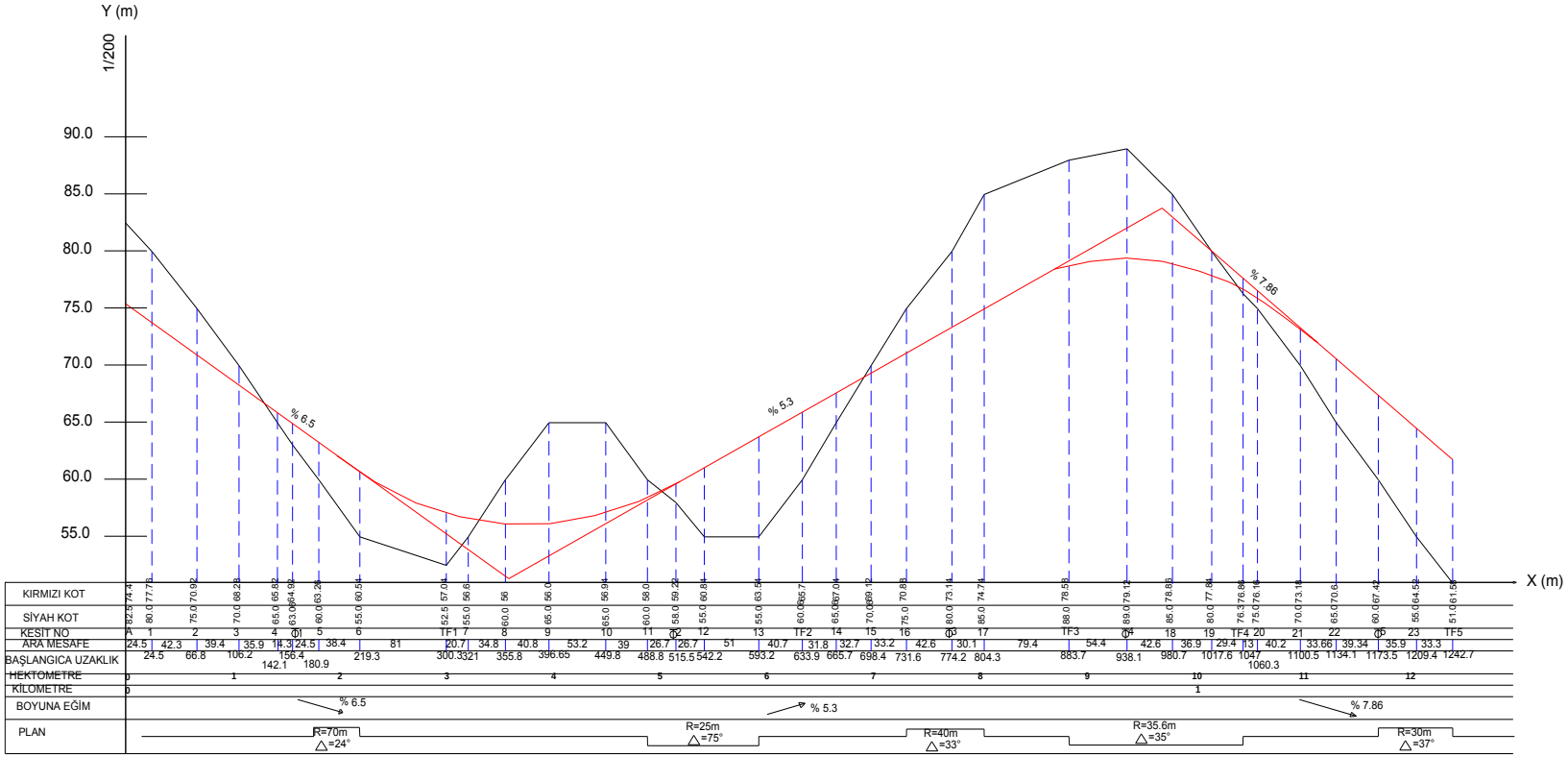
BÖLÜM-7

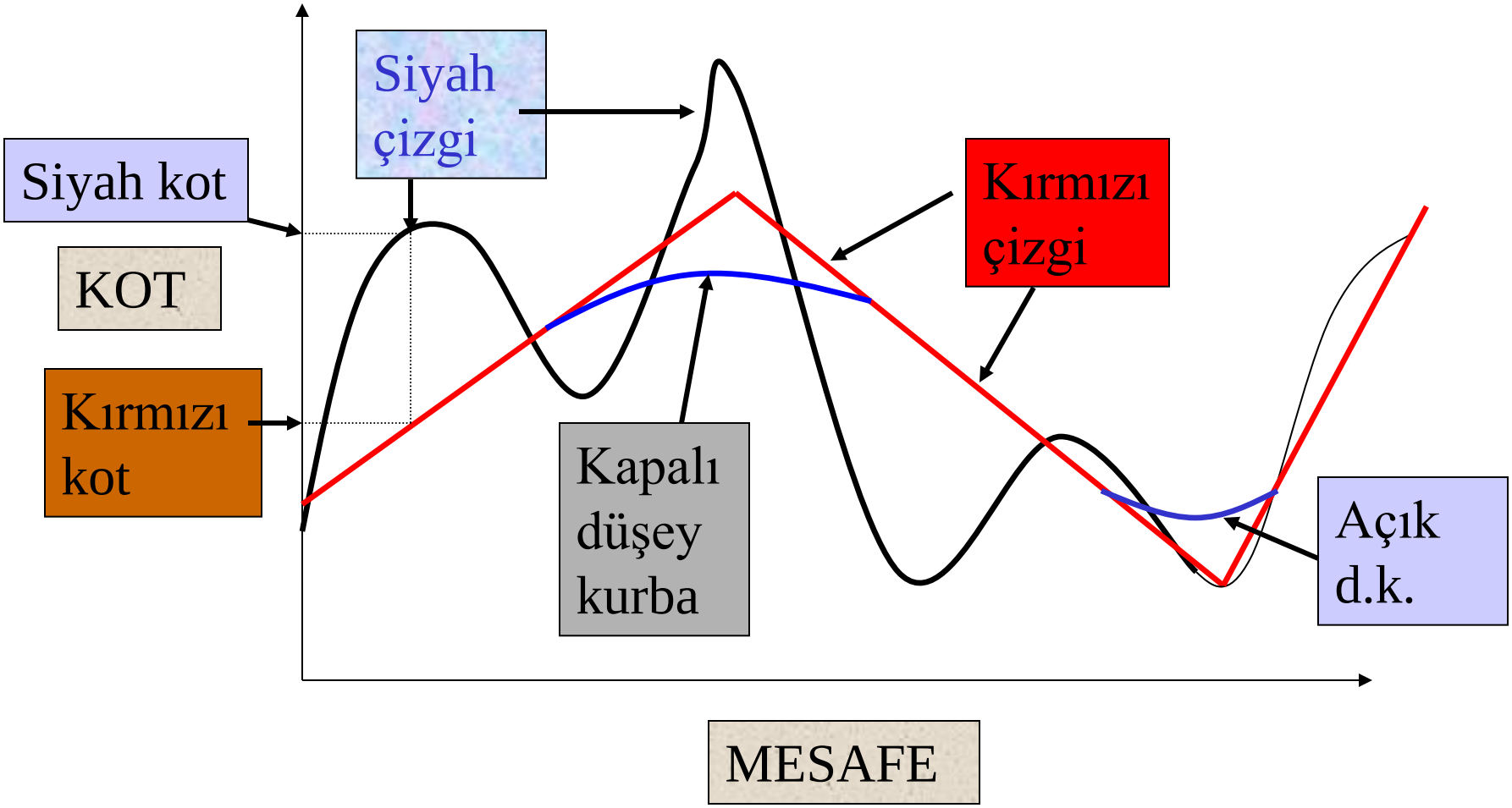
DÜŞEY KURPLAR

DÜŞEY KURBA HESAPLARI




Y (m)
1/200
90.0
85.0
80.0
75.0
70.0
65.0
60.0
55.0
X (m)
% 6.5
% 5.3
% 7.86
KIRMIZI KOT
SİYAH KOT
KESİT NO
ARA MESAFE
BAŞLANGICA UZAKLIK
HEKTOMETRE
KİLOMETRE
BOYUNA EĞİM
PLAN
R=70m
△=24°
R=25m
△=75°
R=40m
△=33°
R=35.6m
△=35°
R=30m
△=37°

BOYKESİT VE ELEMANLARI



Düşey kurbalar niçin yapılır?

- Kırmızı çizginin eğim değiştirdiği yerlerde görüş uzunluğu azaldığı ve dolayısıyla güvenlik azaldığı için,
- Ani eğim değişmesi düşey ivme ve sarsıntıyı artırdığı için iki kırmızı çizgi kolu arasına uygun uzunlukta düşey kurba yerleştirilir.

Hangi kırmızı çizgi eğim farklarında düşey kurba yerleştirilir?

- 1., 2. Ve 3. Sınıf yollarda iki kırmızı çizgi kolu arasındaki cebrik eğim fark eğim farkı % 0.5 den büyük ise,
- Düşük standartlı yollarda ise cebrik fark %1 den büyükse düşey kurba uygulanır.

Düşey kurbalar niçin yapılır?

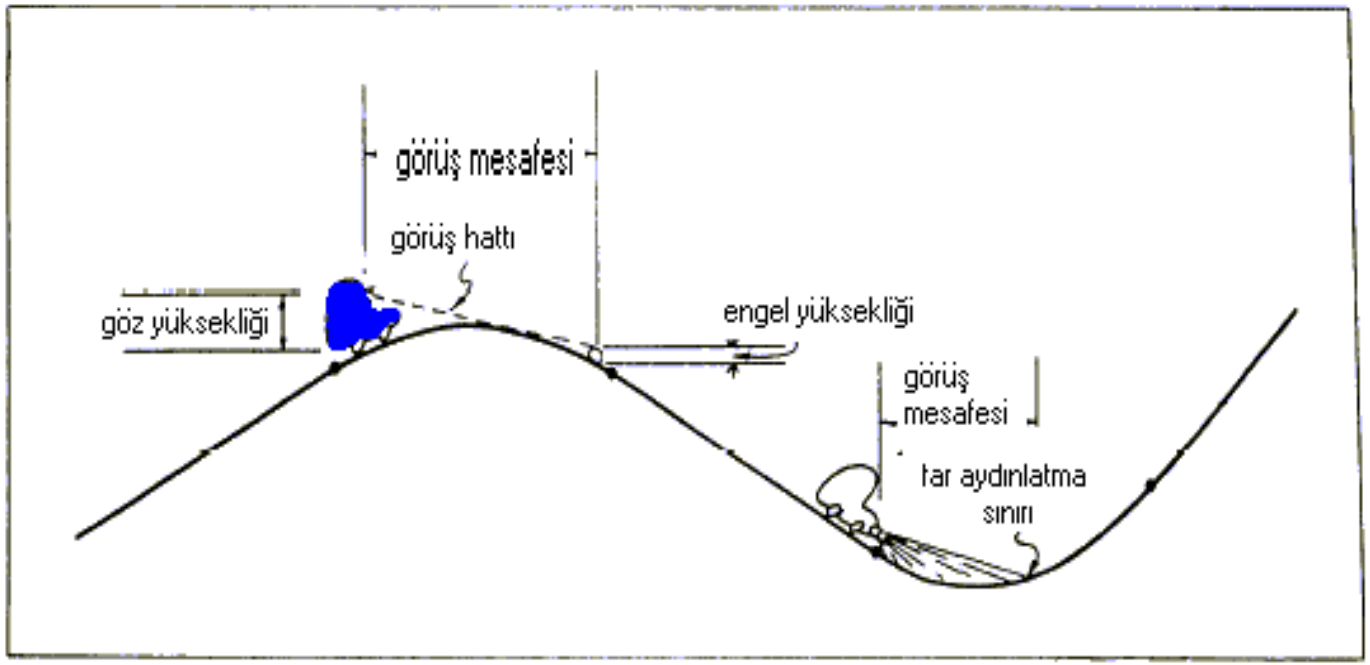
