

## Karayolu İnşaatı Çözümlü Örnek Problemler

1. 70 km/sa hızla giden bir aracın emniyetle durabileceği mesafeyi bulunuz. Sürücünün intikal-reaksiyon süresi 2,0 saniye ve kayma-sürtünme katsayısı 0,45 alınacaktır.

### Çözüm:

$$l_{fe} = 0,278 v \cdot t_r + 0,00394 \frac{v^2}{f \pm s}$$

$$l_{fe} = 0,278 \times 70 \times 2 + 0,00394 \times (70)^2 / (0,45 \pm 0) = 81,82 \text{ m}$$

2. Yağışlı bir günde, eğimi %4 olan bir yol kesiminde yokuş aşağı seyretmekte olan 100 km/sa hızındaki bir otomobil yola aniden fırlayan bir hayvana çarpmamak için aniden fren yapmış ancak hızı çok fazla olduğu için çarpma olayı gerçekleşmiştir. İntikal-reaksiyon süresi 1 saniye olan sürücünün hayvanı fark etmesinden hemen önce, otomobil ile çarptığı hayvan arasında en fazla kaç metre mesafe vardır?

Not: Kayma-sürtünme katsayısı 0,20 olarak alınacaktır.

### Çözüm:

$$l_{fe} = 0,278 v \cdot t_r + 0,00394 \frac{v^2}{f \pm s}$$

$$l_{fe} = 0,278 \times 100 \times 1 + 0,00394 \times (100)^2 / (0,20 - 0,04) = 274,05 \text{ m}$$

3. % 4 iniş eğimli bir yol kesiminde, 90 km/sa hızla seyretmekte olan bir otomobilin sürücüsü karşıdan 50 km/sa hızla gelen kamyonu rağmen, önünde 70 km/sa hızla giden otobüsü geçmeye karar vermiştir. Manevranın güvenle gerçekleşebilmesi için sollamanın hemen başında, otomobil ile kamyon arasında bulunması gereken minimum mesafe ne olmalıdır?

$d=8+0,2 \cdot v$ ; kaplama kayma-sürtünme katsayısı,  $f=0,40$ ;  $\mu_r = 0,020$ .

### Çözüm:

$$d_1 = 8 + 0,2 \times 90 = 26 \text{ m}$$

$$d_2 = 8 + 0,2 \times 70 = 22 \text{ m}$$

$$L_s = \frac{(d_1 + d_2)}{(v_1 - v_2)} \cdot (v_1 + v_3)$$

$$L_s = (26+22) \times (90+50) / (90-70) = 336 \text{ m}$$

4. Yağmurlu bir havada, asfalt kaplamalı düz bir yolda 90 km/sa hızla seyreden bir otomobil sürücüsü yaklaşık 100 m önünde karşıya geçmek üzere yola çıkan bir yayayı görerek frene basmıştır. Yayaya çarpıp çarpmadığını kontrol (tahkik) ediniz. Kaplamanın kayma-sürtünme katsayısını 0,35 ve sürücünün intikal-reaksiyon süresini 0,75 saniye olarak alınız.

**Çözüm:**

$$l_{fe} = 0,278 v \cdot t_r + 0,00394 \frac{v^2}{f \pm s}$$

$$l_{fe} = 0,278 \times 90 \times 0,75 + 0,00394 \times (90)^2 / (0,35 \pm 0) = 109,95 \text{ m}$$

Otomobil ancak 109,95 m mesafede durabileceğine göre; 100 m mesafedeki YAYAYA ÇARPMIŞTIR.

5. İki şeritli bölünmemiş bir yol kesiminde 80 km/sa sabit hızla seyreden bir otobüs önündeki kamyonu geçmek üzere hızını değiştirmeden sollama manevrası yapmıştır. Kamyonun hızı 60 km/sa ve söz konusu yol kesimindeki proje hızı 90 km/sa olduğuna göre sollama manevrası için gerekli mesafeyi ve sollama süresini hesaplayınız. Takip mesafesi  $d=8+0,2v$  formülüyle hesaplanacaktır.

