

38931

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİKROİŞLEMCİ KONTROLLÜ  
DEMİRYOLU YÖNETİMİ ve  
TÜRKİYE'DE UYGULANABİLİRLİĞİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Y.Müh. Erhan BÜTÜN**

**Ana Bilim Dalı : ELEKTRİK**

**Şubat, 1994**

MİKROİŞLEMCİ KONTROLLÜ

DEMİRYOLU YÖNETİMİ

ve

TÜRKİYE'DE UYGULANABİLİRLİĞİ

38931

DOKTORA TEZİ

Y.Müh.Erhan BÜTÜN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Eylül 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Şubat 1994

Tez Danışmanı  
Prof.Dr.Atıf URAL

(.....)  


Üye  
Prof.Dr.H.Nusret  
YÜKSELER

(.....)  


Üye  
Prof.Dr.Halit  
PASTACI

(.....)  


Şubat, 1994

# **MİKROİŞLEMCİ KONTROLLÜ DEMİRYOLU YÖNETİMİ ve TÜRKİYE'DE UYGULANABİLİRLİĞİ**

*Anahtar Kelimeler : Mikroişlemci, Demiryolu Yönetimi, Mikrobilgisayarlı Ölçüm Sistemleri.*

Günümüzde elektrikli toplu taşımacılık sistemleri durum gereği halkın ve yönetimlerin ilgi odağı haline gelmiştir. Ülkemizde yıllardan beri gereken önemin verilmediği demiryolu taşımacılığının artık çok geçte olsa modernizasyonu gerekmektedir. Bu çalışmada, pilot bölge olarak seçilmesi önerilen Haydarpaşa - Adapazarı arasındaki hat üzerinde, mikroişlemci kontrollü bir sistemin nasıl kurulabileceği bilimsel olarak incelenmiş ve yeni bir çözüm öneri ve yöntemleri ortaya konulmuştur.

Sistemin maliyeti ve yapısı da verilerek, konuyla ilgilenebileceklere bazı fikirler sunulmuştur. Bu arada, yeni kalkınma planında yatırıma ödenek ayrılmalıdır. Çünkü sistem çok gereklidir ve üstelik kendini kısa sürede amorti edebilecektir.

**MICROPROCESSOR CONTROLLED  
RAILWAY INTERLOCKING  
in TÜRKİYE**

*Keywords : Microprocessors, Railway Interlocking, Measurement Systems with Microcomputers.*

Today electric public transport systems have interested the people and the authorities due to the present situation. Even if it is too late, the modernization of railway transportation which has been ignored for years is a must. In this study, how a microprocessor controlled system can be installed in the line between Haydarpaşa & Adapazarı which has been chosen as a pilot area, has been scientifically examined and new suggestions and methods for solution has been presented.

Giving the cost and the structure of the system, I have tried to present some ideas to the ones who may get interested in the subject. An appropriation for this investment must be put into the new development plan. Since the system is urgently required and moreover, it would be able to amortize itself in a short time.

## ***ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR***

Çevre sorunlarının dünyanın gündeminde olduğu günümüzde, toplu taşımacılıkta raylı ulaşım sistemlerinin kullanılması en iyi çözümdür. Ülkemizde Devlet Demiryolları, yıllardan beri ihmal edilmesi sonucunda artık en az tercih edilen ulaşım olmuştur.

Seyahat zamanının uzunluğu, gecikmeler, eğitimsiz personel, teknik ömrünü doldurmuş araçlar ve altyapı teknik eleman yetersizliği şeklinde tanımlanabilecek tablo mutlaka bir modernizasyona ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Gerçekleştirilen çalışmanın, bu doğrultuda başlatılacak bir projeye katkısı olmasını dilerim.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren danışmanım Prof.Dr.Atif URAL'a teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	ix
<b>TABLO DİZİNİ</b> .....	xi
<b>BÖLÜM 1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Genel.....	1
1.2 Demiryolu Sinyalizasyonunun Tarihçesi.....	1
1.3 Tezin Yapısı.....	5
<b>BÖLÜM 2. GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALAR</b> .....	7
2.1 Genel.....	7
2.2 Tren Kontrolünün Evrimi.....	7
2.3 Yapılan Çalışmalar.....	10
<b>BÖLÜM 3. SİNYALİZASYON ve DEMİRYOLLARIMIZDA UYGULAN-</b> <b>MAŞI</b> .....	13
3.1 Genel.....	13
3.2 Sinyalizasyonun Demiryollarımızda Uygulaması.....	14
3.3 CTC Kumanda Masaları.....	15
3.4 CTC Sisteminde Sinyaller.....	16
3.5 CTC'de Makaslar.....	17
3.6 Ray Devreleri.....	17
3.6.1 DC ray devreleri.....	18
3.6.2 AC akım ray devreleri.....	19
3.6.3 AC akımlı kodlu ray devreleri.....	19
3.7 Kod Hatları.....	19
3.8 514 Kod Kumanda Sistemi.....	20
3.9 Sistemin Son Durumu.....	23
3.10 T.C.D.D.'da Kurulu Donanım.....	25
3.10.1 İç donanım.....	25
3.10.2 Dış donanım.....	26

<b>BÖLÜM 4. DEMİRYOLLARINDA MİKROBİLGİSAYARLAR.....</b>	<b>30</b>
4.1 Genel.....	30
4.2 Demiryollarında Mikroişlemci ile Kontrol.....	30
4.3 Sistem Tasarımı.....	31
4.3.1 Emniyet Düzeyleri.....	32
4.4 Devlet Demiryolları için Örnek Model.....	32
4.4.1 Demiryolları için örnek mikroişlemci kontrollü ..... modül.....	33
4.5 İşlemci Modülleri.....	32
4.6 Fonksiyonel Modüller.....	34
<b>BÖLÜM 5. KONTROL BÖLGELERİ.....</b>	<b>38</b>
5.1 Genel.....	38
5.2 Kontrol Bölgeleri.....	38
5.3 Kontrol Merkezleri ve Sınır İstasyon.....	40
5.4 Karar Verme.....	42
5.5 Sistem Yapısı.....	44
5.6 Mikrobilgisayar Şebekesi.....	46
5.6.1 Haberleşme protokolü.....	46
5.6.2 Veri iletişimi.....	46
5.7 Simülasyon.....	48
5.7.1 Deneysel veriler.....	49
5.8 Tren Tanımlayıcı Modül.....	49
5.9 Araç Diagnostik Sistemi.....	53
5.10 Sistem Yazılımı.....	55
5.10.1 İşletim güvenliği.....	55
5.10.2 Gerçek-zaman işletimi.....	55
5.10.3 Modül programları.....	56
<b>BÖLÜM 6. SİSTEM MİMARİSİ.....</b>	<b>57</b>
6.1 Genel.....	57
6.2 Mikroişlemci Kontrollü Modül.....	58
6.2.1 Sistemin kurulması.....	58
6.3 Modül Kavramı.....	59
6.4 Sistem Mimarisi.....	60
6.4.1 İstasyonların yönetimi.....	61
6.5 Eski Sistemlerin Yenilenmesi.....	62
6.5.1 Elektriksel planlar.....	63
6.5.2 Giriş dosyalarının oluşturulması.....	64
6.5.3 Ana kavramlar.....	64
6.5.4 Tanımlar.....	65
6.5.4.1 Sistem dosyası.....	65
6.5.4.2 Sembol dosyası.....	65
6.5.4.3 Modül dosyası.....	66
6.5.4.4 Donanım dosyası.....	66

6.6 Yardımcı Elemanlar.....	66
6.6.1 Karşılaştırmalar.....	67
6.6.2 Sistemde veri alış-verişi.....	68
6.6.3 İletişim yoğunlaştırıcı.....	69
6.6.4 Eleman kontrolörleri.....	70
6.6.5 Güvenli güç üretici.....	71
<b>BÖLÜM 7. HAT DONANIMI.....</b>	<b>72</b>
7.1 Genel.....	72
7.2 Tanımlar.....	72
7.3 Sistemin Çalışması.....	74
7.4 Tren Kontrolü.....	75
7.5 Ray Mıknatısı.....	87
7.5.1 Taşıt mıknatısındaki manyetik röle.....	78
7.6 Ray Mıknatısından Etkileşim.....	78
7.7 Taşıt Mıknatısının Geri Alınması.....	79
7.7.1 Taşıt mıknatısının duyarlılığı.....	79
7.8 Hat-Araç Bilgi Programı.....	79
7.9 Taşıt Aleti.....	80
7.10 Ray Aleti.....	81
7.11 Trenin Kontrollü İşletimi.....	82
<b>BÖLÜM 8. BİLGİ SİSTEMLERİ.....</b>	<b>85</b>
8.1 Genel.....	85
8.2 Bilgi Sisteminin Geliştirilmesi.....	85
8.3 Yer Ayırtma Sistemleri.....	87
8.4 Bilet Satışlarının Sisteme Bağlanması.....	88
8.4.1 On-line mikrobilgisayar ile bilet satışı.....	88
8.4.2 Manyetik kodlanmış biletle çalışan turnike sist.....	94
8.5 İdare Bilgi Sistemleri.....	95
8.6 Yerel Bilgi Sistemleri.....	97
8.7 Matematiksel Modelleme ve Yolcu Trafiği.....	98
8.8 Yolcu Sayısının Belirlenmesi.....	99
8.9 Zamantablosu.....	99
8.9.1 Simülasyon.....	100
8.9.2 Simülasyon sonuçları.....	100
<b>BÖLÜM 9. RAYLARIN YENİLENMESİNDE MİKROBİLGİSAYAR KULLANILMASI.....</b>	<b>102</b>
9.1 Genel.....	102
9.2 Verilerin Elde Edilmesi.....	103
9.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	104
9.4 Bakım Planlaması.....	105
9.5 Yazılım.....	106
9.6 Organizasyon.....	108



<b>BÖLÜM 10. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER</b> .....	110
10.1 Genel.....	110
10.2 Ulaştırma Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	110
10.3 Rakamlarla Demiryolu Taşımacılığımız.....	111
10.4 Maliyet Hesaplama Metodları.....	112
10.4.1 Yatırım.....	112
10.5 Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı.....	115
10.5.1 Hedefler.....	115
10.5.2 İlkeler ve Politikalar.....	116
10.6 Sonuçlar .....	116
10.7 Öneriler .....	119
<b>KAYNAKLAR</b> .....	122
<b>EKLER</b> .....	129
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	138

## ***KISALTMALAR DİZİNİ***

<b><i>BTF</i></b>	: Bağlantı Treni Faktörü
<b><i>CTC</i></b>	: Merkezi Trafik Kontrolü
<b><i>DDÖM</i></b>	: Devlet Demiryolları için Örnek Modül
<b><i>DÖF</i></b>	: Dinamik Öncelik Faktörü
<b><i>DÖK</i></b>	: Dinamik Öncelik Kontrolü
<b><i>GF</i></b>	: Gecikme Faktörü
<b><i>HBM</i></b>	: Hat Boş Modülü
<b><i>İY</i></b>	: İstasyon Yetkilisi
<b><i>MKM</i></b>	: Mikroişlemci Kontrollü Modül
<b><i>SİMF</i></b>	: Son İstasyon Mesafe Faktörü
<b><i>SÖF</i></b>	: Statik Öncelik Faktörü
<b><i>TKM</i></b>	: Trenin Kalkış Modülü
<b><i>TOTG</i></b>	: Trenlerce Oluşturulan Toplam Gecikme
<b><i>TÖKM</i></b>	: Trenin Önerilen Kalkış Modülü
<b><i>TRF</i></b>	: Tren Rötür Faktörü
<b><i>TS</i></b>	: Tren Sayısı
<b><i>TVM</i></b>	: Tren Varış Modülü
<b><i>YMF</i></b>	: Yer Mümkünlük Faktörü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<i>Şekil 3.6.1</i> Uçtan beslemeli ray devresi.....	18
<i>Şekil 3.6.2</i> Ortadan beslemeli ray devresi.....	18
<i>Şekil 3.6.3</i> Paralel ray devresi.....	18
<i>Şekil 3.6.2.1</i> A.C. akım ray devresi.....	19
<i>Şekil 3.8.1</i> CTC kumanda sistemi.....	22
<i>Şekil 3.9.1</i> Güç besleme düzeneği.....	24
<i>Şekil 4.4.4.1</i> DDÖM temel yapısı.....	31
<i>Şekil 4.7.1</i> İşlemci modülünün yapısı.....	35
<i>Şekil 5.1.1</i> Seçilen kontrol merkezleri.....	39
<i>Şekil 5.3.1</i> İki kontrol merkezi ve sınır istasyon.....	40
<i>Şekil 5.3.2</i> Kontrol merkezlerinin etki sahaları.....	42
<i>Şekil 5.5.1</i> Sistemin yapısı.....	45
<i>Şekil 5.8.1</i> Mikroişlemci kontrollü tren tanımlayıcı.....	49
<i>Şekil 5.8.2</i> Tasarlanan M.K.M. için örnek program algoritması.....	53
<i>Şekil 6.3.1</i> Modüler yapı.....	59
<i>Şekil 6.4.1</i> Mikroişlemci kontrollü modül kontrol fonksiyonları.....	61
<i>Şekil 6.4.1.1</i> İstasyonların yönetimi.....	62
<i>Şekil 6.4.1.2</i> Yerel kontrol özelliklerini kullanarak uzaktan kontrol.....	63
<i>Şekil 6.4.4.2.1</i> Sembollerin kullanımı.....	66
<i>Şekil 6.6.1.1</i> Karşılaştırmacı yapısı.....	67
<i>Şekil 6.6.2.1</i> Eleman kontrolörleri ve iletişim yoğunlaştırıcı fonk.....	68
<i>Şekil 6.6.2.2</i> İletişim yoğ. ile M.K.M. arasındaki telgraf yapısı.....	68
<i>Şekil 6.6.4.1</i> Sinyal elemanları kontrolörü blok diyagramı.....	70
<i>Şekil 6.6.4.2</i> Nokta eleman kontrolörü blok diyagramı.....	71
<i>Şekil 7.3.1</i> Taşıt aleti.....	75
<i>Şekil 7.9.1</i> Araç aleti temel yapısı.....	81
<i>Şekil 7.10.1</i> Ray aleti temel yapısı.....	82
<i>Şekil 8.2.1</i> Bilgi sisteminin geliştirilmesi.....	86
<i>Şekil 8.4.1.1</i> Modem bağlantısı.....	89
<i>Şekil 8.4.1.2</i> Çoklayıcı bağlantısı.....	89

<i>Şekil 9.1.1</i> Rayların yaşları ile bakım maliyetlerinin karşılaştırılması...	103
<i>Şekil 9.1.2</i> Ölçülen ve analiz edilen değerlerin karşılaştırılması.....	105
<i>Şekil 9.5.1</i> Bakım çalışması için hazırlanan rapor.....	108
<i>Şekil 9.5.2</i> Ray bakım yönetiminde dikkate alınması gerekenler.....	108
<i>Şekil 10.4.1.1</i> Yatırımların birimlere dağılım eğrisi.....	113
<i>Şekil 10.4.1.2</i> Yatırım miktarı ile araç sayısının ilişkisi.....	114
<i>Şekil 10.4.1.3</i> Yapılan araştırmaya göre sistem kurulmadan önce ve kurulduktan sonraki bazı değerlerin karşılaştırılması.....	115



## ***TABLolar DİZİNİ***

<b><i>Tablo 4.3.1</i></b> Örnek emniyet düzeyleri.....	34
<b><i>Tablo 5.6.1.1</i></b> Haberleşme öncelikleri.....	47
<b><i>Tablo 10.4.1.1</i></b> Yatırımı etkileyen faktörler.....	113
<b><i>Tablo 10.4.1.2</i></b> Demiryolu yatırım miktarı.....	114



# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1 Genel

Teknolojideki değişimlerin endüstrinin tüm alanlarına olumlu etkiler sağladığı günümüzde demiryollarının işletimi de buna ayak uydurmuştur. Demiryolları işletiminin modernleştirilmesi kararının alınması, teknolojik gelişim içindeki ticari firmaların ilgisini çekmiştir. Aslında ilk önceleri diğer pazarlar kadar cazip olmayan demiryolu işletim sahası, uygulama sonuçlarının tatmin edici olmasından dolayı hızlı bir gelişim göstermiştir. Ülkemizde son birkaç yıl hariç hiç bir önemli geliştirmenin yapılmadığı demiryolu taşımacılığı hâlâ 1960 yapımı lokomotif ve vagonları kullanmaktadır. Haberleşme ve emniyet sistemleri ise tamamiyle telefon (telsiz )+ insan faktörü ile sağlanmaktadır.

### 1.2 Demiryolu Sinyalizasyonunun Tarihçesi

1814 yılında George Stephenson'un ilk buharlı lokomotifi demiryolu işletmesi için uygulama sahasına koymasından sonra demiryolu taşımacılığı fiili olarak başlamış oldu.

Demiryolunun ilk yıllarında tüm çalışmalar, yeni demiryolu güzergahları, lokomotif ve vagon üretimi üzerine yöneltilmiştir.

Demiryolu trafiğinin kumandası, o yıllarda haberleşme olanakları daha gelişmediği için el ve kol işaretleri ile yapılmaktaydı. Günden güne artan hat

sayısı karşısında bu ilkel işaret sisteminin yetersizliği anlaşılmış, daha düzenli çalışma sağlanabilmesi için yoğun çalışmalara başlanmıştır.

El ve kol hareketleri ile başlayan sinyal sahasındaki gelişme ancak mekanik cihazların ve blok sinyal sistemlerinin yavaş, yavaş geliştirilmesinden sonra hızlanmıştır.

Bir trenin hareketini diğerine bildirmek için önceleri siyah-beyaz flamalar kullanıldı. Flamaların uzaktan seçilmeleri genellikle imkansızdı. Bunun üzerine 3'er mil ara ile dikilmiş 10 metre yükseklikteki direkler üzerine beyaz ve siyah renkli bezle kaplanmış top şeklinde sepet asma yöntemine başlandı.

Tren bir istasyonu terk ettiği zamanda beyaz top direk üzerine ve istasyonlarda yolcu veya eşya yüklemesi için beyaz top yarı yüksekliğe kadar çekilmekteydi. Topun direğin aşağısına indirilmesi trene dur ve bekleme anlamına gelirdi. Direk üzerine siyah renkli topun çekilmesi, bir trenin geciktiğini veya arıza nedeniyle yolda kaldığını bildiren işaretti. İstasyonlar arası haberleşme aracı olmadığından sinyal yerine kullanılan bu topların durumu dürbünlerle gözlenirdi.

1840 yılında renkli toplar yerine üzerinde tehlike yazılı 1.25 metre çapında yuvarlak kırmızı bir disk kullanılmaya başlandı. Bir direk üzerinde dönebilen bu disk eğer demiryoluna paralel ve beyaz ışık asılı ise ( geceleyin) GEÇ, eğer demiryoluna dik ve kırmızı ışık asılı ise DUR ve BEKLE anlamına gelirdi.

Katar hareketlerinin hız, emniyet ve ekonomiklik açısından kontrolü için ilk olarak zaman aralığı yöntemi uygulamaya konuldu. Buna göre katarlar arası belirli sürelerce tespit edilmiş ve bütün trenlere karşılaşma noktalarına belirli aralıklarla varmaları için talimat verilmişti. Fakat bu sistemlede hareket anında bulunan bir katarın önünde aynı istikamette ilerleyen veya aksi yönden gelen diğer bir katarın haberi yoktur. Bunu önlemek için hattın belirli yerlerine

flamacılar konulmaktaydı. Hat kapasitesi devamlı arttığı için zamanla, zaman-aralık yönteminden vaz geçilerek mesafe-aralık yöntemine geçilmiştir. Mesafe-aralık yöntemi demiryolu hattını birçok bölümlere yani bloklara bölmüş ve her blok başına bir işaret konulmuştur. Bu işaretler vasıtasıyla katar makinistlerine girmekte oldukları bloğun işgal edilmiş olup, olmadığı bildiriliyordu.

Mesafe-aralık yönteminin uygulanması bir çok sabit hat sinyallerinin keşfine yol açmıştır.

1839'da İngiltere blok sisteminin esaslı bir şekilde uygulanmasına magnetik iğne göstergesini (telgraf) kullanmakla başlamıştır. Bu ilkel cihazla yalnız hat-serbest, hat-dolu kodları gönderilebiliyordu. 1851 yılında İngiltere'de sinyalleri zil sesleri ile verme yöntemi uygulamaya konuldu. 1854 yılında İngiltere iki yöntemi birlikte kullanma yolunu seçti. 1875 yılında Mr.W.R.Sykes elektrikle tahrik edilen makas kilitleme düzeneğini buldu. Bu buluş, katarların istasyonlar arasında daha emniyetli seyrini sağlamış oldu. Bu düzeneikle sinyal operatörleri blok sinyallerine istasyonlardan elektriki olarak kumanda edebiliyordu. Bir evelki istasyondaki sinyal operatörü bir sonraki istasyondan izin istiyor ve ilgili memur kendi istasyonundaki sinyal devresini çalıştırabiliyordu.

Bu tür gelişmelerin devamı çok sayıdaki makas ve sinyalin bir kişi tarafından kumandasına 1843 yılında İngiltere'de, 1869 yılında ise Amerika'da başlanmıştır. 1930 yılına kadar sırası ile altı adet haberleşme geliştirilmiştir.

1. Mekanik haberleşme,
2. Elektro-mekanik haberleşme,
3. Elektrik ile çalışan haberleşme,
4. Otomatik haberleşme,



5. Röleli haberleşme,

6. NX (giriş-çıkış) haberleşme.

Demiryolundaki gelişmeler, hat kapasitelerinin günden güne zorunlu olarak arttırılmalarını gerekli kılmış ve tren seyir emniyetini sağlamak için, lokomotiflere meşgul sinyale geldiklerinde zorunlu durma düzeneğini ve hatta sinyallerin lokomotif sürücüleri tarafından lokomotifteki bir panodan izlenmesini sağlamıştır.

Yukarıda anlatılan geliştirmeler, Osmanlı İmparatorluğu tarafından 1856 yılında İzmir-Aydın demiryolu hattının İngilizler tarafından yapılmasına izin verilmesi ile ülkemizde de başlatılmıştır. Günümüzde bu hat uzunluğu 10,000 kilometreye ulaşmıştır. Cumhuriyetin kurulmasından sonra Milli Demiryollarımız eldeki olanaklar ölçüsünde geliştirilmeye çalışılmış ve ilk olarak 1955 yılında Sirkeci-Halkalı hattına SIEMENS und HALSKE firması tarafından otomatik blok sistemli sinyalizasyon uygulamaya konulmuştur. 1957 yılında Haydarpaşa - Ankara arasına CTC sinyalizasyonun montajı, Amerikalı uzman ve Türk teknisyenlerce gerçekleştirilmesine başlanmış olsa da 1965 yılına kadar boşluğa uğramış ve bu tarihte tekrar American Union Wabco Westinghouse firması tarafından Haydarpaşa-Ankara arasında montajına başlanmıştır. Montajın Haydarpaşa-Gebze , Ankara-Eskişehir bölümü Amerikalı uzmanlar gözetiminde gerçekleştirilmiş, Eskişehir-Gebze ve Ankara-Kayaş bölümünde tamamen Türk teknik elemanlarca gerçekleştirilerek 1978 yılına kadar tamamlanmıştır ve hala hizmet vermektedir. CTC sinyalizasyonu Haydarpaşa UR, Haydarpaşa TCC, Arifiye YEREL, Eskişehir ve Ankara C tipi kumanda masaları ile işletilmektedir.

### 1.3 Tezin Yapısı

Demiryolu taşımacılığının modernizasyonu ile sağlanabileceklerin tanımlanması belki de bu alanda yapılacak ilk çalışma olacaktır. Bu tezde ilk önce kurulması gereken sistem tanımlanmış, daha sonra yaklaşık bir maliyet analizi yapılmıştır.

Demiryollarımızda uygulanması önerilen mikroişlemci kontrollü yapı blok şemaları ile bölüm 4'te verilmiştir. Sunulan yapıların pratikteki uygulamaları, önerilen modüler yapı nedeniyle oldukça basit bir mantıkla işletilebilecektir.

Pilot olarak seçilmesi en uygun bölge olan Haydarpaşa-Adapazarı arasındaki demiryolu hattında kurulabilecek kontrol merkezleri ve bazı önemli yardımcı elemanlar bölüm 5'te verilmiştir. Burada tanımlanan bölgeler ve bazı ön koşullar sistemin kurulmasından sonra, kesin halini alacaktır.

Ayrıca yine aynı bölümde sistemden bağımsız olarak çalışacak ve sistemdeki bazı değerlerin ( trenin yönü, hızı, vagon sayısı vb.) kontrolü ile hataların önlenmesini sağlayacak bir modül tanımlanmıştır. Sistemde kullanılacak yazılım için yeni bir yaklaşım getirilmiş, böylece hata olasılığı azaltılmıştır.

Oluşturulması önerilen sistemin yapısı bölüm 6'da verilmiştir. Tanımlanmış olan tüm birimler modüler yapıdadırlar. Birbirlerini tamamlamakta ama bağımsız çalışmaktadırlar.

Sistemin en önemli parçalarından olan ray donanımları bölüm 7'de ele alınmıştır. Trenin planlanmış durmalarında ray üzerindeki modüller otomatik olarak frenlemeyi sağlamaktadır. Böylece hem ekonomiklik, hem de zaman tasarrufu sağlanmaktadır. Ray daha az zarar görmekte, maliyeti yüksek ray bakımına daha uzun zaman aralıklarında gereksinme duyulmaktadır.

Sistemin geliştirilmesinde kullanılan bilgi sistemleri ise bölüm 8'de anlatılmıştır. Yolcular için önemli olan zamantablosu ve aksaklıkların bildirildiği büyük ekranlı endüstriyel göstergeler ve kullanım yöntemleri burada verilmiştir.

Demiryolu taşımacılığında zamantablosunun nasıl oluşturulması gerektiği her zaman problem olmuştur. Ayrıca artan yolcu kapasitesine karşı nasıl bir planlama yapılması gerektiği de, yine aynı konu başlığı ile tanımlanmıştır.

İşletmeye en büyük yükü getiren rayların bakımı ( tamirat + yenileme ) konusunda ise, yeni bir metot bölüm 9'da verilmiştir. Özel olarak tasarlanmış bir ray aracı, tüm demiryolu ağını periyodik olarak gezmekte ve rayın fiziksel ve geometrik bozukluklarını kaydetmektedir. Bir filtre yardımıyla sayısallaştırılan bu veriler, olması gereken değerlerle karşılaştırılmakta ve üç bölüme ayrılmaktadır. Bunlara göre bakımların acil, planlama dahilinde veya gereksiz olduğuna karar verilebilir. Böylece, zamanından önce yapılacak ek bakımlar önlenebilecektir.

Demiryolu taşımacılığı başlangıçta en çok yatırım yapılmasını gerektiren sistemlerden biridir. Ama burada unutulmaması gerekir ki, kendisini en çabuk amorti eden yine demiryolu taşımacılığıdır. Emniyet katsayısının yüksek olması ek masrafları önemli ölçüde azaltacaktır. Yine tezde verilen araç diagnostik sistemi olası arızaların büyümeden önlenmesinde de kullanılabilir.

Sistemin belli bir düzeye gelmesi yaklaşık on yıl sürecektir. Bu zaman süresince eldeki mevcut sistemin sürekliliğinin ve seçilecek yeni elemanların bunlarla paralellüğünün sağlanması gerekir.

## BÖLÜM 2

### GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALAR

#### 2.1 Genel

1550'li yıllarda ilk kez Alsace'daki Leberthal maden ocaklarında kurulan demiryolu, 16. yüzyılda Avrupa'daki madenlere yayılmaya başlamıştır. Önceleri en önemli problem, vagonların raydan çıkması olmuştur. Daha sonra bu budenli tekerlekler kullanılarak çözümlenmiştir. Demiryolu günümüze gelinceye dek pek çok evre geçirmiş, bu evreler yetkilileri birtakım standartlar oluşturmaya itmiştir. Demiryolları genellikle, büyük ticaret ve yerleşim merkezleri arasında ve düz bir zemin üstünde doğru bir hat oluşturacak şekilde döşenir. Ancak uygulamada, çeşitli zorluklarla karşılaşılır. Belli bir bölgede uygulanacak demiryolu için gerekli güzergah seçimi, yapım harcamaları ile yıllık bakım ve işletme giderleri, ayrıca olası trafik hacmi ve kârlılık oranlarının karşılıklı hesaplanmasıyla yapılır. Bu nedenle nüfusu yoğun olan ve endüstrinin gelişmiş olduğu bölgelerde inşa edilen demiryolunda, ağır çalışma koşulları dikkate alınır, eğimli ya da kıvrımlı güzergâhlar en aza indirilir, ağır köprülerden ve kimi zaman çift hatlı demiryollarından yararlanılır.

#### 2.2 Tren Kontrolünün Evrimi

Telgrafın bulunmasıyla yol boyunca belirli aralıklarla yerleştirilmiş operatörler trenlere ilave bilgiler verdiler. 1880'li yıllarda ray yapılarının geliştirilmesi ile daha güvenli ve kendi çapında otomatik sinyallemeye geçildi ama trenler kontrol edilemedi.

1920'li yıllarda ilk merkezi kontrol sistemi anahtarları mekaniksel olarak işleme aldı. Bunlar pahalı, yüksek emniyetli röleleri değişiklik yapmakta kullandı. Doğal olarak çok sınırlı bir mantık kapasitesine sahipti. Bazı bölgelerde bu teknoloji ilavelerle beraber hala kullanılmaktadır.

Yıllar boyunca, önceleri mekanikten elektriksel etkilenmeye; sonraları ise elektromekanik kontrole geçişle bazı teknolojik gelişim evreleri yaşanmıştır. Ölçü aletleri, röleler, lambalar yeni tekniklerin en çok dikkat çeken elemanları oldular. Bu geçişler günümüzde de oluşmakta ve eski sistemlerle birlikte hizmet vermeye devam etmektedirler. Kontrol bölgelerindeki elektromekanik teknikler güvenlik açısından hala oldukça yeterlidirler. Bilgilendirme amacı taşımayan tren tanımlayıcılar, minyatür rölelerin üretilmesiyle ortaya çıkmışlardır. Entegre devre teknolojisinin gelişmesiyle de, haberleşme ağı daha verimli bir hal almaya başlamıştır. Röle tabanlı elemanların yerini mantıksal tabanlı devrelerin alması, kaçınılmaz olmuştur. Elektronik tabanlı devreler de kendi içlerinde birtakım geçişler yaşamışlardır.

1. 1949 yılında önceki sistemlere *lambalı bilgisayar*'ların uyarlanması, sistemlerin kurulmasında önlem alınmaması nedeniyle oldukça fazla sayıda problemler getirmiştir. Ama kullanımından sonra pekçok avantaj sağladıkları görülmüş ve kullanım sahalarının geliştirilmesine çalışılmıştır. Karşılaşılan en önemli problem *bellek* ile ilgili idi. Donanım yüzlerce termoiyonik lambanın bir araya getirilmesi ile oluşmuştu. Giriş-çıkış, delikli kartlarla yapılmaktaydı. İşlemlerde kullanılan matematiksel çözümler, iteratif olarak gerçekleştiriliyordu.

2. Transistörün bilgisayarla aynı zamanlarda icat edilmesine rağmen kullanımına başlanması, germanyumun üretimde kullanılmasına kadar sürdü. Böylece 60'lı yıllara kadar bilgisayarlar, süreç kontrolünde kullanılmaya

başlandılar. Silisyumun üretimde kullanılmasıyla da sıcaklık bağımlılıkları oldukça azaldı.

Demiryolu ve diğer endüstriyel çevrelerde, donanımın pek çok bölümlerini onaran, bir bakım organizasyonu olmak zorundadır. Bu bakım elemanları, gerekli gördükleri bölümü sökerek onarımı gerçekleştirebilirler. Kullanılan donanım parçaları, mümkün olduğu kadar ekonomik olmalıdır. *Mikroişlemcilerin kullanılması*, her elektronik sistem geliştirmesinde en ucuz yöntem olduğu açıktır.

Oluşturulan bilgisayar yapısı, aynı bellek bölümünün, program, veri tabanı, tamponlar gibi farklı amaçlara hizmet verebilecek durumda olması gerekir. Endüstriyel kontrolde ilk olarak kullanılan mini bilgisayarlar, elektrik kesilmelerinde veya arızalarda içeriklerini kaybetmeme niteliklerine sahipti. Ama yarı-iletken teknolojisinin avantajlarından dolayı kullanılmasıyla, içerik kaybetme problemi ile karşılaşmıştır. Güç kesilmesinde otomatik koruma endüstriyel alanlarda şarttır. Kısa aralıklı kesilmelerde batarya yardımı alınmasına rağmen, uzun süreli kesilmelerde programların ve bazı özel değerlerin yedeklenmesi gerekir. Bunu sağlamak için günümüzde, silinebilir ve yeniden prog-ramlanabilir EPROM tipi bellekler kullanılmaktadır. Farklı uygulamalar, programlarda farklı istekler meydana getirecektir. Bu da her uygulamada gerekli EPROM, RAM büyüklüklerinin seçilmesi olmalıdır.

Bunların dışında, bürolarda ve idare bölümlerinde bulunabilecek kişisel bilgisayarlar da sistemin tümüyle ilişkili olmak zorundadır. Bu nedenle giriş-çıkış birimlerinin yapısı önem kazanır ve standart seri asenkron birimlerinin ( RS 232 ) kullanılması en uygun çözüm olarak görülmüştür. 30 metreden daha uzak mesafelere bilgi iletimi için bir modem kullanılmalıdır. Ama bunun yerine, daha farklı yapılarda ( Örn. bir akım çevirici arayüz vb. ) kullanılabilir. Bu da ileride bahsedilecek mikroişlemci kontrollü modül ile gerçekleştirebilir.

Röle devrelerinden gelen sinyaller çok geniş alanlarda kullanılırlar. Bunlarda sayısal giriş-çıkış devrelerine gerek duyulur. Transistörlü devreler ise röle devrelerine göre daha az gürültülü ve daha fazla duyarlıdırlar.

Yapıda kullanılan bir başka eleman da *endüstriyel göstergeler*'dir. Sistemde gereksinim duyulan göstergeler, yolcu bilgilendirme için iri harflerin ve bazı diyagramların görülebildiği tiplerdir. Bunun için, özel olarak tasarlanmış yongalar kullanılabilir. Bunlar, ya standart şaseler içerisine yolcuların kullanımı için yerleştirilir ya da mikroişlemci kontrollü modül için metal kutular içinde korunurlar.

Yani, bir veya daha fazla demiryolu işletiminin biraraya getirilmesinde, her defasında modüler ekleme ile geliştirme maliyetinin minimum olması sağlanabilir.

### 2.3 Yapılan Çalışmalar

Mikroişlemci kontrollü demiryolu yönetimi ile ilgili çalışmalar, mikroişlemcinin ilk piyasaya sürülmesinden 4-5 yıl sonra başlar. Ama bunların yeterli bir düzeye getirilmesi 80'li yıllarla birlikte olmuştur. Bu konuda birçok bilimsel çalışma yapan araştırmacılar, daha çok Japonya, Hindistan, Almanya, Çekoslovakya, Polonya, Hollanda, İsviçre, İsveç, İngiltere ve Fransa'daki sistemleri anlatmaktadırlar. Yapılan literatür taramasında, demiryolu ile ilgili hemen hemen her konuda mikrobilgisayar desteği alındığı görülmüştür.

Mikrobilgisayarlar ile ilgili çalışmalarda sistemlerin nasıl kurulduğu, çalışma mantıkları bazı basit şemalarla verilmiştir. Sistemlerin günümüze dek hangi aşamalardan geçerek geldiği konuları üzerinde durulmuştur [Johnston, 87]. 1980'lerden sonra mikroişlemci tabanlı sistemlerin emniyetli çalışmasına ait bazı prensipler, sistem tasarımları ile birlikte kullanıma başlanmıştır. Bu prensipler ayrıntılı olarak çeşitli bilimsel çalışmalarda ortaya konulmuştur

[Celinski, 87], [Kant, 84], [Lewinski, 88]. Bu arada sistemlerin mikroişlemci tabanlı olarak oluşturulması sırasında da mikrobilgisayar yardımı alınmıştır [Damas, 89], [Gabillet, 88]. Burada, demiryolu trafiğindeki artan talep artışından dolayı oldukça karmaşık bir yapıya dönüşen demiryolu işletmeciliğine, yardımcı bazı yöntemler sunulmuştur. Tanımlanan sistemlerin tamamında, bazı hiyerarşik düzeyler oluşturulmuştur. Bu seviyelerin işletim modellerinde kullanılması sisteme daha yüksek güvenilirlik getirmiştir [Akita, 85], [Maloe, 84], [Purchandra, 87]. Örneğin, bir çalışmada, Japonya'da tasarımcılar tarafından geliştirilmiş sistemin hata bulması ve bunları gidermesi anlatılmıştır. Burada hatanın bulunması kadar yerinin belirlenmesi de önemli olmaktadır. Bunun için geliştirdikleri sisteme ek olarak özel bir yeri taşıtı da ( data bus ) tasarlamışlardır. Kendi sistemlerini yine kendi metodları ile sınamışlar ve hata olasılığını  $5.8 \times 10^{-12}$  olarak hesaplamışlardır [Akita,85].

Demiryolunun en önemli elemanlarından biri olan rayın bakımı ve yenilenmesi için bir kaydedici araç ve elde edilen bilgilerin değerlendirildiği mikrobilgisayar sisteminin geliştirilmesi bu alandaki oldukça olumlu bir adımdır [Ede,90], [Mitchell,91], [Rivier, 87]. Böylelikle bu alanda da ekonomik ve planlı bir çalışma sağlanmıştır. Demiryolları işletmelerine en büyük yük, ray bakımı ve onarımıdır. Geliştirilen sistemde kaydedici aracın sağladığı veriler, gine bir mikrobilgisayar tarafından sayısallaştırılmakta ve olması gereken değerlerle karşılaştırılmaktadır. Bunun sonucunda bir raporla yapılması gereken-leri bildirmektedir.

Demiryollarında araçların enerjilenmesini sağlayan elektrik hatlarının tasarımı da mikrobilgisayar desteği almıştır. Bu aşamadaki çalışmalar genellikle hesaplamalar üzerinedir [Kiesling, 85], [Kiper, 91], [Mellit, 90], [Olsen, 88]. Bu çalışmaların hepsinde, yazılım birtakım veriler girilmesine izin vermekte, daha sonra istenen bazı değerleri hesaplamaktadır. Girilen veriler, demiryolu araçlarının karakteristikleri, tren işletim modu tanımlamaları, doğrultucu



ve devre kesici karakteristikleri, ray ve hat tanımlayıcıları, hat eğimleri, elektriksel seksiyon karakteristikleri gibi verilerdir. Verilerin girilmesinden sonra, sistem önceden yazılımla tanımlanmış bazı hesaplamaları gerçekleştirir ve çıktı olarak sunar.

