

Otoyollarda deverin t yini için,

$$d = 0,003 \cdot V_T^2 \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{5000} \right) + 0,0125 \quad (1.143)$$

bağıntısı tavsiye edilmektedir. Burada V_T , maksimum saatler h ricinde grup h lindeki hızlı taşıtların erişebilecekleri enbüyük hız olarak tanımlanan temel hızdır.

1.4.5.3. DEVERİN UYGULAMA KESİMLERİ

Yatay kurbada uygulanacak olan deverin birdenbire verilmesi mümkün değıldir. Alinymanda  atı enkesiti, dendiğı şekilde eksen çizgisinden itibaren yanlara doğru genellikle (0,02) iniş eğıimli olan yuvarlanma yüzeyinin tedricen şekil değıştirerek kurba merkezine doğru üniform eğıimli h le gelmesi gerekir. Yuvarlanma yüzeyinin böyle şekil değıştirebilmesi için belirli uzunlukta bir kesime gereksinim doğmaktadır. Bu kesim, geçiş eğrisiz kurbalarda Dever Uygulama Bölgesine, geçiş eğrili kurbalarda, bizatihi geçiş eğrisine karşı gelir.

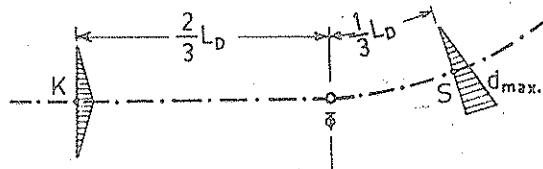
1.4.5.3.1. GEÇİŞ E RİSİZ HALDE DEVER UYGULAMASI

(1.4.5.3.) de belirtilen gerekten ötürü dever verilmesine ( )' dan belli bir uzaklık önce, y ni alinyman  zerindeki (K) noktasından ba lanır ve maksimum değerine kurba içindeki (S) noktasında ulaşılır. Deverin uygulanacağı uzunluk, ampirik

$$L_D = 0,0354 \frac{V^3}{R} \quad (1.144)$$

bağıntısından bulunur.

Kural olarak (L_D) bağıntısından tâyin edilen uzunluğun $\frac{2}{3}$ payı alinyman, $\frac{1}{3}$ payı kurba tarafında alınır. ( ekil 1.40)



Şekil 1.40

Bu uygulamanın iki sınırlaması bulunmaktadır.

$$1) d_{\max} = 0,10 \quad , \quad 2) L_{D\min} \geq 45 \text{ m. olmalıdır.}$$

Bu durumda (K) noktasında enkesit çatı biçiminde iken, (S) noktasında $d_{\max}$ değerinde üniform eğıimli olacaktır. Yapılacak olan i , (V_p) ve (R) belli ise L_D 'nin (1.144) bağıntısından hesabı ve kontrolü, ($d_{\max}$)'ın (1.142) bağıntısından hesabı ve kontrolü, ayrıca (K)'yı başlangıç ka- bul ederek her metrede bir uzaklıkla lineer büyüyecek şekilde (-0,02)  atı enkesiti eğıiminden itibaren dever değerlerini (S) noktasında ($d_{\max}$)'a ulaşacak biçimde uygulamaktan ibarettir. (S) noktasından ya- tay kurba simetri eksenini olan (B) noktasına kadar verilen, dever = $d_{\max}$ olarak aynı enine eğıimle devam edecek kurbanın diğer y rısında aynı işlem simetrik olarak tekrarlanacaktır. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan Dever Cetvelleri ile işlem kolay ve hızlı yapılabilmektedir. ( )

TANITICI ÖRNEK

Yarıçapı 300 metre olan bir yatay kurbada proje hızı $V_p = 70 \text{ km/st'e}$ göre doğrudan dever teşkil edilecektir. Kurbadaki maksimum deveri ve uygulama uzunluğunu tâyin ediniz. Yolda platform genişliği $B = 12,00 \text{ m.}$ dir.

      :

(1.142) nolu bağıntıdan,

$$d_{\max} = 0,00443 \frac{(70)^2}{300} = 0,07$$

(1.144) bağıntısından da

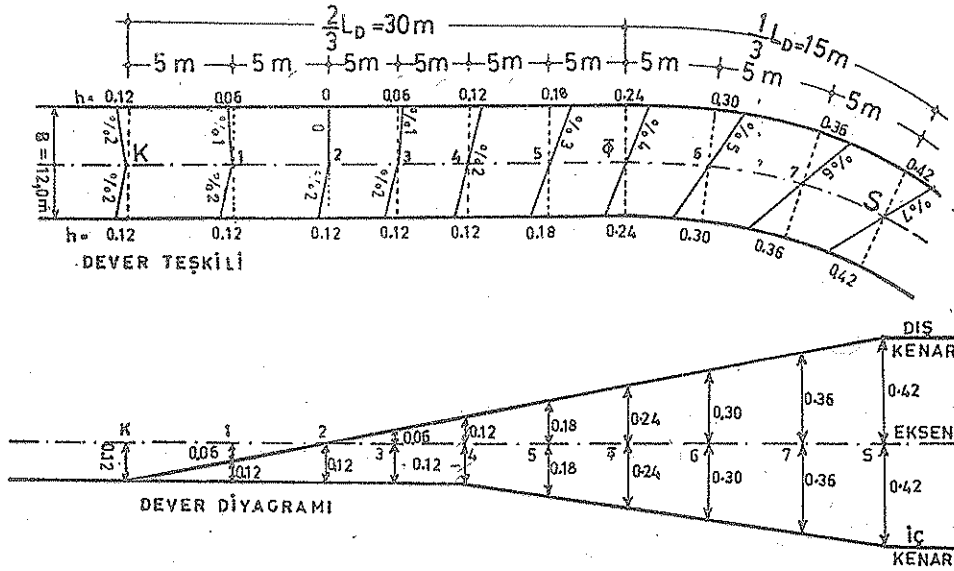
$$L_D = 0,0354 \frac{(70)^3}{300} = 40,47 \text{ m.} \rightarrow L_D = 45 \text{ m. alınır.}$$

( ) Büro ve Arazi i leri için Tip ve Tablolar.

