

Tarihsel Süreç İçerisinde Demiryolu Trafik Yönetim Sistemlerine Yüzeysel Bakış

▲ Çağdaş GÖRGÜLÜ

Ulaştırma hizmetleri çağdaş toplumlar için vazgeçilmez öğeler olup kişilerin günlük hayatını çok yönlü bir biçimde yakından ilgilendirmektedir. Bu toplumsal özelliğin yanı sıra, ulaştırma hizmetlerinin önemli bir diğer özelliği ise, ekonomik kalkınmanın belirleyici alt yapılarından birini oluşturmasıdır.

Ulaştırma modlarından biri olan demiryolları, başlangıcından günümüze toplumsal ve ekonomik belirleyici rolünü tüm zamanlarda oynamıştır. Tarihsel süreç içerisinde Demiryollarının gelişimine bakıldığında aynı zamanda Demiryolu Trafiği kavramının gelişimini görmek mümkündür.

Tarihi kaynaklar ve arkeolojik buluntular Babil ve eski Yunan'da yolların taşıtların geçişini kolaylaştırmak için yumuşak taş bloklarının paralel hatlar halinde dizilmesiyle inşa edildiğini göstermektedir. Romalılar zamanında tahtadan ya da taş yarılarak yapılmış araba tekerleği izlerine benzeyen oluklar üzerinde insan ya da hayvanlara çektirilen araçlarla taşıma işlemi yapılmıştır.

Arkeologlar Mısır'daki bir piramitin yakınında M.Ö. 2600 yıllarında yapıldığı sanılan bronz ray kalıntılarını gün ışığına çıkarmışlardır. Piramidin yapımında kullanılan taşların ocaklardan taşınmasında bu raylardan yararlandığı sanılmaktadır. Babil, Eski Yunan ve Mısır'da kullanılan ray örneğinden, lokomotif yapımının gerçekleşmesine dek binlerce yılın geçmesi gerekmiştir. Bu süre içinde raylar, özellikle maden ocaklarında, hayvanların ya da insanların ağır maddelerle yüklü araçları daha kolay çekmelerini sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

Bu raylar genellikle tahtadan kimi zaman da rayın dayanıklılığını arttırmak amacıyla metallerle kaplanarak yapılmaktaydı. İlk demir ray 1738 yılında İngiltere'de, Cumberland'daki bir maden ocağında kullanılmıştır.

Endüstriyel Dönemi tetikleyen temel gelişme olarak da bilinen ve buhar makinesinin 1784 yılında İskoç mühendis James Watt tarafından geliştirilmesi ile başladığı kabul edilen Sanayi Devriminin ticaretin gelişmesi ayağında, demiryolu teknolojik gelişiminde rolü çok büyük olmuştur.

İngiltere'deki madenlerde, maden yüklü vagonların açtıkları olukların kenarlarına önce tahtadan, sonra demirden konan kenarlıklar ve bunların kaymalarını önleyen traversler, demiryolunun başlangıcı sayılabilir. Takiben 1797'de ise ilk gerçek demiryolu inşa edilmiştir.

21 Şubat 1804'te ilk kez kendi gücüyle giden lokomotif, Penydaren, Glamorgan'da yürütülmüştür. Richard Trevithick tarafından yapılan bu araç, 10 ton yük ile 70 kişiyi taşıyan beş vagonu çekiyordu.

Northumberland'da bir makine yapımcı ve teknisyeni olan Stephenson, "My Lord" adını verdiği bir lokomotif yapmayı başarınca, genç mühendis, demiryolları için lokomotif imal etmeye başladı.

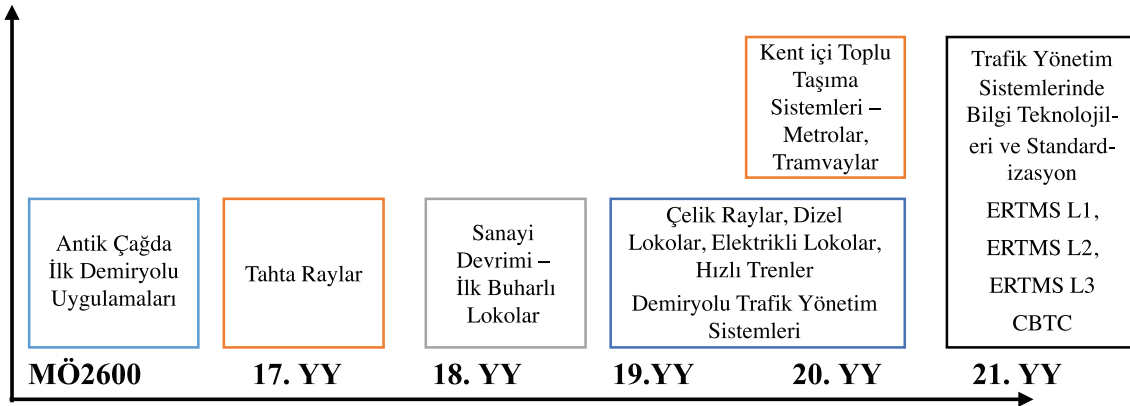
Böylece Stephenson'un yaptığı lokomotiflerin çektiği yolcu trenlerinin, 1825 yılında yolculuğa başlaması üzerine, demiryolu ulaşımı da başlamıştır.

Liverpool ile Manchester demiryolları yöneticilerinin düzenlediği bir tren yarışmasına tek başına

katılan Stephenson'un "Roket" adlı treni, yarışı kazandı. Tren, dolu olarak saatte 39 km hız yapmıştı. Böylece, 15 Eylül 1830 tarihinde demiryolu çağı başladı.