Demiryolu araçlarının gövdelerinin tasarımı için bazı yöntemlerde verilmiştir [Cham-badal, 87]. Bilgisayar destekli tasarımda kullanılan malzeme ve istenen bazı sınırlamalar girilmekte buna karşılık alternatif sonuçlar üretilmektedir.

Demiryolu araçlarının tekerleklerinin bilgisayar destekli tasarımı için de bazı algoritmalar geliştirilmiştir. Tekerlek-ray geometrisi parametreleri, demiryolu araçlarının dinamik performansını etkileyen ray ve tekerlek arasındaki etkileşim kuvvetleri üzerinde çok güçlü bir etkiye sahiptir. Başka bir makalede de geleneksel demiryolu araçları için kullanılacak tekerlek malzemesi ve yeterli dinamik performansı sağlayacak, optimizasyon metodları ve doğrusal olmayan programlamayı kullanarak yeni bir yaklaşım sunmaktadır [Haque, 89].

Rayların bulunduğu bölgelerdeki zeminin durumunu incelemek ve bazı özel verileri bilgisayarın hesaplamasını sağlamak için geliştirilen bir algoritma bir makalede sunulmuştur [Sikorski, 86] .

Yine hemen hemen aynı konuda, yukarıdaki makalenin devamı niteliğindeki bir makale de incelenmiştir [Baluch, 88] . Burada verilmiş olan yol güzergahı ve jeografik haritalara göre sistem rayın geçmesi gereken bölgeleri oluşturmaktadır. Bunun için gerçekleştirilen program BASIC diliyle yazılmıştır. Bazı küçük örneklerde makalede görülebilir.

Projelendirme aşamasındaki bazı yatırımların hesaplanmasında bilgisayar yardımı alınması ve bununla ilgili bir şema da eklerde verilmiştir [Wang, 86] .

Bunların dışındaki kaynaklar ise konuyla ilgili tamamlayıcı bilgileri vermektedir.

# BÖLÜM 3

## SİNYALİZASYON ve DEMİRYOLLARIMIZDA

### UYGULAMASI<sup>1</sup>

#### 3.1 Genel

Demiryollarımızda zamanla, makara ve kasnaklar üzerinden gerilen çelik teller aracılığı ile makas ve semaforların uzaktan kumandaları sağlanmış, daha sonrada bunların kilitlemeleri ile daha güvenli bir sistem meydana getirilmiştir. Zaman içinde sisteme elektriğin uygulanması ile yarı elektrik -yarı mekanik emniyet sistemleri gerçekleştirilmiştir. Böylece trafiğin güvenliği daha az sayıda personelle sağlanmıştır. Makas ve semaforların uzaktan kumandasının geliştirilmesi elektrik motorları ile sağlanmıştır. Gelişimin devamında ise semaforların yerini elektrik lambalı sinyaller almıştır. Buna ek olarak ise, trenlerin dur işaretini gösteren sinyali geçmelerini önlemek amacıyla manyetik olarak çalışan otomatik tren durdurucuları gerçekleştirilmiştir.

Bütün bu çalışmalar tren işletmeciliğinin gelişmesi karşısında ilkel kaldığından, daha çok tren işletebilmek, daha az sayıda personel kullanmak, trenlerin istasyonlardan yol alıp verme metoduyla sevklerinden doğan tehirlerini önlemek için, idarenin merkeze alınması düşünülmüş, böylece de CTC ( Centralized Traffic Control - Merkezi Trafik Kontrolü ) sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemle elde edilmek istenenler şöyle sıralanabilir :

---

<sup>1</sup> T.C.D.D yönetmelikleri.

1. Zaman kısalır,
2. Kullanılan demiryolu hattının kapasitesi artar,
3. İşletme kolaylaşır,
4. Personel istifadesi sağlanır,
5. Tren-saat başına grosston-km yükselir,
6. İşletmecilik güvenliği artar,

### **3.2 Sinyalizasyonun Demiryollarımızdaki Uygulaması**

Demiryollarımızda tamamen elektrikli ilk sinyalizasyon projesi Siemens und Hälske firması tarafından Sirkeci-Halkalı banliyö hattına uygulanarak tesisler 1955 yılında işletmeye alınmıştır. Bu bölümdeki sinyalleri başlıca dört gruba ayırmak mümkündür :

1. **Giriş ve çıkış sinyalleri** : Trenlerin istasyonlara giriş ve çıkışlarını düzenleyen sinyallerdir.
2. **Blok sinyalleri** : Trenlerin 5'er dakikalık aralar ile peşpeşe sevk edilme-lerini sağlamak için kumanda masalarına bağlı olmayan ray devreleri aracılığı ile trenler tarafından otomatik olarak çalıştırılan sinyallerdir.
3. **Manevra sinyalleri** : Gar ve istasyonlarda trenlerin manevralarını sağlayan sinyallerdir.
4. **Fren muayene sinyalleri** : Başlangıç garlarında tren frenlerinin muayenesi amacıyla kullanılan sinyallerdir.

### 3.3 CTC Kumanda Masaları

Üç ana bölümden oluşur:

1. İstasyonların yol durumlarını gösteren hat modelinin bulunduğu üst bölüm; kumanda edilen istasyonlardaki giriş-çıkış sinyalleri, makaslar ve makas konum lambaları, röle evlerindeki bakıcı çağrı lambaları ve enerji kesikliği lambalarından oluşmuştur.
2. Tren trafiğinin hareketlerini tespit edici, yazıcı trengraf cihazı yatay konumda bulunur. Trengraf, istasyona girmesine izin verilecek veya bu istasyondan sevk edilecek trenlere ayrılan seyir yolu sinyallerinin, masa sevkedicisi<sup>1</sup> tarafından sinyalin ne zaman açıldığını, trenin sinyali ne zaman geçtiğini, grafiksel olarak hazırlayan ve sunan saat kavramına bağlı bir cihazdır.
3. Kumanda anahtarlarının bulunduğu bölüm; Haydarpaşa kumanda masası ile Eskişehir ve Ankara'da bulunan kumanda masaları iki ayrı tip arz etmektedir :
  - a. Haydarpaşa Kumanda Masası, bir sevkedicinin kumandasını sağlamak amacıyla bir konsol haline getirilmiş olup, konsol üzerinde sinyalleri doğruya ve batıya kumanda etmek için ayrılmış butonlar, makasları (+) ve (-) konuma almak için ayrılmış butonlar, istasyon çağırma zilini kullanmaya ayrılmış butonlar, istasyon ayırma butonları, otomatik işletme butonu, bakıcı çağırma butonu, makas zili susturma, kumanda masası ışıklarını azaltıp çoğaltma ve bölge seçme butonları bulunmaktadır.
  - b. Eskişehir ve Ankara kumanda masaları aynı tip olup, bu masalarda bir istasyon modelinin doğusunda ve batısında ayrı ayrı olmak üzere, iki konumlu makas devresi, üç konumlu sinyal devresi, bakıcı çağrı butonları, kod başlatma butonları ve istasyonun batısında istasyon zilini çaldırma butonu vardır.

<sup>1</sup> Demiryollarında Dispeçer olarak tanımlanan bu görevli, merkezde trenlerin hareketlerini düzenlemektedir.

İstasyon ayırma, kod iptal, masa ışıklarını çoğaltıp azaltma anahtarları ise sevkedicinin önünde bulunmaktadır. Ayrıca her iki tip masada kumanda kodu ve gösterge kodunu takibe yarayan lambalar bulunmaktadır.

### 3.4 CTC Sisteminde Sinyaller

İkiye ayrılır :

**a. Giriş sinyalleri :** Bu sinyaller 3-3.5 metrelik borular üzerine monte edilmiş, dört bildirili sinyallerdir. Çift hat uygulaması yapılan bölgelerdeki istasyonlarda çıkış sinyali olarak kullanılırlar. Sinyallerdeki renk dizimi yukarıdan aşağıya doğru sarı-kırmızı-yeşil-sarı şeklindedir. Yeşil, doğru yola girileceğini ve çıkılacağını; sarı üzeri yeşil, istasyona sapmalı olarak girileceğini ve çıkılacağını, durmadan istasyondan geçileceğini ifade eder. Sarı üzeri sarı, istasyona sapmalı olarak girilip veya çıkılıp sonraki ilk sinyal önünde durulacağını gösterir. Sarı üzeri kırmızı, ray devreli hatlardan gelip, ray devresiz, yani korumasız hatlara sapmalı olarak girişi belirlemekte kullanılır. Bu durumda trenler korumasız yollarda bulunabilecek vagon veya tren dizilerine karşı önlem almak zorundadırlar.

**b. Cüce sinyaller :** Üç renkli sinyal lambası içerirler. Renk dizileri aşağıdan yukarıya doğru, sarı-yeşil-kırmızı şeklindedir. Ayrıca sapmalı yollar için kullanılan iki renkli cüce sinyallerde vardır. Bu cüce sinyallerde renkler yukarıdan aşağıya doğru sarı-kırmızı şeklindedir. CTC sinyalizasyonunda kırmızı, yeşil ve sarı ışıklar yanar-söner olarak kullanılır. Kırmızı yanar-söner, ray devreli yollardan gelip, ray devresiz yollardan geçip tekrar ray devreli yollara geçişi belirler. Sarı-yeşil yanar-söner ise bloğun durumuna göre ray devresiz yollardan sevk edilecek trenlerin çıkışında kullanılır.

### 3.5 CTC'de Makaslar

İkiye ayrılır :

1. Uzaktan kumandalı makaslar : Bunlar makas motoru (nokta makinesi) diye adlandırılan elektrik motoru ile tahrik edilir, kumanda masası sevkedicisi tarafından uzaktan kumanda ile çalıştırılırlar. Kumanda masalarında, bu makasların hangi konumda olduğunu gösteren lambalar vardır. 26 V DC gerilimle çalışırlar.

2. Mahallinden elle kumandalı makaslar :

a. Dil ucu kontrolü yapan devre kontrollü makaslar : Bu makaslar toplu makaslar olup, makas üzerine monte edilmiş bir kontaktör ile devre kontrolü sağlanır. Kumanda masalarında pozisyon lambaları yoktur, kontaktöre 10 V gerilim verilir.

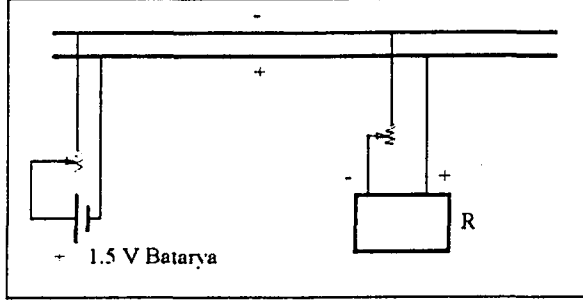
b. Elle kullanılan elektrik kilitli makaslar : Bu makaslar da toplu makaslar olup, dil ucu kontaktörüne ilaveten elektrik kilidi denilen bir mekanizma ile donatılmıştır. Bu makaslarda da 10 V DC gerilim kullanılır. Makasın konum durumu için kumanda masasında lamba vardır. Makas bölgesi meşgul iken bu tür makaslar düzenlenemez. Elektriki kilitlenmelidir. Elektrik kilit mekanizmasında kilitli, kilitsiz durumu gösteren bir gösterge vardır. Makas düzenleneceği zaman makas üzerinde bulunan kol önce kilitsiz duruma getirilir, sonra makas topuna kumanda edilerek istenilen pozisyona alınır.

### 3.6 Ray Devreleri

Üç bölüme ayrılırlar :

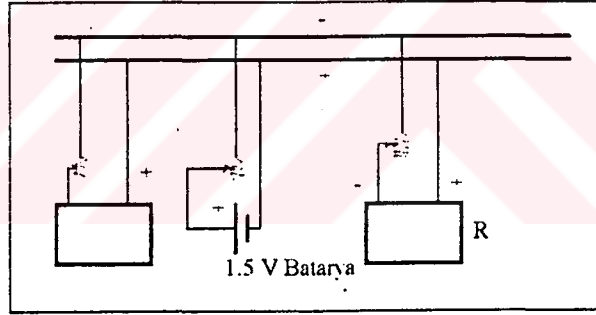
**3.6.1 DC ray devreleri :** Bu ray devreleri de kendi aralarında üçe ayrılırlar :

a. Şekilde görülen uçtan besleme ray devresi en fazla 1830 metreye kadar kullanılabilir.



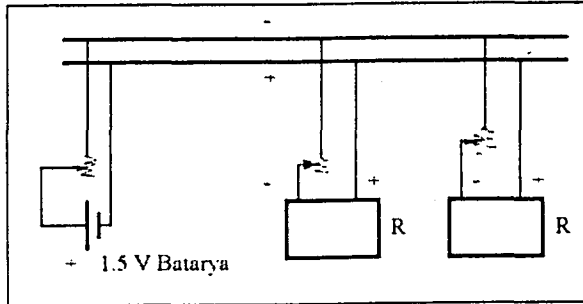
*Şekil 3.6.1 Uçtan beslemeli ray devresi*

b. Yine 1830 metreye kadar kullanılabilen ortadan beslemeli ray devresi şekli de aşağıda verilmiştir.



*Şekil 3.6.2 Ortadan beslemeli ray devresi*

c. Paralel ray devreleri de 1830 metreye kadar kullanılırlar.

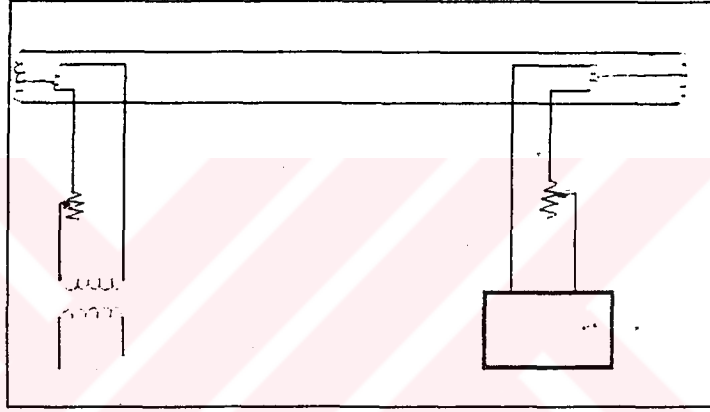


*Şekil 3.6.3 Paralel ray devresi*

Yukarıda 3 tip olarak verilen ray devreleri, ahşap veya beton traversli yollarda kullanılmakta olup, elektrifikasyon uygulanmayan bölgeler içinde geçerlidir.

### 3.6.2 AC akım ray devreleri

AC akımlı ray devreleri demiryolu üzerinde rayda başka bir akım bulunduğu durumda kullanılan ray devreleri olup, uçtan veya ortadan beslemeli olarak düzenlenebilirler. Bir üreteçten üretilen alternatif akım sürekli olarak rayda bulunur.



Şekil 3.6.2.1 A.C. akım ray devreleri

### 3.6.3 AC akımlı kodlu ray devresi

Bu ray devresi de uçtan ve ortadan beslemeli şekilde düzenlenebilir. Ray üzerinde alternatif akım ve osilatörden elde edilen pilot alternatif gerilim mevcuttur.

## 3.7 Kod Hatları

CTC'nin bir merkezi trafik sistemi olduğu daha önce belirtilmişti. Merkezdeki kumanda masaları kendilerinden takriben 200 km. uzaktaki istasyonlara kumanda edebilmek için geliştirilmiştir. Bu nedenle iletim hatlarına gereksinim duyarlar. CTC sisteminde kumandalar için merkezin başlangıcından sonuna kadar bir çift iletkene ihtiyaç duyulur. Ayrıca, haberleşmenin temini için de bir



çift iletken gereklidir. Sinyal ile istasyon arası haberleşmeyi sağlamak için de çift iletken gerekir. Bu iletken kumanda ve haberleşme hattı gibi yekpare olmayıp, bölgesel olarak parça-parçadır. Alternatif akımlı kodlu ray devresi kullanılan bölgelerde ayrıca iki istasyon arasında yekpare olan bir çift pilot hattı da vardır. Yukarıda bahsedilen kumandaları sağlamak için bu hatta 514 sistemi kullanılmış olup, kare dalga şeklinde kesik-kesik verilen kodlu bir sistemdir.

CTC sistemi DC kumanda gerilimi kullanan akülü bir sistemdir. Akü kullanılması, şehir enerjisi kesilmelerinde CTC'nin etkilenmemesi içindir.

Doğru akımla en fazla 90-100 km'ye kadar kumanda edilebilir. Bundan sonraki kumandaların iletilmesi ve karşılığında mesajların alınması için taşıyıcı frekanslara ihtiyaç duyulur. Taşıyıcı frekansa bindirilmiş işaretler belirli bir yere kadar gönderilerek bu noktada DC'ye çevrilerek ikinci bölgenin sonuna kadar DC olarak kumanda ve haberleşme sağlanır. DC olarak gelen işaret belirli bir noktadan sonra tekrar taşıyıcı frekanslara bindirilerek kumanda merkezinin bulunduğu yerde DC'ye çevrilerek masa üzerinde belirleşir. Kod hatları, her ne kadar yukarıda belirtildiği gibi 90-100 km. ise de, trafiğin yoğun olduğu yerlerde daha da kısaltılarak yeni kod hatları oluşturulur.

### **3.8 514 Kod Kumanda Sistemi**

Kod kumanda sisteminin esas amacı, sinyal tesislerinin kendilerinden uzakta bulunan merkezi bir noktadan kontrol edilebilmelerini sağlayacak mesajın sağlanmasıdır.

Sistem şu görevleri gerçekleştirir :

1. Kumanda edilen bölgede trafiğin kumanda ve düzenlenmesi sinyal fonksiyonları ile tek başına yapılır.

2. Kumanda edilen sinyal fonksiyonlarının durumlarını operatörün görmesi için bazı lambaların yanmasını sağlar.

3. Kumanda masası üzerinde bulunan hat modelleri üzerindeki lambaların yanması suretiyle operatöre, kumanda edilen bölümdeki trafik hakkında bilgi verilir.

4. Sinyalizasyon bölgesindeki trenlerin hareketlerini otomatik olarak grafik şeklinde kayıt eder ve tren hareket grafiğini verir.

514 sistemi kod-zaman prensibine göre yapılmış, tamamen rölelerle çalışan bir yapıdadır. Sistemin çalışması için önce kumanda merkezi ile kumanda edilecek nokta arasında iki hatlı iletkene ihtiyaç gösterir. Bu devre ya akü - batarya grubu ya da bir doğru akım grubu tarafından yerinden beslenir. Farklı noktalarındaki kod sistemleri devreye paralel olarak girerler.

514 sınıfı zaman kod kumanda sistemi bir çift hat, üzerinde birden fazla kumanda işaretleri bulursa dahi makasların ve sinyallerin kumandaları doğrudan doğruya kumandaları mümkündür. Sistemdeki kodlar seri halinde kısa ve uzun darbelerin diziliş sıralarına göre ayrı karakteristik taşırlar.

Komutlar kumanda masasından verilir ve biriktirme teçizatı ile oluşturulan kod-hat devresi ile kodlama cihazı tarafından nakledilir. Bunlar çağrılan istasyonun kodlama teçizatı tarafından alınarak yol boyu cihazlarına kumanda etmek üzere ilgili işlemi gerçekleştirir.

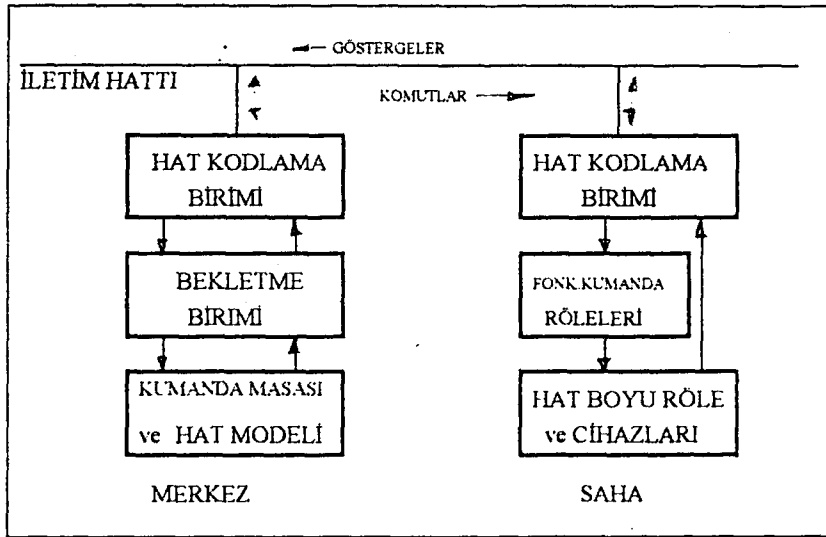
Belirli bir hat boyunca işaretler yol boyu tesisleri tarafından başlatılırlar. Kumanda donanımı ile kod haline getirilen işaretler yol boyu devresi ile nakledilip merkezdeki kodlama donanımı tarafından alınır. Kumanda masasında bulunan hat modelleri üzerindeki işaret lambalarını ışıklandırmak üzere bir bekletme cihazında saklanırlar.

Her kumanda kodu on veya daha fazla darbeden oluşur. Birinci darbe daima daha uzun olup hattı kontrol ve meşgul etmekte kullanılır. Bundan sonraki üçü uzun dördü kısa olan yedi darbe istasyon seçiminde kullanılır. Sonraki darbeler verilen komuta uygun şekildedir.

İşar kodları da on veya daha fazla darbeden oluşur. İlk darbe kısa olup hattı kontrol eder. Bunu takip eden yedi darbe istasyon seçiminde, daha sonrakiler ise iletilecek mesaja göre düzenlenirler. Sonuncu darbe daima çift sayıda ve daima uzun olup işar turucu rölelerden bazılarını çalıştırır ve diğer tüm aletleri yeniden düzenler.

16 adımlık bir komutun iletme süresi yaklaşık olarak 4 saniye kadardır. 514 kod sistemi 16 darbelik bir hat kodlama birimi ve gerekli çoğaltma birimlerinden oluşmuş en fazla 35 istasyonu idare etmek üzere planlanmıştır.

Kumanda edilen bölgede 35 istasyondan fazla istasyon varsa, ilave merkez kodlama donanımına ve hat kanallarına gereksinim duyulur. Bunların uzaktan kumandası için taşıyıcı frekanslar kullanmak en ekonomik yoldur.



Şekil 3.8.1 CTC kumanda sistemi.

### 3.9 Sistemin Son Durumu

CTC sistemi çeşitli ilavelerle 1955 yılından bugüne kadar kullanılmaktadır. Sistem elektro-mekanik yapıya sahiptir. Merkezdeki sevkedici, sistem üzerindeki tüm kararları alabilir. Seksiyonlar arasındaki haberleşme bazı problemler ortaya çıkarmıştır. Merkeze yollanan sinyal sırasında başka bir sinyal alınamaması ve bölgedeki birden fazla trenin tablo üzerinde ayrılabilmesi, bu durumda trengrafa başvurulması sayılabilir. Bu nedenle TCDD sağlanan bir krediyle Japon NIPPON firmasına bir sinyal sistemi ihale etmiştir. Kurulan yeni sistemin eskisine oranla çok büyük farklılıkları yoktur. Nitelikleri şöyle sıralanabilir :

- i. Eski sistem elektro-mekanik iken, yeni sistem tamamıyla elektrondur,
- ii. Yeni sistemde gecikme minimumdur,
- iii. İki nokta arasındaki üç tren pano üzerinde numaralarıyla beraber görülebilmektedir.
- iv. Arıza modül değiştirilmesi ile giderilebilmektedir.
- v. Sistem bir bilgisayar ile kontrol edilebilmektedir.
- vi. Sistemin diğer tüm elemanları aynıdır.

Sistemi merkez ve saha olarak ikiye ayırıp inceleyelim.

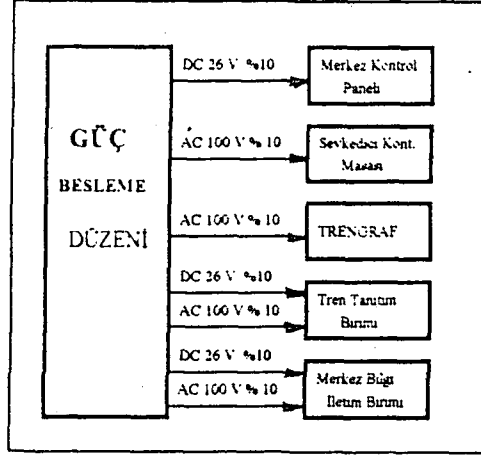
#### i. Merkez donanımı :

1. Merkezi Bilgi İşlem Birimi,

2. Tren Tanıtım Birimi,

### 3. Merkez Kontrol Paneli,

### 4. Güç kaynağı



Şekil 3.9.1 Güç besleme bağlantıları

### 5. Sevkedici Kumanda Konsülü,

### 6. Otomatik Trengraf.

#### ii. Saha donanımı

#### 1. Saha Bilgi İletim Uydusu,

#### 2. Saha Bilgi İletim Uydusu Yükselteci,

#### 3. Repetör,

#### 4. Blok mesafesiyle trenleri gösterir alıcı ve vericiler,

#### 5. Çerkezköy için güç kaynağı,

#### 6. Eski ve yeni saha donanımı.

Saha bilgi iletim uydusu, -24 ila 28 dB'lik sinyalleri yükselteç ve repetör yardımıyla elde ederek merkezle haberleşir. Sahadaki diğer tüm elemanlar eski donanımdır.

### 3.10 TCDD'da Kurulu Donanım

TCDD'nda kullanılan donanım iki ana bölümde incelemek mümkündür.

#### 3.10.1 İç donanım

İç donanım şöyle bölümlere ayrılabilir :

**1. Kumanda masası :** Tren, makine ve diğer demiryolu araçlarının gar ve istasyonlara kabul, sevk ve manevraları için gerekli seyir yollarının düzenlenmesinde kullanılan ve kumanda ettiği kesimdeki hatların, makasların ve sinyallerin şematik bir minyatürünü içeren, tren, makine ve diğer demiryolu araçlarının hareketlerini ışıklarla görevli memura gösteren bir cihazdır.

Kumanda masaları görevli memurlar tarafından kolayca görülebilmesi ve idare edilebilmesi için eğimli olarak yapılmışlardır. İstasyonun büyüklüğüne göre çeşitli sayıda gözlerden oluşmuştur. Gözler üzerine butonlar, sayaçlar, içlerine de ledler monte edilmiştir.

Kumanda masasının kontrol ettiği bölgedeki sinyaller kumanda masası üzerine minyatür sinyal halinde yerleştirilmiştir. Sinyalin kapalı durumu kırmızı, açık durumu yeşil led ile; manevra işareti verebilecek düzene sahip sinyaller manevraya izin verildiğini küçük eğik bir ışıkla, sinyalin açılması mümkün olmayan arıza durumlarında trenlerin yedek sinyalle kabul ve sevklerini küçük üçgen şeklindeki bir sarı ışıkla bildirirler.

**2. Röle tesisleri ve akümülatör odaları :** Röle tesisleri kumanda butonu ile kumanda edilen araç arasındaki bağlantıyı sağlarlar. Oldukça hassas olan bu devreler, tozdan zarar görmemeleri için özel bölmeler içerisine monte edilmişlerdir.

Akümülatörler de, her istasyonda özel bir bölme konularak sürekli olarak tampon şarja bağlanırlar. Her biri 2 V ve 30 elemandan oluşan 60 V'luk batarya 60 V röle devreleri için, 2 V'luk 6 elemandan oluşan 12 V'luk batarya hat devreleri için kullanılırlar.

### 3. Haberleşme araçları

Yalnız trafik güvenliği ile ilgili haberleşmeye ayrılmış ve daima merkez memurunun kontrolü altında bulunan merkez telefon kullanılmaktadır.

#### 3.10.2 Dış donanım

**1. Makaslar :** Makaslar da donanıma bağlı olanlar ve olmayanlar olarak ikiye ayrılabilir. 380 V trifaze şehir ceryanı ile çalışan motorlar tarafından tahrik edilirler. Kumanda masalarında bulunan butonlara basılarak motorlar çalıştırılabilir ve en fazla 6 saniye içinde istenen yön verilmiş olur. Makas düzenlenene kadar kumanda masasındaki röle lambaları yanıp-söner. Bu lambaların sürekli yanar konuma geçmeleri, makasın istenilen konuma geldiğini gösterir.

Şebekede oluşabilecek kesilme durumunda ise, dizel jeneratör grupları devreye alınarak aynı işlemler tekrarlanabilir. Eğer makas dizel jeneratör bulunmayan bir bölgede ise elle kumanda edilir.

**2. Sinyaller :** Sinyaller seyredilen yolun sağ tarafında bulunur ve ikiye ayrılır :

#### a) Esas sinyaller

Üzerinde dört lamba bulunur. Sol alt köşesinde ayrıca bir levha üzerine monte edilmiş üç lamba ile yedek sinyal oluşturulmuştur. Barınma yolu bulunan istasyonlarda çıkış sinyali levhalarında ayrıca orta kısımda eğik iki küçük lambadan oluşmuş manevra sinyali vardır.

Esas sinyaller kumanda edilişleri bakımından ikiye ayrılırlar :

- i. Kumanda masalarındaki butonlarla görevli memur tarafından kumanda edilen sinyaller,
- ii. Yalnız seyir halindeki trenler tarafından idare edilen sinyaller (blok sinyaller).

Sinyaller tip itibariyle üçe ayrılır :

- i. İstasyon giriş makasından 200-250 metre uzağa monte edilmiş giriş sinyalleri,
- ii. İstasyon yollarının çıkışında sağ tarafa monte edilmiş çıkış sinyalleri,
- iii. Tren kabiliyetini arttırmak için istasyonlar arasına kurulmuş blok sinyaller.

#### b) Tekil sinyaller

Bu sinyaller de altıya ayrılırlar :

1. Hareket emir sinyali : 350 cm boyunda bir boru üzerine monte edilmiş 40 cm çapında bir yuvarlak levhanın ortasında yeşil lambadır. Görevli memur tarafından kumanda edilir.
2. Çıkış sinyali durum göstergesi : Genellikle istasyon binalarının perona bakan duvarlarına monte edilmiştir. 35 x 35cm boyutunda bir siyah kutudur. Ortasında eğik şekilde beyaz ışık yanar. Çıkış sinyalleri ile bağlantılı olarak çalışır.
3. Tek ihbar işareti : Bu sinyal yalnız Halkalı garına Edirne yönünden giriş sinyalinin 750 metre ilerisine konulmuştur. Giriş sinyali ile anlaşmalı çalışıp, bu sinyalin durumunu gösterir.



**4. Manevra sinyali :** Manevra ihtiyaçları için esas sinyal levhası üzerinde bulunan manevra sinyalleri ile ayrı olarak konulmuş manevra sinyalidir.

**5. Mesafe tayin levhası :** Bazı özel sinyaller hariç, cari hat üzerinde bulunan kademeli sinyallerin en az 700 metre önüne konulmuştur. Önünde bir sinyal bulunduğunu ve frenleme sahasına girildiğini belirtir.

**6. Fren tecrübe sinyali :** Yalnız Sirkeci garının 3,4,5 ve 6. yolları peron markiz kenarında bulunur. Peron sonunda hareket memurluğuna doğru olan tek, peron ortasındakiler, hem hareket memuruna hemde makiniste doğru olmak üzere çift yönlü bir tablo üzerinde olmak üzere alt alta siperli üç lambadan oluşmuştur.

Bu lambaların peronun uç tarafında ve ortasında olmak üzere markiz direklerinde butonları vardır. Ayrıca hareket memurluğunda bu lambaların şematik bir tablosu da vardır. Fren tecrübesi yapılacağı zaman ilgili memur peron başındaki direkte bulunan kutudaki üç butondan üsttekine basarak, makiniste " fren yap" mesajını veren en üstteki lambayı yakar. Frenler sona kadar kontrol edilir ve peron ortasındaki direkte bulunan kutuda "fren gevşet" mesajını veren orta butona basar. Makinist frenleri gevşetir. İlgililer frenleri tekrar kontrol ederler. Frenler iyi bir şekilde gevşemiş ise en alttaki üçüncü butona basılarak üçüncü lamba yakılır. Hareket memuru şematik tabloda durumu takip etmekte olduğundan fren tecrübesinin normal yapıldığını görür ve tablodaki buton ile fren tecrübe sinyalinde yanmakta olan lambaların üçünü birden söndürür.

### c) Yedek sinyaller

Kumanda masalarına bağlı giriş ve çıkış sinyallerinin arızalı olmaları durumunda kullanılan sinyallerdir. Yedek sinyalin kullanılması elektrikli işletmede normal bir durum değildir. Bu durumda trafik güvenliği tesisattan

alınarak ilgili memura verilmiş olur. Bunun için yedek sinyaller zorunlu olmadıkça kullanılmaz.



# **BÖLÜM 4**

## **DEMİRYOLLARINDA**

### **MİKROBİLGİSAYARLAR**

#### **4.1 Genel**

Üçüncü bölümde anlatılmaya çalışılan T.C.D.D.'nda halen uygulanmakta olan sinyalizasyon sistemi gelişen teknoloji karşısında ilkel bir duruma düşmüştür. Bu nedenle biz bu tezimizde Türkiye'de ilk defa olarak çağdaş bir sistem öneriyoruz. Bu tezde, demiryollarımızda uygulanmak üzere mikroişlemci kontrollü sevk ve idare sistemi sunulmuştur. Şimdi önerilen sistemin yapı ve kontrol mekanizmalarını ortaya koymaya çalışalım.

Demiryolu yönetiminde mikroişlemci kullanımı, ekonomiklik, hız ve hata olasılığının düşüklüğü gibi niteliklerinden dolayı oldukça caziptir. Aslında sistemin çalışma prensipleri diğer mikroişlemcili sistemlerle büyük ölçüde benzerlikler taşır. Sistemler farklı yöntemlerle elde edilen verileri hemen hemen aynı yöntemlerle değerlendirip sonuçlandırır. Demiryollarında kullanılan sistemlerde emniyet her zaman ilk planda olmalıdır.

#### **4.2 Demiryollarında Mikroişlemci ile Kontrol**

Devlet Demiryolları'nda yeni bir yapılanmaya geçmede ilk adım mikroişlemci kontyrollü sistemi oluşturmak olmalıdır. Mikroişlemci sayısal verilerle işlem yapmak zorunda olduğundan, dönüştürücüler kullanılmalı ve sistemin güvenliğini arttırmak için, işlemci yapısı özel olarak tasarlanmalıdır.

Sistem, bir çift mikroişlemci tarafından idare edilen alt modüllerden oluşmaktadır. Tüm modüllerde yedek olarak çalıştırılabilen yedek modül bulunmalı ve esas mikroişlemci ile yedek mikroişlemcinin çalışmasını düzenleyen Süreklilik Kontrol Modülü (SKM) hazırlanmalıdır. Bu modül, bir anahtar şeklinde çalışarak, hata oluşan mikroişlemcideki enerjiyi keserek diğerinin çalışmasını sağlayacaktır.

Sistemde mikroişlemci-haberleşme taşıtına bağlanmış birkaç tane daha fonksiyonel modül bulunmalıdır:

1. İki işlemcinin çıkış sinyallerinin güvenli bir şekilde karşılaştırılmasını yönetmek,
2. Sistemin emniyetli bir şekilde çalışmasını sağlayan sinyallerin kontrolünü sağlamak,
3. Sistemde iki işlemcinin birden sinyalinin olmadığı durumda, tüm durumları hafızaya alarak onarımla görevli modülleri çalıştırmaktır.

#### **4.3 Sistem Tasarımı**

Üst düzeyde emniyet gerektiren sistemler için tasarım tekniklerinin seçimi istenen emniyet seviyelerine bağlıdır. Bunların sayısı ve dereceleri yazılım ve donanımın karmaşıklığını arttırmakla kalmaz, tasarımın test edilmesini de oldukça zorlaştırır. Bu durumlarda sistemin emniyeti için ek test yazılımları kullanılmalıdır.

Dünya'daki bu tip problemleri araştırdığımızda, hemen hemen tüm sistemlerde bu problemin modül kavramı ( 6.bölüm) ile çözüldüğü görülmüştür. Her bir modül ayrı olarak çalışmakta ama birbirleri ile özel olarak tasarlanmış taşıtlar üzerinden haberleşmektedir.

#### 4.3.1 Emniyet düzeyleri

Bundan sonraki aşama, tanımlanan fonksiyonların emniyet düzeylerine göre düzenlenmeleri için uygun tasarım tekniklerinin seçimidir. Örneğin Hindistan Demiryolları'nda farklı fonksiyonlar dört emniyet düzeyine ayrılmıştır.

*Tablo 4.3.1 Örnek emniyet düzeyleri*

<i>Emniyet Düzeyi</i>	<i>Fonksiyonlar</i>
1	Veri saklama
2	Veri iletişimi
3	Güzergah belirlenmesi, kontrolü
4	Çıkış verilerinin kontrolü

Veri dosyalama özel olarak hazırlanmış yazılım ile gerçekleştirilmelidir. Veri iletişiminde aynı taşıtın farklı amaçlarla kullanılması oldukça kolaylık sağlayacaktır. En önemli düzey, ray boyunca yerleştirilmiş elektromekanik röleler ve bunların işletimini sağlayan düzeneklerdir. Bunların hareketlerine kullanıcıların etki etmesi çok özel durumlar hariç kesinlikle önlenmelidir (böl.6.4).

#### 4.4 Devlet Demiryolları için Örnek Model (DDÖM)

Devlet Demiryolları yetkilileri seçilen pilot bölgede ( bölüm 5.2) istenenler belirlemelidir. DDÖM belirlenenlere gerçek-zaman işletiminde cevap verebilmelidir. Ortak-işletimde çalışan sistem elemanlarında oluşabilecek hataların en kısa zamanda bulunması ve giderilmesi gerekmektedir. Devlet Demiryolları'nda şu anda çalıştırılan sistem mesajlar arasında seçme yapamamakta, yani öncelikli haberleşme sağlayamamaktadır ( bölüm 5.6.2).

Bu nedenle Devlet Demiryolları işletilen güzergahlara ve eldeki elemanlara ( ray, vagon, lokomotif, ray boyu elemanları vb.) göre yeni emniyet düzeyleri belirlemelidir. Bu işlemten sonra mesajların öncelikleri eklenen kodlarla sağlanabilir.

