaroglu, M.1998)



Şekil 2.1 Uyduların Kesişme Alanları

Dünya üzerinde konum belirleme amaçlı iki adet sistem mevcuttur: ABD'nin sahibi olduğu GPS ve Rusya'nın sahibi olduğu GLOSNASS. GPS sistemindeki uydular aynı geniş frekans bandında (spread spectrum) ve her uydunun dar bir frekans bandı (frequency division) vardır. GPS sistemi var olan teknik destek ve alıcıların fiyat olarak daha uygun olması nedeniyle daha çok kullanılmaktadır.

GPS sistemi üç ana birimden oluşur:

a-Kontrol Birimi

b-Uzay birimi

c-Kullanıcı Birimi

a-Kontrol Birimi: Kontrol Birimi (Operational Control System, OCS) uyduların ve sistemin tümüyle çalışmasını sağlamak ve izlemek amacıyla dünya üzerine dağılmış bulunan çeşitli niteliklere sahip yer istasyonlarından oluşur. Kontrol biriminde aşağıdaki donanımlar bulunmaktadır.

1- İzleme İstasyonları (Monitor Stations, MS)

2- Ana kontrol İstasyonu (Master Control Station, MCS)

3- Yer Antenleri (Ground Antennas, GA)

b- Uzay Birimi: GPS sisteminin uzay birimi tamamı çalışır durumda 24 uydudan oluşur. Uydular 6 değişik yörünge düzleminde ve her yörüngede 4 uydu olacak şekilde hareket etmektedirler.

GPS uydularının birinci aşaması BlokI uydularıyla, ikinci aşaması BlokII ve BlokIIA uyduları ile başlar. Çalışma ömürlerini dolduran uyduların yerine BlokIIR uyduları fırlatılmaktadır. BlokI uydularının yörünge düzleminin ekvator düzlemi ile yaptığı açı 63 ve BlokII/IIA/IIR'nin ise 55 derecedir. Her bir uydunun periyodu yaklaşık 11 saat 57 dakika 57.7 saniyedir. Böylece sistemdeki uydu sayısı ve uyduların yörüngeleri dünyanın her yerinde ve günün her saatinde ufkun üstünde görünür konumda en az 4 uydunun olmasına olanak sağlar. Uyduların yeryüzünden yüksekliği yaklaşık 20200 kilometredir.(Payne,1982)

Uydular, konum belirlemek amacıyla yönelik L1 (1575.42 MHz) ve L2 (1227.60 MHz) band sinyalleri gönderirler. C/A(Coarse / Acquisition) (1.023 MHz) kodunu üzerine sadece L1, P (Precision, P) (10.23 MHz) kodunun üzerine hem L1 hem de L2 sinyalleri modüle edilmiştir. Bunların yanında birde veri mesajları gönderilmektedir.

c- Kullanıcı Birimi:Kullanıcı birimi GPS sinyallerini konum belirlemek amacıyla kayıt eden ve işlemde geçiren alıcı ve antenden oluşan birimdir.

GPS' de genel olarak iki ölçme yapılmaktadır; faz ve uzunluk (Pseudorange:gerçek olmayan uzunluk) ölçmeleri. Uzunluk ölçmesi, basit olarak bir sinyalin uydudan yer istasyonuna ulaşınca kadar geçen zamanın ışık hızıyla çarpılmasıyla elde edilir. Faz ölçmesi ise, uydu taşıyıcı sinyal fazı ile yer istasyonunda bulunan alıcının osilatördeki sinyalin fazı arasındaki fark ile oluşturulur. Fazın birimi devir (Cycle, $\text{Cycle}=2\pi$) ile ifade edilmektedir ve sinyalin başlangıç devir değeri bilinmemektedir. Faz ölçmesi daha çok "Epoch Seri" ile ifade edilir. Bir epoch, genel olarak istenilen zaman aralığındaki tüm fazların ortalaması ile oluşturulur. Bu zaman aralığı, noktada uzun süre (Örneğin 30 dakikadan fazla) kalınacaksa 15 veya 20 saniye olarak belirlenir.

2.2 Uydu Takımı

GPS'nin uzay birimi 24 uydu olarak tasarlanmıştır. Bu 24 uyduluk sistem kasım 1994 tarihinde tamamlanmıştır. 24 uyduluk bu sistem kullanıcılarına dünyanın herhangi bir yerinde on beş derecelik açı altında günün her anında en az dört en çok sekiz uyduyu görme olanağı sağlar. Uydular yeryüzünden yaklaşık 20200 kilometre yükseklikteki altı değişik yörünge düzleminde ve her bir yörünge düzleminde üçü aktif biri yedek olacak şekilde hareket ederler. Her bir uydunun periyodu yıldız zamanına göre on iki saattir fakat yıldız zamanı ile universal zaman (Universal Time; UT) arasında dört dakikalık bir zaman farkı vardır. Bu dört dakikalık zaman farkı nedeniyle her gün her uydu dünya üzerindeki bir noktadan universal zamana göre dört dakika erken geçer. GPS uydularının birinci aşaması Blok-I uydularıyla, ikinci aşaması Blok-II uydularıyla fırlatılmaktadır. Blok-I uydularının yörünge düzleminin ekvator düzlemiyle yaptığı açı 63 derece ve Blok-II/IIA/IIR uydularının ise 55 derecedir.

2.2.1 GPS Uyduları

GPS uyduları, sistemin çalışmasını sağlayan radyo alıcıları, atomik saatler ve bunların dışında bir çok yardımcı sistem için bir platform oluşturur. Uydulardaki elektronik sistemin ihtiyacı olan enerjiyi, her uyduda bulunan iki adet yedi metre karelik güneş panelleri sağlar. Her uydunun elektronik aletleri, kullanıcıların uyduya pseudorange uzaklık ölçmesi yapmasına imkan tanır. Her uydu belirli anlar için uydunun uzay koordinatlarını hesaplamaya yardımcı olacak konum bilgileri yayımlar. Bu konum bilgileri yardımıyla, kullanıcılar konumlarını hesaplayabilirler.

Üç farklı model GPS uydusu vardır: Blok-I, Blok-II, BlokIII uydularıdır. Blok-I uyduları 845 kilogram ağırlığındadır ve 1978 ile 1985 yılları arasında uzaya gönderilmiştir. Blok-I uydularının ömürleri 4.5 yıl olarak tasarlanmıştır. İlk Blok-II uydusu 1989 yılında uzaya gönderilmiştir ve bu udu 50 milyon dolara mal olmuştur. Blok-II uydularının ömürleri 7.5 yıl olarak tasarlanmıştır; fakat ortalama ömürleri altı yıldır. Blok-II uyduları 1500 kilogramdan daha ağırdır. Bu uydular ömürlerini tamamladıktan sonra yerini Blok-IIR (R harfi replacemen veya replenishment kullanım süresi dolmuş olan Blok-II uydularının yerine geçeceğini simgeler) uydularına bırakırlar. Blok-IIR uyduları hidrojen masserler ile donatılmıştır. Bu donanım sayesinde Blok-II uydularında kullanılan saatlere göre frekans sabitliği daha hassas bir şekilde sağlanmıştır. Ayrıca Blok-IIR uyduları, uydular arası haberleşmeyi sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Blok-IIR uyduları 2000 kg ın üzerinde bir ağırlığa sahip olmalarına rağmen maliyetleri Blok-II uydularının yarısı kadardır.(Montgomery,1991)

2.2.2 Uydu Sinyali

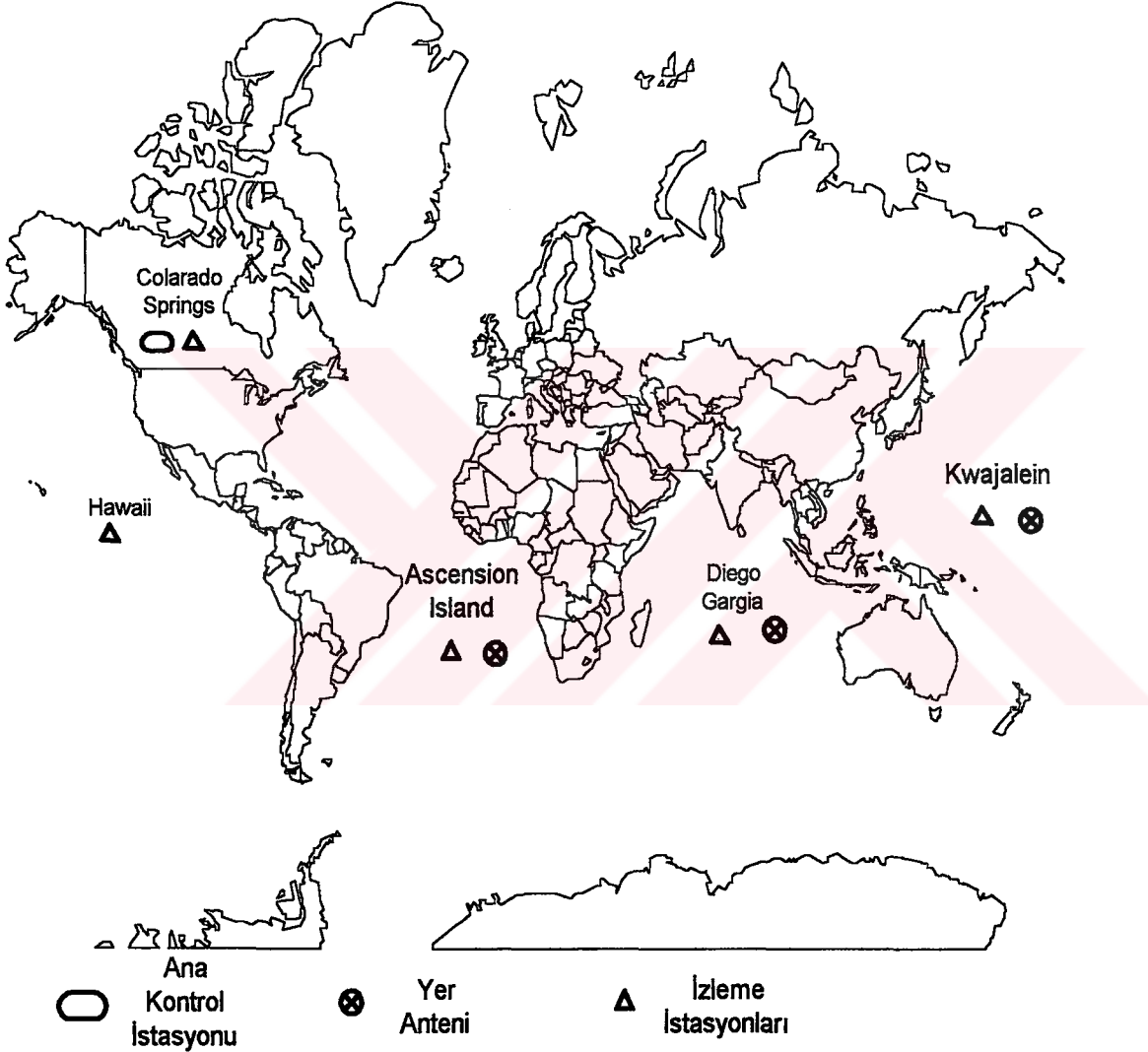
Uydu tarafından yayınlanan taşıyıcı sinyal geniş spektrum sinyalidir. Taşıyıcı sinyalin geniş spektrumlu olmasıyla istenmeyen karışıqlarla daha az karşı karşıya gelinir. Geniş spektrum tekniği hidroğrafik ölçme sistemlerinde kullanılmaktadır. Sistemin doğruluğu bütün sinyal bileşenlerinin atomik saatlerle kontrol edilmesiyle sağlanır. Blok-II uydularında dört zaman standardı vardır. Bunlar ikişer adet cesium ve ribidium saatleridir. Bu saatlerin günlük frekans sabitliği 10^{-13} veya 10^{-14} kadar değişebilir. Farklı bir frekans sistemine sahip olan Blok-IIR uyduları için bu değer 10^{-14} veya 10^{-15} dir. Bu yüksek doğruluklu frekans standartları GPS'in ana frekansı olan 10.23 Mhz frekanslı L bandını üretir. L1ve L' taşıyıcı dalgaları L ana frekansının 154 ve 120 sayıları ile çarpılmasıyla elde edilir. Bu çift frekans sayesinde iyonosferik kırılma gibi ana hata kaynakları elimine edilir.

Uydulardan çıkan sinyalin alıcılara ulaşma zamanının ölçülmesi ile hesaplanan pseudorangeler iki taşıyıcı sinyal üzerine modüle edilmiş iki Pseudo Random Noise (PRN) kodunu kullanır, bu kodlar C/A ve kodlarıdır.

Uydular sinyalleri göndermek amacıyla L1 frekansı üzerine modüle edilmiş C/A (Coarse/Acquisition) kodunu (1.023MHz) L1 ve L2 frekansları üzerine modüle edilmiş P(Precision) kodunu (10.23MHz) kullanır. L1 ve L2 aynı zamanda veri mesajları da iletirler. Bu veri mesajları Kepler elemanlarına göre uydu efemerisleri, iyonosferik katsayılar, durum bilgileri, sistem zamanı ve uydu saat hatalarıdır. C/A Standart Konum Belirleme Servisi

(Standart Positioning Servise, SPS) ve P Tam Konum Belirleme Servisi (Precise Positioning Service, PPS) tarafından düzenlenmiş kodlardır ve PRN olarak bilir.

Uyduları tanımlamak için birçok sistem tanımlayıcısı kullanılır. Bunlar uydunun fırlatılma sıra numarası, uydu konum numarası, uydu PRN kodu, NASA katalog numarası ve uluslar arası ismidir. Herhangi bir karışıklığı önlemek için, sadece uydu navigasyon mesajından alınan PRN kodu kullanılır. (Wells 1985)



Şekil 2.2 GPS İşlemsel kontrol birimi (Şahin1993)

2.2.3 Kontrol Birimi

Kontrol birimi işlevsel kontrol sistemi (Operational Control System, OCS) olarak anılır. Bu birim, uyduların ve sistemin tümüyle çalışmasını sağlamak ve uyduları izlemek amacıyla

dünya üzerinde dağılmış bulunan çeşitli niteliklere sahip yer istasyonlarından oluşur. Bu yer istasyonları görev ve niteliklerine göre ana kontrol istasyonu, izleme istasyonları, yer antenleri olarak adlandırılmıştır.

Kontrol bölümünün ana görevi, yörünge ve saat yapabilmek amacıyla uyduları izlemek, değişik hataları modellemek, uydu zamanlarının senkronizasyonunu yapmak ve veri mesajlarını uydulara yüklemektir.

2.2.3.1 Ana Kontrol İstasyonu

Ana kontrol istasyonu (Master Control Station, MCS) Colorado Springs'de Amerika'da bulunmaktadır. Ana kontrol istasyonu izleme istasyonlarından elde edilen verileri toplar. Uydu yörüngelerini ve saat parametrelerini Kalman Esimatörünü kullanarak hesaplar. Elde edilen sonuçlar daha sonra üç yer istasyonundan uygun olan birine, verilerin uyduya yüklenmesi amacıyla geri gönderilir. Uyduların kontrolü ve sistemin işletimi ana kontrol istasyonunun sorumluluğundadır.

2.2.3.2 İzleme İstasyonları

Dünyanın çeşitli bölgelerine dağılmış durumda izleme istasyonları (Monitör Station, MS) vardır. İzleme istasyonlarının tümü cesium zaman standardı ve P kodlu alıcılarla donatılmıştır. P kodlu alıcılar sürekli olarak görünür durumdaki uydularla ölçme yaparlar. İyonosferik ve meteorolojik veri ile birlikte, pseudorange ölçmeleri her bir buçuk saniyede bir yapılır ve bunlar onbeş dakikalık veriyi verecek şekilde düzenlenirler . Daha sonra bu veri ana kontrol istasyonuna gönderilir.

2.2.3.3 Yer Antenleri

Yer antenleri (Ground Antennas, GA), uydularla olan haberleşme bağlantılarını sağlarlar ve bu bağlantıları sağlayacak yer antenleri ile donatılmışlardır. Ana kontrol istasyonunda hesaplanan uydu efemerisleri ve saat bilgileri, s-bant radyo bağlantıları kullanılarak GPS uydularına yüklenir. Bu bilgilerin yüklenmesi her altı saatte bir yapılır.

2.3 Kullanıcıların Sınıflandırılması

GPS sistemi planlandığı ilk günden bu yana Amerika savunma sisteminin her biriminde yer almaktadır. Böylece her askeri uçak, gemi, kara aracı askeri amaçlar doğrultusunda konumlarını belirlemek için uygun bir GPS alıcısı ile donatılmıştır. 1991 Körfez savaşı sırasında GPS sistemi planlandığı gibi savaş koşullarında kullanılmıştır.

GPS başlangıçta askeri amaçlar için planlanmasına rağmen, sivil kullanıma planlanandan daha erken açılmıştır ve çok büyük kullanım alanı bulmuştur. Bugün GPS alıcıları her çeşit arazi ve jeodezik kontrol ölçmesinde kullanılmaktadır. Hava fotogrametresinde yer kontrol noktalarının sayısını azaltmak amacıyla GPS ölçme tekniği kullanılmaktadır ve bu uygulama alanının geliştirilmesi için testler yapılmaktadır. GPS sisteminin önemli kullanım alanlarından biride seyir kontrolü ve yönlendirilmesi olacaktır. Birçok büyük kent itfaiye, ambulans gibi acil yardım araçlarını yönlendirmek ve yönetmek amacıyla araçlarını GPS alıcıları ile donatmaktadır. Aynı sistem trenler ve nakliye araçları içinde planlanmış ve günümüzde uygulanmaya başlanmıştır. GPS' in sivil kullanım alanı her geçen gün genişlemektir.

2.3.1 Alıcı Tipleri

Üç tip alıcı vardır.

1-C/A kod pseudorange alıcılar

2-C/A kod faz taşıyıcılı alıcılar

3-P kod ve faz taşıyıcılı alıcılar

C/A kod pseudorange alıcılar genellikle elde kullanılan ve enerjisini küçük pillerden sağlayan alıcılardır. Bu alıcılar birden altıya kadar bağımsız alıcı kanalı olan ve enlem, boylam, yüksekliklerden oluşan üç boyutlu konum bilgileri veya bir harita sistemindeki dik koordinatları çıkış olarak verirler. Alıcının hareketli olduğu çalışmalarda dört veya daha kanallı alıcılar tercih edilir, çünkü uydu uzaklıklarının sürekli gözlenmesiyle daha doğru sonuçlar elde edilir. Çok kanallı C/A kodlu pseudorange alıcıları yürüyüş yapan insanlar, denizciler ve otomobiller için en uygun alıcı tipidir.

C/A kod ve faz taşıyıcılı alıcılar on iki kanala sahiptir. Bu tip alıcılar, her şekilde tasarlanmış ölçme yönteminde kullanılabilir ve bu alıcılar taşıyıcı fazı hafızasında tutma yeteneğine sahiptir. Bu alıcılar statik, kinematik, pseudokinematik tam ölçme yöntemlerinde kullanılır.

P kod ve faz taşıyıcılı alıcılar, ölçme, nokta konumlandırma ve navigasyon için 1984 yılında yapılmış ilk alıcılardır.

GPS (Global Positioning System:Arz Konumlandırma Sistemi), koordinat bilgisine dayalı veri toplamaya ihtiyaç duyulduğu her alanda, etkin ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle koordinat bilgileri ve harita üretimi çalışmalarını gaye edinmiş olan jeodezi bilim dalı, sistemin etkin ve yaygın kullanıcılarından biridir. Yapay uydulardan yararlanarak 3 boyutlu konum (X,Y,Z) ve hız belirlemeye yarayan, hareketli cisimleri eş zamanlı olarak grafik bir veri tabanı üzerinde izlemeye olanak sağlayan pratik ve hızlı bir sistemdir. GPS sisteminin yüksek doğruluğu ve ekonomik oluşu, tüm dünyada sistemin kullanımını yaygınlaştırmıştır. GPS günümüzde sadece jeodezi biliminde değil, toplu taşıma, geçiş önceliği olan araçların izlenmesi (Ambulans, itfaiye araçları, güvenlik araçları), hız haritalarının yapımı gibi günlük hayatla iç içe kullanılan GPS aslında askeri amaçlı kullanım için oluşturulmuştur.

Son zamanlarda INS (Inertial Navigation System) ile birlikte koordineli olarak çalışabilecek olan GPS üzerinde yoğun çalışmalar sürdürülmekte ve bu entegre sistemlerin roket uydu ve uçak sistemlerine uygulanması kavramı geliştirilmektedir. Bu sistemlerin kötü hava şartlarında bile ICAO CAT III'e (International Civil Aviation Organization Category III) göre yüksek hassasiyetle uçuş şartlarını gerçekleştirdiği gösterilmiştir.(Tiemeyer 1995). Özellikle yolcu uçaklarında INS+GPS Sistemi uygulaması başlamış bulunmaktadır.

Güncel haliyle GPS yaklaşık 20.200 km yükseklikte, 6 farklı yörüngede dolaşan 24 adet uydudan oluşmaktadır. Bu uydular günün 24 saati kullanıcılara $L_1=1575.42$ MHz ve $L_2=1227.60$ MHz olmak üzere iki ayrı frekansta modüle edilmiş olarak; C/A, P kodları ile birlikte yörünge bilgilerini yayınlamaktadır. Seyir (Navigasyon) amaçlı kullanıcılar, C/A veya P kodları yardımıyla,uydu ve alıcılar arasındaki anlık uzaklıkları kullanarak konumlarını hesaplarlar. Bağıl konum belirlemeye yönelik çalışan kullanıcılar ise bu iki taşıyıcı dalganın fazını ölçmek ve değerlendirmek suretiyle oldukça yüksek doğruluklara ulaşırlar(cm mertebesinde doğruluk). Amerika birleşik devletleri Ordusunun güvenliği açısından, P kodunun kullanımını sivil kullanıcılara kapatılmıştır. C/A kodu ise sivil kullanıcılar için belli bir sınırlama (Selective Availability) altında kullanıma açıktır. C/A kodu ile elde edilecek doğruluk, yatay konum için $\pm 15m$ ile $\pm 100m$ civarında değişmektedir. Seyir amaçlı veya diğer genel amaçlı kullanıcılar için bu doğruluk pek çok alanda yeterli sayılabilir.

Yapılacak olan bu çalışmada tren hareketlerinin bir merkezden izlenmesi ve bu amaçla veri toplanması amaçlanmıştır. Bu gaye için, en basit haliyle tren üzerine monte edilecek bir GPS alıcısı kullanılması öngörülmüş ve bu şekilde aracın seyir halindeki hızının, koordinat bilgilerine ve zamana dayalı olarak elde edilmesi planlanmıştır.

Kullanılan, C/A kodlu alıcının notebook tipi bilgisayara bağlı olarak çalışabilen türden olması, bir radyo modem aracılığı ile kayıt edilen verilerin gerçek zamanda bir merkezden izlenebilmesi ve tüm bu işlemlerin kullanıcıyı basitçe uyum sağlayacağı bir yazılımla desteklenmesi amaçlanmıştır.

2.4 Verilerin Elde Edilmesi

Veriler, C/A kodu ölçülerine göre, uydulara olan anlık uzunlukların alıcı içine yerleştirilmiş yazılımla değerlendirilmesi ile (SPP, Single Point Positioning) ölçme anındaki trenin enlem, boylam, yükseklik ve bunlara bağlı olarak hareketin yönünün azimut'u ve hız değerlerinden oluşmaktadır. Yukarıda bahsedilen yazılım her ölçme anına ait bilgiler bir satırda olacak şekilde bir dosyaya kaydetme özelliğine sahiptir.

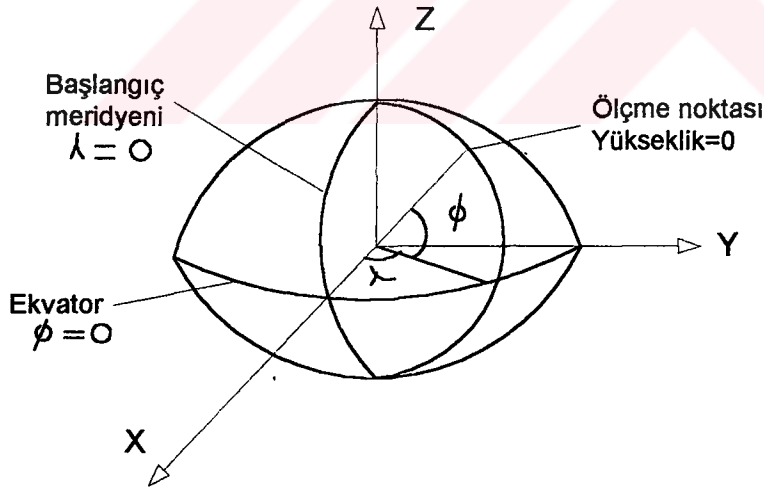
Tablo 2.1 Demiryolu Bilgi Sisteminin (DBS) temel özellikleri

Yerleşim Durumu	Teşkilat Garları Loko Bakım Atölyeleri Fabrikalar İstasyonlar
Trafikle İlgili Aktarma Merkezleri	Garlar Duraklar Banliyö İstasyonları Atölye ve Fabrikalar
Yol Durumu	Tek /Çift Hat Yoğunluk Durumu Hemzemin geçitler Asgari Azami Hız Limiti
Yol İsimleri	Yolun Geçtiği İstasyonlar Ve Duraklar Bağlı Yollar Başlangıç ve Bitiş Noktaları

Yol Yapısı	Ahşap yada Beton Traverst Standartlara Uyum (kurp çapı, eğim, dever)
Sinyalizasyon	CTC, DRS, OBS sisteminin olup olmaması ATS Sisteminin Olduğu yerler
Elektrifikasyon	Elektrifikasyon Transformator, Posta Telekomant merkezlerinin yeri Nötr Bölgelerin Yerleri
Günlük Uygulamalar	Hatta Peryodik Bakımların Olup Olmadığı

Verilerin toplanmasında, ana yol güzergahları esas alınmıştır. Özellikle yüksek binaların çevrelediği yollarda, ve tünellerde yeterli sayıda uydudan kayıt alınmaması (yatay konum için en az üç uyduya ait bilgi gereklidir) nedeniyle sistemin etkili olamayacağı söylenebilir. Tüm bunların ışığında sistemin sağladığı koordinat bilgisindeki doğruluk, hareket güzergahı boyunca trenlerin bulunduğu noktalarının tespit edilmesi açısından güvenilir bir mertebededir. Bu nedenle fiziksel ortamdan kaynaklanabilecek hataların (Atmosferik etkiler, yansıma vb.) beklenen doğruluk mertebesi düşünüldüğünde dikkate alınması gerekmez.

2.5 Referans Sistemi (WGS 84 World Geodetic System)



Şekil:2.3 WGS84 referans sistemi

GPS verileri, parametreleri 1984 yılında tanımlanmış, yer merkezli üç boyutlu bir koordinat sisteminde (WGS 84) elde edilir. Şekilde 1'de GGS 84 sistemi, orijini yer merkezi, X,Y,Z

eksenleri ise 1984.0 olarak tanımlı (CTS, Conventional Terrestrial System) yer merkezli bir koordinat sistemidir.

2.5.1 Verilerin Yerel Sisteme Dönüştürülmesi

GPS alıcısı ile toplanan veriler, WGS 84 koordinat sisteminde enlem, boylam ve yüksekliktir. Bu koordinat bilgilerinin yerel sisteme (ülke koordinat sistemi) dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem aşağıda açık bir şekilde ifade edilmiştir.

Ülke koordinatları, dilim genişliği 3 derece olmak üzere, (İstanbul için dilim orta meridyeni 30 derecedir) Gauss-Kruger projeksiyon sistemindedir. GPS verilerinin bu sistemde üretilmiş haritalar üzerinde işlenebilmesi için, ilgili sisteme dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem pek çok yolla gerçekleştirilmektedir. Bunlardan yaygın kullanılanlardan birisi GPS koordinatlarının, yerel sistemin ifade edildiği projeksiyon sistemine dönüştürülmesi ve bunun ardından, ikinci bir işlemle projeksiyon sistemindeki kayıklığın giderilmesinin sağlanmasıdır. (Magiure,1991) Projeksiyon sistemine dönüşüm aşağıdaki şekilde ifade edilir.

Gauss-Kruger Projeksiyon Sistemine Dönüşüm

İlgili sistemde bilinmesi gereken parametreler;

a = Elipsoidin büyük yarı eksen (WGS84 İÇİN $a = 6378137.0000$ m)

b = Elipsoidin küçük yarı eksen (WGS84 İÇİN $B = 6356752.3142$ m)

λ_0 = Dilim orta meridyeni boylamı (İstanbul için $\lambda_0 = 30$ derece)

m_0 = Ölçek faktörü (3° lik dilimlerde $m_0 = 1$; 6° lik dilimlerde $m_0 = 0.9996$)

φ = İlgili noktaların enlem değerleri

λ = İlgili noktaların boylam değerleri

Projeksiyon sistemindeki koordinat değerleri;

$$X = m_0 \cdot N \left\{ \Delta\lambda \cos\varphi + \frac{\Delta\lambda^3 \cos\varphi^3}{6} (1 + t^2 + \eta^2) + \frac{\Delta\lambda^5 \cos\varphi^5}{120} (5 - 18t^4 + 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) \right\} \quad (2.1)$$

$$Y = m_0 g + m_0 N \left\{ \frac{\Delta\lambda^2}{2} \sin \varphi \cos \varphi + \frac{\Delta\lambda^4}{2} \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \frac{\Delta\lambda^6}{720} \sin \varphi \cos^5 \varphi (61 - 58t^2 + t^4 + 270\eta^2 - 330t^2\eta^2) \right\} \quad (2.2)$$

Şeklinde elde edilir

Burada, N ilgili noktanın çapraz eğrilik yarıçapı; e, elipsoidin 1. eksentiritesi; f, elipsoidin basıklığı olmak üzere;

$$N = a / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi} \quad e = 2f - f^2 \quad f = \frac{a - b}{a} \quad (2.3)$$

ve diğer büyüklükler;

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

$$t = \tan \varphi \quad \eta^2 = \frac{e^2}{1 - e^2} \cos^2 \varphi \quad (2.4)$$

(2.1) ve (2.2) eşitliklerinde, G ekvatoradan itibaren meridyen yayı uzunluğu

$$G = \frac{a}{1+n} (a_0 \varphi - a_2 \sin 2\varphi + a_4 \sin 4\varphi - a_6 \sin 6\varphi + a_8 \sin 8\varphi) \quad (2.5)$$

ve

$$a_0 = 1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64}, \quad a_2 = \frac{3}{2} \left(n - \frac{n^3}{8} \right) \quad (2.6)$$

$$a_4 = \frac{15}{16} \left(n^2 - \frac{n^4}{4} \right), \quad a_6 = \frac{35}{48} n^3$$

$$a_8 = \frac{315}{512} n^4 \quad n = f / (2-f)$$

olmak üzere ifade edilir.

2.5.2 Yerel Sisteme Dönüşüm

Projeksiyon sistemine dönüştürülen verilerin yerel sisteme dönüştürülmesi gerekir. Genel olarak iki boyutlu bir sistemde dönüşüm işlemi iki sistemin orijinlerinin kayıklığı (X ve Y yönündeki ötelemeler), iki sistem arasındaki dönüklük ve iki sistem arasındaki ölçek farklılığından ibaret olduğu söylenebilir.

Bu işlem için, sistemin sağladığı doğruluk ($\pm 15m$ ile $\pm 100m$) dikkate alındığında yalnızca iki sistem arasındaki ötelemelerin dikkate alınması yeterli olacaktır. (Saka M.H. ve Oral,H.A.,1996)



BÖLÜM 3

DEMİRYOLLARINDA ETKİLİ TRAFİK YONETİMİ İÇİN UYDULARLA KONUM BELİRLEME VE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

3.1 Giriş

Uydularla Konum Belirleme (GPS) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (GIS) kullanımı ile bir demiryolu ağının merkezi trafik kontrolü, bakımı, işletmesi ve tren bilgi sistemleri geliştirilip etkin kullanım sağlanır. Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak akıllı haritalar üretilip ülkemizdeki demiryolu haritası bilgisayar ortamında aktif hale getirilerek demiryolu tren hareketlerinin merkezden izlenmesi ve kontrolünün sağlanması altyapı yönetim teknolojilerinin geliştirilmesi araştırmaların platformunun sağlanması son zamanlardaki çalışmaların temel konularından biri olmuştur.

Bu çalışmada demiryolu altyapı yönetimi için GPS ve GIS teknolojilerin kullanımı konusunda yoğunlaşmaktadır. Günümüzde bu teknolojilerin demiryolu endüstrisindeki çalışma ve uygulamasıyla birlikte bir çok farklı uygulama alanlarında konu araştırılıp tartışılmaktadır. Sonuç olarak ortaya çıkan homojen uzaysal referansın temin edilmesiyle coğrafi bilgi sistemi teknolojisinin kolayca başarılı bir şekilde demiryollarına uygulanmasıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, yeryüzündeki nesnelere ve olayları görselleştirmeye ve analize yarayan bilgisayar destekli yazılım çözüm sistemleridir. Sorgulama ve istatistiksel analiz gibi, genel veri tabanı işlemlerini görselleştirme ve mekansal analiz gibi haritalar ile sağlanan imkanlar, GIS sistemleri tarafından bir arada toplanmıştır. Bu sayede GIS sistemleri, standart veri yönetim sistemlerine göre, olayları irdeleme, sonuç tahmin etme ve planlama faaliyetlerinde özel veya kamu kuruluşlarına büyük avantajlar sağlamaktadır.

Donanım: GIS sisteminin üzerinde çalıştığı bilgisayar platformudur. Günümüzde GIS Sistemleri, ana bilgisayarlar, sunumcu bilgisayarlar, masa üstü kişisel bilgisayarlar ve bilgisayar ağları olmak üzere geniş bir donanım yelpazesinde çalışmaktadır.