Avrupa'da modern demiryolculuk, İngiltere'de

1830 yılında işletmeye açılan Liverpool-Manchester hattıyla başlamıştır. Bunu 1832'de Fransa ve 1835'te Almanya'da yapımlarına başlanan demiryolları izlemiştir. Amerika'da 1830'dan, Rusya'da ise 1855'ten itibaren demiryolu taşımacılığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. Teknolojik Gelişmelerin Demiryollarına Etkileri / Demiryolculuğun Geçirdiği Temel Teknoloji Dönüşüm Evreleri

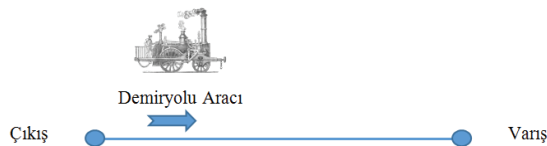
YIL	YOL	CER	İŞLETME	HIZ
1550	Demir Çubuk	At Arabası	Tek- İnsan	5
1800	Demir Çubuk	Buharlı Lokomotif	Tek -İnsan	10
1830	Ters T Kesit Demir	Buharlı Lokomotif	Örgüt Başlangıcı	30
1900-1920	Çelik Raylar	Güç 8000 HP	Işıkli Trafik Sinyalizasyon	40-50
1920-1940	Kaynaklı Raylar	Dizel Hidrolik Lokolar	Hareket Daireleri	60
1940-1950	Uzun Kaynaklı Raylar	Dizel Elektrik Lokolar	EkspresTren Uygulaması - Otomatris	70-90
1950-1960	Yol Yapımında Makineleşme	Elektrikli Tren Devri	Sinyalizasyon Geliştiriliyor	120-160
1970	Yol Yapımında Makineleşme	Dizel Tren Yaygınlaşıyor	Sinyalizasyon Geliştiriliyor	200
1980	Alternatif Raylar	Elektrikli Tren Yaygınlaşıyor	Otomasyon Devri	250
1990	Elektro Manyetik	Elektronik Ağırlıklı Lokolar	Tam Otomasyon	400

Tablo 1. Yıllara göre yol, cer, işletme ve hız bakımından teknolojik gelişimler

Demiryollarının ticari anlamda hayatın içinde olmadığı yıllarda trafik kavramından bahsetmek mümkün değildir.

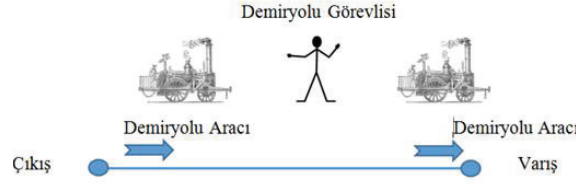
Bir treni bir yerden bir yere seyrini sağlamak için ziyade daha fazla trenin bir yerden bir yere seyrini sağlamanın önemli olmaya başlamasıyla trafik kavramı oluşmaya başlamıştır. Talebin tetiklemesiyle trenin seyir edeceği iki merkez arasında daha çok tren işletilme probleminin çözümü aranmaya başlanmıştır. Aynı yönde ilerleyen trenlerin arka- dan çarpışmasını önlemek amaçlı izleme mesafesi oluşturacak ve karşı yönlerde hareket eden trenlerin çarpışmalarını önleyecek bir sistem tasarlanması gerekmektedir. Bu sistemlerin gelişim aşamalarına yapacağımız yüzeysel bir bakış öncesinde Tren Trafik kavramını yapmamız gerekecektir.

Tren ve tren hükmündeki araçlar bir ya da daha fazla ana hat üzerinde kontrol edilebilen, emniyet ilke ve kurallarına uygun olarak bir akış içersindedirler. Seyrüsefer adını verdiğimiz bu akış güncel dilde trafik olarak adlandırılmaktadır. Ancak emniyet ilke ve kurallarını yetkisi ve kabiliyeti oranında ihlal eden bir tren ya da araç trafik alanı dışında değildir. Bu noktadan hareketle, Tren Trafik kavramını "Demiryolu araçlarının demiryolu üzerindeki hareketleridir." şeklinde tanımlamak doğru olacaktır. Yaptığımız bu tanım; içerisine manevra kavramını da almaktadır. Manevra trenin trafik içerisindedir. Manevralar tren trafiğinden bağımsız olarak yapılan işlemler olmadığından tanımımız içerisindedir. Manevralar tren trafiğinden bağımsız olarak yapılan işlemler olmadığından tanımımız içerisindedir. Manevralar tren trafiğinden bağımsız olarak yapılan işlemler olmadığından tanımımız içerisindedir.



Şekil 2. Çıkış ve varış arasında seyir eden demiryolu aracı

Şekil 2 de görüldüğü gibi başlangıç itibarıyla bir aracın çıkış bölgesinden varış bölgesine ulaşması amaçlandığından (daha fazla araç olmadığından) trafik kavramı ve trafik sistemi kavramı bulunmamaktadır.



Şekil 3. Çıkış ve varış arasında bulunan görevli ve seyir eden demiryolu araçları

Şekil 3 de ise iki demiryolu aracı arasında bulunan görevlinin emniyetli mesafeyi koruması sonucunda 2. demiryolu aracının seyri için emniyet parametresi devreye alınmış ve trafik kavramı oluşmuştur. Zamanla, Şekil 3 deki durum, daha çok tren işletilme isteğimizi karşılayamamış ve iki nokta arasında seyir eden bir trenin arkasından bir atlı takip ettirilerek ve bu atlı uzaklaşmasından bir süre sonra diğer trenin seyrine başlatılması uygulaması karşımıza çıkmıştır. İstasyonlarda bulunan görevliler operatörlük hizmeti yaparak arkadan gelecek ya da karşıdan gelecek trene bildirimde bulunmaktadır.

