

DEMİRYOLLARI TEKNİK, İŞLETME VE PROJE İLKELERİ İÇİN ÖNERİ

ÖZET

Yük. Müh. Sadettin ÖZEN (*)

Demiryolları ekonomik taşıma koşullarının geliştirilmesi, demiryolları trafiği ve verimliliğin artımı, akılcı kaynak kullanımı ve ülke ekonomisine katkısı açısından önemli bir iştir. Bu çalışma demiryolları ekonomik taşıma koşullarının geliştirilmesi için bir öneridir.

1. DEMİRYOLLARI TEKNİK VE İŞLETME KOŞULLARININ BELİRLENMESİ :

Demiryollarında ekonomik taşıma koşullarının gerçekleştirilmesi açısından hat, istasyon, çeken-çekilen araç teknik, işletme ve kapasite normlarının çok önemli olduğu bilinmektedir. Bu düşünce ile başta herbir hatta ait;

- Proje hızı,
- Özel topoğrafik yapıya bağlı hat eğimi ve kurba yarıçapı,
- Hat kapasitesi, tek hattan çift hatta geçiş durumu,
- Seyir hızı, lokomotif aderans yükü, çekim kuvveti-hız ilişkisi,
- Trafiğin nicel ve türel yapısına uygun vagon kapasite ve dingil yükü,
- Sanat yapısı, altyapı ve üstyapı elemanları ve özellikle ray enkesiti, emniyet gerilmesi, stabilite ve bakım normu büyüklüklerinin bir model içinde minimum maliyet ölçütüne göre ekonomik olarak belirlenmeleri gerekir.

2. TRAFİĞİN ÖZELLİKLERİ VE ÖNEMİ

Genel olarak araç, hat ve istasyon proje yatırım, iyileştirme teknik ve işletme büyüklüklerinin belirlenmesi çalışmasında öncelikle, taşınması düşünülen trafiğin;

- Türü, kitlesel ve nicel yapısı, ilk ve son noktaları,
- Birim yük-hacim-alan ilişkisi,
- Taşıma uzunluğu ve özelliği,
- Taşıma süresi ve birim maliyeti,
- Zaman değeri,
- Dalgalanma yapısı ve genliği,

gibi özelliklerinin ayrıntılı incelenmesi gerekir. Amaç, trafiğin bu eğilimlerini optimum olarak gerçekleştiren taşıma türü, hat, istasyon ve çeken-çekilen araç teknik, işlet-

me ve kapasite normlarının birbiri ile dengeli, ekonomik olarak saptayabilmektir. Bu açıdan trafik özellikleri ve demiryolu hat, istasyon, çeken-çekilen araç yatırım ve iyileştirme normları arasındaki etkileşim ve matematik ilişkilerinin saptanması gerekir. Aynı şey diğer ulaştırma türleri için de yapılmalıdır. Bu şekli ile problem, ulaştırma türlerinin birbirine göre önemli ve açık üstünlüklerinin düşünülmesi ve karar-amaç fonksiyonu içinde değerlendirilmelerini gerektirir. Trafik türel ayrımı ve atanma işlemi, ulaştırma türü optimum teknik ve işletme büyüklüklerini saptama, minimum maliyet ve taşıma süresi büyüklüklerini değerlendirme ve seçim işlemi ile aynı anda bir model için de yapılmalıdır. Bu ise, geniş, çok sayıda iterasyon gerektirir.

3. EKONOMİK TAŞIMA KOŞULLARINA İLİŞKİN ÖNERİLER

İleri teknoloji kullanan ve taşıma tekniği gelişmiş ülke demiryollarında hat, istasyon çeken-çekilen araç teknik ve işletme karakteristiklerinin optimum olarak saptanabilmesi için ciddi, geniş kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Demiryollarının ülkemiz ulaştırma sistemindeki gerçek, beklenen normal yerini alabilmesi, ekonomik taşıma işinin gerçekleştirilebilmesi için bu sonuçların uygulamaya geçirilmesi ve teknolojiye yeterli ölçüde yararlanılması gerekir. Örneğin bu açıdan yukarıda belirtilen konularla ilgili kısmı araştırma ve ön çalışmalardan aşağıdaki öneriler türetilebilir [1],[2]:

