

Demiryollarında Geçiş Eğrileri ve Dever Uygulamaları

Adem ÇOŞKUN

On-sekizinci yüzyılda büyük keşiflerin ve mühendislik başarılarının iyi anlaşıldığı, takdir edildiği ve mühendislerin çok olduğu bir ailede büyüyen, dünyaca ünlü roman yazarı Robert Louis Stevenson şöyle söylemiştir: “Bir mühendisin görevi iki katlıdır; yapılacak şeyi tasarlamak ve o şeyin yapılmasını sağlamak”. Burada birinci katın uygulanmasında, demiryolu projelerindeki tasarım parametrelerinden geçiş eğrileri ile dever uygulamaları ve birbirleri ile olan ilişkileri hakkında bilgi vereceğiz.

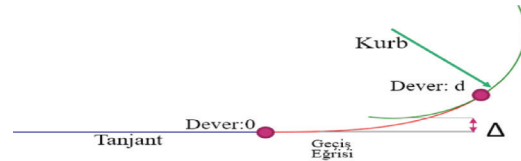
Demiryolu projelerinde hat geometrisini ve güzergah tasarımını etkileyen en önemli unsur proje hızıdır. Bu hız belirlenirken hattın kullanım amacı, o ülkedeki ilgili kurumların tasarım standartları belirleyici unsurlar olarak dikkat çekmektedir. LRT/Metro projelerinde ortalama proje hızı $V=80$ km/sa olarak kullanılmaktadır. Hattın tasarım standartları da proje hızının %10 oranında artırıldığı şekilde $V=88$ km/sa hızı karşılayacak şekilde tanımlanmalıdır.

Ana hatların yatay güzergahı geçiş eğrileri, düz hat (aliyman) kesimleri ve daire yaylardan (kurp) oluşmaktadır.

Anahatta hızın yüksek olduğu yerlerde geçiş eğrisi uygulanır. Aliymanda eğrilik sıfır ve R yarıçaplı kurpta $1/R$ 'dir. Aliymandan kurba geçişte eğrilik, sıfırdan $1/R$ 'ye ani bir şekilde değişmekte ve bu ani artış olumsuz bir etki oluşturarak yolcular tarafından bir sarsıntı olarak hissedilmektedir. Aliymandan kurba geçişteki bu olumsuz etkiyi ortadan

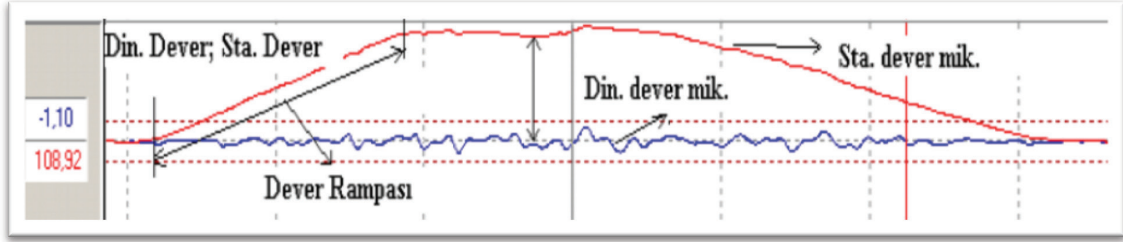
kaldırmak ve konforlu bir seyir sağlamak için geçiş eğrisi kullanılmaktadır. Geçiş eğrilerinin özellikleri aşağıda sıralandığı gibidir:

- Yarıyı aliymanda, diğer yarıyı da kurptadır.
- Yarıçapı her noktasında farklıdır. Başlangıcında eğrilik yarıçapı sonsuz, bitiminde ise esas kurban yarıçapına eşittir.
- Deverin yükselmesi için mesafe sağlar. Yani deverin azar azar artarak verilmesini sağlar.
- Kübik parabol veya klotoid kullanılabilir. Demiryollarında ise genellikle klotoid kullanılmaktadır.
- Hızın düşük olduğu hatlar olan manevra hattı (siding) gibi yerlerde geçiş eğrisi kullanılmadan geometri oluşturulabilir.
- Geçiş eğrileri için genel olarak önerilen değer 30 m olup zorunlu durumlarda 20-25 m'ye kadar tolerans gösterilmektedir.



Şekil 1: Geçiş Eğrisi Uygulaması

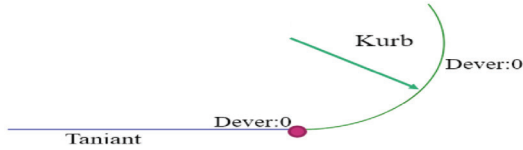
Merkezkaç kuvvetleri karşılamak ve yanal etkileri azaltmak amacıyla kurp merkezinin dış rayına iç raya oranla verilmiş olan dikey yükseklik, dever olarak tanımlanır.