T.C. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü Yayın No.134
1965.

TANITICI ÖRNEK

Banketleri ile birlikte toplam genişliği $B = 10$ m. olan bir geçki üzerinde bulunan $R = 600$ m.lik yarıçaplı bir kurbada dever uygulama-
sinin, yuvarlanma yüzeyinin iç kenar kotları sabit kalması suretiyle
yapılması istenmektedir. Geçki için kullanılan proje hızı $V_p = 90$ km/st.
olduğuna göre Not (b) deki şartı da kullanarak dever tasarımı yapınız.



Alinymandaki yüzey eğimi $(-0,02)$ olup $d = d_{\max}$ yani (S) noktasında ise $(0,07)$ dir. O halde 45 m. içinde dever $[+0,07 - (-0,02)] = 0,09$ kadar artacaktır. Yani enine eğim lineer olarak her $\frac{45}{9} = 5$ m.de bir $(0,01)$ kadar yükselecektir. Ara noktalarda enterpolasyon yapılabilir. Verilen şekilde dever uygulamasının yuvarlanma yüzeyinin eksen noktası hizasında döndürülmesi suretiyle yapıldığına dikkat edilmelidir.

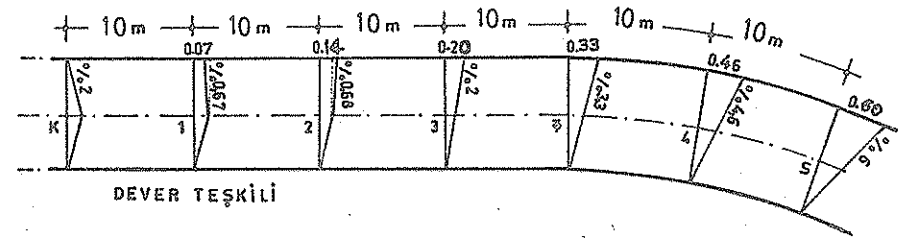
Not : Ülkemizde henüz uygulanmamakla birlikte yukarıda verilen iki ana şarta ek olarak, (B) platform genişliği ise

a) Dever, yuvarlanma yüzeyi geçki eksenini etrafında döndürülmek suretiyle verildiğinde, dever uygulama boyu,

$$L_{D(\min)} = 50 \cdot B \cdot d_{\max}$$

b) Dever, yuvarlanma yüzeyi bir kenar çizgisi etrafında döndürülmek suretiyle verildiğinde, dever uygulama boyu,

$$L_{D(\min)} = 100 \cdot B \cdot d_{\max} \quad \text{şartları mevcut bulunmaktadır.}$$



ÇÖZÜM :

Yine (1.142) deki bağıntıdan

$$d_{\max} = 0,00443 \frac{(90)^2}{600} = 0,06 \quad \text{elde edilir. (1.144) bağıntısından}$$

$$\text{dan } L_D = 0,0354 \frac{(90)^3}{600} = 43,01 \text{ m.}$$

Not (b)'ye göre $L_{D(\min)} = 100 \cdot B \cdot d_{\max} = 100 \cdot 10 \cdot 0,06 = 60$ m. olmalıdır.

Alinymanda yüzey eğimi $(-0,02)$ den $(+0,06)$ ya çıkacaktır. Buna göre dever 60 m. içinde $[+0,06 - (-0,02)] = 0,08$ kadar artacaktır. Başka bir deyimle dever her 10 metrede $\frac{8}{6} = 1,33$ $(0,0133)$ kadar yükselecektir. (S) noktasından öteye, bisektris kesitine kadar deverin

$d_{\max}$ = st olarak uygulanması gerektiği unutulmamalıdır.

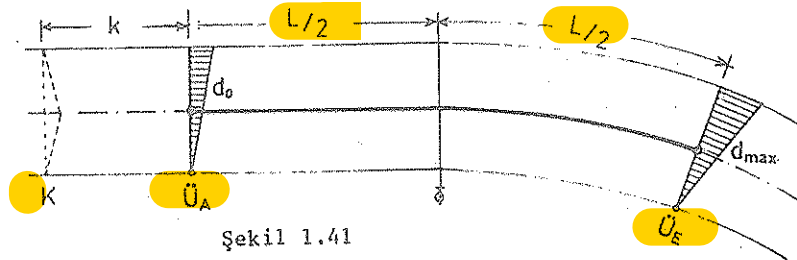
1.4.5.3.2. GEÇİŞ EĞRİLİ HALDE DEVER UYGULAMASI

(1.4.5.3) de verildiği şekliyle, alinyman ile yatay kurba arasında geçiş eğrisi mevcut ise, yol yüzeyine verilecek deverin değişimi ve maksimum değere ulaşması, geçiş eğrisi boyunca sağlanır. Zaten geçiş eğrisinin varlık nedenlerinden biride deverin uygulama kesimi olabilmesidir.