**Çözüm:**

Bölünmemiş bir yol olduğu için karşı yönden taşıt gelebileceği düşünülmelidir. Proje hızı 90 km/sa verildiğine göre en olumsuz durum göz önüne alınarak karşı yönden gelebilecek olan taşıtın hızı proje hızı kadar (90 km/sa) alınmalıdır.

$$d_1 = 8 + 0,2 \times 80 = 24 \text{ m}$$

$$d_2 = 8 + 0,2 \times 60 = 20 \text{ m}$$

$$L_s = \frac{(d_1 + d_2)}{(v_1 - v_2)} \cdot (v_1 + v_3)$$

$$L_s = (24+20) \times (80+90) / (80-60) = 374 \text{ m}$$

Sollama süresini hesaplamak için km/sa olarak verilen hız değerlerini m/s olarak almalıyız.

$$v_1 = 80 \text{ km/sa} = (80/3,6) \text{ m/s}$$

$$v_2 = 60 \text{ km/sa} = (60/3,6) \text{ m/s}$$

$$t_s = \frac{d_1 + d_2}{v_1 - v_2}$$

$$t_s = (24+20) / [(80/3,6) - (60/3,6)] = 7,92 \text{ s}$$

6. Tek yönlü ve %5 eğimli bir yolda bir taşıt yokuş aşağı 60 km/sa hızla seyretmektedir. Bu sırada ters yöne girmiş bulunan başka bir taşıt ise 40 km/sa hızla yukarı yönde hareket etmektedir. Taşıtların birbirine çarpmadan durabilmeleri için gerekli olan minimum görüş mesafesi ne olmalıdır? Kaplama kayma-sürtünme katsayısı,  $f=0,60$ ; her iki taşıt sürücüsü için intikal-reaksiyon süresi,  $t_r=1,0$  s.

**Çözüm:**

Her iki taşıtın da birbirlerini fark etmesiyle birlikte ne kadar bir mesafe kat ettikten sonra durabileceklerini hesaplamak için her birinin duruş görüş uzunluğunu ayrı ayrı hesaplayıp toplamamız gerekir.

$$l_{fe} = 0,278 v \cdot t_r + 0,00394 \frac{v^2}{f \pm s}$$

1. Taşıt:

$$l_{fe(1)} = 0,278 \times 60 \times 1 + 0,00394 \times (60)^2 / (0,60 - 0,05) = 42,47 \text{ m}$$

2. Taşıt:

$$l_{fe(2)} = 0,278 \times 40 \times 1 + 0,00394 \times (40)^2 / (0,60 + 0,05) = 20,82 \text{ m}$$

$$l_{fe(\text{toplam})} = l_{fe(1)} + l_{fe(2)} = 63,29 \text{ m}$$

*Dikkat edilirse her iki aracın da oldukça kısa mesafede durdukları görülür. Bunun başlıca sebebi hızlarının düşük olmasıdır. Ayrıca yol şartlarının elverişli olması yani sürtünme katsayısının 0,60 olması da mesafeleri kısaltan bir diğer unsurdur.*

7. Proje hızı 90 km/sa olan bir yolun, %6 eğimli bir kesiminde bakım ve tamir çalışmaları dolayısıyla trafik akışına kesintili olarak izin verilmektedir. Bu kesime yaklaşımlarda trafik levhalarıyla sürücülerin uyarılması gerekmektedir. Her iki yönde çalışma yerinden en az kaç metre önce trafik uyarı levhası konulması uygun olur? Kaplama kayma-sürtünme katsayısı,  $f=0,45$ ; intikal-reaksiyon süresi,  $t_r=0,75$  s.