Yazılım: GIS yazılımı, coğrafi (mekansal) veriyi saklama, analiz etme ve görselleştirip sunmaya yarayan fonksiyonları sağlayan programlar platformudur. Yazılımın ana bileşenleri :

Mekansal veri giriş ve işleme araç gereçleri

Veri tabanı yönetim sistemi

Mekansal sorgulama, analiz, sunuş araçları

Bu araçlara kolay erişim için, grafik kullanıcı arabirimi

Tam Tren Kontrol (TTK) sisteminin trenlerin yerinin ve yönünün tam olarak belirtmesini yanında demiryolu hattının altyapısının bakım ve yönetimidir. Bu 3-4 aylık bir periyot süresinde güzergahın geometrisini ölçen bir yol kaydedici aracın kullanılmasıyla sağlanır. Bu araç elde ettiği verileri ve önceden tanımlanmış parametreleri data-base olarak bilgisayar ortamına aktarır. Bu parametrelerdeki verilerin aşılması veya sağlanamaması durumu demiryolunda arıza ve hataları belirler. Arıza yeri en yakın tam metreye göre kaydedilerek yol bakım ekibine gerekli bilgiler en yakın tam metreye göre ulaştırılır. (Judd,A.M., Leahy, F.J.,1993)

İlk önce demiryolu güzergah boyunca teknik ve sabit veriler ölçülerek yol boyunca konumlandırılan kilometre noktaları ile referanslandırılır. Elle uygulanan bir teknik sistemi geçilen her bir kilometre noktasına göre referanslandırmada kullanılır. Örneğin, kilometre 63 geçildiğinde uyarılan sıra 63000 olacaktır. Bir referans noktası yolun bir kilometre kesiminin başlangıcını tanımlar. İki kilometre noktası arasındaki mesafe genellikle bir kilometredir. Bu yeniden referanslandırma tekniği nominal bir kilometre yol parçalarının serisi olarak tanımlanır.

Yol kaydedici araç yolun altyapı konumunu da kayıt eder. Köprüler, yol tanımlayıcılar, makaslar, işaretler, tünellere ve peronlar her bir yol kaydetme çalışması boyunca konumları kaydedilen özelliklerden bazılarıdır. Bu özellikler bakım görevlilerini yol hatalarının yerlerini tespit etmede yardım etmek ve uygun tamir aletlerinin belirlenmesinde kullanılır. Tecrübeli bir yol kaydedici operatör ile, yol boyundaki özelliklerin yerinin tespit edilmesinin doğruluğu 10 metre civarındadır. Yol altyapı yönetimi için bu yeterlidir, ve tecrübeli bakım ekibi çalışanları kilometre noktası, yol altyapısı ve tanımlanan işaretlerin kombinasyonlarını kullanarak kolaylıkla arızanın yerini, çalışma güzergahını belirlerler

3.2 Bir Coğrafik Bilgi Sisteminin (GIS) Tesis Edilmesindeki Konular

Bir Coğrafik Bilgi Sisteminin (GIS) temel konusu bir homojen uzaysal referans sistemidir. Bu nedenle, demiryolu yönetim sistemi için uzaysal referansın temeli olarak ulusal verileri kullanmak uygun olacaktır. Yinede, yönetim sisteminin başarısına referansın seçiminin çok az

etkisi vardır. Fakat kullanıcıların ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak veri gösteriminin etkisi oldukça fazladır. Ulusal coğrafi bilgilerin iç ve dış çalışma grupları tarafından toplanan verilerin kullanılmasını desteklemesine rağmen, arazi çalışmasını desteklemek için bir yerel referans sistemini muhafaza etmek de önemlidir. Örnek olarak, çalışma sahalarının tespit edilmesi için hattın altyapısını ve dizilerin kullanılmasındaki o anki uygulamayı hat personeline bildirmek faal personel için önemlidir. Bu yüzden, kullanıcıların özellikleri ulusal verilere ve gerekirse kendilerinin lokal verilerine göre referanslandırabilmeleri önem kazanmaktadır.

Ulusal ve yerel veriler arasında dönüşüm yapılmasının nedeni iç ve dış kaynaklardaki çok miktardaki verilerin ortak kullanım için hazır olmasıdır. Yinede, paylaşılan verilerin güvenilirliğini sağlamak için, veri toplamayla ilgili doğruluk standartları tanımlanmalıdır. Düşük yada bilinmeyen veri güvenliğiyle, diğer kaynaklardan türetilen bilginin güvenilirliği karar vermenin güvenilirliğini sınırlar. Kullanıcıların ilave kaynaklardaki verilerin kendilerinin analizini artıracaklarını yada azaltacaklarını bilmeye ihtiyaçları vardır, çünkü bilinmeyen verinin doğruluğu sürdürülen herhangi bir analizin güvenilirliğini azaltmaya etkisi kaçınılmazdır.

3.3 Bir Homojen Uzaysal Referans Sisteminin Tesis Edilmesi

Bir Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) tabanlı demiryolu yönetim sisteminin uygulanması için bir homojen uzaysal referans tesis edilmesi gerekliliği açıktır. Yönetim sistemini uygulamak için geniş bir harita programı homojen uzaysal referans sistemini oluşturmak için gereklidir. Bu program aynı zamanda ulusal verilerden kullanımdaki herhangi bir lokal veriye dönüşümü için hesaplanabilecek parametreler için bir platform sağlayacaktır. Burada diğer önemli nokta, terside lokal verilerden referansın GIS çerçevesine transformasyonuna hat personelinin gelen yeni yada yenileştirilmiş verileri sisteme eklemeye izin vermek için uygulanmasıdır.

Akıllı haritacılığın genel amacı uzak mesafelerdeki nesnelerin gerçek zamanlı konum belirlenmesi ve statik arazi ölçmeleriyle normal olarak başarılabilen hedef nokta seçimleridir. Akıllı haritacılıktaki son zamanlardaki araştırmalarla bir demiryolu yolu boyunca başlıca 3 boyutlu konum ölçme metodu olarak GPS tabanlı uydu kullanımına merkezlenmiştir. (Novak, K.,1990)

GPS kullanımının ilk incelemesinde demiryolu hattını en hızlı ve etkin olarak haritalamak için en yoğun bir çözüm olduğu görülür. Kenar ve faz farkı ölçme modlarında bu imkanın

kullanımı ile hareketli bir dizinin konumunu sürekli olarak 1 cm'den 10 m'ye varan doğrulukta sağlayan bir potansiyele sahiptir. (Goad.C.C 1988, Schwarz 1990) Yinede, GPS'in yalnız başına haritacılık işine komple bir çözüm olmadığı kabul edilir. Kenar ölçme modu işlemi konumların lokal doğruluğunu iyileştirmek için ilave veri kaynakları gerektirir, öte yandan faz farkı işlemi bir yada daha fazla uydudan sinyal alınmadığında oluşan sinyal kaybının olduğu durumlarda tekrar telafi etmek için ilave veri kaynakları gerektirir. Hat boyunca kurulan sensorlerden elde edilen verilerin uygun bir metotla karşılaştırılması sonucu olumlu neticeler vermiştir. (Judd, A.M. Leahy, F.J.,1993)

Diğer kaynaklardan elde edilen bağımsız ölçmelerle GPS verilerini desteklemek için araştırmacılar tarafından bir çok metot günümüzde araştırılmaktadır. Hat boyunu ve güzergahtaki trenlerin sürekli izlenmesine imkan verecek hız ölçmeleriyle yönlendirilecek Elektro-mekanik jiroskoplar kullanılabilir. (Chen, W., Cross,P.A. 1990) Gerçek zamanlı fotogrametreyi kullanarak tren konumunun hesaplanmasında ve hat boyu cihazların, altyapı durumunu incelenmesine imkan verecek şekilde çevreleyen detayların tekrarlı resimlerini elde etmek için video görüntüleme sistemleri de kullanılabilir. (Wong, K.W., Willey, A.G.,1989) Akıllı haritalama sistemleri ulaşım çalışmaları için hem yol (Schwarz 1990, Novak 1990) hem de demiryolu (Heji 1989, Judd,A.M. Leahy, F.J.,1993) ağları için aktif bir şekilde uygulanması başarılı neticeler vermiştir. Bu alandaki araştırma çalışmalardan şu sonucu kolaylıkla söyleyebiliriz GPS konum belirleme verilerini artırmak için en optimum çözüm; bir çok tekniğin kombinasyonundan gelmektedir. Gelecekte ileri teknikler kullanılarak GPS' in hayatımıza daha aktif bir şekilde gireceği ve ileri uygulamalarla hayati kolaylaştıracağı kabul edilen bir gerçektir.

3.4 GPS ve GIS' in Birleştirilmesi

GIS ve GPS teknolojilerini kullanarak tren seyrüseferinin merkezden kontrolü konusunda .İki tip uygulamadan söz edile bilinir. Bunlar trenlerin sürekli eş zamanlı olarak merkezden izlenmesi ve güzergahlara göre orer (sefer tarife) çizelgelerin hazırlanmasında elde edilen verilerden maksimum yararlanılmasıdır.

Demiryollarında hareket planlayıcıların istatistiksi verileri GIS ile işlemesi; istatistiksi veriler mevcut yapının anlaşılması, geleceğe dönük tahminler ve planlama yapılabilmesi, sorunların kaynaklarının araştırılabilmesi amacıyla toplanır. Toplanan ham veriler yorumlanmadıkları sürece tek başlarına bir şey ifade etmezler. Verinin yorumlanması konusunda birçok yöntem

kullanılır. İstatistiksel amaçla toplanan verilerin büyük bir bölümünün coğrafyada karşılığı vardır. Bu yüzden verilerin GIS ile işlenmesi ve yorumlanması kişilerin karar alma aşamalarında doğru sonuçlara ulaşmasında yardımcı olur. GIS ile sözel veriler coğrafi karşılıklarıyla eşlenerek harita üzerinde sorgulama ve analiz yapılabilir. Böylelikle sadece sözel veri kullanımı ile yapılamayan sorgulama ve analizlere ulaşılabilir. İstatistiksel veriler birçok kaynak tarafından üretilir. Örneğin DİE, Türkiye’de verileri derleme, analiz etme, istatistikler üretme ve bunları yayınlama görevini üstlenmiştir. Sanayi, tarım, nüfus, demografi ve seçim gibi verileri periyodik olarak yayınlar. GIS ile rahatlıkla, standart formata sahip bu verilere sadece basılı ortamda değil, manyetik ortamda ve internetten de ulaşılabilir.

3.4.1 Sürekli İzleme ve Tahmin Planı

Birleştirilmiş GPS çözümünü kullanan bir harita programından elde edilmiş demiryolu verilerini kullanarak bir GIS geliştirilmiştir. Harita programı sırasında tanımlanan yerel dönüşüm parametrelerini kullanarak, yol geometrisi verisi homojen demiryolu verisine referanslandırılmıştır. Daha sonra sistemi oluşturmak için hat güzergahından toplanmış özel verileri ile birleştirilir. Sistemin işlerliğini test etmek için, şu an kullanımda olan bakım metotları modellenilip ve test edilmiştir. Basit bu GIS sistemi daha sonra merkezi tren yönetimi için verinin genişletilerek modellenmesini araştırmak için kullanılacaktır.

Mevcut kullanılmakta olan sistemde, hattın durumunu tanımlayan bir çok rapor ve tabloları elde etmek için güzergah boyunca toplanmış olan ham yol verisinin işlenmesiyle sonuçlar özetler, yazı bilgileri ile sınırlandırılmış olarak sınıflandırılabilir. Hattaki seyir halindeki dizilerden toplanmış çok miktardaki verilerin gösterilmesi ve özetlenmesi gerektiğinde sonuçların sınıflandırılması gerekliliği ortaya çıkar. Örnekleme gerekirse, kullanıcılar belirli hata mesafeleri içine düşen kilometre bölümlerinin sayıları hakkında bilgilendirilirler, fakat bu hataların nerelerde olduğu belirtilme imkanı yoktur.

GIS hataları her bir parametreye göre otomatik olarak sınıflandırır ve sonuçlar ya grafik olarak ya da tablo şeklinde gösterilir. Bu bilgiler grafik ve yazı bilgilerinin tamamını birleştiren geniş raporları oluşturmak için kullanılabilir. Dijital fotoğraflar da kullanıcının yolu gözünde canlandırabilmesini sağlamak için sisteme eklenebilir.

Sorgular öyle geliştirilir ki farklı dönemlerdeki veriler analiz edilebilirler. Bir veya daha fazla hata özelliğini kullanarak, sorgular modellerin ve trendin kolayca seçilmesi ve izlenmesine izin verir. Veri dönemleri arasındaki karşılaştırmalar hızlıca ve doğru bir şekilde sürdürülür, sonuçlar kullanıcıya anlaşılabilir bir formatta gösterilir.

Kaydedilmiş yol geometri verisi zamana göre referanslandırılır. Bu yüzden bakım ihtiyaçlarının planlanması, tahmini ve bütçe oluşturulmasını kolaylaştırmak için kullanılabilir. Mevcut olan tarihi veri zenginliği ile, trend gözlenebilecek şekilde şu anki veriler zamana göre birleştirilir ve ortalaması alınır. Bozulma oranı izlenebilir böylece bakım ve yol yenileme (poz çalışması) dönemleri tahmin edilebilir. Sistem verinin bakım optimizasyonu ve etkileyen faktörlerin belirlenmesine izin verecek şekilde yolun küçük bir bölümü için toplanmasını gerektirecektir. İstatistiksel testlerin birleştirilmesi boyunca, karar verme gücü artırılacak.

Sistem kullanıcıya artırılmış görsellik ve kaydedilmiş özellik verisinin analizini sağlar. Yürürlükteki uygun yönetim kriteri ile, tahmin ve bakım projelerinin planlanması karar vermenin gücünü artırmak için sisteme eklenecek ilave özelliklerdir. Böyle işlemlerin analiz ve tahmin kabiliyeti bütçe tahmini ile yönetime yardım etmeyi sağlar.

Eğer veriler temel uzaysal sisteme göre doğruca referanslandırılırsa, demiryolu altyapı yönetimi için GIS yol boyundaki dizilerle birleştirilmiş analiz ihtiyacını karşılayabilir. GIS' in analiz kabiliyetini desteklemek için özellik tanımlamanın tekrarlanabilirliği önemlidir. Şu anki referanslama sistemi ile güzergahın 10,073 metresinde oluşan bir hata gelecek seferde güzergahın 10,062 metresinde tanımlanabilir. Bu da gösteriyor ki bir GIS içinde özelliklerin uzaysal referanslanması için 1-2 metre civarında doğruluğun artı-eksi toleranslanması gerektiğini ortaya çıkarır. Bu durum demiryolları için mükemmel bir sonuçtur

3.4.2 Tren İzleme ve Sefer Tarifeleri

Herhangi bir demiryolu yolu ağında, trenlerin optimal ve güvenli işlemesi için dikkatli ve detaylı üretilmiş bir tren sefer tarifeleri gereklidir. Sefer tarifeleri işlemine hat bakım personeli tarafından yol bölümünün çeşitli peryotlarda bakım arıza durumlarında meşgul edilmesini de içeren pek çok yol parametresi girer. GIS bu dinamik bilgi gerekleri ile etkili bir şekilde sonuç alınacak uygun teknoloji seviyesi sunar. GIS tabanlı dizi yol sisteminin uygulanması ile, tren

ve yol bilgileri değişen işletim koşullarına cevap olarak tren sefer tarifelerini kolayca optimum bir şekilde gerçek zamanda birleştirilebilirler.

Bir merkezi kontrol ofisi bütün trenlerin konumunu sürekli izleyebilir ve anlık tren sefer tarifelerinin durumunun sürekli izlenmesinde kullanılabilir. GIS hız ve seyir rotasındaki değişikliklerin kombinasyonu boyunca dinamik olarak sefer tarifelerini değiştirmekte kullanılabilir. Bu sistem GIS'e ara yüzlü bir tren kominikasyon sistemi boyunca sefer tarifelerindeki değişiklikleri tren makinistlere bildirmek için kullanılabilir. Bir altyapı yönetim sistemiyle birlikte bir tren sefer tarife sistem işlemine sahip olma potansiyeli de bakım gereçlerini tahmin eder ve tren sefer tarife sistemini önceden yolun meşgul edilme ihtiyacını iyi bir zamanda bildirir.

Bu sistem demiryolu ağı boyunca çeşitli stokların kayıtlarını doğru bir şekilde yerleştirme kabiliyetine dayanır. GPS teknolojisi vagon stok yönteminde de etkili bir şekilde kullanılabileceği görülmektedir. Daha önce açıklandığı gibi GPS arazi şartları nedeniyle sinyal kayıplarından dolayı tren çevresinde devamlı bir şekilde çalışmasının zor olduğu durumlarda karasal sistemlerle desteklenebilir.

Tek başına bir GPS alıcısının konum bilgilerinin ancak 100 metre doğruluğu sağlayabilir. Bu demiryolu işlemlerinin çoğu için kabul edilebilir, fakat doğruluktaki bir artmanın gerektiği bazı durumlar olacaktır. Örneğin, Makas toplarındaki değişiklere rölatif olarak trenlerin konumlarını görmek için 1-2 metrelik yer tespiti gerektirir. Bu hassasiyet diferansiyel GPS tekniği kullanılarak elde edilebilir ve bir GPS ana istasyonunun kullanımını gerektirir.

Tünelleri, binaları, ağaçları, ve köprülerin içinden geçen trenler için, bunlardan her birisi uydu sinyalinin azalmasına sonuçta da konum doğruluğunun azalmasıyla sonuçlanır. Bu problemin üstesinden gelmek, trenlerin konumlarını doğru saptamak için bir çok kaynaktaki verilerin kullanıldığı bir birleştirilmiş çözüm gereklidir. GPS' in yol transpondrleri ve mesafe kaydedicilerle birlikte kullanımını uygun bir çözüm olabilir, yinede, üzerine ilave edilecek dahili konum sensörleri kullanılması gerekli olabilir. GPS karasal sistemlerle desteklenebilir.

3.5 GIS' in Diğer Kullanımları

GIS yerel belediyelerde kullanım alanını her gün artırmaktadır. Temel var olma nedeni kent toplumunun gereksinimlerine çözüm getirmek olan belediyeler, bu görevi ancak toplumun gereksinimleri ve mevcut durumu ile ilgili sağlıklı verileri alabildiği ve bu verileri verimli

olarak kullanabildiği ölçüde gerçekleştirebilir. Kullanılan verilerin yaklaşık %80'inin konumsal veriler olduğu belediyelerde, yönetimde, denetimde ve yönlendirmede yardımcı olacak araçlardan biri olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanımı kaçınılmaz olarak görünüyor. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kente ilişkin verilerin işlenmesinde kullanımı "Kent Bilgi Sistemi"ni oluşturmaktadır.

Belediyeler Kent Bilgi Sistemi ile yerel halkın gereksinimlerini karşılama konusunda yönetimde, denetimde ve yönlendirmede yeni araçlara kavuşurlar. Kentsel büyümenin planlanması, denetlenmesi, altyapıların tamamlanarak yönetilmesi ve kentsel hizmetlerin sağlıklı bir şekilde sunulmasında güçlü araçlar içerir.

Yöneticilerin mevcut durumu izleyebilmeleri ve sağlıklı kararlar verebilmeleri, altyapı planlamasında iyileştirmeler, kaçak yapıların denetimi, kent trafiğinin tam denetimi, emlak ve çevre temizlik vergilerinin takibi, tapu ve kadastro bilgilerinin sağlıklı hale getirilmesi gibi belediyenin bir çok görevi verimli bir şekilde gerçekleştirebilmesini sağlar.

Kentteki her bileşenin -park, su borusu, yol, okul- gerçek dünyada bir konumu vardır. Bu bileşenlerle ilgili her çeşit bilgi GIS yazılımlarıyla depolanır ve ekrandan herhangi bir bileşene tıkladığında, örneğin yol, kullanıcı bu nesne ile ilgili tutulan bilgilere ulaşabilir.

GIS ile çalışanlar bilgiye ulaşır, görüntüler, bilgi alır veya analiz eder. Sonuçlar, kullanıcı hangi bilgileri ne şekilde istiyorsa -harita üzerinde (seçilen yolların sarıya boyanması), bir tablo halinde (seçilen yolların cinsi ve genişlik bilgileri) veya bir grafikte (bölgedeki tüm yolların bakım tarihlerine göre bir grafik) görüntülenir.

Veri Paylaşımı: GIS kullanımı, tüm verilerin merkezi bir yerde depolanarak belediyenin tüm birimleri tarafından paylaşılabilmesine olanak tanır. Aynı veri üzerinde birden fazla kişi eş zamanlı olarak çalışabilir. Kullanılmak istenen dosyaların gelmesi için beklemeye gerek kalmadan en güncel dosyalara anında ulaşılabilir. Örneğin, belediyenin bir günlük iş akışı içerisinde üç ayrı bölüm aynı haritayı kullanmak durumunda olabilir; aynı haritayı şehir plancıları arazi kullanım durumunu görüntüleyerek yeni yapılacak plan için, inşaat mühendisleri yeni döşenecek su altyapısı için ve haritacılar da araziden alınan yeni parsel verilerini aktararak harita güncellemesi yapmak için kullanmak isteyebilirler. Bu üç bölüm de haritanın en son güncellenmiş hali üzerinde sadece kendi gereksinim duydukları verileri sistemden çekerek kullanırlar, konularının dışındaki materyallerle uğraşmaları gerekmez.

Etkileşimli Çalışma: Tüm belediye çalışanları ürettikleri bilgileri ve analizleri diğer birimlerle paylaşabilirler, böylelikle bilginin yeniden üretilme süreci ortadan kalkmış olur. Örneğin; bir mühendis eski drenaj hattının yerine yeni bir hat için öneride bulunmak üzere yükseklik bilgisi, arazi kullanım haritası, mevcut su altyapı haritasına GIS yardımıyla kişisel bilgisayarından ulaşabilir. Değişik veri tiplerini entegre ettikten sonra bir çok farklı harita elde edebilir. Yeni hatların eklenmesi ve yıpranmış olabileceklerin tespiti için; bir önceki yıla ait yağış sıklığı haritasını diğerleri ile birleştirebilir. Her haritanın bilgisi görüntülenebilir ve ulaşılabilir. Kullanıcı veri tipleriyle farklı alternatifler üretebilir, yeni olanakların farkına varabilir.

Drenaj çalışması için toplanan haritalar belediyenin diğer birimleri veya diğer kurumlar tarafından kullanılabilir. İtfaiye işleri ile ilgilenen bölüm taşkın haritası ile o bölgede yaşayanların iş ve yaş durumları haritasıyla bir arada kullanarak yaşlı ve yardıma muhtaç insanların nerelerde oturduğunu belirleyerek herhangi bir tahliye gerekliliğinde hangi bölgelere ve adreslere daha fazla yardım gitmesi gerektiğini belirleyebilir. Telefon şirketi de herhangi bir sel anında elde edilen adresler yardımıyla bu kişileri otomatik olarak arayarak yakındaki sığınaklar, kapanan yollar, neler yapmaları gerektiği konusunda bilgiler verebilir.

Karar Destek Aracı Olarak GIS: Yöneticiler gereksinim duyduğu tüm verilere aynı anda ve ortamda ulaşım sağlayabildiği için karar verme sürecinde eldeki tüm verileri kullanarak yaptığı analizlerle çeşitli alternatifler üretebilir, yeni olanakların farkına varabilir. GIS' in sunduğu analiz yöntemleri ile olayları çok daha geniş bir perspektifte değerlendirebilir. Her bölümün kullandığı terminoloji farklı olsa da tek bir referansı -coğrafya- kullanarak bilgiye ulaşabilirler.

Konumsal Verilerin Tümünün Bir Arada Kullanılabilmesi ve Güncellenmesi: GIS yazılımları bölgesel bilginin yönetiminde önemli bir rol oynar. Raster (hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, taranmış haritalar) ve vektör (CAD sistemleri ile üretilmiş halihazır haritalar, kadastral haritalar, altyapı haritaları, teknik detay çizimleri) bir arada kullanılabilir. Farklı kaynaklardan gelen haritaların bir arada kullanılabilmesi ile kullanıcılar yeni bilgiler üretebilirler. Hava fotoğrafları ve halihazır harita çakıştırıldığında, yeni bir binanın yapıldığı ortaya çıkabilir ve halihazır haritanın üzerine eklenir. Bu bina kaçak bir yapı ise gereken önlemler alınır. Uydu görüntüleri yeni bir yol için güzergah seçiminde yardımcı olabilir. Meclis üyeleri, belediye başkanı gibi teknik olmayan kişiler haritalardansa fotoğrafları çok daha kolay algılayabilirler.

Konumsal verilere tam ve hatasız ulaşımla kentin denetlenmesi çok daha kolaydır. Örneğin, mevcut durumun incelenmesiyle kaçak yapılaşma ve gecekonduların tespiti anında yapılabilir. Belediye vergilerinin hatasız takip edilmesiyle belediye gelirleri arttırılabilir. Altyapının daha iyi işletilmesi sağlanır.

GIS, belediyelerde 1960'dan bu yana karar-destek aracı olarak kullanılıyor. GIS, ilk kullanılmaya başlandığında bu konuda iyi eğitim görmüş kişilerin çok güçlü bilgisayarlar kullanarak ulaşabileceği bir bilim olarak kabul ediliyordu. Türkiye'de de belediyelerde Kent Bilgi Sistemlerinin kurulamamasının en büyük nedenlerinden biri yazılımların çok karmaşık olması nedeniyle personelin kullanmakta zorluk çekmesi ve yazılımların pahalı iş istasyonları üzerinde çalışıyor olmasıydı. Teknolojideki gelişme ile GIS masa üstü iş yazılımlarının bir parçası haline geldi. Şu anda belediye çalışanları GIS konusunda uzmanlaşmış olmasına veya eğitim almış olmasına gerek olmadan çalışma yapabilmektedirler.

GIS topluluğu, yeni teknoloji yardımıyla GIS'i masa üstü iş uygulamaları kapsamına alarak ve GIS Internet ve intranet teknolojilerini de kullanarak her gün daha da ilerliyor. Böylelikle kişiler, coğrafi veriye karar üretmekte kullanmak amacıyla GIS teknolojisini bilmelerine gerek olmadan çok daha kolay ulaşabilirler.

Nisan 1999 Yerel Seçimleri sonrasında yeni beş yıllık dönem başladı. Türkiye'de 1987 yılından bu yana belediyeler yavaş yavaş GIS'le ilgilenmeye başladılar. Sayısal harita üretimi hız kazandı ve personel GIS konusunda bilgi sahibi oldu, belediye birimleri birbirlerinden kopuk da olsa birim içindeki işlerini sayısal ortamda gerçekleştirmeye başladılar. Bu yeni dönemde belediyeler için GIS yatırımı yapmanın kaçınılmaz olduğu görülmektedir.

3.6 Sonuç

Bu çalışma göstermiştir ki GIS demiryolu altyapı yönetimi ve analizi için gerekli fonksiyonel ihtiyaçları karşılayabilir. GIS'in fonksiyonu bir homojen ve sabit uzaysal veri referanslı veriye dayanır. Bu demiryolu endüstrisi için bir problem oluşturur çünkü mevcut sistemde demiryolu altyapısının bakımı için şu anki çalışmalarda bir sabit uzaysal referans verilerini kullanılmamaktadır. Bu durum zamanla yerel referans noktalarının tespiti ile çözülecektir

Bu farklılık GIS'in Uzaysal sistemi ile kullanıcının sistemi arasındaki dönüşüm parametrelerini tesis ederek çözülür. Bu şu anki iş uygulamalarının bakımını kolaylaştıracak ve arazi çalışanları tarafından toplanan bilgilerin GIS'de kullanılmasına izin verecektir.

GPS teknolojisinin kullanımı GIS için homojen uzaysal referans ve dönüşüm parametreleri sayesinde lokal referans verilerinin işlenmesini sağlayabilir. Direk bir deyişle, GPS arazide elde edildiği şekliyle verinin uzaysal referanslandırılmasında kullanılabilir ve dolaylı olarak, GPS çeşitli uzaysal veriler arasındaki dönüşüm parametrelerini bulmak için kullanılabilir.

GPS ve GIS ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde gerekli doğruluk seviyesini sunar, yinede uzaysal referans GPS'deki güvenilirliği başarmak için diğer konum belirleme sensörleri ile birlikte kullanılmaya ihtiyaç olabilir. Neticede GIS ve GPS, kullanımının sınırlamalarını belirleme ve uzaysal konum gerekleri ve standartlarını birleştirme konularına dikkate alınırsa demiryolu endüstrisinde uygulamaları verimli olur.

Günümüzde yeni teknolojilerden biri de, GIS sistemlerinin Internet ortamına taşınmasıdır. Bu sayede, GIS kullanıcılarının en basit düzenek ile, kapsamlı GIS Sunumcu sistemlerine erişimi mümkün olabilmektedir.

Basitçe, bir PC ve Internet gezgini programa sahip kullanıcı, ilgili GIS Sunumcu'suna erişerek, tren tarifelerini sorgulama, tren sefer filosunu takip etme, tren tehirlerine ait durumu alma, veya tren doluluk boş yer durumlarını(bilet alma dahil) öğrenilebilir. Ayrıca vagon, lokomotif dağıtım ağlarını inceleme, demografik analizler yapma gibi, GIS sistemleri ile yapılabilen tüm işlemleri, evinden bile yapabilme imkanı kazanır.

Demiryolu anahtar haritası üzerinde istenen detayda zoom edilebilir Diğer ulaştırma alt birimleri; karayolu, denizyolu, havayolu, şehir içi metro-tramvay gibi ulaştırma dalları ile entegrasyon sağlanabilir.

Takip edilecek trenler ekranda tematik harita üzerinde: Zoom ile detayı artan haritada, güzergahı, hızı, tren adı(yolcu/yük), personeli, yolcu durumu vs. takip edilebilir :

BÖLÜM 4

DİSPEYÇER NAVİGASYON DİZAYNI

4.1 Sistemin Dizaynı

Demiryolu trafik kontrolü dispeyçerler (hareket planlayıcı) tarafından yürütülmektedir. Dispeyçerler, yıllar boyunca kazandıkları bilgi ve deneyimlerini, ayrıca muhakeme özelliklerini kullanarak günümüzde tren trafiğini kontrol etmektedirler. Bunu yaparken, problemi basitleştirme yolunu seçmektedirler. Trenlere öncelik sıralarına göre hat kesimlerini kullanma izni vermektedirler. Bu durum belli ölçüde kolaylık sağlarken, optimal çözümden uzaklaşması gibi bir olumsuzluğu da beraberinde getirmektedir. Sunulan hizmetin düzeyi ile optimal çözümün doğrusal ilişkisi düşünüldüğünde, kullanılan öncelik kurallarının akılcı olması ve optimale yakın çözümler üretmeye yardımcı olması gerekmektedir. Bu da ancak trenlerin önceliklerinin sürekli yenilenmesi ile mümkündür.

Trafik kontrolünde, gözlem ve denetime dayanan, trenlerin gerçek zamanlı (eş zamanlı) ve doğru hız ve yer bilgileri, modern anlamdaki tren işletmeciliği için gereklidir. Bu, gelişmiş bilgisayar tabanlı bilgisayar destekli dispeyçer sistemleri ile mümkündür.

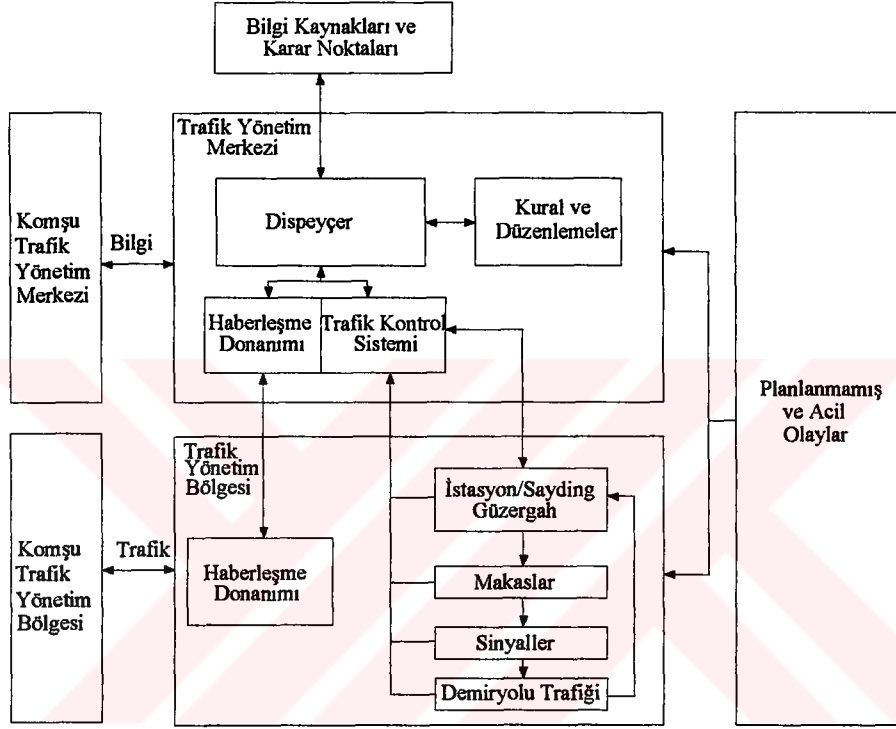
Optimum tren yolu performansı sağlamanın yolu değişen ihtiyaçları karşılama esnekliği ile bir komple trafik yönetim çözümüne sahip olmaktır. Dispeyçer navigasyonu tren seyrüseferlerinin sevkini kolaylaştıran ve maliyeti düşük olan bir sistemdir. Trafik yönetimine bir modüldeki çoklu trafik kontrol fonksiyonunu sürdürmeye izin verir, kolay kullanımlı, windows NT tabanlıdır.

Dispeyçer tren navigasyon sistemi açık mimari tasarımı, esneklik ve maliyet düşürücü işletimi sunan, gelecekteki büyüme için daha ileri kontrol ve bilgi uygulamalarına bir yol sağladığı dünyadaki kullanıldığı demiryollarınca ispatlanmıştır.

Sistem aynı zamanda birçok sistem, ekran ve klavye ihtiyacını elimine ederek tren navigasyon istasyonu içine yönetim ve bilgi sistemleri fonksiyonlarını katarak diğer uygulamalarla entegrasyonu da destekler. Bir klavye ve mausla ile dispeyçer hem ağa bağlı sistemde hemde tekbaşına konfigürasyonda bütün fonksiyonları kontrol edebilir.

4.2 Dispeyçer Tren Navigasyonunun Faydaları

Dispeyçer Tren Navigasyonunun (DTN) modüler ve kullanıcıya göre programlanabilecek şekilde tasarımı, azaltılmış işletim maliyetleri, zenginleştirilmiş (iyileştirilmiş) sistem ve girişim performansı, kolay yer değiştirebilir olması, gelecekteki artan ihtiyaçları karşılayacak şekilde büyütülme opsiyonu ve düşük eğitim ve destekleme maliyeti gibi sonuçlar sağlayan geniş bir fayda grubu sunar.



Şekil 4.1 Dispeyçer trafik kontrolü elemanları arasında hiyerarşik ilişki

Windows tabanlı, açık mimari tasarım üçüncü taraf ürünleriyle sorunsuz entegrasyon sağlar.