Ayrıca (1.4.4.2.3.) den de geçiş eğrisinin yarı boyunun $(L/2)$ alinyman tarafında, diğer yarı boyunun da $(L/2)$ yatay kurba dairesi tarafında alındığı bilinmektedir. Geçiş eğrisi üzerinde eğrilik hızla artmaya başlayacağından, merkezkaç kuvveti de taşıta hemen etkimeye başlayacaktır. Bu itibarla daha geçiş eğrisinin alinymana teğet olduğu (U_A) noktasında (d_0) dever miktarı olan $(0,02)$ ye ulaşılmış olması istenir. Dever, tıpkı (L_D) 'de olduğu gibi bu defa geçiş eğrisi boyunca (d_0) 'dan $(d_{\max})$ 'a kadar lineer artar. Burada geçiş eğrisinin ikinci bir görevi de meydana çıkmaktadır. (*)

(d_0) bilindiği üzere alinymandaki çatı enkesitinin enine eğimi olan $(0,02)$ değerine eşittir. Doğal olarak kurbada uygulanacak $(d_{\max})$ (1.142) de verilen bağıntıdan $d_{\max} = f(V, R)$ olarak hesaplanacaktır.

Geçiş eğrili bir yatay kurbada o halde dever uygulaması şekil (1.41)'e uygun bir şekilde verilecektir.



Şekil 1.41

- (*) 1) Geçiş Eğrisi üzerinde eğrilikler lineer artar.
2) Geçiş Eğrisi üzerinde dever lineer artar.

Şekle dikkat edilirse Geçiş Eğrisinin başlangıç noktası (U_A) 'da dever, çatı enkesitinden kurtulmuş ve üniform bir (d_0) değerine erişmiştir. Bu duruma göre çatı enkesitinden, üniform (d_0) 'a geçiş için bir uzunluğa ihtiyaç olduğu görülmektedir. Geçiş eğrili dever uygulamasında çatı enkesit eğimlerinden üniform dever eğimine geçiş için gerekli uzaklığa rampa boyu denir, ve (k) harfi ile gösterilir.

Geçiş eğrili kurbalarda deverin şekil değiştirebilmesi için gerekli bulunan (k) rampa boyu, deverin yuvarlanma yüzeyinin **eksen çizgisi** etrafında dönerek verilmesi durumunda (I Durumu)

$$k = \frac{2 \cdot L \cdot h_1}{h_2 - h_1} \quad (1.145)$$

bağıntısı ile verilebilir. Burada (L) geçiş eğrisi boyunu, (h_1) U_A noktasındaki, (h_2) de U_E noktasındaki eksenle dış kenar çizgileri arasındaki kot farkını göstermektedir.

Deverin, yuvarlanma yüzeyinin **içkenar çizgisi** etrafında dönerek verilmesi durumunda (k) rampa boyu (II Durumu),

$$k = \frac{L \cdot h_1}{h_2 - h_1} \quad (1.146)$$

bağıntısından hesaplanır. (L) önceki gibi geçiş eğrisi boyu, (h_1) U_A noktasındaki (h_2) de U_E noktasındaki kenar çizgileri arasında bulunan kot farkıdır. Rampa boyu bağıntısının çıkartılmasında geçiş eğrisi üzerinde dış kenar çizgisinin lineer verilen devere uygun olarak lineer yükseldiği dikkate alınır. (Şekil 1.42).

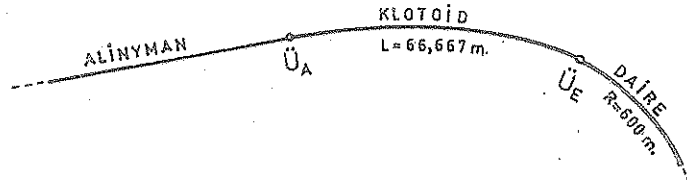
[I] Durumunda çatı enkesitinden itibaren dışkenar çizgisinin AYNI EĞİMLDE yükselmesi gerektiği düşünüldüğünde $\text{tg}\alpha = \text{tg}\alpha'$ olmalıdır.

$$\text{tg}\alpha = \frac{h_1}{k/2} \quad ; \quad \text{tg}\alpha' = \frac{h_2 - h_1}{L}$$

ifadeleri eşitlenerek (1.145) bağıntısı elde edilir.

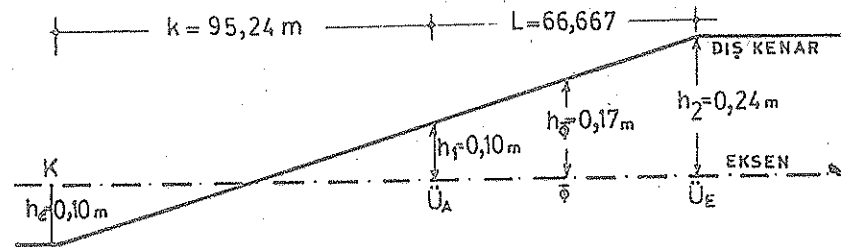
[II] Durumunda benzer düşünce ile $\text{tg}\beta = \text{tg}\beta'$ ise $\text{tg}\beta = \frac{h_1}{k}$; $\text{tg}\beta' = \frac{h_2 - h_1}{L}$ ifadeleri eşitlenerek (1.146) bağıntısı elde edilir.

