

ERTMS ETCS Trafik Kontrol Sistemleri ve Deneyimler

▲ Fatih SARIKOÇ

Giriş

Bu yazıda Avrupa Tren Kontrol Sisteminin (ETCS), hat kapasitesine etkisini inceleyen bir çalışmanın sonuçlarını paylaştım. Ayrıca ülkemiz koşullarında ETCS sistemlerinin uygulanmasını karşılıklı işlerlik, emniyet, hat kapasitesi, kurulum zorlukları, işletmecilik kısıtları ve hemzemin geçit tasarımı konularında kısaca değerlendirdim.

Yazının kendi içerisinde yeterliliğini sağlamak amacıyla ilk bölümde ETCS sistemleri genel olarak tanıtılmıştır. İkinci bölümde, RWTH Aachen Üniversitesi'ce yapılmış ve UIC ERTMS (Avrupa Demiryolu Tren Yönetim Sistemi) Dünyası başlıklı konferansta yayınlanmış bir bilimsel çalışmanın sonuçları özetlenmiştir. Son bölümde ise ülkemizde ETCS sistemlerinin uygulanmasına yönelik bazı tespitler özetlenmiştir.

BÖLÜM-1

Bilindiği üzere ETCS, Avrupa Demiryolları Topluluğu'nun (CER) teşebbüsü ile oluşturulmuş ve Avrupa ülkeleri arasında karşılıklı işlerliği sağlamak amacıyla standartlaştırılmış bir ATP (Otomatik Tren Koruma) sistemidir.

ETCS'nin kullanımda olan üç türü bulunmaktadır. Her bir tür birbirini teknolojik alt yapı bakımından tamamlar nitelikte olduğundan birer ETCS seviyesi olarak tanımlanır. Yazının devamında yeknesaklığı sağlamak amacıyla ETCS türleri seviye1, seviye2 ve seviye3 olarak adlandırılacaktır. Seviye numarası arttıkça kontrol sisteminin alt bileşenleri yol boyunda azalmakta, çeken araç üstünde artmaktadır. Başka bir deyişle sistem donanımının alt yapısı yol boyundan araç üstüne doğru kaymaktadır.

Seviye1

ETCS seviye1'de, demiryolu hattında rayların ortasına yerleştirilen ve baliz adı verilen bir tür verici anteni kullanılmaktadır. Baliz, uygun frekansta radyo yayını algıladığında eşit frekansla iletişime geçen ve harici bir enerji

kaynağına ihtiyaç duymayan bir tür radyo verici aygıtıdır. Bu aygıtın belleğinde tutulan veri trende bulunan araç üstü teçhizatın anteni sayesinde balizden elektromagnetik olarak okunabilmektedir. Bu sistem, yol boyu sinyallerle tesis edilmiş geleneksel sinyal sistemlerinin üzerine kurulabilir ve standart bir tren koruma sisteminin tesisi olanak sağlar [1,2].

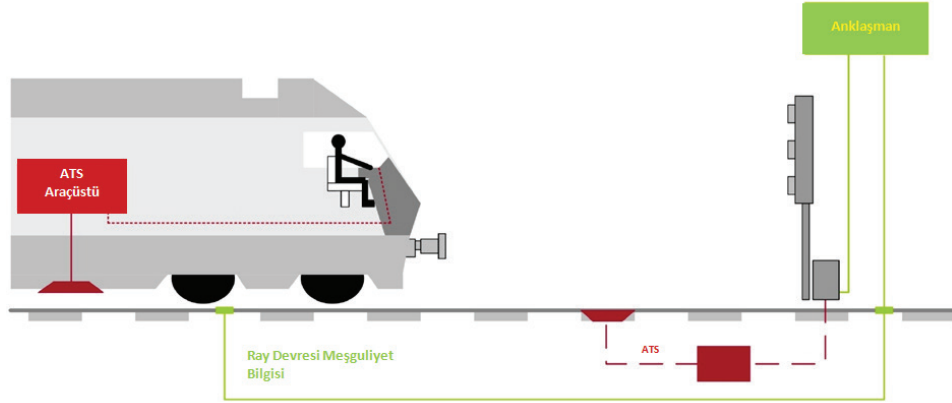
Tren koruma sistemini geleneksel bir sinyal sisteminden ayıran temel özellik tren hareketinin ve hızının kontrolünün sürekli olarak araç üstü bilgisayar sistemi tarafından yapılmasıdır. Bu durum seyir emniyetini arttırır, insan hatasından kaynaklanabilecek kazaları önleyicidir [4]. Geleneksel hatlarda kullanılan ATS (Otomatik Tren Durdurma) sistemi de hız kontrolü yapar. Fakat bu denetim ATS magnet bağlantısı yapılan sinyal noktalarında bulunur, bu noktaların dışındaki yerlerde sürekli olarak hız denetimi yapılmaz. Örneğin sinyallerin bulunmadığı bir blok kesiminde kurpta ilerlemekte olan bir tren için ATP araç üstü donanımda hız eğrisi denetimi vardır. Fakat aynı durum için ATS araç üstü donanımda herhangi bir hız denetimi söz konusu değildir.