Kullanıcıya göre değiştirilebilir yol veritabanı bölge içinde bakım ve güncelleştirmeye imkan verir.

Dağıtılan işlem sistemin bütününe performansını, hız ve güvenilirliği maksimize eder ve geniş girişimli bağlantıyı destekler.

Windows tabanlı tasarım genişleme, ilavelere karşı zaman yeni uygulamaların eklenmesine ve entegrasyonuna izin verir.

Modular mimari varolan NT tabanlı donanımı kullanarak tek başına bir sistemden ağın tamamına ulaşma yolu temin eder. Ayrıca, sistem değişen trafik modellerini uyarlamak için kolayca yeniden bölümlenebilir.

Birden fazla disiplin kontrol işlemleri (CTC, TMI OBS, vb.) bir sisteme entegre edilebilir.

Yaygın sezgisel grafiksel kullanıcı arayüzü eğitim ve destekleme maliyetlerini azaltır.

Birleştirilmiş veritabanı uygulamalar sırasında çift veri girişini elimine eder.

Çoğu işlemler bir mausla ile kolayca kullanmak için “doğrult ve tıkla” yı destekler.

4.3 Dispeyçer Tren Navigasyonunun Özellikleri

Dispeyçer tren navigasyonu başka herhangi bir trafik yönetim sisteminde bulunandan daha geniş bir ileri özellikler paketini demiryollarına sağlar. İdari kontrolden, tren izlemeye, bloklamadan seyir arşivine kadar sistem optimum ağ yönetimi için tasarlanır.

Demiryolu trafik yönetiminde çizelgeler (orerler) büyük önem taşırlar. Tren hareketlerinin şematik olarak gösterildiği çizelge bir yol-zaman grafiğidir. Yatay ekseninde zaman ve düşey ekseninde ise yol (istasyon ve saydinger) gösterilir. Tren hareketlerini çizelgede eğik olarak çizilmiş doğru parçaları ile temsil edilir. Yatay çizgiler ise beklemleri gösterir. Bu çizelgeler hazırlanırken uzun bir ön hazırlık gerektirir. İstem tahmini, kaynaklar göz önünde bulundurularak trenler arası çatışmanın olmadığı bir çizelge hazırlanmaya çalışılır. Dispeyçer navigasyon sisteminde bu çizelgeler hazırlanması optimum ve uygulanmasında hızlı olmaktadır.

Ana modüllere ilaveten, DTN sistem performansını artıran ve maliyeti düşüren üzerine eklenen modüllerle güçlü bir uyumu da sunar.

Yönetim Kontrol merkezli işletme fonksiyonları, güvenlik, ulaşım, ağ ve bölge kontrolü için bütün standartları tesis eder.

Bloklama özelliği birden fazla bloğa ve herhangi bir sinyalin not düşmesiyle örtüşmelerine izin verir.

Bloklama için özeti bilgileri bölge içindeki aktif blokları tanımlar.

Kayıtlı/kayıt dışı yetkisi tam güvenlik ve emniyet için bir sistem yönetmeni tarafından kontrol edilir.

Dizi komutu tren operatörlerin belirsiz bir zaman periyodu için anahtarlar ve sinyalleri silmelerine izin verir.

Saklanmış yön fonksiyonu dispeyçerin yol boşaldığı zaman birçok yönün aktif hale getirilmesine izin verir.

Arşiv komutu (kara kutu) saat ve güne göre bütün komutları ve olayları her hangi bir olayda açıklanmak üzere kayıt eder.

Tren İzleme trenler bölge içinde hareket ettiği zaman konum ve ekran üzerinde tanımlamalarını sağlar.

Kullanıcıya göre konfigüre edilen işlevler kutusu yaygın olarak kullanılan bütün komutlara rahatça ulaşımı sağlar.

Depodaki trenleri manual yada otomatik olarak sevkine izin

Not düşme (alma) trenler, yollar, güzergah notasyonları yada herhangi bir kullanıcının tanımlayabildiği ihtiyaç için ekran üzerine notu yapıştırma gibi çalışır.

Hem geniş hemde lokal bölge ağ sistemi standart Ethernet ve TCP/IP protokolüyle sağlanır.

DTN sistemi büyütme, küçültme; anında yardım (online help); ve karasal siteme transfer özelliğine de sahiptir.

4.4 Ana (Çekirdek) Modüller

CTC Merkezi Tren Trafik Kontrol Sistemi,

TMİ Telefonla Merkezden İdare,

OBS Otomatik Blok Sistemi,

Yol Boyu Elemaları ile birlikte sistem çalışabilir.

4.5 Eklenen Parçalar

Alarm Paketi

Formlar

Bloklar

Depolanmış yön özeti

Trengraf

Tren Çizelgesi (Orer)

Yol Bültenleri

Tren Sefer Tarife Oluşturucusu

Eski bilgileri tekrarlamak

Simulatör- Eğitici

GPS arayüzü ile karanlık bölge tren izleme.

ETA Hesaplayıcı

PTA/TTK arayüzü

4.6 İş İstasyonu Özellikleri

4.6.1 Mevcut Olan Sistemler

Yol Yetkisi (Garantisi)

Doğrudan Trafik Kontrolü

CTC

Hat bloklama

Yol ve Zaman

Tren Çizelgesi (Orer)

Tren Sefer Tarifesi (Livre)

Ana terminal Pencere(leri)si

Ses telsiz arayüzü

Birleştirilmiş Fax Servisi

Canlı Video Penceresi

Multimedya Desteği

Anında Yardım

İki dil Desteği

Simulasyon

Tekrar

Yol Çizme Veritabanı Alet takımı

Eğitim Sistemleri

4.6.2 Grafikler

Mikrosoft Windows NT Grafikleri ve Kullanıcı Arayüzü

Her istasyona 20 VGA'ya kadar Birleştirilmiş Gösterim Ekranları

Tamamıyla Büyütülebilen Grafikler

4.6.3 Ses

Dijitize edilmiş ses ve Alarm Mesajları

4.6.4 Veri Girme/Depolama/Tekrar Elde Etme

Ring Dosyası En Son Verileri depolar

Çoktan seçmeli Araştırma Parametreleri

Dış Dosyaya Kesme ve Yapıştırma

İstasyondan doğrudan yazıcı çıkışı

4.6.5 Kullanıcı Programlanabilirliği

Yol Planı

Codeline Bit Assignments

Tercihli Yollar (Preferred Routes)

Formlar, Rapor Oluşturma

Kullanıcı Profilleri

Otorite Seviye Tanımı

Kullanıcı Arayüzü (Renkler, Menüler, ve ilave edilebilen elamanlar)

4.6.6 Mantık

Komple Kontrol ve Gösterim (İşaret) Mantığı

Filolama, Sorma (Toplama), Tekrarlama, Giriş/Çıkış, Depolanmış Rotalar

Birleştirilmiş Bloklama Paketleri

Bütün devre Kontrollerinde OR, AND mantığı.

Log-in/ Log-out Kontrolü

Arazi Yeniden Konfigürasyonu

Şifre Kontrolü

Kullanıcı tarafından programlanabilen genel Mantık Uzantıları.

4.7 Yüksek Seviye Birleşimi Aşağıdaki Özellikleri Sağlar

Uyuşmazlık Kontrolü

Yayınlanmış Bültenlere karşı Yol hakkının ve Geçiş Üstünlüğünün Kontrolü

Yol hakkının ve Yol Yüksekliğinin Kontrolü

Geçiş Planlama Donanımını Karşılama

Tren Çizelge raporunda otomasyonun iyileştirilmiş seviyeleri

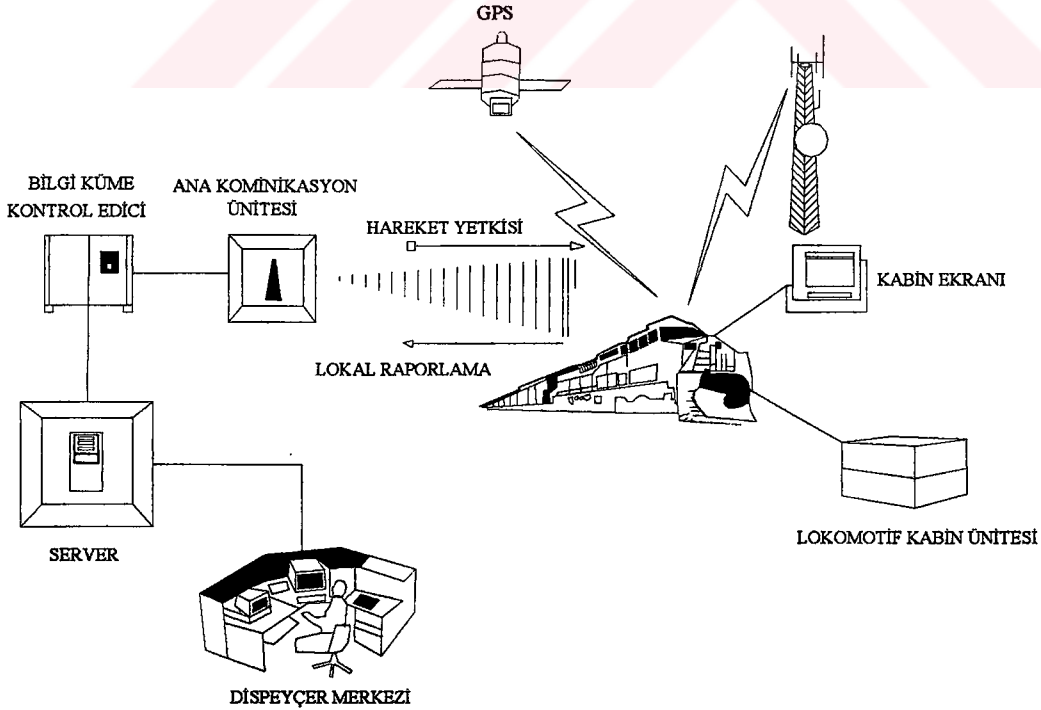
Tren hareketlerini izleme ve koordinasyon, trafik yönetimi için gerekli bilgilerin elde edilmesi ve bunların ışığı altında ilgili birimler arasında gerekli koordinasyonun sağlanması işlevini dispeyçer sistemler yerine getirir. Dispeçer, trafiğe ilişkin bilgileri ekrandan hat boyu sistemlerinden aldığı bilgilerden telsiz ve telefon cihazlarını da kullanarak topladığı bilgilerle bölgenin durumu saptanır. İş akışının sürekliliği ve güvenliği için gerekli koordinasyon sağlanır.

BÖLÜM 5

POZİTİF TREN AYIRMA SİSTEMİ

5.1 Giriş

Pozitif Tren Ayırma (PTA) sistemi kurulu olan demiryolu tren trafik kontrolü ve sinyalizasyon sistemine manuel olmayan bir güvenlik örgüsü sağlar. PTA sistemi PTA kontrolü altındaki trenler için hız sınırlamaları ve hareket yetkililerini zorlayarak trenyolu güvenliğini iyileştirir. Şekil 5.1 de gösterilen PTA sistemi üç ana ünite halindedir: Servis Ünitesi, Lokomotif Ünitesi, ve Komünikasyon Parçası. Servis Ünitesi PTA donanımlı lokomotiflerin her birisiyle iletişim kurduğu için PTA sistem uygulamasının merkezidir. Servisin başlıca fonksiyonu PTA kontrolü altındaki herhangi bir tren için hız sınırı ve hareket yetkisini saptamak ve lokomotifle ilgili veriyi göndermektir. Bilgi (Front End Processor, FEP), Küme Kontrol edici (Cluster Controller, CC), Ana Komünikasyon Paketini (Base Communication Package, BCP) içeren Komünikasyon Ünitesiyle iletilir. Lokomotif donanımı Üzerinde Bilgisayar (On Board Computer) ve her bir trenin kontrollü lokomotifinin üzerine yerleştirilen Veri Terminal Kurulumunu (Data Terminal Assembly, DTA) içerir. Lokomotif Ünitesi bir kural ihlali olmadan önce güvenli fren mesafesinde treni durdurarak hareket ve hız sınırlarını uygular.

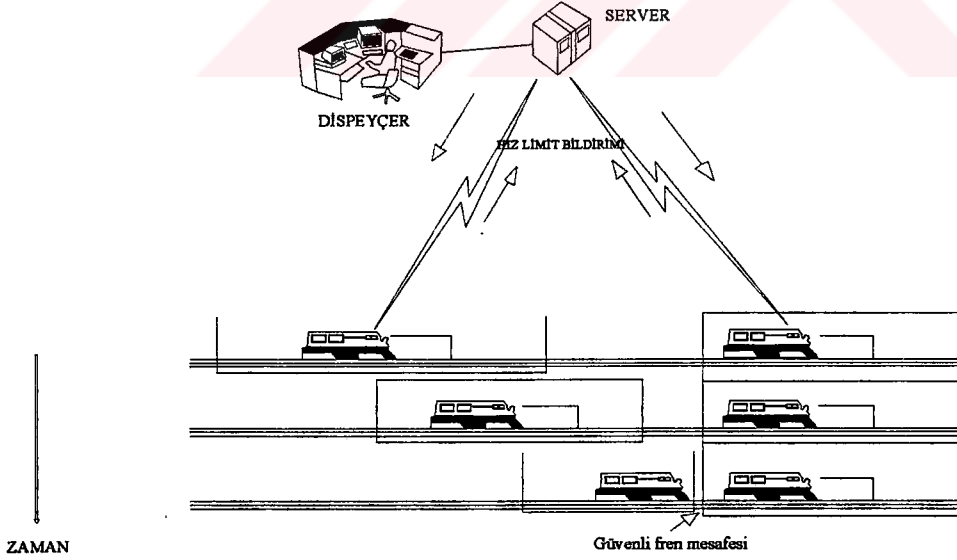


Şekil 5.1 PTA Sistemi fonksiyonel yapısı

Mevcut PTA sistemi uygulaması Amerika birleşik Devletleri Burlington Northern Santa Fe (BNSF) ve Union Pacific (UP) demiryolları tarafından işletilen 1440 km uzunluğundaki demiryolu üzerinde iletişim tabanlı koruma sağlama için devam eden sistem denemesi aşamasındadır. Buralarda PTA sistem uygulaması günlük tren yolu işlemlerini bir güvenli ağda temin etmek için her iki hatta da deneme ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

5.1 PTA Servis Ünitesi

PTA Servis bölümü belirtilen bir demiryolu güzergahında PTA donanımlı bütün trenler için bilgi ve komuta merkezi olarak görev yapar. Servis Parçası demiryolu dispeyçer merkezine yerleştirilmiş merkezi bir servistir ve bir merkez, yüksek güçlü bilgisayar, veri kaydeden (hafıza) ile bir dahili iletişim sisteminden oluşur. Servis Parçası PTA donanımlı bütün trenlerin konumlarının izlenmesi, sürekli bir şekilde hareket ve hız yetkilerinin hesaplanması, ve bunları PTA konfigürasyonuna sahip Lokomotiflere iletmektir. Bu işlemleri sürdürmek için gerekli bilgiler Bilgisayar Yardımı ile trenlerin sevk edilmesi (Computer Aided Dispatch,



Şekil 5.2 PTA Sistemini işletim kavramı

CAD) sistemi ve PTA Lokomotif parçasının arayüzlenmesinden elde edilir. Bilgisayar

Destekli Dispeyçer (BDD) sistemi Hareket Yetkisi, Yol Hakkı (Garantisi), Yol ve Zaman, Yol İzni, Yol Bültenleri, Ana Blok sinyalleri Arasına Girme İzni, Dur İşaretinde Geçme İzni, ve trenle ilgili bilgileri sağlar. Servis Ünitesi

PTA Lokomotif Parçasından harici Kominikasyon Parçasıyla konum raporları alır.

Servis Ünitesinin başlıca görevi kapsama alanı içindeki her bir PTS donanımlı trene Pozitif Tren Ayırma Yürütülebilir Yetkisini (PTAYY) üretmek, devam ettirmek ve dağıtmaktır. PTAYY ileri ve geri sınırları bütün uygulanabilir sınırlamalara uyan ve ortak çalışma hariç herhangi başka PTAYY trenin mevcut geri ve ileri sınırlarından ayırımı koruyan bir sınırlandırılmış hareket yetkisidir. Bu tarzda, pozitif tren ayırma güvenli bir şekilde sürdürülür, emniyetli fren için zamana olanak verilir, ve çarpışmalar engellenir. BDD'den yetkililer ve PTA donanımlı lokomotiften elde edilen konum raporları tren gelişmelerini izlemek ve gerektiğinde diğer trenlerin PTAYY'sını güncelleştirmek için kullanılır. Şekil 5.2 PTA'nin işletim kavramını gösterir.

5.3. PTA Komünikasyon Ünitesi

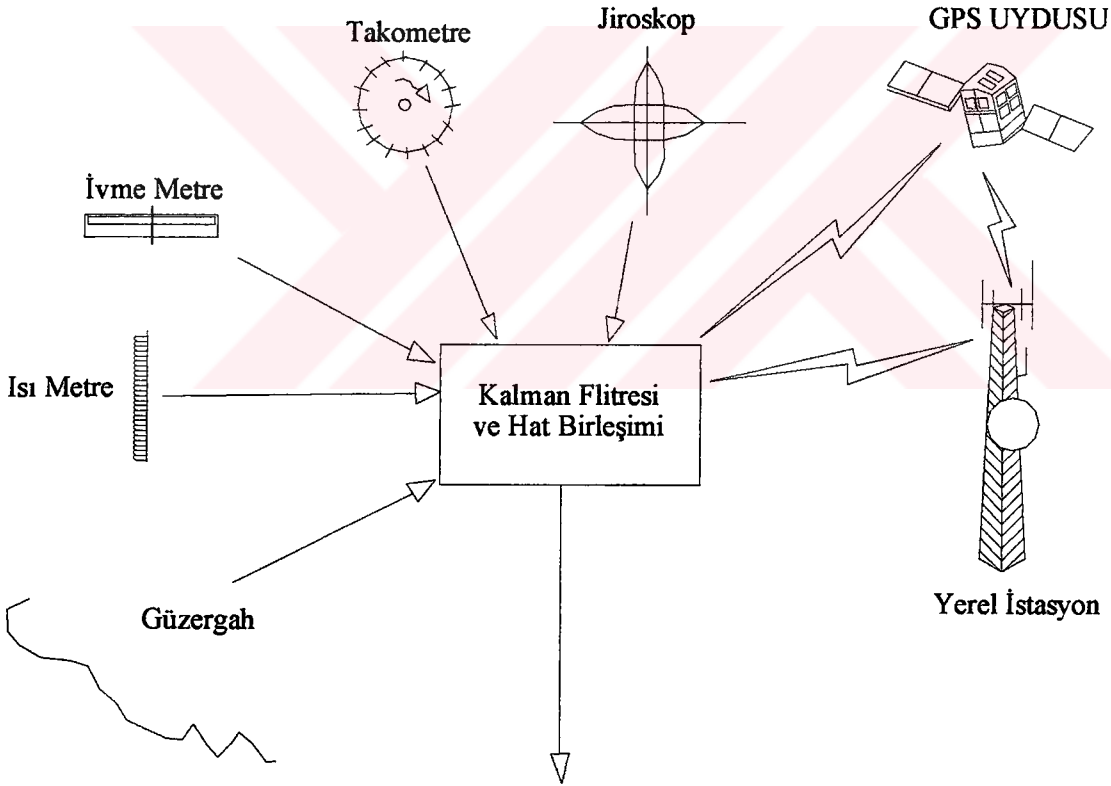
PTA Komünikasyon Ünitesi Servis Parçası, PTA donanımlı trenlerin üzerine yerleştirilmiş Lokomotif Parçası arasında düşük ve yüksek hızlı mesajları güvenli bir şekilde iletmek için gerekli altyapıyı sağlar.

Bir düşük hızlı kominikasyon hattı Servis Parçası ile Lokomotif Parçası arasındaki PTAYY'ları ve konum raporlarını iletecek kapasiteyi sağlar. Düşük hızlı kominikasyon hattı varolan bir FEP, CC, BCP ve MCP ile konfigüre edilir. FEP Dispeyçer Merkezine yerleştirilir ve yol boyunca yerleştirilen CC'ler ve BCP'lerle iletişim sağlar. FEP'ler ve CC'ler demiryolun merkezi dispeyçer tesisine yerleştirilir. FEP'ler hat boyunca ana istasyon noktalarına yerleştirilen BCP'lere bağlanır. BCP'ler lokomotive yerleştirilen MCP'lerle bir radyo frekans veya telsiz hattıyla iletişim sağlar.

Bu hattın bir başka kullanımı da servisten lokomotive yazılım güncelleştirmelerini transfer etmektir. Bu yüksek hızlı kominikasyon hattı sadece belirli ekip transfer (nakil) noktaları ve bakım depolarında mevcuttur. Yüksek hızlı komünikasyon hattı yeni çok küçük T1 rota yapıcılar, Komünikasyon Değiştirme Parçası, ve Dijital Değiştirme Parçası , Yüksek Hızlı Ana komünikasyon kurulumları, Yüksek Hızlı Hareketli (HSM) komünikasyon kurulumları, ve mevcut olan kısa mesaj servisi donanımı ile kon figüre edilir.

5.4. PTA Lokomotif Ünitesi

PTA Lokomotif Parçası bir lokomotif kabin ünitesi ve veri terminal ünitesi tarafından sağlanan insan makine ara yüz kapasitesi içerir. PTA Lokomotif Parçasının başlıca görevi otomatik freninin bir uygulamasını çağırmak ve PTA Servis Ünitesinden alınan herhangi bir yetki çığnense treni durdurmaktır. Bu yetkiler lokomotifin hem harekete hem de hıza yöneliktir. Hareket yetkisi Güvenli Fren Yapma Mesafesinin (GFM) ve PTAYY'nın ileri sınırına göre tren konumu ve GFM'ye göre trenin konumunu izlemenin belirlenmesi ile uygulanır. Eğer GFM çığnemek üzere ise, PTA Lokomotif Parçası makinisti ikaz eder ve , eğer makinist treni yavaşlayarak cevap vermezse, treni durdurmak için bir otomatik fren uygulaması gerçekleştirir. Benzer şekilde hız yetkilileri de zorlanır. Bu görevleri sürdürmek için gerekli bilgiler PTA Servis parçasından PTA Komünikasyon Parçası ve, lokomotif ve tren üzerindeki çeşitli kurulumları sensörler ile elde edilir.



Şekil 5.3 Lokomotif ayırma sisteminin elemanları

Lokomotif parçasının en kullanışlı parçalarından birisi Şekil 5.4 de gösterilen Yerel Konum Belirleme Sistemidir (YKS). YKS bir yol veritabanı, termal hız ölçücü, bir takeometre, bir yuvarlak lazer jiro, Uydularla Konum Belirleme Sistemi (GPS), Hat Koruma Diferansiyel

Uydularla Konum Belirleme (DGPS) ve tren ağında seyahet ettiği zaman trenin konumunu belirlemek için yol çakıştırma algoritması kullanır

YKS üzerinde olduğu herbir lokomotifi kendi kendine destekler ve servis ve lokomotif tarafından sırasıyla sürdürölen düzenli PTAYY ve GFM hesaplamaları için baz verisi sağlar Veri terminali ekranı lokomotif makinistleri ve kondöktörler tarafından kullanılan üzerinde ekran olan gösterimdir. Şekil 5.2 veri gösterim alanlarının fonksiyonel genel görünümünü verir. Kabin ekranı lokomotif üzerindeki personele işletimsel görsellik ve işitilebilir ip uçları verir. Üstelik, lokomotif kabin ekranında ya dispeyçerin istediği eylem, dispeyçere bilgi temin etmek, yada dispeyçer yönüne cevap vermek için 8 dokunma tuşu sağlar. Açıkça, ekranın üzerinde gösterilebilir hareket yetkileri Yol Hakkı, Ana Yol İzni, Yol ve Zaman, Yol İzni, Trafik Akışına Karşı İşletim Yetkisi, Kesin Durma İşareti Gösterimini Geçme Yetkisi, Blok Sinyalleri arasındaki Yola Girme Yetkisi, ve Yol Bültenlerini içerir. Ayrıca, ekranda üzerinde gösterilen Hız Kısıtlamaları 11 ve 12 hatları Yol Hakkı, yol ve zaman, Ortak Yol İzinleri, Tarife Hız Kısıtlamaları (nakliye, yolcu, araba tipi, faal fren başına ton, ve tren türü), ve A ve B Bülten Formlarından türetilen hız kısıtlamalarını içerir.

BÖLÜM 6

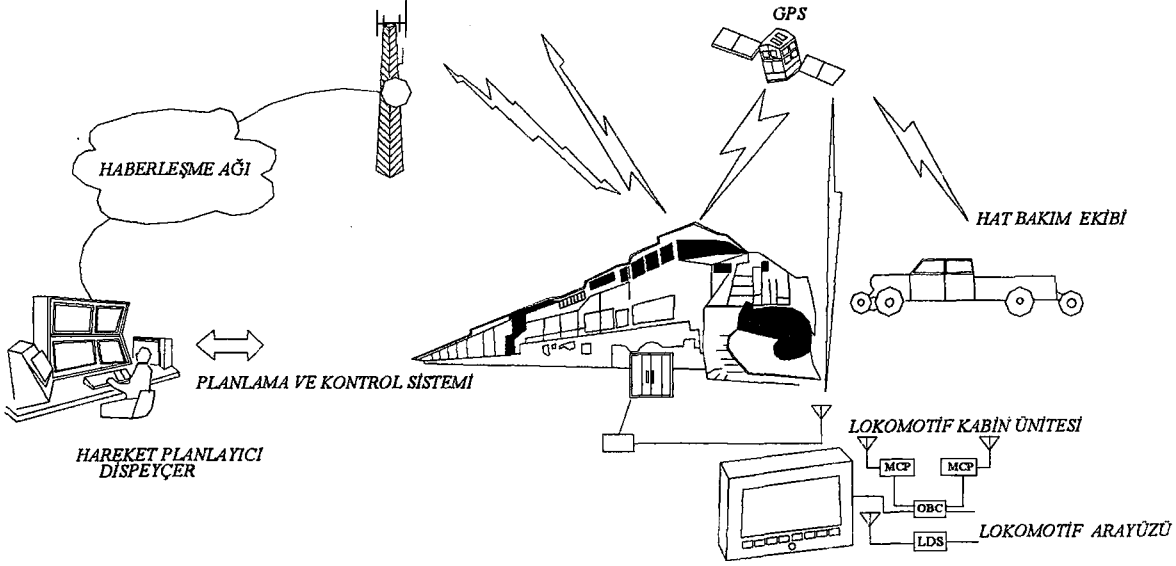
TAM TREN KONTROL SİSTEMİ

6.1 Giriş

Demiryollarında tren trafik akışında yaşanan sorunların nedenlerinden bir tanesi de işletme yönetimine dispeyçerlere tren personeline ve hat boyu personele tam ve net bir bilginin eş zamanlı olarak ulaştırılmamasında yatmaktadır. Dispeyçerler ve tren personeli trenlerin konumu ve hızı hakkında tam bir bilgiye sahip olmadıkları için hat belirleme ve karşılama / öne geçme kararlarını vermede önsezileri ve tecrübelerini kullanırlar. Onların genel eğilimi trenleri gerçekte güzergaha gidişte bir koridor oluşturabileceğinin farkında olmaksızın mümkün olduğu kadar hızlı olarak kendi bölgelerinden dışarı hareket ettirmektir. Bu tam kontrol eksikliği ve detaylı geri beslemenin yokluğu günlük tren işletimlerinde bulunan aksaklıkları netice verir.

Dünyada bazı demiryolları yönetimi bu problemi basitçe “daha yeni ve daha iyi” otomatik rota donanımlarını inceleyerek çözmeyi denemişlerdir. Geliştirilmiş sefer tarifeleri sebebi ile bazı sınırlı iyileştirmeler sunabilmelerine karşın, bir çok demiryolu kuruluşları hala ne trenleri planlı sıkı bir şekilde izletecek herhangi bir mekanizmaya sahip değiller ve kullandıkları yöntemin aksaklık olduğu zaman otomatik olarak yeni bir plan yapacak kabiliyeti yoktur. Demiryolu hareket planları sıfır hata ile çalışmak zorundadır. Hata ihtimali birkaç sistem yada kişiye bağlıdır. Çünkü olası bir hatanın telafisi yoktur, bu nedenle geliştirilen sistemler bu gerçeğe hareket ederler. Yeni ve daha güvenli trafik kontrol sistemi üretme cabası her zaman olacaktır.

Temel olarak oluşturulacak programda, optimize edilmiş tren hareket planları ve bunları daha sonra dispeyçerlere ve tren personeline trenleri bu planlara göre harekette tutacak gerçek zamanda gerekli bilgileri verecek bir çözüm gereklidir. Bu tamamıyla Tam Tren Kontrol (TTK) Sistemi ile sunulan çözümdür. Bu çözümün etkin olması TTK'yi kullanan bir demiryolunun endüstride önemli bir şekilde artırılmış verimlilik, artırılmış yetki kullanımı ve ton-km göre azaltılmış maliyete göre yeni bir nokta donanım-yazılım tesis edilmesidir. TTK, süper planlama yeteneği ile bir miktar iyileştirilmesi, gerçek zamanda yeniden planlama kapasitesi, ve tam tren kontrolü sağlayacak. TTK maliyet düşürücü, birleştirilmiş yaklaşım, mevcut verimlilik sınırlarının çok ötesinde işlem yapmaya göre dizayn edilmiştir.



Şekil 6.1 Tam Tren Kontrol sistemi genel planı ve işlemsel diyagramı

Tasarımda 4 anahtar unsur vardır:

1. En etkin ve uygulanabilir hareket planı geliştirilmesi,
2. Planın tren personeli tarafından uygulanması
3. Trenden alınan gerçek zamanlı tam geri bildirimle dayanan plan modifikasyonu, ve
4. Hattın planı ve kontrol sistemi ile ara yüzleme

Şekil 6.1’de gösterildiği gibi, TTK Hareket Planlayıcı kapasitesi bir hareket planı üretir ve bunu trene iletir. Tren üzerindeki sistem planı hareket ipuçlarına dönüştürür ve bunları uygulanması için tren personeline gösterir. İlave olarak, Tren üzerindeki sistem (GPS dahil) çeşitli sensörlerden tren konum verileri toplar ve konum verilerini dispeyçer sisteme geri iletir. Her ne zaman konum verileri trenin plan dışı olduğunu gösterirse, PTC Hareket Planlayıcı planı düzeltir ve onu trene iletir ve işlem tekrar geri başlar.

TTK Hareket Planlayıcı mevcut planlama ve kontrol sistemi ile de ara yüzlenebilir. TTK Hareket Planlayıcı, tren teşkil verileri, hareket emirleri ve zaman tarifeleri gibi yüksek seviye sefer tarife ve kontrol verilerini alır. TTK Hareket Planlayıcısı güncelleştirilmiş hareket planı, trenin konumu ve tren teşkilindeki değişiklikler gibi gerçek tren hareketlerine dayanan güncelleştirilmiş verilerin planlama ve kontrol sistemlerine geri iletilmesini sağlar.

TTK mükemmelde geliştirilebilecek, tamamen birleştirilmiş Demiryolu Kontrol ve Yönetim Sisteminde bir sonraki adımdır. TTK'den bir sonraki adım, TTK sistemi ile otomatik olarak lokomotif, tren garı, vagon/tren teşkili, yol bakımı ve personel faktörlerini planlayan sistemleri birleştiren bir sistem olan Ağ Planlama sisteminin ilave edilmesidir. otomatik sistemlerle birleşmiş Ağ Planlamadır. Bu bağımsız planlama sistemleri tarafından elde edilebilecek planlamadan global olarak daha optimal olan ağ üzerinde bir planlamaya imkan tanır.

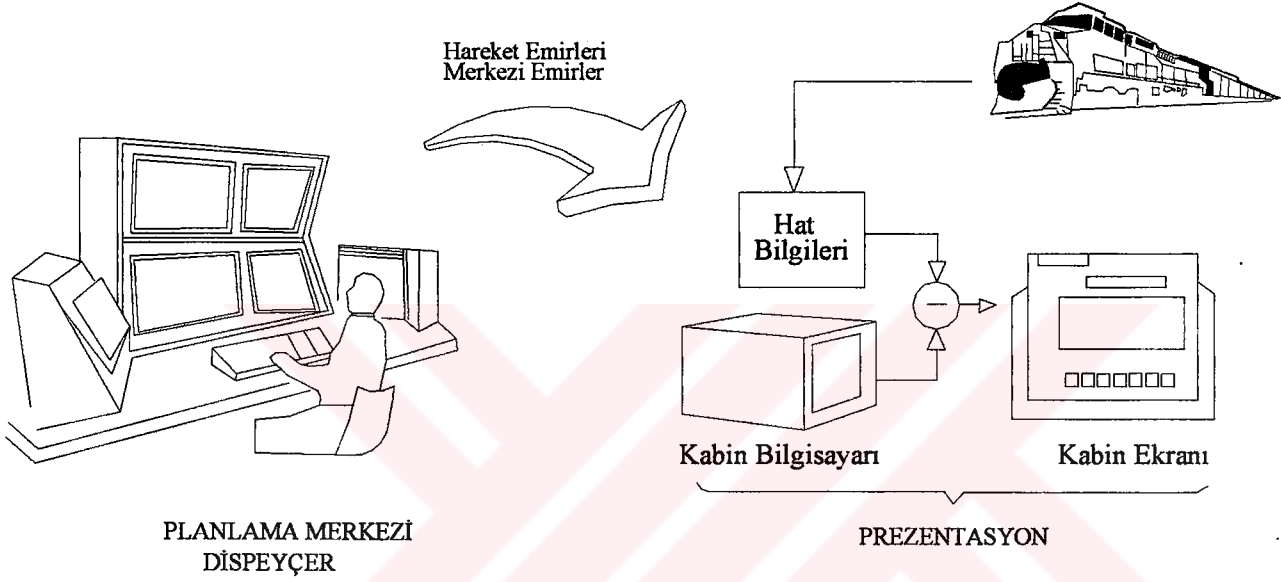
Aşamalandırılmış bir dönüşüm planı, artan geri dönüşler ile birlikte, bizi demiryolu ağ planlaması yerine Hareketli Blok TTK'in konuşlandırılmasına ve yol kenarı sinyallerinin kaldırılmasına götürür. İlk aşama Pozitif Tren Ayırımı (PTA) sisteminin yapısı üzerine kurulu bir Sabit Blok sistemidir. TTK sistemi PTA'nin tam koruma sistemine ilaveten kapalı tren kontrol lopunun faydalarını da ekler. TTK tesisli ve tesissiz trenlerin bir karışımın hazır bir şekilde birleştirilmesine rağmen, Sabit Blok TTK'den önemli ekonomik geri kazanım başarmıştır. Sabit Blok TTK ile, demiryolundaki verim iyileştirmesinin derecesi koridorda işleyen tesisli trenlerin artış yüzdesiyle yavaşça artar. Tipik olarak şu anda sinyalizasyonu olmayan ve/veya aşırı trafik yoğunluğu nedeni ile şu anda sınırlı kapasiteli yerlerden başlayarak Hareketli Blok kapasitesi artırılabilir. Blok sinyalleri gerektirmemesine ilaveten, Hareketli Blok TTK sistemi trenler arasındaki gerekli mesafenin bir minimuma indirilmesine ve koridor kapasitesini daha fazla artırmasına imkan verir. Sonunda, nesne tabanlı işyeri yönetimi, personel yönetimi, vagon yönetimi ve hareket planlamayla lokomotif yönetiminin birleştirilmesiyle TTK'nin etkinliği ve alanı artırmak için ağ planlama fonksiyonu eklenebilir.