- İki noktayı birleştiren hat eğiminin % 20-40 değerlerine çıkarılması ile yol ve tünel uzunluğu azaltılabilir, ve bunun sonucu belirli hızda hat kapasitesini artırmanın, yatırım ve taşıma maliyetlerini azaltmanın olanaklı olduğu görülür. Burada yatırım yenileme süresi ve faiz yüzdesinin önemli parametreler olduğuna dikkat etmek gereklidir. Bu problem, özellikle altyapı ve tünel yatırım maliyetlerinin büyük, yatırım olanaklarının çok sınırlı olduğu günümüzde demiryolu ile Karadeniz ve Toros Dağlarının ekonomik olarak aşılabilmesi açısından önemli olmaktadır. Yeni proje ve yatırım kararı aşamasında yatırım, çekim ve taşıma maliyetleri açısından ekonomik eğitim problemi tekrar incelenmelidir.

(*) İ.T.U. İnşaat Fakültesi Demiryollar Çalışma Grubu Araştırma Görevlisi.

— Hat boyunca genel çıkış yönünde arazi engebe ve topoğrafik yapı dolayısıyla sabit eğim direnimli bir altyapı düzenlemek oldukça zordur, dolayısıyla farklı eğim değerlerinin uygulanması kaçınılmazdır. Bu durum ise, büyük eğimli kesimlerde ranforlu işletme ile beraber hat boyunca üniform hat kapasiteli bir işletme düzenlemeyi gerektirir. Üniform hat taşıma kapasitesi gereği, hat üzerindeki karşılaşma-önegeçiş istasyonu ve blok noktası aralıklarının ikeli ve ekonomik düzenlenilmesi, keza lokomotiflerin üniform verim ve kapasite ile çalıştırılması sağlanabilir. Bu amaç için belirli bir (G_w) katar yükü değerinde hat boyunca (S_i) hat eğimi, (a_i) katar hızlanma ve yavaşlama ivmesine bağlı $V_i = V(S_i, a_i, G_w)$ katar seyir hızları ile (L_i) istasyon veya blok noktaları ara uzunlukları arasında üniform kapasite gereği;

$$\frac{L_1}{V(S_1, a_1)} = \dots = \frac{L_i}{V(S_i, a_i)} = \dots = \frac{L_n}{V(S_n, a_n)}$$

ilişkisi sağlanmalıdır. Bu ilişki bloklu işletmede fren uzunluğu ve süresine bağlı olarak koşullu kullanılmalıdır.

— Genel olarak kurba yarıçapının küçültülmesi ile hat ve özellikle ray bakım-onarım ve yenileme maliyetlerinin arttığı çok iyi bilinmektedir. Yine küçük standartlı hat kesimi oranı büyük standartlı kesimlerin oranına göre genellikle daha küçük olabilmektedir.

Ancak arazi engebe ve topoğrafik yapı özelliklerine bağlı olarak bazı kesimlerde kurba yarıçapını küçültmek tünel, viyadük ve köprü türünden sanat yapısı boylarını, dolayısıyla inşaa yatırım maliyetlerini azaltmanın ekonomik olduğu düşünülebilir. Bu çözüm ileride son kurba yarıçapına geçmek üzere geçici çözüm olabileceği gibi kesin küçük yarıçaplı son çözüm de olabilir. Küçük standartlı kesin çözümün benimsenmesi durumunda, diğer kesimlere göre ortalama seyir hızının düşürülmesi doğal olur. Bu hız düşürülmesinin olumsuz sonucu üniform kapasite ve işletme koşulları ile kısmen çözümlenebilir. Bu ise karşılaşma önegeçiş istasyonu ve blok noktası (L_i) ara uzunluklarının (R_i) kurba yarıçapı, (a_i) katar hızlanma yavaşlama ivmesi, (d) dever olmak üzere $V_i = V(R_i, a_i, d)$ katar ortalama seyir hızlarına bağlı olarak,

$$\frac{L_1}{V(R_1, a_1)} = \dots = \frac{L_i}{V(R_i, a_i)} = \dots = \frac{L_n}{V(R_n, a_n)}$$

ilişkisi ile belirlenmelerini gerektirir. Bu ilişkiye göre düşük kurbalı kesimlerde katar izleme aralıkları küçültülerek hat kapasitesi, büyük standartlı hat kesimlerine çıkartılabilir.