- Boykesitte kırmız çizginin yükselerek gittiği kesimlere **rampa**, alçalarak gittiği kesimlere ise **iniş** adı verilir.
- Bir rampayi bir iniş, rampayi daha az egimli bir rampa ya da bir inişi daha dik egimli bir iniş izliyorsa aradaki duşey kurba **tepe duşey kurp** veya **kapali duşey kurp** denir.
- Bir inişi bir rampa, inişi daha az egimli bir iniş ya da rampayi daha dik egimli bir rampa izliyorsa aradaki duşey kurba **dere duşey kurp** veya **açık duşey kurp** adi verilir.

Düşey kurba tasarımında kullanılacak görüş uzunlukları

- Bölünmemiş iki ve üç şeritli yollarda geçiş görüş uzunluğu dikkate alınır (Görüş uzunluğu, karşı yönden taşıtın gelmesi durumundaki geçiş görüş uzunluğudur; karşıdaki taşıtın hızı proje hızıdır). Eğer uygulanması mümkün değilse, duruş görüş uzunluğu dikkate alınır.
- Bölünmüş yollarda duruş görüş uzunluğu dikkate alınır. (karşıdan taşıt gelmediği için)

Hangi Görüş Uzunluğu ?




görüş mesafesi
görüş hattı
göz yüksekliği
engel yüksekliği
görüş
mesafesi
far aydınlatma
sınırı