ETCS sistemde balizler hat üzerinde uygun noktalara belirli aralıklarla yerleştirilir. Baliz belleğindeki bilgi, trendeki anten baliz hizasına geldiğinde lokomotifteki araç üstü donanıma aktarılır. Dolayısıyla, tren hareketinin denetimi sürekli olsa da hareket yetkisinin trene iletimi sürekli değildir, ayırık zamanlı ve noktasaldır. Böyle bir sistemde; makinist yol boyu sinyali görse ve hareket yetkisini baliz noktasından önce öğrense bile, trende bulunan araç üstü donanım baliz noktasına gelinceye kadar tren hareket yetkisini alamamaktadır. Bu nedenle, tren bir önceki balizden aldığı bilgiyle kısıtlamış hareket yetkisini bir sonraki balize kadar sürdürür. Ancak araç üstü sistem, makinistin daha önceden yol boyu sinyalleriyle algıladığı hareket yetkisine göre davranmasına ve ivmelenmesine izin vermez [1,2].

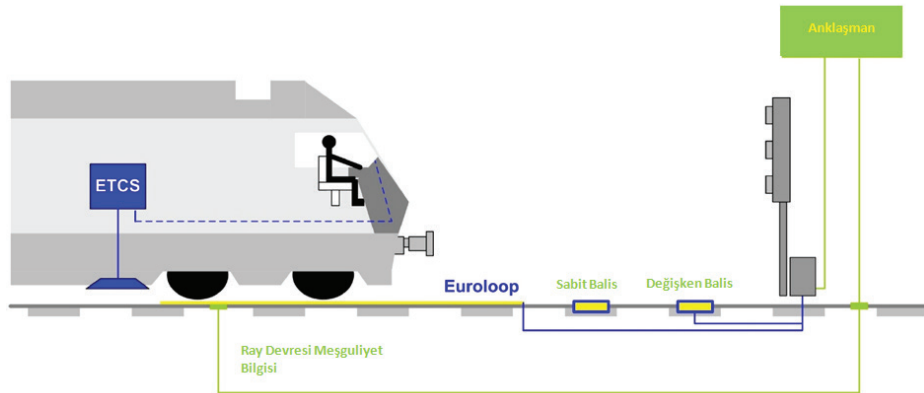
Bu iletişim kopukluğunu gidermek için seviye-1'de sinyallerden belirli mesafe uzakta arabazler (infill balise) kullanılarak iletişim noktalarının sıklığı artırılabilir. Sürekli iletişimi sağlamak için yol boyunca raylar arasında uzanan bir kablo-anten ile ray devreli kapalı döngü iletişim teknolojisi (euroloop) kullanılmaktadır. Ayrıca, bir üst seviyede Gezerli Küresel Sistemin (GSM) demiryolu uygulaması olan GSM-R radyo teknolojisi söz konusu sürekli iletişim eksikliğini gidermektedir [1,2].

Buraya kadar açıklananlara göre geleneksel sinyal sistemine kıyasla ETCS seviye1 sisteminin özellikleri maddeler halinde aşağıda özetlenmiştir. Bunun yansısı, geleneksel sinyal sistemi ve ETCS seviye1 sisteminin genel bir resmi Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir

- Hareket yetkisi iletimi noktasaldır, araç üstünden hız kontrolü sürekli değildir.
- Blok teşkili vardır.
- Yolboyu sinyaller vardır. Merkezi ATP'de yolboyu sinyallere gerek yoktur.
- Haberleşme alt yapısı fiber optik omurga üzerine kuruludur.
- Anlaşman haberleşme sisteminden bağımsızdır.
- Baliz hareket yetkisini yolboyu sinyal bildirisinden alır. Merkezi ATP sisteminde baliz hareket yetkisini anlaşmandan alır.
- Araç üstü sistem, balizlerin olmadığı noktalarda yol boyunca bilgi alma bakımından kördür, ancak yolda balizi gördüğü zaman hareket yetkisine dair bilgiyi alabilir. Ara balizler veya kablo döngüler kullanılarak bu eksiklik kısmen giderilmektedir.



Şekil 1: Geleneksel sinyal sistemi bileşenleri



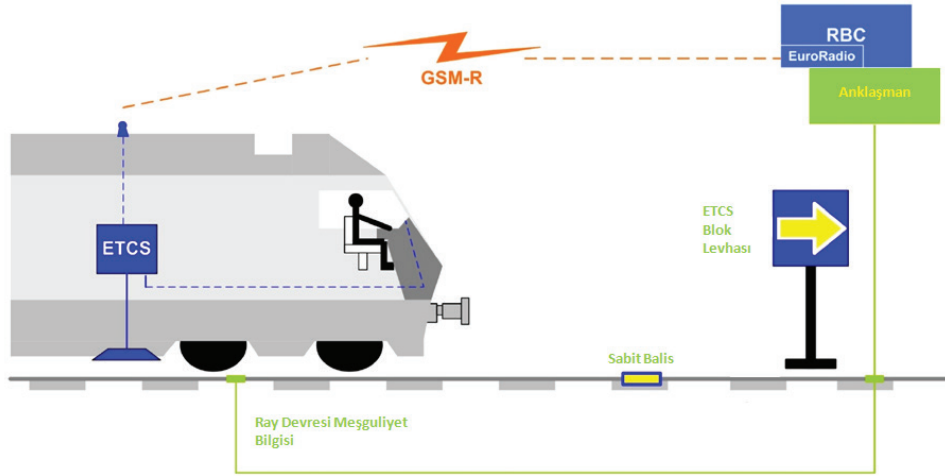
Şekil 2: ETCS seviye1 sinyal sistemi bileşenleri

Seviye2

Seviye1'in sürekli iletişim eksikliğini kapatmak üzere seviye2 sistemi oluşturulmuştur. ETCS ve GSM-R sisteminin birleşimi Avrupa Demiryolu Trafik Yönetim Sistemini (ERTMS) meydana getirir. ERTMS ayrı bir sistem değildir. GSM-R ve ETCS'nin birlikte kullanıma verilen genel adıdır.