**Çözüm:**

Her iki yönden gelen taşıtların kaç metre mesafede durabileceklerini hesaplamak için yokuş aşağı inen taşıtlar ile yokuş yukarı çıkan taşıtların duruş görüş uzunluklarını ayrı ayrı hesaplamamız gerekir.

$$l_{fe} = 0,278 v \cdot t_r + 0,00394 \frac{v^2}{f \pm s}$$

Yokuş aşağı inen taşıtlar:

$$l_{fe(\text{yokuş aşağı})} = 0,278 \times 90 \times 0,75 + 0,00394 \times (90)^2 / (0,45 - 0,06) = 100,60 \text{ m}$$

Yokuş yukarı çıkan taşıtlar:

$$l_{fe(\text{yokuş yukarı})} = 0,278 \times 90 \times 0,75 + 0,00394 \times (90)^2 / (0,45 + 0,06) = 81,34 \text{ m}$$

*Yokuş aşağı inen taşıtlar için yol çalışması olan yerden en az 100,60 m yukarıya; Yokuş yukarı çıkan taşıtlar için ise yol çalışması olan yerden en az 81,34 m aşağıya trafik uyarı levhası konulmalıdır.*

8. Bölünmüş bir yolda 90 km/sa hızla seyreden bir otomobil sürücüsü, önünde 60 km/sa hızla giden bir kamyonu geçmek istemektedir. Sollama manevrası için gerekli geçiş uzunluğu kaç metredir? Manevra ne kadar zamanda tamamlanır? ( $d=8+0,3.v$ )

**Çözüm:**

$$d_1 = 8 + 0,3 \times 90 = 35 \text{ m}$$

$$d_2 = 8 + 0,3 \times 60 = 26 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{(d_1 + d_2)}{(v_1 - v_2)} \cdot v_1$$

$$l_s = (35+26) \times (90) / (90-60) = 183 \text{ m}$$

Süreyi hesaplamak için km/sa olarak verilen hız değerlerini m/s olarak almalıyız.

$$v_1 = 90 \text{ km/sa} = (90/3,6) \text{ m/s}$$

$$v_2 = 60 \text{ km/sa} = (60/3,6) \text{ m/s}$$

$$t_s = \frac{d_1 + d_2}{v_1 - v_2}$$

$$t_s = (35+26) / [(90/3,6) - (60/3,6)] = 7,32 \text{ s}$$

9. Ölçeği 1/1.000 olan bir haritada eşyüksekti eğrileri arasındaki kot farkı 1 metredir. Bu harita üzerinde bulunan A ve B noktaları arasında bir sıfır çizgisi çalışması yapılacaktır. A noktasının kotu 519,00 metre ve B noktasının kotu da 543,60 metredir. A ve B noktaları arasındaki kuş uçuşu mesafe, harita üzerinden 58 cm olarak ölçüldüğüne göre başlangıçta seçilecek eğimi ve sıfır çizgisi çalışmasında kullanılacak pergel açıklığını hesaplayınız.

**Çözüm:**

Ölçek 1/1.000 olduğuna göre; harita üzerinde ölçülen 58 cm gerçekte (arazide)

$$58 \times 1000 = 58000 \text{ cm} = 580 \text{ m'dir.}$$

$$\Delta h = 543,60 - 519,00 = 24,60 \text{ m}$$

$$L = 580 \text{ m}$$

$$s_0 = \frac{\Delta h_{A-C}}{L_{A-C}} \cdot 100 \quad s_0 = 24,60 / 580 = 0,0424$$

Başlangıçta kullanılacak eğim  $s_0 = 0,04$  (%4) olarak alınabilir.

$$l = \frac{h}{s_0} \cdot 100 = \frac{h}{\tan \alpha} \quad l = 1 / 0,04 = 25 \text{ m}$$

$$l_p = l \cdot (\text{ölçek}) \quad l_p = 25 \cdot (1/1000) = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$$

10. Ölçeği 1/2.000 olan bir haritada eşyüksekti eğrileri arasındaki kot farkı 2 m olduğuna göre başlangıçta seçilen %5 eğim için sıfır çizgisi çalışmasında kullanılacak pergel açıklığını hesaplayınız.