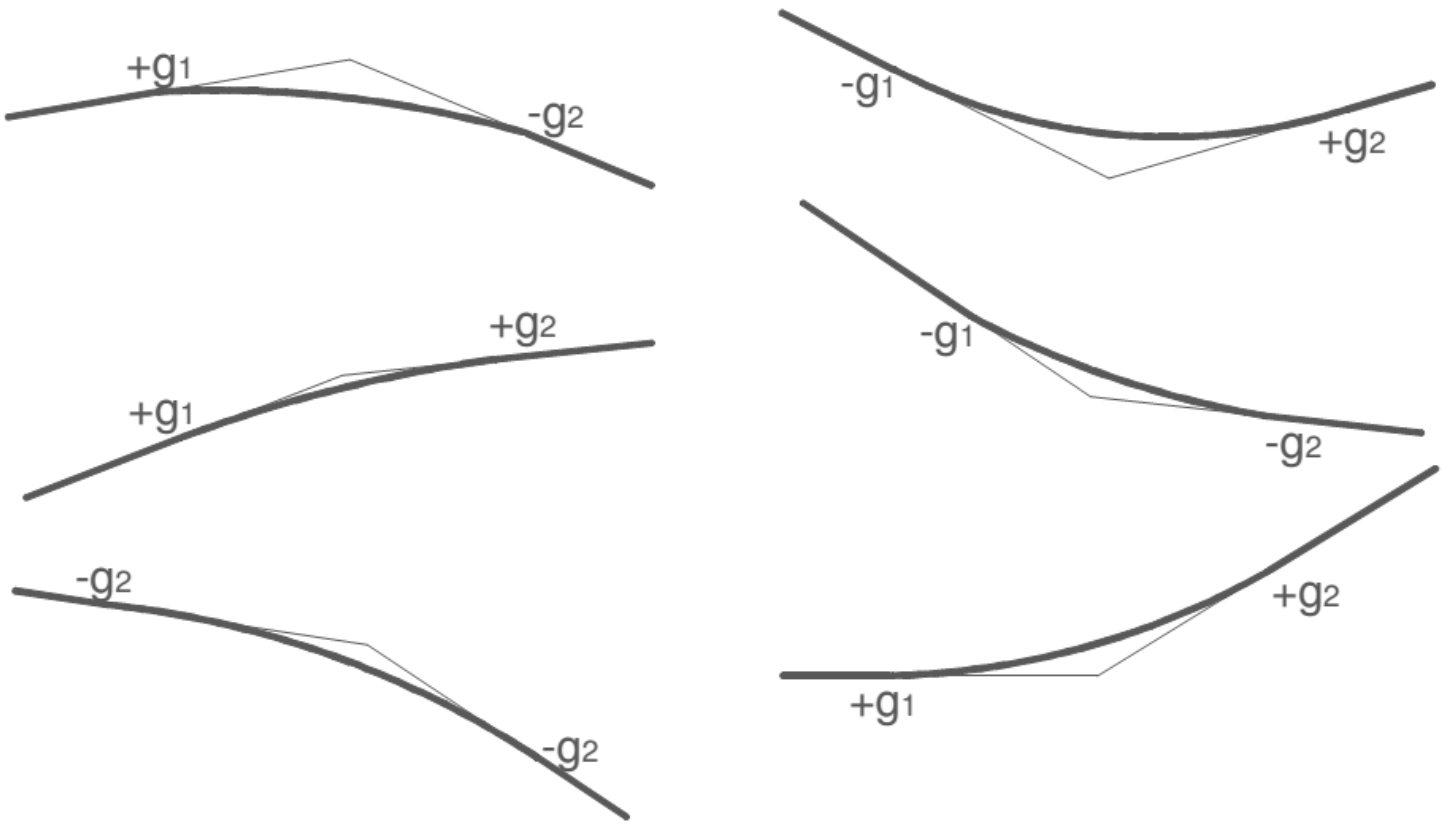
G= g1- g2

Örnek: g1=+%8, g2= -%8 ise G= +0,08- (-0,08)= 0,16
(Kapalı düşey kurba)

Eğimler

\+

\-



Tepe (kapali) düsey dönemeç

Dere (açik) düsey dönemeç

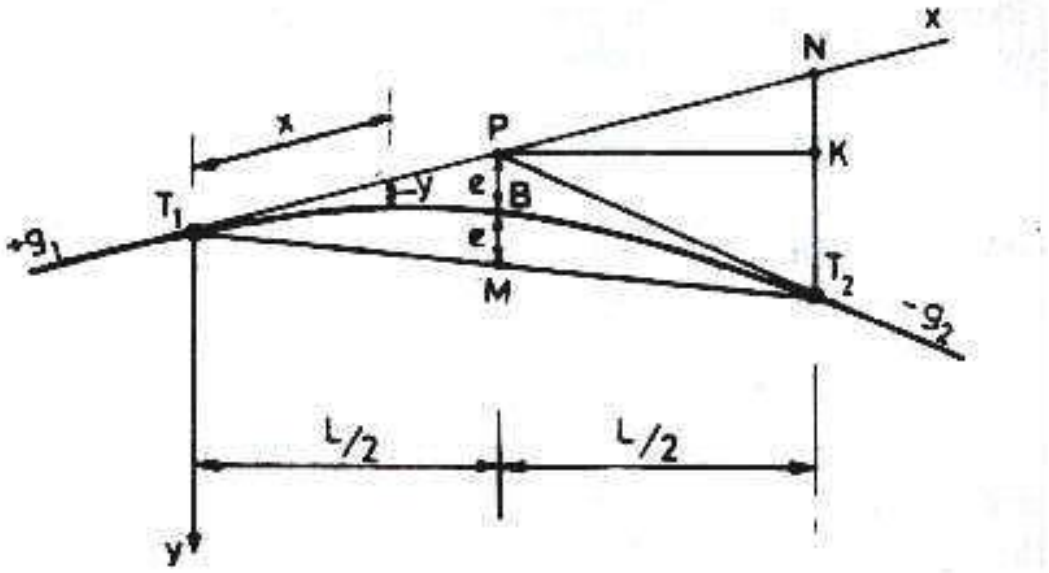
G (+)

G (-)

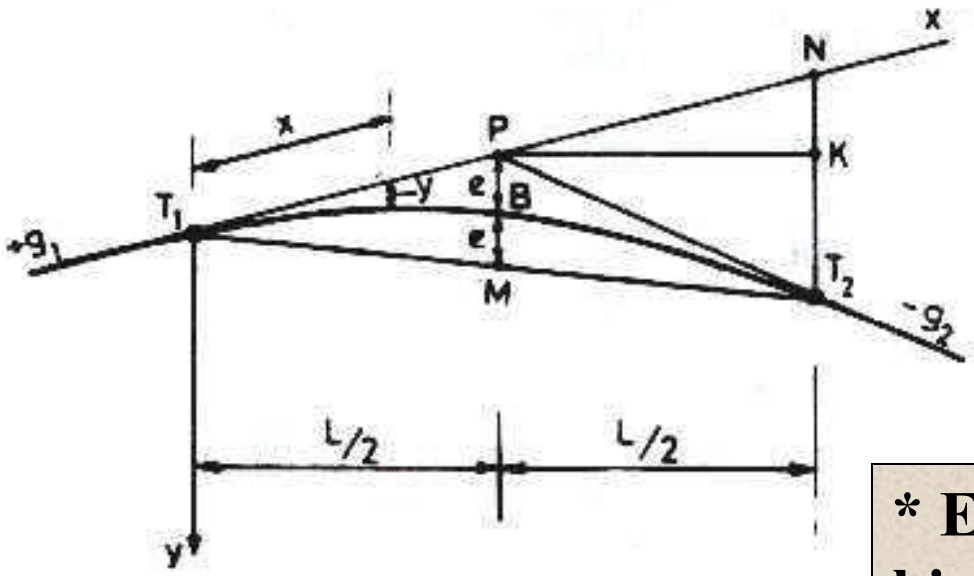
DÜŞEY KURBA TİPLERİ

Parabolik Düşey Kurba Özellikleri

***Uygulama kolaylığından ve kısa mesafede görüş uzunluğu sağladığı için parabolik düşey kurbalar kullanılır. Bazı durumlarda, dairesel düşey kurbalar da kullanılır.**