Bu nedenle, arazi yapısı çok elverişsiz kesimlerde büyük kurba yarıçaplı bir hattı gerçekleştirebilmek için büyük tünel ve sanat yapıları yatırım projesini öngörmek anlamsız olabilir.

Keza bu açıdan belirli trafik türü, hacim, zaman değeri, bakım ve işletme koşulları için yatırım bakım ve işletme maliyetlerini dengeleyen optimum kurba yarıçapı saptanabilir.

— Demiryolları yük taşımada, seyir süresi tren-saat kadar yükleme-boşaltma ve ara manevra istasyonlarında yitirilen vagon-saat, ton-saat ve katar işletme aralığı büyük yükleri önemli olmaktadır. Diğer ulaştırma türleri ile yarışma ve trafik çekme açısından öncelikle yükleme-boşaltma, manevra istasyonlarındaki hizmet ve işlevleri düzenlemek, iyileştirmek gereklidir. Bu istasyonlar arasında hızlı bir koordinasyon sağlanmalıdır, bu arada elde edilen bilgileri hızla değerlendiren ve uygulama için sonuç değeri veren bir bilgi işlem merkezi kurulmalıdır.

— Keza demiryolları yük taşımada trafik türel yapısına özgü, trafik hacim-olan-yük ilişkisine uygun vagon parkı oluşturulmalıdır. Diğer yandan trafik türel yapısı bakımından demiryolları daha ziyade ilkel çalışma yöntemleri ile bir vagon grubu düzeyindeki yük trafiğine yöneliktir. Buna ek olarak ayrıca karayolu ile koordinasyonu gerektirecek ve konteynirli taşımayı artıracak değişik türde, küçük hacimli, parça eşya yük trafiğinin taşınması için önlemler alınmalıdır.

— Maden cevheri, kömür, işlenmiş demir, inşaat malzemesi, tahıl, pancar türünden kitlesel yük trafiğinin taşınmasında, küçük hızlı, uzun, ağır, düzenli katarlar işletmekle lokomotif, istasyon, enerji, istasyon ve katar personel maliyetlerinden önemli derecede ekonomi sağlandığı görülür. Bunun için yük katarlarının (V) hız, (G_w) yük büyüklükleri, ($G_w \cdot V$) çarpımının maksimum olduğu değere göre seçilmelidir. Bu hız ise geçiş hızı ile motor gücünün maksimum olduğu hız aralıklarına karşı gelmektedir. Bu düşüncenin devamı ile lokomotiflerin trafik türüne göre tasarımı, motor gücü, çekim kuvveti-hız ilişkisi ve aderans dingil yükü değerleri optimum olarak saptanabilir. İlk araştırmalardan zaman değeri küçük trafiğin taşınmasında aderanas yükü büyük lokomotiflerin kullanımının daha ekonomik olduğu görülür.

— Yine maden cevheri, kömür ve inşaat malzemesi türünden kitlesel yük trafiği taşınmasında, büyük dingil yüklü vagonların kullanımı önemli olmaktadır. Lokomotif yanısıra vagon dingil yükü artımı ile katar özgül direnimi, birim çekim ve enerji tüketim, katar sayısı, vagon yatırım-bakım, yükleme-boşaltma ve triyaj manevra süresi ve hat uzunluğu maliyetleri azalırken sanat yapıları ile beraber üstyapı ve özellikle ray yatırım, bakım-onarım maliyetleri artar. Bu durum lokomotif vagon parkı seçimi ve üstyapı standartlarının optimum olarak belirlenmesi problemi ortaya koyar. Büyük dingil yüklü vagonlar ile 15.000-20.000 ton yüklü uzun katarları işletmenin birim taşıma maliyetlerini önemli ölçüde azalttığı ve ekonomik olduğu görülmektedir. Bu açıdan özellikle maden cevheri gibi kitlesel yük taşımada dingil yükü 25-33 tonu bulabilen özel boşaltma donanımlı ve koşum takımlı vagonlar, keza 60-66 kg/m enkesit boyutlu raylar kullanılmaktadır.