6.2 TTK'nın Faydaları

TTK sisteminin uygulanması, yollardaki güvenliğin artırılması kadar demiryolu işlemlerinde önemli tasarrufların yapılmasıyla sonuçlanacaktır. Başlıca tasarruflar iki kaynaktan gelecektir. Bunlar; ağ verimliliğindeki bir artış ve dispeyçer verimliliğindeki bir artıştır. İkincil tasarruflar gelecekte düzeltme ve iyileştirmeler gerektiği zaman demiryolu yatırımının korunmasını sağlayacak tasarımın modifikasyona açıklığından ve esnekliğinden gelir. Güvenlik; TTK ile birlikte eklenen PTA kapasitelerinin bir sonucu olarak insan hata kaynaklarının azaltılması ile büyük miktarda iyileştirilmiştir.

6.2.1 Artırılmış Ağ Verimliliği

TTK servis performansı ve yetki kullanımına göre uydu verimliliği artışı başarılır. TTK'nın işletim anlayışı, TTK Hareket planlayıcı tarafından verimli bir hareket planı üretilecek, ve tren üzerindeki sistem planı çalışanlara ulaştırmak için uygun kabin gösterim ipuçlarının kullanımıyla yol boyunca planın iletilmesini ve işletimini sağlayacaktır. Diğer sistemlerde, dispeyçerler nesne tabanlı planları üretmek için donanımlara sahip değildirler.



Şekil 6.2 Tam Tren Kontrol sistemi saha ve merkez plan kapsamı

Tren hareket personeli genellikle planın ne olduğunu ve planı neye karşı nasıl sürdüklerini onlara bildirecek sanal hiçbir veriye sahip değildirler. Hareket planlayıcı TTK donanımsız olan trenler için de bir plan üretecek, o trenler üzerinde doğrudan bir kontrol eksikliğinden dolayı sınırlar eklemesine rağmen. Sonuç olarak, sanki bütün trenler TTK donanımlıymış gibi olmamasına rağmen, mevcut seviyeler üzerindeki ortalama hız artırılır.

Sistemin altyapı detaylarına (sinyallerin gerçek yeri, personel nöbet değişim zamanları, vb.) kadar işyerlerini içeren detaylı analitik modeller geliştirilmiştir. Çalışmalarda gerçek tren verileri ve ayrılış zamanları kullanılmıştır ve sonuçlar önerilen TTK işletimi ile mevcut gerçekler arasındaki farkları değerlendirmek için imdat çağruları ile karşılaştırıldı. Sayısız tipik aykırılıkları da (İstenilmeyen Acil Fren Uygulamaları, Güç kesilmesi, vb.) içeren örnekler ilave edilmiştir. Yetki kullanımı ile doğrudan ilişkili olduğundan dolayı ortalama hız

faydanın bir ölçüsü olarak kullanıldı. Bu sonuçlara ortalama hızı maksimum yapmaktan ziyade maliyeti minimum yapmak için tasarlanmış bir amaç fonksiyonuyla ulaşılmıştır.

Bir başlangıç TTK yerleştirmeleri için şu anda kalabalık olan koridorlar çok uygun düşer. Bu kalabalık koridorlar TTK donanımlı birkaç lokomotifin yerleştirilmesini gerektirdiği için çabucak ekstra gelir üretmeye elverişlidirler. Hareket Planlayıcı demiryolu tarafından tesis edilmiş ticari amaçlardaki kararlara dayandığı için, gerçek maliyet faydaları çoğu zaman ortalama hız yada gecikme zamanları tarafından elde edilenden son derece daha büyüktür. İlaveten, TTK uygulamaları bir koridor boyunca planlanan maliyetli altyapı değişikliklerini geciktirebilir. Terminaller arasındaki akışı(gidiş-gelişi) iyileştirmek bir koridor içindeki performansı iyileştirmede önemli bir unsurdur. TTK doğrudan terminal işlemlerini yönetmemesine rağmen, TTK Hareket Planlayıcı yol hareketlerinin sırasının planlanmasındaki terminal kapasite sınırlarını tanır. Tahmini tren varışları (ulaşımları) kadar terminaldeki kalabalığın azaltılması doğrudan terminal işlemlerinin iyileştirilmesine götürecektir.

6.2.2 Artırılmış Dispeyçer Verimliliği

TTK bütün trenler için otomatik olarak rotaları planlar ve arazinin aletle donatıldığı yerde (hat boyu tesisatı yada CTC), planı yürütmek için gerekli arazi kontrollerini gönderir. Birçok donanım plana karşı ekran aktivitesini dispeyçere dilediği gibi kullanır, gerektiği zaman dispeyçere müdahale imkanı verir. Sistem bir trene yol hakkı yada çalışma otoritesi gerektiği, ve istek halinde, otomatik olarak üretir ve bütün bilinen verileri doldurarak sevk ediciyi önceden uyararak dispeyçerinin iş yükünü hafifletir. Bir çok durumda, dispeyçer sadece otoritenin doğrulanmasına ihtiyaç duyar.

Trenler birçok sebeplerden sefer tarifesi dışına çıktığından dolayı, dispeyçerler için düzensizliklerin idare edilmesi sıradan bir görevdir. TTK Hareket Planlayıcı trenlerin üzerindeki konum befirleme kapasitesi ile bütün trenlerin konumlarını izler, ve düzensizlikler ve gecikmeler olduğu zaman otomatik olarak gerçek zamanlı sefer tarife onarımını başlatır. Bu dispeyçeri basit gecikme düzensizlikleri ile uğraşmaktan kurtarır ve onun kompleks problemler üzerine yoğunlaşmasına imkan verir.

6.2.3. Artırılmış Sistem Avantajı

PTC sistemi için önerilen tasarım pek çok yıllar araştırma ve gelişmenin ve uçakları, uzay araçları, güç çizgileri ve kullanımlarının tam on yıllık saat işlemlerini kontrol etmedeki son noktasıdır. Seçilen tasarım mevcut elemanların en iyisini sunar ve tren yolu için zamanı sonuna kadar en yüksek toplam sisteme götürmesi için seçilmiştir. Üniteler ispatlanmış emniyet performansına, açık standartlara ve işletim çevresi nedenine dayanarak seçilmişlerdir.

TTK tasarımı, daha önce Şekil 6.1 de gösterildiği gibi, sistem genelinde güvenlikten herhangi bir ödün vermeksizin gerekli kontrol fonksiyonlarının uygulanması ile en etkin maliyet azalmasını garantileyecek şekilde seçilmiştir. Demiryolu ağı verimliliği donanımsız trenlerin yada TTK donanımında eksiklik olan ağlardaki trenlerin katılması ile ciddi bir şekilde etkilenmez. Bu amaçları başarmak için, TTK sistemi TTK kontrolü ve CTC/ABS/OBS altında işleyen trafik karışımını barındıracak biçimde tasarlanmıştır. TTK donanımlı olmayan trenler bölge için uygulanabilir kurallar kullanılarak kontrol edileceklerdir. Hareket Planlayıcı donanımsız yada yetersiz trenin katılmasıyla etkilenen herhangi bir trafik için yeni bir sefer tarife onarım planı hazırlarken basit bir şekilde daha geniş bir sınır ekler. Bu şekilde, ağın genel verimliliği sadece minimum seviyede etkilenir ve yabancı lokomotifleri idare etme ihtiyacını destekleme kabiliyeti gibi, bugünkü işletimden yavaşça geçiş sağlanır.

Çok yüksek emniyetin önemini kabul ederek, TTK sevk etme tasarımı fonksiyonel olarak kayıpsız herhangi bir (ve birçok) eksikliğe toleranslı olmayan bir yayılmış, fazla vagon düzenlemesidir. Bu yayılmış sevk etme tasarımı ile, sistemin herhangi bir parçası uzakta istenen bir yere yeniden yerleştirilebilir ve herhangi bir bölgenin kontrolü dinamik olarak herhangi bir çalışma yerine (lokal yada uzaktaki) taşınabilir. Herhangi bir dispeyçere verilen bölge de dinamik olarak trafik yoğunluğu değiştiği zaman (bazı bölgeleri yoğun olmayan zamanlarda birleştirme gibi) değiştirilebilir. Bu tasarımın başka bir önemli faydası; bir dispeyçer herhangi bir çalışma yerinden işletim yapabilir. Bu şekilde tasarım hiç bir servis kesintisi olmaksızın yavaşça worksataion içine eksikleri yerleştirerek maksimum fayda sağlar. Sistem TTK sağlayıcısındaki bir yetersizlik gibi bir birden çok tren kesintisine sebep olacak bir aksaklık nerede olursa olsun fazla aletle de kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.

6.2.4 Demiryolu Yatırımını Koruma

Sistem günlük işlemlerin değişmesi, devam eden bakım, demiryolunun büyümesi ve gelecekteki iyileştirmeleri barındıracak şekilde tasarlandığı için TTK'deki demiryolu yatırımı gelecekte iyi bir şekilde korunacaktır.

TTK günlük işlemlerdeki değişikliklerin üstesinden gelmek için online olarak yeniden konfigüre edilecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin, bir bölgeye yeni bir yol ekleme etkilenen lokomotiflere yeni yol veri tabanının gerçek zamanlı olarak çekilmesi ve bir yol editörü vasıtasıyla olur. Her ikisi de basit işlemlerdir ve demiryolu çalışanları tarafından sürdürülebilirler. İşletim kuralları değişikliği, sev kedici bölge tayini, ve bölgenin yeniden belirlenmesini de içeren yeni konfigürasyonlar online olarak desteklenen diğer yaygın işletim değişiklikleridir.

Bütün işletim sistemleri bakım gerektirir, fakat bu etkiyi azaltmak için adımlar atılmıştır. Hardware bakımı, mümkün olduğu yerlerde, arazide kolay parça yerleştirmek için pratik değiştirilebilen ürünleri kullanarak basitleştirilmiştir. Program (Software) bakımı modüler tasarım, modern program dilleri ve yazılım paketlerinin kullanımı ile basitleştirilmiştir. Demiryolunun çalışmaya devam etmesi gerektiği için, bütün merkezi ofis ve servis (server) bakımı herhangi bir işlemi etkilemeyecek şekilde sürdürülmelidir.

Her sistem artan tren yolu ihtiyacını karşılayacak şekilde büyümeyi destekleyecek şekilde tasarlanır. Bütün serverlar (servers) ve tren üzerindeki bilgisayarlar işlemciler (processor) ilave etmek için yedek slotlara sahiptirler; ilave serverlar (servers) tren yolu personeli tarafından eklenebilirler. İlave workstation lisanslarının değişmediği farz edilirse, sev kedici workstationları ağdaki başka bir workstationa kolaylıkla bağlanarak ve bir online konfigürasyon değişikliği yaparak eklenebilirler. Tren yoluna bir kenar arayız parçası yada bir TTK donanımlı lokomotif ekleme tren yolu personeli tarafından online olarak yapılan veri tabanında sadece ufak bir değişikliği gerektirir. Böylece bir demiryoluna yeni bölge yada ilave altyapı dahil edildiğinde, onun eklenmesini destekleyecek şekilde bütün parçalar yerindedir.

TTK sistemi tren yolu büyüdüğünde beklenen iyileştirmeleri destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Yazılım (software), donanım (hardware), dil tanımları, tren yolu endüstri standartlarını kaplayan ağ protokolları ve 15'den fazla bilgisayar gelecekteki iyileştirmeyi

desteklemek için kullanılır. Sürekliliği desteklemek için yazılımın tasarımında gösterilen aynı itina yeni yazılım parçalarının entegrasyonunu da destekleyecektir. Yazılımın endüstri standartları tamamıyla kullanıldığı için dispeyçer donanımı kolayca artırılabilir (iyileştirilebilir). Göç yolları için onboard aletler gömülü dağıtılmış güç, elektronik frenler, ve uzaktan teşhis gibi tren kontrol undaki diğer ilerlemelerde çoktan dikkate alınmıştır. Gerçek bakımından, daha sonraki aşamada onboard kontrol etmek için planlanan yazılım iyileştirmeleri lokomotiflere kolayca kopyalanabilir; TTK Hareketli Bloğu desteklemek için Sabit Bloğa kurulmuş donanımda hiç bir değişiklikleri gerektirmeyecektir.

6.2.5 Geliştirilmiş Demiryolu Güvenliği

Trenlerin genel güvenliğini iyileştirme bugün yapılacak en önemli başlangıç adımlarından birisidir. Demiryolları çoğu insan hatalarına karşı korunacak bir sağlam güvenlik tabakası oluşturmak için TTK sistemi formunda iletişim tabanlı teknolojileri kullanan değerleri kabul eder. Şekil 6.2'de gösterildiği gibi, önerilen TTK sistemi şu anda Amerika uygulanmakta olan PTA sisteminde kullanılan güvenlik tasarımını genişletir. Mevcut PTA sistemini kurarak, TTK yaklaşımının neticesi PTA' da bulunan güvenlik anlayışlarının bütününe artı TTK'nın verimlilik avantajlarına sahip olacaktır. Trenleri dağıtarak trenler arasındaki pozitif ayırımı muhafaza etmek için PTA çarpışmadan kaçınma özelliğini kullanır ve otomatik olarak rijit hareket otoritelerini zorlayarak Sabit Blok PTC var olan sinyalle çalışır. Hareketli Blok PTC bir sinyal systemsiz TTK işlemi, üzerinde konum belirleme aleti, yol veri tabanı, ve gerçek zamanda güvenli bir fren mesafesi hesaplamak için TTK in var özelliklerine imkan sağlar. TTK'nin bölgesinde işleyen bütün donanımlı trenlerin yetkililerini ve konumlarını izleyecektir. Bu trenlerin yetkilerini ve hız sınırını aşmadan önce güvenli bir şekilde durmalarına izin verecektir

6.2.6 Tam Zamanında Performans Artırımı

Sefer tarifesinin performansı yeterli yetkilerin varlığı gibi çeşitli faktörlerin ürünüdür ve gerçekçi bir sefer tarifesi genellikle çok kritiktir. TTK hem yetki kullanımı ve sefer tarife uyumluluğu ve hem de birlikte kullanıldıklarında tam zamanında performansla bir miktar iyileştirmesini netice verebilen iyileştirmeye doğrudan katkıda bulunur. Trafiğin TTK tarafından kontrol edildiği ve kontrollü sefer tarifelerinin Hareket Planlayıcıdan türetildiği çoğu durumlarda (± 15 dakika) %95 tam zamanında (on time) performansın başarılabilirliğini geniş bir alandaki analitik projeksiyonlara dayanan çalışmalar gösterir

6.3 Tam Kontrol Nesne Tabanlı Hareket Planı Kullanarak Geniş Sefer Tarifesi Sistemini Optimize Eder

Tam Sevk etme sistemi grafik kullanıcı ara yüzü, otomatik yönlendirme, yol boyu işaret ekipmanların izlenmesi ve kontrolü, veri depolama, veri alma, ve veriyi tekrar kullanmayı içeren bir bilgisayar destekli sevk etme sisteminden beklenen bütün özellikleri sunar. Fakat Tam Tren Sevk etme tren işletimlerini daha verimli kullanmanızı sağlayacak daha ileri çok geniş kapasiteler de sağlar. Sisteminin açık mimari tasarımı gelecekte tamamıyla iletişim tabanlı tren kontrolüne geçmeyi içeren gelecek büyümeye barındıracak şekilde tasarlanmıştır.

6.3.1 Planlayıcı / Sefer Tarifeci

Rijit öncelik şemasına karşı olarak tren yolu iş amaçlarına uygun olarak sefer tarifelerini optimize eder.

Gerçek zamanlı sefer tarifesi reorganizesini sürdürür.

CTC, OBS, ABS, TMI, bölgelerinde Sefer tarifeleri yapar.

6.3.2 Dispeyçer Fonksiyonları

Merkezileştirilmiş Trafik Kontrolü

Tren grafik fonksiyonları

Yol Hakkı buluşma ve öne geçme işlemleri

Çalışma İzinleri

Günlük veya haftalık tamimler

6.3.3 Birleştirilmiş İletim Kontrolü

Tren konumunu izleyerek otomatik ana istasyon seçimi

Otomatik arama

6.3.4 Dispeyçer Yardımcı Özellikleri

Sevk ediciler arasında esnek bölge tayini

Birleştirilmiş video penceresi

Kaydırma ve Büyütme aşağı kaydırma mönüleri, nokta ve tıklama

Standart CTC gösterimlerinden daha tam tren konumu belirtme

6.3.5 Yüksek Kullanılabilir Özellikler

Tamamıyla fazla hata toleranslı dizayn

Coğrafik ayırma ve hızlı yeniden konfigürasyona izin vermesi

Görevin yürütülmesi için işlemciden bağımsızlık

Yedekleme donanımlarıyla kritik olmayan görevler sürdürülebilir

Güncelleme kolaylığı

Hareket Planlarının ve sefer tarifelerinin uygulanabilirliğini garantiler

Yeni yol konfigürasyonlarının ve taşıma (nakil) planlarının doğru değerlendirilmesi

Mükemmel eğitim aleti (paketi)

6.4 PTA/TTK'ye Gelişmeler

İleri iletişim tabanlı tren kontrol tekniklerini kolayca kabul edecek şekilde dizayn edilmiştir.

Pozitif Tren Ayırma tren güvenliği için iyileştirilmiştir

Tam Tren Kontrolü tren hareketlerini eğer trenler gecikirse yeniden sefer tarifesi yapmayı başlatarak otomatik sefer tarifesine bağlar

Koridor koridora artımlı dönüşümlere izin verir

Yol kullanımını artırmak için dinamik hareketli blok kontrol unu destekler

İleri planlama tekniklerini gelişmek için platform oluşturur (lokomotif bakımı, personel yönetimi, demiryolu Araçlarının yönetimi vs.)



BÖLÜM 7

BİLGİSAYAR DESTEKLİ DİSPEYÇER SİSTEMİ

7.1 Giriş

Dünyada birçok demiryolu kuruluşları, kullanımda olan eski sistemleri ile değiştirilecek yeni tren dispeyçer sistemleri geliştirilmesine başlamak için yoğun çalışmalarına devam etmektedirler. Bu bağlamda Tam Dispeyçer Sistemi (TDS) diye adlandırılan Bilgisayar Destekli Dispeyçer (BDD) sisteminin özelliklerini ve demiryolları için faydalarını maksimuma çıkarmak için yapılması gerekenler anlatılacaktır.

TDS yapısının temel taşı, çok yüksek kullanılabilirlik özelliğiyle, dispeyçer ve tüm demiryolu için verimlilikte bir artış sağlıyor olmasıdır. Demiryolu operasyonu, demiryolu için tarif edilmiş hedef fonksiyonu kullanarak demiryolu trafik hareketini optimize eden birleştirilmiş Hareket Planlayıcısı kullanımı vasıtasıyla daha verimli olabilir. Dispeyçerler yüksek verimli kullanıcı ara yüzünden faydalanabilirler. Sonuçta uygulama dispeyçerin iş yükünü, manuel ve zaman harcayan işlemleri kaldırarak, azaltmalıdır. Hata kaynaklarını azaltarak daha güvenli bir operasyon elde edilebilir. (Farso, K. 1998)

BDD sistemlerinin yenilenmesi ve yeni teknolojilere adaptesi zordur. Burada, TDS'nin önemli bir ölçüde kullanıcı tarafından değiştirilebildiğini gösterilmiştir. TDS, tamamen demiryollarında hareket planlaması uygulamasını kon figüre ederek son derece güvenilir parçaların kullanımı vasıtasıyla özellikle yüksek bir sistem kullanılabilirliği sağlamak için dizayn edilmiştir. Kullanılabilirliği yükseltmek için dahil edilmiş özellikler uzun ömür, dağıtılmış gerçek zaman veri tabanı, ve yazılımın online güncellemeleridir.

Bugün raylı ulaşımda, taban hattını geliştirmenin bir yolu olarak hareket programlarını aktif hale getirmektir. Hareket planları olan bir demiryolu, yüksek bir servis güvenilirliği ve iki temel elemanı zorunlu kılmaktadır. Bu elemanlar;

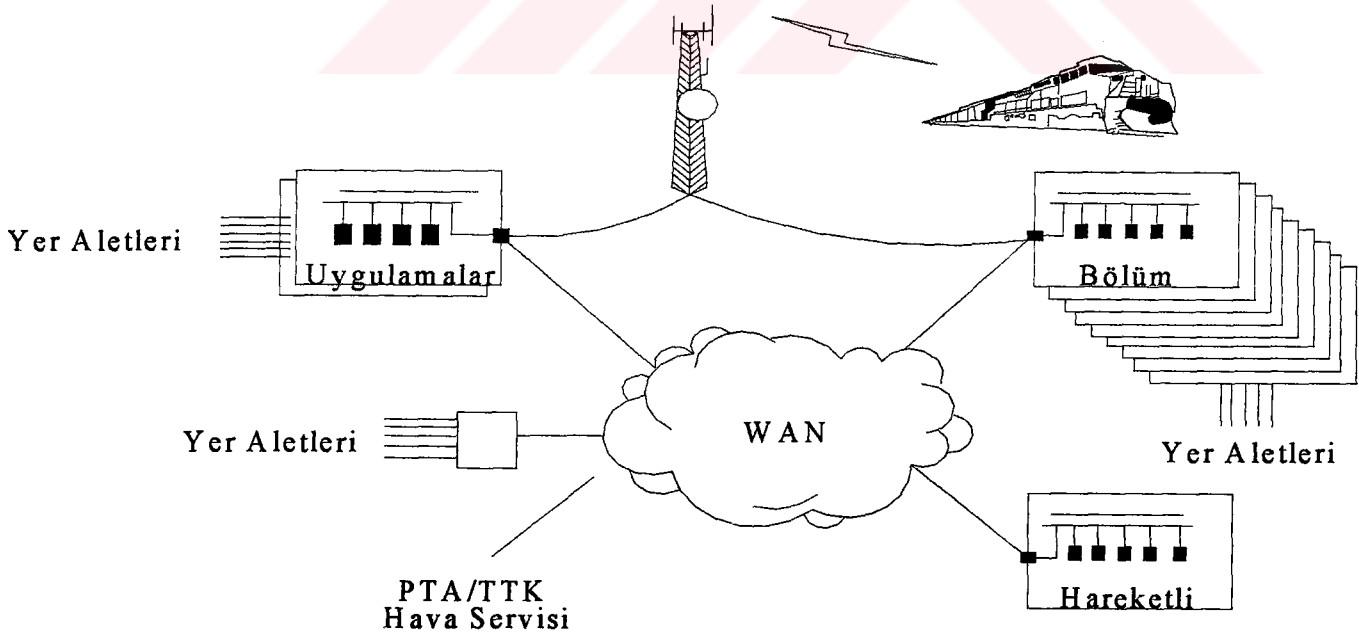
1. Ağdaki trenler tarafından gerçek olarak elde edilebilen ayrıntılı hareket planlarını oluşturabilen bir Bilgisayar Destekli Dispeyçer (BDD)

2. Plandaki trenleri kontrol edebilme özellikleridir. Burada gelişmiş tren kontrolünü sağlamak için konfigüre edilmiş bir BDD sistemi olan ilk elemanlar sunulacaktır. Hem tren hem de dispeyçerler için oluşan operasyon verimlilikleri tarif edilecektir.

Buluşma/öne geçme planlamacıların önceki uygulamaları, güvenilir planlar üretmek için gerekli bilginin sadece bir kısmını içermiştir. Trenler bir süre sonra programı uygulayamaz oldu, ayrıca düşük performans ve yığılmalar meydana gelmeye başladı. Bu ilk sistemler iki sebep yüzünden tamamen başarılı olamadılar. Bu nedenler; 1-fizik kurallarına uyan güvenilir planların eksikliği ve tren hareketlerinin planlanmasının eksikliği, 2-bir tren yolculuğunda bir anormallik olduğu zaman hızlı plan yenileme araçlarının eksikliğidir. Gerekli olan bir BDD yapısı ve blok mesafeleri, tren hareketleri ve zaman ile alakalı gerçek hayattan alınan verileri kullanan bir planlama sistemidir.

7.2 Tam Dispeyçer Sistemi

Tren trafiğinin hareket performansını gelişimi için gerekli özellikleri sunan gelişmiş bir BDD sistemin şu anda Pasifik Birleşik Demiryolu ve Norfolk Southern için geliştirme aşamasındadır. Sistem dizaynı demiryoluna dispeyçer operasyonlarında veya geniş şekilde yayılmış dispeyçer

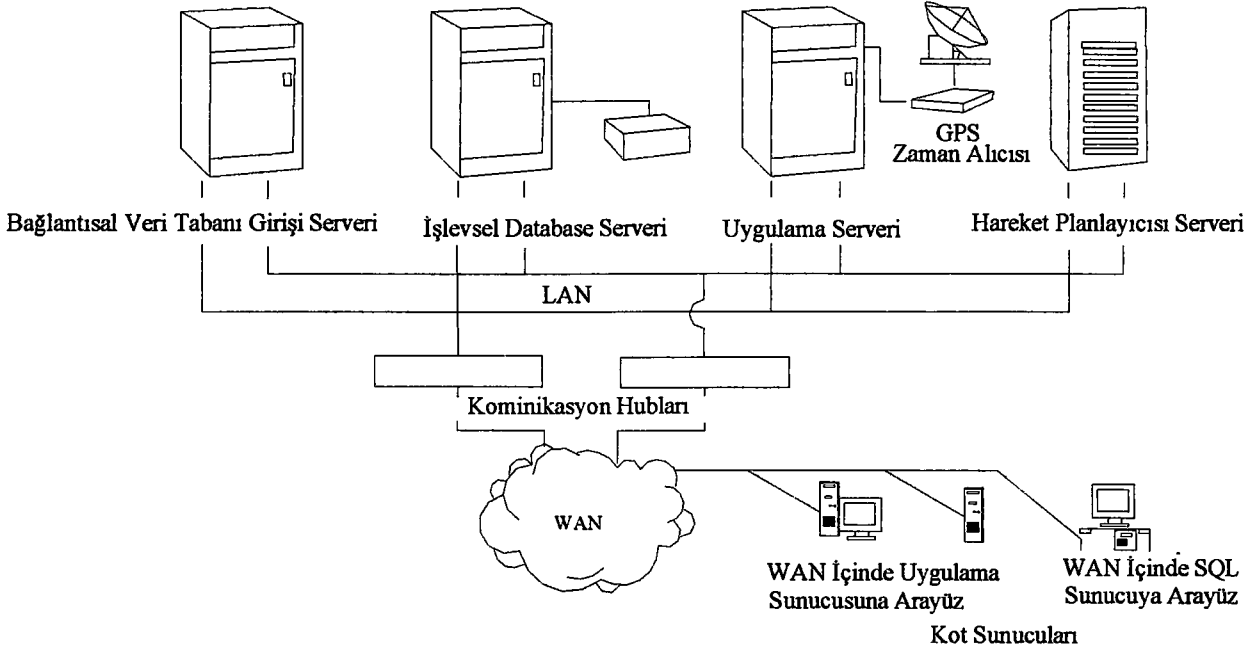


Şekil 7.1 Tam Dispeyçer Sistemi dağıtılmış konumu destekler

merkezlerinin operasyonlarında esneklik sağlayan, dağıtılmış, mışteri-sunucu hesaplamasına dayanır. şekil 7.1`de dispeyçer konumlarının, gereksiz işlem hublarından fiziksel ayırımına izin veren yüksek hızlı bir WAN rnek olarak gösterilmiştir. İşlemci hublar da, yüksek hata düzeltme koruması için birbirinden ayrılabilirler. Dispeyçer operasyonları için önemli olan, yüksek güvenilirlik ve kullanılrlık, bütün serverlar ve Yerel Alan Ağları (LAN) için iyi bir hata-güven yönetimi kullanılarak inşa edilmiştir. Yeni bir BDD`in gerektirdiği yüksek yatırıma korumak için, software dizayn edilmiştir ve hardware çok yıllar eskimeden çalışacak şekilde seçilmiştir. Bu nedenle, PDS kullanıcısı demiryollarına sistemin tamamen değiştirilmesinden ziyade kolayca parasal özellikler daha yeni işlemciler veya çalışma yerleri eklemeye izin verecek şekilde konfigüre edilmiştir.

7.3 Sistemin Yapısı

Böyle bir TDS`nin asıl konfigürasyonu şekil 7.2`de gösterilmiştir. Görevin önemli olduğu uygulamalar için önemli bir işlem gücü sağlamaya, bütün hub işlemlerinde güçlü işlemciler kullanılmıştır. Ağ yapısı, yüksek güvenilirlik ve kullanılrlığı desteklemek için her sunucuya çift yönlü bağlanmış 100 Mb/s LAN içermektedir. Bir GPS zaman alıcısı, Ağ Zaman Protokolü kullanarak dağıtılmış sistem zamanı referansını sağlar. Gereksiz sunucular yerel olarak LAN üzerinde bağlı bulunabilirler veya şekil 7.3`de gösterildiği gibi WAN vasıtasıyla uzaktan bağlı olabilirler.

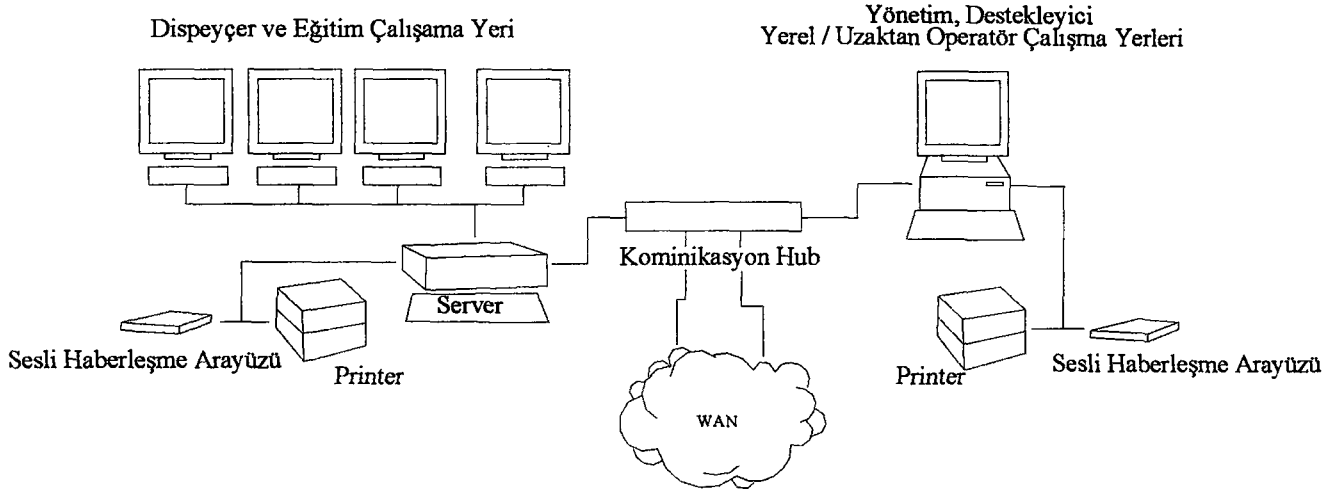


Şekil 7.2 Merkezi terminalin gerçekleştirilmesi

Şekil 7.3'de gösterildiği gibi, tipik bir dispeyçer yüksek performans UNIX çalışma istasyonlarını içerir. Ağ yapısı, WAN'na çift yönlü bağlanmış her bir çalışma istasyonunu birbirine bağlayan bir tek veya çift yönlü LAN'ı destekleyebilir. Çalışma istasyonları yüksek çözünürlüklü, 21'' renkli monitörlerle kon figüre edilmiş güçlü Sun Workstation'lar kullanırlar. Her bir çalışma istasyonu kendine ait bir lazer yazıcı ve bütün sesli iletişim kontrolünü vasitasız TDS'nin kontrolü altına bırakan birleştirilmiş bir sesli iletişim ara yüzü ile birlikte kon figüre edilebilir

7.4 Artırılmış Sistem Kullanılabilirliği

TDS dizaynının temeli açık yapılı, ağ tabanlı, büyük ölçekli ve görev önemli uygulamalar barındırmak için özellikle oluşturulmuş dağıtılmış işlemci bir ortamdır. Çok yüksek güvenilirliğin önemini göz önünde bulundurarak, mimarisi dağıtılmış, işlerlik kaybı olmayan birçok tekil ve çoğul hatalara tolerans gösteren bir sistemden daha modern sisteme geçiş düzenlemesidir.



Şekil 7.3 Dispeyçer bölümleri

Dağıtılmış yapı, sistemin herhangi bir parçasını istenilir herhangi uzak bir konuma ve yerel veya uzaktan herhangi bir bölgenin herhangi bir çalışma istasyonuna değiştirilmesinin dinamik kontrolüne imkan tanır. Hatta herhangi bir dispeyçere verilmiş bir bölge trafik yoğunluğu değişikçe dinamik olarak değiştirilebilir. Mesela kullanılmadığı zamanlarda bazı bölgelerin birleştirilmesinin önemli diğer bir faydası da dispeyçerin herhangi bir çalışma istasyonundan sistemi kullanabilir olmasıdır. Bu şekilde yapı servis kesintisi olmadan çalışma istasyonlarındaki çeşitli hataları düzelterek maksimum kullanılabilirlik sağlar.

7.4.1 Yapı Değişikliğe İzin Verir

Yeni geliştirilmekte olan bir sistem, günlük işlemlerdeki değişikliklere, devam eden bakımlara, demiryolu büyümesine ve gelecekteki iyileştirmelere imkan tanıyacak şekilde dizayn edilmelidir.