Buna göre $L = \frac{A^2}{R} = \frac{(200)^2}{600} = 66,667$ m. olarak t ayin edilir.



b) Yuvarlanma yüzeyinin eksen etrafında döndürülerek dever verilmesi durumu :

Bu durumda eksen ve dış kenar çizgileri şekildeki gibi gelişecektir :



Alinymanda dış kenar kotu ile eksen kotu arasındaki fark (h_e) ise, $h_e = \frac{B}{2} \cdot d = \frac{10,00}{2} \times 0,02 = 0,10$ m. olur. U_A noktasında dış kenar (d_0) deverine göre eksen kotundan (h_1) kadar yükselmiştir.

$$h_1 = \frac{B}{2} \cdot d_0 = \frac{10,00}{2} \times 0,02 = 0,10 \text{ m. } (h_1 - h_e \text{ 'dir.})$$

U_E noktasında dış kenar, üniform maksimum devere göre eksen kotundan (h_2) kadar yükselmiştir.

$$h_2 = \frac{B}{2} \cdot d_{\max} = \frac{10,00}{2} \times 0,047 = 0,24 \text{ m.}$$

Φ noktasında ise lineer artımdan dolayı :

$$d_{\Phi} = \frac{d_0 + d_{\max}}{2} = \frac{0,02 + 0,047}{2} = 0,0335 \text{ olur.}$$

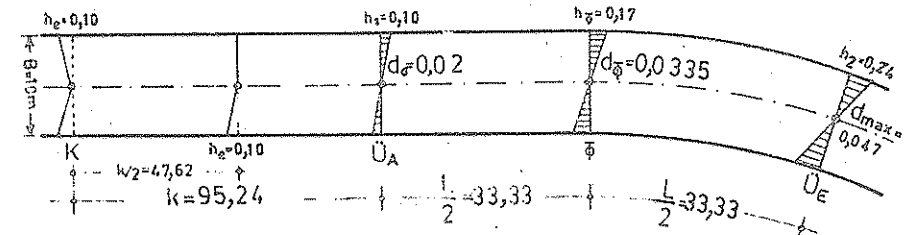
$$h_{\Phi} = \frac{B}{2} \cdot d_{\Phi} = \frac{10,00}{2} \times 0,0335 = 0,17 \text{ m. olur.}$$

$$(Ayrıca \ h_{\Phi} = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{0,10 + 0,24}{2} = 0,17 \text{ m.dir.})$$

Rampa boyu : (1.145)'den

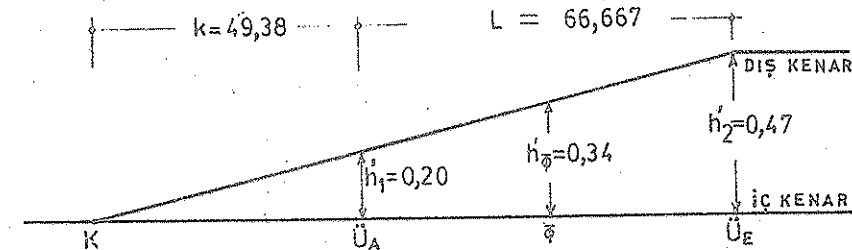
$$k = \frac{2.66,67.0,10}{0,24 - 0,10} = 95,24 \text{ m. dir.}$$

Hesaplara göre dever sistemi pl nı :



c) Yuvarlanma yüzeyinin i  kenar çizgisi etrafında döndürülerek dever verilmesi durumu :

Bu durumda i  ve dış kenar çizgileri şekildeki gibi gelişecektir :



Alinymanda dış ve i  kenar aynı kottadır. Dış kenar (K) noktasından itibaren lineer yükselir. U_A noktasında dış kenar, d_0 deverine göre i  kenar kotundan (h_1) kadar yükselmiştir.

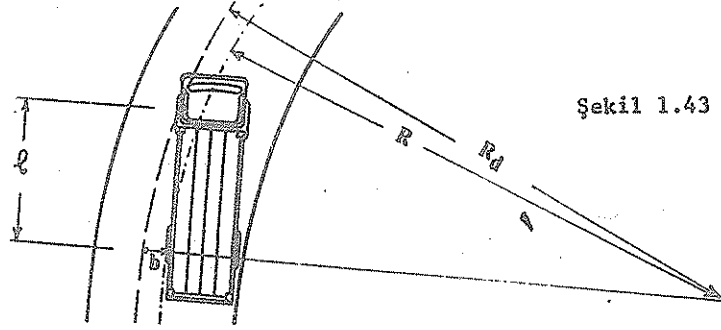
$$h_1 = B \cdot d_0 = 10,00 \times 0,02 = 0,20 \text{ m.}$$

U_A noktasında dış kenar, üniform maksimum devere göre i  kenar kotundan

1.4.6. YATAY KURBALARDA GENİŞLETME

Yatay kurbada seyreden taşıtların ön ve arka tekerlekleri ayrı ayrı dairesel yörünge çizerler. Bu bakımdan kurba içinde taşıt tarafından süpürülen alanın genişliği, alinyamada süpürülen alan genişliğinden daha fazladır.