ETCS seviye2, seviye1 sonra oluşturulan daha ileri bir sistemdir. Hareket yetkisi geleneksel yol boyu sinyaller yerine radyo dalgalarıyla ve sürekli olarak denetlenir. Dolayısıyla bu seviyede sürücüye ve trene verilen hareket yetkisi eş zamanlı, uyumlu ve sürekli. Ayrıca bu seviye yol boyu sinyallerinin gerekliliğini tamamen ortadan kaldırarak maliyetleri azaltabilir. Kısa blok mesafeleri olan çift hatlı kesimlerde hat kapasitesini arttırabilir [1,2]. İleride açıklanacağı üzere bu artışın bazı kısıtları vardır. Ülkemizin tek hat demiryolu işletmeciliği yapan hatları dikkate alındığında bu artış gerçekçi bir beklenti değildir. Seviye2 sisteminin temel özellikleri aşağıda kısaca listelenmiş ve sistemin temel bileşenleri Şekil 3'te gösterilmiştir.

- Hareket yetkisi iletimi sürekli, araç üstünden hız kontrolü sürekli.
- Blok teşkili vardır.
- Yolboyu sinyaller yoktur.
- Haberleşme alt yapısı GSM-R radyo paket altyapısı üzerine kuruludur.
- Anlaşman haberleşme sisteminden bağımsızdır.
- Hareket yetkisini hem yol boyu ETCS bileşenlerinden ve hem de Radyo Blok Merkezi üzerinden alabilir.
- Balizlerin olmadığı noktalarda da hareket yetkisi anında ve sürekli olarak alınabilir.



Şekil 3: ETCS seviye2 sinyal sistemi bileşenleri

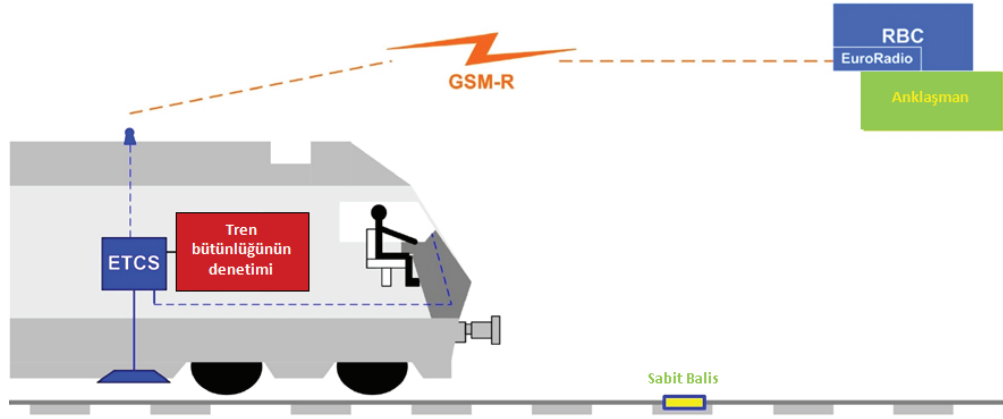
Seviye3

Bir demiryolu şebekesinde hat kapasitesini arttıran temel unsur önce hattın çift yönlü olması, sonra makas ve karp yarışlarının geniş olmasıdır. Bunlar sağlandıktan sonra bir sinyal sisteminde hat kapasitesini belirleyen en önemli unsur ise blok mesafelerinin kısa tutulmasıdır. Seviye3 sistemi blok mesafelerini olabildiğince kısaltmayı hedefler. Bu sistemde trenler birbirlerini geleneksel blok mesafelerinden daha kısa, fakat araçların fren mesafelerinden daha uzun uzaklıklarla takip edebilir.

ETCS Seviye3, geleneksel alt yapı tabanlı sinyal sisteminin ve tren tespit sisteminin yerini alarak bir adım daha ileri gider. ETCS seviye3'te ray devreleri ve sinyaller yoktur. Ayrıca trenlerin yerlerini gösteren ve hareket yetkisini sınır-

landıran fiziksel bloklar da yoktur. Trenler kendi yerlerini araçüstü odometre aygıtı ile hesaplar ve GSM-R şebekesi üzerinden yol boyu radyo blok merkezlerine bildirir. Tren hareketlerinin anlaşıman sistemi ve kontrol merkezine ait bilgisayar sistemleri ile iletişimi radyo dalgaları üzerinden gerçekleştirilir [1,2]. Seviye-3 sisteminin temel özellikleri aşağıda kısaca listelenmiş ve sistemin temel bileşenleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Ayrıca, tüm ETCS türlerini temel bileşenleri ile karşılaştıran Tablo 1 aşağıda gösterilmiştir.