Sistemin tasarlanmasında karşılaşılabilecek bir problem daha vardır : İşlemci çıkışları, her makine çevriminde birbiriyle uyumlu olmak zorunda olduğu için yazılım ve donanım aynı çözümlere sahip olmalıdır. Bu çözüm ise sistemi ortak-işletim ve zamana bağlı hatalara yönlendirecektir. Yazılım gereğinden fazlalıklara sahip olacak, problemler artacaktır. Bazı araştırmacılar bu tip problemleri çözmek için sistem yazılımına ( veya donanımına) bazı elemanlar ekleyerek fonksiyonel kanalların sayısını arttırmışlardır. Böylece bulunması çok zor olan yazılım hataları azaltılmış olacaktır. Bunun yanısıra aynı işlemi gerçekleştiren iki ayrı program kullanılması, pahalı bir yöntem olmasına rağmen oldukça yararlı olacaktır (bölüm 5.10.1).

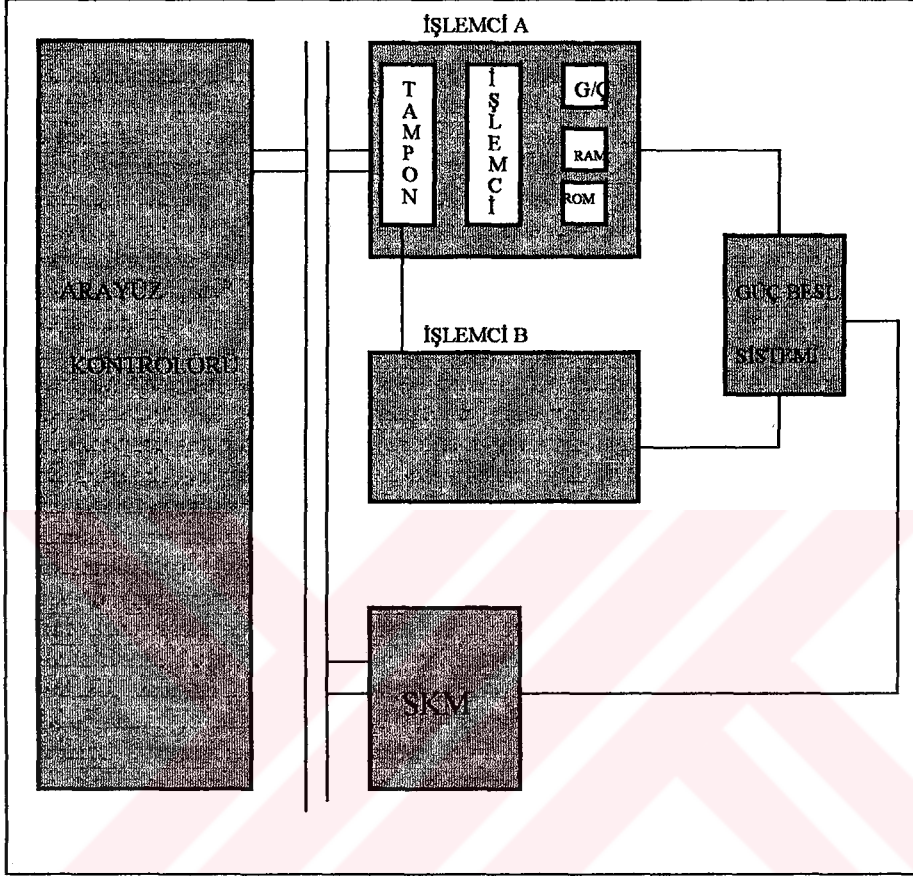
Oluşturulacak bu modül tüm bu problemlere cevap olmalıdır. Devlet Demiryolları'nın yapısı ve elemanlarının kullanım süreleri ( bölüm 10.3) işlemlerin biraz daha zorlaştıracaktır.

#### ***4.4.1 Demiryolları için örnek mikroişlemci kontrollü modül***

Daha öncede belirtildiği gibi, birisi sürekli olarak yedekte bekleyen iki çift mikroişlemci yapısı kullanılmalıdır. ( Şekil 4.4.1.1)

Mikroişlemcilerin işletilmesinde de özel bir yöntem kullanılabilir. Herhangi bir anda A işlemcisi kontrol görevini gerçekleştirirken, B işlemcisi giriş-çıkış işlemlerini gerçekleştirir. Başka bir anda bunun tam tersi olarakta çalıştırılabilirler.

Bazı demiryolu sistemlerinde ortak-işletim ve zamana bağlı hatalarını önlemek amacıyla asenkron çalışma kullanılmaktadır. İstenilirse iki işlemci bu çalışma tipinde de çalıştırılabilir.



**Şekil 4.4.4.1 DDÖM temel yapısı**

DDÖM için bazı ek fonksiyonel modüller kullanılmalıdır. Bu modülleri incelemek istersek :

1. Gecikmeler, yanlış güzergah belirlenmesi durumunda çalıştırılan fonksiyonel model,
2. İşletim durumundaki trenlerin güzergahlarının belirlenmesi ve aktarmaları belirleyen fonksiyonel modül,
3. Güzergah kilitleme için kullanılan fonksiyonel modül,

4. Sinyallerin doğruluğunu kontrol eden fonksiyonel modül,
5. Çıkış verilerini kontrol eden fonksiyonel modül,
6. Verilerin saklanması için kullanılacak fonksiyonel modül.

Kurulma aşamasında bu fonksiyonel modüllerin ayrıntıları ile tanımlanması yapılmalıdır. Aktüel verileri değerlendirerek gerekli emniyet koşullarını sağlayıp sağlamadığını kontrol ederler.

Sistemin en önemli bölümü ray boyunca kullanılan elemanların kontrolüdür. Her bir modül birbirlerinden ayrı görevler gerçekleştirdiği için test işlemleri bağımsız olarak yapılabilir.

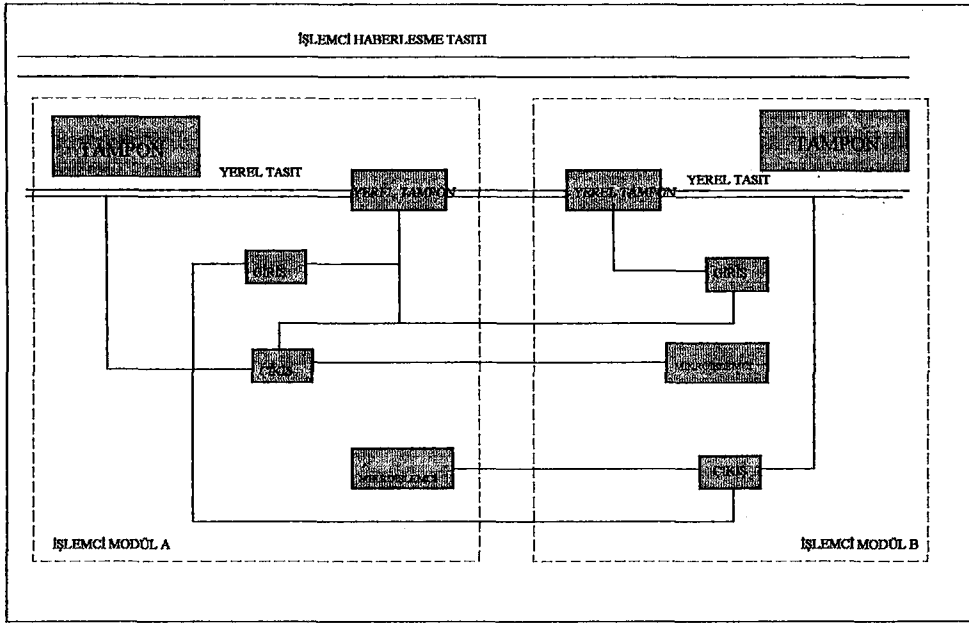
Süreklilik kontrol modülü, sistemin yapısını kontrol eden ve aktif işlemciyi enerjilendiren bir modüldür. Aktif çiftler kendilerini test edebilme özelliğine sahip olmalıdırlar. Ayrıca çalıştıklarını belli etmek amacıyla sürekli olarak bir bayrağı set etmelidirler. Eğer işlemcide arıza oluşursa bayrak set olmayacak, kontrol eden SKM tarafından enerjisi kesilecektir.

Bu durumda bakımla görevlendirilmiş modül devreye girerek ilgili tüm durumları yedek işlemciye vererek çalışmasını sağlayacaktır. Çalışmaya başlamadan önce tüm modüller bir kendi kendine test gerçekleştirmelidirler. Bu test bir gecikmeye neden olabilir. Sistemin çalışmasında değişiklik yapılarak bu gecikme minimuma indirilebilir.

#### **4.5 İşlemci Modülleri**

Herbir modül, sistemin haberleşme taşıtına çift yönlü tamponlarla bağlanmış işlemci ve belleklerinden oluşmuştur. Aktif işlemci çifti arasında bulunan bir yerel taşıt karşılıklı test sırasında haberleşmeyi sağlar. Her işlemci kesme üretmek ve merkez ile haberleşmek için giriş-çıkış birimine sahiptir.





**Şekil 4.5.1 İşlemci modülünün yapısı**

Şekil 4.5.1'de Devlet Demiryolları için önerilen işlemci modüllerinin mimarisi verilmiştir. İşlemcilerden birisi haberleşmeyi sağlarken diğeri gerekli işlemleri yaparlar. Haberleşme işlemini gerçekleştiren işlemci sistemle haberleşmek için haberleşme taşıtını, çalışma ortağı ile haberleşmek için ise yerel taşıtı kullanır. Haberleşmek için, işlemci ortak işlemcinin anlık sonuçlarını alır ve bunları giriş-çıkış birimleri vasıtasıyla fonksiyonel modüllere gönderir.

Haberleşme işlemi gerçekleştiren işlemci ortağından bir kesme işareti aldığı anda, haberleşme konumundan çıkarak işlem konumuna geçer. Daha sonra kullandığı taşıtı DMA işlemi bitene kadar boşaltır. Son giriş-çıkış işlemi bitinceye kadar fonksiyonel modüllerden alınan veriler üzerinde kontrol görevini gerçekleştirir ve bunların sonuçlarını RAM bellekte saklar. Yapmış olduğu işlemlerle kesmeye kadar ortağından aldığı sonuçları karşılaştırır. Eğer hata varsa SKM devreye girerek bakım modüllerini devreye sokar.

SKM sistem yapısını sürekli olarak kontrol eder. Herhangi bir işlemci modülünde bir hata bulunduğunda, SKM bu aktif işlemci çiftine uygulanan

enerjiyi keser ve yedek çifti devreye alır. Bunu ağlamak için her aktif çiftin SKM üzerindeki bir *tamam* bayrağını sürekli olarak set etmesi sağlanmalıdır. Hata oluştuğunda bayrak set edilmeyecek ve kontrol edildiğinde arıza anlaşılacaktır.

SKM yeni işlemci çiftini aktif duruma getirdiğinde, her bir işlemci kendi kendini fonksiyonel modüllerde saklı bulunan parametrelere göre test etmelidir. Bu işlemden sonra bir işlemci haberleşme, diğeri kontrol ve hesap işlemlerini gerçekleştirmeye başlarlar.

#### **4.6 Fonksiyonel Modüller**

Fonksiyonel modüller temelde iki işlem gerçekleştirirler. Birincisi, donanımdaki anlık sinyallerin kontrolü ve işlemci çıkışlarının emniyet açısından karşılaştırılması sonucunda sistem çıkışlarını üretmektir. İkincisi ise oluşabilecek hata durumlarında arızanın giderilmesi için sistem parametrelerinin saklanmasıdır.

Fonksiyonel modülde şu birimler bulunmalıdır :

1. Tüm işlemcilerde olduğu gibi adres, veri ve kontrol tamponları. Bu tamponlar sistem taşıtı ile modülü birbirlerinden ayırırlar. İşlemci istediği modülü bir seçici devre ile seçebilir.
2. Fonksiyonel modülü tanıttıcı bir özel kod devresi.
3. Her bir fonksiyonel modülde gerçekleştirilmesi gereken veri testi için giriş-çıkış birimi.

# BÖLÜM 5

## KONTROL BÖLGELERİ

### 5.1 Genel

Devlet Demiryolları, 3. bölümde de anlatıldığı gibi merkezci bir yönetime sahiptir. Haydarpaşa istasyonunda bulunan bir görevli, trenlerin seyrini yol kenarındaki sinyal lambalarına kumanda ederek sağlamaktadır ( bölüm 3.4). Bazı özel durumlarda makinistle bağlantı kurmak imkansızdır. Makinist treni yol kenarındaki işaretlere göre idare etmek zorunda olduğundan, oluşabilecek sinyalizasyon arızaları oldukça kötü sonuçlanabilir.

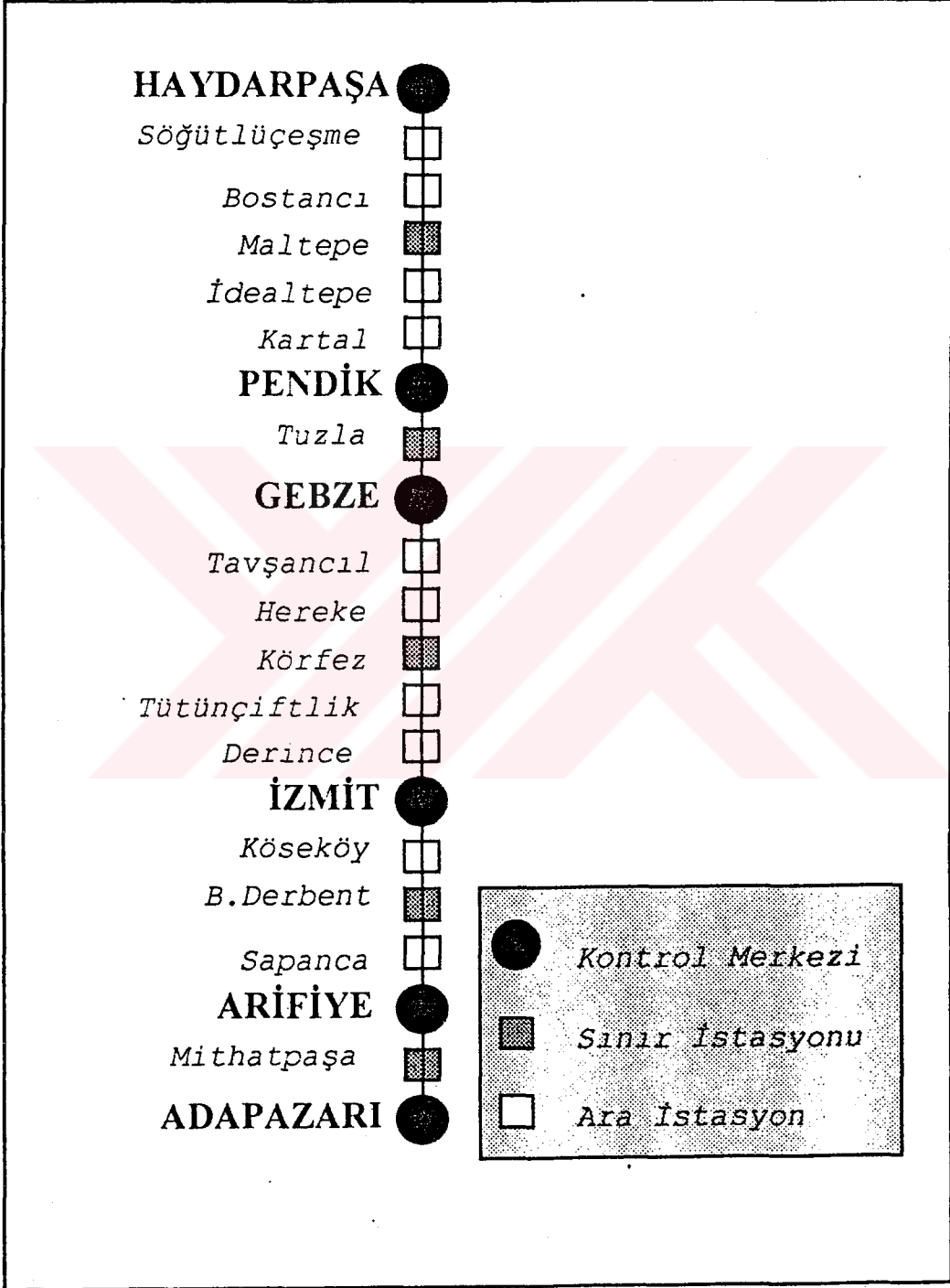
Tezin bu bölümünde, önerdiğimiz sistemin kendi kendini idare etmesi için gerekli olan kontrol bölgeleri tanımlanacaktır. Devlet Demiryolları' nda yapılan görüşmelerde daha önce böyle bir çalışma yapılmadığı öğrenilerek, seçilmiş olan Haydarpaşa-Adapazarı güzergahında kontrol bölgeleri tarafımızdan belirlenmiştir. Bu bölümde kontrol bölgeleri ve karar alma yöntemleri anlatılacaktır.

### 5.2 Kontrol Bölgeleri

Kontrol merkezleri sınır istasyonlarca diğerlerinden ayrılırlar ve kendi bölgelerinde kararlar almak zorundadırlar. Yalnız sınır istasyon civarındaki bazı kararlar için diğer kontrol merkezleri ile bilgi alışverişinde bulunurlar.

Sistemde hareket eden tüm araçlar kontrol merkezinden onay almak için koşullandırılmalı ve bu onay olmaksızın hareket gerçekleşmemelidir. Bunun

için hat donanımı başlığı ile verilmiş bölümde anlatılan donanımlar güvenliği sağlamakla görevlidirler.

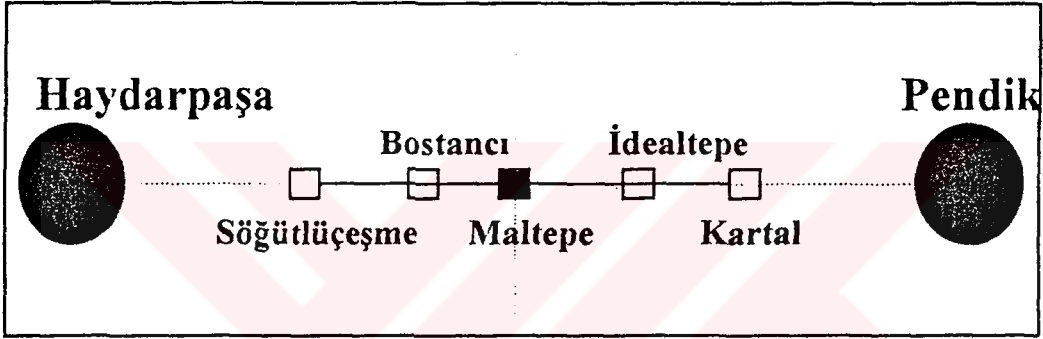


Şekil 5.1.1 Seçilen kontrol merkezleri

### 5.3 Kontrol Merkezleri ve Sınır İstasyon

Güzergâh üzerinde tanımlanan kontrol merkezleri, trenlerin tüm hareketlerinden ve rotalarından sorumlu olan birimlerdir ve bitişik kontrol merkezinden bir sınır istasyonu ile ayrılırlar. Sınır istasyonunun tam ortada olması gerekmez, bu tamamiyle işletim ve yönetim kolaylığı sağlanacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

Seçilmiş olan bu bölgelerde karar verme yapılarını açıklamak için iki kontrol merkezini örnek olarak alalım:



*Şekil 5.3.1 İki kontrol merkezi ve sınır istasyon*

Seçilmiş olan bölgede kurulması tasarlanan mikroişlemci kontrollü demiryolu kontrol düzeneği için karar verme yapısı şöyledir :

Önce bir kontrol bölgesi eldeki verilere göre tanımlanır. Daha sonra trenlerin bir kontrol bölgesinden geçip diğerine girmesi durumunda, karşılaşmanın olmaması için bir takım kurallar konulmuştur.

Örneğin şekil 5.3.1'de, Haydarpaşa kontrol merkezi Maltepe sınır istasyonuna kadar trenin kontrolüne sahiptir; daha sonra, Pendik kontrol merkezi kontrolü üzerine alır. Burada Maltepe sınır istasyonu hem Haydarpaşa hem de Pendik kontrol merkezleri tarafından ortaklaşa kontrol edilmektedir.

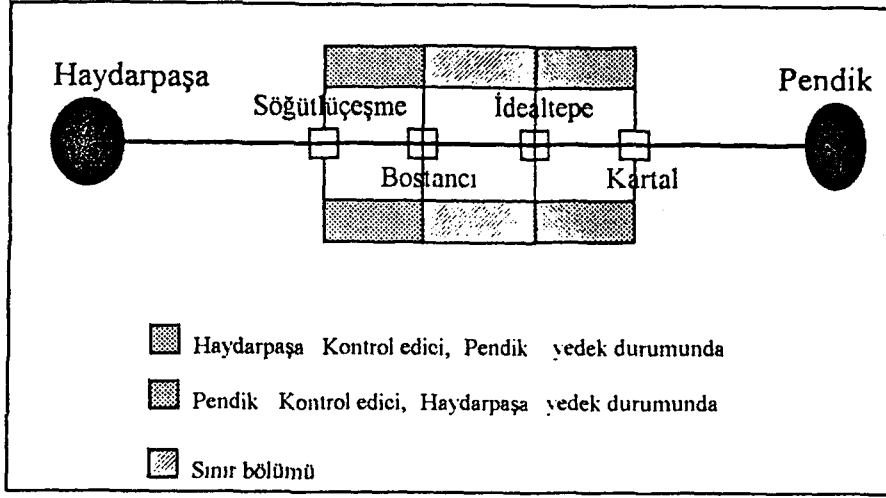
Bundan sonra Bostancı-Maltepe istasyonlarındaki karşılaşmanın Haydarpaşa tarafından düzenlenmesi yanlış olur. Çünkü, bu istasyonun Maltepe sınır istasyonundan daha ilerideki raylar hakkında bir bilgisi yoktur. Aynı şekilde, Maltepe-İdealtepe istasyonları için Pendik kontrol merkezi tarafından alınan kararlar yanlış olacaktır.

Bu mantıktan hareketle, Haydarpaşa ve Pendik kontrol merkezleri kendi bakış açılarından, Maltepe sınır istasyonlarından ilerisini göremedikleri için, karşılaşmaların çözümü aşağıdaki durumlarda hatalı olur.

1. İdealtepe-Kartal ve Maltepe-İdealtepe bölümleri ve İdealtepe istasyonunda bulunan trenler için Pendik kontrol merkezinin tek başına karar alması;
2. Bostancı-Söğütlüçeşme ve Bostancı-Maltepe bölümleri ve Bostancı istasyonunda bulunan trenler için Haydarpaşa kontrol merkezinin tek başına karar alması.

Bundan dolayı bir kontrol merkezinin, bitişik bölgesindeki istasyona kadar karar alması esastır. Şekil 5.3.2'de verilmiş olan yapıda, Pendik kontrol merkezi, Söğütlüçeşme istasyonuna kadar tüm araçlar hakkındaki bilgilere sahiptir ama İdealtepe-Bostancı ve Kartal-İdealtepe bölümlerine kadar tek başına karar verebilir. Aynı şekilde, Haydarpaşa kontrol merkezi Kartal istasyonuna kadar tüm verilere sahiptir ama, Söğütlüçeşme- Bostancı ve Bostancı-Maltepe arasındaki tren hareketlerini kontrol edebilir. Burada, Bostancı- İdealtepe sınır bölümüdür.

Kartal istasyonuna tren girer girmez, tren bilgisinin bir kopyası Pendik kontrol merkezi tarafından Haydarpaşa kontrol merkezinde yaratılır ve tren Bostancı'ya ulaşınca kadar tüm değişiklikler her iki dosyada da gerçekleştirilir. Tren



*Şekil 5.3.2 Kontrol merkezlerinin etki sahaları*

Bostancı istasyonuna ulaşır ulaşmaz Pendik kontrol merkezindeki bellekten bu dosya silinir. Çünkü tüm trenlerin hareketlerini saklamak çok kısa süre sonra bellek problemini de getirecektir. Daha sonra belirtileceği gibi tren numarası, geçiş zamanı, yolcu sayısı gibi bazı bilgiler dışındakilerine gerek yoktur.

#### 5.4 Karar Verme

Tren kontrol bölgelerinin tanımlanmasından sonra sistemde işletilen trenler için önceliklerine göre sevk ve idare edilmelidir. Tanımlanmış olan bu kontrol bölgelerinde, trenlerin önceden tanımlanmış durumlarına göre birtakım kararlar alınmalıdır. Örneğin, iki trenin karşılaşması veya arkadan yetişmesi durumunda hangi trene öncelik verilmesi üzerinde sistem nasıl bir karar almalıdır ? Trene geçiş avantajı sağlayan bu sisteme dinamik öncelik kontrolü ( DÖK ) denir. Bu yaklaşımda, iki trenin karşılaşması veya arka arkaya gelmesi durumunda trenler için DÖK fonksiyonlarının karşılaştırılması ve büyük değere sahip olan trene yol verilmesi sağlanır.

Dinamik öncelik faktörü, DÖF, hesaplanabilmesi için bazı ilave tanımlamalara ihtiyaç duyulur.

**Statik öncelik faktörü ( SÖF ) :** Her demiryolu ağındaki trenlere verilecek özel bir kod ile tanımlanır. Bu nümerik bir sayıdır. Ayrıca önemli seferlere büyük, diğerlerine daha küçük bir sayı verilmelidir. Örneğin mavi trene 7, yük trenine 2 gibi.

**Yer mümkünlük faktörü ( YMF ) :** Bu trenin ulaşmak üzere olduğu istasyonla ilgili bir büyüklüktür. Eğer tren için bir sonraki istasyonda yer var ise 1, yok ise 0 olarak alınabilir. DÖF'nin hesaplanmasında en önemli parametre olmalıdır. Yani eğer olumsuz ise diğer trene yol verilmelidir.

**Tren rötar faktörü ( TRF ) :** Eğer tren tarifeye uygun olarak hareket ediyorsa bu değer 0 değilse 1 olarak alınır. Bunun nedeni gecikmiş olan treni mümkün olduğu kadar az bekletmektir.

**Son istasyon mesafe faktörü ( SİMF ) :** Bu aşamadan sonra trenin ulaşacağı en son istasyon ile ilgili bir kod ataması ( N ) yapılır. Bunun için son istasyonun uzaklığı bir sınır değerden ( örneğin 5 ) fazla ise bu sayı 0, az ise 5 - N olarak tanımlanır.

**Bağlantı treni faktörü ( BTF ) :** Eğer tren bir aktarma treni ise, yolcuların mutlaka zamanında varışa ihtiyaçları olduğundan mümkün olduğunca ( diğer parametrelerle orantılı olarak ) büyük bir sayı seçilmelidir. Örneğin bağlantı treni ise 3, değilse 0.

Bu durumda bir tren için DÖF şu şekilde tanımlanır :

$$DÖF = YMF \times ( SÖF + TRF ( SİMF + BTF ) )$$

Görüldüğü gibi eğer istasyonda ilgili tren için yer yok ise tüm fonksiyon sıfıra eşit olmaktadır. Eğer iki tren için hesaplanan DÖF aynı ise, SÖF ile işlemler gerçekleştirilir. Bunlarda aynı ise ( ki bu çok zayıf bir olasılıktır ) kontrol merkezindeki yetkilinin kararına bırakılır.



## 5.5 Sistem Yapısı

Demiryolu trafiğinin otomatik olarak kontrol edilmesi durumunda, bölüm 5.3'te tanımlanan kontrol merkezlerinde bulunan mikrobilgisayarlar sistemin yönetimini gerçekleştirirler. Tüm tren konumları ve kontrol altındaki araçların hepsi mikrobilgisayarın belleğinde saklıdır. Sisteme bağlı diğer elemanlar bu verilerle, hat donanımlarından ve diğer algılayıcılardan elde edilen verileri işleyerek kararlar verirler.

Şekil 5.5.1'de verilen blok şemada sistemin kontrol merkezleri ile nasıl çalıştırıldığı görülmektedir. Sistemin alt elemanları şöyle tanımlanabilir :

**Hat boş modülü ( HBM ) :** İlgili ray bölümünün kullanılıp kullanılmadığında çalıştırılan modüldür. Burada unutulmaması gereken bir konu da rayın o an kullanılmıyor ama bir tren tarafından kullanılmak üzere atanmış olmasıdır. Bu durumda HBM modülünün çalıştırılması önlenmelidir.

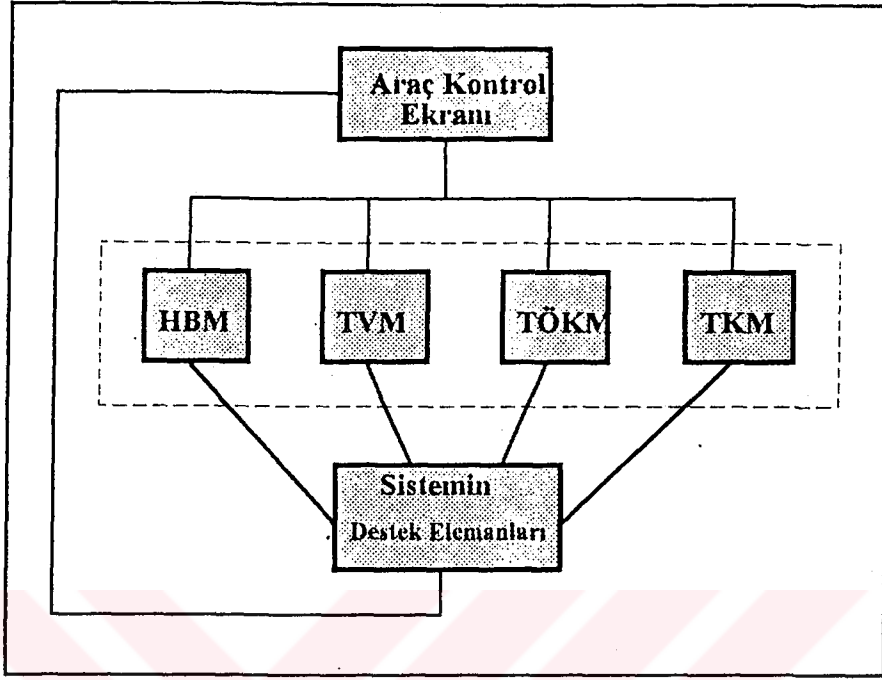
**Tren varış modülü ( TVM ) :** Trenin istasyona girişinde çalıştırılan modüldür.

**Trenin önerilen kalkışı modülü ( TÖKM ) :** Bu da olası bazı durumlardan dolayı düzeltilmiş tren kalkışında çalıştırılan modüldür.

**Trenin kalkış modülü ( TKM ) :** Trenin aktüel kalkışında çalıştırılır.

Araç kontrol ekranı, sistemin kontrolünün yapıldığı yer olmalıdır. Buradaki yetkili trenlerin güvenli ve verimli hareket ettirecek programların ve elemanların kontrolünü yürütür. Herhengi bir ray bölümü serbest hale gelmez, bu bölüm için otomatik olarak HBM çalıştırılır. HBM çalıştığında, bölümü kullanacak trenlerin durumu hesaplanır. Elde edilen DÖF'leri karşılaştırılır ve en büyük değere sahip olan tren için HBM mesajı iptal edilerek bölüm " meşgul " duruma geçirilir. Bölüm tren için seçildikten sonra,

mikrobilgisayar trenin hareket yönündeki diğer ray bölümleri için HBM çalıştırır.



Şekil 5.5.1 Sistemin yapısı <sup>1</sup>

mikrobilgisayar trenin hareket yönündeki diğer ray bölümleri için HBM çalıştırır. Her işlemde ilgili trenlerin DÖF değerleri yeniden hesaplanmak zorundadır.

Trenin herhangi bir kontrol merkezine girmesi durumunda istasyon yetkilisi ( İY ) trenle ilgili olarak varış zamanı, peron numarası, vagon sayısı, tarifeden sapmalar gibi birtakım bilgileri sistemin tamamına iletir. Mikrobilgisayar daha sonra trenin dinamik modüllerini düzenleyen sistemin TVM'nü çalıştırır. Herhangi bir istasyondaki trenin aktüel ayrılmasından hemen önce İY trenin ayrılışını bildirir. Daha sonra mikrobilgisayar bir sonraki istasyonda bulunan TÖKM gerekli düzenlemeleri sağlamak için çalıştırılır. Burada unutulmaması gereken en önemli nokta, trenin hareketi ile ilgili bilgilerin her iki istasyona da yollanmasıdır.

<sup>1</sup> KANT, Dr.Krishna, " Dynamic Automatic Railway Traffic Control System", Appropriate Automation Promotion Laboratory, Electronics Commission, rail International, 1984, s.8-13.

## 5.6 Mikrobilgisayar Şebekesi

Kontrol merkezindeki mikrobilgisayar kontrol bölgesine giren her trenin dinamik önceliğininin hesaplanması yardımıyla, her bir eleman hakkındaki verileri yeniden düzenlemek ve bunları belleğinde saklamak zorundadır. Sistemde bulunan elemanların konumları doğal olarak değişmeye devam edecek ve mikrobilgisayar mümkün olduğu kadar kısa zamanda yeni bilgileri almak zorunda kalacaktır. Bunun için, aşağıdaki işlem sırası takip edilebilir :

1. Mikrobilgisayar gerçek zaman modunda çalışıyor olmalıdır,
2. Kontrol edilecek tüm noktalara alt-modüller yerleştirilmelidir,
3. Mikrobilgisayar bitişik kontrol bölgesindeki mikrobilgisayar ile her an haberleşebilmelidir. Bunun nedeni, bir trenin bir kontrol merkezinden diğerine geçerken bilgi transferi yapılmasıdır.

### 5.6.1 Haberleşme protokolü

Sistemdeki işlemleri gerçekleştirmek için bir protokol yazılımı geliştirilmelidir. Kullanılan protokolde, birtakım öncelikler tanımlamak gerekli olacaktır.

Her haberleşmenin öncelik sayısı artarken önceliği azalır. İşlemsel öncelikli haberleşme en üst derecede önceliğe sahiptir. Bu işlem sırasında başka bir haberleşme yapılıyorsa, buna müdahale edip kesme yapabilir. Ama bu kesilmeden sonra, hiçbir veri kaybı olmadan işletim devam edebilmelidir. Hazırlanacak olan haberleşme protokolü, bu şekilde çalışmalıdır.

### 5.6.2 Veri iletişimi

Haberleşme protokolü iki birim arasındaki bilgi alışverişininin gerçekleştirilmesini aşağıdaki yöntemle gerçekleştirir:

Tablo 5.6.1.1 Haberleşme öncelikleri

Öncelik	Haberleşme
1	İşlemsel Öncelikli Hab.
2	Mikrobilg.-Mikrobilg. Hab.
3	Mikrobilg. - Alt Modül Hab.
4	Alt Modül - Mikrobilg. Hab.
5	Alt Modül - Alt Modül Hab.

1. Mikrobilgisayara bağlanmış bir hat üzerindeki birimlerin hepsinin haberleşme durumları, yapılan her alışverişte gözden geçirilmelidir. Haberleşmede yapılacak olan bu işlem için, bir bağlantı matrisi oluşturulur.

2. İstenen birim, alıcı birim ve haberleşme yolunun serbest olup olmadığını bu matrise bakarak kontrol eder. Alıcı birim serbest duruma geldiğinde haberleşme başlamadan önce bir haberleşme isteği yapılır. Bu istek, ayrıca alıcı birimin adresi'ni de içermelidir.

Sistem birimleri aşağıdaki durumlarda bu isteği geri çevirebilirler :

a. Aynı anda daha yüksek öncelikli haberleşme gelirse,

b. İlgili birim, bellek tamponlarında eş öncelikli bir başka iletişime sahipse.

3. Alıcı birim, iletişim adreslerine bir geri çevirme mesajı yollar. Haberleşme işleminin reddedilmesi durumunda, haberleşme ile görevli mikroişlemci mesajı kendi belleğinde saklar ve haberleşme yolu açıldığında bunu otomatik olarak iletir.

4. Hazır mesajı alındığında, iletimi yapan birim mesajı yollamaya başlar. Mesajın alınması bittiğinde ise, alıcı birim geriye işlem bitti sinyalini gönderir.

5. Oluşturulan sistemde, farklı birimler arasında iletilecek farklı mesaj tipleri için bazı mesaj tipleri belirlenmelidir. Bu mesaj tiplerinin temelde iki bölümü olmalıdır : işlemsel ve mesaj bölümleri. İşlemsel bölüm trenin ayrılması, önerilen ayrılma zamanı, gecikmeler, trenin varışı, mesaj bölümü ise iletilecek bilgiden oluşmuştur.

### 5.7 Simülasyon

Dinamik öncelik kontrolü yaklaşımının geçerliliğini görmek için bir simülasyon örneği oluşturulmalıdır. Demiryolu şebekesinde kullanılan yöntemin etkinliğini hesap etmek için denk. 5.7.1'den yararlanılır.

$$GF = \frac{TOTG}{TS} \quad (5.7.1)$$

Burada,

GF = Gecikme faktörü,

TOTG = Trenlerce oluşturulan toplam gecikme,

TS = Tren sayısı'dır.

Ayrıca bu hesaplamalarda unutulmaması gereken iki değerde kontrol edilen tren sayısı ve her trende oluşan en büyük gecikme değeridir.

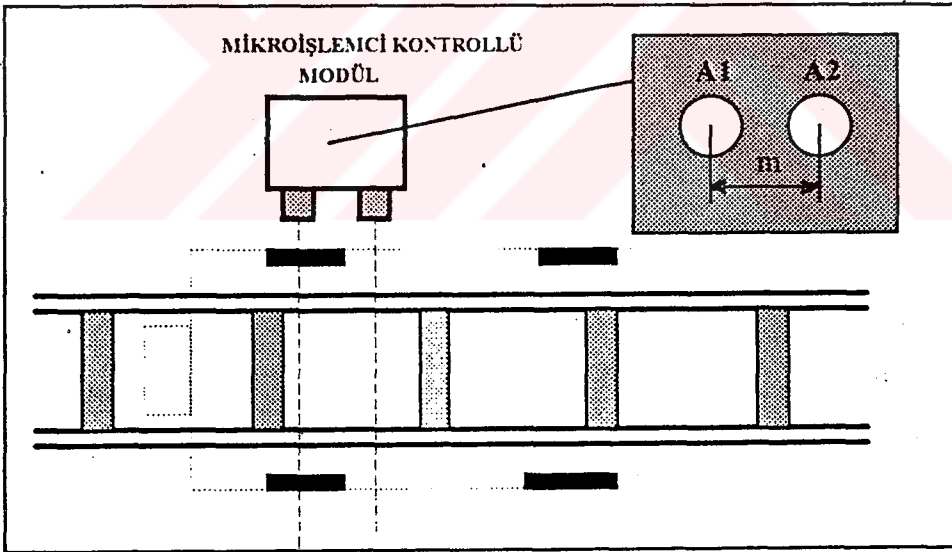
Trenlerin şimdi kullanılan yöntemlerle ilgili bilgileri ve mikroişlemci kontrollü bilgileri karşılaştırılabilir.