Taşıtın en dış ve en iç kenarlarının taradığı alan iki paralel daire yayı arasında kalır. (Şekil 1.43)



Şekil 1.43

Dış daire yarıçapı (R_d), dış dairenin taşıta en uzak mesafesi (b) ile gösterildiğinde,

$$b = R_d - \sqrt{R_d^2 - l^2} = R_d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{l^2}{R_d^2}}\right) \text{ olur.}$$

Dönülen şeridin ortalama yarıçapı (R), taşıtın en dış noktası ile, dış daireden en uzak noktası arasındaki mesafe (l)'ye göre çok büyükse gerekli kısaltmalar yapılarak,

$$b = \frac{l^2}{2R} \quad (1.147)$$

elde edilir. Bu ifade, her bir şeride verilecek genişletme miktarıdır. Bu terim, (n) şerit sayısı kadar çoğaltılarak kullanılmalıdır.

$$b = \frac{n \cdot l^2}{2R} \quad (1.148)$$

Bağıntıdaki (l) ifadesi, yoldaki hâkim taşıt cinsine göre tayin edilmelidir. Ağır taşıt trafiği fazla ise $l = 10 - 12$ m. alınmalıdır. Hız uygulanabilen yollarda (1.148) ifadesine $\frac{0,05 \cdot V_p}{\sqrt{R}}$ emniyet terimi ek-

lenmesi uygun karşılanmaktadır. Bu durumda toplam genişletme miktarı,

$$b = \frac{n \cdot l^2}{2R} + \frac{0,05 \cdot V_p}{\sqrt{R}} \quad (1.149)$$

bağıntısı ile hesaplanmalıdır.

Ülkemizde kurba yarıçapları itibariyle uygulanan genişletmeler aşağıda verilmiştir.

Kurba Yarıçapı (m)	Şerit Başına Genişletme (m)
50	1,00
100	0,75
150	0,50
200 ve (>200)	0,00

1.4.6.1. GENİŞLETMENİN UYGULAMA KESİMİ

Genişletme uygulanması sırasında işlemin hangi noktada başlayacağı ve biteceği önem kazanır. Kurbanın geçiş eğrili olup olmamasına göre uygulama kesimi aşağıda belirtilen noktalar arasında tasarlanır:

1) Genişletme, geçiş eğrisiz kurbalarda, (L_D) Dever Uygulama Uzunluğu boyunca yapılır. (L_D)'nin başlangıcında sıfır olan genişletme, (L_D)'nin bitim noktasında, $b = b_{\max}$ değerine ulaşır. Artış doğal olarak lineerdir. Kurbanın daire kısmı devamınca (b) genişletmesi, kurba simetri eksenine kadar sâbit olarak devam eder.

2) Genişletme, Geçiş Eğrili kurbalarda, (L) geçiş eğrisi boyunca uygulanır. Yine (L)'nin başlangıcı (U_A)'da sıfır olan genişletme miktarı, (L)'nin bitiminde (U_E)'de ($b_{\max}$) olur. Burada da genişletmenin artışı lineer olmaktadır. Önceki durumda olduğu gibi genişletme ($b_{\max}$)'a vardıktan sonra sâbit olarak kurba simetri eksenine kadar devam etmelidir.

1.4.6.2. TEK VE ÇİFT TARAFLI GENİŞLETME UYGULAMASI

Yatay kurbaya girişteki genişletme, platformun tek tarafında (iç kenar üzerinde) uygulanabileceği gibi, her iki tarafında da uygulanabilir. Bu sonuncu durumda ($b_{\max}$) miktarının yarısı platformun iç kenarında, diğer yarısı da dış kenarında verilir.

Genişletmenin iki kenar üzerinde yapılması geçiş eğrili kurbalarda daha sık uygulanmaktadır.

TANITICI ÖRNEKLER

I - Proje hızı $V_p = 80$ km/st'e göre tasarlanan 2×3 m. genişlikte olan bir karayolunda, eksendeki yarıçapı $R = 100$ m. olan bir yatay kurbaya girişte uygulanacak genişletmenin iç kenar üzerinde yapılması istenmektedir. Kurbada geçiş eğrisi kullanılmamıştır. ($b_{\max}$)'ı tâyin ederek, kurbanın şeklini çiziniz.

(Karayolunun ağır taşıt trafiğine hizmet vereceği öngörülmektedir.)

ÇÖZÜM :

Maksimum Genişletmenin Hesabı

Yol iki şeritlidir; $V_p = 80$ km/st; Ağır taşıt trafiği hâkim olacaktır. $\ell = 12$ m. seçilmiştir. (1.149)'dan

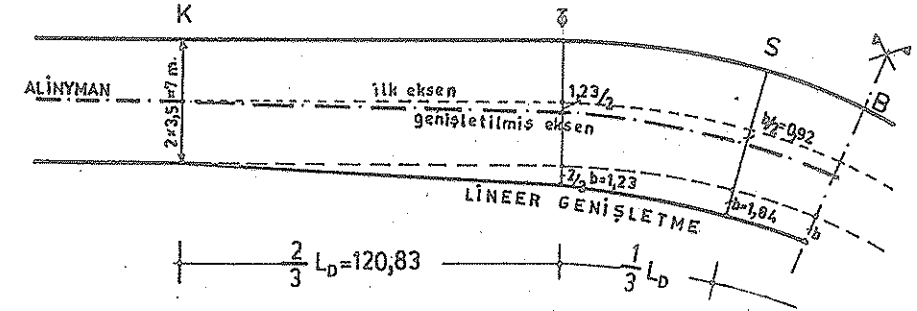
$$b_{\max} = \frac{2 \cdot (12)^2}{2 \cdot 100} + \frac{0,05 \cdot 80}{\sqrt{100}} = 1,44 + 0,40 = 1,84 \text{ m.}$$

(Not 1 : TCK Normlarına göre $R = 100$ m. ise $b_{\max} = 2 \times 0,75 = 1,50$ m. alınacağına dikkat edilmelidir.)