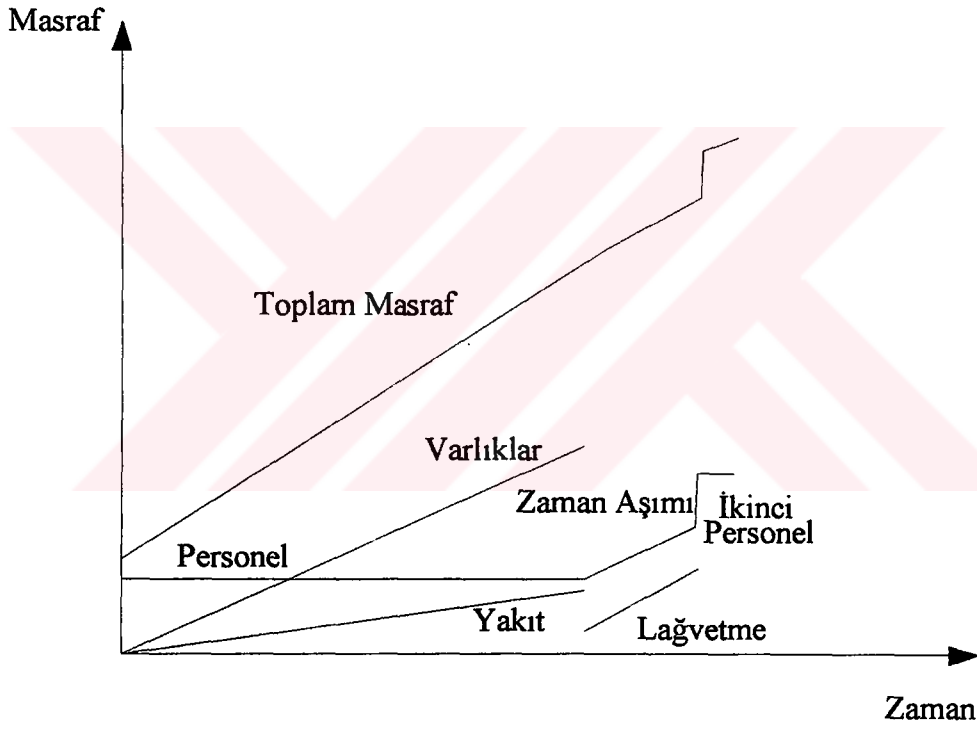
TDS günlük operasyonlardaki değişikliklerle baş edecek şekilde online olarak tekrar kon figüre edilebilecek şekilde dizayn edilmiştir. Örneğin, demiryolu sistem yönetim personeli tarafından yapılabilecek, bir bölgeye ray eklenmesi işleminin ray editörü aracılığıyla yapılması. Online yeniden kon figüre sisteminin desteklediği öteki ortak operasyon el değişiklikler, operasyon kurallarındaki değişiklikler, dispeyçer bölgesi görevleri, ve bölgenin yeniden yapılandırılmasıdır.

Bütün operasyonel sistemler desteği zorunlu kılar, fakat etkiyi minimumlaştırmak için adımlar atılmıştır. Hardware yapısı bakım ve işletme masraflarının az olması için mümkün olduğunca

basitleştirilmiştir. Software yapısı, modüler dizaynların kullanımı, modern software dili kullanımı, ve ticari paketlerin kullanımı yoluyla basitleştirilmiştir. Ve demiryolunun çalışmaya devam etmesi gerektiği için bütün merkez ofis, sunucu ve departman desteği operasyonları etkilemeden yapılabilir.

7.5 Verimlilik Yükseltilmesi

TDS iki önemli kaynaktan verimlilik iyileştirmesi sağlar. Birincisi demiryolundaki artış ve daha gelişmiş yetki kullanımını sağlayan BDD sistem yönetimi verimliliğidir. İkincisi ise artırılmış dispeyçer verimliliğinin sonucudur.



Şekil 7.4 Demiryolu iş hedeflerinin oluşturduğu optimize edilmiş planlama

7.5.1 Geliştirilmiş Demiryolu Yetki Kullanımı

Yaygın olarak yayınlandığı gibi büyük lokomotiflerin ve ray kapasite aşımalarının olduğu günler artık geçmiş ve sınırlı kaynaklarla daha fazla yük taşımacılığı iş başarısı için anahtar olduğu

günler gelmiştir. Sınırlı yetkilerin daha iyi kullanımını demiryollarına daha etkili kullanım planlarının yapılmasında yardımcı olacak yeni teknikler vasıtasıyla elde edilebilir.

TDS'nin kullanımını gelişmiş hedef tabanlı planlama yeteneklerini kullanan bir Hareket Planlayıcı ile birlikte olmaktadır. Hedef tabanlı planlama, geleneksel katı öncelik şemaları yerine operasyon masrafları veya servis güvenilirliği gibi demiryoluna göre ayarlanmış iş amaçlarına göre tren hareket planlarını optimize eder. Sözleşme cezaları, personel servis saatleri, depo kapasiteleri ve tren operasyon giderleri gibi masraf faktörlerini göz önünde bulunduran hareket planları oluşturularak, belirtilen yükü dağıtmak için gerekli olan en düşük masrafları temsil eden bir plan oluşturulur. Bu iş hedefleri hedef fonksiyonu, Şekil 7.4'de gösterildiği gibi, şimdiki iş stratejisini yansıtan demiryolu için yazılmış kuralları temsil eder. Örneğin demiryolu her bir tren tipinin geç gelmeleri için ceza masrafları ile birlikte tren personeli, lokomotif ve vagon masraflarını belirlemek için seçim yapabilir. İleri görüşlülük bu masrafları minimize eden bir hedef fonksiyonu ile uyumlu bir şekilde planı oluşturur. Plan uygulandıkça planlayıcılar planın yolculuk planına karşı uygulanışını izlerler, eğer bir tren planın dışına çıkarsa, (elde olmayan aksaklıklarla), ileri görüşlülük tren hareket planlarını, öteki trenler için plandaki etkiyi en aza indirmek için tamir eder.

Buluşmaların, geçişlerin ve birleşmelerin detaylarını kontrol eden hareket planı, fizik kanunlarını ve demiryolu operasyon kurallarını göz önünde bulundurur. Örneğin detaylı ray topolojisi (dereceler, eğriler, gerçek tren teşkili listesi) emirler, merkezi komutlar, ray, fren ve hız limitleri plan oluşturulmasında dikkate alınmıştır.

Hareket planı, bildiği fiziki ve işsel sınırlamalarda sorumlu olmasına rağmen, en iyi planın seçilmesinde etkili olabilen durumlar, eklenen veri dispeyçerler tarafından bilindiğinde oluşur. Bu durumda dispeyçerin planlayıcı ile verimli bir şekilde işbirliğini kolaylaştırmak için, dispeyçer iki trenin karşılaşmasını değiştirmek gibi herhangi belli bir hareketi değiştirebilir. Planlayıcının Hareket Planını ünitesi, dispeyçerin müdahalesi sonucu etkilenen herhangi öteki bir trenin hareket programını ayarlayacaktır. Bu şekilde dispeyçer, bir tren için değişiklikten bütün koridorun kontrolüne kadar gerekli olduğu zaman, müdahale edebilir.

Bazı ileri demiryolu koridorlarında geliştirilen ayrıntılı simülasyonlar, bu hareket planı kullanıldığı zaman geliştirilmiş hareket planlama yeteneği sayesinde demiryollarının şimdiki

operasyonlar üzerinde % 10 `luk bir verimlilik artışı bekleyebileceklerini gösterdi. Bu, yeni oluşturulmuş hareket planları sayesinde aynı miktarda yükün bütün sistem içerisinde hareket ettirilmesinin %10 daha az zaman gerektirdiği demektir. Planlama çabalarının büyük bölümünün yol hattını hedef almasına rağmen, planlama bölgesindeki tren garlarının ve istasyonlarının gerçek kapasitelerini de göz önünde bulundurur. Bu şekilde, hareket planı herhangi bir zamanda bir tren garında haddinden daha fazla tren bulunmasını önleyecek şekilde tren akışını ayarlayabilir. Bu, tren istasyonlarının problemlerini teşkil eden yığılmayı ve ertelemeleri önemli ölçüde azaltır.

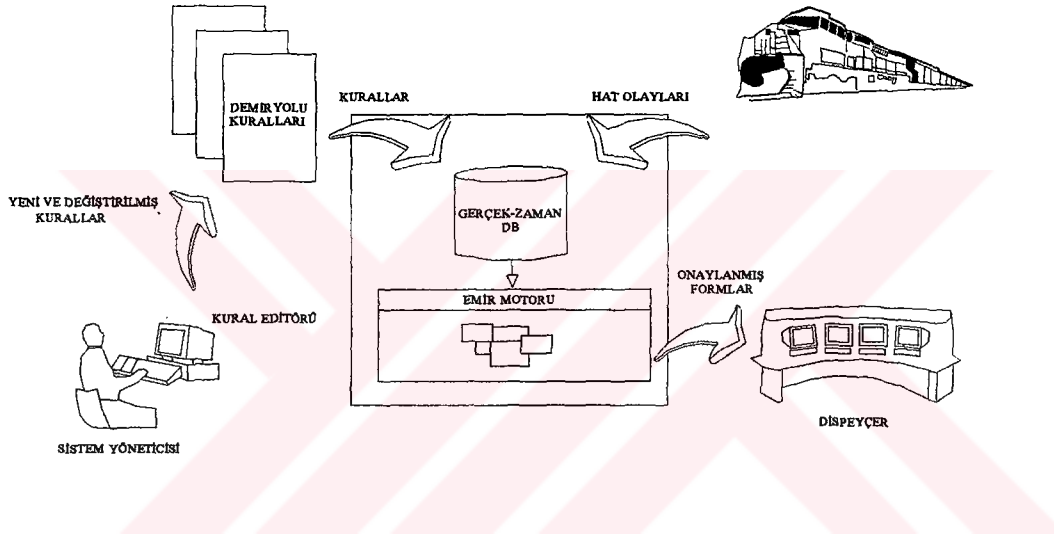
7.6 Geliştirilmiş BDD Sistem Yönetimi

BDD sistemlerini değiştirmek zordur ve genellikle, günlük operasyonları destekleyen değişiklikler de dahil ayarlamalar yapmak için üretici firma gereklidir. Bir demiryolu sürekli büyüdüğü ve geliştiği için, TDS demiryolu tarafından normal, günlük demiryolu operasyonlarındaki değişiklikleri yansıtacak şekilde tamamen kon figüre edilebilir. Buna ilaveten, bu değişiklikler, software değiştirmeden ve zaman kaybetmeden etkili olabilirler. Değiştirilebilir sistem parçaları; bölge yönetimi, kullanıcı yönetimi, operasyon kuralları, iş hedef fonksiyonları, sistem hardware konfigürasyonu ve kullanıcı ara yüzünü içerir. Bunlardan bazıları:

Bölge Yönetimi: TDS demiryolu için sadece ray parçalarını konfigüre etme yeteneği değil ayrıca bölgeleri kolayca tasvir etme, yeni bir bölge oluşturma, parça ekleme veya çıkarma, ve bir bölgedeki parçaları başka bir bölgede kullanma yeteneği sağlar. Örneğin, sistem yöneticisi bir sayding eklemek için Hat Editörü kullanır. Bu editörle mevcut hat sistemine yeni hat bölümleri, demiryolu makas ikonu bir veya daha fazla ray ikonu ve sinyal ikonu ekleyebilir. Herhangi bir ikon üzerindeyken edit fonksiyonunu seçerek sistem yöneticisi ray, makas tanzimi, veya alet özelliklerini ekranda görebilir.

Kullanıcı Hesabı Yönetimi: Sistem yöneticisi kullanıcı ekleme ve çıkarma yeteneğine, sisteme girebilme derecelerini ayarlama yeteneğine sahiptir. Kullanıcı yönetimi örnekleri; rol tiplerinin tanımlanması, kullanıcı eklenip çıkarılması, ve görev değiştirmelerini kapsar. TDS istenildiği kadar çok makas tanzimi görev tablolarını tasvir etme yeteneği sağlar ve bütün bölgelerin kaplanıldığını kontrol eder. Bu yüzden demiryolu haftanın her bir günü içinde her bir değiştirme için kaydırma tablosu oluşturma yeteneğine sahiptir.

Operasyon Kuralları: Her demiryolu, kural değişiklikleri ile baş etmek zorundadır. Gerçekten de BDD sistemlerinde kurallardaki değişiklikler çok zor ve satıcı yardımı gerektiği için, BDD sistemi, kural değişikliklerinin zamanlamasını oluşturmalıdır. İkinci olarak, satıcı yardımı sık sık gerekli olduğu için demiryolu kendi operasyonlarının kontrolünün dışındadır. Bu gerçekleri kavrayarak, TDS demiryolu tarafından kontrol edilen ve yönetilen esnek bir kural yeteneği ile dizayn edildi. Yazılımını tekrar toplamadan, kurallar eklenebilir, değiştirilebilir, veya iptal edilebilir ve yetkili demiryolu personeli bütün kural değişikliklerini uygulayabilir. Şekil 7.5 TDS kural motoru fikrini göstermektedir.



Şekil 7.5 TDS kural motoru değişen demiryolu kurallarıyla kolayca ortak çalışır

7.6.1 Artırılmış Dispeyçer Verimliliği:

TDS kullanımının öteki önemli hedefi, birçok rutin dispeyçer görevlerini otomatikleştirerek ve destekleyerek dispeyçerin iş yükünü önemli ölçüde azaltmaktır. Dispeyçer şu anda, buluşmaları ve geçişleri ayarlamak, emirleri almak gibi değiştirme yönetiminin rutin işlerini yapmaktadırlar. Örneğin, buluşmaların, geçişlerin ve birleşmelerin büyük bölümü Hareket Planlayıcısı tarafından planlanabilmekte ve Oto-Yönlendirici tarafından uygulanabilmektedir. Diğer manuel işlemler gibi, bu manuel buluşmalar ve geçişler için, gösterimler insan faktörü dizaynları gibi, gerekli dispeyçer hareketlerini en aza indirmek için canlı grafik yeteneğinin avantajlarını kullanmaktadır.

Ayarlanabilir Özet Listeleri, tek tuşla, rutin operasyonlar için gerekli formların çoğuna ulaşım sağlar. Her bir form daha önce mevcut data ile doldurulmuştur. Dispeyçer alanlara ek bilgi girdikçe online hata taraması ve üst üste gelme onaylanması uygulanır ve bağlantılı olanlar otomatik olarak güncellenir.

TDS, hareket planlayıcısı vasıtasıyla, bütün trenler için otomatik olarak rotaları planlar ve alanın dolduğu yerde hat boyu ekipmanları veya CTC vasıtasıyla planı uygulamaları için alan kontrollerine mesaj yollar. Plana ters hareketleri izlemek için dispeyçerlerin kullanımında çoklu formlar vardır ve ona gerekli olduğu zaman müdahale etme hakkı verir. Böyle bir form olan orer şekil 7.6`da gösterilmiştir. Sistem, bir trenin yardıma veya emre ihtiyaç duymadan önce alarm vererek ve istek üzerine bilinen bilgileri oluşturarak ve doldurarak dispeyçerlerin iş yükünü azaltır. Birçok durumda, dispeyçer basitçe otoriteye ihtiyaç duyabilir. Bu özellik kendi başına dispeyçer iş yükünü önemli ölçüde azaltır.

Trenler değişik değişik sebeplerden dolayı programın dışına çıktıkları zaman dispeyçerler için anormalliklerle uğraşmak sıradan bir iştir. Hareket Plânlayıcısı ile bir dispeyçer erteleminin çözümlenmesi için gerekli tahmin edilmiş zamana kolayca girer ve gerçek zaman hareket planı tamir özelliğinin en iyi şekilde plana bağlı olarak işleri ayarlamasını sağlar. Bu, dispeyçerleri basit erteleme anormallikleri ile zaman harcamak dan kurtarır ve ona daha karışık problemlere yoğunlaşma şansı tanır.

TDS, dispeyçerlerin ihtiyaçlarına göre dizayn edilmiştir. Bu , öteki birçok şeyin içinde, modern nokta ve klikleme operasyonlarını, menüleri, açık pencerele gösterimleri, görev yönetimini, ve daha önce doldurulmuş formları kapsar. Öncelikli iş yükü analizinin gösterdiği üzere, TDS`nin otomatik araçları kullanıldığı zaman, tipik dispeyçer iş yükü %20 oranında azalmaktadır. İş yükündeki son indirimler, dispeyçerlerin bölgelerle daha az stresle uğraşmalarına ve daha güvenli işlem yapmalarına izin verir.

7.6.2 Gelişmiş Kullanıcı Ara yüzü

BDD sisteminin bugün kullanılan, daha da geliştirilmiş şekli, ek gösterimler ve alan araçlarını kullanma desteğiyle, kağıt tabanlı veya elle yapılan dispeyçer sistemlerinin elektronik versiyonudur. Formları doldurma gibi rutin işler aynı kalmada ve dispeyçerler hatırlatıcı not

kağıtları kullanmaktadırlar. Dispeyçer, CTC bölgelerindeki dahil, buluşma ve geçişleri ayarlamaktadırlar.

TDS, dispeyçerlerin istisnasız olarak iş yapabilmelerine izin veren bir yapı ve ara yüz üzerinde yoğunlaşarak her şeyi değiştirdi. Bu sayede, rutin işler, dispeyçerlerin istisnai durumlar üzerinde yoğunlaşmalarını sağlayacak şekilde sistem tarafından yapılmaktadır. Akıllı formlar ve Akıllı görevler vasıtasıyla sıradan bir iş olan form doldurma sistem tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Sistem ayrıca, dispeyçerler tarafından yapılan işleri içeren bir İş Listesini destekler. Ve sesli iletişim gösterimi ile birleştirilmiştir.

Formaların Yönetimi: Bugün formlar ve form yönetimi dispeyçerlerin zamanın önemli bir bölümünü almaktadır. BDD bu zamanı akıllı formlar ile azaltmaktadır. Akıllı formlar kendileri hakkında çok bilirler ve dispeyçer için bilgileri doldururlar. Örneğin, dispeyçer tren personelinin ismini yazarak başlayabilir ve isim tekil olarak tanınır tanınmaz, geri kalanı sistem tarafından doldurulur. Fakat bu basittir. Sistem öteki formları, ilgili alanlarda veya formda sağlanmış bilgilere dayanarak otomatik olarak doldurmaya başladığı zaman, daha alakalı bir işlem olmuş olur. Misal olarak, tren numarası forma girildiği zaman veri tabanındaki bilgilere dayanarak tren personel isimleri otomatik olarak doldurulur. Eğer bir tren güzergah gösteriminden veya tren özeti gösteriminden seçilmişse, ve yeni tren geçiş izni emri dispeyçer tarafından seçilmişse sistem otomatik olarak tren numarası, dizi özet bilgilerini, alakalı personel bilgilerini, dispeyçerin bültenini, dizi ve görevli mesajları, ve gerekli formları otomatik olarak, tek bir seçimle girer.

Görev Yönetimi: Görev yönetimi dışlayarak yapılan dispeyçer işleminin önemli bir olgusudur, özellikle bir dispeyçer tarafından kontrol edilen trafik büyüdükçe ve dispeyçerin ekstra yardıma ihtiyaç duyduğu zaman önemlidir. Sistem dispeyçerin görevlerini tahmin ettikçe veya dispeyçerin görevleri verildikçe bu görevler, görev listesine yerleştirilir. Liste, dispeyçere görev hatırlatıcı olarak ve hatta görevleri demiryolu öncelik şemasına göre sıralayarak, dispeyçerin önemli durumlarda çalışmasına imkan tanır. Görev listesine yerleştirilmiş görevlerin örnekleri, tamamlanmamış formları, yeni ve silinmiş ray kısıtlamalarının sebep olduğu hat güncellemelerini, akıllı görevler ve hareket emirleri için uzaktan istekleri içerir. Akıllı görevler dispeyçerleri desteklemek için yapılan işlemleri tahmin ettikleri ve görevleri yapmak için parametreleri otomatik olarak kurdukları için, dispeyçer işleminin önemli bir olgusudur.

Genellikle bir dispeyçer bir formu oluşturduğu zaman tamamlayacaktır. Buna ilaveten, acil durum veya daha yüksek öncelikli bir iş gibi bazı öteki işlerden dolayı form anında doldurulamaya bilir. Bir formun karışıklıkta kaybolmasını önlemek için, dispeyçer formun kapatılmasını askıya alıp Görev Listesine ekleyebilir. Bu yüzden, dispeyçer Görev listesindeki bitirilmemiş görevlere görebilir ve onları çağırabilir. Bir form bir kere çağrıldı mı görev listesinden çıkartılır.

Akıllı işler, akıllı formların bir adım daha ilerisidir. Sistem bir form ihtiyacını tahmin eder ve formu oluşturmak için otomatik olarak görevi görev listesine ekler ve dispeyçeri yeni görevle ilgili uyarır. Dispeyçer görevi uygulamak için seçtiği zaman, sistem otomatik olarak formu oluşturur ve bilinen bilgilerle doldurur. Örneğin, tirenin şimdiki konumuna ve trenin İşletme tarafından oluşturulmuş hareket planına dayanarak, sistem tirenin CTC bölgesinde olduğunu ve istasyon bölgesine yaklaşıyor olduğunu bilir ve formlar gelen bilgiler ışığında otomatik doldurulur. Dispeyçerler sadece bu formu gözden geçirirler ve yayınlarlar.

7.7 İş yükü Azaltıcı Trafik Kontrolleyici

Tren trafiğini planlamak uğraştırıcı bir iştir ve gelecekteki farklı ve çoklu olaylar için plan yapabilme yeteneği gerektirir. Dispeyçerlik stres altında soğukkanlı olabilme yeteneğini gerektirir. Birden çok işle aynı anda uğraşabilme olgusunu gerektirir. Dispeyçerden yükü, herhangi bir otomasyon veya destek ile alırsak, dispeyçerlere daha zor konular üzerinde yoğunlaşması için daha fazla zaman tanınmış olunur. Belirtilen özelliklere ek olarak, sistem CTC`den daha ileri bir otomatikleştirilmiş trafik kontrolü sağlar.

BDD sistemlerinin gelişiminde tanıtılmış CTC özellikleri, elle yapılan basit planlama ve sevkini üzerinde büyük bir gelişmeydi. Otomatik seyir sevki demiryollarına genelde iyi hizmet verdi fakat bakış açısı her zaman buluşma ve geçme planlamasıyla kısıtlanmıştı. Bu şekilde kısıtlı bir bakış açısıyla, planlanmış iş yapmayı veya tercih edilmiş rotanın bir parçası olmayan bir rotayı destekleyemedi. Bunlar hala dispeyçer müdahalesi gerektirmektedirler.

Yeni geliştirilmiş dispeyçer sistemi , geçmişteki dizi yönlendirmede kullanılmayan bilgiyi kullanırlar. Hareket planlayıcısı tarafından oluşturulan hareket planları CTC fonksiyonuna, trenlerin merkezden hedeflerine giden rotaları ayarlamak için gerekli bilgileri verir. Bu bilgiler

sadece buluşmaları ve geçmeleri değil, birleşmeleri, bindirmeleri, indirmeleri, ve diğer hatları da içine alır. Planlanmış işler için formları oluşturan akıllı işler ile birlikte dispeyçer, otomatikleştirilememiş diğer görevlerle uğraşmak için daha fazla zaman kazanmıştır.

7.8 Sonuç

Geniş ölçüde donanım ve yazılım ile birlikte açık bir yapı kullanımı ve hedefe yönlendirilmiş bir dizayn metodu, yeni teknoloji güncellemelerini kolayca kabul edebilen bir BDD sistemini oluşturmuştur. Merkezi veya dağıtılmış uygulamayı destekleyen bir yapı, demiryoluna BDD parçalarının yerleştirilmesi için yeni yetenek verir. Artırılmış esneklikle oluşturulmuş yeni sistemler, gelecekteki ihtiyaçları karşılamaya daha etkin tekliflerini sağlar.

Yeni nesil BDD sistemleri kullanıldıkça, dispeyçerlere ve demiryollarında önemli ölçüde verimlilik gelişimi sağlayacaktır. Demiryolu verimliliğine ilk faydası, hat parametreleri, tren teşkil bilgileri, hız sınırları, personel limitleri gibi tiren hareketleri ile ilgili bütün faktörleri dikkate alan geliştirilmiş hareket planlayıcısı aletleri vasıtasıyla olmuştur. Bu plan işletmenin varlıklarının daha verimli bir kullanımı sağlayacak iş hedefleri etrafında optimize edilebilir.

Yeni nesil dispeyçer sistemi, dispeyçerin zamanının çoğunu harcayan uzun ve gereksiz elle bilgi girimi işini azaltmaya yarayan akıllı formlar ve Görev Listesi gibi oldukça otomatikleştirilmiş aletlerin avantajlarını kullanır. İyi bir hareket planlayıcısı ile geliştirilmiş otomatik yönlendirici daha önce dispeyçerler tarafından yapılan buluşların ve geçişlerin ayarlanması işini yaparak dispeyçer yükünü daha da azaltmıştır. Bu dispeyçerin gün içinde olan trafik akışını izleyen bir alana yöneticisi olmasını sağlar. İleri BDD sistemleri kullanan demiryolları daha iyi trafik akışı ve azaltılmış iş yükü sayesinde verimlilik faydaları elde ederler.

BÖLÜM 8

DEMİRYOLU TREN TRAFİK HAT SİNYALİZASYONU ve KAPASİTELERİ

8.1 Giriş

Sinyalizasyonun görevi tren katarlarını birbirinden emniyetli bir şekilde ayırmaktır. Bu görev içinde, hem birbirlerini takip eden katarların arasındaki mesafeyi hem de bağlantı ve dikey geçişlerden gelebilecek katarların engellenmesini içermektedir. İşletmede emniyetin sağlanması dışında sinyalizasyon sisteminin diğer kullanım gereksinimlerini hat kapasitesini artırmak, orer çizelgelerinin iyileştirilmesini sağlamak, enerji tüketimini asgariye indirmektir.

Demiryolu ulaşımında artan yolcu talebi yolcuların trene binme inme süresi artmakta ve trenlerin istasyondan ayrılma zamanlarını geciktirmektedir. Planlanan seyir süreleri aşıldığında trenler, mevcut sinyalizasyon sistemlerinin emniyetli mesafeyi temini gayesinde zorluklarla karşılaşılır ve normal hızlarını azaltmak zorunda kalırlar. Herhangi regülasyon uygulanmadığı takdirde sistemin düzensiz çalışması büyüyerek devam eder. Düzensiz çalışan diziler bir bölgeye yığılarak sık sık pozitif ve negatif ivmelenme durumlarında bölgeyi besleyen trafonun aşırı yüklenmesine sebep olabilirler. Aynı zamanda gecikmelere neden olup işletmeciliği olumsuz yönde etkilerler. (Çağal, U. 1997)

8.2 Hat Kapasitesi

Artan yolcu kapasitesinin karşılanması ve seyir sürelerinin kısalması için gerekli önlemlerin başında sinyalizasyon sisteminin etkisi büyüktür. Hat kapasitesinin artırılması sinyalizasyon sistemine yenilik yapılmasıyla mümkündür. Düzenli bir taşımacılık planlanan seyirlerin talebi karşılanması ile mümkündür. Sinyalizasyon sistemlerinde kullanılan sabit blok sisteminde ışık konumlarının artırılması blok uzunluklarını kısaltacağından hat kapasitesini artırır.

Sürekli artan yolcu talebi sabit blok sisteminin sınırlarını zorlamış, yeni bir sinyalizasyon sisteminin ihtiyacını doğurmuştur. Hareketli blok sistemleri olarak bilinen bu yeni sinyalizasyon sisteminde, hattan maksimum derecede yararlanmayı hedeflemektedir. Demiryollarında kullanılan bilgisayar destekli sistemlerde hat kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır. (Clark, G.E. 1994)

Sinyalizasyon sistemlerinin dizaynında hat kapasitesi,

$$HK_1 = YK_t \times TS_m \quad (8.1)$$

Burada;

HK_1 : Hat kapasitesi (saatteki yolcu kapasitesi)

YK_t : Tren yolcu kapasitesi

TS_m : Saatteki maksimum tren sayısıdır.

Hattaki bir noktadan geçen, birbirini izleyen iki dizi arasındaki minimum servis periyodik zaman,

$$PZ_{sm} = 3600 / TS_m = PZ_m + \Delta PZ \quad (8.2)$$

Formülü ile bulunur. PZ_m yolcu kapasitesi bakımından minimum periyodik zaman olup, ΔPZ periyodik zaman marjinedir. Bu marjin trafik regülasyonu için zorunlu olup, değeri işletim durumuna bağlı olarak değişmektedir. Hattaki sinyalizasyon prensibinde periyodik mesafe en düşük frenleme mesafesine bağlı olarak hesaplanır. Negatif ivmelenme durumundaki değişim oranının ve teçhizat gecikmelerinin ihmal edildiği durumda, iki tren arasındaki minimum mesafe şekil 8.1 de gösterildiği gibidir.

$$M_m \geq \frac{V^2}{2.d} \quad \text{olup, emniyetli işletmecilik açısından minimum periyodik zaman,}$$

$$PZ_m = \frac{M_m + l_t}{V} \text{ dir.} \quad (8.3)$$

Formüllerde;

V ; tren hızını

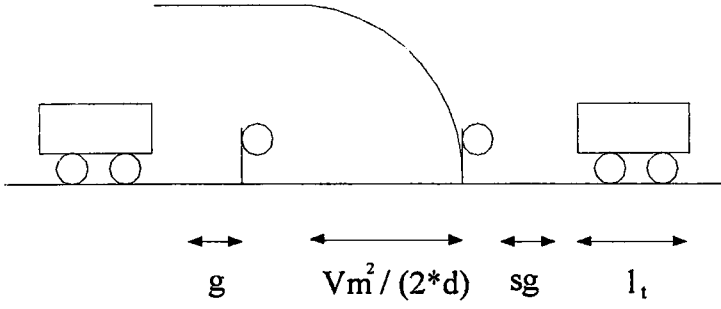
l_t ; tren boyunu

d ; negatif ivmelenmeyi göstermektedir.

Yukarıda verilen formüller sayesinde,

$$PZ_m = V / 2.d + l_t / V \quad \text{ve} \quad TS = \frac{3600}{\frac{V}{2.d} + \frac{l_t}{V}} \quad (8.4)$$

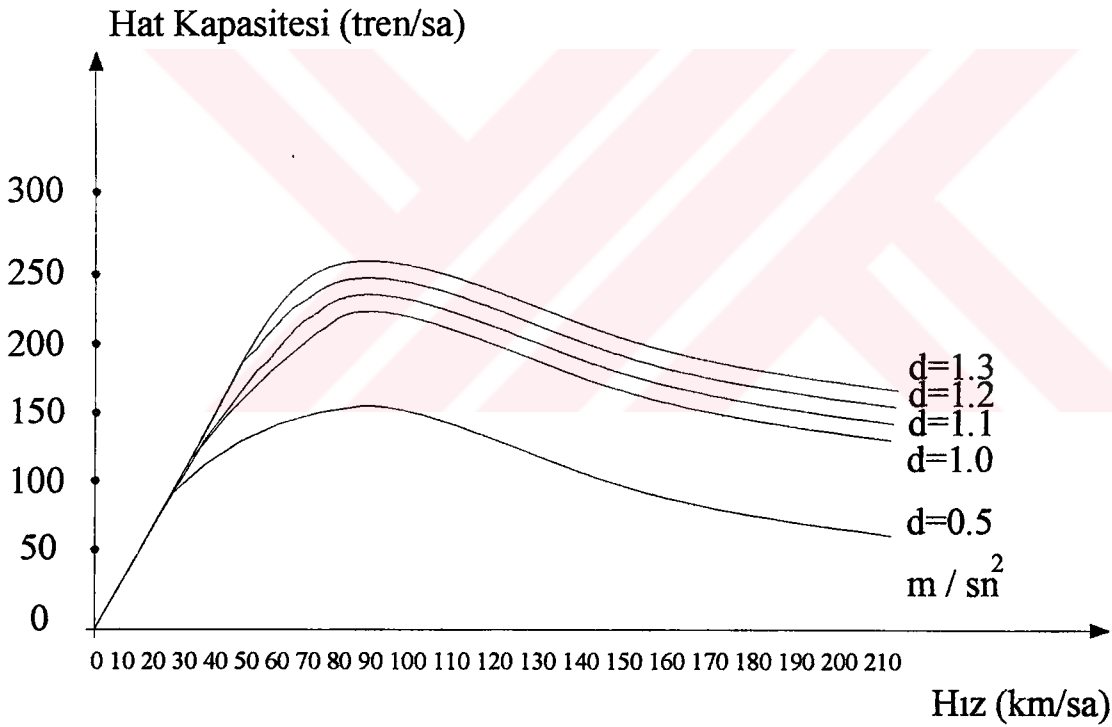
Saatteki tren sayısı bulunur.



Şekil.8.1 İki tren arasında minimum mesafe

Burada g ; görüş mesafesini

sg ; sinyal geçiş mesafesi (güvenlik için)



Şekil 8.2 Hat kapasitesi, hız grafiği

Hat kapasitesinin hız ve negatif ivmelenme değerine bağlı olarak değişimi şekil 8.2 de verilmiştir. Hat kapasitesini maksimum yapan optimal hız değeri;

$$V_{op} = \sqrt{2.dI_t} \quad \text{olup,} \quad (8.5)$$

$$TS_m = 3600 \sqrt{\frac{d}{2I_t}} \quad (8.6)$$

Olarak maksimum hat kapasitesi bulunur. Negatif ivmelenme değerinde hat kapasitesinde rolü şeklinde görülmektedir. Büyük frenleme ivmesi hat kapasitesini artırmaktadır.

8.3 Sinyalizasyon Sistemleri

8.3.1 Sabit Blok Sinyalizasyon Sistemleri

Demiryollarında, metro sistemlerinde geniş çapta kullanılan sinyalizasyon sistemidir. Ray hat boyunca sabit bloklara ayrılır. Blok uzunluğu, maksimum tren hızına ve en düşük tren frenleme değerine göre tayin edilir. İşletme durumunda, sadece bir tren bir bloğu işgal edebilir ve takip eden tren, blok giriş sinyalleri sayesinde önündeki blok durumuna göre hareket eder.