### 5.7.1 Deneysel veriler

Sistem dosyalarında saklanabilen farklı istasyon ve ray bölümlerinden alınmış aşağıdaki tip veriler simülasyon deneyimlerinde kullanılabilir :

1. **Tren bilgisi :** Simülasyonda kullanılan trenlerin tipleri ve numaraları.
2. **İşletilme zaman bilgisi :** Haydarpaşa-Adapazarı güzergahında iki istasyon arasındaki trenlerin farklı tiplerinin en az ve en fazla çalışma zamanları. Bu değerler zamantablosundan da alınabilir.
3. **Performans bilgisi :** Tren bilgisinde tanımlanan trenlerin o anki konumu, farklı istasyonlarda planlanmış durmalar, ve dinamik öncelik faktörünün hesaplanması için gerekli diğer faktörler.

### 5.8 Tren Tanımlayıcı Modül



Şekil 5.8.1 Mikroişlemci kontrollü tren tanımlayıcı.

Tezin bu bölümünde tarafımızdan özel olarak tasarlanmış bir mikroişlemci kontrollü tren tanımlayıcı anlatılacaktır.

Sistemin temelinde iki algılayıcının (  $A_1$  ve  $A_2$  ) okunması ve aktif halde kaldığı süreler önemlidir. Sistemin çalışmasını şu şekilde açıklayabiliriz :

1. Mikroişlemci üzerindeki program sürekli olarak hangi algılayıcının önce aktif hale geçeceğini kontrol etmelidir. Bu durumda trenin hareket yönü tespit edilebilir. Örneğin  $A_1$  aktifse İstanbul,  $A_2$  aktifse Adapazarı gibi.

2. Algılayıcılardan birisi aktif hale geçince ( hangisi olursa olsun ) bir zamanlayıcı çalıştırılır. Bu zamanlayıcıya  $Z_1$  diyelim. Aynı şekilde ikinci bir zamanlayıcı da (  $Z_2$  ) çalışmaya başlasın. Bu arada iki algılayıcı arasındaki uzaklığın bilindiğini ve  $m$  ile verildiğini varsayalım.

3. İkinci algılayıcı aktif hale geçtiğinde  $Z_1$  zamanlayıcısı durdurulur. Geçen zaman  $t_1$  ise, trenin olan hızı (  $V$  ) yol/zaman ifadesinden,

$$V = \frac{m}{t_1} \quad (5.8.1)$$

4. Böylelikle trenin hızı ve yönü hesaplanmış olur. Birinci algılayıcı aktif halden pasif hale geçtiğinde ikinci zamanlayıcıyı (  $Z_2$  ) durduralım. Geçen zaman  $t_2$  ise, hız bilindiği için elimizde iki bilgi daha elde edilir.

a. Algılayıcının aktif halden pasif hale geçmesi bir tekerlek ( dingil ) sayımı, dolayısıyla vagon sayısının ölçülmesi demektir.

b. İkinci zamanlayıcının ölçtüğü süre  $t_2$  ise, hız bilindiği için tekerlek çapının ölçülmesi de mümkün olacaktır. Yani, tekerlek çapı  $\emptyset$  ile verilmişse,

$$\emptyset = V \times t_2 \quad (5.8.2)$$

Bu özellikle farklı tipteki tekerleklerle çalışan yük trenlerinin tanımlanmasında işe yarayabilir. Aynı şekilde ayrı bir sayaçla dingil sayısı saydılarak trenin vagon sayısı da bulunabilir.

Böylelikle trenle ilgili dört temel büyüklük, sistemden bağımsız olarak bulunabilir. Bu değerler belli tolerans sınırları içinde ray kuplaj bobininden

alınan bilgilerle karşılaştırılarak, başka bir kontrol mekanizması daha oluşturulmuş olur.

Buradaki amaç sistemin ilgili ray bölümünde hareket halindeki trenin yönünü ve vagon sayısını kontrol etmektir. İlgili ray bölümüne bir makas hatası ile farklı yönde veya farklı vagon sayısında bir tren girecek olursa, tüm işlemler iptal edilerek acil duruma geçilmelidir.

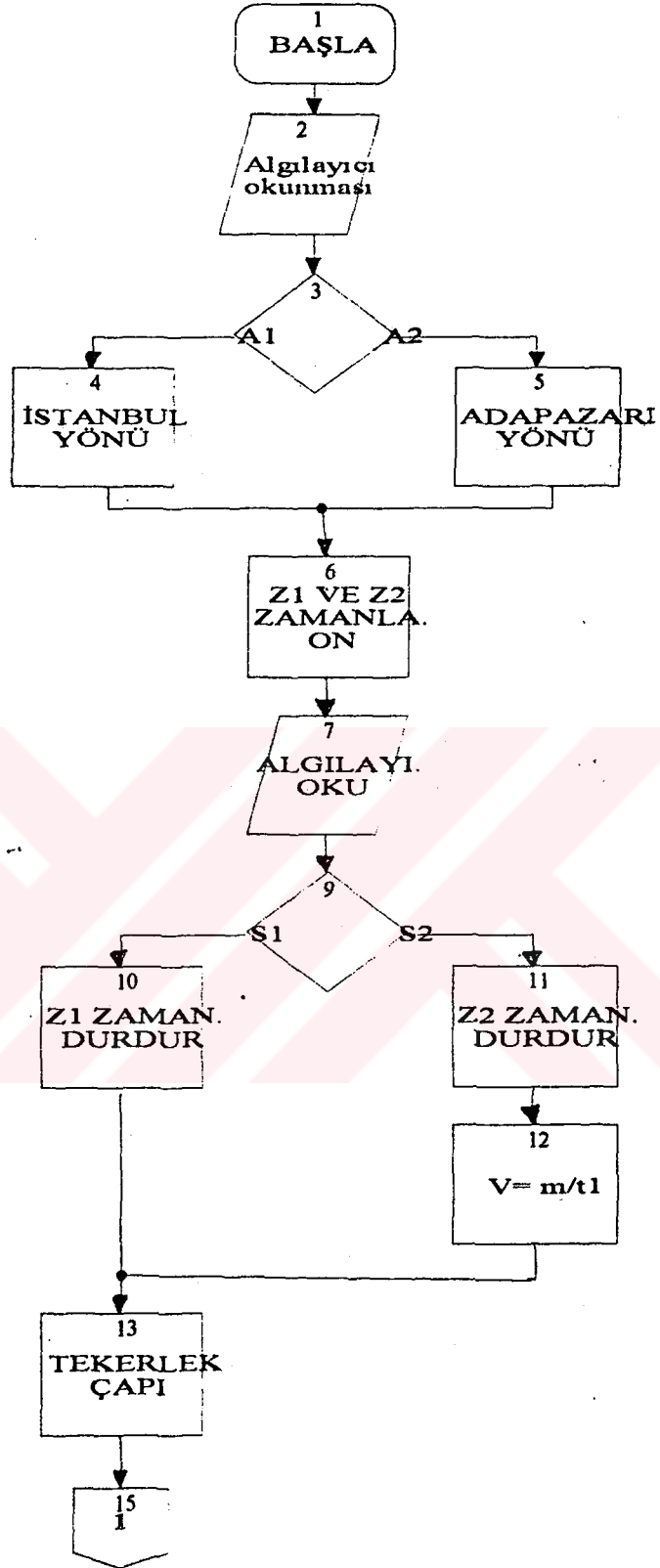
Tasarlanan bu mikroişlemci kontrollü modül ray boyunca monte edilebilir. Yalnız dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır :

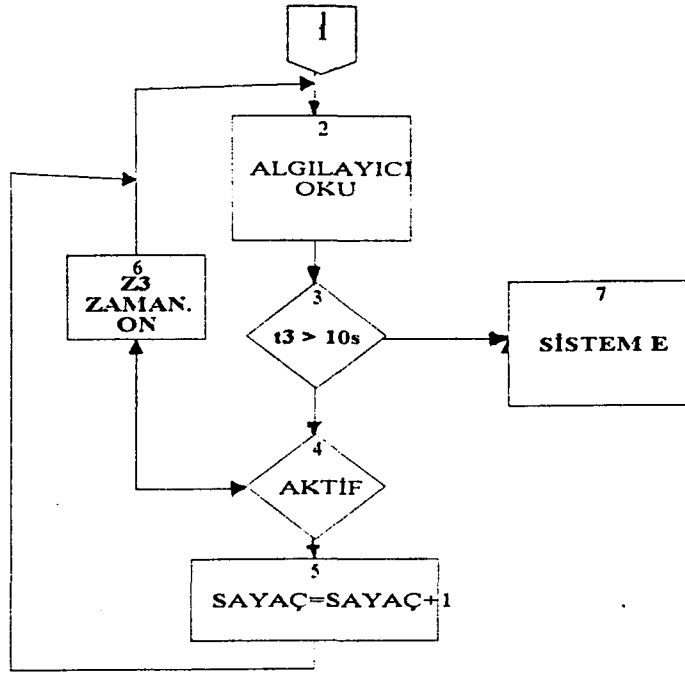
1. Algılayıcıların yerden yüksekliği tren tekerleklerinin yaklaşık olarak ortalarında olmalıdır.
2. Modül istasyonların girişine ve trenin frenlemeye geçtiği noktalardan önce monte edilmelidir.
3. Eğer tren algılayıcıların önünde duracak olursa, o ana kadar elde ettiği bilgileri sisteme bildirmeli ve eski durumunu almalıdır.
4. Yakın mesafelerde modül sistemden enerjilenebileceği gibi, uzak mesafelerde güneş pillerinden yararlanır. Bu durumda hat haberleşmesi yerine radyo haberleşmesi kullanmak daha olumlu olacaktır.

Bununla ilgili programın akış diyagramı şekil 5.8.2'de verilmiştir.

Akış diyagramından görülebileceği gibi program algılayıcıların okunması ile başlar [1]. Aktif duruma geçen algılayıcı aracın geldiği yönü gösterecektir. Bu durumda trenin yönüne karar verilir [3], [4], [5]. Hesaplamalarda kullanılacak zamanlayıcılar (  $Z_1$  ve  $Z_2$  ) çalıştırılır [6]. Daha sonra her iki algılayıcı tekrar okunur [7]. Algılayıcıların durumuna göre zamanlayıcılar durdurulur [9], [10], [11]. Eldeki verilere göre hız (V) ve tekerlek çapı ( $\emptyset$ ) hesaplanır [12], [13].







*Şekil 5.8.2 Tasarlanan mikroişlemci kontrollü modül için örnek program algoritması.*

Bundan sonraki aşamada sayma işlemi gerçekleşir. Bir sayaç oluşturulur. Bu sayaç tekerlek ( dingil ) sayısını bularak buradan vagon sayısını hesaplar ve sisteme bildirir.

Z3 zamanlayıcısı trenin durması veya vagonların sona ermesinden sonra işlemin bittiğini saptamak için konulmuştur. Buradaki 10 s değeri tahminidir. Bunun yerine önceden belirlenmiş ortalama vagon uzunluğu ile ölçülen hız'ın oranı da alınabilir.

### 5.9 Araç Diagnostik Sistemi

Devlet Demiryoları'nda güvenliğin artırılması amacıyla ilave bir modül daha tasarlanabilir. Bu sistem araçta meydana gelebilecek arızanın yerini tespit ederek tamiratını çabuklaştırarak bekleme süresi ve işgücünden tasarruf sağlayacaktır. Sistemin temel fonksiyonları şöyle olmalıdır :

1. Arızaların kısa zamanda tespit edilmesi,
2. Meydana gelen arızaların kaydedilmesi ve bildirilmesi.

Tanımlanan sistem akıllı alt birimleri denetleyici ve bunları tren mesaj yollayıcısına uygun formda yollayan bir yapıda olmalıdır. Bu işlem mantığı, arızaların kısa sürede belirlenmesini ve böylece arka arkaya oluşabilecek arızaların da önlenmesini sağlayacaktır.

Öyleyse mikroişlemci kontrollü modül şu birimlerden oluşmalıdır :

1. Merkezi kontrol birimi,
2. Kullanıcı - sistem arayüzü,
3. Elde edilen verilerin saklandığı bellek.

Araç üzerinde önceden belirlenmiş değerlerin sürekli ölçümü yapılır. Bu araç üzerindeki algılayıcıların devamlı sinyal yollaması ile olur. Var olan sinyallerin olması gereken değerler ile karşılaştırılması gerekecektir.

Merkezi işlem birimi, gerçek zaman saati ile desteklenmelidir. Bunun nedeni aktüel olmayan verilerin değerlendirilmesini önlemek içindir. MIB araç üzerinde bulunan çeşitli veri elde etme alt modüllerini sürekli olarak tarıyarak arıza arar. Arıza belirlendiğinde arızanın yerine göre bir kodlanmış mesaj üretir. Bu mesaj ilgili birime gönderilirken aynı zamanda bellekte de saklanır. Bunun kodlarla gönderilmesi mikroişlemci için rahatlık olmasına rağmen yetkililer için pek anlaşılabilir olmayabilir. Bu durumda ya bir kod dönüştürücü devre oluşturulur ya da bir kod dönüşüm çizelgesi oluşturulur.

Eğer programlama yöntemi seçilirse, hata kodları belirlendikten sonra arızanın giderilmesi için yapılması gerekenler de alt menülerle kullanıcıya sunulabilir.

Arızalar sistemdeki özel bir modül tarafından istatistiki bilgilerde kullanılmak üzere düzenlenebilir. İlave maliyet getirmesine rağmen, arızaların zamanında ve kolayca giderilmesini sağladığı için kısa zamanda kendini amorti edecektir.

### 5.10 Sistem Yazılımı

Aşağıdaki faktörler, demiryolu yetkilileri tarafından sistemde kullanılacak programın hazırlanmasında ilk planda gözönüne alınmalıdır.

1. İşletim güvenliği,
2. Gerçek zaman işletimi,
3. Program yapısının da modüler tasarıma uygun olması.

#### 5.10.1 İşletim güvenliği

Sistemin güvenliği birinci derecede yazılımın güvenliğine bağlıdır. Bunun için programın algoritmasının hazırlanması çok önemlidir. Yazılımın hazırlanacağı üst düzey dilde oldukça önemli bir faktördür.

Kullanılacak programlama dili, yazılı programın ilk satırından son satırına dek sürekli bir döngü içinde olmalıdır. Bunun nedeni, eğer normal programlama metodları kullanılırsa, o anda işletilen program parçacığı dışındaki acil durumların farkedilmesinde geç kalınabilir. Öyleyse hazırlanacak olan program, baştan sona dek acil durum çıkışlarını kontrol etmelidir. Otomasyonda kullanılan programlanabilir mantık kontrolörler için bu süre milisaniyeler mertebesindedir.

İkinci bir güvenlik önlemi ise, sistemde aynı anda iki program çalıştırılmasıdır. Bu iki program, birbirinden bağımsız olarak aynı işlemleri gerçekleştirmek üzere çalışacaklardır. Programlama mantıkları birbirinden farklı, programların girişleri ve çıkışları aynı olmalıdır. Yalnız karar verilen işlem yapıl-

madan önce, iki programın sonuçları bir başka program tarafından karşılaştırılmalıdır. Eğer hata yoksa, sonuçlar işleme koyulabilir. Ama hata varsa, karşılaştırıcı program bunu kullanıcılara bildirmelidir.

Burada hata olasılığı yarı yarıya azaltılmaktadır. Sistem yalnızca iki programın aynı anda hata yapması ve hatalı sonuç vermesi durumunda ( çifte hata ) güvenilirliğini yitirir.

### 5.10.2 Gerçek-zaman işletimi

Program sisteme bağlı tüm elemanların durum kontrolünü yapar. Bütün olayların zamanının sistem modüllerine yollanan komutlara eklenmesi, aktüel olmayan süreç verisinin kullanılmasının önlenmesini sağlar. İki programdaki veri akışının koordinesini sağlamak için, programların çalışmalarının sonuçları bir zaman etiketli komutla desteklenir ( şekil 6.6.2.2 ).

Programlar sistemdeki herhangi bir elemandan kesme geldiğinde, yeni duruma göre işlem yapmalıdırlar. Burada işletimi bırakılan program parçacığı ile ilgili bilgiler, geçici belleklerde beklemeye alınmalıdırlar.

### 5.10.3 Modül programları

Sisteme bağlı tüm modüller için ayrı programlar oluşturulur. Bu programlar, çalıştırıldıkları mikroişlemciye göre çeşitli fonksiyonlar içerebilirler. Aldıkları veya hesapladıkları bilgileri sisteme yollarlar. Bazı durumlarda kendi kendilerine karar verir, EPROM bellekler kullanırlar.

# BÖLÜM 6

## SİSTEM MİMARİSİ

### 6.1 Genel

Sinyalizasyonun elektromekanik olarak uzaktan kumanda edildiği Devlet Demiryolları'nda, ilk kez tarafımızdan önerilen mikroişlemcilerin kullanılması sisteme en ekonomik işletim yöntemlerini getirecektir. Tezin bu bölümünde önerilen sistemin nasıl bir yapıya sahip olması gerektiği örneklenmiştir. Yalnız halen Devlet Demiryolları'nda kullanılan CTC sistemi (bölüm3) ile yeni sistemin birlikte oturtulması için bir geçiş süreci yaşanacağı muhakkaktır. Bu süre - ödeneklerin düzenli olması durumunda - tarafımızdan en az on yıl olarak tahmin edilmektedir. Bu geçiş sürecinde yol göstermek açısından eski sistemlerin yenilenmesinden de bahsetme gereksinimi duyulmuştur (bölüm 6.5).

Mikroişlemcilerin ortaya çıkması ile, yukarıda bahsedilen sisteme yeni bir çözüm getirmek mümkün olacaktır : *Modül Kavramı*. Bu demiryolu plânına ekler yapılması gibi, sisteme haricî bir geliştirme veya bir eleman arızasının giderilmesinin gerektiği durumlarda şebekenin tamamını etkilemeden birtakım işlemlerin yapılabilmesini sağlar. Sistemin tamamının kurulması yaklaşık on yıldan fazla süreceği için, her birime kullanıcı tarafından gereksinim duyulacak ilâvelerin de yapılabilmesi gerekir.

## 6.2 Mikroişlemci Kontrollü Modül

Mikroişlemci kontrollü modül, ( bundan sonra M.K.M. olarak anılacaktır ) temel tasarımıda aşağıdaki fonksiyonları içermelidir :

1. Klavyeler ile yüksek kaliteli renkli ekranlar arasındaki haberleşmeleri sağlanması,
2. Güzergahların ve sinyallerin kontrolü,
3. Tren tanımlayıcı,
4. Zamantablosuna göre otomatik tren kontrolü,
5. Bakım ( yerel ve tele bakım ) işleri,
6. Oluşturulan yapıya farklı durumlarda ilâveler ve değişiklikler yapabilmek.

Bu kompüterize sistem, her biri ayrı göreve sahip, birbirlerine bir telekomünikasyon şebekesi ile bağlanmış merkezî olmayan bir yapıdadır. Oluşacak problemler, yeni tasarım metotlarını kullanarak ve ilaveler yaparak kolaylıkla çözülebilir.

### 6.2.1 Sistemin kurulması

Devlet Demiryolları'nda M.K.M. kurulmasında birtakım ön koşullar getirilmelidir :

1. Kurulacak sistemde uyumluluk, bakım ve işletim kolaylığı ilk planda olmalıdır.
2. Oluşturulacak tüm sistemler, kullanıcı isteklerine her zaman cevap verecek durumda olmalıdır.

3. Tasarlanmış olan birimler gelişen teknolojilere uyum sağlayabilmelidirler.

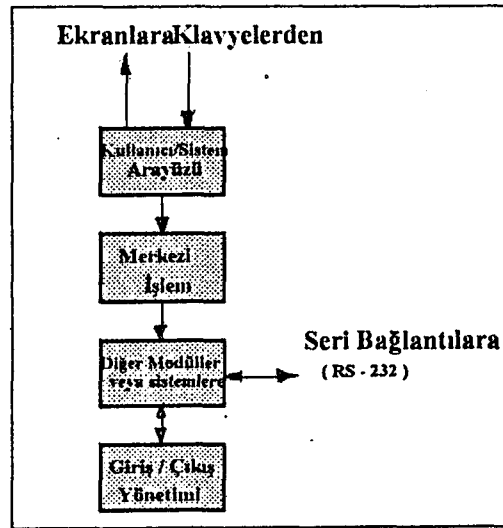
Sistemin oluşturulmasında bazı aşağıdakiler tanımlanabilir :

1. Veri işletim sistemiyle oluşturulan güvenlikle orantılı fonksiyonların bulunduğu bir *kontrol istasyonu* oluşturulması,
2. Kontrol istasyonu ile bağlantılı çalışacak işletim ve bakım birimleri,
3. Mikroişlemci kontrollü modül ile diğer sistemler arasındaki arayüzlerin en aza indirilmesi,
4. Sistemin tüm özelliklerinin geliştirilmesi ve merkezî kontrol sistemi çalışmasının mümkün olduğunca basitleştirilmesi.

Aynı şekilde bazı kısıtlamalarla da karşılaşılacaktır :

1. Daha önceki işleme konulmuş tesisatlarla paralellik,
2. Eldeki işe yarar sistemlerin korunması ve bakımı.

### 6.3 Modül Kavramı



Şekil 6.3.1 Modüler yapı



Farklı fonksiyonların sağlanması için bir hiyerarşik yaklaşım uygulanmalı ve modüllerin alt bölümleri farklı fonksiyonların en uygun şekilde dağıtımı ile oluşturulmalıdır.

Her bir modül, ayrı bir elemandır ve sistemden bağımsız olarak önceden belirlenmiş bazı fonksiyonları gerçekleştirir. Örneğin, tren izlenmesi, istasyon konumları, grafiksel çıktılar vb. Yeni fonksiyonların eklenmesi gibi ilave değişikliklerde, modüllerin değiştirilmesi yerine sistem parametrelerinin değiştirilmesi yeterli olacaktır. Modüllerde bir seviyeden diğerine geçiş yalnızca kullanıcıların onayı ile gerçekleştirilebilir.

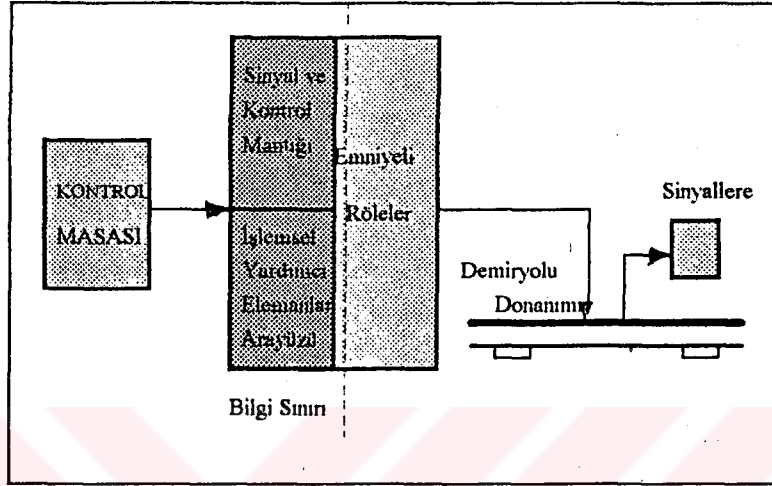
#### 6.4 Sistem Mimarisi

M.K.M. özelleştirilmiş bir modül tabanına göre çalışmalı, mimarî gerekli fonksiyonlarının özelliklerine göre değişen verilmiş değerlere göre kullanılmalıdır. Bu yapı aşağıdaki fonksiyonların biraraya getirilmesi ile oluşturulur.

1. Kullanıcı-sistem arayüzü,
2. Tren tanımlayıcısı yardımıyla, güzergâhların otomatik veya elle kontrol edilmesi,
3. Ray şebekesi üzerindeki tüm durumların kaydedilmesi,
4. Yolculara sunulan bilgiler,
5. Haberleşme.

Bu fonksiyonların her biri, özel olarak tasarlanmış bir modül veya bir alt program ile gerçekleştirilmelidir.

M.K.M. yüksek seviyeli güvenlikle ya yerel yada merkezi kontrol gibi otomatik kontrol tanımlarını gerçekleştirir. Tüm şebekeyi kontrol eden merkezi trafik kontrol istasyonu ile bağlantı, yalnızca tren saatleri ve numaraları üzerindeki düzeltme ve değişikliklerin aynı anda yapılmasını sağlar. Bu veri işletim kontrol istasyonu sinyal fonksiyonlarını da kontrol etmelidir. ( Şekil 6.4.1 )



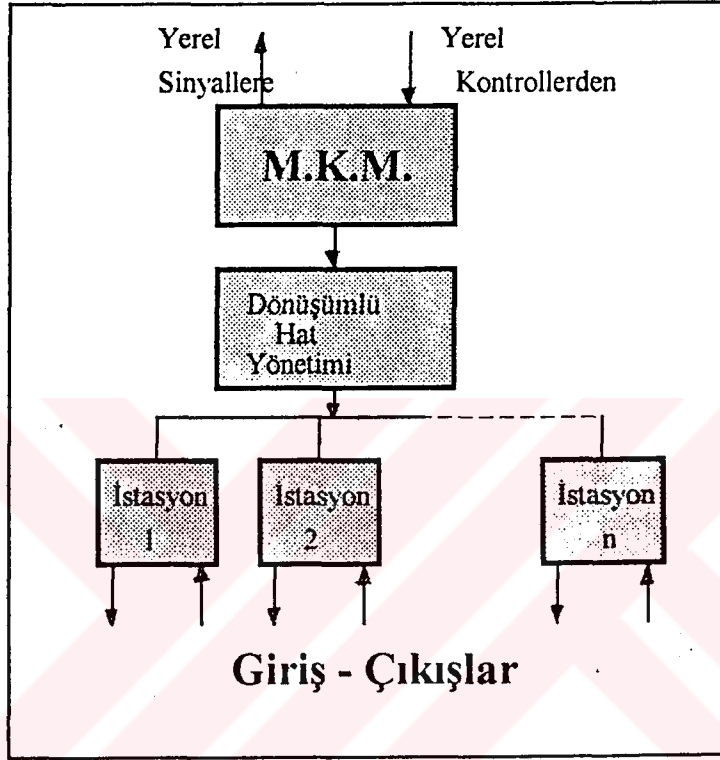
Şekil 6.4.1 M.K.M. kontrol fonksiyonları

Yukarıda görüldüğü gibi, kontrol masasında bulunan yetkili, bilgi sınırı ile tanımlanmış elemanlara etki edememektedir. Bu elemanlarla ilgili geniş bilgi Bölüm 7'de verilmiştir. Hat üzerindeki bazı elemanlar sistemin emniyetini sağlamaktadır.

#### 6.4.1 İstasyonların yönetimi

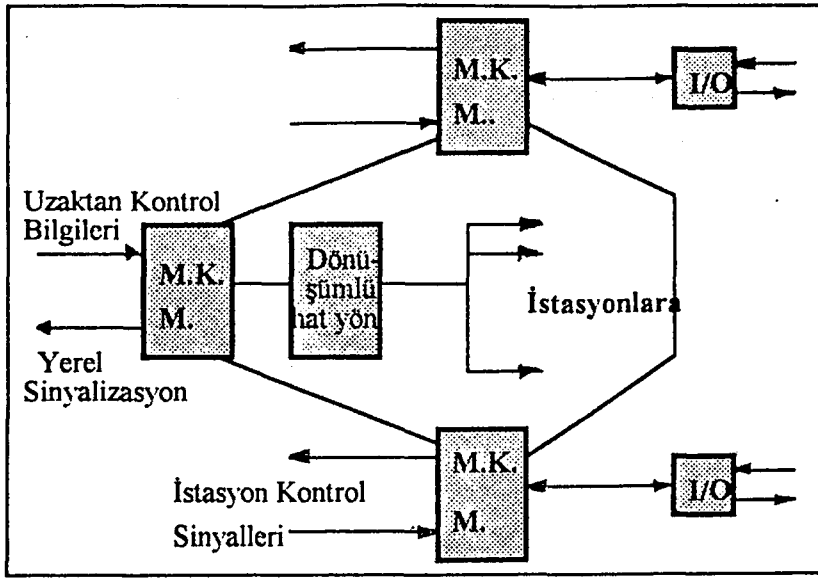
Aslında sistem, aynı yapıdaki alt sistemlerin hiyerarşik olarak idare edildiği bir yönetim biçimine sahiptir. Yerel kontrollerden gelen çeşitli sinyaller M.K.M. tarafından değerlendirildikten sonra yine yerel sinyallere gönderilerek kontrol mekanizması çalıştırılmış olur. Ara eleman olarak kullanılan dönüşümlü hat yönetimi birimi aslında hangi alt birime bağlanılacağına seçilebilmesini sağlayan bir seçici devre'dir.

Görüldüğü gibi sistemde değişiklik yapmak için alt sistemlere ilave yapmak veya daha önce belirtildiği gibi sistem parametrelerini değiştirmek yeterli olacaktır. Gene aynı şekilde, alt sistemlerden biri arıza yaptığında diğer sistemler çalışmaya devam edecektir. Arızalı bölümün tamirâtı sırasında sistem en az derecede etkilenmiş olacaktır.



**Şekil 6.4.1.1 İstasyonların yönetimi**

Kurulacak olan tüm donanımlarda çok sayıda anahtar, sinyal, ray devresi ve acil durum dönüş çevrimlerinin kontrolü gibi fonksiyonlar veri işletim kontrol istasyonu ile merkezî kontrol tarafından gerçekleştirilebilir. Bu durumda merkez istasyonda bulunan işletim modülü, her bir yerel istasyonda bulunan birkaç giriş-çıkış modülüne tele-iletişim ile bağlanabilir. ( Şekil 6.4.1.2 )



*Şekil 6.4.1.2 Yerel kontrol özelliklerini kullanarak uzaktan kontrol.*

## 6.5 Eski Sistemlerin Yenilenmesi

Bu aşamada eski sinyalizasyon tesisatlarının yenilenmesine de değinelim. Bu aslında eski tesisatların yeni röleli - mikroişlemci kontrollü modüllere dönüştürülmesi demektir. Projede her yeni modül tasarımcısı, pek çok elektriksel plan çizmek zorunda kalacaktır. Bu planlar, sinyaller, bağlantı noktaları, kilitleme elemanları, panolar ve diğer cihazlar arasındaki elektriksel bağlantıları şematik olarak verecektir. Ayrıca bu planlar, butonlar, röle konumları gibi bazı " giriş " verileri ile, röleler, lambalar veya diğer birimler gibi " çıkış " verileri arasındaki mantıksal ilişkiyi de tanımlarlar.

### 6.5.1 Elektriksel planlar

Bu elektriksel planlar, her modülde ortaya çıkan kontrol masası, güzergah kontrolü, güzergah kilitleme kontrolü, kontrol paneli gibi birkaç mantıksal fonksiyona göre organize edilmelidirler. Yani tüm cihazlar, çalışma yöntemlerine göre farklı planlarda ayrıca tanımlanırlar.

Bu tip planlar, verilen mikroişlemci kontrollü modülün büyüklüğüne göre bir veya daha fazla sayfa içerirler. Bunlar pek çok sistematik kurallara göre kullanıcı tarafından serbest elle hazırlanırlar. Daha sonra bir teknik ressam bunların bir kopyesini yapar. Bundan sonraki aşama, eldeki planların, tesisatın kablo bağlantılarında kullanılacak parça listesi ve bağlantı şemaları gibi diğer dökümanlara dönüştürülmesidir. Elle yapılan bu işlemler oldukça zaman alıcı ve sıkıcı bir ön hazırlıktır. Hatalar oluşabilir ve bu hatalar tesisatın kurulması aşamasında ayrıca düzeltilmek zorundadır. Planların hazırlanmasında mikro-bilgisayarlar kullanmak, en akılcı çözüm olacaktır. Hazırlama işleminin ilk aşaması, planların aralarındaki eş potansiyelli bağlantıların elle oluşturulmasıyla başlar. Bu ara bağlantılara özel numaralar verilir. Daha sonra, tüm fiziksel elemanlar bağlantı sayılarına karşılık gelen her bir eleman için birer birer giriş dosyasına sıralanırlar. Yapılan işlemlerin güvenli kontrolü için, uç numaralarına karşılık gelen tüm bağlantıların listesini içeren ikinci bir giriş dosyası oluşturulur. Bu tanımlamayla, çalışma kendi kendine kontrol yapma şansını yakalamış olur. Özellikle, tüm röleler için sistem gerekli kontak sayısını hesap edebilmelidir. Daha sonra, eğer bazı kontaklar kullanıcı tarafından numaralanmamış ise, sistem kendisi bunları bazı kurallara göre numaralamalıdır.

### 6.5.2 Giriş dosyalarının oluşturulması

Bu aşamadan sonra iki adet giriş dosyasına ihtiyaç duyulur : Birincisi, röle odasındaki tüm elemanları konumlarıyla beraber içerecek, ikincisi ise bu raflar arasındaki mesafeyi verecektir. Bu noktadan sonra sistem, gerekli olan bağlantılara göre kullanılacak kablo uzunluklarını hesap eder. Bu hesaplama sırasında, işletme yönetiminde kullanılan "seyahat eden satıcı problemi" diye adlandırılmış bir algoritma yardımına gereksinim duyulur. Sonuçta hesaplanan bilgiler, eleman yaprakları, kablo bağlantı yaprakları gibi birtakım çıktılar elde edilecektir.

### 6.5.3. Ana kavramlar

Şemalarda kullanılan semboller, butonlar, röle bobinleri ve kontakları, transformatörler, sigortalar, dirençler, lambalar vb. fiziksel elemanları göstermekte kullanılırlar. Ama bazı semboller hiç bir elemana karşılık gelmez, başka bir plana bağlantı gibi kavramsal bilgi içerebilirler. Her planda semboller birbirlerine çizgilerle bağlanırlar. Kullanılan iki tip çizgi vardır : İlki mevcut elemanlar arasındaki var olan bağlantıyı, ikincisi ise bazı elemanları mantıksal olarak bağlayan " gruplanmış eleman " çizgileri olarak tanımlanır.

### 6.5.4 Tanımlar

Sistemin algoritmasında temel fonksiyon, planların oluşturulmasıdır. Sistem ayrıca bazı yardımcı fonksiyonlarda sağlar, bunların bazıları, planları birbirine uyarlamada veya bazı özellikleri tanımlamada kullanılan elemanların karakteristiklerini belirlemede, bazıları da kurulacak tesisattaki eleman listesini hazırlamada kullanılırlar. Kullanılan program dosyaları, mevcut olanın kopyalarını alarak, karşılık gelen yeni girişlerin uyarlanması, isminin değişmesini, silinmesini veya listelerin alınması gibi işlemleri gerçekleştirir. Bu programların hepsi, zaman kaybını önlemek için, hazırlanan yardımcı programlardır. Kullanıcının çalışmasını kesmeksizin işine devam etmesini sağlarlar. Şimdi bu programları inceleyelim :

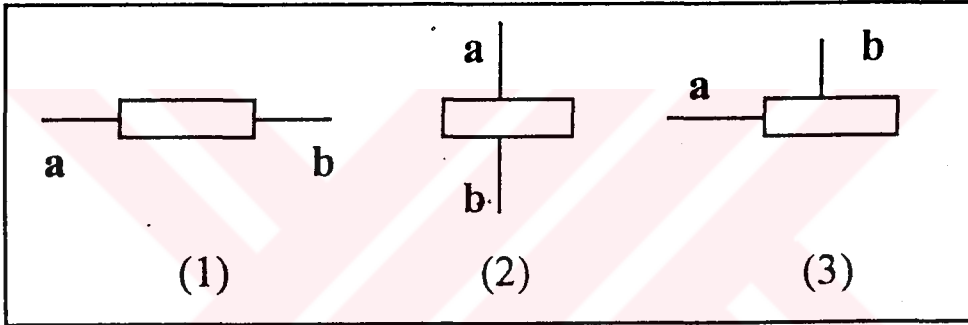
#### 6.5.4.1 Sistem dosyası

Sistemin yetkisiz kullanımını önlemek için, kullanıcının sistem tarafından tanınıp tanınmadığını kontrol eden özel bir programla giriş korunmalıdır. Kurulmuş her tesisat, bir kullanıcı grup tarafından yönetilecektir. Bu manada her bir kullanıcı tüm planlarda çalışabilmelidir.

Sistemin bu ilk fonksiyonu, her biri birkaç kullanıcıdan oluşmuş birkaç gruba izin verir. Her bir grup ve her bir kullanıcı ayrı bir tanıttıcı koda sahip olmalıdır. Ayrıca kullanıcıların dikkat etmeleri gereken bir yetki seviyeleri vardır : sistem yönetim müdürü, kullanıcı grup lideri, teknik ressam ve kullanıcılar.

#### 6.5.4.2 Sembol dosyası

Sistemde her sembolik gösterim, yalnızca elemanları değil, geometrik ve fonksiyonel özellikleri de içerir. Sembollerin kullanım şekilleri ile ilgili bir kısıtlama getirilmemiştir. Yani her sembol kolaylık sağlanması amacıyla değişik bağlantı şekillerinde kullanılabilir.



*Şekil 6.5.4.2.1 Sembollerin kullanımı*

Tasarım sırasında gerekli olan semboller buradan alınarak kullanılabilir. Bu dosyaya sembol eklemek veya iptal etmek mümkün olmalıdır.

#### 6.5.4.3 Modül dosyası

Çizim sırasında, sembol ekleme, kopyeleme, uyarlama, taşıma, silme, modül kopyeleme ve olmayan geometrik şekillerin tanımlanması gibi bazı özelliklere sahip bir programdır.

Program kullanıcılarına yardımcı bir takım elemanlar kullandığı için en önemli birimlerdendir.

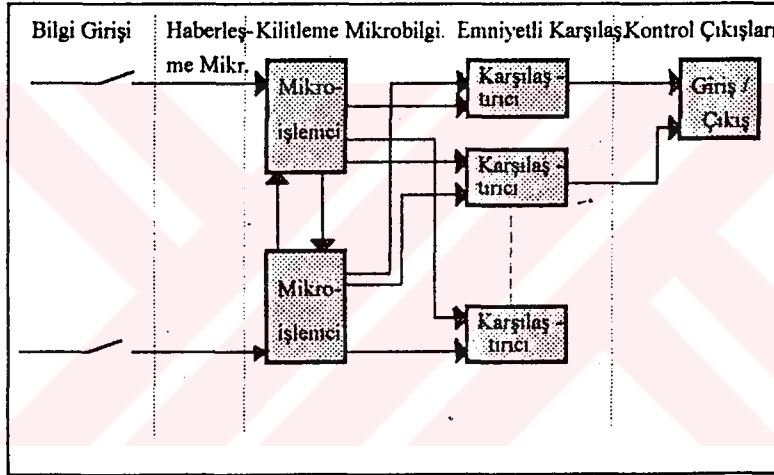
#### 6.5.4.4 Donanım dosyası

Çizim sırasında kullanılan, saklama, düzenleme gibi birtakım işlemler için kullanılan bir yardımcı programdır.