Bu uygulamalar iki nokta arasında daha çok treni aynı anda işletilme probleminin ilk çözümleri olarak tarihsel gelişimde yer almaktadır.

Demiryolu Trafik İşletim Sistemleri

Ara İstasyonların İnşası

Talebin etkisiyle birbirini takip eden trenlerin sayısının artması, kalkıştan varışa bir demiryolu güzergahının belirli noktalarına küçük istasyonların inşa edilmesi gerekliliğini ortaya çıkartmıştır. Bu istasyonların inşa edilmesinin temel amacı arkadan gelecek trenin önden giden trene çarpışmasını önlemek amacıyla bırakılması gereken emniyet mesafesinin asgariye indirilerek daha çok trenin hat üzerinde bulunmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşılmış ve fazlası bu istasyonlar zaman içerisinde ticari merkezlere dönüşmüştür. Aynı hat üzerinde daha fazla trenin birbirini takip etmesi amacıyla yönelik yapılan bu istasyonların yer seçiminde maden ocaklarının bulunmasına öncelik verilmesi de bu bölgelerin şehirleşerek ticaret merkezlerine evrilmesinde diğer önemli faktör olmuştur. Diğer bir bakışla da inşa edilecek ara istasyonların yer seçiminin hali hazırda ticaret merkezleri olması olasılığı da bulunmaktadır.

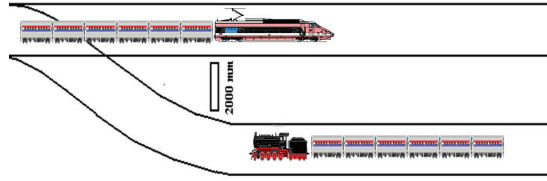


Şekil 4. Ara istasyon ve çevresi

Ara istasyonların yapılarak arka arkaya daha fazla trenin seyirinin sağlanması çözümü tek yönlü bir çözümdür. Demiryolu ticaretinin artmasıyla ortaya çıkan trafik kavramı zamanla başka optimizasyon problemlerine çözüm aranmasına neden olmuştur. Bu problemlerden biri karşılıklı tren işletmeciliğinde uzun süre beklenmesidir. Ara istasyonlar oluşturulmuş ve arka arkaya giden trenlerin bekleme süresi kısaltılmıştır. Fakat oluşturulan bu ara istasyonlarda bir yan yol yapılarak karşıdan gelecek tren için bu yan yolun kullanılabilmesi, bu yan yola geçişi sağlayacak bir düzenek ihtiyacını ortaya çıkartmıştır. Raylı sistemlerin temel yapı taşlarından biri olan ve trenlerin sağa veya sola manevra yapmalarını sağlayan makaslar, raylar üzerindeki seyahatin daha güvenli ve hızlı yapılabilmesinde büyük bir rol oynamaktadır.

Limit Kavramı

Tren trafiğinin artması neticesinde trenlerin emniyetli seyri problemi daha fazla önem kazanmıştır. Kurulan istasyonlar bazı emniyet sistemleri ile trafik anlamında güvenli hale getirilmelidir. İstasyonların yollarının kesişim yerlerine konulacak işaret sayesinde bu kesişim yerlerinde meydana gelebilecek çarpışmanın önlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde limit karambolü denen bu kazaların olma ihtimali, konulan limit işaretlerinin geçilmemesi sayesinde azaltılmıştır.



Şekil 5. Limit

Şekilde görüldüğü gibi iki yolun kesişim yerinin açıklığı 2000 mm olan bölümüne yerleştirilmiş beyaza boyalı taş, limit işareti olmakta ve trenlerin limit karambolü yapmadan giriş çıkışlarına izin vermektedir.

Mekanik Koruma Tesisatı olmayan İstasyonlar

İstasyonların başmakaslarından itibaren fren mesafesi kadar uzaktan başlayarak haberleşme direklerinin işaretlenmesi ile seyir halindeki trenlere istasyona yaklaşıldığı bilgisi verilmektedir. İstasyona giriş hızı seyir hızından düşüktür ve bu hıza inebilmek için önceden mesafenin bilinmesine gerek vardır. Bu tip istasyonlar da mekanik koruma sistemi olmasa da bir koruma sistemi olmadığından bahsedilemez. Başmakaslarda trenleri işaretçilerin karşılayarak istasyonlara kabul edilmesi en önemli emniyet parametresidir. Tren trafiğinin artması sonucunda manevra işlemleri de doğru orantılı olarak artmıştır. İstasyonlarda çalışanların sayısı ve yaptıkları iş çeşitliliği de artmıştır. Ortak bir dil geliştirmek gerekliliği ortaya çıkmış ve demiryolu işaret literatürü oluşmaya başlamıştır.

Mekanik Koruma Tesisatları

İleri Koruma İşareti

İstasyonları uzaktan korumak amacıyla güvenli duruş mesafesi olarak kabul edilen başmakastan en az 700 metre uzaklığa bir direk üzerine konmuş,



Resim 1. İleri Koruma İşareti

ortası kırmızı kenarı beyaz dikdörtgen şeklinde bir levhadır. Geceleri, kırmızı ve yeşil ışık veren feneri bulunur. İstasyon binası önünden veya makas başında bulunan bir kumanda kolu ile idare edilir.

- İleri Koruma tesisatlarında makasların güvenliği söz konusu değildir.
- Trenlerin istasyonlara girişleri makasçı ile olur.
- İleri koruma tesisatları istasyonların manevralarında güvenliği sağlar.
- İleri koruma Tesisatı bir tahrik aleti ile korumadan ibarettir.