Şekil 2: Hat Geometrisi Ölçüm Sonucunda Görülen Dever Değerleri

Şekil 2'de bir hattın statik ve dinamik değer grafiği görülmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere alıymanda 0 (sıfır) olan dever miktarı geçiş eğrisinde belli bir açı ile artarak kurp bölgesinde sabitlenmektedir. Kurp bölgesi bitiminden sonra geçiş eğrisinde tekrar belli bir açı ile azalarak alıymanda 0 (sıfır) olmaktadır.

Depo alanı ve atölyede döşenmiş raylarda hız düşüklüğünden, istasyonda döşenmiş raylarda ise kurp olmadığından dolayı dever uygulanmamalıdır.



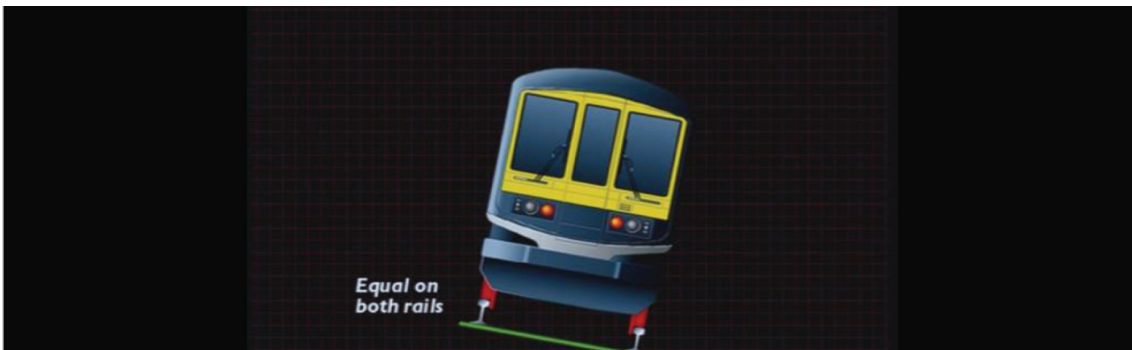
Şekil 3: Depo Alanında Dever Uygulaması

Yatay kurplar ivmenin azalıp çoğaldığı bölgelerde bulunuyorsa, değişen hızların sebep olduğu dengelessizliği minimuma indirmek için, kurp dahilindeki deverde değişiklik yapılması önerilmektedir. Belirli bir kurp için gerekli deverin seçiminde; maksimum hızın kurp boyunca korunması, yolcu konforunun sağlanması, minimum dever değerinin tercih edilmesi kriterleri dikkate alınmalıdır.

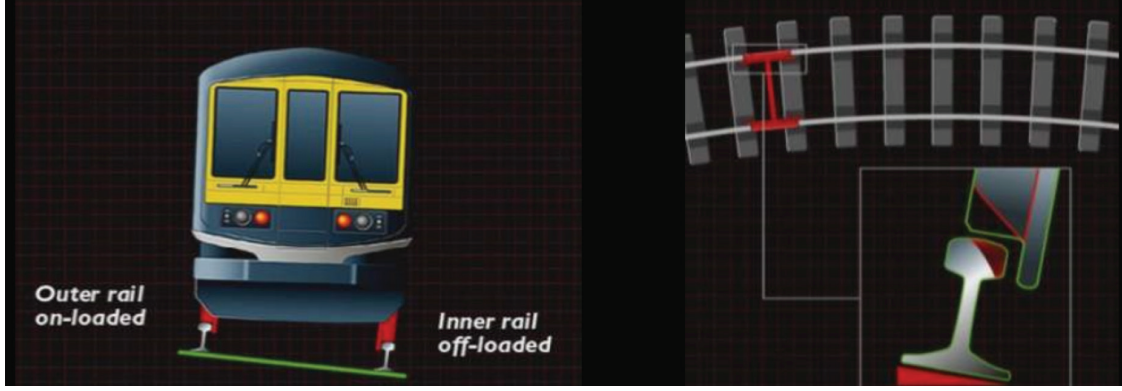
Dever:

- Yük ve yolcu taşınan hatlarda, optimum dever değeri kullanılarak yolcu konforu ve hat bakımı gözetilmelidir.
- Dış rayın hesaplandığı miktarda kaldırılması ile uygulanır.
- Hız ile doğru orantılı, kurp yarıçapı ile ters orantılıdır.
- Hesabına ve uygulanaşına göre; teorik, normal ve minimum dever olmak üzere üçe ayrılır.
- Genel olarak 5 mm'nin katları olarak uygulanır. (25mm, 30mm,35mm vb.)
- Minimum uygulanan dever genel olarak 25 mm olarak önerilmektedir.
- Maksimum uygulanan dever farklı standartlara göre değişmektedir. TCDD'nin kabul ettiği maksimum dever 130 mm'dir. LRT/Metro projelerinde genellikle 150 mm'ye kadar kullanılabilir.