— Demiryolları yolcu taşımada ise, yolcu ekonomik ve sosyal konumunun gereği yolcu saat zaman değerine bağlı genel taşıma maliyetini minimum yapan hız ve katar yükü değerleri saptanabilir. Bu konu ile ilgili ilk araştırmalarda belirli trafik değeri, lokomotif, vagon ve işletme koşullarında, yolculuk zaman değeri 100 TL/yolcu/saat için ortalama optimum katar seyir hızları 100-160 km/sa ara-

sında değerler aldığı görülmektedir. Keza yolcu taşımada katar seyir hızı ile birlikte katar işletme zaman aralıkları da önemli olmaktadır. Katar işletme aralığının dağılımı ise, yolcu trafiğinin zaman ve mekan içindeki oluşum nedeni ve dağılımlarına dayandığı bilinen bir gerçektir.

— Yük ve yolcu taşımada (Q) trafik değeri ile minimum birim maliyet ölçütüne göre $b \geq 2$ koşulu ile, $(G_w)_{op}$ optimum katar yükü büyüklüğü değişimi;

$$(G_w)_{op} \cong a \sqrt[b]{Q^{b-1}}$$

şeklinde olduğu görülür. Bu ilişki trafiğin terminalde üniform bir dağılım ile toplandığı varsayımına dayanmaktadır. Keza minimum maliyet ölçütü ile bu şekilde bulunabilen katar ve karşılaşma önegeçiş istasyon sayılarının ekonomik değişimi trafik akımı ile aynı yönde olmaktadır. Diğer yandan optimum katar yükü büyüklüğünün değişimi terminaler arası uzunluğun değişimiyle aynı yönde olmaktadır.

— Hat üzerindeki karşılaşma-önce geçiş istasyonu ve blok noktası sıklıkları, katar demetlerindeki katar sayısı, hız ve işletme aralıklarına bağlı hat ve istasyon kapasitelerinin dengeli, üniform olması, ekonomik ve rasyonel bir işletmenin gereği olduğu daha önce belirtilmişti. Hat boyunca karşılaşma-önegeçiş istasyonları hat sayıları, tek hatlı bloklu işletmelerde öncelikle hızlı katarlar ile beraber karşılıklı katar demetindeki katar sayısı toplamına, çift hatlı işletmelerde ise herbir öncelikli hızlı katarın öne geçtikleri yavaş katarların sayısı toplamına en az eşit, veya büyük olması gerekir. Yine, katarların düzenlendiği işletildiği büyük garlarda korunma-manevra hattı sayısı, karşılıklı giren-çıkan katarların giriş-çıkış servis, hazırlık, bakım, denetim, bekleme sürelerinin katar ortalama işletme aralığına oranları toplamına en az eşit, veya büyük olması gerekir. Ayrıca, bu şekilde belirlenen istasyon hat sayılarına, katarların arızalanma gibi özel durumlardan ileri gelen hat sayısı gereksinimi eklenmelidir. Diğer yandan hat boyunca karşılaşma-öne geçiş istasyon sayıları ile beraber korunma-manevra hattı uzunluklarının trafik değeri artımına bağlı olarak artırılması ekonomik bir çözümdür. Yalnız bu çözüm katar sayısının tam sayılı, katar uzunluğunun ise belirli bir trafik değerinde katar sayısına bağlı koşullu değişimleri nedeniyle sınırlı olmaktadır.