İleri koruma işaretleri mekanik sistemlerin başlangıç aşamasıdır. İstasyonları uzaktan koruma altına alarak trafik güvenliğinin ve manevra işlemlerinin sınırının artmasını sağlamıştır.



Resim 2. Semaforlar



Toros ve İ Tipi Emniyet Tesisatları

Semafor

Gemicilikte işaret anlamına gelen bir kavram olan semafor kavramı bir çok alanda olduğu gibi demiryolu alanında da kullanılmıştır. Devşirilerek trafiğin güvenli hale getirilmesinde kullanılan mekanik sistemlerin en temel aracı olmuştur.

Tek kanatlı ve çift kanatlı olmak üzere iki çeşittir. semaforlar 8 metrelik kafesli direk, bir semafor kanadı, bu kanadı çalıştıracak kasnak ve çubuklar ile kanadın pozisyonuna göre kırmızı veya yeşil renk veren bir fenerden ibarettir.

Semafor manivelasından verilen hareket transmisyon telleri ile kasnağı çevirerek kasnağa bağlı kanat çubuklarının hareket etmesi ve bu çubukların semafor kanadını açıp kapamasıyla çalışır.

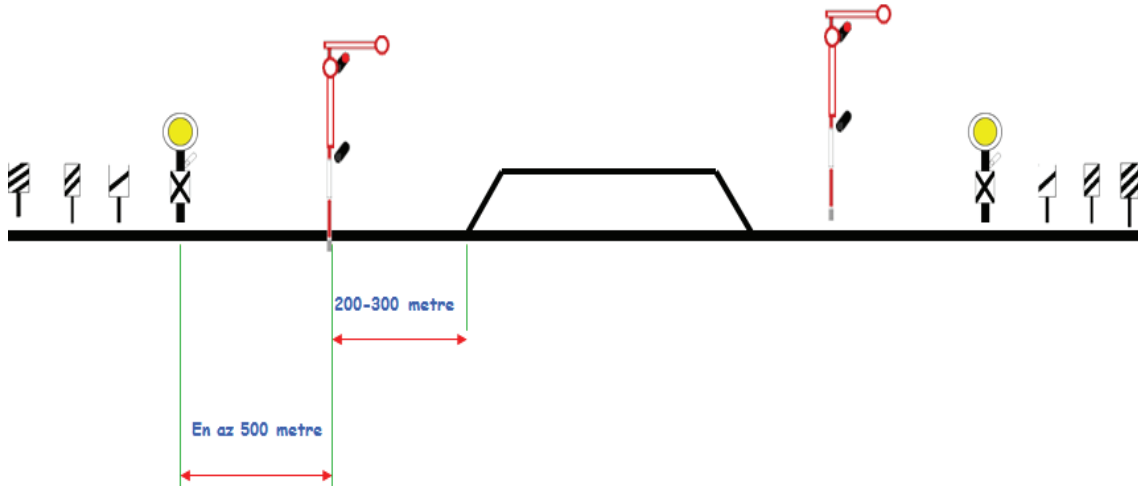
İleri İhbarlar

Bu işaretler giriş semaforunun açık olup olmadığını belirtmek için giriş semaforundan ileride bulunur. Semafor açıldığında ileri ihbar da açılarak semaforun açık olduğunu ihbar eder.



Resim 3. İleri İhbar İşareti





Şekil 6. Toros Tipi Emniyet Tesisatı

Şekil 6 da görüldüğü gibi Toros Tipi Emniyet Tesisatı ile Trafik İleri Koruma Sistemine göre daha emniyetli hale getirilmiştir. İleri İhbar işaretineden 300 metre geriden başlayarak 100'er metre arayla konulan mesafe tayin levhaları İleri İhbar işaretine kaç metre kaldığını trene bildirir. İleri İhbar işareti ile anleşe çalışan semaforların konumu, İleri İhbar işareti tarafından önceden trene bildirileceğinden trenin hızını azaltmasını sağlayacaktır.

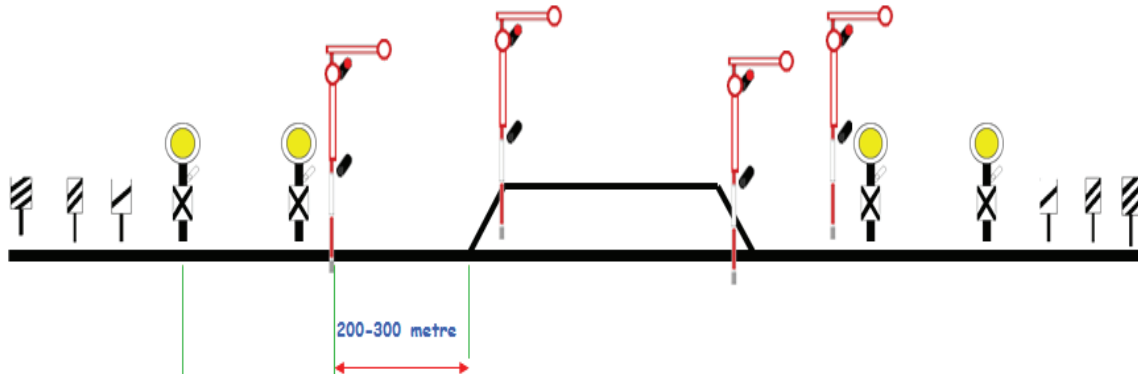


Resim 4. Toros Tipi Emniyet Tesisatı Kumanda Paneli

Toros Tipi Tesisatta çalışma prensibi ihtiva ettiği elemanlar açısından (i) Tipi Mekanik Sinyal Tesisatından pek farklı değildir.