Şekil 9.5. Parabolik düşey kurba elemanları



Şekil 9.5. Parabolik düşey kurba elemanları

*Yol ekseni boyunca, tüm ölçümler yatay düzlemde yapıldığı kabul edilir. ($T_1PT_2= T_1BT_2=T_1MT_2$)

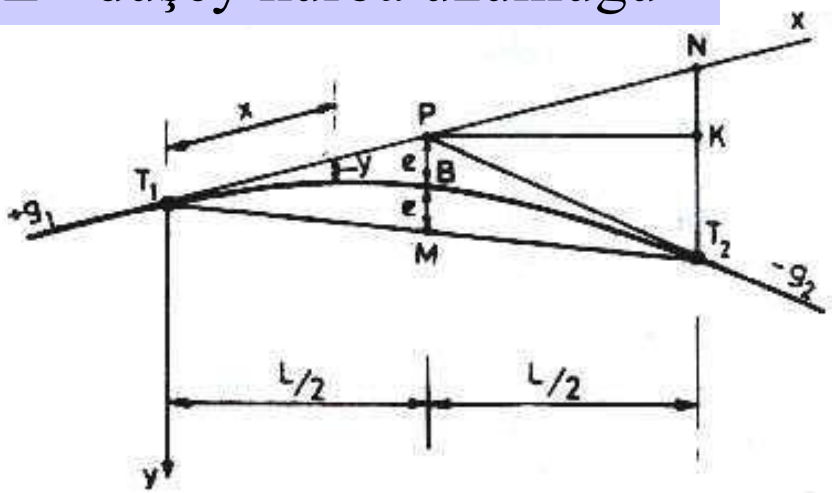
*Parabol denklemi: $y= Kx^2$

* Eğri, P some noktası ile T_1T_2 kirişinin M orta noktasını birleştiren doğrunun tam ortasından geçer (PB= PM/2)

* Kırmızı çizgi eğimleri farklı olduğu sürece T_1 ve T_2 kotları birbirinden farklıdır.

* Aksi belirtilmedikçe, düşey kurbalar some noktasına göre simetriktir. ($PT_1= PT_2$)

L= düşey kurba uzunluğu



Şekil 9.5. Parabolik düşey kurba elemanları

y= Kx^2 parabolünde x= L/2 için y=e dir. (e= bisektris uzunluğu)

Parabol parametresi: (x yerine L/2 ve y=e konursa)

K= $4e/L^2$

Parabol denklemi

Y= $4e.x^2/L^2$

$NT_2= NK+KT_2$

$NK= g_1.L/2$; $KT_2= -g_2.L/2$

$NT_2= (g_1 – g_2).L/2$

$NT_2= 2.PM$; $PM=NT_2/2$

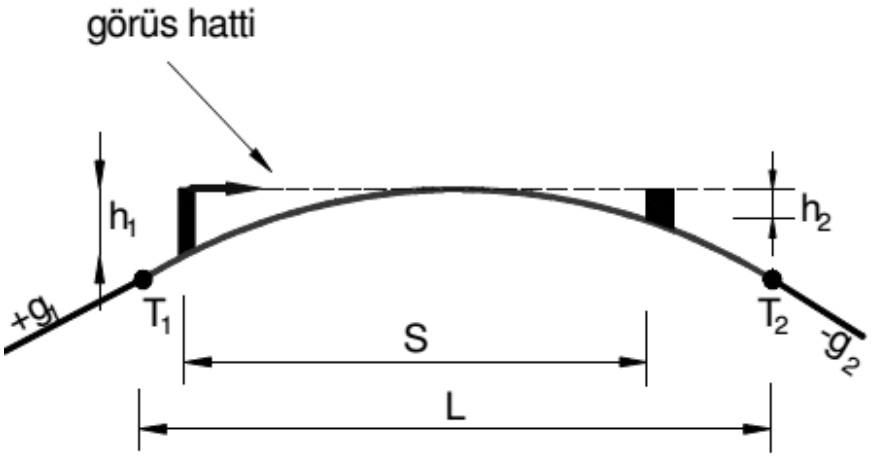
$PM= (g_1 – g_2).L/4$

PB= PM/2= e= $(g_1 – g_2).L/8$

e= L.G/8

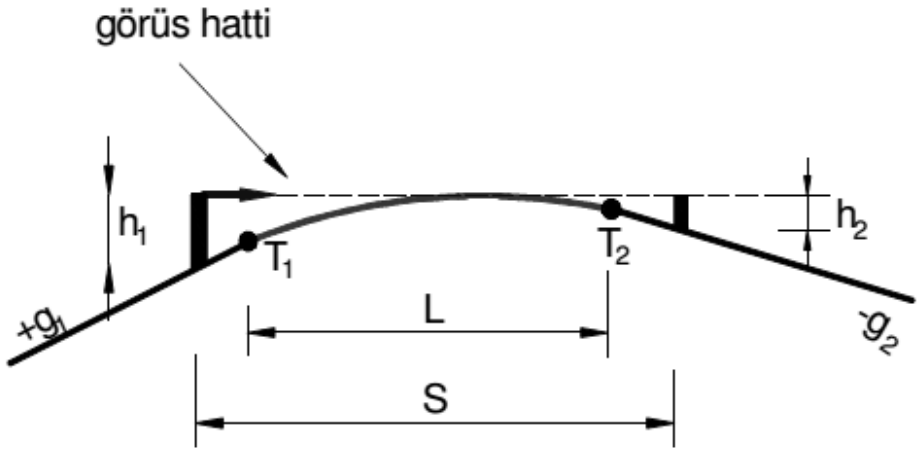
y= $G.x^2/2L$

Kapalı(Tepe) Düşey Kurbalar



S<L durumu

$$L = \frac{|G| \cdot S^2}{\left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}$$