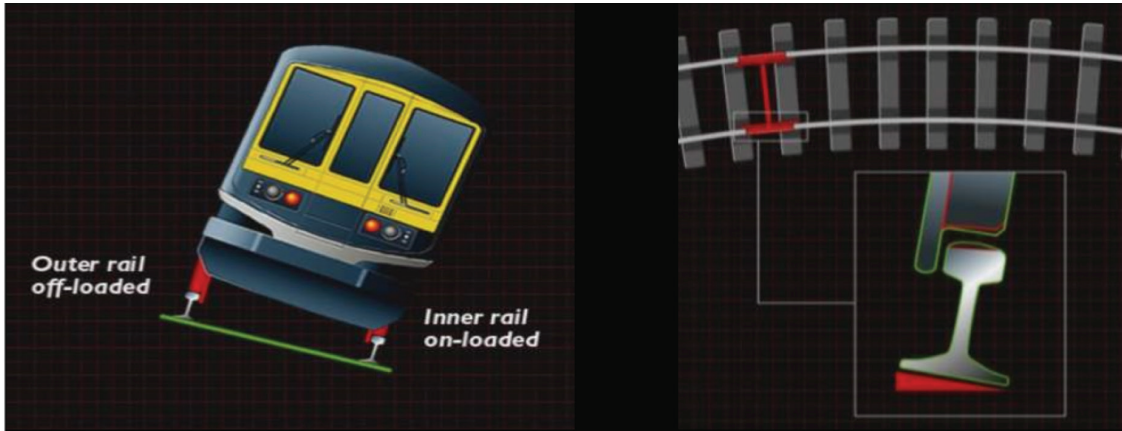
Sonuç olarak; demiryollarında kullanılan yüksek proje hızlarının uygulanabilir olması, bu yollarda yol-araç dinamiği özelliğine göre uygun geçki elemanlarının kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Yüksek hızların söz konusu olduğu bölgelerde iki doğru



Şekil 4: İdeal Dever Uygulaması



Şekil 5: Eksik Dever Uygulaması



Şekil 6: Fazla Dever Uygulaması

parçasının (aliymanın) dairesel bir kurpla birleştirilmesi yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Buna istinaden araçları etkileyen merkezkaç kuvvetinin ani etkisinin yavaş yavaş artmasını ya da azalmasını sağlayan geçiş eğrileri kullanmak gerekli olmuştur. Hareket halindeki bir araç aliymandan çıkıp kurba girdiğinde yanal bir ivmenin etkisinde kalır. Bu etkiyi karşılamak için yol en kesitine enine olarak

verilen ve dengeli bir artış gösteren eğim dever olarak tanımlanmıştır. Demiryollarının hat geometrisinin tasarımında dever uygulamaları çok büyük bir öneme sahiptir. Geçiş eğrili yatay kurplarda, dever geçiş eğrisi boyunca uygulanır. Aracın devere optimum bir şekilde geçişinin sağlanması için aliyman ile kurp başı arasındaki geçiş eğrisi boyunca dever rampasının doğrusal olması gereklidir.



Adem COŞKUN

1984 Yılında Trabzon'un Çaykara ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Çaykara'da, orta öğrenimini Trabzon'da, lisans eğitimini de Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümünde tamamladı. 2009-2010 yılları arasında askerlik hizmetini yedek subay olarak tamamladıktan sonra kısa bir süre özel sektörde çalışmış ve 2010 yılında Kocaeli Valiliği İl AFAD Müdürlüğü'nde kamu hizmeti görevine başlamıştır. 2013 Yılından itibaren Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım

Dairesi Başkanlığı'nda çalışmaya başladıktan 1 yıl sonra kurulan Raylı Sistemler Şube Müdürlüğü'nde proje şefi olarak görevlendirilmiştir. Ayrıca Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi bölümünde yüksek lisansını tamamlamış olup, "Kocaeli İlinde Raylı Sistem Projelerinin Kent İçi Ulaşım Etkilerinin İncelenmesi" konulu tez çalışması bulunmaktadır.