Tek fark Toros tipi tesisatta makaslar topla da tahrik ettirilebilir. Ancak makasçı kontrolündedir.

Yani son emniyeti yine makasçı sağlar. Kumanda aleti ile yapılan makaslarında kilit sistemi kumandadan temin edilir.



Şekil 7. İ Tipi Emniyet Tesisatı

Şekil 7 de görülen İ Tipi Emniyet Tesisatı prensip olarak Toros Tipi Emniyet Tesisatından pek farklı değildir. En önemli farklılardan bir tanesi bu sistemde makasların da kumanda panelinden hazırlanarak kilitlenmesi sonrasında işaretlere kumanda edilebilmesidir. Bu durum makaslarda bir görevlinin bulunması gerekliliğini oratadan kaldırmaktadır. İkinci fark ise bu sistemde çıkış semaforlarının bulunmasıdır. İstasyonda bulunan trenler için çıkış emri bu semaforların kullanılmasıyla verilmektedir. İ Tipi Emniyet Sistemi, Mekanik Sinyal Tesisatları içerisinde en gelişmiş ve ihtiyaca en iyi cevap veren sistemdir.



Resim 5. İ Tipi Emniyet Tesisatı Kumanda Paneli

TRAFİK SİSTEMLERİ

TRENLERİN MERKEZDEN İDARESİ SİSTEMİ (TMİ)

Mekanik sistemlerle koruma altına alınmış ya da alınmamış istasyonların bir merkezden yönetilmesi amacıyla yönelik kurgulanan bu sistemde temel unsur haberleşme sistemi ve bu haberleşme sistemini kullanarak operatörlük yapacak görevlilerdir.

Trafik Kumanda Merkezinde bulunan Trafik Kontrolörünün vereceği emirlerle trenlerin trafiği yürütülür.

Trafik Kontrolörü bu emirleri istasyonlarda bulunan Nöbetçi Hareket Memuru ve trende görevli Tren Şefine telefon veya telsizle sözlü olarak bildirir.

Trenler birbirlerini istasyon mesafesi ile takip eder, önden gitmekte olan tren komşu istasyona varmadan arkasındaki ikinci tren hareket edemez.

Haberleşme telefon ve telsizle sağlanmaktadır.

İstasyonlar kendilerine sevk edilen trenlerin geliş ve hareket bilgilerini Trafik Kontrolörüne bildirerek operatörlük görevini yerine getirirler.

Örnek Sevk Emirleri

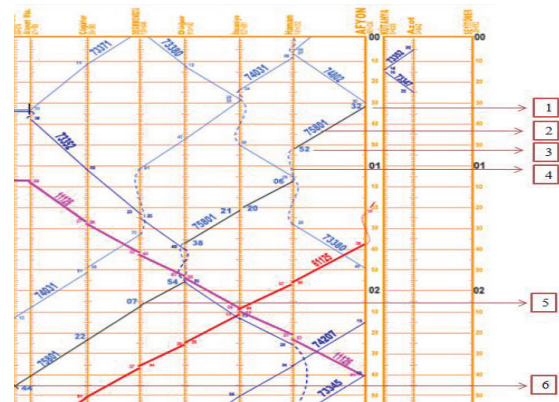
Bir sonraki istasyona sevk emrinin verilmesi,

- Trafik kontrolörü : saatdır.....treni B ye sevk ediniz. Soyadı
- A İstasyonu hareket memuru : treni B ye sevk edeceğim. Soyadı
- B İstasyonu hareket memuru: tren B ye gelecektir. Soyadı
- Trafik kontrolörü: Tamam

Örnek Hareket Bildirileri

- A İstasyonu hareket memuru : Tren..... dingille saat gitti. Soyadı
- B İstasyonu hareket memuru : Trenin..... dingille saat gittiği anlaşıldı. Soyadı
- Trafik kontrolörü: Tamam

Sevk emirlerini vererek hareket ve geliş bildirimlerini alan Trafik Kontrolörleri diyagrama bu bildirimleri işler ve trenin seyrini bu grafik üzerinden kontrol ederek yönetir.



Şekil 8. Trafik Kontrolörü Grafığı

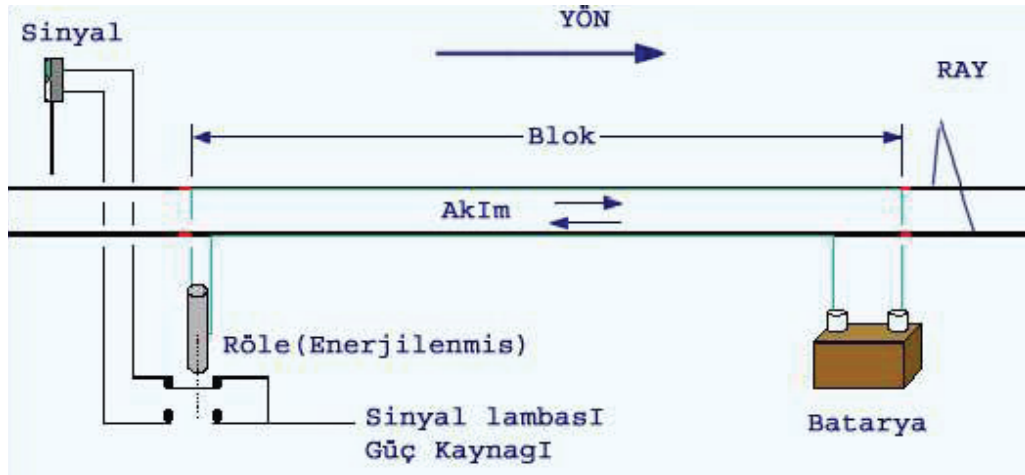
1. Tren çizgisi ile istasyon çizgisi arasındaki geniş açığa (tren çizgisinin üzerine) hareket ettiği dakika yazılır.
2. Tren numarasının yazıldığı alandır.
3. Tren çizgisi ile istasyon çizgisi arasındaki dar açığa (tren çizgisinin altına) istasyona varış dakikası yazılmalıdır.
4. Bekleme çizgileri (S) şeklinde ve kesik çizgi ile yapılır.
5. Tren çizgisi üst kısmına tren çizgisinde bir kırılma yaratmayacak şekilde durmadan geçişler yazılır.
6. Tren çizgisi ile istasyon çizgisi arasındaki dar açığa (tren çizgisinin altına) trenin varış dakikası yazılır.