#### 6.6 Yardımcı Elemanlar

Demiryolu boyunca bazı yardımcı elemanlar mikroişlemci kontrollü modülün yolladığı sinyallere göre hareket ederler. Bunların çalışma prensipleri ve yapıları işletim güvenliği için oldukça önemlidir.

##### 6.6.1 Karşılaştırıcılar



*Şekil 6.6.1.1 Karşılaştırıcı yapısı*

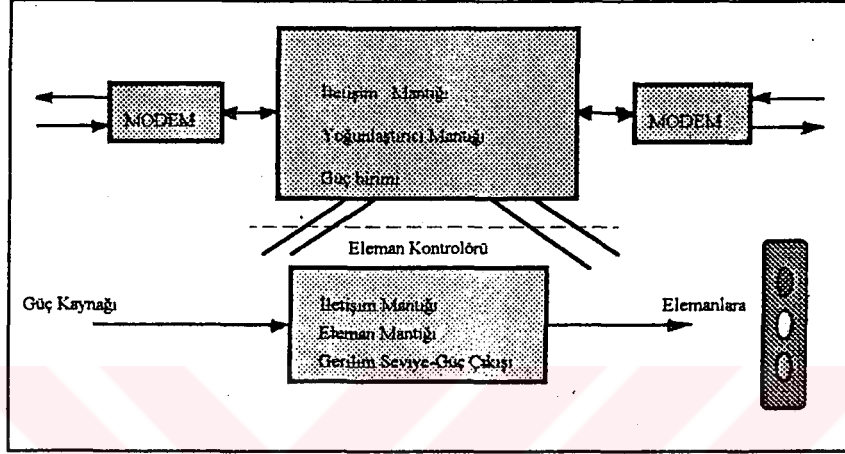
Tren kontrolü tekniği önceden set edilmiş birtakım değerlerin ölçülen değerlerle karşılaştırılması ve buna karşılık karar verilmesi prensibine dayanır. Örneğin, eğer izin verilen hız sınırı aşılmışsa zorunlu frenlemeye geçilmelidir. Bu anlık kontrol nedeniyle, noktasal etkili sinyalizasyon sistemine göre daha kısa emniyet mesafesi yeterli olmaktadır.

Daha önceden set edilen bazı değerler, olan değerlerle karşılaştırılarak kontrol çıkışlarına kumanda edilir. Bu yapı tüm demiryolu kontrolünün temelidir.

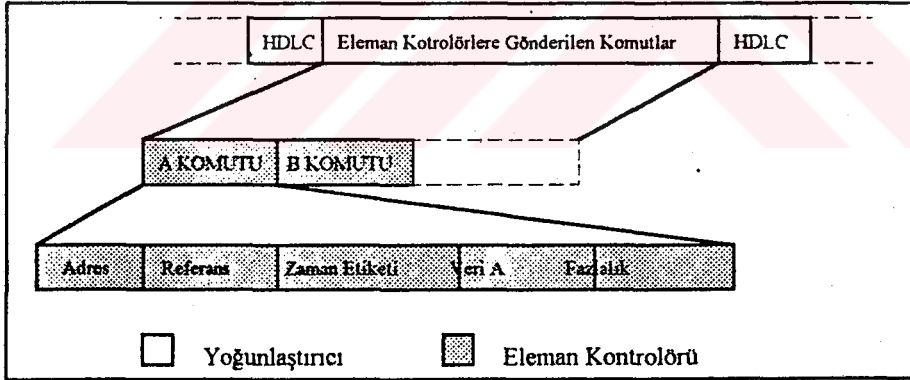


Sistemde tüm elemanlar öncelikle güvenlik gözönüne alınarak tasarlanmışlardır. Bu nedenle kontrol bölgesi başlığı altında sunulan ve tüm bu güvenilirlik sınırlarına ilave emniyet getirecek sistem de tamamlayıcı olacaktır.

### 6.6.2 Sistemde veri alışverişi



Şekil 6.6.2.1 Eleman kontrolörleri ve iletişim yoğunlaştırıcı fonksiyonları<sup>1</sup>



Şekil 6.6.2.2 İletişim yoğunlaştırıcı ile mikroişlemci kontrollü modül arasındaki telgraf yapısı<sup>2</sup>

Eleman kontrolörleri karşılaştırmacıardan aldıkları sinyallere göre hareket ederler. Burada en önemli nokta gerçek zaman etiketli çalışmadır. Eleman kontrolörleri genellikle istasyonlardaki röle odalarında her kabin için bir

<sup>1,2</sup> CELINSKI, Christofer, " Control of Signals and Point Machines in Interlocking System ERILOCK 850 ", Ericson Rewiew, No.4, 1987, s. 182-188.

iletişim yoğunlaştırıcı ile beraber kullanılırlar. İletişim yoğunlaştırıcı, kabin içerisindeki kontrolörler ile mikroişlemci kontrollü sinyal kutusu arasındaki sinyal alışverişini yönlendirir.

Sistemin güvenliği için önceden gerekli olan şeylerden biri, merkez ile eleman kontrolörleri arasındaki bilgi akışının düzenli ve hatasız gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Şekil 6.6.2.2'de örnek olarak verilen telgraf, **ERILOCK 850** sisteminde kullanılan ISO 3309 ve 4335 uyumlu HDLC iletişim prosedürüdür.<sup>1</sup>

Sistem boyunca kullanılan komutlar ve bunların cevapları her zaman kopyelenir. Her komut bir tek adres, referans ve zaman etiketi içerir. Buradaki zaman bölümü aktüel olmayan verinin kullanımının önlenmesi içindir.

### 6.6.3 İletişim yoğunlaştırıcı

Şekil 6.6.2.1'deki yoğunlaştırıcı, şu elemanlardan oluşmuştur :

1. Sisteme iki-yollu bağlantı için *modem* 'ler,
2. Bir *yoğunlaştırıcı kontrol birimi* ,
3. Bir *güç birimi* .

*Modemler*, 4-kablolu yüksüz hatta kullanılan, seri senkron veri transmisyon elemanlardır. Bunlar, eğer çevrimde *fiberler* kullanılıyorsa, *optik fiberler*'le yer değiştirebilirler.

*Kontrol birimi*, eleman kontrolörleri ve yoğunlaştırıcı çevrimindeki modeme doğru transmisyon devreleri ve bir mikroişlemci içerir. Yoğunlaştırıcı, herbir kontrolöre bir *zaman çoklayıcı kontrolü*, kullanarak *noktadan-noktaya* bağlantıyla haberleşir.

<sup>1</sup> CELINSKI, Christofer, " Control of Signals and Point Machines in Interlocking System ERILOCK 850 ", Ericson Rewiew, No.4, 1987, s. 182-188.

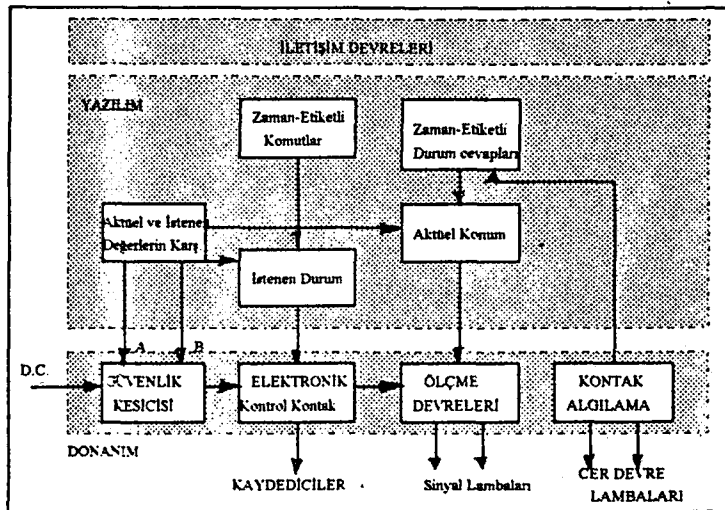
Bir yoğunlaştırıcıdaki güç kesilmesi durumunda, bu *by-pass* 'lanır ve çevrimdeki diğer yoğunlaştırıcılar kesilme olmaksızın çalışmaya devam ettirilir. Her bir yoğunlaştırıcı, çevrim kontrolü için denetleyici komutları alabilir ve bunlara cevap verebilir.

#### 6.6.4 Eleman kontrolörleri

Demiryolu üzerindeki her eleman şekil 6.6.4.1 ve 6.6.4.2'de görüldüğü gibi kendi kontrolörleriyle denetlenmelidir. Kontrolörler aşağıdaki gibi belirli tipteki elemanları kontrol etmekte kullanılırlar.

1. Sinyaller,
2. Nokta makineleri,
3. Bazı özel tasarlanmış elemanlar.

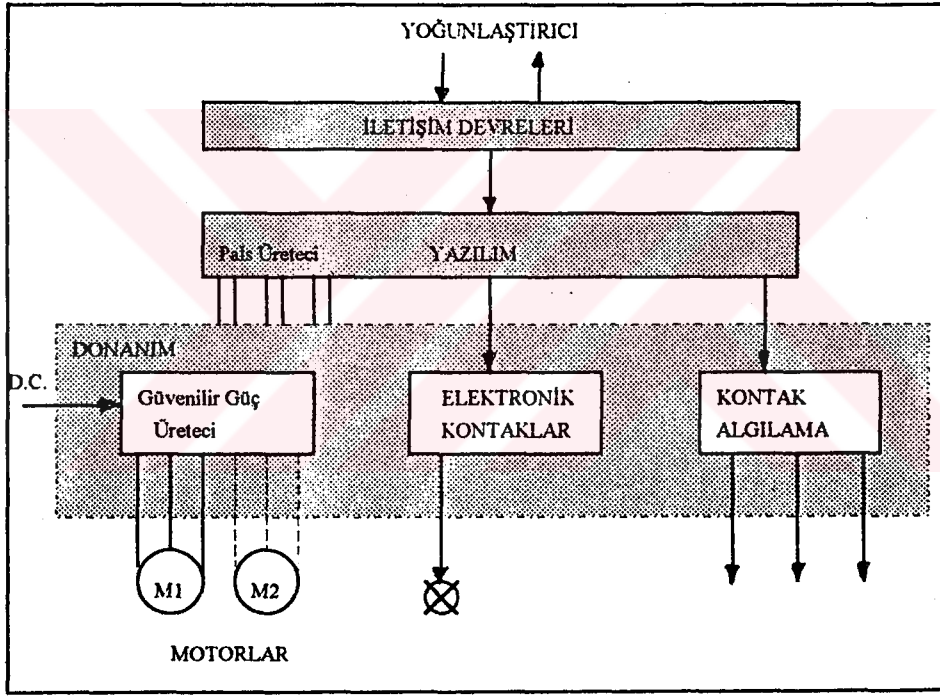
Her kontrolör, istenen fonksiyon tipi için tasarlanmış mikroişlemci ve nokta makinaları, lambalar, röleler gibi bazı donanımlara bağlantıyı sağlayan arayüzlerden oluşmuştur. Güvenli bir işletim için gereksinim duyulan sistem elemanları şunlardır : program, güç üretici, güvenlik kesicisi, ölçüm devreleri ve her türlü dış etkilerden korunmuş kontak algılama.



Şekil 6.6.4.1 Sinyal elemanları kontrolörü blok diyagramı

### 6.6.5 Güvenli güç üretici

Donanımın güvenlik fonksiyonu, hatalar oluşsa bile, kazaların önlendiği bir tesisat demektir. *Güvenli güç üretici* , üç fazlı 600 W'lık motorları kontrol etmekte kullanılır. Dişli kutusu ve sürücü rot ile motor, demiryolunun makas noktasında rayın hareketli parçalarını hareket ettiren bir *nokta makinesi*'ni oluşturur. Birkaç milimetrelik motor hareketi rayın yer değiştirmesine neden olur. Üreteç, istenen nokta işletimi için, önceden belirlenmiş koşullar sağlanmadığında motora hiçbir güç beslemez. Üreteç, hem yazılım hem de donanım içeren fonksiyonel bir birimdir.



Şekil 6.6.4.2 Nokta eleman kontrolörü blok diyagramı.

# BÖLÜM 7

## HAT DONANIMI

### 7.1 Genel

Buraya kadar tarafımızdan önerilen sistemin mikroişlemcilerle nasıl gerçekleştirileceği anlatılmıştır. Görüldüğü gibi sistem, görevlerin alt modüllere dağıtıldığı, merkeze ise yalnızca denetleme görevinin verildiği bir yapıya sahiptir. Gerekli olan komutların ve mesajların tren kullanıcılarına iletilebilmesi için kullanılan hat donanımları incelenmiş ve seçilen güzergah için uygun görülenler tezin bu bölümünde sunulmuştur. Bu donanımlar yardımıyla, tren seyirlerinde insan faktörü minimuma indirilerek hatalar azaltılabilecek, ve yol-alma ve frenleme otomatik olarak en ekonomik yolla çözümlenebilecektir.

### 7.2 Tanımlar

Tren kumandası ve emniyeti için gerekli bilgilerin hat birimleri tarafından raylar veya özel iletkenlerce hat boyunca endüktif olarak trene ulaştırılmasını sağlayan elektronik düzeneklerin hepsine tren kontrol donanımları denir.

İki ayrı frekansta kodların aynı anda gönderimini sağlayan sisteme, zaman çoklamalı haberleşme sistemi adı verilir.

Ray ortasına döşenmiş, dayanıklı iletkene hat iletkeni , bu iletkenden daha kısa, istasyon bölgesinin yakınında konumlandırılmış ve istasyondan beslenen hat iletkenlerine kısa iletken denir. Bir hattın uzunluğu 75 - 100 m civarındadır. İstasyonun iki tarafında yer alan bu hatlar ayrı ayrı hat donanım

birimlerine bağlanmaktadır. Hat üzerindeki birimler, merkezden gelen ve merkeze yollanan bilgilerin kodlanma işlemini gerçekleştirirler.

Tren için, bulunulan mesafe ile o yöndeki tehlikeli duruş mesafesine kadar olan uzaklığa emniyet mesafesi denir. Bu mesafe taşıttaki sürücünün zorunlu frenleme yapması gerektiği durumlarda söz konusu olur. Bu değerin büyüklüğü, hız denetiminin frenleme yolunda sıkça örnekleme yapılmasıyla yakından ilgilidir. Bu mesafenin kısılması, tren izleme sürelerinin de kısılması demektir.

Hat üzerinde bulunan ve aldığı sinyalleri önceden belirlendiği şekilde yürüten ve bunları zaman çoklamalı telgraflar olarak yollayan sabit birime hat donanımı, buradan alınan bilgilerin alınıp değerlendirildiği birime ise taşıt donanımı denir.

Yukarıda tanımlanan hat donanım biriminin bilgi ulaştırabildiği bölgeye bilgi bölgesi, bunların kendi aralarındaki kısımlarına ise bilgi bölümü denir. Her bilgi bölümündeki hat donanım birimi gelen bilgileri ayrı ayrı değerlendirir. Bilgi bölümleri kısa iletkenli sistemde birbirinden galvanik olarak ayrılmış hat iletkenlerince oluşturulmaktadır.

Her bilgi bölümü için geçerli olan, izin verilmiş hız değerine sınır hız denir.

Hat donanımı, tren kontrolü tekniği için en önemli bölümdür. Hat donanımı, üzerinde her bilgi bölümü için daha önceden tanımlanmış sınır hız değerlerini bulundurur. Hat birimindeki modül üzerinde, programlama ile bu değerler değiştirilebilir.

### 7.3 Sistemin Çalışması

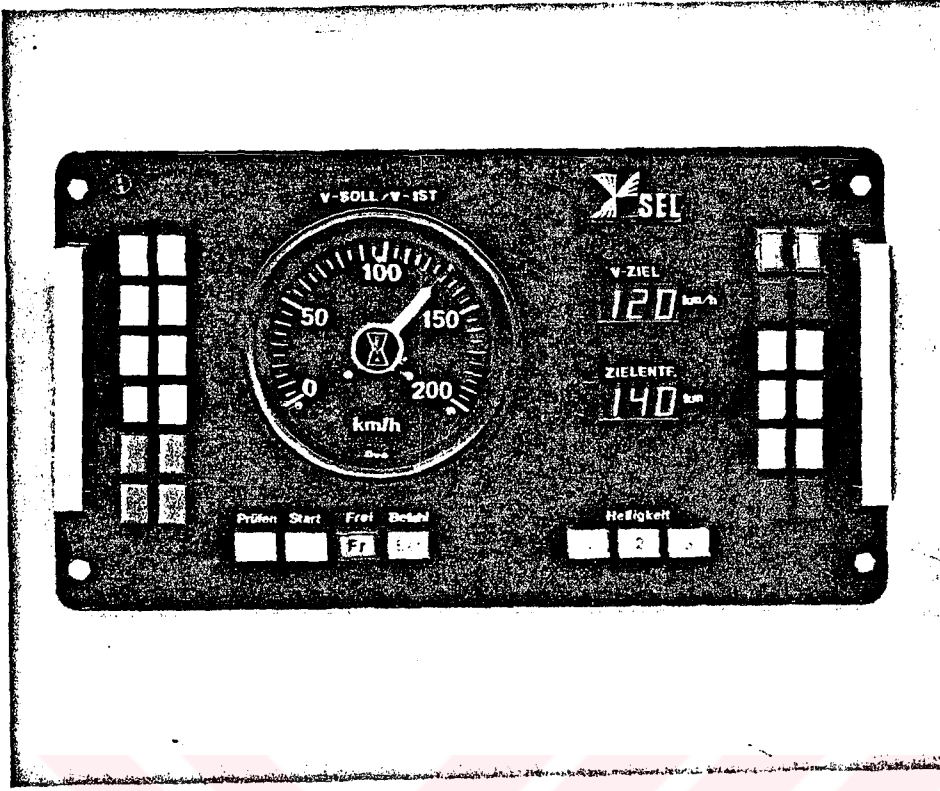
Mikroişlemci kontrolü ile, tren kumandasındaki kişisel hatalar minimuma inecek ve daha iyi bir işletim sağlanacaktır. Sürücü daha önceden yaptığı yolalma ve frenleme gibi birtakım ilave görevlerden kurtulup diğer işlere zaman ayırabilecektir. Böylece işgücü tasarrufu yani ekonomiklik sağlanacaktır. Hat donanımı yardımıyla şunlar sağlanabilir :

1. Hat boyunca anlık hızın sürekli denetimi ile seyahat güvenliğinin devamlı olarak sağlanması,
2. Trenin belli bir sınır hıza kadar otomatik olarak ivmelendirilerek ekonomikliğin artırılması,
3. Trenin istasyonlarda minimum hata payı ile durdurulması,
4. Boş trenlerin belli bir programa göre kumandası, istasyona giren boş yolcu trenine yolcuların binmemesi için trenin istasyon başı ya da sonunda durdurulması.
5. Belli bölümlerdeki arızaların tüm tren trafiğini etkilememesi.

Tren kontrolü, temelde hattın her noktasında izin verilen hızla o anda ölçülen tren hızının karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Eğer izin verilen hız sınırı aşılırsa zorunlu frenlemeye geçilmelidir (böl.7.5)

Bahsedilen bu karşılaştırma işlemi, pratiklik açısından taşıt donanımında yapılmalıdır. Sınır hız değeri taşıt kontrol panelinde görülebilir. ( şekil 7.3.1 )

Hat donanımı her bilgi bölümü için ayrı ayrı hız değerlerini oluşturur. Bu değerler hat biriminde programlanarak sabitleştirilir. Bundan başka hat birimi, bu bilgilerin doğru olarak her bir bilgi bölümüne dağıtımını sağlar.



*Şekil 7.3.1 Taşıt aleti*

#### 7.4 Tren Kontrolü

Hattın bilgi bölümlerine ayrıldığı daha önce belirtilmişti. Her bir bilgi bölümüne bir hat iletkeni ayrılmalıdır. Bunlarda her hat üzerinde ayrı ayrı aletlere bağlıdır. Her hat iletkeni, kullanılan sistemde hat ile tren arasında bilgi taşıyan elemandır. Öngörülen her bilgi bölgesi için belirlenmiş bir merkez frekansa sahip kodlanmış darbeler gönderilir. Bu alternatif akım palsleri bir manyetik alan oluşturur. Oluşan bu alan bobinde bir gerilim indüklenmesine neden olur.

Bu prensibe göre çalışan sistem için gerekli olan hat iletkeni çeşitli şekillerde monte edilebilmektedir. Ray üzerinde bulunan, hat cihazlarından elde edilen bilgiler uygun biçimlere dönüştürülerek ilgili bölümlere gönderilmektedir.



Hat cihazı üzerinde birtakım bilgiler bulunmaktadır, " tehlike sinyali devre dışı ", " yedek sinyal devrede ", " sonraki yol boş ", " sonraki yol dolu ", gibi.

Taşıt cihazı üzerinde ise temelde dört büyüklük bulunmaktadır :

1. İzin verilen hız,
2. Olan hız,
3. Hız farkı,
4. İvmelenme ya da frenleme kademelerinin seçimi.

Bir frenleme eğrisinde mümkün olabildiğince sık test değerleri elde edebilmek için şu noktalara dikkat etmek gereklidir :

1. Bir hat iletkeni uzunluğu ikiye ayrılır. Her yeni hat iletkeninin başında yeni bir yol sayımı başlamaktadır. İletken başlangıcı ve sonu yollanan telgrafta bellidir. İlk yarısında hat cihazı tarafından verilen hız sınırı geçerlidir. Yarı mesafenin geçilmesinden sonra, bu değer bir ara değere düşürülür. Bu ara değerde geçilmiş olan kısımla, bir sonraki hat iletkeni arasındadır. Olması gereken değerın meydana getirilmesi, bu yöntemle iletkenin ortasında da emniyetli ve teknik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

2. Her yarım iletken uzunluğu bölgesinde işletme frenlemesi için olması gereken değer 40 santimetrelık basamaklar halinde ulaştırılabilmektedir.

Dingildeki verici ve elektronik düzen sinyal tekniğı olarak emniyetlidir. Bir arıza durumunda araç durmaz. Algılayıcı, birim zamanda katedilen yolu , yol/zaman oranını oluşturarak var olan hız olarak bildirir. Örneğın, verici her turda 64 darbe üretmekte ise, yol birimi tekerlek çapının 1 / 64 'ü olmaktadır. Eğer tekerlek çapı 800 mm ise, bu mesafe yaklaşık 45 mm olur.

Olması gereken değer ve olan değerın karşılaştırılmasıyla ayar büyüklüğü bulunur. Yazılmış olan programda, önceden tanımlanmış sınır hız, izin verilen en yüksek hız olarak bir bilgi hattı boyunca tanımlanmıştır. Bu değer de program tarafından sürekli olarak, olan hızla karşılaştırılmalıdır. Olan hız, sınır hızdan 1 km/h daha fazla olduğu durumlarda frenleme otomatik olarak devreye girmelidir.

Aracın sürücü pano işaretlerine göre kumandası, olan ve olması istenen değerlerin izlenebilir olmasıyla mümkündür. Bu iki değer bir panoda görüntülenebilir. Trenin otomatik seyri, daima sürücü denetiminde olmalıdır.

Bu arada, ray üzerindeki ayrı bir cihazla bazı tehlikeli durumlar önenebilir.

### 7.5 Ray Mıknatısı

Raylar arasına yerleştirilmiş bir ray mıknatısı, dik manyetik alana sahip bir sürekli mıknatıstır. Taşıt bunun üzerinden geçerken bu alan taşıt mıknatısınca algılanır ve magnetik röleye iletilir.

Magnetik rölenin konumu, bir dış manyetik alan tarafından değiştirilebilir. Röle kontağı çalıştığı durumlarda, diğer bir röleyi çektirir. Bu röle çekince, fren mıknatısı gerilim alır ve harekete geçer.

Eğer tren güzergâh üzerindeki sinyal kırmızı ise ve tren harekete devam ediyorsa, magnetik rölenin kontağı ray mıknatısı etkisiyle konum değiştirir. Araç birkaç fren sisteminin arka arkaya harekete geçmesiyle durur. Herhangi bir arıza durumunda, işletme emniyeti için geçiş iznine gerilimli durum karşı düşmektedir. Uygun donanım önlemleriyle, rölenin dış etkenlerden oluşacak kararsız çalışması önlenmelidir.

Sürücü, zorunlu frenlemeyi, tren durduktan sonra ya da belirli bir süre sonunda ilgili tuşa basarak kaldırabilir. Böylelikle tren yoluna devam eder. Kontrol amacı için fren rölesinin her konum değiştirmesi bir sayıcıyla sayılıp kaydedilir. Eğer sinyal lambası " yeşil " ise, mıknatıs trene hiçbir etkide bulunmamaktadır.

Bunun için hat mıknatısını söndürücü mıknatıslar içermektedir. " geç " işareti için sarımlardan düz yönde akım akıtarak, toplam alanı yok edici bir manyetik alan oluşturulur.

### 7.5.1 Taşıt mıknatısındaki manyetik röle

Magnetik rölenin dili bir yayla yataklandırılmış olmalıdır. Dilin bir ucu hareket edebilir. Diğer uçta ise iki konumlu bir kontak vardır. Alan çizgileri dil üzerinden geçer ve devresini polarize mıknatıs ile tamamlar. Etki yokken, dilin kararlı iki konumu vardır. Polarizasyon mıknatısı tarafından oluşturulan kuvvetler, ortada birbirinin etkisini yok edici şekilde olmasına rağmen uçlarda daha az hava aralığı olan tarafın kuvveti baskın gelir. Böylelikle kararlı sükûnet hali oluşur. Eğer ek bir magnetik akı gelirse, bu alanın yönüne göre dil uygun bir konum alır.

### 7.6 Ray Mıknatısından Etkileşim

Ray mıknatısı yatay konumlu yumuşak boyunduruklu demirden oluşmaktadır. Bu boyunduruğun iki yanında, sürekli mıknatıslar bulunmaktadır. Ray mıknatısından çıkan manyetik alan çizgileri, taşıt mıknatısının kutup tabanından geçer ve magnetik rölenin diline ulaşır. Oradan da ray mıknatısına geri döner. Manyetik akının bir kısmı, köprü parçacığı tarafından magnetik röle üzerinden devresini tamamlar. Hava aralığının değiştirilmesiyle magnetik röle ayarı mümkündür.

Dil eğer sükunet halinde solda ise magnetik akı tarafından sağa döndürülür. Böylelikle dile bağlı kontaklar, konum değiştirerek istenen fonksiyon gerçekleştirilir.

### 7.7 Taşıt Mıknatısının Geri Alınması

Etkileşim sırasında, dil aldığı konumda kararlı kaldığı için zorunlu frenlemenin kaldırılması istendiğinde dilin tekrar eski durumuna getirilmesi istenir. Bu geri alma, ray mıknatısının yönüne zıt yönde olan diğer bir mıknatısla sağlanır. Geri alma tuşuna basılarak, bu zıt yöndeki alan mıknatıslarda oluşturulur ve bu akı dili tekrar ilk konumu olan sola getirir. Bu sırada buna ait röle kontağı kapanır ve böylece zorunlu frenleme kaldırılmış olur.

#### 7.7.1 Taşıt mıknatısının duyarlılığı

Eğer magnetik röleye herhangi bir dış etki söz konusu değilse, sürekli akıdan dolayı dil sükunet durumunu korur. Burada gerekli kontak basıncının nedeni küçük hava aralığıdır. Bu basınç her türlü sarsıntıdan ve bozucu manyetik etkilerden korumaya yeterlidir. Bu ayar, hava aralığının değiştirilmesiyle yapılır.

Bu donanımlarla, eğer ray mıknatısı ortaya yerleştirilmişse 40 - 150 mm ray ve taşıt mıknatısları arası mesafe ve 150 km/h 'lik hız ile birkaç kA'lık ray akımları sorun oluşturmamaktadır.

### 7.8 Hat-Araç Bilgi Programı

Daha önce tanımlanan sınır hız bir bilgi bölümü boyunca geçerlidir. Aracın ivmeleneceği değere kadar olan hıza ise devreden çıkma hızı denir. Bu hızın belirlenmesinde, ekonomiklik ve otomatik seyretme planı gözönüne alınmalıdır.

Nüfusun yoğunlukta olduğu bölgeler arasındaki seyahatlerde, trenlerin uzunluğuna göre trenin duracağı yerin çıkışa mümkün olduğu kadar yakın olması istenir. Trenin her defasında istenilen yerde, durdurulması için gerekli olan durak bilgisi dört ayrı şekilde tanımlanabilir :

1. Durak bilgisi yok ise, hat serbest,
2. Durağın başında durma,
3. Durağın ortasında durma,
4. Durağın sonunda durma.

Bu değerler, tren uzunluğuna bağlı olarak taşıt donanımında işlenmektedir.

İstasyonun başında ya da ortasında durmalarda frenlemeye daha önce geçilmelidir. Bu nedenle mesafe bilgisine ihtiyaç duyulur. Yapılan uygulamalarda, en büyük mesafe değeri olan istasyon başında durdurma durumunda üç tane yarım hat iletkenine ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır.

### 7.9 Taşıt Aleti

Taşıt üzerinde hattan elde edilen bilgileri işleyen birime taşıt aleti denildiğini daha önce belirtmiştik. Üzerinde şu fonksiyonel birimler bulunmaktadır : *besleme, alıcı, kod çözücü, yol ölçme cihazı, hız ölçme cihazı, hız karşılaştırıcısı, yol verme ve fren için kumanda.*

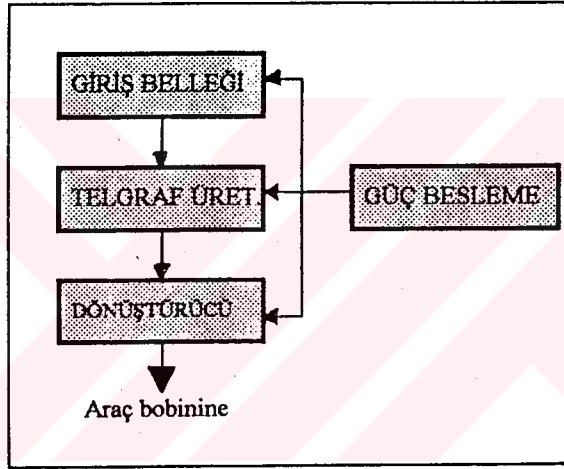
Bütün gruplar elektronik parçalardan oluşmuştur. Röleler ve diğer koruma tedbirleri kumanda kısmında, yol verme ve frenlemede koruma ayırması ve yer tasarrufunun gerektiği durumlarda kullanılmamıştır. Taşıt aleti,  $\pm 0.1V$  toleranslı 24V ve harmonik distorsiyonu %1'den daha az doğru gerilimle beslenmektedir. Burada şebeke sinyalini doğrultan bir devre kullanılmaktadır.

Bazı durumlar için taşıt üzerinde bir akü grubu bulunması da önerilir.

Gidiş yönüne göre ilk dingilde alıcı bobin 'ler yer almaktadır. Alıcı bobinlerin buraya yerleştirilmesinin avantajı, virajlara yerleştirilmek zorunda kalınan hat elemanlarından en yüksek verimin alınmasıdır.

Elektronik bir yol darbe vericisi katedilen yolu ve bu arada da taşıt hızını ölçmektedir. Verici ve bunun değerlendirici kısmı sinyal emniyetli olarak çalışmaktadır. Bu vericinin arızası başka bir dingildeki alıcı ile denetlenebilir.

Araçta bulunması gereken donanım temelde şöyle verilebilir :



### 7.9.1 Araç aleti temel yapısı

Araçta bulunan alet, sürücü için bir kontrol paneli, telgrafların üretilmesi için bir elektronik fonksiyonel birim, bir modülatör ve bir transmitter'den oluşmuştur.

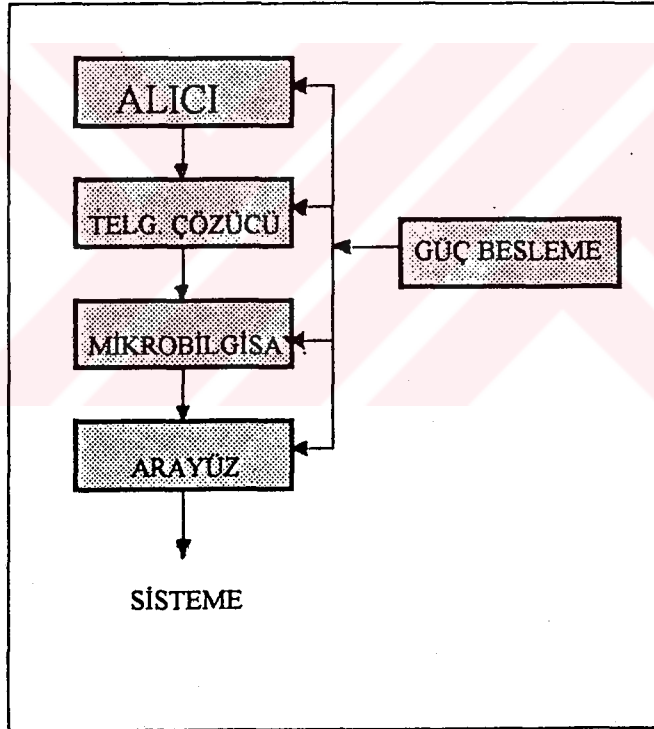
Araçla ilgili bilgiler giriş belleğinde bir süre tutulduktan sonra gerekli mesajların üretilmesinde kullanılan telgraf üreticine ulaştırılır. Bunun çıkış devresinde ise bir transmitter vardır. Bu birim aracılığı ile aracın altında bulunan araç kuplaj bobinine gönderilir. ( Bazı hızlı tramvay uygulamalarında bu bobin yerine bir anten de kullanılmaktadır. )

## 7.10 Ray Aleti

Araçtan alınan modüle edilmiş bilgi bir kod-çözücüye uygulanır. Kod çözücü çıkışı bir mikrobilgisayar tarafından değerlendirilir ve arayüzler tarafından sisteme yollanır.

Ray kuplaj bobini doğrudan sistemle haberleşmek zorunda değildir. Eğer sisteme ulaşamıyorsa dahili mikrobilgisayar gerekli kararları alıp bunları uygulamaya koyabilir. Bu durumda çıkış doğrudan nokta makinesine makas bağlantılarını gerçekleştirmek için yollanabilir.

Temel yapısı şekil 7.10.1'de verilmiştir.



### 7.10.1 Ray aleti temel yapısı

## 7.11 Trenin Kontrollü İşletimi

Taşıt sürücüsü, kontrol panelinde bulunan bir anahtarla aracı harekete hazır hale getirebilir. Diğer tüm seyir anahtarları sıfır konumunda kaldığı sürece araç

devredeki seyir kürsüsünden otomatik olarak idare edilebilir. İlgili seyir anahtarlarının devreye sokulması ile, elle kumanda durumuna da geçilebilir.

Sıfırdan farklı olması gereken hız ve sönük durumdaki "dur" ışığı sürücü için seyir izni anlamına gelmektedir. Sürücü treni olması gereken değere kadar hızlandırabilir ve daha sonra kendi hızına bırakabilir. Sınır hızın aşağı doğru değişimleri sürücüye anında bildirilir ve sürücü buna göre zorunlu frenlemeye geçebilir. Frenlemeye geçilmesi gereken noktadan yarım hat uzunluğu kadar mesafe öncesi, fren ikaz ışığı yanar ve sürücüye yaklaşan viraj bildirilir. Frenleme yolu boyunca sınır hız, kademeli olarak azalmaktadır.

Otomatik seyir, başlama düğmesine basılmasıyla devreye girer. Bu işlem tren yaklaşık 1 metre yol alıncaya kadar yapılmalıdır. Başlama bilgisi seyir boyunca geçerlidir, tren durunca otomatik olarak devreden çıkar. Başlama düğmesi ile pnömatik fren çözülür ve yol verme bölümüne hareket emri verilir. İsteğe göre başlama tuşu ile kapıların kapanması da aynı anda yaptırılabilir.

Olması gereken değere yumuşak bir şekilde ulaşabilmek için, ivmelenme değeri yavaş yavaş azaltılır. Bu olay hızın, olması gerekenin 5 km/h altına ulaşınca kadar devam eder. Sınır hıza erişilince motor akımı azaltılır ve tren kendi hızıyla yola devam eder. Otomatik kontrol düzeni yardımıyla, hız sabit tutulmaktadır.

Büyük istasyonlarda veya eğimlerde motorlar devreye girmelidir. Burada tanımlanmış kriter, hızın olması gereken değer 12,5 km/h altına düşmüş olmasıdır. Bu değer, istenirse başka bir değere de ayarlanabilir. Frenleme değeri, olması gereken değerle, olan değer farkı ile orantılı olarak değişir. Otomatik fren kontrolü ile, tren  $\pm 1$  metrelik hedef toleransı ile durdurulabilmektedir. Hedeften kısa süre önce sabitleştirici frenler yumuşak frenleme olacak şekilde devreye girerler. Frenleme düzeneği tüm hareket ve fren



bilgilerinin silinmesine yol açmaktadır. Durma noktası verilen durak bilgisine ( başlangıç - orta - son ) ve vagon sayısına göre daima istasyon giriş çıkışına yakın olabilmektedir.

**Bölüm 5.8'deki algoritma ile tanımlanan mikroişlemci kontrollü modül, trenlerin vagon sayısını sistemden bağımsız olarak hesaplayarak bu aşamada da işleme katkıda bulunmaktadır.**

Bir trenin istasyondan hareketi yalnız sinyalizasyon ile değil aynı zamanda işletme kriterleri ile de ilgilidir. Hareket emrinin değerlendirilmesi çeşitli şekillerde otomatik kumandaya yansiyabilmektedir. Treni seyre hazırlayan kişi, hareket kumandasının verilmesinden sorumludur. Taşıt sürücüsü kalkışı, bir başlama tuşuna basarak yapabilir. Eğer istasyonda bir sevk edici yok ise, sürücü trenin hareketini tek başına hazırlama işini yüklenmelidir.

Ayrıca özel durumlarda istasyonlardan verilen komutlarla trenin kalkışı veya varışı engellenebilmelidir.

Eğer tren yolcu taşımıyor veya başka bir deyişle yüksüz ise tren seçici anahtarı " boş tren " konumuna getirilir. Bu durumda taşıt aleti hattan gelen işaretleri dolu trene göre daha değişik değerlendirmektedir. Örneğin eğer sinyal lambası " dur " ise, tren boş olduğu için istasyondan önce durdurulmalıdır.