- Hareket yetkisi iletimi sürekli, araç üstünden hız kontrolü sürekli.
- Blok teşkili yoktur.
- Yolboyu sinyaller yoktur.
- Haberleşme alt yapısı GSM-R radyo paket altyapısı üzerine kuruludur.
- Anlaşıman haberleşme sistemine bağımlıdır.
- Hareket yetkisini Radyo Blok Merkezi üzerinden alır.
- Balizlerin olmadığı noktalarda da hareket yetkisi anında ve sürekli olarak alınır.
- Tren bütünlüğünün kontrolü zorunludur.



Şekil 4: ETCS seviye3 sinyal sistemi bileşenleri

Özellikler	Geleneksel	Seviye1	Seviye2	Seviye3
Yol Tanzimi	anlaşıman	anlaşıman	anlaşıman	anlaşıman
Hareket Yetkisi	anlaşıman	anlaşıman	radyo iletimi (RBC)	radyo iletimi (RBC)
Meşguliyet	ray devresi, dingil sayıcı	ray devresi, dingil sayıcı	ray devresi, dingil sayıcı	tren bütünlük kontrolü
Dinamik Bilgi İletimi	yol boyu sinyaller, ATS	değişken balizler	sürücü arayüzü (DMI)	sürücü arayüzü (DMI)
Statik Bilgi İletimi	yol boyu sinyaller, ATS	sabit balizler	sabit balizler	sabit balizler
Mesafe Düzeltme	-	sabit balizler	sabit balizler	sabit balizler
Yol Boyu Sinyaller	vardır	vardır/ merkezi atp'de yoktur	yoktur	yoktur
Geçici Hız Kısıtları	sistemde yoktur	merkezi atp'de vardır	vardır	vardır

Tablo 1: ETCS seviyelerinin özellikleri

BÖLÜM-2

Hattın trafik kapasitesinin belirlenmesi etkileyen çeşitli sebepler vardır, bu nedenle genel bir tahmin yapmak zordur. Bu amaçla UIC 406 numaralı normda tanımlanan yöntemler ve bu işe özel yazılım araçları kullanarak demiryolu hat kapasitesi gerçekçi olarak incelenebilir. ETCS sistemlerinin bir benzetim yazılımında kapasite performans karşılaştırmasını inceleyen bilimsel bir çalışma RWTH Aachen Üniversitesi'nde yapılmış UIC ERTMS Dünyası başlıklı konferansında sonuçlar yayınlanmıştır [5]. Bu çalışmada sırasıyla çift yöllü hızlı tren hattı (Şekil 5), çift yöllü geleneksel hat (Şekil 7) ve tek yöllü geleneksel hat (Şekil 9) incelenmiştir, bu hat türleri hakkında genel tespitler yapılmıştır.

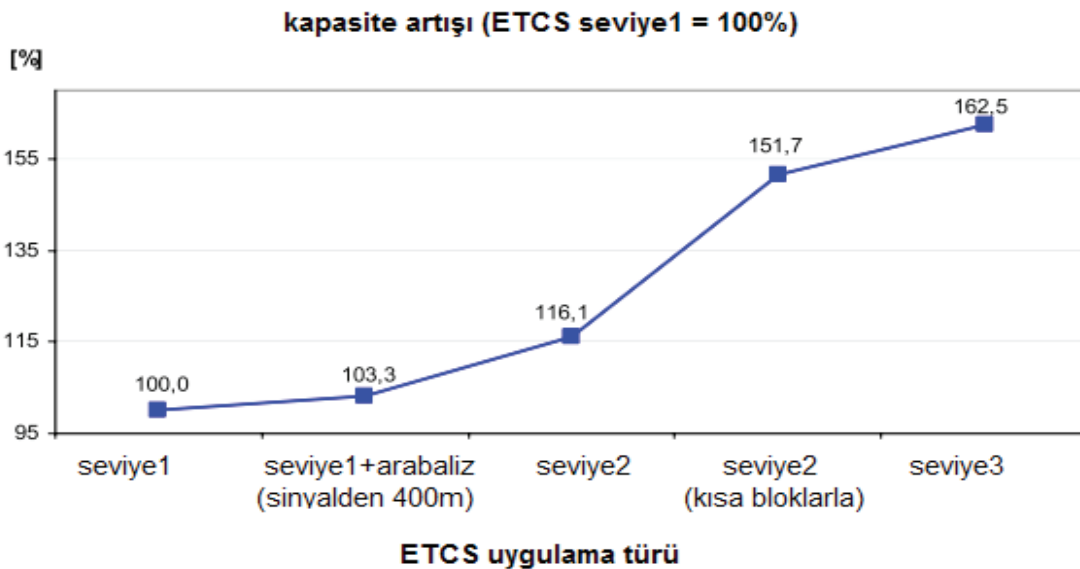
Çift Yöllü Hızlı Tren Hattı Örneği

İncelemeye esas çift yöllü hızlı tren hat kesiminde (Şekil 5); hat uzunluğu 100 km, azami işletmecilik hızı 300 km/sa, blok mesafesi 5 km ve istasyonlara giriş çıkış hızı azami 100km/sa olarak giriş verileri seçilmiştir.



Şekil 5: Performans karşılaştırması için seçilen çift yöllü hızlı tren hattı

Performans incelemesi sonuçları Şekil 6'da gösterilmektedir. Buna göre, giriş sinyalinden 400m ilerde ara balizler (infill balise) kullanılması halinde seviye1'de %3,3'lük, standart seviye2'de %16,1'lik ve kısaltılmış bloklarla (400m varsayılan blok mesafesi) seviye2'de %51,7'lik bir kapasite performans artışı çift yöllü hızlı tren hatlarında sağlanabilmektedir.