TRENLERİN SİNYALLERLE İDARESİ SİSTEMİ (TSİ)

Sistemin temel ögesi ray devreleridir. Tesis edildiği demiryolu hat kesiminde demiryolu aracının varlığını tespit etmek için kullanılan ray devreleri, hat serbestliğini algılamak amaçlı kullanılır.

Ray devresi; izole edilmiş bir yol kesiminde, bir uçtan raylara verilen elektrik enerjisinin diğer uçtan alınarak bir alıcı cihaz vasıtasıyla değerlendirilmesi esasına dayanan ve iletim hattı raylar olan kapalı bir elektrik devresidir.

Bu devrenin görevi yolun emniyetli seyir için uygun olup olmadığını (boş, dolu, kırık vs.) kontrol etmektir. Ray devresi, trenin tekerlekleri tarafından rayların kısa devre edilmesi sonucu trenin bulunduğu bölge bilgisinin merkeze gönderilmesini sağlar.

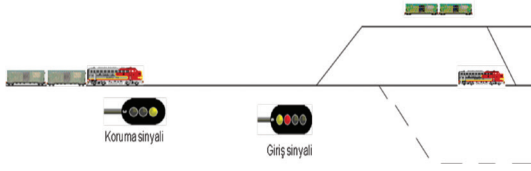


Şekil 9. Ray Devresi Şeması

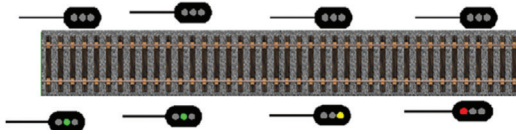
Bu sistemde Trafik Kumanda Merkezinde bulunan Trafik Kontrolörü trenlerin trafiğini; yöneteceği hat kesiminin şemasının bulunduğu panodan, takip ettiği trenlerin bulunduğu bölgeye ait makas ve sinyallere göndereceği kodlarla kumanda eder. Gönderilen kodlarla makas ve sinyal tanzimleri yapılır. Sistemde bulunan diğer önemli öge sinyallerdir.



Resim 6. Trafik Kumanda Merkezi Panosu



Şekil 11. İstasyon Sinyalleri Tanzimi Örneği

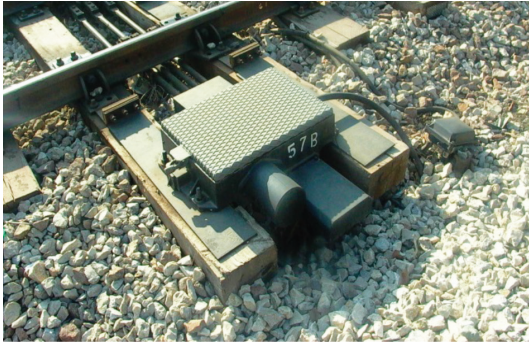


Şekil 12. Blok Sinyalleri

TSİ sisteminin uygulandığı bölgelerde tren seyirlerinin sinyal bildirimleri ile idare edildiği, sınırları kumandalı veya otomatik sinyallerle belirlenmiş yol kesimlerine blok denir. Bir blok içerisinde; aynı anda bir tek demiryolu aracının bulunmasına izin verilir.

Makas Kontrol Sistemleri

Makasın bir pozisyondan diğer pozisyona tanzimi, tanzim gerçekleştiğinde makasın son konumda kilitlenmesi ve konum bilgisini (mutabakat) merkeze göndermek üzere anlaşılan sisteme bildirilmesini sağlayan sistemlerin genel adıdır.



Resim 8. Makaslar

ATS (Otomatik Tren Durdurma) Sistemi

Demiryolu üzerinde güvenli tren trafiğini sağlamak amacıyla geliştirilmiş otomatik tren durdurma sistemidir.

Demiryolu üzerindeki trafik akışının güvenliğine katkıda bulunmak ve insan faktöründen doğabilecek hata olasılıklarını en aza indirmek için kullanılmaktadır.

Makinist, kırmızı ışığı geçtiğinde sistem otomatik olarak devreye girer ve treni durdurur.

YENİ NESİL TRAFİK SİSTEMLERİ

AVRUPA TREN KONTROL SİSTEMİ (ETCS / ERTMS)

Raylı sistemlerde kullanılan demiryolu araçları, diğer ulaşım araçlarından farklı olarak, hareketlerini rayların konumlarına bağlı olarak gerçekleştirebildikleri için, araç hareket yönünü belirlemeye yardımcı olan sistemine sahip değildir. Ayrıca demiryolu araçlarının frenlenmek suretiyle durabilme mesafeleri, karada hareket eden diğer araçlara göre, oldukça yüksektir.

