

Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133)
2015-2016 Güz Yarıyılı

Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoğlu
Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

Ders Bilgileri

Dönemiçi ders planı

Hafta	Tarih	Konu
Hafta1	15.09.2015	Ulaştırma ve Demiryolu Mühendisliğine Giriş
Hafta2	22.09.2015	Demiryolu Araçlarının Özellikleri, Nadal Kuramı
Hafta3	29.09.2015	Demiryolu Araçlarının Çekim Mekanığı
Hafta4	06.10.2015	Demiryolu Araçlarının Çekim Mekanığı
Hafta5	13.10.2015	Geçki Geometrik Özellikleri (Yatay Kurbalar, Dever, Birleştirme Eğrileri)
Hafta6	20.10.2015	Geçki Geometrik Özellikleri (Eğimler)
Hafta7	27.10.2015	Güzergah-Geçki Araştırması ve Etüd, Trafik, Hat Kapasitesi
Hafta8	03.11.2015	Demiryolu Üstyapı Elemanları
Hafta9	10.11.2015	Toprak İşlerine Giriş, Temel Kavramlar, Dönemiçi 1. Sınav
Hafta10	17.11.2015	Toprak İşlerinde Enkesit Alanları ve Hacimleri
Hafta11	24.11.2015	Kütleler Diyagramı ve Toprak Dağıtımı
Hafta12	01.12.2015	Genel Yönteme Göre Toprak Dağıtımı
Hafta13	08.12.2015	Brückner Yöntemine Göre Toprak Dağıtımı
Hafta14	15.12.2015	Kazı Yöntemleri ve Kullanılan Mekanik Araçlar
Hafta15	22.12.2015	Dönemiçi 2. Sınav



Demiryolu Geometrik Özellikleri

Gerek etüd ve tasarım, gerekse işletilmesi için bilinmesi ve irdelenmesi gereken özellikler: geometrik özellikler

- Hat genişliği,
- Yatay geometri
- Düşey geometri,
- Enkesitler,
- Gabariler.

Bu özelliklerin belirlenmesinde veri olarak hız gereksinim duyulur.



Hız

Geometrik özelliklerin çoğunun belirlenmesi sırasında hız irdelenir. İki farklı hız kavramı:

1. Hat sınır hızı -tasarım ya da proje hızı- (yatay geometri yönünden): Güzergah özellikleri belirlenirken önemli, gelecekteki olası gelişmelere cevap verebilecek özellikte olmalı
2. Uygulanabilir en büyük hız (taşıma işlemi için esas hız): Üstyapı, çekim, işletme, vb.. eleman özelliklerinin belirlenmesinde önemli



Hat Genişliği

Dar (<1435mm, Japonya, Mısır..), normal ve geniş (>1435mm, G. Afrika, Rusya, Hindistan..) olmak üzere üç sınıf. Hat genişliği dört yönden oldukça önemli:

1. Hız,
2. Kapasite,
3. Güvenlik,
4. Ađ içerisine uyumu.



Yatay Geometri

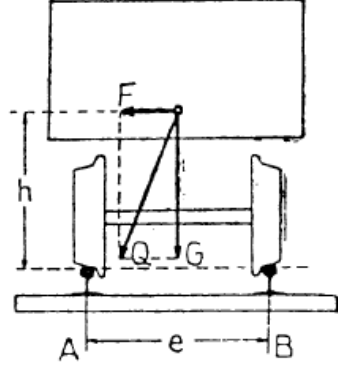
Yatay geometri düzenlemede irdelenmesi gerek üç önemli öge:

1. Yatay kurlar,
2. Dever,
3. Geçiş eğrileri.



Yatay Geometri: Yatay Kurblar

- h : ağırlık merkezi yüksekliği,
- e : hat genişliği
- G_v : taşıt ağırlığı
- m : taşıt kütlesi
- v : hız
- R : kurb eğrilik yarıçapı
- A : dış ray tepki kuvveti
- B : iç ray tepki kuvveti
- $Q = A+B$
- n : güvenlik katsayısı (M_n/M_d)



$A > B$ ise: Dış ray aşınımı ↑; Dış ray bağlantıları ↓; Dış ray altı balast ↓

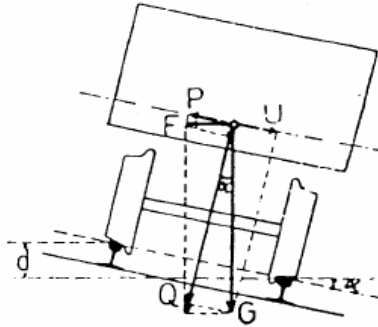


INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 7

Yatay Geometri: Dever

- Kurba içerisinde merkezkaç kuvvetinin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ya da azaltmak için, yolun doğru kesimlerinde yatay olan yuvarlanma yüzeyine yolun eğri kesimlerinde kurba merkezine doğru verilen eğiklik, dış ray dizisine içtekinin göre verilen yükseklik fazlası.
 - F : merkezkaç kuvveti
 - $P: F \cdot \cos\alpha$
 - $U: G \cdot \sin\alpha$
 - α : eğiklik açısı
 - d : dever