Kontrol mekanizmasında oluşabilecek bir arızadan oluşan seyir işaretlerinin üretiminin durduğu durumlarda, bir yedek sinyal devreye girer. Bu durumda sürücü panelinde bir lamba yanar, seyre devam ancak sürücünün bu ışığı gördüğünü bildirecek bir tuşa basması ile mümkün olacaktır. Artık sınır hız 20 km/h kadar bir değere düşürülmüş, böylece hata olasılığı ve sonuçları en aza indirilmiş olacaktır.

# BÖLÜM 8

## BİLGİ SİSTEMLERİ

### 8.1 Genel

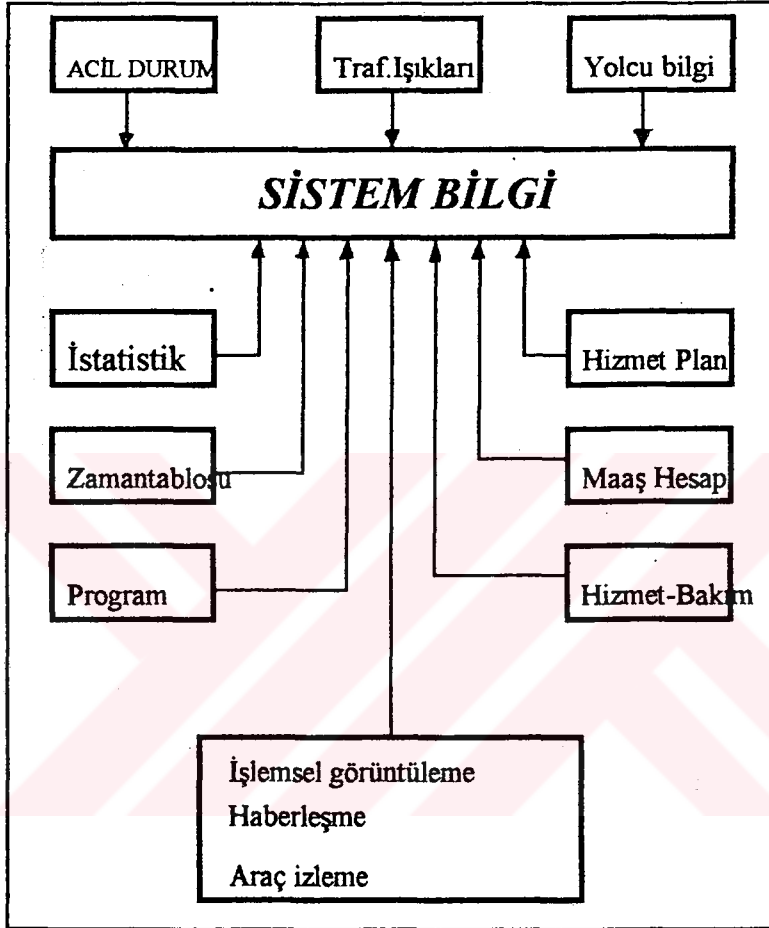
Bundan önceki bölümlerde sistemin yapısı ile ilgili tanımlar verildi. Sistemin kurulmasından sonra bilgi sistemini geliştirmek gerekecektir. Bu da oldukça ciddi bir çalışma gerektirir. Sonçta bilgisayar teknikleri ve ekonomik ve istatistiksel verilerin birlikte kullanımı ile biletin sistem tarafından otomatik olarak hazırlanması, yer ayırma sistemleri, ücret toplanmasının günlük takip edilmesi gibi ek hizmetler sunulabilir. Böylece sistem yetkilileri, gelecekteki yaklaşık yolcu sayısını hesap ederek gerekli önlemleri alabileceklerdir.

### 8.2 Bilgi Sisteminin Geliştirilmesi

Mikroişlemci kontrollü demiryolu taşımacılığında, sistem yalnızca kaynak verileri sistemin kalitesini arttırmakta kullanmakla kalmaz, bunları idareciler ve eldeki malzemelerden en fazla verim alınmasına da yardımcı olur.

Bu nedenle mikroişlemci kontrollü bir sistem yaratıcı bir yapıya sahiptir. Bu da, kendisinin stratejik önemi ve taşımacılık yatırımları için özel değerler sağlar. Sistemin sunduğu veriler ve istatistikler, kontrol merkezindekilere, yalnızca bunların karşılaştırılması işlemini bırakır.

Haberleşme vasıtasıyla kontrol merkezine ulaştırılan tüm bilgiler önceden bir mikrobilgisayar tarafından işlenmiş olur ve şu özelliklere sahip olmalıdır : *nesnel, otomatik, sürekli, kesin, anlaşılır, anında, izlenebilir.*



**Şekil 8.2.1** Bilgi sisteminin geliştirilmesi

Sistem bilgisinin geliştirilmesine ait şema şekil 8.2.1'de verilmiştir.

Bu aşamada, terminal ağlarını oluşturan bir bilgisayar sistemi oluşturulur. Kurulmuş tüm cihazların optimal işletimi için, gerekli tüm programlama teknikleri kullanılmalıdır. Bu ortak çalışma, tüm demiryolu yönetimlerinde daha önceden işleme konulmuş farklı bilgi sistemlerinden mantıksal olarak etkilenecektir. Ortak bilgi sistemlerine ek olarak, demiryolu trafiğinin uygun

alanlarını kapsayan, özel yolcu ve nakliye trafik bilgi sistemleri de işleme konulmalıdır.

Yolcu trafiği alanında, yer ayırttırma ve yönetim bilgi sistemleri açısından oldukça güçlü bir benzerlik vardır ve bu da yolcu trafiğinin özel teknolojik işletimini gerçekleştirir. Ortak idare bilgi sistemleri ile daha büyük yapılarda bu teknolojik işletiminin temel problemlerini çözmek mümkündür.

### *8.3 Yer Ayırttırma Sistemleri*

Yer ayırttırma, yolcular ve demiryolu yönetimi arasında, hızlı, güvenli, optimal, geniş alana yayılmış mikrobilgisayar şebekesi ile gerçekleştirilir. Taşımacılık alanındaki yer ayırttırma işlemi için mikrobilgisayar tekniklerinin kullanımı, demiryolu araçlarının daha iyi kullanılması ve talep edilen demiryolu hizmetlerinin kalitelerinin artırılmasını sağlayacaktır.

Yer ayırttırma sistemleri, yataklı vagon, kuşetli vagon ve restoran gibi birtakım ilave hizmetleri de içermelidir. Uygun biletlerin aynı anda belirli varış noktalarında hazırlanması da istenen bir başka bir durumdur. Yer ayırttırma, önemli istasyonlarda, hatta oluşturulabilecek seyahat acentelerinde de mümkün olmalıdır.

Yer ayırttırma sistemlerinin gerçekleştirilmesinde en önemli teknik nokta, olası aktarmalar gibi, bazı durumlarda bilgi toplanması, gelirin kontrol edilebildiği bilet hazırlanması şeklinde diğer demiryolu hizmetlerini gerçekleştirmede farklı demiryolu istasyonları ile seyahat acentelerini birbirine bağlayan bir terminal ağı oluşturulmalıdır. Bu faktörler, demiryolu terminallerinin kapasitesine bağlıdır ve bu da kullanılan mikroelektronik eleman ve tekniklerin sonucudur.

#### 8.4 Bilet Satışlarının Sisteme Bağlanması

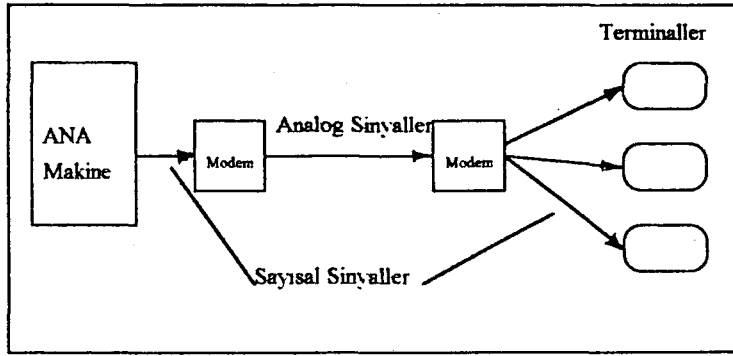
Demiryolu taşımacılığında satılan her bilet bir bilgi taşımaktadır. Sistemin taşınması gereken özellikler şöyle sıralanabilir :

1. Kullanıcıların bilgilere erişebilmesi,
2. İşlemlerin mikrobilgisayar denetiminde olması,
3. Tüm girdi/çıkı cihazlarının, ana birim tarafından sürekli denetlenebilmesi,
4. Çeşitli verilerin istenilen noktalara doğrudan gönderilebilmesi.

##### 8.4.1 On-line mikrobilgisayar ile bilet satışı

Değişik noktalardaki bilgisayar terminallerinde toplanan bilgilerin, kullanıcıların hizmetine sunulması sağlanmıştır. Bunun anlamı terminaller arası veri iletişimidir. Bu da, verilerin iletimi için donanımın tasarlanması demektir. Donanımın şu elemanlara sahip olması gereklidir :

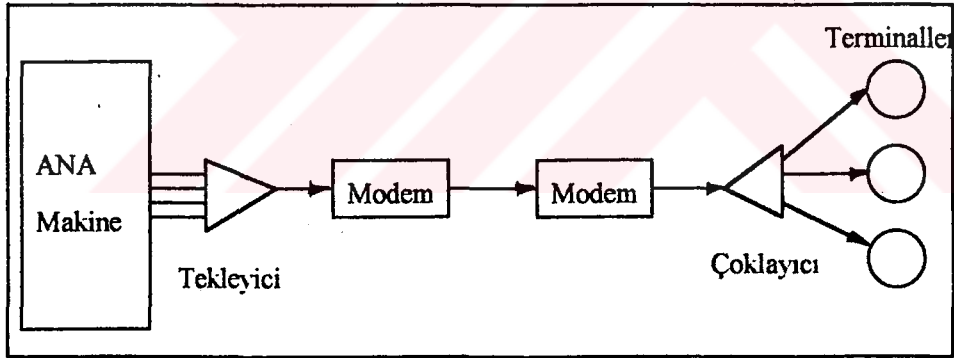
1. Belli bir organizasyon içinde tüm veri ve bilgileri içeren ana bilgi kütüğü olarak tanımlanan *veri tabanı*, aynı zamanda sistem içindeki saklı ve erişebilir verilerin tümüdür.
2. *Modem* : *Modulate* ve *demodulate* kelimelerinin ilk hecelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş modem, bilgi iletişimde yaygın olarak kullanılan analog taşımada yaygın olarak kullanılan bir arayüzdür. Telefon hatları ile sayısal sinyallerin taşınabilmesi için, bu sinyalleri analog sinyal şeklinde biçimlendirecek bir birime ihtiyaç duyulur. Analog sinyal alıcıya ulaştıktan sonra tekrar sayısal sinyale dönüştürülür.



Şekil 8.4.1.1 Modem bağlantısı<sup>1</sup>

Modem üzerinde bir çıkış, bir taşıyıcı ve bir alıcı bulunmaktadır. Ayrıca birde çalışması için gerekli olan enerji için bir de güç kaynağı da bulunur. Taşıyıcıda filtreleme dalga şekillendirme, sinyal kontrol üniteleriyle, modülatör ve yükselteç bulunmaktadır. Alıcı da ise demodülatör ve analog telefon sinyallerini sayısal sinyallere çevirmeye yarayan bağlantı hattı vardır.

### 3. Çoklayıcı,



Şekil 8.4.1.2 Çoklayıcı bağlantısı

İki modem arasında tek hat kullanılır. Farklı bölgelerde bulunan terminallerin bulunduğu on-line mikrobilgisayar sistemlerinde fazla sayıda hat kiralamak sistemin ekonomikliğini azaltacaktır.

Bu nedenle çoklayıcı ve tekleyiciler kullanarak tek bir hat ile sistem çalıştırılabilir.

<sup>1</sup> Datapro Research, Delran, Mc.Graw-Hill Incorporated, Mayıs 1989, s.106

Çoklayıcılar, aynı anda birkaç işletim hattından veri alarak, bunları iletebilen ve bunları kontrol edebilen cihazlardır.

#### 4. Terminaller

Terminaller verileri sisteme girdi olarak sokma ve sistemi oluşturduğu kararları, sistemin etkilediği ortamlara iletme araçlarıdır. Terminaller teleyazıcı, özel klavyeler, endüstriyel göstergelerden oluşmuştur.

Verileri almak veya yollamak için, verileri iletim sisteminin bir bölümü olan giriş-çıkış cihazları olarak terminaller tasarlanmıştır. Mikrobilgisayarlarla kullanıcı arasında iletişimi sağlarlar. Terminaller mikrobilgisayarlardan uzakta ve kullanıcıya yakın cihazlardır.

Terminallerin çoğunda mikroişlemci ile giriş olarak verilen, verilerin ulaşmasını sağlayan ve geçerliğini kontrol eden, aynı zamanda on-line ya da off-line çalışmayı sağlayan yerel bellekler vardır.

Terminallerde üç temel sistem vardır :

1. Önceden programlanmış terminaller,
2. Akıllı (smart) terminaller,
3. Zeki (intelligent) terminallerdir.

Önceden programlanmış terminaller tek uygulamaya dönüktürler. Akıllı terminallerin, standart düzenlemelerle kullanıcı tarafından programlanabilen görüntü ekranı vardır. Zeki terminaller bazı ilavelerle mikrobilgisayarlara dönüştürülebilmektedir. Zeki terminallerdeki mikroişlemciler karar verebilme ve hesap yapabilme yeteneği sağlar. Mikroişlemci ayrıca zeki terminale kullanıcıya hızlı cevap verme yeteneği kazandırır. Terminallerin yeteneği ne kadar artarsa, ana bilgisayardan istenenler, ana bilgisayarı meşgul etme oranı azalacaktır.

On-line bilgisayar sistemlerine, istenildiğinde kişisel mikrobilgisayarlar da bağlanabilmektedir. Herhangi bir kişisel mikrobilgisayar, bir terminal olarak çalışabilmesi için programlanabilmektedir. Bunun için tek şart, bir modeme bağlanabilmesi için bağlantı elemanı ( port ) bulunmasıdır.

Terminal veya mikrobilgisayarın ana işlem birimine bağlanabilmesi için veri taşıtları kullanılmaktadır.

##### **5. Veri taşıtları,**

Uzak noktalar arasında veri iletişimi yapmak için bir çift modeme ve bu iki nokta arasında PTT'den sağlanacak telefon hattına veya veri taşıtına gerek vardır. İki nokta arasında telefon hattına bağlanacak modemler ile numara çevirmeli ( Dial-up) iletişim sağlanabilir. Diğer bir seçenek PTT'den kiralık hat ( leased line) ile dört veya iki telli veri taşıtının iki tarafa bağlanacak modemlerle veri iletişiminin gerçekleştirilmesidir.

Veri taşıtlarında kullanılan her türlü modem cihazları PTT teknik kurulu tarafından onaylanmaktadır. Böylece her ülke PTT'si mevcut ağını korumaktadır.

Bugün PTT veri taşıtları üzerinde 300 bit/s, 64,000 bit/s ve 2 M bit/s arasında, çeşitli hızlarda veri iletişimi yapmak mümkündür.

Veri taşıtları bakır tellerden oluşan telefon hatları olabileceği gibi, fiber optik kablolar, uydu veya mikrodalga radyo yayınları olabilmektedir. Uzak mesafeli bilgi iletişimde fiber optik kablolar, en iyi iletişimi sağlamaktadır.

##### **6. Veri iletişim ağları (network)**

*Bir veri iletişim ağı, birkaç mikrobilgisayarı veya terminali bir veya daha fazla mikrobilgisayarlara bağlayan bağlantıdır.*



Ağlarda temel olan, mikrobilgisayarların veya çoğunlukla terminallerin, bir veya daha çok sayıda olan mikrobilgisayarla iletişiminin sağlanmasıdır.

Veri iletişim ağlarıyla, iletişimin sadece iki nokta arasında değil, birçok nokta arasında olması sağlanmıştır. Burada amaç geniş bir coğrafi bölgeye dağılmış mikrobilgisayar ve çevre birimlerini birleştirmektir. Böylece ağlar, kullanıcıların bilgi paylaşabilmelerini ve aktarabilmelerini sağlar.

Özellikle raylı taşımacılıkta kullanılan on-line mikrobilgisayar sistemlerinde, erişim noktalarının daha önceden bilinmesi, bütün iletişim ağının başlangıçta tasarlanması, ekonomik, hızlı, bakımı daha kolay çözümlere ulaşılmasını sağlar.

Oluşturulan veri iletişim ağı çeşitli şekillerde olabilmektedir. Veri iletişim ağlarının sınıflandırılması çeşitli şekillerde olabilmektedir. Topoloji olarak isimlendirilen ağ planına göre sınıflandırma :

1. Merkezci ağlar ( centralized network )
2. Karma ağlar ( de-centralized network )
3. Dağınık ağlar ( distributed network )

İletilen verilerin anahtarlama fonksiyonlarına göre sınıflama :

1. Devre anahtarlama ( circuit switching )
2. Mesaj anahtarlama ( message switching )
3. Paket anahtarlama ( packet switching )

Veri iletişim ağlarının sınıflandırılmasında farklı firmaların, farklı zamanda kurdukları ağlarda farklı terminolojilerin kullanıldığı görülmektedir.

Veri iletişim ağı ilk olarak 1950'li yılların başında tasarlanmıştır. Bugün binlerce, hatta onbinlerce mikrobilgisayarlı ağlar çalışmaktadır. Ağlar üzerindeki çalışmalar devam etmektedir.

Ağları topolojilerine göre inceleyecek olursak : Merkezci ağlar yıldız görünümünde anahtarlama içeren en basit ağ biçimidir.

Merkezci ağın güvenilirliği büyük ölçüde merkezci anahtarlama veya mikrobilgisayara bağlıdır. Merkezci anahtarlama bir arıza, ağdaki bütün çalışmayı durdurur, oysa tek bir hatta arıza o hattaki tek bir terminali etkiler.

Karma ağlar esas olarak yıldız ağlardan oluşur. Yıldız ağları oluşturan bölgede, ayrıca kapalı bölge bulunur. Bu kapalı bölgeye *mesh* adı verilir. Yıldız ağ ve mesh bölgesinden oluşan ağ, karma ağ topolojisidir.

Karma ağ topolojisinin güvenilirliği, bazı adımların ( fakat hepsinin değil ) çift olduğu bağlantı hatlarının ve ek mikrobilgisayarların bulunmasından gelmektedir.

Her mikrobilgisayar çifti arasında en az iki ulaşım hattı olduğunda, ağ dağınık ağ olmaktadır. Dağınık ağlar, alt mesh ağlar dizisinden oluşacak biçimde planlanmıştır.

Uçlar arasında, bir otomatik yol seçimli (routing) algoritmada, ağ, maksimum kapasitede çalışabilecek şekilde anahtarlanaabildiğinden, güvenilir ağlardır. Gelecekte en güvenilir potansiyel ağlar olarak görülmektedir.

Dağınık veri ağlarının, maliyeti düşük, verimli, hızlı ve güvenli ağlar olduğu görülmektedir.

Veri iletişim ağlarının kurulmasında, gelişen teknoloji ile beraber birçok problemle karşılaşmaktadır.

1. Tasarımı yapanlar kullanıcının artan taleplerinin belirlediği yeni, maliyeti düşük, kullanışlı teknolojiler geliştirmeli,
2. Ağ yöneticileri, genişleyen taleple sağlanabilen kaynakları dengelemeli,
3. Operatörler, kullanıcı beklentilerinden oluşan günlük işlemleri sağlayabilmelidirler.

#### **8.4.2 Manyetik kodlanmış biletle çalışan turnike sistemi**

Şehir içi ve daha kısa mesafelerde hizmet veren raylı taşımacılık sistemlerinde manyetik kodlanmış bilet sistemiyle çalışan turnikeler kullanılmaktadır. Bu sistemde, her istasyon platformunun girişinde monte edilen turnikeler manyetik olarak kodlanmış veriyi okur, biletin geçerli olup olmadığına karar verir.

Manyetik olarak işlenmiş geçerli bir bilet turnikeye uygun olarak verildiğinde yolcunun geçişi sağlanır. Bilet uygun şekilde verilmediyse veya geçersizse yolcunun geçişi engellenebilir. Geçersiz bilet yolcuya iade edilir ve turnike kilitli kalır.

İkinci bir bilet, birinci yolcu turnikeden geçinceye kadar mekanizmada kabul edilmez.

Her otomatik turnike kendi başına çalışmasını sağlayan mikroişlemciye sahiptir. İstasyon mikrobilgisayarı veya iletişim kurulmadan sistemin diğer parçalarından bağımsız olarak çalışma, turnikelerin mikroişlemcileri ile sağlanır. Mikroişlemci biletin geçerli olup olmadığını kararlaştırılması için gerekli veriyi bulundurur. Mikroişlemci her tip bilet toplamını ve geri verilen bilet sayısı vb. şeklindeki bilgiyi toplar.

Her turnike istasyon mikrobilgisayarına bağlandığında çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Turnikeler veriyi düzenli olarak mikrobilgisayara ulaştıracak şekilde programlanmıştır. Düzenli güncelleştirmeye ek olarak, turnikelerden güncelleştirme manuel bir şekilde elde edilebilir. Mikrobilgisayar yolcu durumuna göre de bunu değiştirebilir.

İstasyon mikrobilgisayarında toplanan bilgi telefon hattı ve modemler yardımıyla merkezi mikrobilgisayara geçirilir. Normal olarak bu geçiş otomatik olarak gece yapılır. Toplanan bilgiler ( günlük işler ) izleyen sabah merkezi mikrobilgisayardan görülebilir. Merkezi mikrobilgisayardan komutlarla veri güncelleştirilmesi istendiğinde de yapılabilir.

### **8.5 İdare Bilgi Sistemleri**

Bütün demiryolu yönetimlerinin elde etmek istediği sonuç, yönetim seviyeleri ve tüm bölgeler için komple bir idare bilgi sisteminin gerçekleştirilmesidir. Bu sistemlerin prensip kısmı, yolcu trafiğinin tamamında, otomasyona geçirilmiş yolcu trafiği idare sisteminin elde edilmesidir. Bu idare sistemleri, özel ek tren ve vagonların bölgede çalıştırıldığı yoğun trafikli saatlerde, taşıma yönetimi ile kontrolü arasındaki ilişkiyi en iyi ve güvenilir şekilde düzenlemelidirler. Ayrıca, trafik ihtiyaçlarının dağılımı verileri, farklı nedenler için gerçekleştirileme-yecek trafik verileri, kullanılan demiryolu hizmetleri, istenen boşluk dağılımı, zaman verileri gibi daha yüksek dereceli karmaşık idare sistemlerinde kullanım için pekçok istatistiksel karakterin belli verilerini sağlamak ve yerayırıtma, bilet kesme gibi yeni görevleri sayısal mikroişlemcilerin yardımıyla gerçekleştirebilmelidirler.

Bu sistemler, sosyal, ekonomik ve bilgi planlama alanlarında, yer ayırıtma sistemlerine sağlanan pek çok veriyi, ve orta vadede planlama ve yönetim için otomatikleştirilmiş gelir kontrolünden gelen veriyi kullanabilmelidir.

Araç ve çalışanların nöbet çizelgelerinin oluşturulması ve optimizasyonu, zamantablosu planlanması gibi diğer işler için verilere göre, tüm demiryollarının daha iyi kullanılması ve daha iyi hizmet verilebilmesi de sağlanabilir.

Bu manada, kullanılacak bilgisayar yazılım ve donanım teknikleri ile, Devlet Demiryolu yönetim sistemlerinin taleplerine göre, gerekli verilerle gerçekleştirilecek bakım ve onarımların yaratılacak bir veri tabanı program dosyası yardımıyla daha yüksek bir performansla gerçekleştirilmesi ve daha iyi hizmet verilmesi mümkün olur.

Uygun yazılım ve donanım teknikleri, programlama ve teknik cihazların sahip oldukları sorunlara gerekli özen gösterilmelidir. Unutulmaması gereken bir nokta da sistemin kurulmasında yalnız ulusal değil uluslararası kuralların dikkate alınması gerektiğidir. Yani her bir demiryolu yönetimince işletilen uzun mesafeli trafiğin önemini vurgulamak gereklidir.

Bu alanda, trafik bilgi sistemlerinin özel problemlerinin çözülmesi de gereklidir. Yolcular, bazı özel durumlarda, istedikleri istasyona ulaşmada farklı yollar kullanabilmelidirler. Ayrıca, bu durumda yolculara, farklı yer ayırma sistemleri arasında çift yönlü bağlantı sağlanabilmeli ve gerekli tüm bilgiler verilebilmelidir. Bu sorun, tüm yolcu potansiyeli için olasılıklar ve trafik koşulları hakkındaki amaca uygun bilgilendirme ve gerekli trafik konumlarının demiryolu yetkililerince tanımlandığı bir ortak çalışma ile çözülebilir.

Farklı bölgeler ve şehirler arasındaki en üst sıklıktaki tren bağlantısı için, diğer özel veriler ve tren tarifeleri ile zamantablosunun düzeltilmesi ve ilan edilmesi ile çözülebilir. Bu bilgilendirme, demiryolu ağının farklı noktalarına *on-line* bağlantılı merkezî işlem biriminden elde edilebilen pekçok bilgi tipleri ile sağlanabilir. Bu durumlarda her bir kullanıcının gereksinimlerine göre kullanılacak amaca uygun verilerin saklandığı ortamda, ana veri merkeziyle

her bir kullanıcıya bağlanması mümkün olan *videotex* hizmetlerini kullanarak, seyahat acenteleri, demiryolu istasyonları ve merkezleri arasındaki veri iletişimini sağlamak mümkün olacaktır.

### **8.6 Yerel Bilgi Sistemleri**

Mikrobilgisayar ve mikroişlemcilerin uygulamaya alınması demiryolu taşımacılığında yerel bilgi sistemlerinin hazırlanmasında büyük kolaylıklar sağladı. Bu sistemler, yolcu trafiğindeki uzun mesafe trenleri, yük katarları bilgi sistemleri, seyahat acenteleri bilgi sistemleri ve farklı demiryolu istasyonlarındaki yerel bilgi sistemlerinin oluşturulmasının hepsini bir bütün olarak kabul eder.

Demiryolu istasyonlarındaki yerel bilgi sistemlerinin esas görevi, demiryolu istasyonu için karmaşık bilgi sisteminin oluşturulması için, yolcuya sunulan hizmeti gerçekleştiren farklı istasyonlara yerleştirilmiş cihazların optimal kullanımını sağlamak ve oluşabilecek problemleri çözerek, yetkilileri ve yolcuları belirlenmiş konularda desteklemektir.

O anki trafik durumu, yolcu trafiğindeki gecikmeler gibi tüm gerekli bilgilerin sağlanmasında, yerel bilgi sistemlerinde saklanan bilgilerin kullanılması ya da on-line haberleşme ile bu sistemlere doğrudan ulaşmak mümkündür.

Yolcuların trenlere bindikleri bölgedeki tüm teknik aletlerin optimal kullanımına, bilet ve diğer trafik kitapçıklarının satışları gibi bilgiler ile yolcu trafiğinin akış tanımlanması, bunların zaman ve boşluk dağılımı ile organizasyonu sağlayacak bilet basma makineleri de dahil edilmelidir.

Ayrıca bu durumlarda, diğer demiryolu trafiği idare sistemleri ile on-line bağlantısı ve yerel bilgi sistemleri ile bu cihazlar arasında karşılıklı iletişim kurmak mümkündür. Bu bölümlerdeki ana problem özel veri iletişim cihazları

kullanarak tren bilgi hizmeti tabanlı trafik koşulları hakkında yeterli bir bilgi sistemine ulaşmaktır.

Daha büyük bir yapı içinde, özel istasyonlarda özel bilgilerin oluşturulması, etkin parketme özellikleri, demiryolu istasyonlarına etkin yaklaşımla, demiryolu yolcu trafiği problemiyle doğrudan bağlantılı özel çalışmaların tamamlanabilmesi halinde yerel yolcu trafik bilgi sisteminin iskeleti oluşmuş demektir. Bu aşamada, yapılması gereken temel görev, özellikle ana hatlarda seyahate başlamadan ve sona erdirmeden yolcular için gerekli tüm bilgilerin yolcuların hizmetine sunulması olmalıdır.

### ***8.7 Matematiksel Modelleme ve Yolcu Trafiği***

Demiryolu trafiğinde işletim uygulamalarının olasılıklarını araştırma metotları yıllardan beri üzerinde sistematik çalışmaların yapıldığı bir alandır. Bu bağlamda, matematiksel modelleme ve simülasyon tekniklerine ayrı bir önem vermek gerekir.

Tren performansı simülasyon modeli, tren işletim simülasyon modeli ve optimal tren planlama gibi demiryolu trafiğinin kontrolünün baz alındığı özel matematiksel modeller incelenmelidir. Matematiksel modellemenin daha büyük bir uygulama alanı da idare bilgi ve yer ayırma sistemlerinin geliştirilmesidir. Yer ayırma sistemlerinin daha ileriki analiz ve kullanımlarda yararlanılacak yolcu trafiği verilerinin gerekli olanlarını matematiksel modellemede kullanmak mümkündür.

Yolcu trafik sistemlerinin optimum kontrolü ve organizasyonu üç temel problem getirir:

1. Trafik akışı ve karakteristiklerinin hesaplanması,
2. Taşıma ağının optimum organizasyonu,

### 3. Taşıma ağlarında nakliye hareketlerinin planlanması ve tarifelendirilmesi.

#### 8.8 Yolcu Sayısının Belirlenmesi

Araç yükünün ( yolcu sayısı ), otomatik olarak kaydedilmesi için iki tip teknik çözüm vardır :

1. Birinci grup, yolcuların tüm ağırlığına göre hareket eden donanımdır. Hava süspansiyonlu araçlarda ( Örn. Otobüsler, banliyö trenleri vb. ), genellikle hava yastıklarında bulunan hava basıncının ölçülmesi yöntemi uygulanır. Diğer tip süspansiyona sahip araçlarda ( Örn. tranvaylar vb. ), gerilme algılayıcılar kullanılır.

2. İkinci grup, araçlara binen ve inen yolcuları sayar. Bunu yapmak için araçlardaki kapılara yerleştirilmiş *infra-red* algılayıcılar kullanılır. Diğer bir seçenek ise yolculara göre davranan kontak veya kapasitif algılayıcıların basamaklara yerleştirilmesidir. Yolcuların inmesi ve binmesi, her bir kapıdaki çift dedektörle ayrılabilir ve sayılabilir. Bir mantıksal blok darbelerin ardışıklığını kontrol eder. Mikroişlemci kontrollü araç sistemlerindeki yolcu sayılarının otomatik olarak kaydedilmesi, teşebbüslerin yarısından fazlasında kullanılmaktadır.

#### 8.9 Zamantablosu

Bir bölge için zamantablosunun hazırlanması oldukça karmaşık bir görevdir. Tasarım aşamasında sınır koşulları bilinmemekte veya devamlı değişmektedir. Sisteme yeni duraklar veya güzergâhlar eklenmesi durumunda, hatlar arası bağlantılar birtakım değişikliklere uğrayacaktır. Geleneksel metodlar kullanılmak çalışmayı çok sıkıcı ve zahmetli bir duruma getirir.



Bu durumda çalışma esnasında mikrobilgisayar desteği almak gerekecektir. Sisteme ek maliyet getirmesine rağmen sağlayacakları açısından tercih edilmelidir.

Zamantablosu ve tüm sistem tasarlanırken istatistiki bilgilere de göz atmak gerekir. Yapılacak olan tüm düzenlemelerde, eğer varsa, istasyon civarında çalışan saatli otobüs, dolmuş gibi araçlara da dikkat etmek gerekir.

### **8.9.1 Simülasyon**

Hazırlanan bir simülasyon programı, zamanı baz alarak gerçek demiryolu şebekesini simüle eder. Simülasyon sırasında çalıştırıldığı belleğin bölümlerinde demiryolu elemanlarını verilen parametreleri ile oluşturur.( bkz. böl.4.8 ).

Simülasyon olumlu ise, zamantablosu ilgili birimlere ve yolculara kitapçık formunda dağıtılırlar. Hazırlanan program simüle ettiği her tren için tanımlanmış formda bir zamantablosunu çizer. Burada istasyon ismi, varma ve ayrılma zamanları görülebilir. Sistemin tümünde kullanılan yazılım bu değerler ile istasyon yetkilisinin ( İY) trenin varış modülü (TVM) ve tren kalkış modülünü (TKM ) çalıştırmasıyla elde edilen değerleri karşılaştırır ( bkz. böl.5.5 ). Bu karşılaştırma işlemi doğruluğun artırılmasını ve işlemsel bağlantılarla ilgili bilgilendirmeyi sağlar.

### **8.9.2 Simülasyon sonuçları**

Bu grafikte kullanıcılara her trene ait simüle edilmiş bir grafik zamana göre çizilir. Demiryolu işletiminin analog tanımlanması verilen bir rotada grafiksel olarak sunulur. Simülasyon süresince tren hızındaki farklı değişimler görülebilir duruma gelir.

Simülasyon programı, gerçekleştirdiği karşılaştırmalar ile ilgili bir hatalar raporu hazırlar. Bu hatalarda sinyalizasyon ve trenin planlanmış durmaları dikkate alınmaz. Diğer hatalar incelenir ve sistem yeniden simüle edilir.

Simülasyon programı ile elde edilen belli zaman aralıkları için bir *debugger* programı yardımıyla, sistemdeki tüm trenlerin konumları kayıt ve kontrol edilir.

Bir zamantablosunun planlanması yapılmadan önce var olan sınır koşullarının oluşturulması gerekir. Belirlenen trafik hacmi ve şebekenin büyüklüğü gibi bazı temel bağıntıların da dikkate alınması gerekir.

Eldeki verilerin bilgisayara verilebilmesi için, uygun forma sokulması gerekir. Bu da bir kodlama gerektirir. Bu şekilde, bir veri modellemesi oluşturulmuş olur.

Sisteme verilerin girilmesinden önce, veriler bir debugger programı ile kontrol edilmelidir. Eğer unutulmuş bölümler, yanlış hız gibi bazı birimler varsa bunlar yeniden düzenlenmelidir. Eğer sistem, bu işlem yapılmadan çalıştırılırsa hataları düzeltmek çok daha zor olacaktır.

Eldeki program yardımıyla, raylı ulaşım araçlarının duraklardaki beklemeleri de dikkate alınarak zamantabloları oluşturulabilir. Ve son aşama olarak bunların hepsinin grafiksel çıktıları alınabilir.

# BÖLÜM 9

## RAYLARIN YENİLENMESİNDE

### MİKROBİLGİSAYAR KULLANIMI

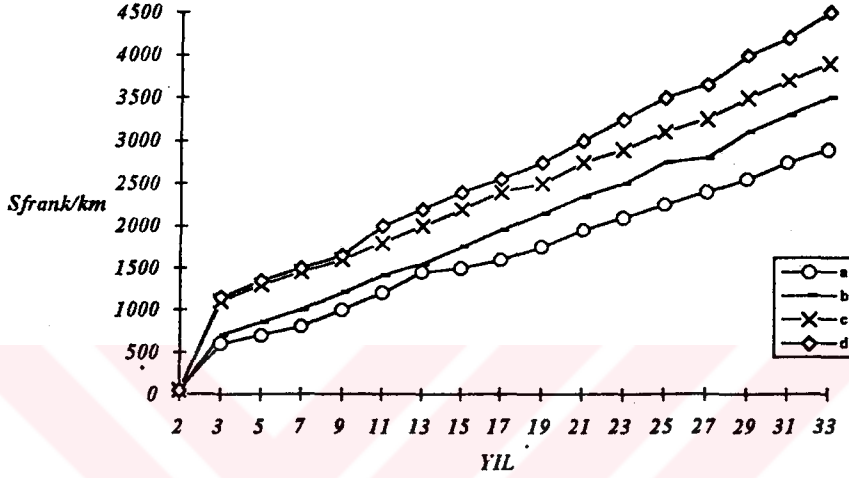
#### 9.1 Genel

Demiryolu sistemlerinde, ray oldukça önemli bir problem oluşturur. Ray yapımı veya yenilenmesi planlandığında, ileride oluşacak bakım çalışmalarını da dikkate almak gerekir. Dikkate alınması gereken bazı durumlar şu şekilde verilebilir :

1. Virajlarda oluşan sert ve zorlayıcı isteklere karşı, özel önlemler almak gerekir.
2. Ray konumu, raylı taşımacılığın güvenliğini ve rahatlığını önemli şekilde etkiler.
3. Zamanından önce yapılacak her bakım ve yenileme gereksinimi ilave maliyet getirecektir.
4. Sahip olunan her ray bozulmasının neden olduğu toplu iş gecikmeleri, hat kapasitesinin önemini gösterir ve demiryolunun finansal yapısını da bozabilir.

Raylar için günümüzde tanımlanmış bazı büyüklükler vardır. Bu durumda, önceden tespit edilmiş bölümler için ray durumlarını gösteren sistematik ölçümler gereklidir.

Bu manada, ilgili kişi, her bir hat için ne kadarlık bakım yapılmasına karar verir. Ama bu durum, trafik, hız, demiryolu araçlarının dinamik karakteristikleri, finansal problemler, ray yapımında kullanılan malzemelerin gelişimi, bakım teknikleri ve yöntemleri gibi birtakım özelliklere göre gerçekleştirilir.



**Şekil 9.1.1** Rayların yaşları ile bakım maliyetlerinin karşılaştırılması.

(Burada a ile tanımlanan ray en az, d ile tanımlanan ray ise en fazla trafik yoğunluğuna sahip bölgelerden seçilmiştir.)

## 9.2 Verilerin Elde Edilmesi

Ray ile ilgili birtakım yatay ve dikey bilgilerden oluşmuş bir raporun planlamacılara sunulması gerekir. Bunun için, grafiksel bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar, olması istenen yani hesaplanan grafiksel eğri ile ölçülen eğrilerin karşılaştırılması ile sonuçlandırılır. Bu işlemin göz ile yapılması, zahmeti, hata olasılığının yüksek olması ve zaman kaybının çokluğu nedenleri ile tercih edilmez. İşlemlerin bir mikrobilgisayar ile yapılması en olumlu seçimdir.

Yapılması gereken ilk iş, rayların konumunu kaydedici bir ray aracı geliştirmek olacaktır. Bu ray aracı, önceden belirlenmiş bazı parametreler için

ölçümler yapar ve bunları sayısallaştırır. Bu işlemler, araç üzerindeki bir mikrobilgisayar tarafından üç ana madde incelenerek gerçekleştirilir.