Şekil 6: Çift yöllü hızlı tren hattında kapasite karşılaştırması

Çift Yöllü Geleneksel Tren Hattı Örneği

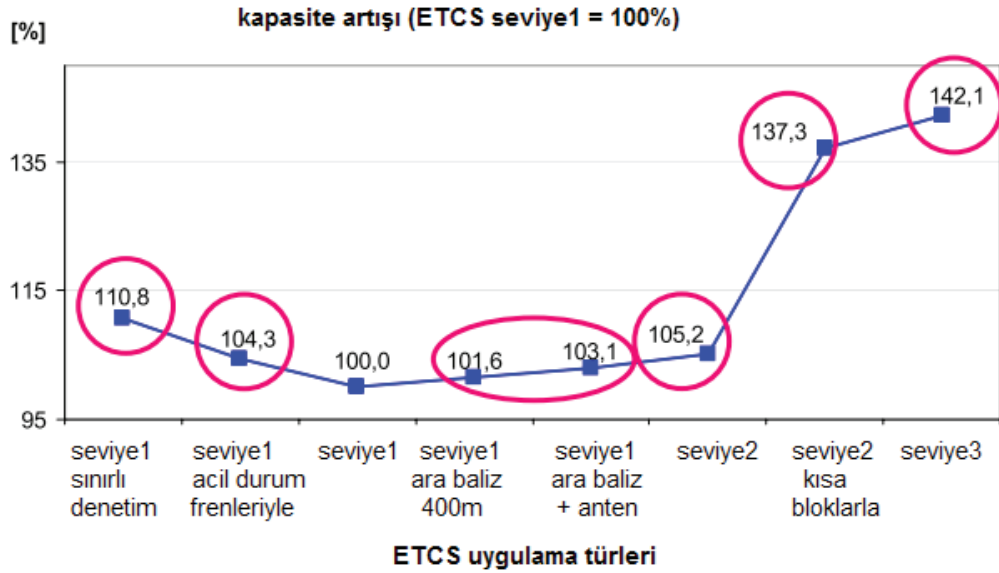
İncelenen çift yöllü geleneksel tren hat kesiminin (Şekil 7) hat uzunluğu 100 km, azami işletmecilik hızı 160 km/sa, blok kesimlerinin uzunluğu 3 km, istasyonlara giriş-çıkış hızı azami 80 km/sa olarak kabul edilmiştir.



Şekil 7: Hesaplama temel alınan çift yöllü geleneksel hat

Çift yöllü geleneksel hat örneği başarıml grafiğine (Şekil 8) bakıldığında, seviye-1'de giriş sinyalinde 400m ilerde ara balizler kullanılması halinde %1,6'lık, ara balizle birlikte radyo (radio-infil) veya anten kullanılması halinde %3,1'lik kapasite artışı sağlanabilmektedir. Kısaltılmış bloklarla (400m varsayılan blok mesafesi) seviye2'de %37,3'lük bir kapasite performans artışı incelenen örnek üzerinde gözlenmiştir.

Bu örnekte seviye1'in geliştirilmiş türlerinin ve standart seviye2'nin belirgin bir performans artışı sağlamadığı dikkat çekmektedir. Ayrıca sınırlı denetimle (koruma sinyalleri giriş sinyallerinde yaklaştırılır, giriş koruma arası mesafe 1000m alınır ve hizmet freni yerine acil durum freni uygulanabilir) seviye1 sisteminin standart seviye1 sistemine nazaran %10 daha fazla kapasite artışı sağladığı görülmektedir.



Şekil 8: Çift yöllü geleneksel hatta kapasite

Tek Yöllü Geleneksel Tren Hattı Örneği

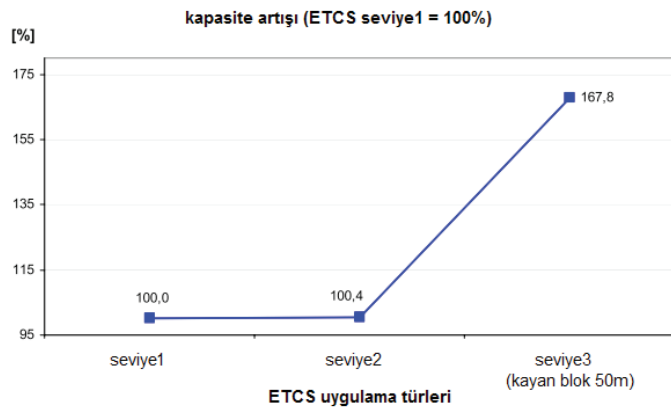
Hat kesimi Şekil 9'da gösterilmekte olup hat uzunluğu 100 km, azami işletmecilik hızı 80 km/sa, buluşma istasyonları arası mesafe 15 km, istasyonlara giriş-çıkış hızı azami 40-50 km/sa olarak kabul edilmiştir



Şekil 9: Hesaplama temel alınan tek yöllü hat

Tek hat işletmeciliğinde seviye1 ve seviye2 arasında kayda değer bir kapasite farkının olmadığı Şekil 10'da görülmektedir. Tek hat sistemde, bahse konu çalışmaya göre fiziki blokların kaldırılması ve kayan blok mesafesi 50m olan seviye3'ün uygulanması halinde %67'ye ulaşan bir kapasite artışı kazanılabileceği ileri sürülmektedir.