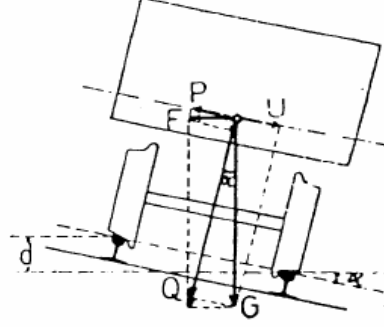


INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 8

Yatay Geometri: Pratik Dever

- $V_h < V < V_{eb} \Rightarrow P > U$
- $V_{ek} < V < V_h \Rightarrow P < U$
- Yukarıdaki iki durumunun ayrı ayrı söz konusu olmasından kaynaklanacak sakıncaların kabul edilebilir olması için:
 - Güvenlik,
 - Konfor ivmesi,
 - Dever sınır koşulları,
 - Eş ray aşınımının (olağansa) sağlanması gerekir.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 9

Yatay Geometri: Konfor İvmesi

- İki durumunun ayrı ayrı söz konusu olmasından kaynaklanacak sakıncaların kabul edilebilir olması için:
 - K: dengelenmemiş yan kuvvet,
 - k: K/G (konfor katsayısı),
 - γ : konfor ivmesi
- $P > U$ ve γ_{ebr} , V_{ebr} , R_{ek} için d_{ek} : $d_{ek} = 11.8 \cdot \frac{V_{eb}^2}{R} - 153 \cdot \gamma_{eb}$
- $P > U$ ve γ_{ebr} , V_{ebr} , d_{eb} için R_{ek} : $R_{ek} = \frac{11.8 \cdot V_{eb}^2}{153 \cdot \gamma_{eb} + d_{eb}}$
- $P > U$ ve γ_{ebr} , d_{ek} , R_{ek} için V_{eb} : $V_{eb} = \sqrt{\frac{R \cdot (153 \cdot \gamma_{eb} + d_{ek})}{11.8}}$
- $P < U$ için V_{ek} ve d_{eb} hesabı...



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 10

Yatay Geometri: Pratik Dever için Hız

- En hızlı ve en yavaş geçişlerde yok edilemeyen merkezci kuvvetlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması gerekir.

- En yüksek hızlı katar için: $\frac{V_{eb}^2 - V_{ort}^2}{12.96 \cdot R} = \gamma < \gamma_{eb}$

- En düşük hızlı katar için: $\frac{V_{ort}^2 - V_{ek}^2}{12.96 \cdot R} = \gamma < \gamma_{eb}$

- Hattan geçen tüm trenlerin dengelenemeyen merkezci kuvvetlerinin cebrik toplamının '0' olması (eş ray aşınımı):

$$\sum K = 0 \Rightarrow \frac{1}{127.14 \cdot R} \cdot \sum (G \cdot V^2) - \frac{d}{1500} \cdot \sum (G) = 0 \Rightarrow d = 11.8 \cdot \frac{\sum (G \cdot V^2)}{\sum (G)}$$



Yatay Geometri: Pratik Dever için Güvenlik

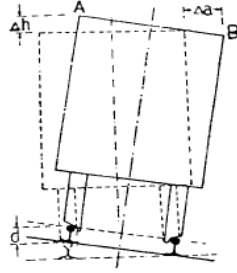
- Gereken güvenlik koşulları:
 - Taşıt raydan çıkmamalı ($X_k \leq 1.5 \cdot P_t$)
 - Yol şekil değiltirmemeli ($H_k \leq 1 + (P/3)$)
 - Yolun bozulmaksızın dayanabileceği en büyük yanal kuvvet $(F_d)_{eb}$:

$$\Rightarrow (F_d)_{eb} = (a + b \cdot P) \{ 1 + c \cdot \log(1 + T) \}$$



Yatay Geometri: Pratik Dever için Teknik Koşul

- Gereken teknik koşullar:
 1. Kurb geçişinde dış ray yükseltmesi, sanat yapısı dikkate alınarak yapılmalı
 2. Kurb içerisinde durmak gerekirse, kurb dışındaki yan kapı güvenli hizmeti sunabilmeli ($d_{eb} = 120\text{mm}$).
- d_{eb} : 110mm(HU), 120mm(NL, SWE), 130mm(PL), 160mm(D), 180mm(FR).



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 13

Yatay Geometri: Dever Uygulaması

- Üç farklı biçimde:
 1. İç ray kotu sabit: Dış ray $d\uparrow$, eksen kotu $d/2\uparrow$
 2. Dış ray kotu sabit: İç ray $d\downarrow$, eksen kotu $d/2\downarrow$
 3. Eksen kotu sabit: Dış ray $d/2\uparrow$, iç ray $d/2\downarrow$

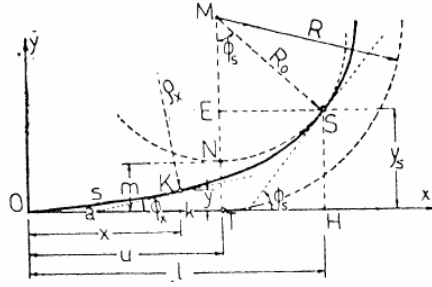


INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
October 13, 2015

Slide 14

Yatay Geometri: Geçiş Eğrisi Özellikleri

- Geçiş eğrisine ilişkin:
 - Kübik parabol GE Bağlantısı: $y = x^3/(6 \cdot C)$
 - Geçiş eğri rampa çıkışı: $\gamma_t < 0.05 \text{ m/sn}^2$
 - Yanal (konfor) ivme: $\gamma_y = k \cdot g$, $\phi = (d \cdot \gamma_y)/dt \leq 0.5 \text{ m/sn}^3$
 - En küçük geçiş eğrisi boyu: $(l_b)_{ek} = (\gamma_y \cdot V) / (0.5 \cdot 3.6)$



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

October 13, 2015

Slide 15