S>L durumu

$$L = 2S - \frac{2\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{|G|}$$

Kapalı Düşey Kurba Uzunluğu Hesabı

Duruş Görüş Uzunluğuna Göre

	$h_1 = 1{,}14$ m $h_2 = 0{,}15$ m (1)	$h_1 = 1{,}08$ m $h_2 = 0{,}20$ m (2)	$h_1 = 1{,}08$ m $h_2 = 0{,}60$ m (3)
S≤L	$L = \frac{\lvert G \rvert \cdot S^2}{4{,}2}$	$L = \frac{\lvert G \rvert \cdot S^2}{4{,}42}$	$L = \frac{\lvert G \rvert \cdot S^2}{6{,}58}$
S≥L	$L = 2S - \frac{4{,}2}{\lvert G \rvert}$	$L = 2S - \frac{4{,}42}{\lvert G \rvert}$	$L = 2S - \frac{6{,}58}{\lvert G \rvert}$

(1) Karayolu Mühendisliği, Nadir Yayla, 2002.
(2) Karayolu Tasarım El Kitabı, KGM, 2005
(3) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASTHO, 2001

Kapalı Düşey Kurba Uzunluğu Hesabı

Geçiş Görüş Uzunluğuna Göre

	$h_1 = 1{,}14$ m $h_2 = 1{,}37$ m (1)	$h_1 = 1{,}08$ m $h_2 = 1{,}08$ m (2)
S≤L	$L = \frac{\lvert G \rvert \cdot S^2}{10}$	$L = \frac{\lvert G \rvert \cdot S^2}{8{,}64}$
S≥L	$L = 2S - \frac{10}{\lvert G \rvert}$	$L = 2S - \frac{8{,}64}{\lvert G \rvert}$

(1) Karayolu Mühendisliği, Nadir Yayla, 2002.
(2) Karayolu Tasarım El Kitabı, KGM, 2005 ve
A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASTHO, 2001

Düşey Kurba hesabı işlem sırası

- **S<L veya S>L kriterlerinden birini seçerek, L yi hesapla ve koşulun sağlanıp sağlanmadığını kontrol et. (Örnek: S>L ise, L ile S yi karşılaştır) Koşul sağlanmışsa L uygundur.**
- **İlk kabul edilen koşul sağlanmadıysa, diğer kritere göre L'yi hesapla. Koşul sağlanmışsa L uygundur.**
- **Her iki koşul da sağlanmadıysa;**

  Devlet yollarında L_{min}= 120 m

  İl yollarında L_{min}= 80 metre seçilir.
- **Hesaplanan L değerleri yukarıdaki değerlerden küçükse, minimum değerler kullanılır.**

Düşey Kurp Katsayısı ‘K’

- Sürüş konforu açısından kurp üzerindeki eğim değişim hızının kabul edilebilir sınırlar içinde kalabilmesi için kurp uzunluğunun yeterli olması gereklidir. Bu husus düşey kurp üzerinde iyi bir görüş mesafesi sağlanabilmesi için de gereklidir. Düşey kurp katsayısı olarak tanımlanan büyüklüğün mutlak değeri bir dairenin yarıçapına çok benzer işleve sahip olup, söz konusu düşey kurbun sağlamakta olduğu konfor, emniyet, drenaj, estetik ve benzer özelliklerin tek başına yeterli bir göstergesi veya ölçüsüdür. K’yı birim yüzde eğim farkları başına kurp boyu olarak tanımlamak mümkündür.

- $K = L / A$

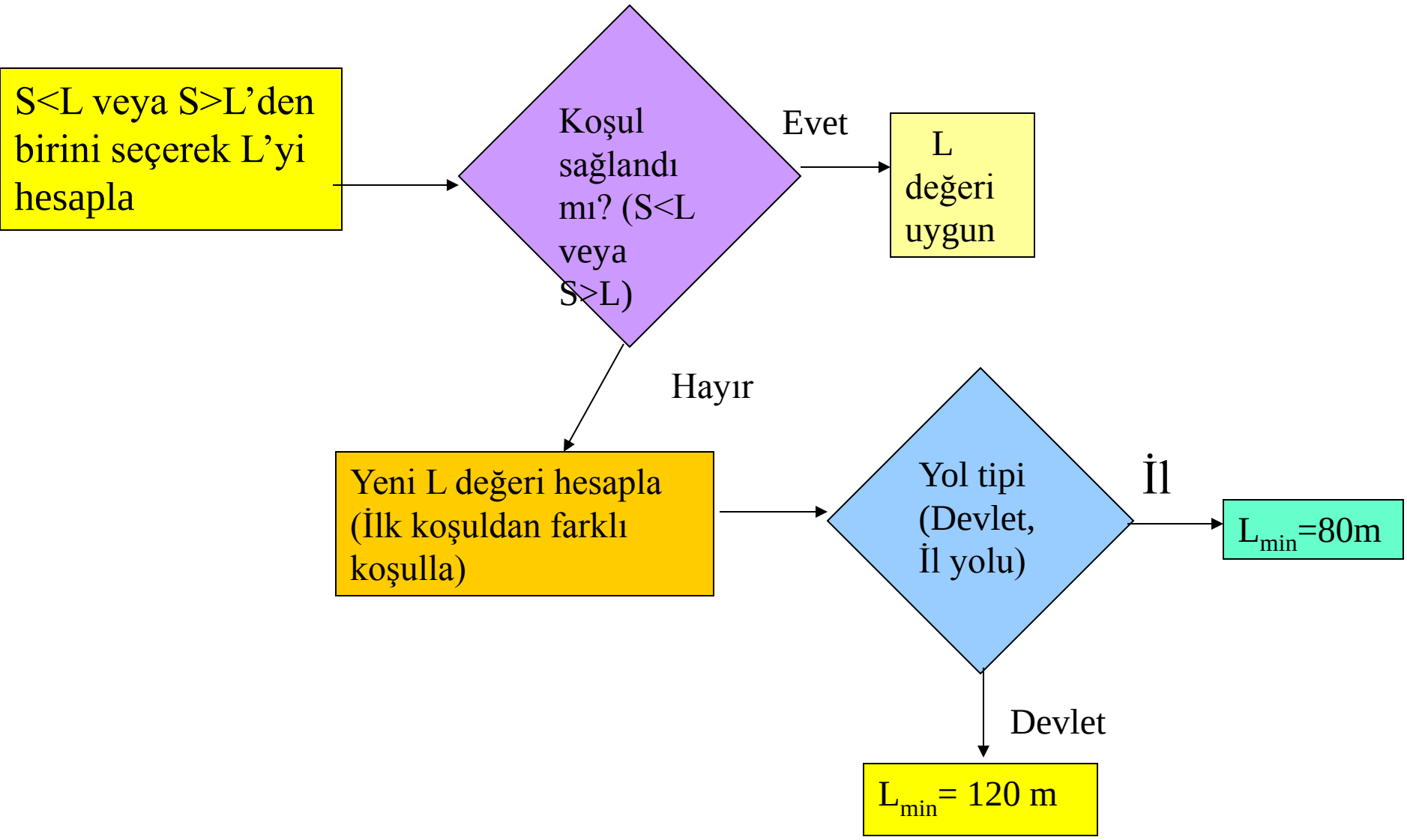
- K : Düşey kurp katsayısı
- L : Parabolik düşey kurb uzunluğu, m
- A : Eğimlerin cebrik farkı, %

Tablo 3.19 – Düşey Kurp Katsayısı

Tasarım Hızı (km/sa)	Duruş Görüş Mesafesi İçin			Geçiş Görüş Mesafesi İçin	
	DGM (m)	Tepe Düşey Kurp, K	Dere Düşey Kurp, K	GGM (m)	Tepe Düşey Kurp, K
20	20	1	3	-	-
30	30	2	4	200	46
40	50	6	9	270	84
50	65	10	13	345	138
60	80	14	16	410	195
70	100	23	22	485	272
80	125	35	28	540	338
90	150	51	35	615	438
100	180	73	44	670	520
110	210	100	52	730	617
120	240	130	60	775	695
130	270	165	69	815	769

Not : Tepe ve dere düşey kurpların dönüm noktalarının 15 m.lik kesiminde drenaj için gerekli tetkikler yapılmalıdır.