Genişletme Uygulama Boyu Hesabı

Bu boy (L_D)'ye eşittir. (1.144) bağıntısından

$$L_D = 0,0354 \cdot \frac{(80)^3}{R} = 181,25 \text{ m.}$$



(Not 2 : Her iki şeritte de genişletmenin sağlanması için şerit çizgisinin, her noktada toplam genişletmenin yarısı kadar iç kenara doğru ötelenmesi gerektiğine dikkat edilmelidir.)

II - Eksendeki yarıçapı $R = 200$ m. olan bir kurbada $p' = 0,4$ m/sn³ sademe değerine göre hesaplanacak olan geçiş eğrisi üzerinde genişletme tasarımı yapınız.

Genişletmenin her iki kenarda yapılacağı kabul edilmiştir.

Diğer verilenler : $V_{\text{proje}} = 90$ km/st ; Kaplama genişliği $= 2 \times 3,5 = 7$ m. Ağır taşıt trafiği için $\ell = 10$ m.

ÇÖZÜM :

Maksimum Genişletmenin Hesabı

(1.149)'dan

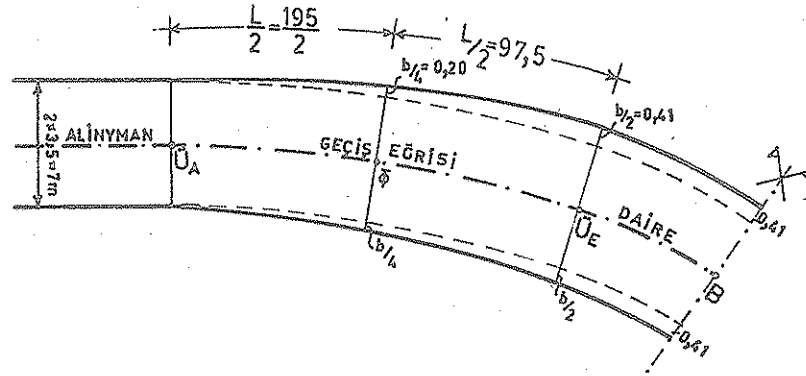
$$b_{\max} = \frac{2 \cdot (10)^2}{2 \cdot 200} + \frac{0,05 \cdot 90}{\sqrt{200}} = 0,50 + 0,32 = 0,82 \text{ m.}$$

(1.4.6.1.—2. ye göre $\frac{b}{2} = \frac{0,82}{2} = 0,41$ m. her iki tarafta uygulanır.)

Genişletme Uygulama Boyu Hesabı

Bu boy geçiş eğrisi boyuna eşit alınır; (1.109)'dan $p' = 0,4$ m/sn³

için $L = \frac{(90)^3}{18,7 \cdot 200} = 194,92 \text{ m.} = 195,0 \text{ m.}$ Bu değer yarısı ℓ 'nin bir tarafında, yarısı da diğer tarafında alınarak geçiş eğrisi uygulanır.



Genişletme artışı lineer olduğuna göre $\frac{b}{2}$ hizasında her iki tarafta $\frac{b}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{b}{4} = \frac{0,82}{4} = 0,20$ m. genişletme mevcut olmaktadır.

1.4.7. YATAY KURBA TASARIMINA GENEL BAKIŞ

Bir yatay kurbanın tasarlanması sırasında üç ana etkenin rol aldığı görülür.

Tasarlama sırasında ;

- Kurbada Geçiş Eğrisi kullanılıp kullanılmayacağı,
- Deverin, yuvarlanma yüzeyinin ekseninde, ya da kenarlardan biri üzerinde döndürülmesi suretiyle yapılması seçeneklerinden birinin tercih edilmesi,
- Genişletmenin yapılıp yapılmayacağı, konularında karar verilmelidir. Yatay kurba plânlamasının geçiş eğrili olarak tasarlanması durumu (A), geçiş eğrisiz olarak yapılması durumu (B), deverin yuvarlanma yüzeyinin eksen etrafında döndürülerek verilmesi durumu (C), iç veya dış kenar etrafında döndürülerek verilmesi durumu (D), yatay kurbanın genişletmeli çözümü (E), genişletmesiz plânlaması da (F) harfleri ile gösterildiğinde, (A) ile (B), (C) ile (D) ve (E) ile (F) birarada olmamak kaydıyla aşağıdaki kombinasyonlar oluşabilmektedir.