Blok mesafesinin belirlenmesi bakımından, sabit blok sinyalizasyon sistemi çeşitlilik gösterir; hız ve yol sinyal sisteminde; bloklar boyunca, sürücüye blok hız limitleri coğrafik duruma ve öndeki trenin pozisyonuna göre iletilir. Yol sinyal sisteminde ise sadece öndeki blok durumu sinyal konumları vasıtasıyla sürücüye bildirilir. Blok uzunluğu tayini, işletimdeki farklılık yüzünden her iki sinyal sisteminde değişik metotla yapılır.

Hız sinyal sisteminde;

$$l_b = \max(f(V_m, V_1), f(V_1, V_2), \dots, f(V_n, 0)) \quad (8.7)$$

Yol sinyal sisteminde;

$$l_b = \frac{1}{(n-2)} f(V_m, 0) \quad (8.8)$$

Şeklinde blok uzunlukları tespit edilir. Burada l_b blok uzunluğunu, $f(V_1, V_2)$ fonksiyonu V_1 hızından V_2 hızına geçiş esnasında servis frenleme mesafesini, n sinyal konum sayısını (kırmızı, sarı, yeşil vb.) ve $n-2$ birbirini izleyen iki tren arasındaki minimum sinyal blok sayısını gösterir.

Hat kapasitesinin etkili bir şekilde kullanılması ve iyi bir trafik regülasyonun yapılabilmesi; hız sinyal sisteminde sürücünün hız bildirimlerine uymasına, yol sinyal sisteminde ise sürücünün tamamıyla yol bilgisine bağlıdır. Ekspres, banliyö ve yük trenlerini içeren karışık bir hat için her trene ait belli hızlar olduğu gibi aynı zamanda hat kapasitesi optimizasyonu

içinde optimum hızlar mevcuttur. Hız sinyal sistemi; bu tür sistemlerde kompleks olmasına karşın, etkili bir iletişim açısından bir çok demiryolu sisteminde kullanılmaktadır.

Blok uzunluğu formülünde bulunan $f(V_m,0)$ fonksiyonu maksimum izin verilen hızda giden bir trenin tamamıyla durması için gerekli olan fren mesafesidir. Hat boyu değişik trenlerin bulunduğu bir sistemde en uzun fren mesafesi dikkate alınır.

İdeal şartlar altında, tren koruma teçhizatlarının komut işlevini geciktirme zamanı ve trenin sabit negatif ivmeye varma süresinin ihmal halinde hız sinyal sisteminde periyodik mesafe;

$$PM = l_t + sg + \frac{n}{(n-1)} f(V_m,0) \quad \text{veya} \quad PM = \frac{n+1}{n-1} f(V_m,0) \quad (8.9)$$

Aynı şartlar altında yol sinyal sisteminde;

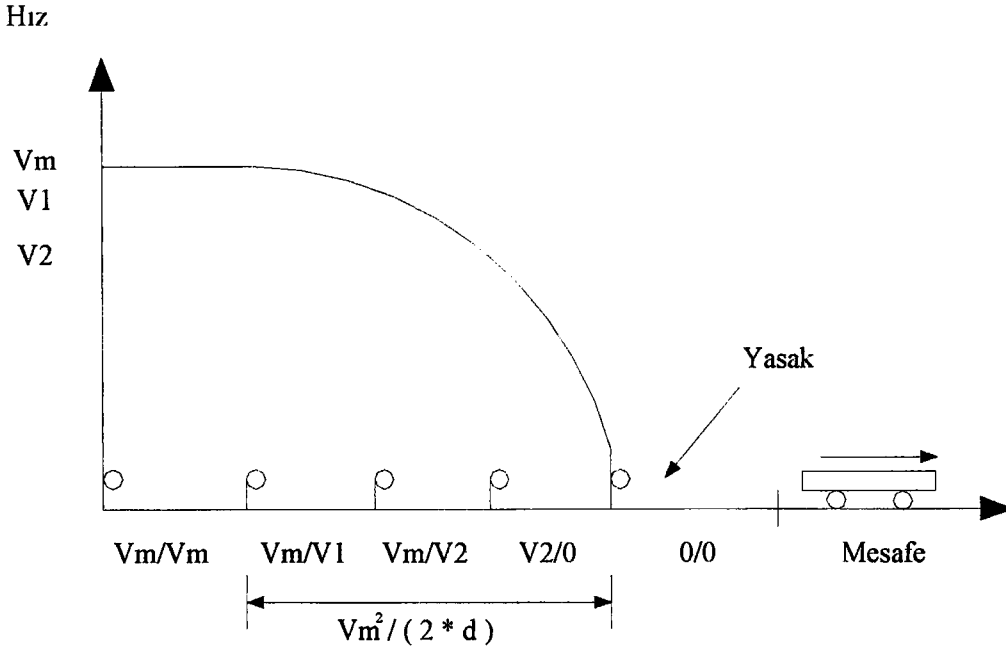
$$PM = l_t + g + sg + \frac{n-1}{n-2} f(V_m,0) \quad \text{veya} \quad PM = \frac{n}{n-2} f(V_m,0) \quad (8.10)$$

Ölarak iki şekilde hesaplanır.

$F(V_m,0)$; V_m hızında trenin durması için gerekli fren mesafesi

Bazı sistemlerde görüş mesafesi ve emniyetli durma mesafesi bir blok uzunluğunda alınır. Bu durumda trenler arasında durma mesafeleri dışında birde yasak bölge mevcuttur. Ayrıca yüksek hızlı tren işletiminde sürücünün hat boyu sinyalizasyon gözleminde olabilecek herhangi bir hatayı gidermek için kabin sinyalizasyonu kullanılmaktadır. Hattın durumu sürücü kabininden direkt olarak görülür. Şekil 8.3' de 5 konumlu sinyal sistemi veya 4 konumlu hız sisteminin hız regülasyonu verilmiştir.

V_m , V_1 , V_2 ve 0 olmak üzere 4 hız limiti ve yasak bölgeyi içermektedir. İşletimde hız sınırlarını gösteren 5 sinyal konumu sırasıyla (V_m/V_m) , (V_m/V_1) , (V_1/V_2) , $(V_2,0)$ ve $(0,0)$ 'dir.



Şekil 8.3 Beş konumlu sinyal sistemi

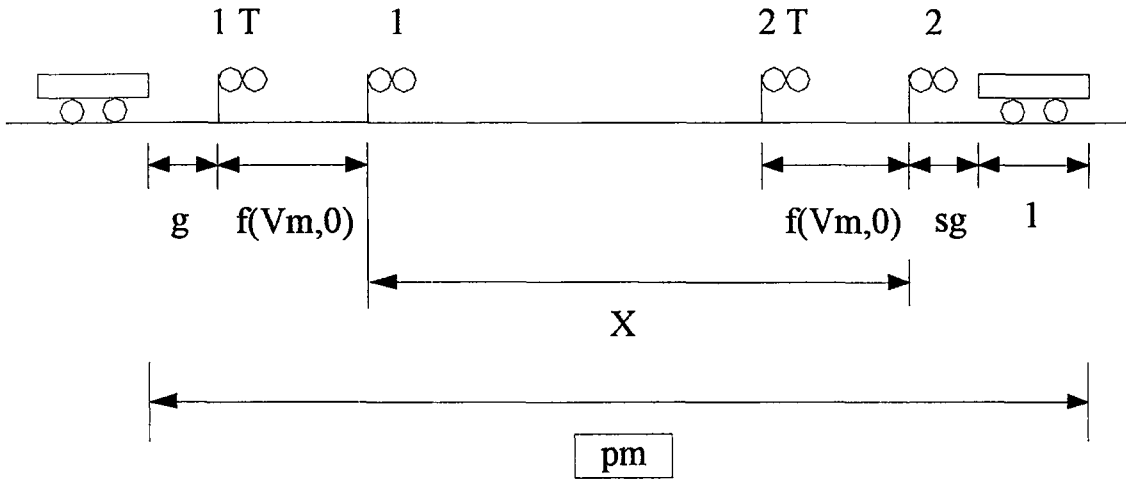
Sabit blok sinyalizasyon sistemi sinyaller ve/veya yol boyu yerleştirilen bilgi iletim birimleri (beacon veya transponder) vasıtasıyla, hat boyu trenler arasında emniyetli mesafeyi temin eder. Yeşil, sarı, sarı-yeşil, kırmızı vs. ışık kombinezon konumlarını içeren sinyaller, hat durumunu sürücüye anlaşılan sistemiyle bildirir. Ray devresi ile tespit edilen blok meşgulliyeti veya merkezden yapılan yol tanzimi sinyallerin konumunu otomatik olarak değiştirir. Yol boyu yerleştirilen bilgi iletim birimleri de hat durumuna bağlı olarak, hat hız limitlerini (konumlarını) değişik rezonans frekanslarını kullanarak üzerinden geçen trene manyetik olarak aktarır. Bilgi iletiminin konum sayısına göre, sinyalizasyon sistemi 2'li, 3'lü vs. konumlu olarak isimlendirilir. Bu farklılık hat kapasitesini, PM periyodik mesafenin değişik olmasından Periyodik mesafe formüllerinde sinyal konum sayısı alınmıştır.

2 konumlu sinyalizasyon sistemi;

$$pm = g + f(V_m, 0) + x + sg + l$$

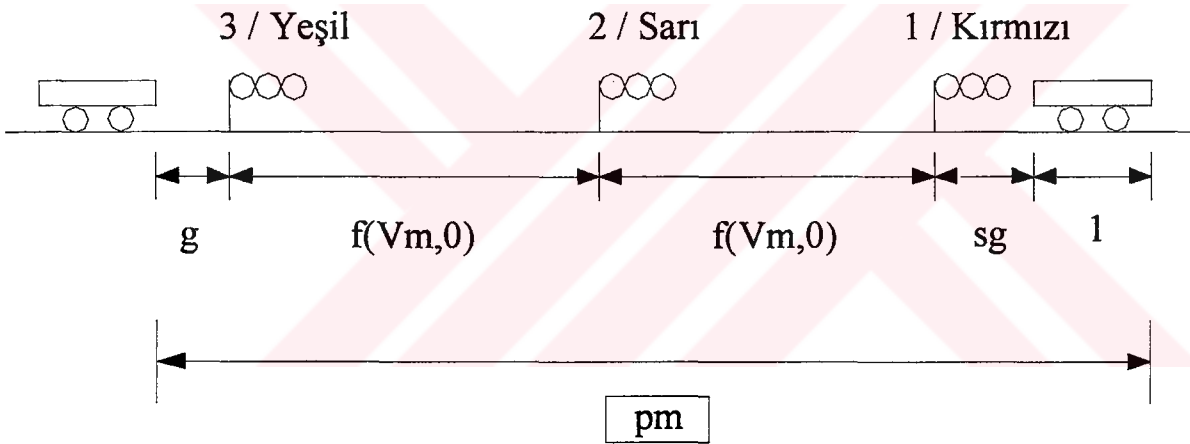
Kapasitenin artırılması x mesafesinin azaltılması ile mümkündür.

Üç konumlu sinyalizasyon sistemi:



T : Tekrarlayıcı Sinyal

Şekil 8.4 İki konumlu sinyalizasyon sistemi

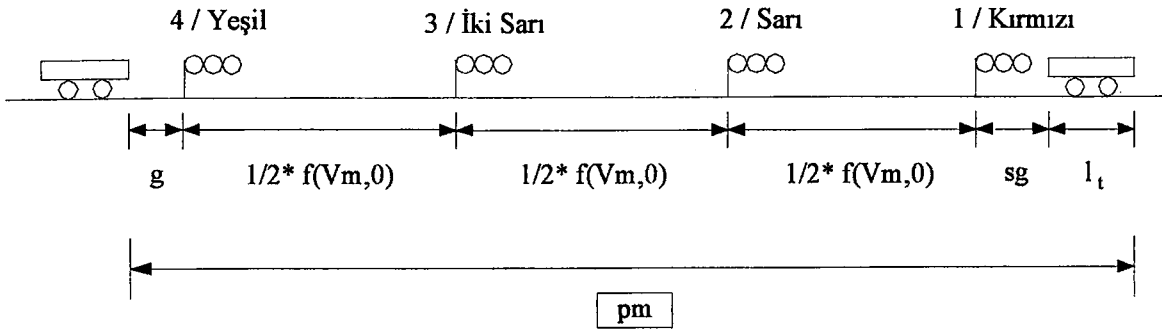


Şekil 8.5 Üç konumlu sinyalizasyon sistemi

$$pm = g + 2.f(V_m,0) + sg + 1 \quad (8.11)$$

4 Konumlu Sinyalizasyon Sistemi

Daha yüksek tren hızı sağlanması ve trenler arası mesafenin kısalarak hat kapasitesinin artırılması dört konumlu sabit blok sinyalizasyonu ile sağlanır. Peryodik minimum mesafe;



Şekil 8.6 Dört konumlu sinyalizasyon sistemi

$$pm = g + 3/2 \cdot f(V_m, 0) + sg + 1 \quad (8.12)$$

Dört konumlu ışık sinyallerin anlamı şu şekildedir.

Yeşil: Yol açık sınırlama yok

İki Sarı: Gelecek sinyali sınırlı hızda geç

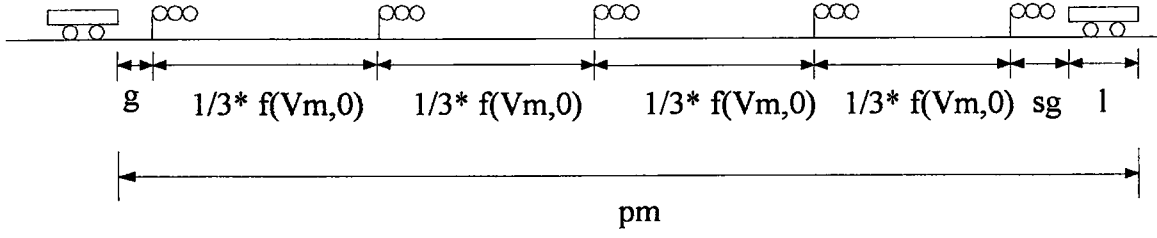
Sarı: Gelecek sinyalde dur

Kırmızı: Dur

Hız sinyal sisteminde açık olarak sınırlı hız limitleri belirtilir. Örneğin iki sarı ışık konumlu sinyal gelecek sinyalin 50 km/sa ile geçilmesi gerektiğini sürücüye açık olarak bildirir. Dizayn aşamasında hatta bulunacak trenlerin hız limitlerini göz önüne alınarak bir üst sınır V_m ve bir alt sınır V_1 tespit edilir. Blok uzunluğu yukarıda bahsedildiği gibi;

$$l_b = \max(f(V_m, V_1), (V_1, 0)) \quad (8.13)$$

Hesaplanır bu durumda sinyallerin hız karşılıkları; Yeşil (V_m, V_m) iki sarı (V_m, V_1) , sarı $(V_1, 0)$ ve kırmızı $(0, 0)$ şeklinde olur.



Şekil 8.7 Beş konumlu sinyal sistemi

Blok mesafeleri diğer konumlu sinyalizasyon sistemlerine nazaran daha kısadır. Trenlerin birbirlerinden etkilenmeden çalışabilmeleri için normal işletme durumunda birbirini izleyen iki tren arası blok sayısı 4 olmalıdır 3 bloğa düşme durumunda arkadaki tren hızını azaltır ve öndeki bloklara düşük hız limitlerinde giriş yapar. Her bir blok için hız konumları (V_m, V_m) , (V_m, V_1) , (V_1, V_2) , $(V_2, 0)$, $(0, 0)$ olmak üzere hız sinyal sisteminde trene açıkça iletilir. Bu sinyal sisteminde bloklar için periyod mesafesi,

$$pm = g + \frac{4}{3} f(V_m, 0) + x + sg + l \quad \text{dir} \quad (8.14)$$

8.3.2 Sabit Konumlu Sinyalizasyon Sistemlerinde Kapasite

Hat blok durumları ele alındığında, n konumlu bir sinyal sisteminde normal işletme esnasında minimum trenler arası periyodik mesafe genel formülüyle,

$$PM = g + sg + l + (n-1)/(n-2) f(V_m, 0) \quad (8.15)$$

n konum sayısının artırılması ile pm limit değeri,

$$PM = g + sg + l + f(V_m, 0) \quad (8.16)$$

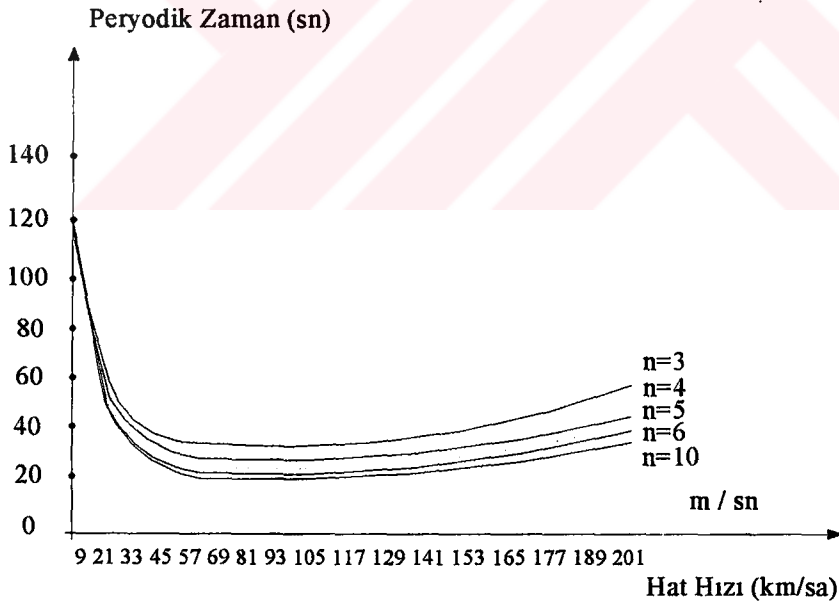
Normal işletme için gerekli minimum periyodik mesafe ve hat hızına göre trenler arasında olması gereken periyodik zaman

$$PZ = pm/Vm \text{ dir} \quad (8.17)$$

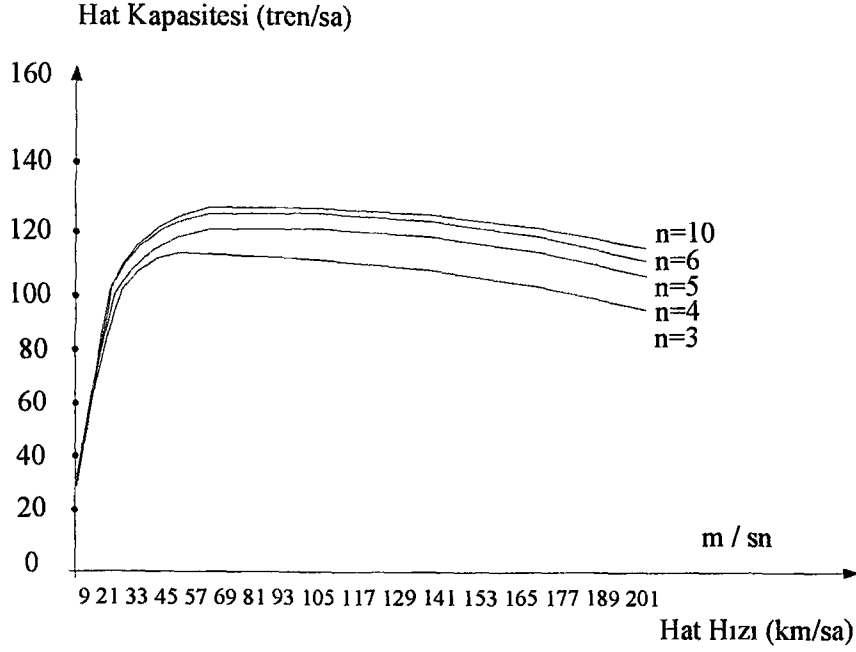
Hattın bir noktasından saatte geçen tren sayısı o hattın kapasitesini vereceğinden,

$$TS = 3600Vm/pm$$

Peryodik zaman-hat hızı ve hat kapasitesi- hat hızı grafikleri n konum sayısına göre Şekil 8.8 de verilmiştir. Hat kapasitesinin artırılması için en düşük periyodik zamanı veren bir optimum hız olduğu belirtilmiştir. Sinyalizasyon sisteminde n konum sayısının artırılması ile periyodik zaman azaltılmakta bunun neticesinde de hat kapasitesi artmaktadır. Fakat maksimum hat kapasitesi belli n konum değerinden sonra sonlu sabit değer almaktadır. Bu; sabit sinyalizasyon sistemlerinin hat kapasitesindeki sınırını teşkil eder. Genelde 5 ve 6 konumlu sinyalizasyon sistemleri bu sınıra dayanır. N konum sayısının daha fazla artırılması çok az kapasitenin artırılmasını sağlayacağından ekonomik değildir.



Şekil 8.8 Peryodik zaman hat hızı grafiği



Şekil 8.9 Hat kapasitesi hat hızı grafiği

8.4 Hareketli Blok Sinyalizasyon Sistemleri

Sabit blok sinyalizasyon sistemlerinin hat kapasitesinin artması karşısında yetersiz kalması hat kapasitesini artıran hareketli blok sinyalizasyon sistemlerine geçişi hızlandırmıştır.

Hareketli blok sinyalizasyon sistemlerinde trenlere sürekli olarak otomatik tren işletimi ve koruması için veri iletişimi sağlanır. Bu sürekli veri iletimi sayesinde trenler arası güvenli fren mesafesi, ani frenleme mesafelerinden az olmamak şartıyla kontrol edilir. Aynı zamanda tren hızı ve pozisyonu bilgileri yol boyu işlemciler vasıtasıyla merkeze iletilir. Bu iki yönlü veri iletimi sistemin temelini oluşturur. Bu sinyalizasyon sistemlerine iletim tabanlı sistemlerde denir. (Lockyear, M.J. 1996)

8.4.1 Hareketli Blok Sistemler

Hareketli blok sinyalizasyon sistemi; trenler arasındaki mesafenin kontrolündeki farklılık bakımından değişik sistemler içerir.

1. Hareketli Mesafe Bloklı (HMB)

Birbirini izleyen iki tren arasındaki minimum mesafe, maksimum hat hızında durmak için gerekli fren mesafesidir. İşletim boyunca kontrol edilen bu mesafe;

$$M = \frac{V_m^2}{2.d} \quad (8.18)$$

V_m : Maksimum hat hızı

d : Frenleme mesafesi

Bu sistemde, izleyen trene yalnızca kendi pozisyonuna ilişkin öndeki trenin pozisyonu bilgisi iletilir. İşletim mesafesi sabit olup, trenler çalışma hızlarından bağımsızdır.

2-Hareketli Zaman Bloğu (HZB)

Hat boyunca herhangi bir noktayı geçen iki tren arasındaki zaman farkı hareketli blok sistemi işletiminde sabittir ve öndeki trenin çalışma hızından bağımsızdır. Trenleri ayıran minimum mesafe;

$$M = \frac{V_m.V_2(t)}{2.d} \quad (8.19)$$

$V_2(t)$: İzleyen trenin t zamanındaki çalışma hızıdır.

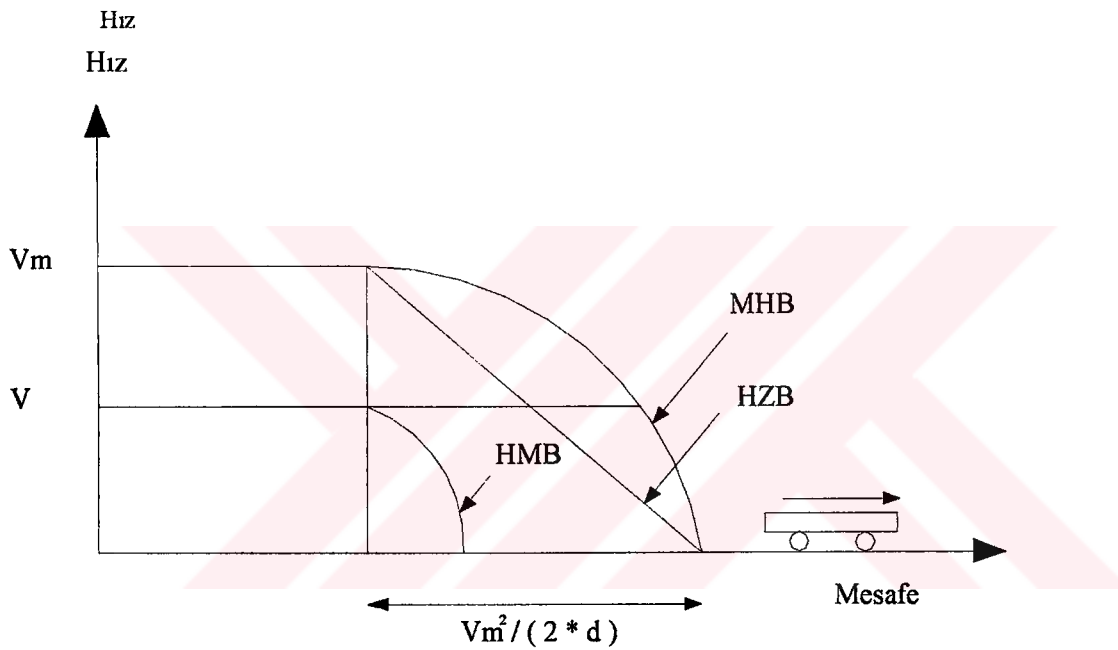
2. Minimum Hareketli Blok Sistem (MHB)

Sabit blok sistemlerinde konum sayısının artırılması; blok uzunluklarını kısaltır ve dolayısıyla trenler arasında minimum mesafenin azalmasını, hat kapasitesinin artmasını sağlar. Blok uzunluklarının sıfır olması durumunda, bir trenin pozisyonu tam olarak bilinir ve emniyet sınırları içerisinde trenler arası mesafeyi mutlak minimuma indirmek mümkündür. Birbirini izleyen iki tren arasındaki mutlak mesafe, izleyen trenin hızına bağlı olarak değişen ani frenleme mesafesidir. Gerekli olan bilgi iletimi trenlerin rölatif pozisyonları ve izleyen trenin hızıdır. Bu sistemde trenler arası minimum mesafe;

$$M = \frac{V_2(t)^2}{2.d} \quad (8.20)$$

Burada M, bir çarpışmanın olmaması için gerekli minimum mesafedir. Öndeki trenin ani olarak birden bire durulabileceği prensibine göre hesaplanır. Minimum hareketli blok (MHB) bütün hareketli blok sistemleri içerisinde minimum periyodik mesafe ve zamanı veren sistemdir.

Hareketli blok sistemlerinin hız regülasyonları aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



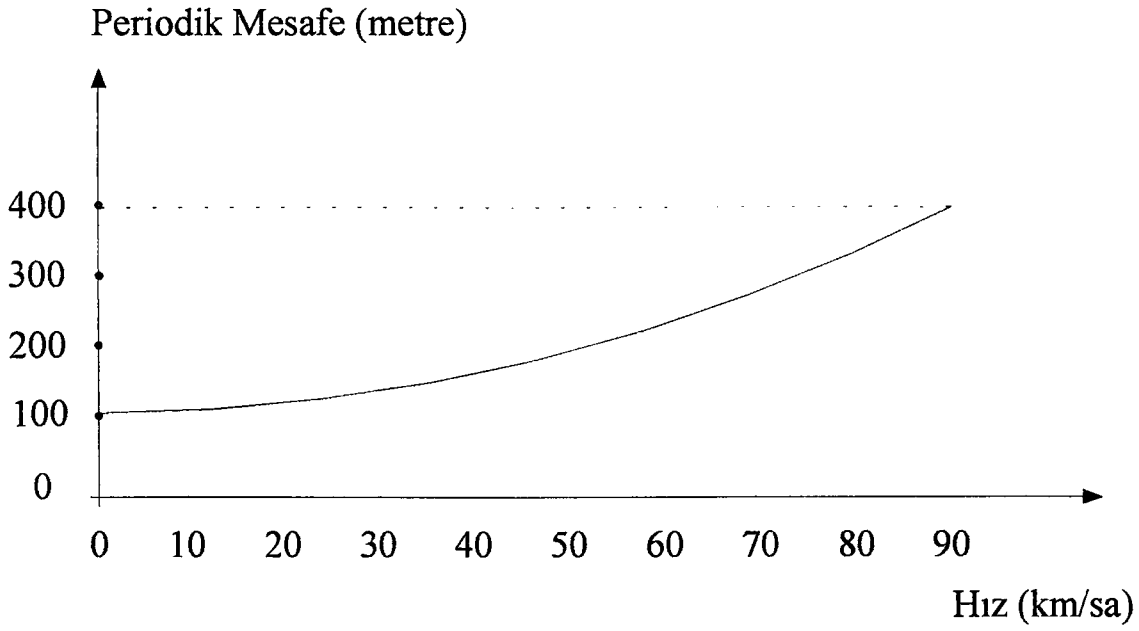
Şekil 8.10 Hareketli blok sistemlerinin hız regülasyonları

Hareketli blok sinyalizasyon sisteminde hat kapasitesi;

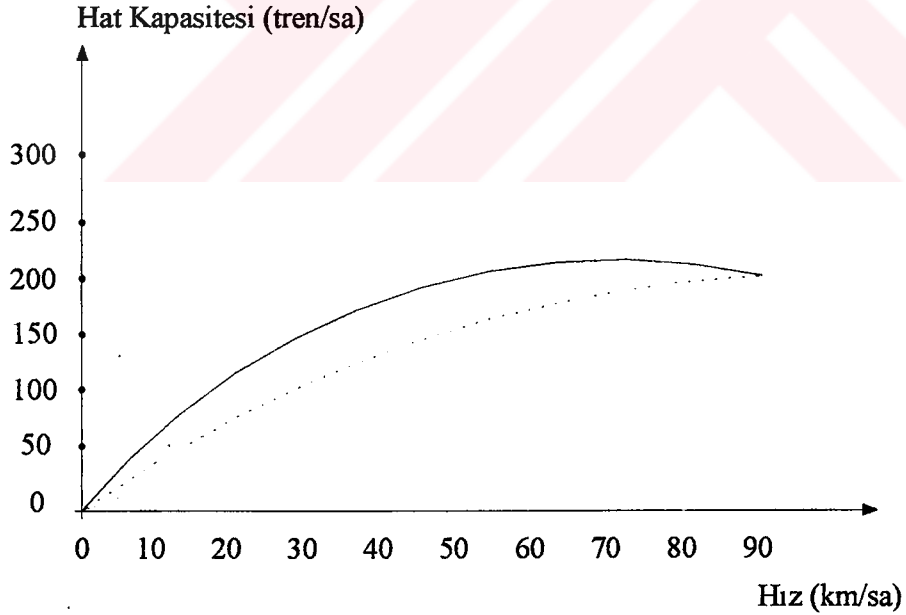
$$HK = \frac{3600.V}{PM} \quad \text{tren / saat} \quad (8.21)$$

Formülü ile hesaplanabilir. Şekil 10 farklı hareketli blok sistemlerinde minimum periyodik mesafeyi ve hat kapasitelerini göstermektedir. Bu şekillerden görüleceği gibi minimum hareketli blok sistemi (MHB) maksimum kapasiteyi vermektedir. Hareketli zaman bloğunun (HZB) hat kapasite hareketli mesafe bloğu (HMB) sistemininkinden hemen hemen bütün

işletim durumlarında fazladır. HZB sistemi MHB sisteminden daha az hat kapasitesi içermesine karşın hız değişikliklerine karşı az duyarlıdır.



şekil 8.11 Hareketli blok sistemlerinde peryodik mesafe



şekil 8.12 Hareketli blok sistemlerinde hat kapasitesi

8.4.2 Veri İletimi

Hareketli blok sistemlerinde, otomatik tren işletimi ve yol boyu kontrol teçhizatları arasında iki yönlü bilgi alış verişi bulunmaktadır. Bu bilgi alış verişi için klasik anlamda ray devreleri yetersiz kalır. Bu nedenle rayların arasına anten fonksiyonu gören endüksiyon iletim halkaları döşenir ve düzenli aralıklarla çaprazlanır. Tek kanalda iki yönlü iletim kullanımı ve uygun kodlanma tekniği ile tren ve yol boyu işlemcileri arasında iki yönlü veri alış verişi endüktif iletim halkaları düzeneği ile sağlanır. Her bir tren pozisyonunu, hızını yönünü periyodik olarak iletir. İletim halkasının çaprazlandığı yerde iletilen sinyalin faz değiştirmesi ile tren pozisyonu belirlenir.

Trenler arası güvenli fren mesafesinin sağlanması için her bir trene yol boyu işlemcileri tarafından kumanda bilgisi iletilir. Kablo band genişliği sayesinde çok fazla bilginin iletimi mümkün olur.

Tren pozisyonunun daha emniyetli saptanması ve haberleşmenin daha güvenilir ve eş-zamanlı yapılması zorunluluğu; trenle merkez ve merkez-tren-istasyon aralarındaki iki yönlü bilgi haberleşmesinde uydu kullanımı en etkin çözüm olacaktır. (Gill, D.C., Goodman, C.J.1992)

8.5 Sonuç

Demiryollarında sinyalizasyon sistemleri hat kapasitesinin artırılmasında büyük rol oynar. Aynı zamanda emniyetli bir işletmecilik için temel fonksiyonlardan biridir. Sabit blok sistemlerde hat kapasitesi için ekonomik sınırlı seviyeye gelinmiş ve bu seviyenin üzerindeki dizaynlar hem pahalı bir yatırımı gerektirmekte ve hem de önemli bir kapasite artışı sağlamamaktadırlar. Bu nedenle hareketli blok sistemlerine geçiş yapılmış seferler arasındaki minimum periyodik zamanlar saniyelere indirilmeye başlanmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte uydu haberleşmesi tren trafik kontrol sistemlerinde kullanılmaya başlanmasıyla daha güvenli ve eş-zamanlı bir iletişim sağlanmıştır.

Hareketli Blok Sistemi hat boyu teçhizatla azalma sağlar Sinyaller ve ray devreleri sitemde yoktur. İşletmecilik açısından bakımında kolaylık getirir. Yol kapasitesi, dizayn aşamasında hareketli blok sisteminde sabit değildir. Normal işletim boyunca kolayca kontrol edilebilir. Gün boyunca sürekli değişen talebe göre hat kapasitesi etkili bir şekilde ayarlanabilir. Bu artan talep karşısında, trafik düzenini bozulmasını engeller. Ayrıca yolcu talebine göre hattaki

tren sayısının belirlenmesi enerji tüketimini düşürür. Hareketli blok sistemler bu tip faydaların sağlanmasında sabit blok sistemlerden daha esneklerdir.