AASHTO 2001


S<L veya S>L'den birini seçerek L'yi hesapla
Koşul sağlandı mı? (S<L veya S>L)
Evet
L değeri uygun
Hayır
Yeni L değeri hesapla (İlk koşuldan farklı koşulla)
Yol tipi (Devlet, İl yolu)
İl
Lmin=80m
Devlet
Lmin= 120 m

Açık(Dere) Düşey Kurba Hesabı

Dere tipi duşey kurba tasariminda gözönune alinan hususlar:
— Far ışığı görüş uzunlugu.
— Konfor.
— Drenaj.
— Estetik.
— Ustgeçit.

Dere duşey kurp hesaplarında S, duruş görüş uzunluğu ya da far uzunluğudur.

Far uzunlugu en yazla 100 m kabul edilir.
Tasarimda;
• DGU, 100 m'den kisa ise DGU,
• DGU, 100 m'den uzun ise 100 m alinir. Bu durumda surucu hizini 100 m'de duracak şekilde azaltmalidir.

Açık(Dere) Düşey Kurba Hesabı

Dere duşey kurplarda göruşü sınırlayan bir ustgeçit veya benzeri engel yoksa, gündüz için göruş uzunlugu sorunu yoktur. Başka bir deyişle, kurbun eğriligi sebebiyle goruş uzunlugunda onemli bir kısalma olmaz. Fakat, gece yolculugunda far ışıgi ile sağlanabilen goruş uzunlugu uzerinde egrilik derecesinin etkisi olacaktir.
Dere duşey kurbun uzunlugu genellikle far işigi altindaki duruş goruş uzunluguna gore hesaplanir.

$$\mathbf{S < L\ için L = \frac{G.S^2}{2(h + S.tg\alpha)}} \qquad \mathbf{S > L\ için\ L = 2S - \frac{2(h + S.tg\alpha)}{G}}$$

$$\mathbf{S < L\ için\ L = \frac{G.S^2}{1{,}22 + 0{,}035S}} \qquad \mathbf{S > L\ için\ L = 2S - \frac{1{,}22 + 0{,}035S}{G}}$$

h= farın yerden yüksekliği(0,61m); α= farın taşıt ekseninden düşey sapması; S= duruş görüş uzunluğu; G= eğim farkı (g_1-g_2)

Konfor

Konfor bakımından yolculara belli bir değerden büyük ivmenin etkimesi istenmez. Geçiş sırasında meydana gelen düşey yöndeki ivmenin değeri:

$$a=\frac{v^2}{R}=\frac{V^2}{13\cdot R}$$

Kırmızı çizginin iki kolunun eğimlerinin cebrik farkı G ve dairede buna karşı gelen merkez açısı Δ ise düşey dönemecin uzunluğu,

$$L=R\cdot\Delta \qquad (\Delta=G) \qquad \longrightarrow \qquad L=\frac{V^2}{13\cdot a}\cdot G$$

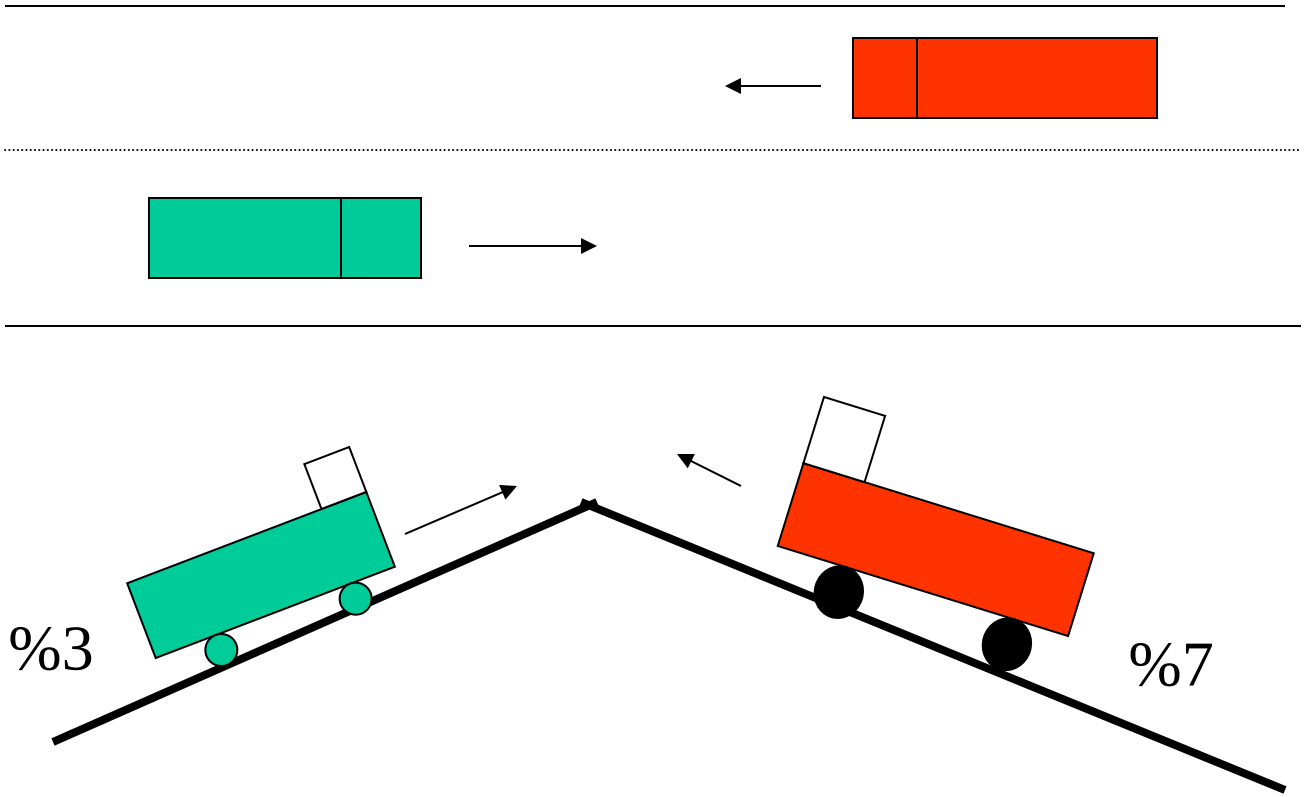
Yolcuyu rahatsız etmeyecek ivme değerleri 0,3~0,5m/sn^2. Bu değer 0,3 m/sn^2 alındığında

$$L=\frac{|G|\cdot V^2}{3{,}95}$$

Drenaj

- Drenaj açısından en düşük kottaki 15 m'lik kesimde boyuna eğimin en az % 0,30 olması arzu edilmektedir.
- Bu durum K katsayısının dere düşey dönemeçlerde en fazla 51 olması anlamına gelmektedir.
- Bu durum 100 km/sa proje hızına kadar bir sorun oluşturmaz.