Şekil 10: Tek yöllü geleneksel hatta kapasite



BÖLÜM-3

Bilindiği üzere ETCS iki temel kazanım sunar; birincisi karşılıklı işlerlik, ikincisi tren koruma sistemi ve sürekli kontrol ile emniyetin artırılması. Bu iki temel kazanım ve ülkemiz koşulları açısından ETCS türlerinin uygulanması değerlendirildiğinde karşılıklı işlerlik, emniyet ve hat kapasitesi bakımından aşağıda alt başlıklar altında verilen bazı tespitler yapılabilir. Bu tespitlerin yanı sıra, ülkemizdeki ETCS uygulamalarından edinilen bazı deneyimler de ayrıca kurulum zorlukları, emniyet kısıtlamaları ve hemzemin geçit uygulamaları alt başlıkları altında verilmiştir.

Karşılıklı İşlerlik

Karşılıklı işlerlik, yabancı ülkelerden gelen trenlerin veya farklı üreticilere ait ATP sistemlerinin farklı hatlarda aynı donanımla hareket edebilmesi amacına yönelik düzenlemeleri içerir. Uluslararası taşımacılıkta sinyal sistemlerinin uyumluluğu açısından bakıldığında karşılıklı işlerlik henüz ülkemiz için fiili bir fayda sağlamamaktadır. Yakın bir gelecekte komşu ülkelerin ETCS yatırımları yapması ve tamamlaması karşılıklı işlerliğin oluşması için gereklidir. Ülkemizin harita üzerinde görünen köprü konumunu ticarete ve uluslararası demiryolu taşımacılığında gerçekleştirebilmesi önemli bir hedeftir. Ancak günümüz koşullarında uluslararası taşımacılık yönünden karşılıklı işlerliği bir kazanım olarak destekleyen etkenler ülkemiz için henüz oluşmamıştır.

Standartlaşma

ETCS ile birlikte sınırlarımız içerisinde farklı tren hatlarında aynı standart donanıma sahip olan dizilerin veya lokomotiflerin uyumlu olarak hareket edebilecek olması bir kazanımdır. Burada farklı üreticilerden alınan ETCS sistemlerini tecrübe etmek önemlidir. Her ne kadar normlarda, farklı ETCS türleri arasında veya aynı türün farklı sürümleri arasında veya farklı üreticilerden sağlanan ETCS sistemleri arasında sorunsuz geçişler olacağı yazılsa da bu durum uygulamada henüz ülkemizin tüm hat kesimlerinde tecrübe edilmemiştir.

ETCS sistemleri beraberinde standart bir sistemi ve Avrupa standartlarını getirmektedir. Bu standartlar tercüme edilmekte ve yeni TSE standartları olarak resmîyet kazanmaktadır. Belirsizliğin yerine yol boyu sistemlerinde Avrupa standartlarına yönelen bir stratejinin benimsenmiş olması bir kazanım olarak düşünülebilir.

İnsan Kaynakları ve Malzeme Temini

Normlarda gerçekleşen yakınsamaya karşın üretici firmaların çeşitliliği ve onlara ait malzeme ve yazılımların farklılığı bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü hem insan kaynaklarının temini, - bakıcı ve işletmeciler personelin eğitimleri- hem de yedek malzeme temini sisteme göre farklı olmaktadır.

Diğer taraftan ülkemiz yatırımları açısından büyük bir ticari pazar konumundadır. ERTMS/ETCS sistem ve bileşenlerinin donanım ve yazılımında ülkemiz dışı bağımlı durumdadır. Dış kredilerle ve hazine ile desteklenen finans kaynaklarının büyüklüğü ve sürekliliği dikkate alındığında ülkemizin tüketen/alıcı konumundan üreten/tasarımcı konuma geçebilmesini sağlayacak hedefler oluşturulabilir. Bu konuda İspanya örneği araştırılabilir.

Tren Koruma Sistemi ve Emniyet

ETCS sistemlerinin en açık kazanımı emniyetin artırılmasıdır. Ancak bu kazanımın beraberinde getirdiği ek maliyetler, dikkate alınması gereken kurulum zorlukları, kullanım koşulları ve kaçınılmaz bazı emniyet kısıtlamaları vardır.

İnsan etkeninden bağımsız bilgisayar sistemleri hem yol boyu sinyal bileşenlerini hem de dizileri birlikte yönetir. Can güvenliğini arttıran bu seçenek sadece yol boyu sistemlerine değil araçlara da yatırım yapılmasını gerektirir. Geleneksel bir sinyal sistemi yerine bir tren koruma sistemi kurulacaksa doğal olarak bu daha pahalı bir yatırım olmaktadır.

Yatırım maliyetlerinin karşılığında beklenen koruma düzeyini ve faydayı elde etmek için hem yol boyu tesislerinin hem de araç üstü sistem donanımları ETCS uyumlu olmalıdır. Eğer yol boyu sistemleri ETCS ile donatılmışken, araç üstü sistemler ETCS dışı sistemlerle donatılmış ise yol boyu sistemden gönderilen hareket yetkileri trenler tarafından otomatik olarak algılanamayacaktır. Bu durumda hareket yetkisini değerlendiren ve uygulayan makinist olacağından yol boyunda kurulu olan tren koruma sisteminin uygulamada bir etkinliği kalmayacaktır. Bu nedenle, eğer yol boyu ETCS sisteminden etkin bir tren koruma görevi bekleniyorsa, mevcut araç filosu için bir ETCS geçiş planlamasının uygulanması önemlidir.