Hareketli blok sistemlerinde veri iletimi sürekli olmalıdır. Bu; GPS ile haberleşmesi sayesinde güvenilir bir veri iletimi sağlanmış olacaktır. Veri iletiminde herhangi bir aksaklık sistemi tamamıyla etkisiz hale getirmektedir.



BÖLÜM 9

TREN HAREKETLERİNİN KONTROLÜNDE VAGON DAĞILIMININ İNCELENMESİ

9.1 Giriş

Demiryolu ulaşımında vagon hareketleri önemli bir yer tutmaktadır. Ulaştırma sistemlerinin lojistik planlamasında boş veya dolu yük taşıtlarının hareketlerinin kontrolü ve planlanması, ulaştırmanın her aşamasında karşımıza önemli bir fenomen olarak çıkar.

Yük taşınması, temeli ekonomik hareketliliğe dayanan ve büyük ölçüde karmaşık işlemler içeren; taşınan yüklerin değişikliği, ulaştırma sistemlerin çeşitliliği, yükleme ve taşıma sistemlerinin ve taşıma araçlarının türlerinin farklılığı sayesinde, bir ulaştırma sistemi şebekesi üzerinde ortaya çıkan geniş kapsamlı problemleri de içeren bileşik yapıya sahiptir. Yük taşıma problemi konusunda yapılan araştırmaların çoğu, hem dolu hem de boş vagonlarının hareketleri ve organizasyonuna yönelik araştırmalar olup; aynı zamanda bir noktadan diğerine dolu olarak giden, sonradan ise boş olarak hareket eden vagonların birleşik hareketlerinden oluşmaktadır.

Ulaştırma sistemlerinin ekonomik olarak verimli bir işleyişe sahip olabilmesi ve işletmecilik açısından maliyetlerin minimuma indirilmesi; hem dolu hem de boş vagonların hareketlerinin düzenlenmesi, sistem faydalarının en çoklayacak stratejilerin geliştirilmesi ihtiyacı dünya taşımacılık endüstrisinde uzunca bir süreden beri hissedilmiş ve bu konu hakkındaki araştırmalar son yıllarda artan bir eğilimle artmaya başlamıştır. Bu araştırmalarda, bir ulaştırma ağında vagonlar tarafından kat edilen toplam mesafenin içinde, boş vagonlar tarafından kat edilmiş yol miktarının, dolu vagonların kat etmiş olduğu mesafeden fazla olduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Amerika Birleşik devletler demiryollarında ortalama bir vagonun hareketli olduğu zamanın % 40'ını boş olarak geçirdiği sonucunun elde edilmesi, boş yük taşıtlarının hareketlerinin organize edilmesi probleminin ciddiyetini belirtmesi açısından önemlidir. (Mendiretta.V.B., 1981)

9.2 Boş Yük Vagonlarının Hareketlerinde Karşılaşılan Problemler

Vagon hareketlerinin güvenli ve ekonomik bir şekilde düzenlenmesinde aşağıda belirtilecek çeşitli problemlerin çözümü GPS vasıtasıyla optimum çözüme kavuşturulmuş olacaktır.

Vagon hareketlerinin merkezden görülmesinin iyi bir vagon dağılımı yapmak hususunda yetkili kişilere önemli bir fikir verecektir. Boş ve dolu vagon hareketlerini incelemek için değişik faktörlerin bu sorunun çözümüne olan etkilerini vurgulamak amacıyla, konuyu değişik bakış açılarına göre çeşitli kategorilere ayırmak faydalı olacaktır.

Uzun ve orta vadede çözüm sunabilecek stratejik planlama, talep tahmini, taşıt filosu analizi, bakım ve depo yerlerinin lojistik planlamasını da içeren politik modellerin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Stoktaki vagonların envanter kontrolünün yapılması ve ulaşımın başlangıç son noktaları arasındaki ulaştırma araçlarının boş hareketlerinden kaynaklanan boş akımların belirlenmesi gibi konuları içeren modellerin ortaya çıkarılması problemin çözümünde önemli rol oynayacaktır. (Güran L. 1998)

Servis hizmetleri, işletim maliyetleri, taşıt filosu, yük terminalleri, talep tahmini, ulaştırma güzergahları, ve değişen yük çeşitlerine duyarlı olarak ortaya çıkan bu sorunlar, geliştirilen modeller ve çözüm tekniklerinin başarılı bir biçimde konuya yaklaşımları sonucunda giderilebilmektedir. Bu problemler kısa vadede çözüm isteyen statik problemler, yada uzun vadede çözülmeyi bekleyen dinamik problemlerdir. Şebeke performansını etkileyebilecek arz ve talep analizlerine stokastik yada deterministik bir yaklaşım yapılmasının gereği de, vagon dağılımında yapılması gereken önemli kabullerden biridir.

Demiryollarında vagon dağılımı sorunu çözümü için aşağıdaki çözüm tekniklerini kullanmak gerekmektedir.

- Lineer programlama yöntemlerini kullanarak bir optimizasyon elde etmek
- Şebeke algoritmaları sayesinde optimum dağıtımını sağlamak
- Stokastik çözümlmeyi kullanarak geleceğe ait arz ve talebi tahmin etmek
- Simulasyon modelleri üzerinde çözüm oluşturmak

9.3 Vagonların Stok Kontrol Modeli

Demiryolu işletmesinde modellerin temel amacı, taşıtların verimli işletiminin gerçekleştirmek ve boş olarak yapılan yolculukların maliyetlerini en aza indirmektir. Bu yüzden arz talep dengesinin, şebeke üzerinde zamanla oluşacak dalgalanmaları da içerecek şekilde sağlanması gerekmektedir. Demiryollarında boş yük vagonlarının taleplere göre

tahsisinde karşılaşılan problemlerin biri onarımda yada yedek olarak bekletilen yük vagonların dağıtılmasıdır. (Saraç, M.A.,1977)

Boş bir vagonun küçük bir istasyon bölgesinde bekleme süresini günlük arz ve talep değişimleri, bir vagonun yükleme bölgesinde beklemesinin maliyetin ve talebin yerine getirilmemesine göre ortaya çıkan maliyete göre belirleyen bir stok kontrol modeli geliştirilmiştir.(Philip.C.E. And Sussman. J.M (1978)) Bu model küçük bir demiryolu istasyonunda mevcut yük vagonlarının ayrıntılı stok bilgilerinin tutulması sayesinde, günlük ve haftalık değişim gösteren boş yük vagonu arz ve taleplerinin karşılanması açısından faydalı olabilecek bir işletme modelidir. Bu modelde vagonların cinsleri, ne tür yük taşıyabilecekleri, yükleme-boşaltma durumları, hangi katarlara yüklenebilecekleri gibi envanter bilgileri önemli rol oynar. Bu stok kontrol modelin tüm işletme geneline yayıldığı düşünülürse, tüm istasyonlardan gelen ayrıntılı yerel boş yük vagonu envanter bilgilerinin, şebeke genelinde bu organizasyonu yöneten merkez tarafından değerlendirilebileceği görülecektir.

Bu bilgilerin ışığında yapılan değerlendirmelerin sonuçları yerel istasyonlara iletilir ve bu istasyonlar da kendi nüfuz bölgeleri içerisindeki müşterilerden gelen talepler doğrultusunda en uygun boş vagon tahsisini yaparlar. Şebeke merkezi, boş yük vagonu envanter bilgileri, şebeke üzerindeki istasyonlar arasındaki mesafeleri, taşımacıların taleplerini ve de şebeke üzerindeki istasyonlar arasındaki mesafeleri, taşımacıların talepleri ve de şebeke üzerindeki işletme maliyetlerini de dikkate alarak şebeke genelinde istasyonlar arası vagon transfer maliyetlerini belirlerler. Bu belirlenen maliyetler istasyonlara bildirilir ve yerel istasyonlar da kendi nüfuz bölgeleri içerisindeki boş yük vagonu tahsislerini organize ederler. Bu tahsislerden sonra oluşan yeni duruma ait boş vagon envanter bilgileri yeniden şebeke merkezine bildirilir. Şebeke merkezi ise yeni envanter bilgileri doğrultusunda ilgili istasyonlar arası transfer maliyetlerini ortaya çıkarır ve istasyonlara bildirir. İstasyonlarda kendi nüfuz bölgeleri içerisindeki vagon tahsislerini yaparlar ve bu işlem sürekli bir şekilde devam eder.

Bu model bilgisayar desteği sayesinde geliştirilmiş bir uygulamasında şebeke merkezinin belirlediği transfer maliyetleri istasyonlar tarafından veri olarak kabul edilmekte ve yerel olarak boş vagon tahsisleri söz konusu transfer maliyetlerini en aza indireyecek şekilde gerçekleştirilmektedir. Tahsislerden sonra elde edilen yeni envanter bilgileri ise şebeke merkezi tarafından yeni istasyonlar arası transfer maliyetlerini belirlemek için kullanılmakta ve bu işlem bir süre giden istasyonlar halinde devam etmekte ve uygun tahsisler bu şekilde yapılabilmektedir.

9.4 Türkiye Demiryollarında Vagon Dağılımı

Türkiye’de boş yada dolu vagonların hareketleri,merkezi Ankara’da bulunan Hareket Dairesi başkanlığınca yürütülen bir organizasyon sonucunda düzenlenmektedir. Hareket Dairesi başkanlığı demiryolu işletmeciliği açısından Türkiye’yi ülke genelinde yedi işletim bölgesine ayırmıştır.

1. İşletim bölgesi, merkez gar-Haydarpaşa
2. İşletim bölgesi, merkez gar-Ankara
3. İşletim bölgesi, merkez gar-İzmir
4. İşletim bölgesi, merkez gar-Sivas
5. İşletim bölgesi, merkez gar-Malatya
6. İşletim bölgesi, merkez gar-Adana
7. İşletim bölgesi, merkez gar-Afyon

Her bölgenin kendi nüfuz sınırları içerisindeki boş ve dolu yük/yolcu vagon akımlarını yönlendirilmesi, o bölgenin merkez garındaki repartisyon bürosu tarafından gerçekleştirilmektedir. Bölge içindeki tüm istasyonlar bu merkez gara bağlıdırlar ve kendi başlarına vagon yönlendirmesi yapamamaktadırlar. Bölgelere ait Merkez garlardaki repartisyon büroları ise Ankara’daki hareket dairesi başkanlığına bağlıdır. Bölgeler arası yük vagonu yönlendirilmeleri ve uluslar arası trenlere katılan veya bu trenlerden gelen vagonların yönlendirilmesi ise Hareket Dairesi başkanlığınca gerçekleştirilmektedir.

9.5 Vagon Tahsisleri Senelik ve Günlük

Ankara’daki Hareket Dairesi başkanlığı, önceki senelerde gözlenmiş yük/yolcu vagonu akımları ve bölgeler içerisindeki vagon hareketlerini etkileyen önemli yük dolum merkezlerini de dikkate alarak her bölge için ayrı olarak, tüm vagon tipleri için, bunların hareketlerini ana hatlarıyla ve genel bir biçimde düzenleyen bir senelik daimi tahsisi emri oluşturur.

Bu senelik daimi tahsis emri, her senenin başında işletme bölgelerinin merkez garlarında konuşlandırılmış bulunan repartisyon bürolarına tebliğ edilir ve aykırı bir durum gerçekleşmedikçe boş vagonların dağıtımlarının senelik daimi tahsis emrine uygun olarak yapılması istenir. Bu emirde her işletim bölgesindeki boş vagon gare edilebilen istasyonlarda

karşılaşılan boş vagon tipleri ve bunların boşaldıktan sonra yedek olarak mı bekletilecekleri, yoksa başka istasyona mı gönderilecekleri belirtilmiştir. Bu yüklerin ağırlıklı olarak taşındığı güzergahların dikkate alınmalarıyla oluşmaktadır.

Tablo 9.1 1. Bölge için 1997 yılında geçerli olan senelik daimi tahsis emri

İstasyon	GB	SG	EA	FAL	FAS	ZN	UG
Kapıkule	Y	HK	HK	HP	HP	İS	Y
Edirne	Y	HK	HK	HP	HP	İS	Y
Lüleburgaz	Y	HK	HK	HP	HP	İS	Y
Halkalı	Y	Y	Y	HP	HP	Y	Y
Bakırköy	Y	HP	HP	HP	HP	İS	Y
İstanbul	Y	HP	HP	HP	HP	Y	Y
Haydarpaşa	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Pendik	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Gebze	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Hereke	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Körfez	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Arifiye	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Mithat Paşa	Y	AR	E	Y	Y	Y	Y
Pamukova	Y	Y	E	Y	Y	E	Y
Bilecik	Y	Y	E	Y	Y	E	Y
Bozüyük	Y	Y	E	Y	Y	Y	Y
Eskişehir	Y	Y	TB	TB	TB	Y	Y
Alpu	Y	Y	E	E	E	E	Y
Yalınlı	Y	Y	E	E	E	E	Y

Y=Yedek tutulacak HP=Halkalı'ya gidecek İS=İstanbul'a gidecek

HP=Haydarpaşa'ya gidecek AR=Arifiye'ye gidecek E=Eskişehir'e gidecek

TB=Tunçbilek'e gidecek

Tablo 9.2 Yk vagonu tipleri ve zellikleri

Vagon kodu(Türü)	Tanımı	Taşıdığı yükler	Kapasitesi(ton)
GB	Kapalı yük vagonu	Gübre,iplik vs.	25.7
SG	Platform yük vagonu	Konteyner inşaat malz.	55
EA	Yüksek kenarlı yük vagonu	Kömür,kum,maden	50
FAL	Yük. ken. yük. v (otomatik)	Maden taşımaları	55
FAS	Yük. ken. yük. v(otomatik)	Maden taşımaları	53.5
UG	Tahıl vagonu (otomatik)	Tahıl, buğday vb.	52
ZN	Sarnıçlı yük vagonu	Akaryakıt,asfalt vb.	52

Her bölge içersindeki çeşitli dolum merkezleri, yük vagonu akımlarını, oluşturdukları yoğun yk trafiği sebebiyle belirleyici rol oynarlar. Burada. Bölge civarındaki çeşitli önemli yk dolum merkezleri verilmiştir.

Kütahya Azot fabrikası-Gübre

Tunçbilek-kömür

Haydarpaşa-konteyner

Eskişehir-konteyner

Bölge içinde katarların oluşturulduğu teşkilat garları vardır. Bu garlarda teşkil işleminin yapılabilmesi için boş manevra alanları mevcuttur. !. Bölge içinde Haydarpaşa, Halkalı, Eskişehir teşkilat garlarıdır.

Her bölgenin merkez garındaki repartisyon bürosu günlük olarak kendi bölgesi içersindeki tüm istasyonlarda o gün ve daha sonraki günlere ait vagon bilgilerini öğrenir. Bölgedeki tüm istasyonlar her akşam saat 17.00'a kadar kendi bölgelerindeki vagonlar hakkındaki bilgileri repartisyon bürosuna ulaştırırlar. Bu bilgiler ışığında repartisyon bürosu vagon taleplerini en uygun biçimde düzenler.

Yük vagon yönlendirmeleri bilgisayar yardımı olmadan ve vagon talep durumu göz önüne alınarak yapılmaktadır. Bu günlük tahsis işlemi merkeze bildirilince senelik tahsis o gün için iptal edilmiş, ve vagon akışı o güne has düzenlenmiş olmaktadır.

GPS takılan lokomotif ve vagon dizilerin ülke genelinde hangi bölgelerde olduğu çok rahat izlenecek ve mevcut stok durumu hakkında eş zamanlı ve etkin bir bilgi sahibi olunacaktır. Vagon ve lokomotiflerin dağılımı bir otomasyona tabii tutulacak eş zamanlı bir şekilde talep durumuna göre en optimum çözümü kendi programına göre yapacaktır.

Ülkemizdeki demiryollarında boş vagonların optimum ve etkin bir şekilde kullanılması ve ekonomik kaybın önlenmesi, verimliliğin artması için önerilen sistemde; karma (deterministik ve skotastik) yaklaşım içeren modellerin mevcut modellere karşı üstünlük sağladıkları gözlenmiştir.

Deterministik modeller mevcut olan ve sabit kalan arz, talep ve şebeke özelliklerinin geçerli olduğu statik olarak adlandırabileceğimiz ulaştırma problemlerini çözümlerinde faydalı olmaktadır. Sabit arzlar, sabit talepler ve noktalar arası sabit yolculuk süreleri dikkate alındığında lineer programlama içeren deterministik modeller, boş vagonların optimum bir şekilde dağılmasına imkan verebilmektedir. Demiryolu ulaşımında böyle bir durum hemen hemen mümkün değildir. Sezonluk hatta günlük değişen demiryolu yük/yolcu taşımacılığı talepleri; trenlerin gecikmelerinden kaynaklanan dinamik etkiler demiryolu yük taşıma üzerindeki statik görünümü yok eder. Demiryolu taşımacılığını gerçekte olduğu gibi dinamik hale büründürürler. Dinamik etkilerin olduğu bir demiryolu şebekesi üzerinde, optimum boş yük vagonu tahsisleri ancak vagonlar daha boşalırken nerelere gidecekleri belli olduktan sonra mümkün kılınabilir. Bu şekildeki bir bilgi akışı ve dağıtım ancak gelecekteki muhtemel taleplerin ve arzların önceden tahmin edilebilmesi sonucunda oluşabilir. Söz konusu tahminlerin yapılabilmesi ise stokastik yaklaşım içeren modellerin uygulanması sonucunda gerçekleşebilir. Stokastik yaklaşımlarda gelecekteki arz ve taleplerin doğru bir şekilde tahmin edilebilmesi, ancak geçmiş yıllarda elde edilmiş boş ve dolu vagonların akımlarının incelenmesi sonucunda elde edilebilir. Elde edilen bu veriler bilgisayar desteğine sahip modellerde değerlendirilebilmekte ve geleceğe ilişkin tahminler yapılabilmektedir.

Bu tahminlerde oluşabilecek dinamik etkilerden kaynaklanan sapmaları da karşılayabilmek amacıyla mevcut şebeke üzerindeki bilgiler sürekli olarak modele eklenmeli ve sürekli olarak kendini yenileyip hata şansını en aza indirmelidir. Demiryollarında ideal bir vagon dağıtım modeli hem stokastik hem de deterministik yaklaşım içermelidir. Gelecekte oluşacak vagon talep ve arzların önceden belirlenmesi sonucunda sistem bir anlamda dinamik bir yapıdan kısa süreli de olsa statik bir yapıya kavuşmuş olur. Ve bu statik yapını geçerli olduğu süre içerisinde de vagon dağıtımını deterministik mantığa göre gerçekleştirilebilir. Bu dağıtımlar yapıldıktan

sora sistem bilgileri revize edilerek bir sonraki aşama için gerçekleşmesi beklenen muhtemel arz ve talepler hesaplanmalıdır. Böylece işletmeciler boş vagonların dağıtımını optimum bir şekilde gerçekleştireceklerdir

Devlet demiryolları kendi organizasyonu içinde kişisel tecrübe ve istasyonlar arası etkileşim bilgisine dayanan, bölgesel tahsisi esas alarak vagon dağıtımını sağlamayı amaçlayan bir dağıtım sistemi uygulamaya çalışmaktadır. Vagon dağıtımları, dağıtım memurları tarafından söz konusu şahısların kendi bölgelerini tanımaları sonucunda, hiçbir bilgisayar destekli dağıtım modeli kullanılmadan kendi inisiyatifleri doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Bu tip vagon dağıtım modelinin insan faktörüne birebir bağlı olması sebebiyle elverişsiz sonuçlar doğuracağı aşikardır.



BÖLÜM 10

SİMÜLASYON PROGRAMIN ÇALIŞMASI

10.1 Giriş

Bu program da İstanbul-Ankara arasında çalışan trenlerin GPS yöntemi kullanılarak bir merkezden kontrolü, merkez - trenler arası haberleşme ve herhangi bir istasyon için kullanıcı bilgi ekranı simüle edilmiştir.

Programda farklı yerdeki ekranlar anlaşılması kolay olması için aynı ekranda gösterilmiştir. Bunlar merkez hareket planlayan ve kontrol eden dispeçyer (merkez) ekranı, örnek olarak iki lokomotif kabin ekranı, herhangi bir istasyon ekranıdır



Şekil 10.1 TCDD Hatları

Programda model olarak trenlerin İstanbul'dan Ankara'ya gidişi, 24 saatlik bir zaman aralığında simüle edilmiştir.

Herhangi bir tren istenilen bir zaman aralığında hareket ettirilebilir. Bunun için data dosyasının istenilen zaman için ayarlanması gerekir.

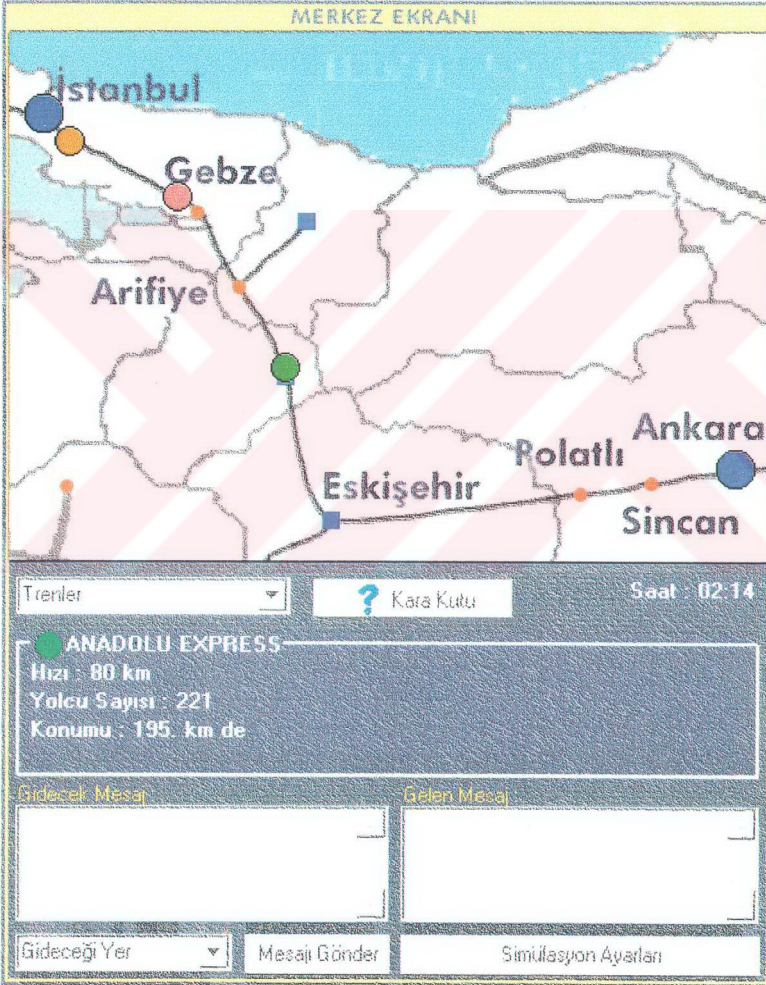
Simülasyon ayarları bölümü kullanılarak;

1000 ms = 1 dakika olmak üzere simülasyonun hızı ayarlanabilir.

Simülasyonun başlangıç saati ayarlanabilir.

İstasyon ekranı için istasyonun konumu ayarlanabilir.

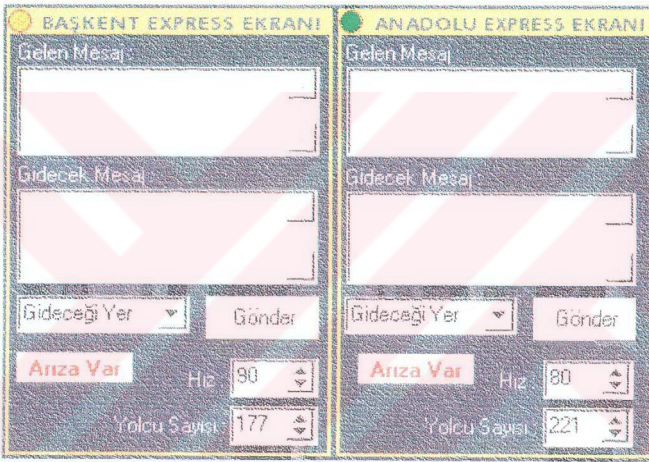
10.2 Merkez Ekranı :



Şekil 10.2 Merkez ekranı

Merkez ekranında İstanbul – Ankara arasında hareket eden trenler o an buldukları konumları itibariyle eş zamanlı olarak harita üzerinde izlenebilir. İstenen trenin üzerine tıklanarak hemen o trenin konumu, yolcu sayısı, hızı hakkında bilgi alınabilir. Merkezden diğer trenlere bir mesaj gönderilebilir ve diğer trenlerden gelen mesajlar okunabilir. İster merkez - tren arası ister tren - tren arası yapılan tüm haberleşmeler “Kara Kutu” adı verilen bir yerde mesajın atılış yeri ve saati ile birlikte saklanmaktadır. Herhangi bir istenmeyen olası karambollere karşı buradan geçmişe yönelik dökümantasyon elde edilebilir.

10.3 Tren Ekranı



Şekil 10.3 Tren ekranı

Tren ekranı kullanılarak merkeze veya başka bir trene mesaj gönderilebilir, bunlardan gelen mesajlar okunabilir. Simülasyon için trenin hızı ve yolcu sayısı değiştirilebilir. Trende oluşan bir arıza durumu merkeze bildirilebilir. Arıza durumunda trenin hızı sıfırlanır ve merkez ekranındaki simgesi hareket etmez.

10.4 İstasyon Ekranı

İSTASYON EKRANI

Beklediğiniz treni seçiniz:

ANKARA EXPRESS

Bulunduğu konum 108. km de
 Buraya uzaklığı 292 km
 Burada oluş süresi ... 216 dakika
 Boş koltuk sayısı 279
 Hızı 80 km

Tarife

Normal

İndirimli

Wagon Türü

Sigaralı
 Sigarasız

Cinsiyet

Bay
 Bayan

Lütfen Kredi Kartınızı Giriniz

Bilet Al

Şekil 10.4 İstasyon ekranı

İstasyon ekranı kullanılarak, istasyondaki yolcular bekledikleri trenler hakkında bilgi alabilirler. Kullanıcının seçtiği trenin o an bulunduğu konum, bulunulan konuma uzaklığı, bulunulan konuma varış süresi, trenin hızı ve boş koltuk sayısı görülebilir. Eğer yolcu bilet almak isterse seçenekleri kullanarak kredi kartıyla biletini alır. Bu durumda yolcu sayısı eş zamanlı olarak artar.

10.5 Programın Çalışması

Bu program Windows98 işletim sisteminde koşmak üzere, Delphi 4.0 üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Minimum Sistem Gereksinimleri

Pentium sınıfı işlemci

Windows 98

32 MB Ram

3 MB Hdd boşluğudur.

BÖLÜM 11

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesinden günümüze en önemli Ülkemiz problemlerinden biri iletişim ve ulaşım olmuştur. İletişim-haberleşme sorunu ülkemizde yapılan atılımlarla bir nebze olsun çözülmüştür. Fakat ülkemizde çözülmesi gereken en önemli sorun şüphesiz ulaşım problemidir. Bu probleme en etkili çözümü raylı ulaşım vermektedir.

Bu çalışmada Demiryolu ulaşımında güvenilir tren seyrüseferinin kontrolü ve tren hareketlerini dağılımının GPS kullanılarak simulasyonu yapılmıştır. Dünyanın en önemli ulaşım alt sistemlerinden biri demiryolu ulaşımıdır. Demiryolu ulaşım sisteminin işletilmesi de en önemli sorun da merkezden tren hareketlerinin güvenli kontrol, saha ile merkez iletişimi ve kapasitenin arttırımıdır.

Demiryolu ulaşımının yörüngesi önceden belirtilen eksende belli koordinatlar üzerinden hareket etmektedir. Birkaç dakikanın bile iş ve insan yaşamında oldukça önemli olduğu günümüzde dakikalarca tren beklemek için yitirilecek zaman kalmamıştır. Bilginin edinilmesi saatler yada dakikalar süren bir işlem niteliğinden çıkmış saniyelere sığdırılmaya başlanılmıştır.

Araç takibinde GPS kullanımı ise; demiryolları, dağıtım, taşıma ve kargo şirketleri, otobüs işletmeleri, güvenlik güçleri, itfaiye ve benzeri kuruluşlar için hayati öneme sahip bu uygulama, araçların harita üzerinde izlenmesini ve araç ile izleyen arasında iletişimi sağlamaya yöneliktir. Araçların güvenliği, hizmet kalitesinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi gibi birçok konuda karar verme mekanizmalarına direk faydası olan bu uygulamanın kullanımı, gelişen GPS ve iletişim sistemleri sayesinde hızla artmaktadır.

Tren trafik kontrolü demiryolu işletme sisteminin önemli bir parçasıdır. Demiryollarında trafik düzenliliğinin sağlanmasında vazgeçilmez bir bölüm teşkil eder. Sistemin amacı, daha fazla trenin daha hızlı ve emniyetle çalıştırılması ve seyrüseferin bir merkezden kontrol edilmesidir.

Gelecekte trenler 300-400 km/s hızlarla seyir edeceklerdir. Bu hızda yan yol sinyal sistemleri görsel olarak kullanışsız olacaktır. Bu sorunun çözümü bu çalışmada ayrıntılı anlatıldığı gibi GPS ve GIS tabanlı bilgisayar destekli dispeyçer ve tren trafik kontrol sistemleri ile çözülecektir.

Demiryolu trafik kontrolü problemi uzun bir süredir araştırmacıların ilgisini çekmesine karşın, problemin çözümlüne yönelik olarak sunulan çalışma sayısı pek fazla değildir. Burada sunulan yöntem probleme köklü ve farklı bir yaklaşım getirmekle beraber bu konuda ülkemizde yapılan ilk çalışma olması nedeniyle ilgi çekeceğine inanıyorum.

Burada sunulan yeni yöntem ve teknoloji yaşanılan sorunlara farklı ve orijinal yaklaşım ortaya koymakla beraber bir takım yenilikler ve pratik çözümler getirmektedir. Bu yenilikler ve yeni çözümler aşağıda verilmektedir.

- Mevcut kullanılan sistemde trenin güzergahtaki yeri blok mesafesinde (∓ 4 km) tespit edilebilmekte bu durum trenin istasyona ne zaman geleceği bildirmede sorun çıkarmaktadır. Hareket halindeki trenin yeri önerilen sistemde ∓ 100 cm tölöransla merkezi monitörde görülebilecektir.
- Hareket halindeki tren ile veri iletişimi yapılamamakta ve bu çoğu zaman tehirlere neden olmaktadır. Hareket halinde trenle eşzamanlı veri iletimi yapılabilecek ve trende kaç yolcu ve ne kadar boş yer var ilgili istasyonlara merkez ünitesi tarafından bildirilecektir.
- Mevcut sistemde hat bloklara ayrılmış olup bir blokta en fazla bir tren bulunabilmekte ve tek hat işletmeciliği yapılan ülkemizden hat maksimum kapasitede kullanılamamaktadır. Önerilen sistemde pozitif tren ayırma ve tam tren kontrol sistemleri sayesinde trenler birbirlerini güvenli fren mesafelerinde takip edebilecekler makinist aynı hattaki diğer trenin nerede olduğunu kabin ekranından görebilecek bütün trenler bir merkezden kontrol edilebilecektir.
- Mevcut sistemde çeşitlerine göre vagon ve lokomotif stokları ve dağılımının kontrolü zor ve uzun süre almaktadır. Önerilen sistemde vagonların dağılımı eşzamanlı olarak merkezden görülebilecek böylece iş organizmasında önemli bir kolaylık sağlanmış olacaktır
- Uydu destekli demiryolu bilgi sistemiyle sözel veriler demiryolu karşılıklarıyla eşlenerek harita üzerinde sorgulama ve analiz yapılabilir. Böylelikle sadece sözel veri kullanımı ile yapılamayan sorgulama ve analizlere ulaşılabilir. İstatistiksi veriler birçok kaynak tarafından üretilir. Tren durumları, ücretler, tarifeler, bilet durumu, merak edilen trenin yeri gibi verileri periyodik olarak yayınlr. GIS ile rahatlıkla, standart formata sahip bu

verilere sadece basılı ortamda değil, manyetik ortamda ve internetten de ulaşılabilecektir.

- Tren makinistleri treni hareket ettirmenin yanında bir çok işle de ilgilenmek zorundadırlar. Bunlar genel olarak gözlem ve kontrol olarak sınıflandırılabilir. Gözlenenler arasında lokomotifin donanımı, sinyal görüşleri, yol üzerindeki engeller, eğim işaretleri, korna çalınması gereken yerleri gösteren tablo, kilometre ve diğer yol bilgileri bulunur. Gerekli tüm bilgileri elde ettikten sonra, makinist, trenleri bu bilgilerin ışığı altında güvenle hareket ettirir. Trenin seyir hızı yükseldiğinde, yol boyu sinyalleri gözlemek oldukça güçleşir. Yoğun sis ve kar yağışı gibi kötü hava koşulları da gözlemi güçleştiren unsurlar arasındadır. Bunlara ek olarak, makinistin hata yapma ihtimalide göz ününde tutulursa istenilmeyen durumların olma ihtimali artmaktadır. Tam tren kontrol sistemlerinde makinistin bu görevleri bilgisayar destekli sistemler tarafından güvenle paylaşılacaktır.
- GPS kullanımıyla geliştirilen ileri/akıllı tren kontrol sistemleri çalışmada belirtildiği üzere demiryollarında güvenli bir şekilde kullanılmaya başlandığında, sistemde bilgi haberleşmesi ve mobil bilgisayarların ortaklaşa kullanılmasıyla, geleneksel yol boyu sinyallerinin tren kontrolüne ilişkin sesli ve yazılı iletişimi ortadan kaldırmaktadır.
- Yeryüzünün en güvenli ulaşım araçlarından biri demiryolu ulaşımıdır. Bu güvenilirlik kendini sıfır hata ile çalışma yapan sistemlerin kullanılmasından yada hata olasılığının birden fazla kişi/sistemden geçmesiyle sağlanmaktadır. Bu güvenliğin ve ekonomikliğin eş-zamanlı olması real-time'da gerçekleşmesini sağlamak amacıyla burada yeni önerilen sistem yazılım ağırlıklı çeşitli veri uygulamalarını destekleyen coğrafi olarak birbirinden uzak olan noktalar arasında çift yönlü uydu iletişimini, takip ve kontrolünü sağlayan sayısal bir sistemdir.
- GPS ile trenlerin uydularla bağlantılı biçimde hareketlerinin incelenmesinin yanında hareket halindeki trenle veri alışverişini, dizinin bazı teknik verilerinin (hız, dingil basıncı, yolcu-yük durumu, nerede olduğu vb.) alınmasını sağlayacak ayrıca dizi hakkındaki bilgilerden gerekli olanların ilgili birimlere eş-zamanlı olarak aktarımını sağlayacaktır.
- Diğer taraftan demiryolu ulaşımında ülkemizde tek hat işletmeciliği yapılmakta olup bu nedenle hatların kapasitesi düşüktür. Buna birde mevcut karasal sinyal sistemi de eklenince, blok mesafesinde hareket eden trenler ve her blokta maksimum bir trenin

bulunabilecek olması hat kapasitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Blok mesafeleri güvenli fren mesafesine, dizi uzunluğuna istasyona yakınlığına gibi etmenlere bağlı olup kilometrelerce uzun olabilmekte, böylece mevcut hattın kullanma ekonomisi düşmektedir. Önerilen bu sistemde pozitif tren ayırma ve pozitif tren kontrol sistemleriyle iki dizi arasındaki güvenli fren mesafesi belirlenecek ve bir dizi takip ettiği diğer diziye önceden belirlenen bir protokolle emniyetli bir fren mesafesinde takip edebilecektir. Böylece hat maksimum kapasitede ekonomik bir kullanım sağlanarak mevcut hatta daha fazla tren az masrafla güvenli bir şekilde seyrüsefer etmesi sağlanacaktır.