b) Duruş görüş uzunluğuna göre L hesabı

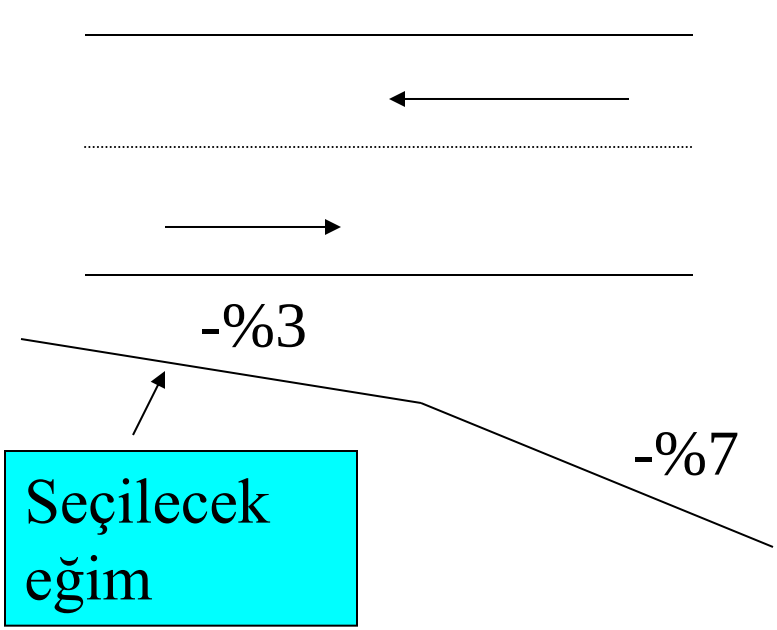


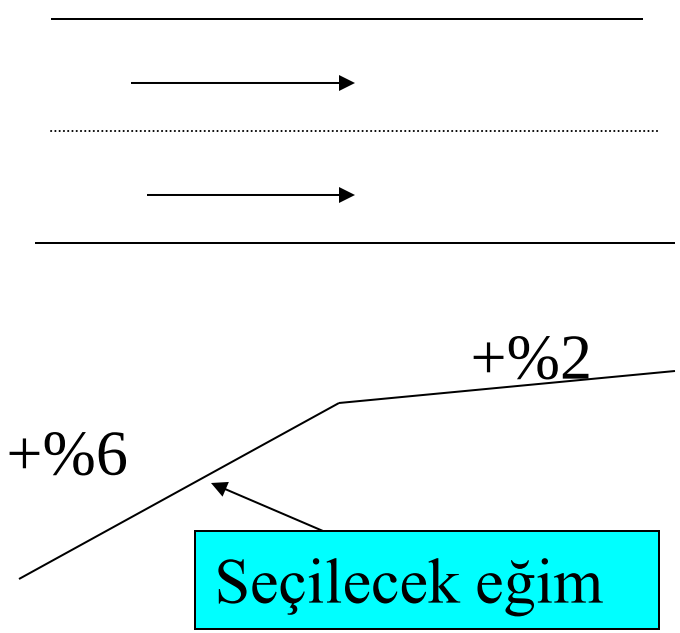
Duruş Görüş Uzunluğu için
Hangi eğim? %3? %7?

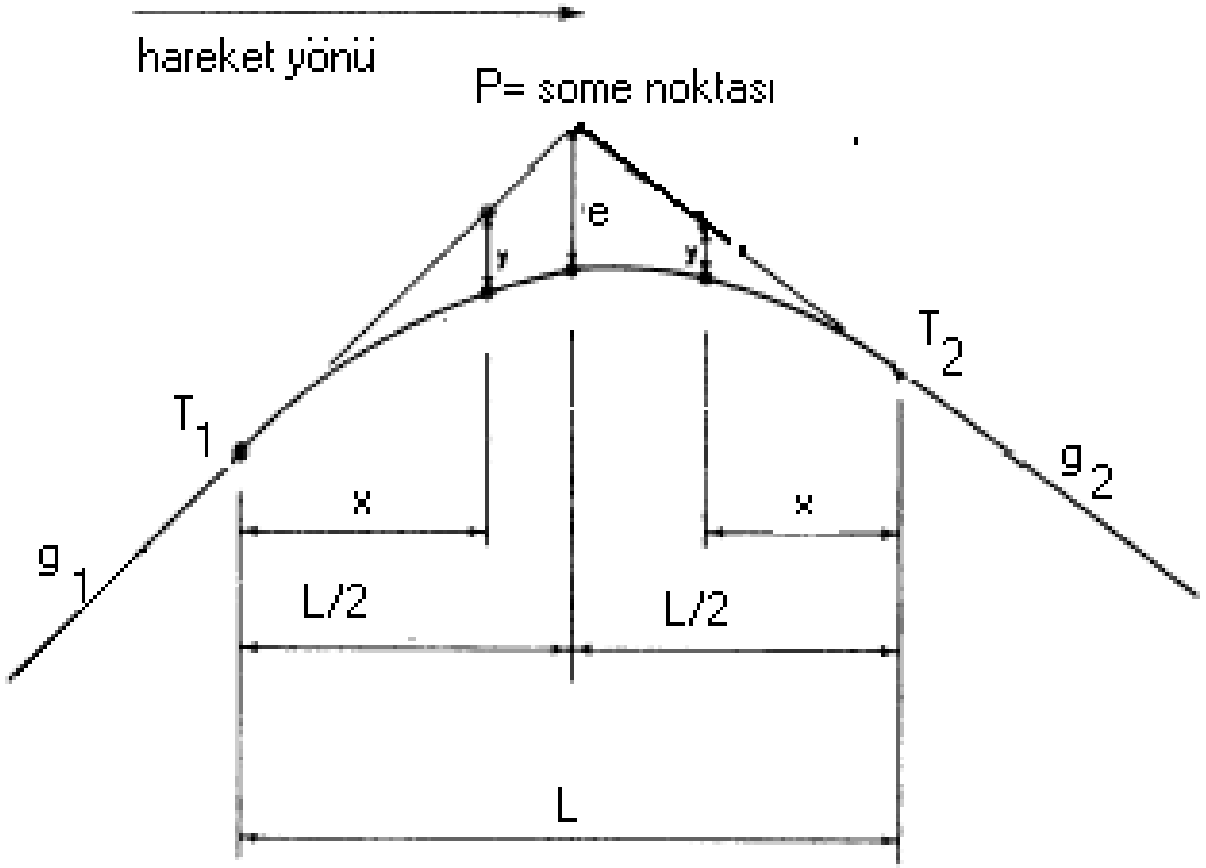
→ %3

Duruş Görüş Uzunluğu Hesabı

- **Bölünmüş yollarda ilk karşılaşılan eğim**
- **Bölünmemiş yollarda duruş görüş uzunluğunu maksimum yapacak yöndeki eğim.**