ACE	BCE	ADE	BDE
ACF	BCF	ADF	BDF

Yâni kısaca bir yatay kurba,

- 1- Geçiş eğrili, eksenden deverli ve genişletmeli
- 2- Geçiş eğrili, eksenden deverli ve genişletmesiz
- 3- Geçiş eğrisiz, eksenden deverli ve genişletmeli
- 4- Geçiş eğrisiz, eksenden deverli ve genişletmesiz
- 5- Geçiş eğrili, kenardan deverli ve genişletmeli
- 6- Geçiş eğrili, kenardan deverli ve genişletmesiz
- 7- Geçiş eğrisiz, kenardan deverli ve genişletmeli
- 8- Geçiş eğrisiz, kenardan deverli ve genişletmesiz

olmak üzere sekiz tipte çözülebilmektedir. (4) ve (8) tipindeki yatay kurba tasarımı, ana çizgileriyle (1.4.5.3.1)'deki ve (2) ile (6) tipindeki plânlama da (1.4.5.3.2.)'deki örneklerde çözülmüş bulunmaktadır. Aşağıdaki örnek problemlerde de (1) ve (7) tipi yatay kurba için çözüm verilmektedir.

ÖRNEK PROBLEMLER

I- İki alinyman doğrultusu $\Delta = 93,38$ gradlık sapma açısı altında S noktasında kesismektedirler. $S_{km} = (3+502)$ 'dir. Alinymanlar arasında $R = 150$ m. yarıçaplı bir yatay kurba yerleştirilecektir. Yol iki şeritli olup genişliği $2 \times 3,5 + 2 \times 1,5 = 10,0$ m.dir. $V_p = 85$ km/st. alınarak yatay kurbayı (1) tipine göre tasarlayınız. Ayrıca $(3+329)^{34}$ ve $(3+404)^{34}$ kilometrelerindeki enkesitlerin dever detaylarını veriniz.

Not : Geçiş eğrisi olarak klotoid kullanılacaktır. Trafikte ağır vasıta çoğunluktadır. $\ell = 12,0$ m. alınacaktır.

ÇÖZÜM : Kurba Geometrisi :

$$(1.93) \text{ bağıntısından } t = 150 \cdot \tan 46,69 = 150 \times 0,901067 = 135,16 \text{ m.}$$

$$(1.95) \text{ bağıntısından } D = 2 \cdot \pi \cdot 150 \cdot \frac{93,38}{400} = 220,02 \text{ m.}$$

$$(1.97) \text{ bağıntısından } S_{km} = (3+502) - 135,16 = (3+366)^{84}$$

Geçiş Eğrisi Özellikleri

Sademe değeri $p' = 0,4$ için $L = \frac{(85)^3}{18,7 \times 150,0} = 218,94 \text{ m.}$

Klotoid için $L \cdot R = A^2$ ise $218,94 \times 150,0 = 32841$

$$A = \sqrt{32841} = 181 \text{ Seçilen } A = 150$$

Buna göre $L = \frac{A^2}{R} = \frac{(150)^2}{(150,0)} = 150,0 \text{ m.}$

(L) Boyunun Tahkiki

$$\frac{L}{2} < \frac{D}{2} \text{ olmalı } \frac{150}{2} < \frac{220,72}{2} \text{ Geometrik yönden (L) uygundur.}$$

Sademe yönünden (1.108) bağıntısından $p' = \frac{(85)^3}{46,7 \times 150 \times 150} = 0,584 \text{ m/sn}^3$ olur. $L = 150 \text{ m.}$ uygun değerdir.

A Parametresinin Tahkiki

(1.132)'den $\frac{L}{3} < A < 150$ Optik koşul

(1.133)'den $A_{\min} = 0,17 \sqrt{\frac{V_p}{(85)^3}} = 133,2$ Dinamik koşul

(1.134)'den $A_{\min} = \sqrt{\frac{B}{\frac{10,0}{2} \times 150 \times \left(\frac{0,02+0,10}{0,005} \right)}} = 134,16$
Enine Eğim Kriteri

seçilen parametre değeri $A = 150$ uygundur.

(1.124)'den $X = 150,0 - \frac{L}{40 \cdot (150)^4} + \frac{L}{3456 \cdot (150)^8}$

$$X = 150,0 - 3,75 + 0,043 = 146,29 \text{ m.}$$

(1.125)'den $Y = \frac{L}{6 \cdot (150)^2} - \frac{L}{336 \cdot (150)^6} + \frac{L}{42240 \cdot (150)^{10}}$

$$Y = 25,0 - 0,446 + 0,0036 = 24,959 \text{ m.}$$

(1.114)'den $\tau = \frac{L}{2 \cdot 150,0} \times 57,2958 = 28^\circ,6479$

$$\cos \tau = 0,87758$$

$$Y+R+\text{cost}$$

(1.127)'den $Y_m = 24,959 + 150,0 \times 0,87758 = 156,596 \text{ m.}$

$$Y_m - R$$

(1.128)'den $\Delta R = 156,596 - 150,0 = 6,596 \text{ m.}$

(Not : Diğer elemanlar ayrıca t  yin edilebilir.)

Dever   zellikleri

(1.142)'den $d_{\max} = 0,00443 \frac{(85)^2}{150} = 0,213 > 0,10$

Dever 0,10 ile sınırlandırıldığına g  re $d_{\max} = 0,10$ alınır.

$$0,10 = 0,00443 \frac{V^2}{150} \rightarrow V_{\text{sınırlı}} = 58,2 \text{ km/st.}$$

Bu kurbanın başlangıcına hız sınırlamasını belirten pano işaret konmalıdır. Sınırlandırılmış hıza g  re (1.107)'den sademe tahkiki :

$$p' = \frac{(58,2)^3}{46,7 \times 150,0 \times 150,0} - \frac{58,2 \times 0,10}{36,7 \times 150,0} = 0,18 - 0,001 = 0,179 < 0,4$$

uygundur.