Bu maddelerden birincisi, istenen ray durumuna karşılık gelen bir ortalama hat ile kayıt edilmiş hat arasındaki mutlak farkın alınmasıdır. Şekil 9.2.1.a'da verilmiş olan grafikte, önceden verilmiş olan büyüklüklere göre yapılan ölçümlerle, hesaplanmış değerlerin karşılaştırılması görülmektedir. Burada yine önceden saptanmış aralıklarla değerler kaydedilmiştir. Daha sonra şekil 9.2.1.b'de görüldüğü gibi, iki eğri arasındaki fark alınır. Alınan farkın mutlak değeri ise üzerinde çalışılacak son eğriyi verir.

### 9.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, eğrilere uyarlandıktan sonra mikrobilgisayar ile ilgili bölüme gelinir. Grafiklerin çizilmesi esnasında rayların eğrilik, ray malzemesi, eğer varsa önceki bakım malzemesi gibi bazı ilâve bilgiler de dikkate alınmalıdır.

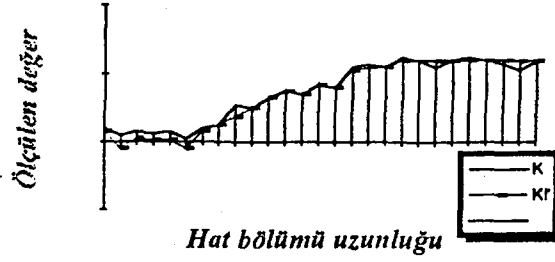
En sonunda grafiksel verilere ve ray bölümünün karakteristiklerine göre üç bakım çalışması tipi belirlenir :

1. Önleyici, koruyucu, veya düzeltici bölge bakımı,
2. Önleyici, koruyucu, veya düzeltici nokta bakımı,
3. Acil nokta bakımı çalışması.

Peryodik olarak, kaydedici araç rayların geometrik veya fiziksel bozulmasını üzerindeki mikrobilgisayar yardımıyla grafikler halinde hazırlayacaktır. Bu grafikler yapılacak olan bakım ve tamirat çalışması için ilk adımdır.

Bundan sonraki aşamada, rayın kullanım yoğunluğu bilinmelidir. Eğer aynı güzergah üzerinde kullanılabilecek alternatif hat varsa, problem yoktur. Ayrıca

bakım çalışmasının yapılacağı bölgeye işçilerin ve malzemelerin ulaştırılmasında ilâve bir vagon takılmış normal trenlerin kullanılması da sağlanarak probleme ekonomik bir çözüm de getirilmiş olur.



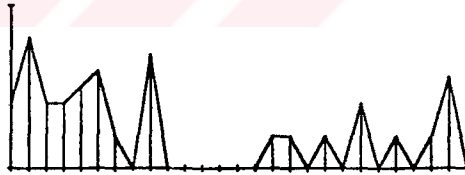
(a)

$$M_i = K_f \cdot K$$



(b)

$$N = |M_i|$$



(c)

**Şekil 9.1.2** Ölçülen ve analiz edilen değerler  $K_i$ ' ölçülen,  $K$  hesaplanan değer olarak tanımlanmıştır.

#### 9.4 Bakım Planlaması

Her ray bölgesi farklı yapıda olabileceğinden, bu göz önüne alınarak ray geometrisi kayıtlarının görsel incelenmesi yapılır. Bakım için planlanan algoritma, dikkate alınması gereken toleranslarla ve araçtan alınan verilerle birlikte bozulmaların derecelerini belirler.

Bundan sonraki aşamada, öncelikle bakım yapılması gereken bölümler belirlenir. Belirlenen her bölüm ile ilgili şu bilgiler verilir :

1. Bölümün tanıtılması,
2. Gerekli işin aciliyeti ve yapısı,
3. Eğer iş acil değilse, yapılması gereken en yakın zaman,
4. Bölümün önceki bakım projesinin sonuçları.

Bakımın gerçekleşeceği bölgelerde, trafik yoğunluklarının çok büyük farklılık göstermesi beklenebilir. Her yıl yapılması gereken bu bakım çalışmaları için özenli ve planlı bir çalışma gereklidir. Yapılması gereken çalışmalarda kullanılacak çözümler, çalışacak personel, makine ve malzemeleri de içine alacak geniş çaplı bir planlama yapmak gerekir. Çalışmanın boyutları aslında ekonomik ve teknik zorlama nedeniyle oldukça karmaşıktır. Bunların dışında, mevsime göre hava şartları da mutlaka gözönüne alınmalıdır.

#### 9.5 Yazılım

Eldeki verilerin kontrol merkezindeki yetkililer tarafından da kontrolü yapılır. Ayrıca hizmet dışı kalacak ray bölümünün, eğer mümkünse, bazı aralıklarla hizmete açılması sağlanır. Böylece eğer başka bir seçenek yoksa aynı raydan yararlanma sağlanır.

Eldeki sonuçlara göre kullanılan yazılım, tüm planlama problemini çözdükten sonra bunlara ayrı ayrı alternatif çözümlerde getirmelidir. Yazılımın algoritması, tatmin edici sonuçlar vermek üzere düzenlenmelidir. Burada esas amaç, her bakım çalışması için yapılacak işlemlerin sırasını en uygun şekilde sıralamaktır.

Bundan sonraki aşama, projenin başlama tarihlerini ve uygulanacak çözümleri sunmalıdır. Hazırlanan bu planlar, yılın başından sonuna dek önem sırasına göre işleme alınırlar.

Yazılım planlanacak her bir proje için, kullanıcının tercihlerine yön verecek verilerin hesaplanmasını yapmalıdır. Ama eğer kullanıcının tercihi varsa bu doğrultuda da hareket edilebilir.

Bundan sonraki aşamada, aşağıdaki gibi bazı sonuçlar elde edilmelidir:

1. Her çalışmada kullanılacak makine ve personel sayıları ile bunların çalışma planı,
2. Makinaların tahmini olarak çalışma bölgeleri ve aralıkları,
3. Eğer mümkünse, diğer çalışmalarda görevlendirilmiş personellerin zaman aralıklarından yararlanabilme.

Yazılım, çalışması sonunda şekil 9.5.1'de olduğu gibi bir rapor verir.

Bilgisayar destekli bakım çalışmasında iki temel amaç vardır :

1. Teknik amaç : Ray yapısını güvenli bir yapıya getirebilmek,
2. Ekonomik amaç : Eldeki elemanları en olumlu şekilde kullanarak en fazla tasarrufun sağlanması.

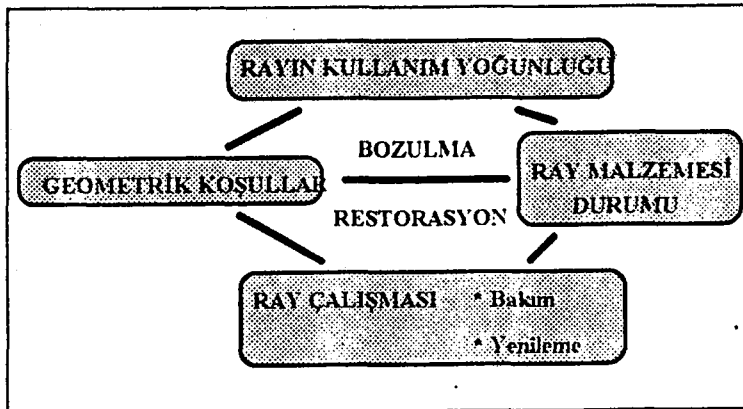


Bakıma karar verecek olan yetkililer şekil 9.5.2'deki yapıyı baz olarak alabilirler. Burada aşağıdaki özellikler gözönüne alınmalıdır :

1. Rayın kullanılma yoğunluğu,
2. Rayın geometrik konumu,
3. Ray malzemesi,
4. Bakım ve yenilemede kullanılacak yöntem ve çareler.

GÜNLÜK ÇALIŞMA PLANI NO :	
Bölge Adı :	
Başlangıç-bitiş km. :	
1. Başlangıç zamanı :	6. Alınan mesafe (km) :
2. Başlanacak ray no :	7. Kullanılan araç bilgileri
3. Son ray no :	
4. İşe başlama saati :	
5. Bitirme saati :	
Dünkü çalışma ile ilgili notlar :	

Şekil 9.5.1 Bakım çalışması için programın oluşturduğu rapor.



Şekil 9.5.2 Ray bakım yönetiminde dikkate alınması gerekenler.

## 9.6 Organizasyon

Yapılması gereken tüm çalışmalar, yazılımın sonuçlarına göre haftalık gruplar halinde toplanır, daha sonra tüm bölge üzerine dağıtılırlar. Eğer bazı özel durumlarda yapılan iki iş çakışyorsa, bu durumda öncelikler gözönüne alınır.

Otomatik kontrolün kullanılmadığı demiryolu yönetimlerinde, ilgili kişiler çalışmak için, ilgili ray bölümlerini kontrol merkezine telefon yardımıyla tanıtarak izin alırlar. Merkezde bu izinden sonra gerekli notlar alınır ve yine telefonla " işlem bitti " mesajı verilir. Bu ray üzerinin donanım ve personelden temizlendiği ve trenlerin kullanımına açık olduğu anlamını taşır. HBM ancak bu işlemden sonra çalıştırılabilir.



# **BÖLÜM 10**

## **SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER**

### **10.1 Genel**

Sistem kurulmadan ekonomikliğini gösterebilmek oldukça zordur. Çünkü ilk aşamada ayrılması gereken ödenek oldukça yüklü miktardadır. Buna rağmen ilgili bir birim tarafından genel bir maliyet hesabı yapılabilir.

### **10.2 Ulaştırma Sistemlerinin Karşılaştırılması**

Ekonomik kalkınma sürecinde olan ülkemizde ulaştırma sürecinden hangilerine öncelik tanınmalıyız? Bu soruya doyurucu bir yanıt verebilmek için, ekonomik etkileri belirleyen aşağıdaki faktörler incelenmelidir :

1. Hız,
2. Ulaşım aracının kitle taşımacılığına uygun olup olmadığı,
3. Ulaşım ağının kurulmasının uygunluğu,
4. Düzenlilik,
5. Taşıma hizmetlerinin sıklığı,
6. Güvenlik, konfor, rahatlık,

## 7. Ekonomiklik, yatırım miktarı ve işletme maliyeti.

Ulaştırma sistemlerinde büyük yüklerin uzak mesafelere taşınmasında demiryolu ve denizyolu büyük üstünlüğe sahiptir. Karayolu taşımacılığında ise küçük yükler ve kısa mesafelerde etkilidir. Durum böyle iken, yıllardır demiryolu istenen düzeye çıkmamış, ihmal edilmiştir.

Ülkemizde karayollarına ayrılan ödenek daima demiryollarından fazladır. Bu derece düşük ödeneklerle yatırım maliyeti yüksek olan demiryolunu Türkiye'de geliştirmek mümkün olamaz.

Diğer KİT'lerde olduğu gibi, Devlet Demiryolları işletmecilik açısından oldukça yetersiz kalmıştır. İşsizliğe karşı geniş bir istihdam projesi ve bazı yasal zorunluluklar sonucunda işletme bir devlet teşekkülü olarak değil, *sosyal yardım* kurumu olarak çalışmaktadır.<sup>1</sup> Yolcusunun yarısı hiç ücret ödemeyen veya yarı ücret ödeyenlerden oluşmaktadır. Böylelikle kaynak yaratıla-mamakta ve geliştirici yatırımlar oluşturulamamaktadır.

Rayların eskimiş, yolun büyük bir kısmının tek hat, modern işletmecilikten yoksun ve eğitimsiz personel çokluğu nedenleriyle tehir ve rötalar sistem güvenliğini ve gelebilecek yük ve yolcu taleplerini azaltmaktadır.

### 10.3 Rakamlarla Demiryolu Taşımacılığımız

Demiryolu hatlarımızın toplam uzunluğu 8500 km kadardır. Başka bir deyişle, 100 km<sup>2</sup>'ye düşen demiryolu uzunluğu 1,0 km'den azdır ki bu rakamın diğer ülkelerle kıyaslandığında çok düşük olduğu görülür. Bu kıyaslamalar, demiryollarımızın güzergah ve fiziki yapısı nedeniyle de gerçekleri yansıtamaz. Örneğin Almanya'da ( Federal Almanya) çift hatların uzunluğu toplam hataların yarısından fazla olduğu halde, bizde bu oran yalnızca %2.5'tir. Demiryolu

<sup>1</sup> BOZKURT, Mehmet, Demiryolu I, İTÜ İnşaat Fak.Ders Notları, s.3-10.

ağının %54'ü 30 yaşın üzerindedir ve teknik ömrünü doldurmuştur. %15'i 20-30, %30'u ise 5-20 yaşındadır.

Taşıma araçları içinde aynı şeyler söylenebilir : Buharlı lokomotiflerin %41'i teknik ömrünü doldurmuş, yolcu vagonlarının %40'ı, yük vagonlarının %30'u yaklaşık 40 yaşındadır. Geriye kalan vagonların hız yapmaya uygun olmaması eşya nakliyatına rağbet edilmemesine neden olmaktadır. İstasyonlardaki makaslar eski olduğundan geçişlerde büyük zaman kaybı olmaktadır. *Tüm altyapı ve yardımcı elemanlar hız artırımına izin vermediği için taşıma hizmetlerinde gecikmeler artmakta ve bunun sonucu olarakta talep azalmaktadır.*

Demiryollarımızda personel durumu da pek iç açıcı bir görüntü vermemektedir. Personelin %40'ı memur, %60'ı sürekli veya sözleşmeli işçidir. Memurların %87'si orta ve ilk, %5'i yüksek okul mezunu, %8'i ise hiç öğrenim görmemiş kişilerden oluşmaktadır. Demiryolunda görevli teknik eleman oranı %8'dir. Bu oran gelişmiş ülkelerde %7'ler civarındadır.

Bu bilgilerden görülmektedir ki; demiryollarımız var olan alt yapısı, taşıt parkı sayısı ve özellikle örgütlenme ile personel yapısı ile ekonominin değil yakın gelecekteki gereksinimlerini, bugünkü taşıma talebini bile karşılayacak durumda değildir.

#### **10.4 Maliyet Hesaplama Metodları**

Maliyete etki eden faktörler üç başlık altında toplanabilir : merkezi, araç ve ray donanımları harcamaları.

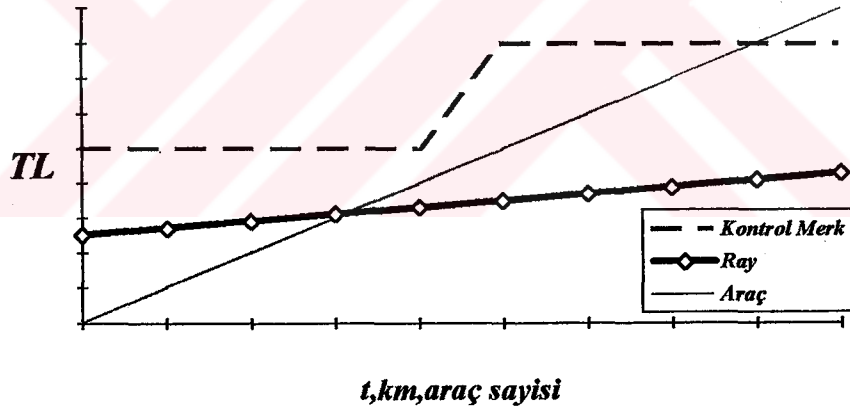
##### **10.4.1 Yatırım**

Taşımacılık yatırımında ilk önce araç kontrolü ile ilgili bölümleri gözönüne alınmalıdır. Yatırımın seviyesi nicel ve nitel faktörlere bağlıdır :

Tablo 10.4.1.1 Yatırımı etkileyen faktörler

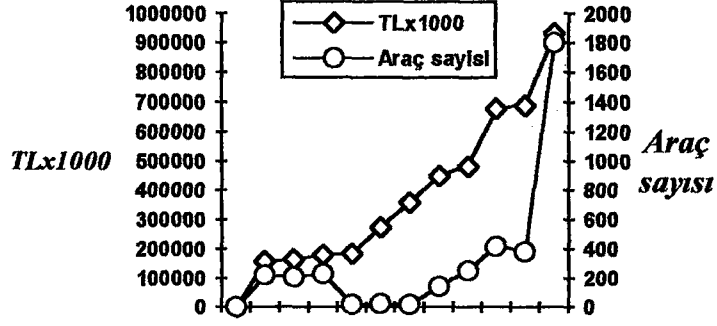
<i>Nitel faktörler</i>	<i>Nicel faktörler</i>
Fonksiyonların sahası	Hat numarası
Güvenlik standardı	Araç numarası
Bilgi gereksinimleri	Durak numarası
Yolcular	Ray uzunluğu
Hizmet	Makas sayıları

Kontrol merkezinde yapılan yatırımlarda ( mikrobilgisayar, iletişim ağı, radyo vb. ) maliyet diğerlerine ( ray ve araç sayısı ) göre farklı artış gösterir.



Şekil 10.4.1.1 Yatırımların birimlere dağılım eğrisi.

Sistemdeki tüm yatırımlar araç kontrolünün uygulanma alanı ile orantılı olarak artar. Bununla birlikte sisteme dahil edilen her araçla beraber sistem daha uygun duruma gelir, çünkü yapılacak her harcama yalnız araçla ilgilidir. Araç sayısı ile yapılacak toplam harcama arasındaki ilişki şöyle verilebilir :



Şekil 10.4.1.2 Yatırım miktarı ile araç sayısının ilişkisi (1\$=11,500 TL)

İşletmeye sağladığı gözönünde olmayan işlemsel avantajı ile, var olan araç kontrol sistemine pek çok aracın alınmasına olanak sağlarken oldukça ekonomik bir yapıya sahiptir. Bir araç kontrolü için tüm harcamaların toplamı 5 milyar ile 225 milyar TL arasında değişmektedir.

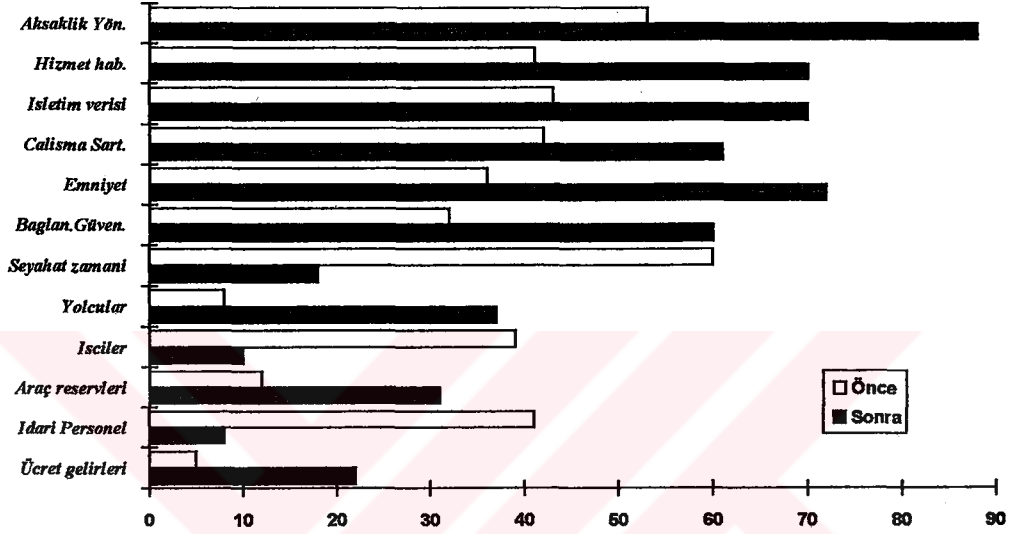
Tablo 10.4.1.2 Demiryolu yatırım miktarı (TL)<sup>1</sup>

<i>Eleman</i>	<i>En az maliyet</i>	<i>En çok maliyet</i>
Bilgisayar	600,000,000	100,000,000,000
Yardımcı El.	100,000,000	10,000,000,000
Yazılım	3,000,000,000	50,000,000,000
İş istasyonları	7,000,000	10,000,000
Araç donanımı	10,000,000	200,000,000
Ray donanımı	10,000,000	300,000,000
Radio haberleş.	50,000,000	3,000,000,000
Tesisat kurma	100,000,000	6,000,000,000
Eğitim	40,000,000	3,000,000,000

<sup>1</sup> Public Transport '91, International Union of Public Transport 49<sup>th</sup> International Congress, Stockholm.

Mikroişlemci kontrollü demiryollarında tesisatın kurulmasından önce ve sonra bazı parametrelerdeki değişimler şekil 10.4.1.2'deki grafikten görülebilir.

Sistemdeki bütün parametrelerde olumlu artışlar görülmektedir.. Yani buradan anlaşılacağı gibi, tesisatın kurulması ve düzenli bir şekilde işletimi oldukça büyük avantajlar getirecektir.



*Şekil 10.4.1.2 Yapılan araştırmaya göre sistemin kurulmasından önce ve sonraki bazı değerlerin karşılaştırılması.*

## **10.5 Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı ve Demiryolu ile İlgili Politikalar<sup>1</sup>**

### **10.5.1 Hedefler**

Plan dönemi sonunda demiryolu ile yurt içi yük taşımalarının yıllık ortalama % 8.9 artış ile 13.5 milyar ton km'ye ulaşması ve toplam yük taşımaları arasındaki payının yüzde 11.7 olması öngörülmektedir.

Yurtiçi yolcu taşımalarının 1994 yılı sonunda 4,5 milyar yolcu-km olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Dönem içinde 2,000 km yol yenilenecek, 1994 yılında elektrikli hat uzunluğu 2,300 km'ye sinyalizasyon tesisleri de 2,489

<sup>1</sup> D.P.T., Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Hizmetler Bölümü.



km'ye ulaşacaktır. 74 adet elektrikli anahat, 50 adet manevra lokomotifi, 280 adet çeşitli tiplerde yolcu ve 9,500 adet yük vagonu araç parkına katılacaktır.

### **10.5.2 İlkeler ve politikalar**

Demiryollarında kombine taşımacılık ve kontayner kullanımı gibi alanlarda hızlı ve güvenli taşımacılığa geçiş için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Demiryolu taşımacılığında kullanıcıların taleplerini yakından izleyen, pazar koşullarındaki değişikliklere hızla uyum sağlayan yapısal düzenlemelerin en kısa zamanda uygulanması sağlanacaktır.

Demiryollarında verimliliğin artırılması ve çağdaş bir işletmeciliğin gerçekleştirilmesi amacıyla yeterli sayı ve nitelikte yetişmiş kadroların istihdamı sağlanacak, hizmet öncesi ve hizmet içi eğitime öncelik verilecektir.

Demiryollarını AT ölçülerinde dengeli, verimli ve ekonomik bir duruma getirebilmek için gerekli çalışmalar yapılacaktır.

### **10.6 Sonuçlar**

Mikroişlemci kontrollü demiryolu yönetimi, Haydarpaşa-Adapazarı pilot bölge seçilerek, modüler bir yapıda ele alınmıştır. Bu modüler yapı üzerinde istenen fonksiyonel olarak geliştirilebilir. Halen kullanılmakta olan CTC sistemi ile önerilen sistemin karşılaştırılması şöyle yapılabilir :

1. CTC sisteminde araç yerinin belirlenmesi sırasında, belirli mesafeler arasında en fazla üç araç kontrol edilebilmektedir. Önerilen sistemde tüm araçlar kontrol edilebilir. Devlet Demiryolları merkezinde bulunan yetkili bu üç aracın konumları hakkında fazla bilgi sahibi olamaz. Önerilen sistemde, tüm araçların konumları sürekli ve otomatik olarak belirlenebilir.

2. Devlet Demiryolları'nın yıllardan beri az tercih edilmesinin en önemli nedeni gecikmelerdir. Önerdiğimiz sistemde araçta bulunan sürücü ve kontrol merkezindeki görevli tarifeye göre hareket edilip edilmediğini görebilirler. Ayrıca karar verme işlemlerinde gecikmiş araçlara her zaman öncelik tanınarak toplam zaman kayıpları minimuma indirilebilecektir.

3. Devlet Demiryollarında şu anda kullanılan sistemde araç ile bağlantı yalnızca yola kenarındaki sinyal lambaları ile kurulabilir. Önerilen sistemde ray donanımları yardımıyla gecikmeler, acil durumlar gibi ek bilgiler araç kullanıcısına iletilebilir. Ayrıca isteğe bağlı olarak radyo haberleşmesi de araçlara bağlanabilir.

4. Devlet Demiryolları, yol kenarındaki sinyal lambalarını merkezden yöneterek trenlerin seyirlerini sağlayan bir yapıya sahiptir. Önerilen sistemde sinyal lambaları ile ray donanımları birlikte çalışır. Bu düzenleme sunulan hizmetin hızlandırılmasında önemli rol oynar. Sisteme yapılacak tüm ekler, yalnızca modüllerdeki parametrelerin değiştirilmesi ile gerçekleştirilir.

5. Sistemimizde yolcuların duraklarda ve araç içinde gerek akustik gerekse görsel olarak bilgilendirilmesi mümkün olacaktır. Böylece, yolcular zamanında ve düzenli bir hizmet ile beraber hataların en aza indirildiği seyahatler yapabileceklerdir.

6. Bilgi sisteminin geliştirilmesi ile istatistiksel analizlerin, böylece gelecekteki yaklaşık yolcu sayısı hesap edilerek gerekli planlamaların yapılması mümkün olabilecektir.

7. Hat donanımları yardımıyla araçların hareketleri düzenlenmektedir. Frenleme ve yol-alma otomatik olarak sağlandığından, araç sürücüsü daha az yüklenecek ve daha ekonomik işletim sağlanacaktır. İstenirse sisteme ek olarak, kapıların

otomatik olarak açılıp-kapanması, vagon sayısına göre istasyonun başında-sonunda durdurma gibi ilaveler yapılabilir.

8. Sunulan tez tamamiyle geliştirmeye açık bir yapı vermektedir. İstenen ek hizmetler veya işletim farklılıkları ya modüllere program eklenmesi ya da modül eklenmesi ile sağlanabilir. Böylece sisteme yapılacak ekler minimum maliyetle gerçekleştirilebilecektir.

9. Devlet Demiryolları'nda kullanılan sistem en fazla 200 km. uzaklığa etki edebilmektedir. Önerilen sistemde akım dönüştürücüler kullanılarak bu mesafe arttırılabilir. Ayrıca hat döşenmesi yerine, PTT'den hat kiralanarak oldukça ekonomik bir çözümde sağlanabilir.

10. Sistemin kurulmasından önce ve sonraki bazı parametrelerin karşılaştırılması şekil 10.4.1.2'de, sistemin kurulması için gereken birim başı maliyetler de tablo 10.4.1.2'de verilmiştir.

Görüldüğü gibi önerilen sistem sunulan hizmetlerle yolcuları, getirdikleri ile yatırımcıları, sağladığı kolaylıklar ile sistemde çalışan tüm görevlileri memnun edebilecektir. Yani sistemin kurulması yalnız akıllıca değil, ekonomik olarak da iyi bir yatırım olacaktır.

Daha iyi taşımacılık, hata yönetimi, haberleşme, çalışma koşulları, tarifelendirme gibi bazı parametreler ise ancak sistem kurulduktan sonra görülebilir.

Tarifenin optimizasyonu ile araçların kullanımı oldukça etkin bir duruma getirilebilir. Strasbourg'da yapılan bir araştırma %2 tasarruf sağlandığını ortaya çıkarmıştır. Yani 102 araç yerine 100 araç kullanılarak aynı taşımacılık gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca sistemin kurulmasından sonra personel tasarrufu da yaklaşık %40 olacaktır.

Gecikmelerden oluşan zaman kayıplarının saat başına yaklaşık maliyeti 110,000.- TL olarak hesaplanmıştır. 1987 yılında Stuttgart'ta yapılan araştırma sonucu oldukça ilginçtir :

Her iş günü yolcu sayısı	430,000
Her yolcu için günlük kazanılan zaman	0,5 dk.
200 işgünü için kümülatif kazanılan seyahat zam.	71,667 saat

Ülkemizdeki saat ücreti ile çarpılarak kazanılan miktar hesap edilebilir. Seçilen Haydarpaşa-Adapazarı güzergahının nüfusun en yoğun olduğu bölge olmasına rağmen son on yılda yolcu sayısında önemli artışların olmadığı unutulmamalıdır. Eğer sistemde gerekli düzenlemeler yapılırsa kazanılan zaman artacak, sistem kendisine yapılan yatırımları geri ödeyecektir.

### 10.7 Öneriler

Mikroişlemci kontrollü demiryolu yönetiminin kurulması oldukça ciddi bir çalışma gerektirecektir. Demiryolunun teknik ömrünü doldurmuş araçlarla çalışması düşünülen sistemin gerçekleştirilmesini ve işleme konmasını daha da zorlaştıracaktır.

Geçici çözümler aramak yerine atılacak ilk adım , tezde teknik açıdan ele alınmış sistemin Devlet Demiryolları için bir prototipini oluşturmak olmalıdır. Daha sonra, bu prototip bir istasyona, örneğin Adapazarı'na, kurulmalıdır. Yani Devlet Demiryolları, bu istasyonu bu iş için ayırmalıdır. Adapazarı istasyonunun seçilmesinin nedeni, sistemin kurulması aşamasında oluşacak hatalardan uzun mesafe trenlerinin etkilenmemeleri içindir.

Daha sonra, eski elektromekanik sistemi yenisiyle değiştirirken izlenecek yöntemler için planlar hazırlanmalıdır. Ray boyunca monte edilecek elemanların merkeze bağlanması ile çalışmalar başlatılır. Bunlardan düzenli, sürekli ve sağlıklı bilgi gelmesi durumunda, kontrollü işletimine geçilmelidir.

Sistemin avantajı, her modülün ayrı ayrı test edilip çalıştırılabilmesidir. Sistem hatasız olarak çalışıyorsa, test durumundan normal duruma geçilebilir.

Eski sistemle birlikte çalıştırmada karşılaşılabilecek olan en önemli iki sistem arasındaki hız farkıdır, ama sistemin kurulmasından sonra elde edilenler oldukça tatmin edici olacaktır.

Devlet Demiryolları, farklı bölgelerdeki farklı işlemleri değişik firmalara ihale ederek sanki bir bütün değilmiş gibi hareket etmektedir. Yapılacak yatırımlar için üniversitelerden teknik destek alınmalı, ihalelerden önce iyi bir araştırma yapılarak teknik şartnameler hazırlanmalıdır. Tüm Devlet Demiryolu bölgeleri için daha çok demiryollarındaki uygulamalarına göre tercih edilmiş aynı firmayla çalışılmalı, dolayısıyla uyum sağlanmalıdır. Devlet Demiryolları için yerinde yapılan yatırımlar kesinlikle boşa gitmeyecek, kısa vadede kendisini amorti edebilecektir.

Ülkemizde hazırlanan kalkınma planlarının ulaştırma konusundaki temel ilkeleri ile yatırım programları arasında büyük farklılıklar görülmektedir. Aslında temel ilke ulaşım sistemleri arasında denge kurulması olmalıyken, karayolları pastanın en büyük payını almaktadır. Planlama yetkilileri dengesizliği görmüş olmalarına rağmen yatırımı paylaştırmada yine eskiden olduğu gibi davranmışlardır.

Bundan sonraki kalkınma planlarında, demiryolu başta olmak üzere denizyolu taşımacılığında gerekli önemin verilmesi gerekmektedir.

Ulaşım problemini çözerken, maliyet, zaman, enerji, çevre, tabii görünüm, psikolojik etkinlik gibi faktörler gözönüne alınarak en avantajlı ulaşım sistemi çözümüne ulaşılmalıdır. Ulaşım problemlerinin çözümünde, pek çok bilim dalı çalışmalar yapmaktadır. Bu problem sadece trafikçileri ilgilendiren basit bir problem seviyesini aşarak, problemler zinciri halinde bir büyük sorun

durumuna gelmiştir. Aslında bu tip problemlerin çözümü, bugünkü gibi sınırlı imkanlarla değil, merkezi idare ve hükümetlerin ulusal ve hatta uluslararası devletler problemi şeklinde ele alınmalıdır. Bu bakımdan idari yönetim ne olursa olsun, ülke hangi rejimle idare edilirse edilsin, ulaşım sorununa bugünkü şartlarda ulusal bir sorun olarak bakıp çözümler üzerinde çalışma ve araştırmalar teşvik edilmelidir.

Ulaşım sorununun çözümünde değişik yöntem ve görüşler bulunmaktadır. Akla ilk gelebilecek çözümlerden biri *hiçbirşey yapmamak* 'tır. Bu düşüncenin gerekçesi; "çözüm için zamana gerek vardır" veya "zamanla kendiliğinden çözülecektir". Diğer bir gerekçe ise, çözümsüzlük getirecek alternatifler yeni sorunların ortaya çıkmasına neden olacağından sorunlarla ilgilenmemek en iyi yoldur. Bu teoriye göre, insanlar otokontrolle ya bu trafik problemlerini göz önüne alarak ulaşımına razı olurlar ya da diğer ulaşım araçlarını kullanırlar. Fakat bu çözüm şekli olan *çözümsüzlük teorisi*, çoğu zaman sorumsuzluk ve çözümün aşılamazlığı anlayışıyla güçlenerek içinden çıkılamayacak problemlerin oluşmasına neden olur. *Şurası unutulmamalıdır ki, hiçbir ulaşım sorunu bugünkü ileri teknoloji ve alternatifler karşısında çözümsüz değildir.*

Demiryolu taşımacılığı problemlerini çözerken, ilk önce mevcut yolların daha verimli kullanılmasına ilişkin trafik önlemleri alınarak, fiyat politikaları, ulaşım alt yapısının kontrolü gerçekleştirilmelidir. Daha sonra eski sistemle geçiş dönemini birlikte yaşayabilecek geliştirmeye açık sistemin seçimi yapılmalıdır. Bu tez sistemin teknik mekanizmasının nasıl olması gerektiği konusunda yetkililere olumlu fikirler verebilecektir. Unutulmaması gereken demiryolunun tüm ulaşım sistemleri arasında en ekonomik ve en güvenli sistem olması ve yapılan yatırımların en kısa sürede kendini amorti edebilmesidir.

## **KAYNAKLAR**

- 1- **ADACHI, E., OSHIMA, S., HIGASHI, M.**, " Satisfactory Design of Railway Passenger Cars Using Sensitivity Analysis and Emprical Knowledge ", Tran-saction of the Japan Society of Mechanical Engineers, p.2158 - 2162, Aug., 90.
- 2- **AKITA, Katsui, TOSHIKATSU, Watanabe, NAKAMURA, Hideo, KUMU-RA, Ikumasa**, " Computerized Interlocking System for Railway Signaling Control : SMILE ", IEEE, No. 4, May / June, p.826 - 834, 1985.
- 3- **AMPSTEAD, L.J.**, " On-line Systems for Maintenance and Operations ", Lon-don Underground Limited, p.121 - 131, U.K., 1985.
- 4- **ANNABLE, P.C.**, " Kinematic Envelope - Theory and Application ", Railway Engineer, p.18 - 21, 1988.
- 5- **BALUCH, H.**, " Computer Aided Design ( CAD ), in a Moduler Designning of Track Layout in Railway Stations ", Rail Int., p31 -37, 1988.
- 6- **BAYKAN, Nesrin**, " Raylı Taşımacılığın Diğer Ulaşım Sistemleriyle İlişkisi ve Geliştirme Politikaları", RAYTAŞ 91, Eskişehir, s. 70-81, 1991.
- 7- **BINNEWELIS, H.**, " The Development of a High Speed Train for the DB ", Rail International / Schienen der Welt, p.151 - 155, April, 1985.
- 8- **BOZKURT, Mehmet**, " Demiryolu I ", İTÜ İnşaat Fak.Ders Notları, s.3-10, 1988.
- 9- **BÜTÜN, Erhan**, "Mikroişlemci Kontrollü Modül ile Sistemden Bağımsız Olarak Trenlerin Bazı Özelliklerinin Ölçülmesi", Elektrik Müh.5.Ulusal Kongresi, Trabzon, 13 Eylül 1993.
- 10- **CEGLOWSKI, L., LEWINSKI, A.**, " Selected Problems of Reliability Theory for Design of Railway Control Systems ", Techn.Univ. of Radom, 1986.

11- *CELINSKI, Kristoffer*, " Control of Signals and Point Machines in Inter-locking System ERILOCK 850 ", Ericsson Review, No.4, p.182 - 188, 1987.

12- *Centralised Traffic Supervisory Centre of the Deutsche Bundesbahn in Stuttgart.*

13- *CHAMBADAL, Michel*, " Vehicle Body Design and the UIC's International Contribution ", UIC Senior Technical Adviser, p.35 -41, 1987.

14- *CHANDRA, Vinod, Verma, M.R.*, " A fail-safe interlocking system for rail-ways ", IEEE Design & Test of Computers, p.58-66, 1991.

15- *CRIBBENS, A.H.*, " Microprocessors in Railway Signaling : The Solid State Interlocking", Microprocessors and Microsystems, p. 264-272, 1987.

16- *DATAPRO*, An Overview of Modems, Delran : McGraw Hill, 1989.

17- *DAMAS, P.J., MACHE, P.*, " Computer Aided Signal Box Design at Belgian Railways ", CAD/CAM Department, SNCB - NMBS, Belgium, p.77 - 88, 1989.

18- *Demiryolu Trafiğinin Elektrikli Sinyallerle Merkezden İdaresi Yönetmeliği, T.C.D.D.*

19- *DPT*, Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Hizmetler Bölümü, 1990.

20- *EDE, B.Moore*, " Advanced Train Control Systems Revolutionize Rails ", Canadian National Operations Development Manager, Rail International, p.10 - 16, November, 1990.

21- *Ericsson MD110, Sayısal Ses/Data Santrali Teknik Özellikleri, T.C.D.D.*

22- *ESWELD, C.*, " Measuring and Rectifying Rail Roughness and Bad Welds ", Third International Heavy Haul Railway Conference, Vancouver, October, 1986.

23- *ESWELD, C.*, " BINCO, An Information System for Track Maintenance and Renewal ", Rail Technology and Quality Control, Netherlands Railways, Netherlands, p.203 - 215, 1987.