**Çözüm:**

$$l = \frac{h}{s_0} \cdot 100 = \frac{h}{\tan \alpha} \quad l = 2 / 0,05 = 40 \text{ m}$$

$$l_p = l \cdot (\text{ölçek}) \quad l_p = 40 \cdot (1/2000) = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

11. Yarıçapı 300 m olan bir kurpta dever yapılmamıştır. Sürtünme katsayısı 0,15 olduğuna göre kritik savrulma hızını bulunuz.

**Çözüm:**

$$V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{\mu_e \cdot R} \quad V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{(0,15 \times 300)} = 75,80 \text{ km/sa}$$

12. Hızı 85 km/sa olan bir taşıt, yarıçapı 275 m olan deversiz bir kurba girmiştir. Taşıtın tekerlekleri arasındaki mesafe 180 cm, ağırlık merkezinin kaplama yüzeyine olan mesafesi 120 cm olduğuna göre, sözkonusu taşıt için savrulma ve devrilme tahkiklerini yapınız. Sürtünme katsayısını 0,17 olarak alınız.

**Çözüm:**

$$V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{\mu_e \cdot R} \quad V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{(0,17 \times 275)} = 77,26 \text{ km/sa}$$

85 > 77,26 olduğundan TAŞIT SAVRULUR.

$$V_{\text{dev}} = 8,0 \sqrt{\frac{e \cdot R}{h}} \quad V_{\text{dev}} = 8 \sqrt{(1,8 \times 275 / 1,2)} = 162,48 \text{ km/sa}$$

85 < 162,48 olduğundan TAŞIT DEVRİLMEZ.

13. Yarıçapı 400 m olan deverli bir yatay kurpta dever eğimi 0,06 ve sürtünme katsayısı 0,18 olduğuna göre bu kurptaki kritik savrulma ve devrilme hızlarını bulunuz. Karakteristik taşıt için  $h=1,45$  m ve  $e=1,90$  m olarak alınız.

**Çözüm:**

$$V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{\frac{R \cdot (\text{tg}\alpha + \mu_e)}{(1 - \text{tg}\alpha \cdot \mu_e)}} \quad \text{tan}\alpha = 0,06$$

$$V_{\text{sav}} = 11,3 \sqrt{[400 \times (0,06 + 0,18) / (1 - 0,06 \times 0,18)]} = 111,32 \text{ km/sa}$$

$$V_{\text{dev}} = 11,3 \sqrt{\frac{R \cdot (\text{tg}\alpha \cdot h + \frac{e}{2})}{(h - \text{tg}\alpha \cdot \frac{e}{2})}} \quad \text{tan}\alpha = 0,06$$

$$V_{\text{dev}} = 11,3 \sqrt{[400 \times (0,06 \times 1,45 + 1,90/2) / (1,45 - 0,06 \times 1,90/2)]} = 194,99 \text{ km/sa}$$

14. Dever eğimi %5 ve yarıçapı 200 m olan bir yatay kurba giren bir taşıt için kritik devrilme hızını bulunuz. Taşıtın ağırlık merkezinin yerden yüksekliğini 150 cm, tekerlekleri arasındaki mesafeyi ise 200 cm olarak alınız.

**Çözüm:**

$$V_{\text{dev}} = 11,3 \sqrt{\frac{R \cdot (\text{tg}\alpha \cdot h + \frac{e}{2})}{(h - \text{tg}\alpha \cdot \frac{e}{2})}} \quad \text{tan}\alpha = 0,05$$

$$V_{\text{dev}} = 11,3 \sqrt{[200 \times (0,05 \times 1,50 + 2,00/2) / (1,50 - 0,05 \times 2,00/2)]} = 137,60 \text{ km/sa}$$

15. Proje hızı 110 km/sa olan bölünmüş bir yolda yatay kurp oluşturulacaktır. Dever eğimi %6 ve enine sürtünme katsayısı 0,16 olduğuna göre minimum kurp yarıçapını hesaplayınız.

**Çözüm:**

$$R_{\text{min}} = \frac{V_p^2}{127 \cdot (q + \mu_e)}$$

$$R_{\text{min}} = (110)^2 / [127 \times (0,06 + 0,16)] = 433,07 \text{ m}$$