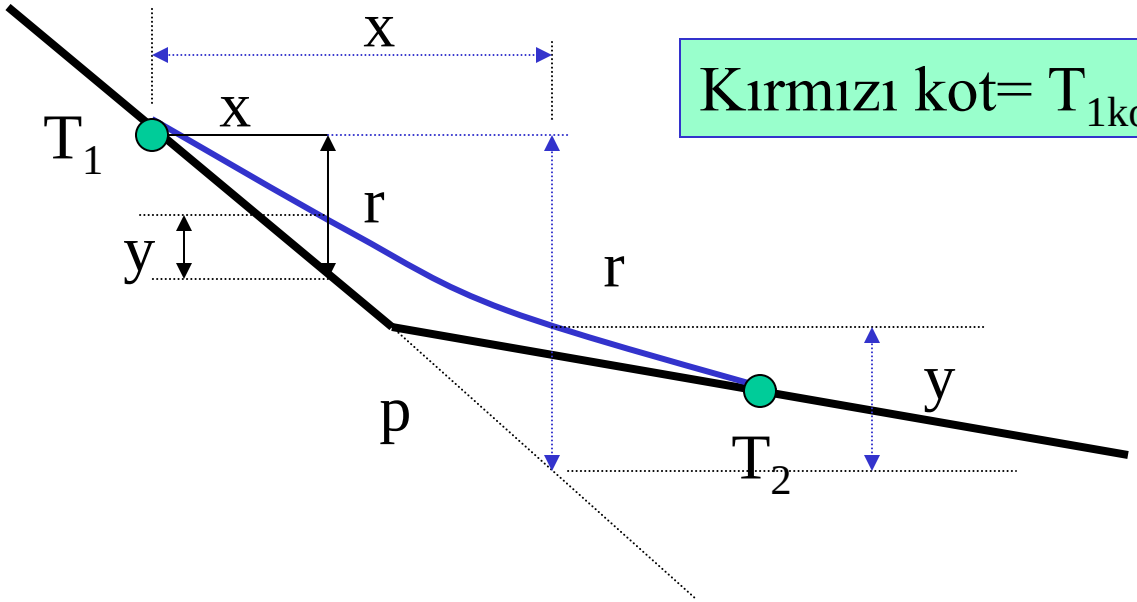




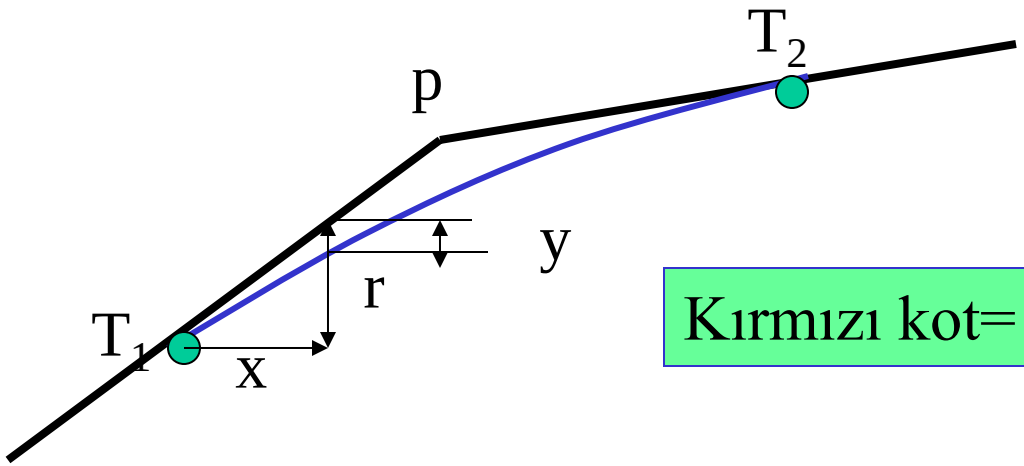


T_1 = Düşey kurba başlangıcı

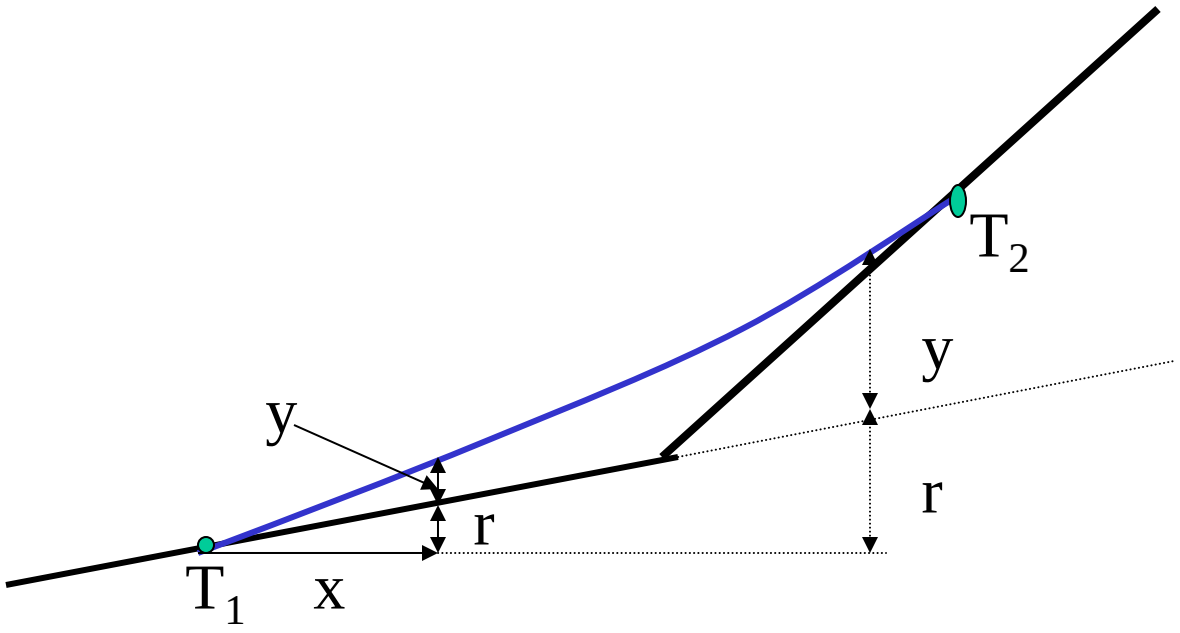
T_2 = Düşey kurba sonu



Kırmızı kot= T_{1kot}- r +y



Kırmızı kot= T_{1kot}+r - y



Kırmızı kot= T_{1kot}+r+y