— Tek hatlı bir demiryolunda katarların karşılaşma öne geçişlerinden dolayı katar seyir maliyeti artar. Buna göre belirli bir trafik türü, hacmi ve zaman değeri, hat ve katar teknik ve işletme koşullarında tek hattın çift hatta optimum geçiş durumunu saptamak olanaklıdır. Bu konuda hemen bir şey söylemek gerekirse, tek hattın çift hatta optimum geçiş durumu, zaman değeri küçük bir trafik türünde, zaman değeri büyük trafik türüne kıyasla daha büyük trafik değerlerinde olur. Bu konuda ekonomik, doğru bir karar verebilmek için birçok yönden analiz, değerlendirme ve optimizasyon çalışması yapılması gerekir.

— Demiryollarının başta, hat ve ray bakım, iyileştirme, ray enkesit ve sinyalizasyon sorunlarını çözümlenerek sıklık, güvenilirlik ve düzenlilik seviyesini artırması gereklidir, keza bugünkü standartları ile yukarıda özet olarak belirtilen

len düzenleme, çalışma ve koordinasyonlar sonucu, önemli ölçüde trafik çekilebilir. Şu an demiryolları için önemli sorun disiplinli, düzenli ve güvenilir bir işletme seviyesini oluşturabilmektedir.

4. ÇALIŞMA ŞEKLİ VE ÖNEMİ

Bu ve buna benzer konularda ulaştırma mühendislik çalışması, seçenek türetme ve bunlar arasında birim maliyeti küçük, verimlilik oranı büyük olan çözümü belirlemek olduğu bilinmektedir. Bu çalışma biçiminin proje teknik karakteristiklerin belirlenmesi mevcut hatların iyileştirilmesi ve yeni hatların projelendirilmesi aşamalarında da uygulanmalıdır. Bu alanda mühendislik çalışmalarının seviye ve yoğunluğu artırılarak rasyonel ve ekonomik çözümler bulunabilir; bazı maliyetlerden kaçınma olanağı sağlanabilir.

Bu tür bir çalışma devlet ve özel sektör çalışma zihniyeti ışığında ciddi, genç, dinamik, yetenekli ve ulaştırma problemlerini ileri düzeyde algılayan grup çalışmasının önem ve gereğini anlayan ekonomist ve mühendislerle yürütülebilir. Mühendislerin özellikle ulaştırma türlerinin verimli çalışma ve işletme alanlarını geliştirme ve iyileştirme olanaklarını iyi saptamaları ve değerlendirmeleri gerekir.

Böyle bir çalışma planı çerçevesinde uygulamaya yönelik ciddi araştırmalar yapılmasında ülkenin büyük yararları olduğu kanısındayım.

1. YARARLANILAN KAYNAKLAR :

- RAMA, RAO, B.V. : "Optimisation Analysis for Economic Generation of Transport Capacity on Heavy Haul Railways," Heavy Haul Railways Conference, Perth, Australia, September 1978, P. 1 - 6.
- PURCELLS, M.S. : "Economics of a Heavy Haul Railways," Heavy Haul Railways Conference, Perth, Australia, September 1978, 104, P. 1 - 6
- KLUVANEK, P. and BRANDALIK, F. : "On the Employment of the Goods trains to Capacity," Rail International, July/August 1977, No. 7/8 P. 368 - 394
- WILMÖT, J.R. : "The Potential for Improvement in Freight Car Utilization," A.R.E.A. - Bulletin, Bulletin 608, vol. 69, September/October 1967, P. 48 - 68.
- KOCHNEW, F.P. and LAZARYAN, V.A. : "Productivity of the Railway Transport System," Rail International, March 1977, No. 3, P. 136 - 145.

2. İ.T.U. BİLGİ İŞLEM MERKEZİNDE ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARI :

- ÖZEN, S. : SAYOGW - Optimum katar yükü ve sayısı
- ÖZEN, S. : TASOGW - Optimum katar yükü, hız lokomotif sayısı ve dingil yükü
- ÖZEN, S. : TAŞKAP - Maksimum kapasite optimum eğim
- ÖZEN, S. : HESOP - Minimum maliyet optimum eğim.