Fakat böyle bir geçiş süreci; maliyetler, dizi ve lokomotiflerin işletme altında sürekli kullanılıyor olması, mev-

cut araç filosundaki araçların birçoğunun eskimiş olması, bunlara ilişkin detaylı teknik verilerin temininde yaşanan zorluklar, araç kabinlerde ilave donanımlar için yer olmaması v.b. nedenlerle kısa zamanda gerçekleşmesi kolay olmayan bir süreçtir.

Hat Kapasitesi

Yanlış bir genel kanı ERTMS/ETCS sisteminin hat kapasitesini arttırdığı yönündeki görüştür. Sistemin yeni olmasının veya ATP düzeyinde koruma sağlamanın hat kapasitesi ile doğrudan bir ilgisi bulunmamaktadır.

Bilindiği üzere, demiryolu hat kapasitesi dizilerin kabul edilen frenleme kabiliyeti ve mesafesi, tren uzunluğu, azami/ortalama işletmecilik hızı, sinyal blok mesafesi, emniyet mesafesi ve nihayetinde bu temel verilere göre oluşturulan tren takip süresi dikkate alınarak belirlenmektedir. Söz konusu değişkenler ETCS sistemi için de birer tasarım giriş verisidir. ETCS sisteminin uygulanması bu değişkenleri etkilemez ancak bu değişkenlere bağımlı olur.

Bu nedenle, ETCS Seviye1 sistemi trafik kapasitesini arttırmaz, hatta geleneksel sinyal sistemine kıyasla aynı blok mesafeleri geçerli olduğunda hat kapasitesini kısmen düşürür. İşletmecilik verimliliğindeki bu kısmi düşüş hareket yetkisinin noktasal iletimden gelen kısıtlamanın sonucudur. Örneğin; geleneksel yol boyu sinyal sisteminde makinist, sinyalde güncellenen yeni hareket yetkisini 1km öteden görüp buna göre hız ayarlaması önceden yapabilir. Ama ETCS seviye1 sisteminde söz konusu sinyale ait bir baliz noktasına gelinceye kadar güncellenmiş olan hareket yetkisini tren alamayacaktır.

Kısıtlanmış bloklarla (400m) ETMS/ETCS seviye2 sistemi genel olarak belirgin bir kapasite artışı sağladığı ileri sürülmektedir. Ancak Türk Demiryolları'nın kurulu blok sistemleri ve mevcut araç filosunun fren kabiliyetleri dikkati alındığında 400m'lik blok uzunlukları gerçekçi ve uygulanabilir değildir. Simülasyon çalışması sonuçlarına göre ERTMS/ETCS seviye2 sistemleri çift yönlü hatlarda yaklaşık %16, tek yönlü hat işletmeciliğinde yaklaşık %5 kapasite artış etkisi göstermiştir [5].

Kurulum Zorlukları

Yol ilavesi, makas ilavesi veya değişikliği, hemzemin geçit eklenmesi veya çıkarılması, iltisak hattı ilavesi, demiryolu istismak alanlarını belediyelere devredilmesi, demiryolu

alt geçit üst geçit ilavesi, yapımına sonradan başlanan ikinci hatlar, deplase işleri, yol bakım ve yenileme çalışmaları v.b. altyapı/üst yapı işleri sinyal projelerini olumsuz etkilemektedir. Sinyal projesi uygulamaya geçtikten sonra başlatılan çeşitli yol alt yapı üst yapı değişiklikleri ERTMS/ETCS projelerinin durdurulmasına veya gecikmelere sebep olabilir.

Bunların yanı sıra sinyal sistemi ve özellikle ETCS, yol geometrisinde yapılacak birkaç metrelik değişikliklere dahi duyarlıdır. ETCS sisteminin kurulması için hat kesiminin statik hız profiline önceden bilinmesi, sistem yazılımına ve balizlere bu verilerin girilmesi gerekmektedir. Benzer biçimde hat kesiminde çalışacak ve ETCS araç üstü sistemi kurulacak olan lokomotif ve dizilerin dinamik davranışını etkileyen çok sayıda parametre (fren gecikme süresi, fren etkinleşme süresi, frenleme ivmesi, hız gösterge hassasiyeti v.b.) önceden bilinmelidir. ETCS araç üstü sistemin kurulması için gerekli detaylı teknik verileri hassas olarak ve zamanında temin etmek önemlidir.

Emniyet Bölgesi Kilitleme

Kırmızı bildirim veren sinyalin arkasında, bir aracın kırmızı sinyali geçmesi halinde emniyetle durabileceği bir bölge belirlenir. Bu bölge içerisinde tüm sinyal bileşenleri kilitlenir ve bir başka yol tanziminin bu bölgeyi kullanımına izin verilmez. Kilitlenen bu bölgeye emniyet bölgesi, emniyet bölgesini belirlemek için hesaplanan duruş mesafesine emniyet mesafesi denilmektedir.