Raylı sistemlerin özyapısından kaynaklanan bu zorunluluklar, tren işletimine bir takım sınırlamalar getirir ve birim zamanda taşınan yük ve yolcu miktarını belirleyen hat kapasite değerini olumsuz yönde etkiler.

Bu durum, artan yük ve yolcu taşıma istemlerine koşut olarak, tren trafik emniyetini de tehlikeye düşürmeden, hat kapasitesini arttırıcı önlemler almayı gerektirir. Bu zorunluluk demiryolu idarelerini sinyalizasyon sistemleri kurup geliştirerek şebekelerine uygulama yoluna götürmüştür.

Doğal olarak her ülke kendi önceliklerine ve sahip olduğu olanaklara göre sistem seçim ve kurulumlarını gerçekleştirmiştir. Ancak bu gün gelinen noktada ülkeler arası sosyo ekonomik ilişkilerin yoğunluğu demiryolu ulaşımında sınır geçiş koşullarının iyileştirilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Sınır geçişlerinde en önemli kısıtlamalar yol boyu sinyalizasyon sistemleri ile araç üstü sinyalizasyon donanımlarından kaynaklanmaktadır. Avrupa

Birliğin oluşumu ile birlikte bu iyileştirmenin yapılabilmesinin siyasi koşulları kendiliğinden oluşmuştur. Bundan sonra gerekli alt yapı çalışmaları ile ERTMS/ETCS adı altında ortak bir işletim sisteminin Avrupa Demiryolu Ağında kurulumu başlatılmıştır.

Avrupa Birliği üyeliğine aday olan ülkemizde de Avrupa Demiryolu Ağına sorunsuz katılımın sağlanabilmesi amacıyla, Avrupa ile bağlantılı hatlarımızda mevcut sinyalizasyon sistemlerinin ERTMS/ETCS sistemine uygun hale getirilmesi ve yeni tesis edilecek sinyalizasyon sistemlerinin ERTMS/ETCS sistemi olarak kurulması kararlaştırılmıştır. Bu karar doğrultusunda yapımı devam eden ve yapımı planlanan hatlarımızda ERTMS / ETCS sistemi yapılmakta ve planlanmaktadır.

Yukarıda değindiğimiz gibi ETCS / ERTMS sisteminde temel amaç karşılıklı işletilebilirliktir.

Fakat bunun yanında neredeyse aynı öneme sahip diğer amaçlar nelerdir?

- Komşu ülkelerin sinyalizasyon sistemleri arasında birlikte işlerlik özelliğinin sağlanması
- 500 km/saat'e kadar tren hızlarının desteklenmesi
- Otomatik Tren Koruma (Automatic Train Protection. ATP) sisteminin sağlanması
- Yüksek tren sıklığı ve yüksek hat kapasitesinin sağlanması
- Hareketli blok işletmeciliğinin (Seviye 3) sağlanması

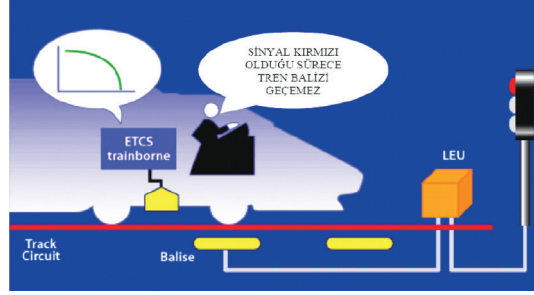
ERTMS/ETCS Seviyeleri

ERTMS/ETCS Seviye 1, ERTMS/ETCS Seviye 2 ve ERTMS/ETCS Seviye 3 olarak tanımlanmıştır.

ERTMS/ETCS seviye 1

ERTMS/ETCS Seviye 1, tren ile iletişimin aralıklı olarak, belirli noktalara yerleştirilmiş balizler aracılığıyla, gerçekleştirildiği tren kontrol sistemidir.

Sistem yol boyuna yerleştirilen sinyale gelen bilgiyi yol boyu elektronik kontrol ünitesine (LEU) de iletir. LEU üzerinde, sinyal bildirimlerinin her birine karşı



Şekil13. ETCS Çalışma Prensipleri Seviye - I

gelen, önceden tanımlı, telegramlar yüküdür. LEU bağlı olduğu sinyalin önünde bulunan aynı sinyale ait balise bir arayüz kablosu aracılığıyla bağlıdır. Bu baliz değişen sinyal bilgilerinin iletimine aracılık ettiği için değişken baliz olarak adlandırılır. Ayrıca yine her sinyalin önünde, kilometre taşı görevi gören, sabit konum bilgilerinin yüklendiği bir baliz daha vardır. Bu da sabit konum bilgilerinin trene iletimine aracılık ettiğinden sabit baliz olarak adlandırılır.

Araç üzerinde ise Araç Üstü Ekipman (EVC) bulunur. Bu sisteme trafiğin yürütüldüğü hatta ilişkin yapabileceği maksimum hızı gösteren değerler önceden yüklenir.

Tren bir sinyale ait baliz grubuna yaklaştığında araç üstü ekipmanın anteni vasıtasıyla yaydığı enerji pasif birer ekipman olan balizleri uyarır ve balizler tren ile iletişime geçerler. EVC sabit balizden aldığı konum bilgisini araç üzerinde bulunan mesafe algılayıcı bilgisiyile karşılaştırır. Bu iki bilginin uyumlu olması halinde, değişken balizden aldığı bilgi ile statik hız profilini birlikte değerlendirilerek bir dinamik hız profili belirlenir. Belirlenen bu değerler standart bilgileri içeren araç-sürücü arayüzüne yansıtılarak tren hızı denetim altına alınır.