- 24- **GABILLET, J.F., PORÈ, J.**, " The P.C.I. ( Microprocessor Controlled Signal Box ), p.257 - 279, 1988.
- 25- **GOODAL, R., KORTUM, W.**, " Active Controls in Ground Transportation Vehicles ", Vehicle System Dynamics, 12, p.225 - 258, 1983.
- 26- **GOTTZEIN, E., MEISINGER, R., MILLER, L.**, " The "Magnetic Wheel " in the Suspension of High - Speed Ground Transportation Vehicles ", IEEE, Vehicular Technology, p. 17 - 22, February, 1980.
- 27- **GUYLER, D.A., PENNINGTON, K.W.**, " Managing the Design and Development of a New Bogie Using Modern Computer Based Systems and Techniques ", Rail Engineering Int., p. 5 - 8, 1987.
- 28- **HACIOĞLU, Güner**, " Sirkeci - Halkalı Arası DRS Elektrikli Sinyalizasyon Tesisatı ", T.C.D.D.
- 29- **HAQUE, Imtiaz-ul, LATIMER, D.A., LAW, E.H.**, " Computer Aided Wheel Profile Design for Railway Vehicles ", p. 288 - 291, August, 1989.
- 30- **HRUDKA, Z.**, " Some Aspects of Railway Passenger Information Systems ", Centre of Computing Technique in Transport, Praha, Czechoslovakia, p.193 - 202, 1985.
- 31- **IMU**, An Inductive Transmission System , SIEMENS, 1982.
- 32- **JOHNSTON, A.**, " Common Hardware/Software Techniques for Railway Information and Control Systems ", Voughan Systems and Programming Ltd., U.K., p.169 - 173, 1987.
- 33- **JURKOWSKA, T., SITEK, I.**, " Problem of Location of Racks and Power Cubicles in Relay Room ", Polish Acad of Science, Pol., p.65 - 70, 1984.
- 34- **KANT, Dr.Krishna**, " Dynamic Automatic Railway Traffic Control System : Design and Simulation ", Appropriate Automation Promotion Laboratory, Electronics Commission ( IPAG ), Rail International, p.8 - 13, November, 1984.
- 35- **KIPER, L., HARMELIN, M., MALFAIT, R.**, " Advantages of a Simulation Model for Railway Power Supply ", Australia, p.225 - 229, 1991.

36- **KIESSLING, F.**, " Overhead Contact Systems for High Speeds ", Siemens Railway Symposium, 1985.

37- **KORTÜM, W.**, " Simulation of the Dynamics of High Speed ground Transportation Vehicles with Medyna-Potentials and Case Studies ", Stanford University, p. 99 - 112, 1987.

38- **KUPPER, Dieter**, " Continuous Automatic Train Control ( CATC ) with Short - Length Loop System ", Railway Signaling Division, SIEMENS - Braunschweig, 1988.

39- **KURT, Dr.Müh.Serpil**, "Raylı Taşımacılık Sistemlerinde Bilet Satışında Etkin On-line Bilgisayar Ağları", RAYTAŞ 91', Eskişehir, s. 214-221, 1991.

40- **LATIMER, D.A.**, " A Computer - Aided Design Method for the Optimal Design of Rail Vehicle Wheel Profiles ", Master Thesis, mechanical Engineering Department, Clemson University, 1986.

41- **LEWINSKI, A.**, " Fail Safe Microcomputer for Railway Interlocking ", Technical University of Radom, Poland, p.164 - 168, 1988.

42- **LEWINSKI, A.**, " Fail - safe Microcomputer System for Railway Control ", 3. Symp, on Microcomputer Applications, Budapest, 1985.

43- **Lichtleiteranzeiger LA 510** , SIEMENS.

44- **LOHMAN, H.J.**, " Sicherheit von Microcomputern für die Eisenbahn Signaltechnik ", Elektronische Rechenanlagen, 1980.

45- **MAALØE, Dr.Jens**, " A Full Elektronik Line Block System ", NKT Elektronik, Denmark, p.180 - 183, 1984.

46- **MELLIT, Prof.B., ALLAN, J., SHAO, Z.Y., JOHNSTON, W., GOODMAN, C.J.**, " Computer - Based Methods for Induced - Voltage Calculations in A.C. Railways ", IEE Proceedings, p.59 - 72, January, 1990.

47- **MIKOLAJ, J.**, " Application of Automated Control System in Czechoslovak Railways ( CSD ) ", Technical University of Transport and Communications, Zilina, Czechoslovakia, 1990.

48- MITCHELL, R. F., " Co-ordination of Railway Engineering Work ( CREW ) Project ", London Underground Ltd, p.115 -120, U.K, 1991.

49- OGAWA, S., " Automatic Train Control System of Rapid Transport in TEITO ", Japonya, 1987.

50- OLSEN, Preben, " Electrification of the DSB Main Lines CAD Application for Design of Overhead Catenary Systems ", Electriche Bahnen, p.299 -304, October, 1988.

51- OTTER, Job Den, " Programmable Logic Controllers ", Prentice Hall International, Inc., Englewood Cliffs, USA, 1988.

52- *Overhead Contact Systems for MTRC Hongkong* , SIEMENS.

53- *Power Operated Point Machine Bsg.Antr.9*, SIEMENS.

54- *Public Transport '91*, International Union of Public Transport 49th International Congress, Stockholm, 1991.

\* Financing Light Rail,

\* Technical and Echonomical Aspects of Operational Control Systems.

55- PURNACHANDRA, Rao, VENKATACHALAM, P.A., " Microprocessors - Based Railway Interlocking Control with Low Accident Probility ", Vehicular Technology, IEEE, August, p.141 - 145, 1987.

56- REISS, G., SCHRAUT, R., " Calculation and Measurment of the Vibration Characteristics and Riding Comfort of Rail Vehicles ", Zeitschrift Fuer Eisenbahnwesen und Verkehrstechnik, p. 66 - 68, Mar., 1989.

57- RENNER, D.M., MUELLER, C.C., " Drainage System Design and Analysis by Computer ", Jrnl. of the Irrigation and Drainage Div. ASCE, p.255 - 265, Sep. 1974.

58- RETIVEAU, R., " Computer - Aided Traffic Control Between Major Rail Centres ", IRSE, Paper 1986.

- 59- *RETIVEAU, R.*, " Evolution of Automatic Devices in Conjunction with Sig-naling on the SNCF ", IEE Proceedings, p. 159 - 166, May, 1987.
- 60- *REY, G.*, " Timetables for the Zurich S-Bahn ", Institute of Transportation, Zurich, Switzerland, p.149 - 157, 1987.
- 61- *RIVIER, R.E., SALCHLI, B.*, " Management Information Systems for Track Maintenance and Renewal ", Institute of Transportation and Planning ( ITEP ), Lousanne, Switzerland, p.161 -177, 1987.
- 62- *SACHS, Prof.Karl, ÜLGÜR, Prof.M.Mustafa*, " Elektrikli Demiryolları Sabit Tesisleri, Kutulmuş Basımevi, İstanbul, 1953.
- 63- *SHORT, Kenneth L.*, " Microprocessors and Programmed Logic ", State University of NY, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, 1981.
- 64- *SIGGOARD, N.*, " Microcomputer Controlled Interlocking System", Ericsson Review, No.3, p.1 -23, 1982.
- 65- *SIKORSKI, Witold*, " Computer - Aided Railway Drainage Design ", Technical University of Warsaw, Rail Int., p.21 - 28, 1986.
- 66- *STÜMPPEL, Klaus-Dieter*, " 60 Jahre U-Bahn-Werkstätten Seestraße ", März, 1983.
- 67- *Tische und Tafeln für Steuer - und Meldeeinrichtungen* , SIEMENS, September, 1982.
- 68- *URAL, Prof.Dr.Atıf*, " Modern Elektrikli Ulaşım Sistemleri ", Yıldız Üniv. Kocaeli Müh.Fak., Ocak, 1991.
- 69- *URAL, Prof.Dr.Atıf, CANBULAT, Nuran, ÖZDEMİR, Necmi*, " Modern Elektrikli Ulaşım Sistemlerinin Türkiye'deki Uygulamalarının Gelecek açısından Değerlendirilmesi ", Elektrik Müh.II. Ulusal Kong., Ankara, Eylül, 1987.
- 70- *URAL, Prof.Dr.Atıf, ABUT, Nurettin*, "Türkiye'de Kentsel Toplu Taşımada Raylı Sistem Seçimi", RAYTAŞ 91', Kasım 1991, Eskişehir, s. 39-42.
- 71- *WALBRUN, M.C.*, " Integrating CAD Usage Between Different Railroad Disciplines ", Amtrak Engineering Design, p.217 - 222, 1990.

72- *WALTON, D.J., MEEK, D.S., " Clothoidal Splines ", Computers & Graphics ", p.95 - 100, 1990.*

73- *WALTON, D.J., MEEK, D.S., " Offset Curves of Clothoidal splines Com-puter - Aided Design, p.199 - 201, May, 1990.*

74- *WANG, D., MA, W., " Synthetic Optimal Decision in Railway Projecting Rail International, p.23 - 28, Aug.- Sep., 1986.*

75- *ZIEGTERMAN, L., A New Approach to Design and Specification of Railway Interlocking ", Univ. of Delft, Netherlands, 1983.*

76- *ZUB 100, Automatic Train Control ( ATC ) System , SIEMENS.*

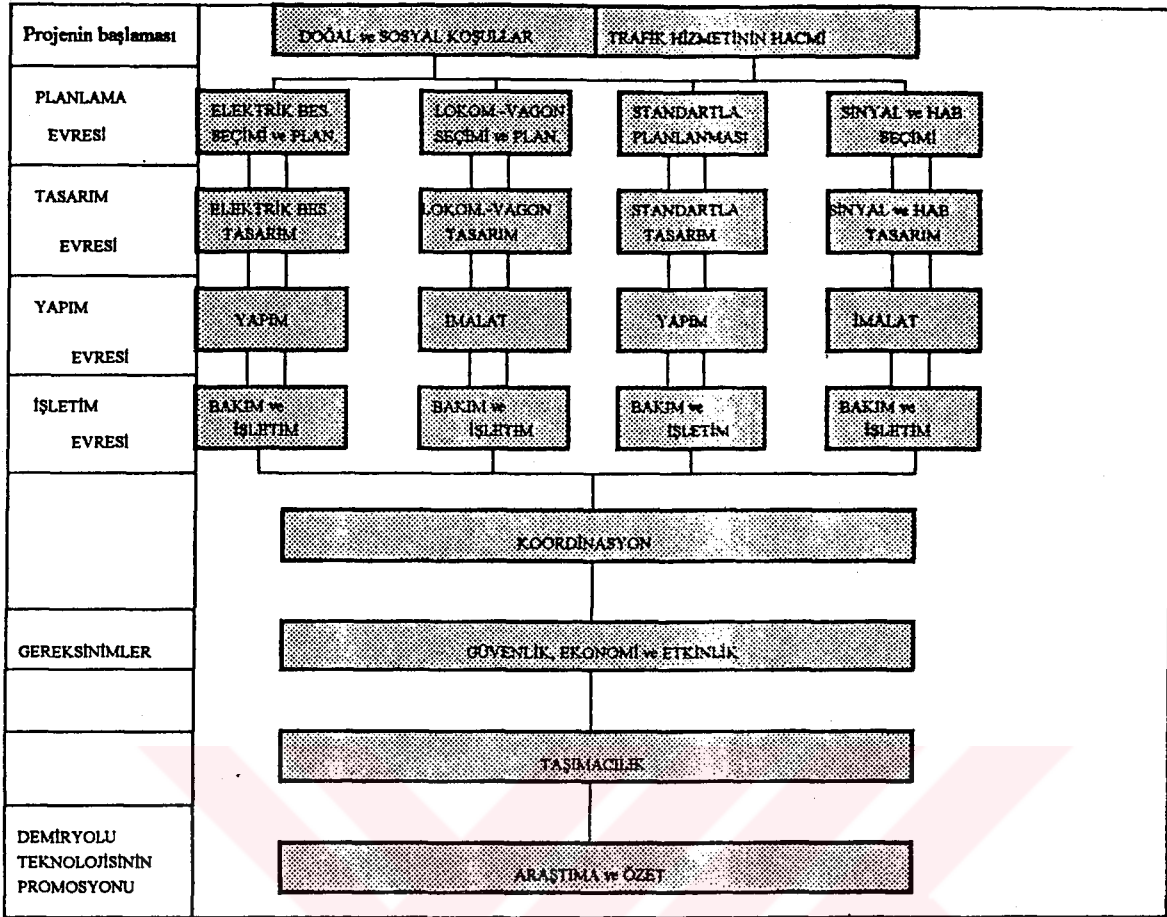
77- *ZUB 100 Automatic Train Control System for Egyptian National Railways ( ENR ) ", SIEMENS.*



## EKLER

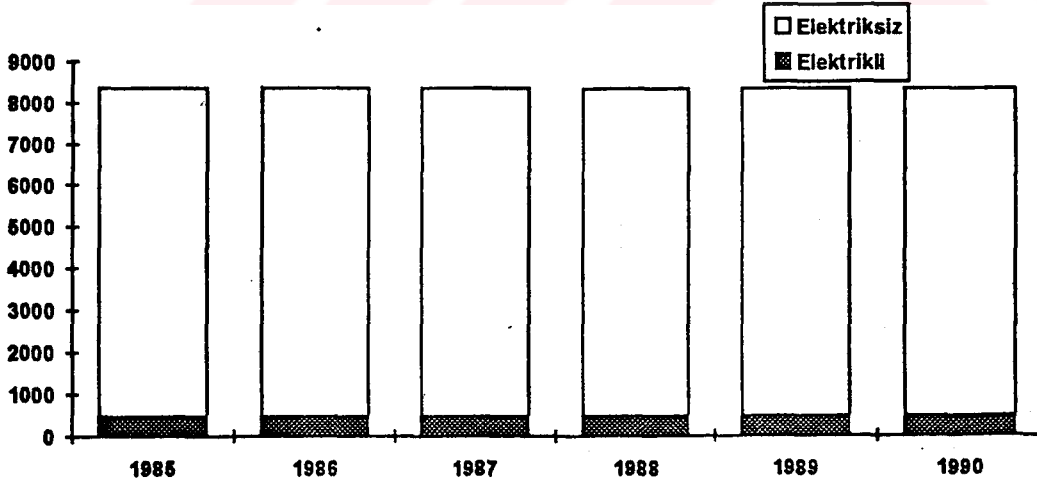
Tablo Ek.1 T.C.D.D istasyonlar arası mesafeler

İstasyon Adı	İstasyonlar Arası Mesafe	Hat Başından İti- baren
Haydarpaşa	-----	-----
Söğütlüçeşme	1,460	1,460
Bostancı	7,632	9,092
Maltepe	5,213	14,305
Kartal	5,806	20,111
Pendik	4,383	24,494
Tuzla	9,826	34,340
Gebze	9,855	44,175
Hereke	19,617	63,792
Körfez	9,977	73,769
Derince	10,088	83,857
İzmit	7,414	91,271
Köseköy	8,528	99,799
Sapanca	23,747	123,546
Arifiye	7,998	131,544
Adapazarı	8,491	140,035



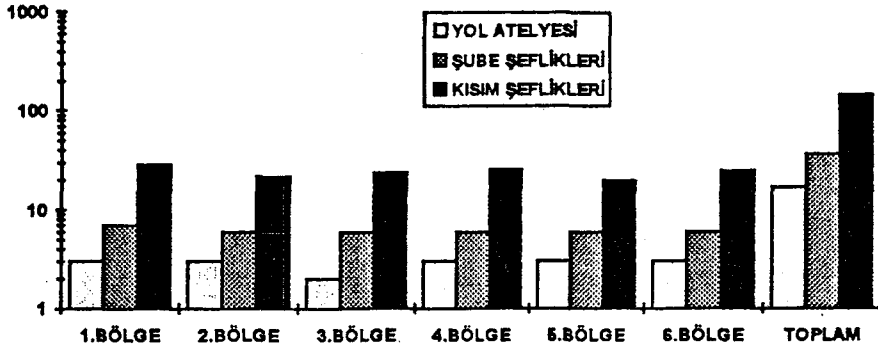
Şekil Ek.1 Demiryolu projelendirmesi

### T.C.D.D. HAT UZUNLUKLARI



Şekil Ek.2 Demiryolu hat uzunlukları

## YOL BAKIM ve ONARIM ÜNİTELERİ



Şekil Ek.3 Yol bakım ve onarım üniteleri

Tablo Ek.2 Kullanılan lokomotiflerin özellikleri

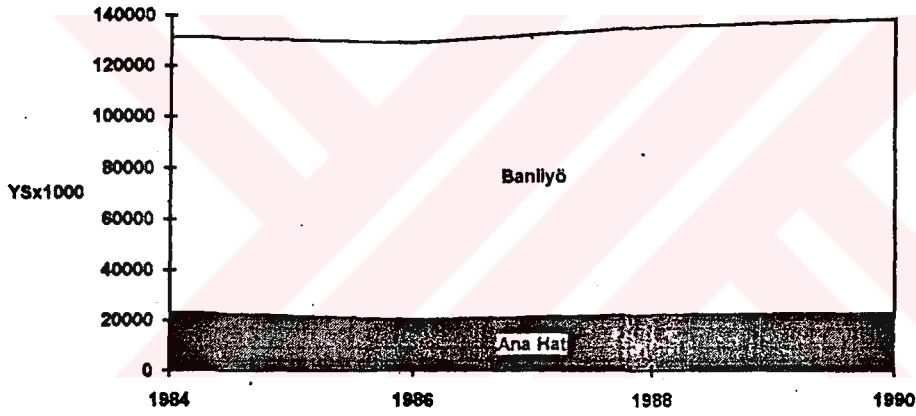
T.C.D.D'DA KULLANILAN LOKOMOTİFLERİN GÜCÜ			
LOKOMOTİF TİPLERİ	SERVİSE GİRİŞ YILI	ADETİ	BEHERİN GÜCÜ (HP)
DE 20000	1957	1	1980
DE 21500	1965	35	2150
DE24000	1970	328	2400
DE 24000 (HEDEMORA)	1984	41	2000
DE 18000	1970	3	1800
DE 18100	1978	18	1800
DE 22000	1985	86	2200
DE 11000	1985	50	1065
DE 11500	1960	10	1100
BO BO 4000	1955	3	2200
B. B.40000	1971	13	4000
BO BO BO 43000	1987	16	4325



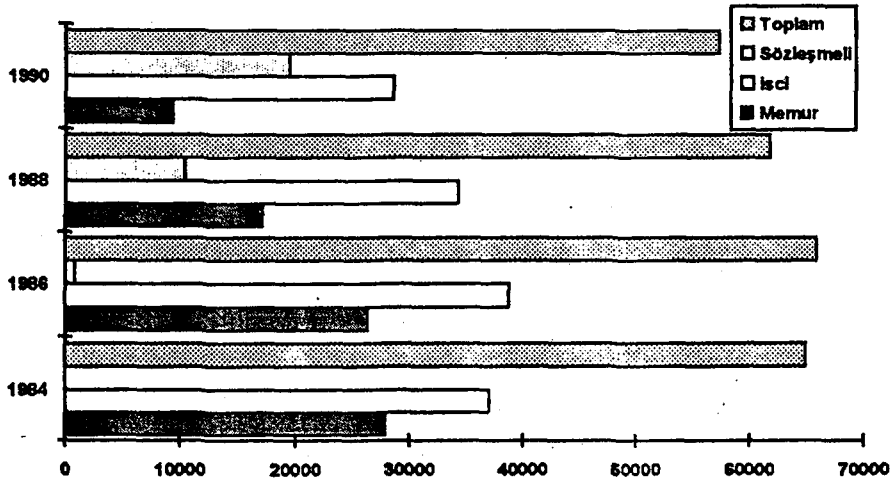
Tablo Ek.3 Yolcu vagonu sayıları

YOLCU VAGON SAYILARI						
YILLAR	BANLIYÖ	PULMAN	KOMPART	KUŞETLİ	YATAKLI	YEMEKLİ
1985	259	191	479	103	49	14
1986	253	213	469	103	49	14
1987	249	213	417	133	49	14
1988	265	226	324	132	48	11
1989	261	245	319	153	48	11

T.C.D.D. YOLCU SAYISI

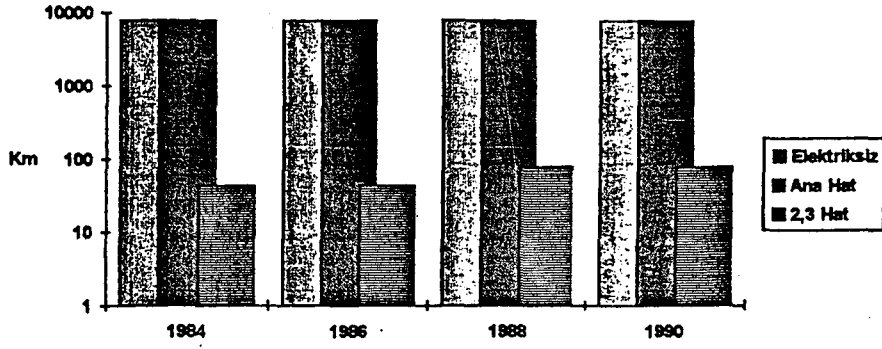


Şekil Ek.4 Demiryollarında taşınan yolcu sayısı

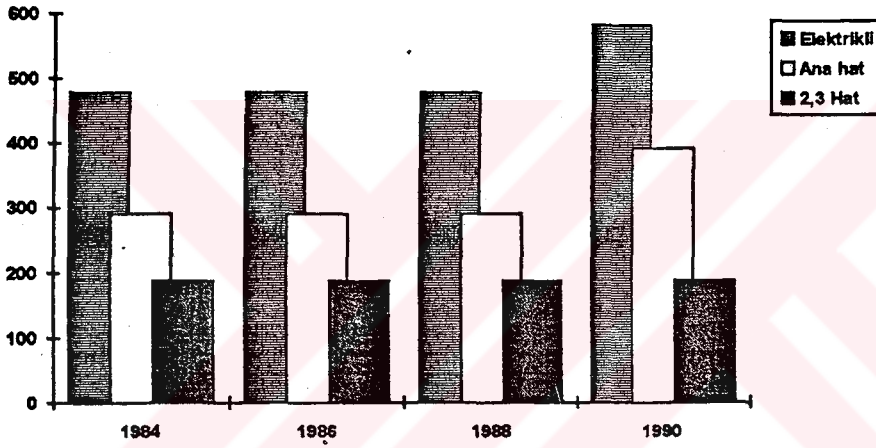


Şekil Ek.5 Demiryolu personel durumu

### ELEKTRİKSİZ ANA HAT UZUNLUĞU

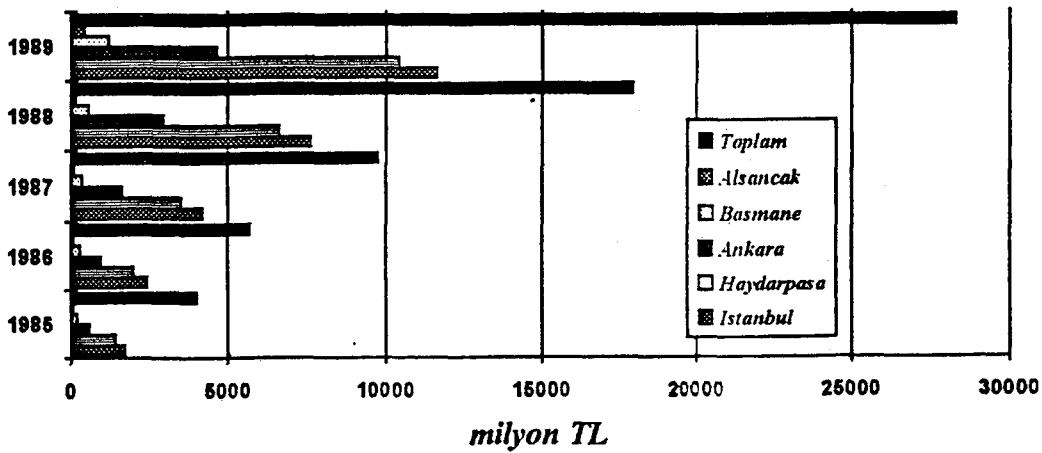


Şekil Ek.6 Elektriksiz ana hat uzunluğu

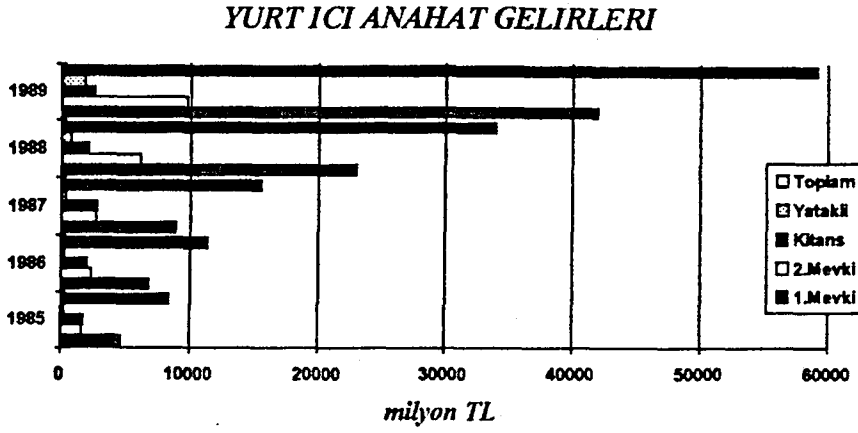


Şekil Ek.7 T.C.D.D. Elektrikli demiryolu kilometreleri

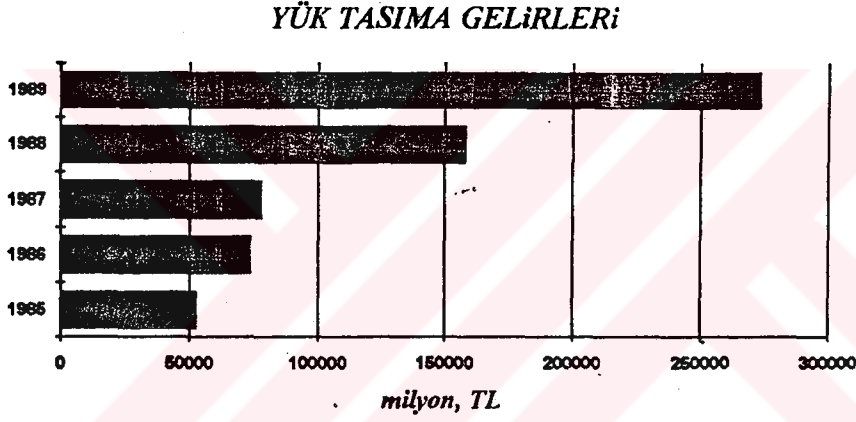
### BANLİYÖ TASIMA GELİRLERİ



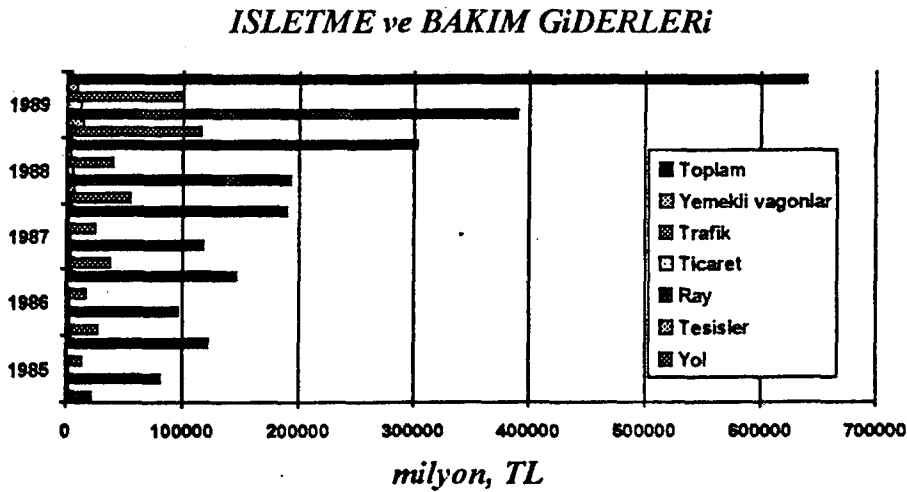
Şekil Ek.8 Banliyö taşıma gelirleri



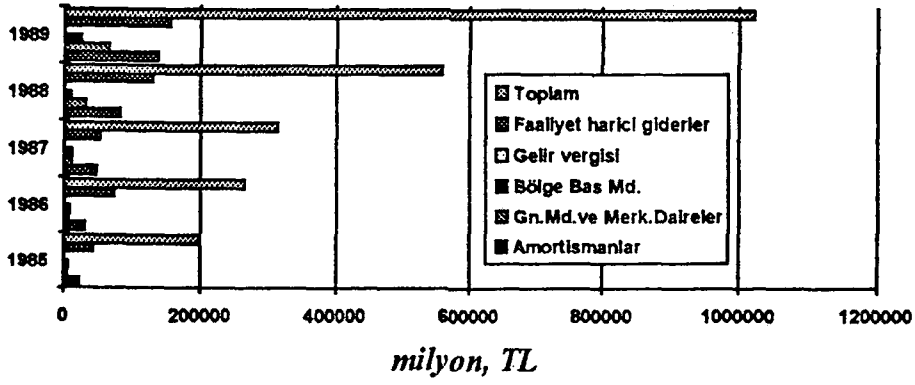
Şekil Ek.9 Yurtiçi anahat gelirleri



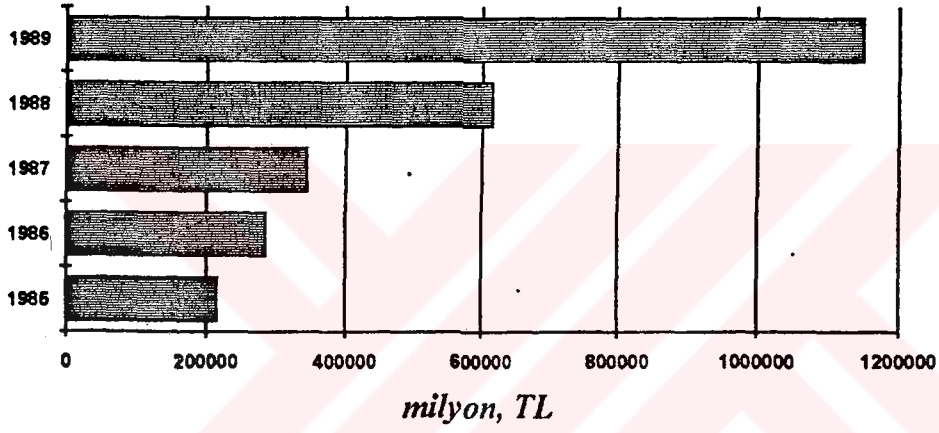
Şekil Ek.10 Taşıma gelirleri



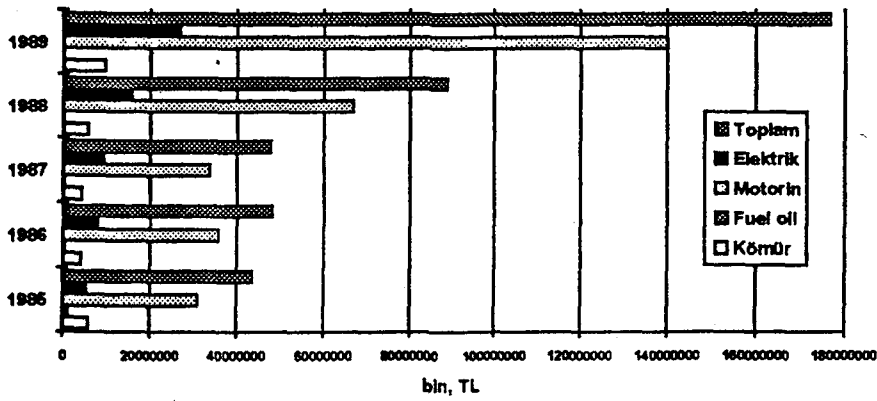
## GİDERLER



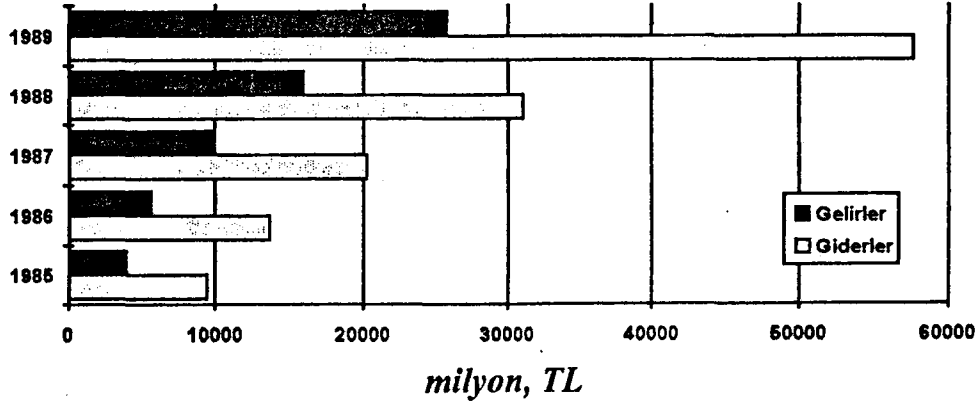
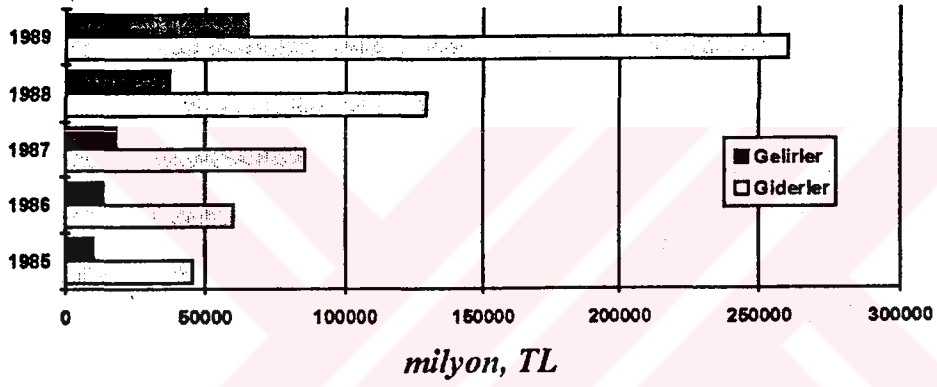
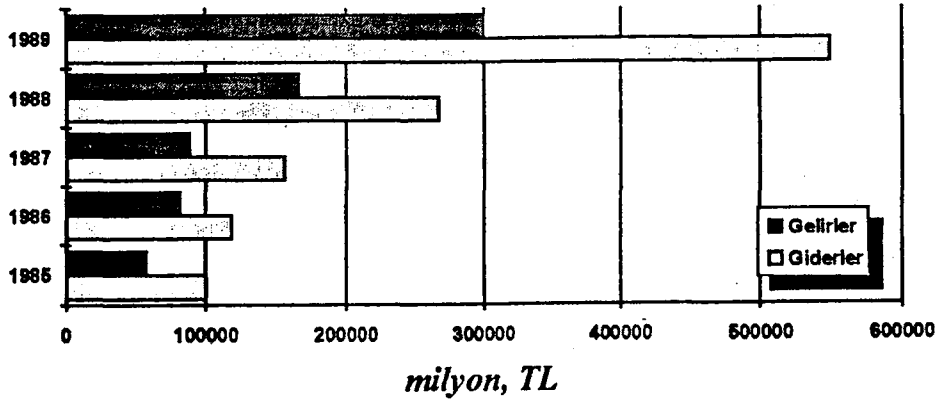
## TCDD TOPLAM GİDERLERİ



## YAKIT-ENERJİ GİDERLERİ

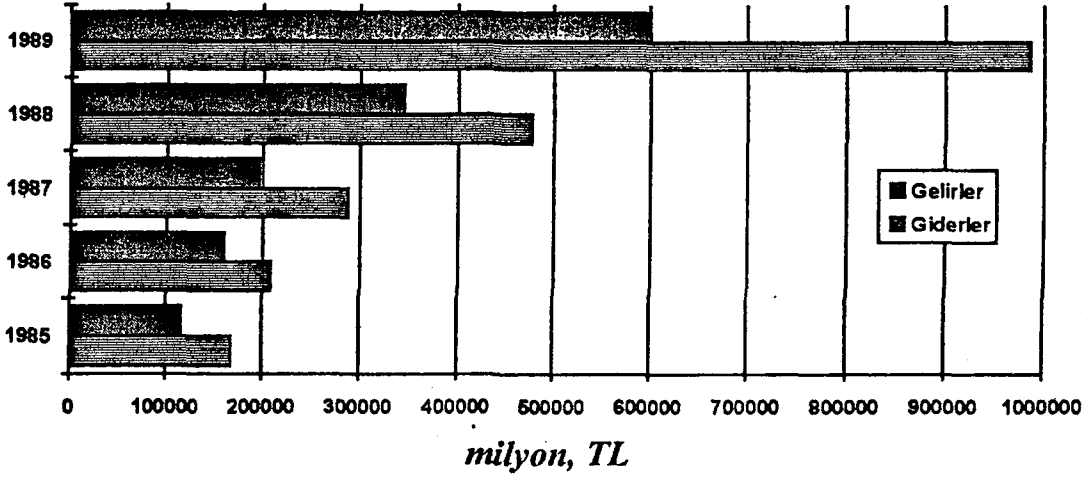


Şekil Ek.11 T.C.D.D Giderleri

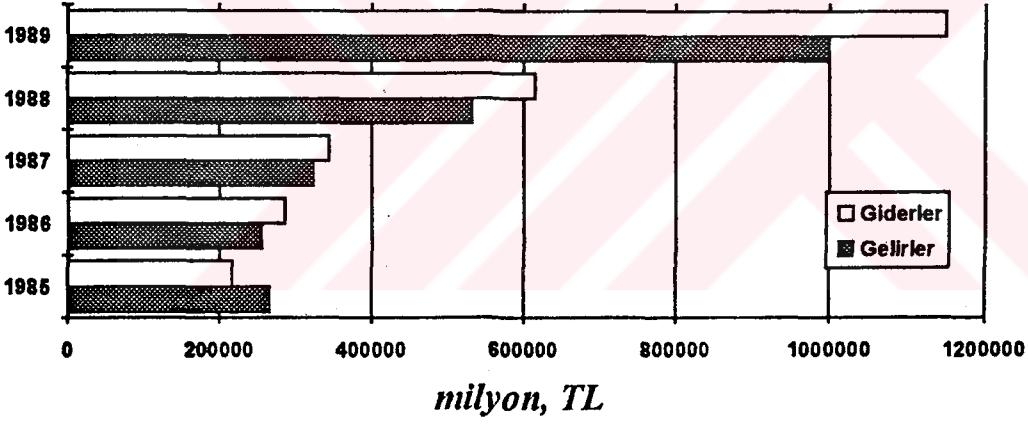
**BANLİYÖ GELİR - GİDER TABLOSU****ANAHAAT GELİR-GİDER TABLOSU****YÜK TASIMA GELİR-GİDER TABLOSU**

Şekil Ek.12 T.C.D.D. Gelir-gider tabloları

**ISLETME FAALİYETLERİNDE GELİR-GİDER DENGESİ**



**TCDD GENEL KAR-ZARAR TABLOSU**



Şekil Ek.13 T.C.D.D. Genel kar-zarar tablosu

## **ÖZGEÇMİŞ**

1967 yılında Karamürsel'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Gölcük'te, lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 1983 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'nden 1987 yılında Elektronik ve Haberleşme Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 1988-Eylül 1990 yılları arasında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

1987 yılından beri Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