Emniyet mesafesi fiziki olarak sahada çıkış sinyallerini limit noktasından, giriş sinyallerini ise başmakas ucundan belirli bir miktar geriye çekerek sağlanır. Bu durumda istasyonların faydalı yol uzunlukları daha da kısılır ve hattın toplamda yük taşıma kapasitesi azalır. Sinyallerin fiziki olarak geriye çekilmesi hızlı tren hatlarında uygulanmaktadır. Ancak yük taşımacılığı yapılan geleneksel hatlarda bu tercih edilmez. Emniyet bölgesi nedeniyle istasyon yollarının faydalı uzunluklarında bir kısaltma yapılmaz.

Emniyet mesafelerinin fiziki olarak sağlanmasının mümkün olmadığı hallerde, yazılım yoluyla zaman ayarlı bir emniyet bölgesi kilitlemesi uygulanır. Yol tanzimleri yapılırken her tanzim için emniyet mesafesinin işgalinde kalan bölgeler anlaşılan yazılımı tarafından elektriksel olarak kilitlenir. Kitleme altında kalan bölgede başka bir yol tanzimine belirli bir süre izin verilmez.

Yazılım tarafından zaman ayarlı emniyet bölgesi kilitlenmesi yapıldığında aynı anda yapılması mümkün yol tanzimlerinin sayısı azalabilir. Trenlerin birbirlerini bekletmesi ihtimali ve bu nedenle işletmecilik verimliliğinde azalma oluşabilir. Bu konuda emniyet ve işletmecilik dengede olan bir terazinin kolları gibi birbirine tartar. Birini kısıtlamadan diğerini arttırmak teknik olarak mümkün değildir. Ancak yol altyapı/üstyapı inşaatı yapılırken yol uzunlukları arttırılırsa söz konusu kısıtlar ortadan kalkabilir.

Hemzemin Geçit Uygulamaları

ETCS sisteminde hız duyarlı hemzemin geçit tasarımı pahalı ve karmaşık bir yapıya bürünmektedir. Bu tür geçitlerde; trenin geçit etkinleştirme noktasından hemen önce ölçülen ortalama hızına bağlı olarak geçidin kapatılması için uygun bir gecikme süresi belirlenebilir. Böylesi bir uygulamada, düşük hızlı tren geçit etkinleştirme noktasına geldiğinde geçit etkinleştirilmez, gecikme süresi kadar beklenir ve daha sonra geçit anlaşılan tarafından etkinleştirilir.

Aynı hat kesiminde, ATS araçüstü donanımı olan bir trenin hareketi balizlerle kontrol edilemez. Örneğin hızlanma ivmesi $1m/s^2$ olan bir trenin geçit etkinleştirme noktasına $30km/sa$ (yaklaşık $8m/s$ hız) gibi düşük hızla girmiş olması, yarım dakikadan kısa bir sürede hızını $120 km/sa$ (yaklaşık $33m/s$ hız) düzeyine çıkarması ve bu hızla geçide yaklaşması olasıdır. Bu durumda, ATS donanımlı trenin ortalama hızında meydana gelen ani değişimlere ETCS sistemi tepki veremez ve geçidin güvenliğini sağlaması mümkün olmayabilir. Şu anda işletme altında kullanılan birçok dizinin hızlanma ivmelerinin yüksek olduğu bilinmektedir.

Bu nedenlerle uygulamada hemzemin geçitlerin etkinleştirilmesinde hız eğrileri ve hareketleri sürekli olarak denetlenemeyen ETCS dışı demiryolu araçları dikkate alınmaktadır. Bu tür araçların olası en tehlikeli hızlanma kabiliyetleri hesaba katılarak geçitlerin kapatılmasında kullanılacak gecikme süreleri belirlenmektedir. Bu durumda geçitlerin kapalı kalma süresi kaçınılmaz olarak artmakta ve ETCS sistemi istenen düzeyde fayda sağlamamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] ERTMS Signalling Levels, UNIFE, The European Rail Industry, <http://www.ertms.com/ertms/ertms-signalling-levels.aspx>
- [2] ERTMS Levels Different ERTMS/ETCS Application Levels to Match Customers' Needs, Factsheets No:3, Unife The European Rail Industry.
- [3] ERTMS From The Drivers' Point of view How Ertms Facilitates Train Operations for Drivers, Factsheets No:13, Unife The European Rail Industry.
- [4] Increasing Infrastructure Capacity, How ERTMS Improves Railway Performance, Factsheets No:10, Unife The European Rail Industry.
- [5] Influence of ETCS on The Line Capacity, Verkehrswissenschaftliches Institut – Lehrstuhl für Schienen-Bahnwesen und Verkehrswirtschaft der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, International Union of Railways (UIC) ERTMS Platform Infrastructure Department, 2008-03-21.



Fatih SARIKOÇ

Eskişehir Demiryolu Endüstri Meslek Lisesi'nden 1995 yılında

mezun olmuş ve sonraki yıl TCDD bünyesinde göreve başlamıştır. Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kontrol ve Bilgisayar Mühendisliği bölümünden 2002 yılında mezun olmuştur. Aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsünde Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimini 2004 yılında, doktora öğrenimini 2012 yılında tamamlamıştır. Almanya'da Springer-Verlag Yayın Evi'nce basılmış bir kitap bölümü ve yurt dışında SCI indeksli uluslararası hakemli bilim dergilerinde yayınlanmış bilimsel makaleleri bulunmaktadır. TCDD bünyesinde Tesisler Dairesi Başkanlığı Sinyalizasyon ve Kumanda Merkezi Sistemleri Şubesinde Şube Müdürü olarak görev yapmaktadır, evli ve iki çocuk babasıdır.