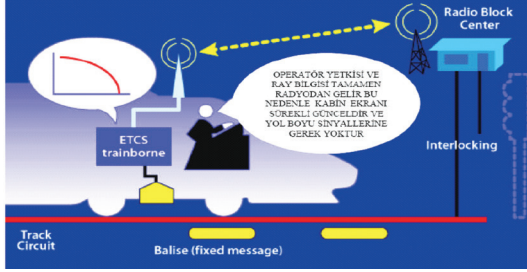
ERTMS/ETCS Seviye 1 Sinyal bildirisinde bir değişiklik trene sadece değişken balizlerin bulunduğu noktalarda iletilebilir.

ERTMS/ETCS Seviye 1'de yol boyu sinyallerinin kullanılması zorunludur.

ERTMS/ETCS seviye 2

ERTMS/ETCS Seviye 2; trenle iletişimin sürekli sağlandığı ve değişken verilerin de trene sürekli

iletildiği bir tren kontrol sistemidir. Trenle hem ses hem de veri iletişimi yapılabilir. Trenle iletişimde GSM teknolojisi kullanılmaktadır. Burada kullanılan GSM sisteminde demiryolu işletmeciliğine özgü frekans değerleri ve işlevler kullanıldığından bu sistem GSM-R olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 14. ETCS Çalışma Prensipleri Seviye - II

Seviye 2 de yol boyu sinyallerinin, değişken balizlerin ve LEU ekipmanlarının kullanılmasına gerek yoktur.

Ancak yine seviye 1 de olduğu gibi hat bloklara bölünmüştür. Hat üzerindeki trenlerin varlığı ve tren bütünlüğünün kontrolü yine Seviye 1 de olduğu gibi ray devreleri ile kontrol edilmektedir.

Seviye 2 de sinyalizasyon sisteminde üretilerek trene iletilmesi gereken bilgiler, hattın belirli bir bölgesini kontrol edecek şekilde tasarlanan "Radyo Blok Merkezleri" (RBC) ne uygun arayüzler kullanılarak iletilir.

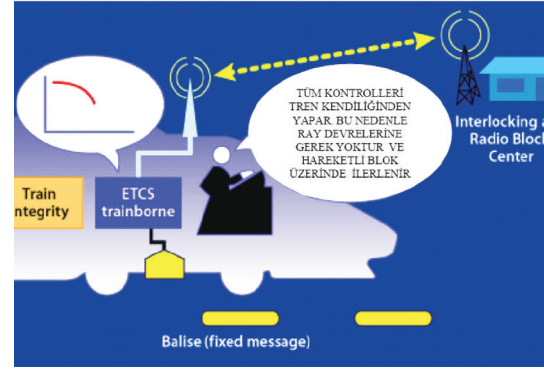
Her bir RBC de kendi sorumluluk sahasındaki trenlere bu bilgileri anlık olarak iletir. Araç üstü EVC bu bilgileri değerlendirerek uygun hız profilini belirleyerek sürücüye iletir. Ayrıca Seviye 2 ile donatılmış ve RBC nin kapsama alanındaki trenlerin konumu RBC de bilinmektedir.

Trenin konumu RBC nin kapsama alanında sürekli takip edilmektedir.

ERTMS/ETCS Seviye 3

ERTMS/ETCS Seviye 3 de trenle iletişimin sürekli sağlandığı ve değişken verilerin de trene sürekli iletildiği bir tren kontrol sistemidir. Trenle hem ses hem de veri iletişimi yapılabilir. Trenle iletişimde GSM-R teknolojisi kullanılmaktadır.

ERTMS/ETCS Seviye 3 de yol boyu sinyallerinin, değişken balizlerin ve LEU ekipmanlarının kullanılmasına gerek yoktur.



Şekil 15. ETCS Çalışma Prensipleri Seviye - III

Seviye 1 ve Seviye 2 de kullanılan sabit blok sistemi yerine hareketli blok sistemi kullanılmaktadır. Bu trenler arası güvenli mesafenin seyredilen hızlara uygun fren mesafeleri olarak alındığı bir sistemdir. Trenler arası yeterli mesafe temin edildiği sürece herhangi bir blok meşguliyeti nedeniyle trenin durmasına gerek yoktur. Bu da hat kapasitesini önemli oranda artırır.

Tren bütünlüğünün kontrolü araç üstü ekipmanla sağlanır ve bu bilgi RBC ye sürekli olarak iletir.

Kaynakça

<http://www.ertms.net>

<http://www.tcdd.gov.tr>

<https://tr.wikipedia.org>

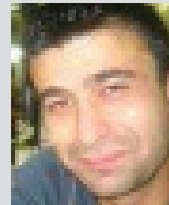
karaca.tr.gg/Mekanik-Sinyaller.htm

Thales Sinyal Dökümanları,1-42

İlyas Binay, Avrupa Tren Kontrol Sisteminin (Etc) Türkiye'deki Demiryoluna Uygulamasının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Akfırat, 1989,540

TCDD Ders Notu, Trafik İşletim Sistemleri I, II, III



Çağdaş GÖRGÜLÜ

Demiryolu Meslek Lisesi, Anadolu Üniversitesinden mezun olmuş ve 18 yıl boyunca TCDD bünyesinde Eskişehir Gar Müdürlüğü, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı ile Sivas, Ankara ve Eğitim Merkezlerinde çalışmış olup, halen Eskişehir Eğitim Müdürlüğünde görev yapmaktadır. UBSRS uluslararası bilet satış ve rezervasyon sistemi tasarımı projesi, UYEP, RAY-TEST, RAILVET, ECVET, METEK başta olmak üzere birçok projede görev yapmıştır.