- Temelde GPS destekli dispeyçer sistemi trenin hız sınırları yol durumuna göre merkez tarafından gönderilecek ve trenin hızı yolun değişik bölümlerinde merkez tarafından sınırlandırılabilinecek, yol durumu ihbar edilecek eğer makinist cevap vermezse herhangi bir duruma karşı uyaracak, cevap alamazsa trenin hızını sınırlayacaktır.
- Uydu haberleşme olanakları kendi doğal üstünlüğü sayesinde daha geniş bir coğrafi alanda haberleşmeye imkan sağlarken, yalnız ulusal sınırla kısıtlı kalmayıp, uluslar arası servisler içinde iyi bir altyapı oluşturacaktır.
- Teknolojinin hızla gelişmesi değişen dünya ihtiyaçlarının ani ve değişken olması, kontrol ve iletişim altyapısının oldukça esnek olmasını gerektirmektedir. GPS sistemi yapısı gereği tesis ve servis imkanları esnek ve genişletilebilir.
- GPS sistemi kuruluşu 24saat/gün gözetleyebilme ve denetleme imkanı verir. Bu sistemi pasif bir iletim altyapısı olmaktan çıkarıp aktif bir iletişim ağına dönüşmesini sağlar. Ayrıca yerel istasyonlar yedeklenerek olası bir hasardan etkilenmeyi minimuma indirir. Sistemin küçük ve hızlı tesis ve servis imkanı karasal sistemlere üstünlük sağlar.
- Önümüzdeki yüzyılda karasal sistemler uydu sistemleri ile güçlü bir şekilde destekleneceklerdir. Bu bağlamda demiryolu ulaşımının ve tren trafiğinin dışarıda kalması düşünülemez. Önerilen sistem demiryollarımızda ki mevcut karasal sistemlerle birlikte çalışabilmektedir.
- Herhangi bir demiryolu yolu ağında, trenlerin optimal ve güvenli işlemesi için dikkatli ve detaylı üretilmiş bir tren sefer tarifeleri gereklidir. Sefer tarifeleri işlemine hat bakım personeli tarafından yol bölümünün çeşitli periyotlarda bakım arıza durumlarında meşgul edilmesini de içeren pek çok yol parametresi girer. GIS bu dinamik bilgi gerekleri ile

etkili bir şekilde sonuç alınacak uygun teknoloji seviyesi sunar. GIS tabanlı dizi yol sisteminin uygulanması ile, tren ve yol bilgileri değişen işletim koşullarına cevap olarak tren sefer tarifelerini kolayca optimum bir şekilde gerçek zamanda birleştirilebilirler.

- Basitçe, bir PC ve Internet gezgini programa sahip kullanıcı, ilgili GIS Sunumcu'suna erişerek, tren tarifelerini sorgulama, tren sefer filousunu takip etme, tren tehirlere ait durumu alma, veya tren doluluk boş yer durumlarını(bilet alma dahil) öğrenilebilir. Ayrıca vagon, lokomotif dağıtım ağlarını inceleme, demografik analizler yapma gibi, GIS sistemleri ile yapılabilen tüm işlemleri, evinden bile yapabilme imkanı kazanır.
- Demiryolu anahtar haritası üzerinde istenen detayda zoom edilebilir Diğer ulaştırma alt birimleri; karayolu, denizyolu, havayolu, şehir içi metro-tramvay gibi ulaştırma dalları ile entegrasyon sağlanabilir.
- Sistem aynı zamanda birçok sistem, ekran ve klavye ihtiyacını elimine ederek tren navigasyon istasyonu içine yönetim ve bilgi sistemleri fonksiyonlarını katarak diğer uygulamalarla entegrasyonu da destekler. Bir klavye ve mausla ile dispeyçer hem ağa bağlı sistemde hem de tek başına konfigürasyonda bütün fonksiyonları kontrol edebilir. Windows tabanlı, açık mimari tasarım üçüncü taraf ürünleriyle sorunsuz entegrasyon sağlar.
- Kullanıcıya göre değiştirilebilir yol veri tabanı bölge içinde bakım ve güncelleştirmeye imkan verir. Dağıtılan işlem sistemin bütününün performansını, hız ve güvenilirliği maksimize eder ve geniş girişimli bağlantıyı destekler.
- Modüler mimari varolan NT tabanlı donanımı kullanarak tek başına bir sistemden ağır tamamına ulaşma yolu temin eder. Ayrıca, sistem değişen trafik modellerini uyarlamak için kolayca yeniden bölümlenebilir.
- Birden fazla disiplin kontrol işlemleri (CTC, TMİ OBS, vb.) bir sisteme entegre edilebilir.
- Demiryolu trafik yönetiminde çizelgeler (orerler) büyük önem taşırlar. Tren hareketlerinin şematik olarak gösterildiği çizelge bir yol-zaman grafiğidir. Yatay ekseninde zaman ve düşey ekseninde ise yol (istasyon ve saydingler) gösterilir. Tren hareketlerini çizelgede eğik olarak çizilmiş doğru parçaları ile temsil edilir. Yatay çizgiler ise beklemleri gösterir. Bu

çizelgeler hazırlanırken uzun bir ön hazırlık gerektirir. İstem tahmini, kaynaklar göz önünde bulundurularak trenler arası çatışmanın olmadığı bir çizelge hazırlanmaya çalışılır. Dispeyçer navigasyon sisteminde bu çizelgeler hazırlanması optimum ve uygulanması da hızlı olmaktadır.

- Tam Tren Sevk etme sistemi grafik kullanıcı ara yüzü, otomatik yönlendirme, yol boyu işaret ekipmanların izlenmesi ve kontrolü, veri depolama, veri alma, ve veriyi tekrar kullanmayı içeren bir bilgisayar destekli sevk etme sisteminden beklenen bütün özellikleri sunar. Fakat Tam Tren Sevk etme tren işletimlerini daha verimli kullanmanızı sağlayacak daha ileri çok geniş kapasiteler de sağlar. Sisteminin açık mimari tasarımı gelecekte tamamıyla iletişim tabanlı tren kontrolüne geçmeyi içeren gelecek büyümeye barındıracak şekilde tasarlanmıştır.
- Tam Dispeyçer Sistemi yapısının temel taşı, çok yüksek kullanılabilirlik özelliğiyle, dispeyçer ve tüm demiryolu için verimlilikte bir artış sağlıyor olmasıdır. Demiryolu operasyonu, demiryolu için tarif edilmiş hedef fonksiyonu kullanarak demiryolu trafik hareketini optimize eden birleştirilmiş Hareket Planlayıcısı kullanımı vasıtasıyla daha verimli olabilir. Dispeyçerler yüksek verimli kullanıcı ara yüzünden faydalanabilirler. Sonuçta uygulama dispeyçerin iş yükünü, manuel ve zaman harcayan işlemleri kaldırarak, azaltmalıdır. Hata kaynaklarını azaltarak daha güvenli bir operasyon elde edilebilir.
- İleri görüşlülük bu masrafları minimize eden bir hedef fonksiyonu ile uyumlu bir şekilde planı oluşturur. Plan uygulandıkça planlayıcılar planın yolculuk planına karşı uygulanışını izlerler, eğer bir tren planın dışına çıkarsa, (elde olmayan aksaklıklarla), ileri görüşlülük tren hareket planlarını, öteki trenler için plandaki etkiyi en aza indirmek için tamir eder.
- Mevcut planlama çabalarının büyük bölümünün yol hattını hedef almasına rağmen, önerilen planlama; bölgesindeki tren garlarının ve istasyonlarının gerçek kapasitelerini de göz önünde bulundurur. Bu şekilde, hareket planı herhangi bir zamanda bir tren garında haddinden daha fazla tren bulunmasını önleyecek şekilde tren akışını ayarlayabilir. Bu, tren istasyonlarının problemlerini teşkil eden yığılmayı ve ertelemeleri önemli ölçüde azaltır.
- Tam Dispeyçer Sistemi, dispeyçerlerin ihtiyaçlarına göre dizayn edilmiştir. Bu , öteki birçok şeyin içinde, modern nokta ve klikleme operasyonlarını, menüleri, açık pencere

gösterimleri, görev yönetimini, ve daha önce doldurulmuş formları kapsar. Öncelikli iş yükü analizinin gösterdiği üzere, Tam Dispeyçer Sisteminin otomatik araçları kullanıldığı zaman, tipik dispeyçer iş yükü %20 oranında azalmaktadır. İş yükündeki son indirimler, dispeyçerlerin bölgelerle daha az stresle uğraşmalarına ve daha güvenli işlem yapmalarına izin verir.

- GPS takılan lokomotif ve vagon dizilerin ülke genelinde hangi bölgelerde olduğu çok rahat izlenecek ve mevcut stok durumu hakkında eş zamanlı ve etkin bir bilgi sahibi olunacaktır. Vagon ve lokomotiflerin dağılımı bir otomasyona tabii tutulacak eş zamanlı bir şekilde talep durumuna göre en optimum çözümü kendi programına göre yapacaktır.
- Sistem aracılığıyla trenlerin hatlardaki seyir grafiği belirlenecek. Sistem hatların maksimum şekilde kullanılması için seyir ve zaman grafiklerini çıkartacak. Mevcut sistemde seyir ve zaman grafiklerinin hazırlanması için 6 ay çalışan demiryolu personeli, bu sistemle bir günde tüm işlemleri tamamlayabilecek. Sistem kaza ihtimaline meydan vermeyecek şekilde hat planlamasını da gerçekleştirecek. Lokomotif ve vagonların bakım ve onarım zamanı geldiğinde de sistemin yöneticilerine otomatik uyarılar verecektir.

KAYNAKLAR

Aksoy, A. İ.M. Güneş, 1990 Jeodezi II, İTÜ Kütüphanesi Sayı:1422.

Andersen, D.R. (1992)“Revenue Service Validation of Train Operations and Energy Simulator of Version 1.5” AAR Technical Center, Chicago, IL; Part 1,

Bowen, R., Swanson, P., Win, F., Rhodus, N. And Fees, W. (1986), Global Positioning System Operational Control System Accuracies: In The Institute of Navigation Global Positioning System, Vol.3:241-257

Clark, G.E. (1994) “High capacity, transmission based signalling for London’s Underground” London Underground Limited, London

Çağal U. (1997) “Sinyalizasyon Sistemleri, Sabit ve Hareketli Blok Sistemler” 2. Ulusal Demiryolu Kong. 15-17 Aralık, İstanbul

Değer, B. (1996) “Örnek GPS Uygulaması” Y. Lisans Tezi İTÜ İstanbul

Demirbilek, A. (1997) “Raylı Ulaşımında Sinyalizasyon Sistemleri ve Ray Devrelerinin Modellenmesi” Y. Lisans Tezi İstanbul

Demiryolu Ulaştırması İhtisas Komisyon Raporu DPT 1996 Ankara

Don Phillips, Stuart Matthevs. “Transportation” IEEE Spectrum January 1998, Volume 35, No 1 P 85

Elliot D. Kaplan (1996) “Understanding GPS Principles and Applications” Artech House Boston London

Farson, K. (1998) “ Next Generation Computer Aided Dispatch System” Arame C&S Confrance, 16 September

Gill, D.C., Goodman, C.J. (1992) “Computer-based Optimisation techniques for Mass Transit Railway Signalling Design” IEE Proceedings-B Vol.139, No:3

Goad,C.C.(1988) "Potantial Real Time Application of GPS Phase Trackingg in Construction"
Surveying Proceedings of Construction Congress I, 252-257 pp

Güran L.(1998) "Demiryollarında Boş yük vagonlarının Dağıtılması" Y. Lisans Tezi İTÜ
İstanbul

Heij, B.(1989), "Adissertation on Track Measuring Systems", The Fourt International Heavy
Haul Railway Conferance, Brisbane, Australia, 541-545 pp

Judd,A.M. Leahy, F.J. and Shortis,M.R.(1993), Rapid Rail Mapping with GPS and Other
Sensors, Proceedings Satellite Navigasyon Conference, Sydney, Australia,12pp

Koşaroglu, M. (1998)"Araç Konum İzleme Sistemleri" 2.International Transportation
Sympozyum. October 1-4 İstanbul

Lockyear, M.J. (1996) "Changing track-Moving block Railway Signal, Dockland's Light
Railway" IEE Review, January s.21-26

M.H. Saka H.A.Oral H.Dikmen "GPS ile Trafik Akışının İzlenmesi" Birinci Ulusal Ulaşım
Sempozyumu 6-7 Mayıs 1996 İstanbul

Magiure, D. J.,(1991) "Geographical Information Systems (Aplication)", Longman

Manos, W.P. (1981) "Brake Shoe Performance Evaluation" Volumel, AAR report#R-469

Mendiretta.V.B (1981) "Adynamic Optimisation Model Of The Empty Car distribution
Process" Departman of Civil Engineering of Northwestern Universty.

Montgomery, H.,(1991), "GPS The Next Generation" GPS World,2(10):12-16

Novak, K. (1990), "Integration of a GPS Receiver and a Stereo-Vision System in a Vehicle,
Proceedings, SPIE Vol.1395 Close Range Photogrammetry Meets Machine Vision" Zurich,
Switzerland, pp16-23

- Öncel, S.,(1999) “Demiryolu Sinyalizasyonunun Hızlı Tren Hatlarındaki Uygulamaları ve Etkileri” Y. Lisans Tezi İTÜ İstanbul
- Payne, Cr.,(1982), Navstar Global Positioning System.In:Proceedings of The Third International Symposium on Satellite Doppler Positioning, New Mexico State University, February 8-12, vol 2:9
- Philp.CE And Sussman.J.M (1978) “Inventory Model of The Railroad Empty Car Distribution Process” AAR Report,
- Sarac. M.A.(1977) “Bir Demiryolu Ağında Boş Yük Üniteleri Arz ve Talep Trafiği Akımının Dengelenmesi” Doktora Tezi İTÜ İstanbul
- Schwarz, K.P.,Lapucha,D., Cannon, M.E. and Martell, H., (1990) “The Use of INS/GPS in Highway Survey System” Proceedings, Commission 5, 19th International Congress of FIG, Helsinki, Finland,238-249 pp
- Şahin, İ., (1996) “Trenlerarası Çatışma Yöntemine Dayalı Trafik Kontrolü İçin Bir Karar Destekleyici Sistem” Doktora Tezi, Y.T.Ü, İstanbul
- Şahin, M.,(1993), Aspect of Stochastic and Functional Modelling for Precise Baseline Determination in Satellite Geodesy (PhD Thesis),211pp
- TC Ulaştırma Bakanlığı “Cumhuriyetimizin 63 yılında Ulaştırma ve Haberleşme Hizmetleri” Ankara 1986
- Tiemeyer, K. And S.Wieges, 1995: “GPS/INS Integration for precise navigation”, Institute of Flight Guidance and Control, Brounschweig, Germany
- Wells, D.,(1985)Recommended GPS Terminology. In:Wellsch WM,nLapine,LA.(eds):Proceed of The Joint Meeting of FIG Study Group 5Band %C on Internal, Doppler and Gps Measurments for National and Engineering Survey MUNİCH, July 13 Schriftenreihe der Universtad der Bundeswhr Munhcen, vol20-1:179-207
- William M., and Zahm. Charles (1998) “Safe Braking Distance Algorithm” Railway Tech

Wong, K.W., Willey, A.G., and Lew, M. (1989) "GPS-Guided Vision Systems for Real-Time Surveying" *Journal of Surveying Engineering*, 115(2), 243-251 pp

Yavuz, Süleyman, 1997 "Demiryollarında Tren Kontrol Sistemi" 2. Ulusal Demiryolu Kong. 15-17 Aralık 1997 İstanbul



Ek: Program

```
unit gps1;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,  
StdCtrls, ExtCtrls, jpeg, ComCtrls, Buttons, Spin;
```

```
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
```

```
Image1: TImage;
```

```
Image2: TImage;
```

```
ComboBox1: TComboBox;
```

```
Memo1: TMemo;
```

```
Memo2: TMemo;
```

```
Button1: TButton;
```

```
ComboBox2: TComboBox;
```

```
GroupBox1: TGroupBox;
```

```
Label2: TLabel;
```

```
Label3: TLabel;
```

```
Label4: TLabel;
```

```
Button2: TButton;
```

```
Label1: TLabel;
```

```
Label5: TLabel;
```

```
Label6: TLabel;
```

```
tren1: TShape;
```

```
Timer1: TTimer;
```

```
Panel1: TPanel;
```

```
Listbox1: TListBox;
```

```
tren2: TShape;
```

```
Listbox2: TListBox;
```

```
tren3: TShape;
```

ListBox3: TListBox;
Panel2: TPanel;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
BitBtn1: TBitBtn;
ComboBox3: TComboBox;
ComboBox4: TComboBox;
Shape1: TShape;
Shape4: TShape;
Shape5: TShape;
Memo3: TMemo;
Memo4: TMemo;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
ComboBox5: TComboBox;
Button3: TButton;
Label12: TLabel;
SpinEdit1: TSpinEdit;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Memo5: TMemo;
Label15: TLabel;
Memo6: TMemo;
ComboBox6: TComboBox;
Button4: TButton;
Label16: TLabel;
SpinEdit2: TSpinEdit;
Label17: TLabel;
SpinEdit3: TSpinEdit;
SpinEdit4: TSpinEdit;
Label18: TLabel;
ComboBox7: TComboBox;
Label19: TLabel;
GroupBox2: TGroupBox;

Label20: TLabel;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
GroupBox3: TGroupBox;
Label26: TLabel;
SpinEdit5: TSpinEdit;
Label27: TLabel;
Button5: TButton;
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
GroupBox4: TGroupBox;
Memo7: TMemo;
Button6: TButton;
Memo8: TMemo;
BitBtn2: TBitBtn;
RadioGroup1: TRadioGroup;
GroupBox5: TGroupBox;
RadioGroup2: TRadioGroup;
GroupBox6: TGroupBox;
GroupBox7: TGroupBox;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Panel3: TPanel;
SpeedButton1: TSpeedButton;
Panel4: TPanel;
SpeedButton2: TSpeedButton;
Panel5: TPanel;
Panel6: TPanel;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox4Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox3Click(Sender: TObject);


```
procedure tren3MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
procedure ComboBox1Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure Memo3DbClick(Sender: TObject);
procedure tren1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
procedure tren2MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
procedure ComboBox7Click(Sender: TObject);
procedure Button5Click(Sender: TObject);
procedure Button6Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure GroupBox4MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure Panel2MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
procedure Panel4Click(Sender: TObject);
procedure Panel3Click(Sender: TObject);

private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form1: TForm1;
  k, saat : integer;
  konum1, konum3 : String;
implementation
```

```
{SR *.DFM}
```

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
Form1.Left:=0;
```

```
Form1.Top:=0;
```

```
k:=0;
```

```
saat:=0;
```

```
Panel1.Visible:=False;
```

```
konum1:='0';
```

```
konum3:='0';
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
```

```
Var x, y : integer;
```

```
begin
```

```
k:=k+1;
```

```
if (k mod 60)=0 Then saat:=saat+1;
```

```
if saat<10 Then if (k mod 60)<10 Then Label6.Caption:='Saat :  
'+Concat('0'+IntToStr(saat))+':' +Concat('0'+IntToStr(k mod 60))
```

```
Else Label6.Caption:='Saat : '+Concat('0'+IntToStr(saat))+':' +IntToStr(k  
mod 60)
```

```
Else if (k mod 60)<10 Then Label6.Caption:='Saat :  
'+IntToStr(saat)+':' +Concat('0'+IntToStr(k mod 60))
```

```
Else Label6.Caption:='Saat : '+IntToStr(saat)+':' +IntToStr(k mod 60);
```

```
x:=StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],1,3));
```

```
y:=StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],5,3));
```

```
if not Panel4.Visible Then Begin
```

```
Tren1.Left:=14+x;
```

```
Tren1.Top:=76+y;
```

```
end;
```

```
x:=StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],1,3));
```

```
y:=StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],5,3));
```

```
Tren2.Left:=14+x;
```

```
Tren2.Top:=76+y;
```

```
x:=StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],1,3));
```

```
y:=StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],5,3));
```

```
if not Panel3.Visible Then Begin
```

```
    Tren3.Left:=14+x;
```

```
    Tren3.Top:=76+y;
```

```
end;
```

```
// Merkez ekran bilgileri güncelleniyor.
```

```
if Shape1.Tag=3 Then Begin
```

```
    if Copy(Listbox3.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin
```

```
        Label3.Caption:='Yolcu Sayısı : 0';
```

```
        Label2.Caption:='Hızı : 0 km';
```

```
    end
```

```
    Else Begin
```

```
        Label3.Caption:='Yolcu Sayısı :
```

```
        '+IntToStr(SpinEdit1.Value);
```

```
        Label2.Caption:='Hızı :
```

```
        '+IntToStr(SpinEdit3.Value)+' km';
```

```
    end;
```

```
if Panel3.Visible Then Begin
```

```
    Label4.Caption:='Konumu : '+konum3+' km de';
```

```
End
```

```
Else Begin
```

```
    Label4.Caption:='Konumu :
```

```
    '+Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)+' km de';
```

```
    konum3:=Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3);
```

```
End;
```

```
End;
```

```
if Shape1.Tag=2 Then Begin
```

```

if Copy(Listbox2.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin
    Label3.Caption:='Yolcu Sayısı : 0';
    Label2.Caption:='Hızı : 0 km';
end
Else Begin
    Label3.Caption:='Yolcu Sayısı : 230';
    Label2.Caption:='Hızı : 90 km';
end;

End;

```

```

if Shape1.Tag=1 Then Begin
    if Copy(Listbox1.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin
        Label3.Caption:='Yolcu Sayısı : 0';
        Label2.Caption:='Hızı : 0 km';
    end
    Else Begin
        Label3.Caption:='Yolcu Sayısı :
'+IntToStr(SpinEdit2.Value);
        Label2.Caption:='Hızı :
'+IntToStr(SpinEdit4.Value)+' km';
    end;
    if Panel4.Visible Then Begin
        Label4.Caption:='Konumu : '+konum1+' km de';
    End
    Else Begin
        Label4.Caption:='Konumu :
'+Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3)+' km de';
        konum1:=Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3);
    End;
End;

```

// İstasyon ekran bilgileri güncelleniyor.

```

if Panel2.Tag=6 Then Begin

```

```

Label20.Caption:='Bulunduğu konum ....:
'+Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)+' km de';
if (SpinEdit5.Value-StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)))<0
Then Begin
    Label21.Caption:='Buraya uzaklığı .....: Tren buradan geçti';
    Label22.Caption:='Buradan geçiş süresi ...:
'+IntToStr(abs(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)))*60/(SpinEdit3.Value+1))))+' dakika';
    End
Else Begin
    Label21.Caption:='Buraya uzaklığı .....: '+IntToStr(SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)))+' km';
    Label22.Caption:='Burada oluş süresi ...:
'+IntToStr(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox3.Items.Strings[k],9,3)))*60/(SpinEdit3.Value+1))))+' dakika';
    end;
    if Copy(Listbox3.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin
        Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı .....:
500';
        Label27.Caption:='Hızı .....: 0
km';
    end
    Else Begin
        Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı .....:
'+IntToStr(500-SpinEdit1.Value);
        Label27.Caption:='Hızı .....:
'+IntToStr(SpinEdit3.Value)+' km';
    end;
End;

if Panel2.Tag=5 Then Begin
    Label20.Caption:='Bulunduğu konum ....:
'+Copy(Listbox2.Items.Strings[k],9,3)+' km de';
    if (SpinEdit5.Value-StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],9,3)))<0
    Then Begin

```

Label21.Caption:='Buraya uzaklığı: Tren buradan geçti';

Label22.Caption:='Buradan geçiş süresi ...:

'+IntToStr(abs(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],9,3))))*60/(SpinEdit4.Value+1))))+' dakika';

End

Else Begin

Label21.Caption:='Buraya uzaklığı: '+IntToStr(SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],9,3)))+ ' km';

Label22.Caption:='Burada oluş süresi ...:

'+IntToStr(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox2.Items.Strings[k],9,3))))*60/(SpinEdit4.Value+1))))+' dakika';

end;

if Copy(Listbox2.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin

Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı:

500';

Label27.Caption:='Hızı: 0

km';

end

Else Begin

Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı:

'+IntToStr(500-SpinEdit2.Value);

Label27.Caption:='Hızı:

'+IntToStr(SpinEdit4.Value)+' km';

end;

End;

if Panel2.Tag=4 Then Begin

Label20.Caption:='Bulunduğu konum ...:

'+Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3)+' km de';

if (SpinEdit5.Value-StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3)))<0

Then Begin

Label21.Caption:='Buraya uzaklığı: Tren buradan geçti';

Label22.Caption:='Buradan geçiş süresi ...:

'+IntToStr(abs(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3))))*60/(SpinEdit4.Value+1))))+' dakika';

```

End
Else Begin
    Label21.Caption:='Buraya uzaklığı .....: '+IntToStr(SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3)))+' km';
    Label22.Caption:='Burada oluş süresi ...:
'+IntToStr(Trunc((SpinEdit5.Value-
StrToInt(Copy(Listbox1.Items.Strings[k],9,3)))*60/(SpinEdit4.Value+1)))+' dakika';
    end;
    if Copy(Listbox1.Items.Strings[k],1,3)='000' Then Begin
        Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı .....:
500';
        Label27.Caption:='Hızı .....: 0
km';
        end
    Else Begin
        Label23.Caption:='Boş koltuk sayısı .....:
'+IntToStr(500-SpinEdit2.Value);
        Label27.Caption:='Hızı .....:
'+IntToStr(SpinEdit4.Value)+' km';
        end;
    End;

if k=1439 Then Begin k:=0; saat:=0; end;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    Panel2.Visible:=True;
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    Panel2.Visible:=False;
end;

```

```
procedure TForm1.ComboBox4Click(Sender: TObject);
begin
  Timer1.Interval:=StrToInt(ComboBox4.Items[ComboBox4.ItemIndex]);
end;

procedure TForm1.ComboBox3Click(Sender: TObject);
begin
  k:=60*StrToInt(ComboBox3.Items[ComboBox3.ItemIndex]);
  saat:=ComboBox3.ItemIndex;
end;

procedure TForm1.tren3MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
begin
  GroupBox1.Caption:=' BAŞKENT EXPRESS';
  Shape1.Brush.Color:=$000080FF;
  Shape1.Tag:=3;
end;

procedure TForm1.ComboBox1Click(Sender: TObject);
begin
  if ComboBox1.ItemIndex+1=1 Then begin
    GroupBox1.Caption:=' ANADOLU EXPRESS';
    Shape1.Brush.Color:=clLime;
    Shape1.Tag:=1;
  end;
  if ComboBox1.ItemIndex+1=2 Then begin
    GroupBox1.Caption:=' ANKARA EXPRESS';
    Shape1.Brush.Color:=$008000FF;
    Shape1.Tag:=2;
  end;
  if ComboBox1.ItemIndex+1=3 Then begin
    GroupBox1.Caption:=' BAŞKENT EXPRESS';
    Shape1.Brush.Color:=$000080FF;
    Shape1.Tag:=3;
```


end;

end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

begin

if ComboBox2.ItemIndex+1=1 Then begin

Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Merkezden Anadolu

Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo1.Text+Memo8.Text;

Memo5.Text:=Memo1.Text;

Beep;

Label13.Caption:='Merkezden Mesaj Geldi...'

end;

if ComboBox2.ItemIndex+1=2 Then begin

Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Merkezden Ankara

Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo1.Text+Memo8.Text;

Beep;

end;

if ComboBox2.ItemIndex+1=3 Then begin

Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Merkezden Başkant

Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo1.Text+Memo8.Text;

Memo3.Text:=Memo1.Text;

Beep;

Label10.Caption:='Merkezden Mesaj Geldi...';

end;

end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);

begin

if ComboBox5.ItemIndex+1=1 Then begin

Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Başkent Expressden

Merkeze - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo4.Text+Memo8.Text;

Memo1.Text:=Memo4.Text;

Beep;

Label1.Caption:='Baskent Expressden Mesaj Geldi...'

end;

```

if ComboBox5.ItemIndex+1=3 Then begin
    Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Başkent Expressden
Ankara Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo4.Text+Memo8.Text;
    Beep;
    end;

if ComboBox5.ItemIndex+1=2 Then begin
    Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Başkent Expressden
Anadolu Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo4.Text+Memo8.Text;
    Memo5.Text:=Memo4.Text;
    Beep;
    Label13.Caption:='Baskent Expressden Mesaj Geldi...';
    end;

end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
    if ComboBox6.ItemIndex+1=1 Then begin
        Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Anadolu Expressden
Merkeze - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo6.Text+Memo8.Text;
        Memo1.Text:=Memo6.Text;
        Beep;
        Label1.Caption:='Anadolu Expressden Mesaj Geldi...'
        end;

    if ComboBox6.ItemIndex+1=2 Then begin
        Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Anadolu Expressden
Ankara Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo6.Text+Memo8.Text;
        Beep;
        end;

    if ComboBox6.ItemIndex+1=3 Then begin
        Memo7.Text:=Memo7.Text+Memo8.Text+'Anadolu Expressden
Başkent Expresse - '+Label6.Caption+Memo8.Text+Memo6.Text+Memo8.Text;
        Memo3.Text:=Memo6.Text;
        Beep;
        Label10.Caption:='Anaadolu Expressden Mesaj Geldi...';
        end;

```

end;

```
procedure TForm1.Memo3DbClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
(Sender as Tmemo).clear;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.tren1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
```

```
Y: Integer);
```

```
begin
```

```
GroupBox1.Caption:=' ANADOLU EXPRESS';
```

```
Shape1.Brush.Color:=clLime;
```

```
Shape1.Tag:=1;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.tren2MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
```

```
Y: Integer);
```

```
begin
```

```
GroupBox1.Caption:=' ANKARA EXPRESS';
```

```
Shape1.Brush.Color:=$008000FF;
```

```
Shape1.Tag:=2;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.ComboBox7Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
if ComboBox7.ItemIndex+1=1 Then begin
```

```
GroupBox2.Caption:='ANADOLU EXPRESS';
```

```
Panel2.Tag:=4;
```

```
end;
```

```
if ComboBox7.ItemIndex+1=2 Then begin
```

```
GroupBox2.Caption:='ANKARA EXPRESS';
```

```
Panel2.Tag:=5;
```

```
end;
```

```
if ComboBox7.ItemIndex+1=3 Then begin
    GroupBox2.Caption:='BAŞKENT EXPRESS';
    Panel2.Tag:=6;
end;
end;
```

```
procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
    if Panel2.Tag=6 Then SpinEdit1.Value:=SpinEdit1.Value+1;
    if Panel2.Tag=5 Then SpinEdit2.Value:=SpinEdit2.Value+1;
    if Panel2.Tag=4 Then SpinEdit2.Value:=SpinEdit2.Value+1;
end;
```

```
procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
    GroupBox4.Visible:=False;
end;
```

```
procedure TForm1.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
    GroupBox4.Visible:=True;
end;
```

```
procedure TForm1.GroupBox4MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
const
    sc_DragMove=$F012;
begin
    ReleaseCapture;
    GroupBox4.Perform(WM_SYSCOMMAND, sc_DragMove, 0);
end;
```

```
procedure TForm1.Panel2MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
const
```

```
sc_DragMove=$F012;  
begin  
ReleaseCapture;  
Panel2.Perform(WM_SYSCOMMAND, sc_DragMove, 0);  
end;
```

```
procedure TForm1.SpeedButton1Click(Sender: TObject);  
begin  
Panel3.Visible:=True;  
Panel6.Visible:=True;  
SpinEdit3.Value:=0;  
Button5.Enabled:=False;  
Beep;  
end;
```

```
procedure TForm1.SpeedButton2Click(Sender: TObject);  
begin  
Panel4.Visible:=True;  
Panel5.Visible:=True;  
SpinEdit4.Value:=0;  
Button5.Enabled:=False;  
Beep;  
end;
```

```
procedure TForm1.Panel4Click(Sender: TObject);  
begin  
Panel4.Visible:=False;  
Panel5.Visible:=False;  
Button5.Enabled:=True;  
end;
```

```
procedure TForm1.Panel3Click(Sender: TObject);  
begin  
Panel3.Visible:=False;  
Panel6.Visible:=False;
```

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	16.01.1970	
Doğum yeri	Isparta/Eğridir	
Lise	1986-1989	Eskişehir Demiryolu Meslek Lisesi
Lisans	1989-1993	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendislik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek lisans	1993-1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı
Doktora	1996-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Elektrik Müh. Anabilim Dalı
Çalıştığı kurumlar:		
	06/98-.....	Teknik Şef: TCDD Veliefendi Trafolar Bakım Şefi
	06/98-09/98	Geçici Uzmanlık: TC. Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, Çankaya Köşkü
	06/97-06/98	Bölge Mühendisliği: TCDD Sirkeci-Kapıkule Elektrifikasyon Bölge Mühendisi
	07/94-06/97	Kontrol Mühendisi: Çerkezköy-Kapıkule Demiryolu Elektrifikasyon Şantiyesi Kontrol Mühendisi
	09/93-07/94	Ekip Amiri: Sirkeci Halkalı Katener Hattı Arıza Ekip Amiri
	08/89-09/93	Sürveyan: Sirkeci Haberleşme Şefliği Sürveyanlığı