(1) Tipine g  re; dever eksen ko u s  bit kalmak suretiyle verilecektir.

l =taşıtın en dış noktası ile dış daireden en uzak nokta arası mesafe

Genişletme   zellikleri

(1.149)'dan $b = \frac{2 \cdot (12,0)^2}{2 \cdot (150,0)} - \frac{0,05 \cdot 85 \cdot V_p}{\sqrt{150,0}} = 1,30 \text{ m.}$

(Not : TCK standartlarına g  re $R = 150 \text{ m.}$ için $b = 2 \times 0,50 = 1,00 \text{ m.}$ olmaktadır.)

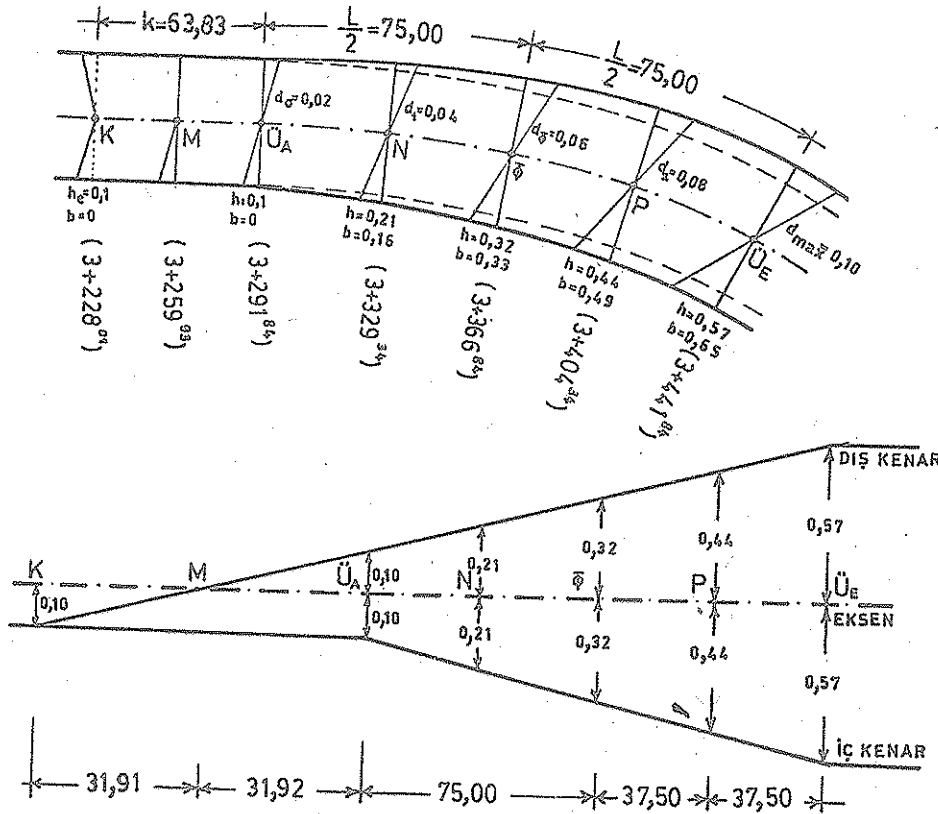
Geni letme U_E noktasında $\frac{b}{2} = \frac{1,30}{2} = 0,65 \text{ m.}$; $\emptyset$ noktasında

$$\frac{b}{4} = \frac{1,30}{4} = 0,33 \text{ m. olacaktır.}$$

Rampa Boyu Hesabı

$h_l = d \cdot B / 2 = 5 \times 0,02 = 0,10$
(1.145)'den $k = \frac{2 \cdot 150,0 \cdot 0,10}{0,57 - 0,10} = 63,83 \text{ m.}$

$$h_2 = d_{\max} \cdot ((B+b)/2) = 0,1 \cdot (11,3/2) = 0,57$$



$$U_{A \text{ km}} = \bar{U}_{\text{km}} - \frac{L}{2} = (3+366, \frac{84}{4}) - 75,00 = (3+291, \frac{84}{4})$$

$$K_{\text{km}} = U_{A \text{ km}} - k = (3+291, \frac{84}{4}) - 63,83 = (3+228, \frac{01}{4})$$

$$U_{E \text{ km}} = \bar{U}_{\text{km}} + \frac{L}{2} = (3+366, \frac{84}{4}) + 75,00 = (3+441, \frac{84}{4})$$

$$M_{\text{km}} = U_{A \text{ km}} - \frac{k}{2} = (3+291, \frac{84}{4}) - \frac{63,83}{2} = (3+259, \frac{93}{4})$$

$$N_{\text{km}} = U_{A \text{ km}} + \frac{L}{4} = (3+291, \frac{84}{4}) + \frac{150,0}{4} = (3+329, \frac{34}{4})$$

$$P_{\text{km}} = \bar{U}_{\text{km}} + \frac{L}{4} = (3+366, \frac{84}{4}) + \frac{150,0}{4} = (3+404, \frac{34}{4})$$

Nokta	Kilometraj	Genişletme (m)	Toplam Platform Genişliği (m)	Dever Miktarı	Eksen Kotuna G6re Dış Kenar Y6kseilmesi h_i
K	(3+228 ⁰¹)	0,00	10,00	-0,02	-0,10 (m)
M	(3+259 ⁹³)	0,00	10,00	$\pm 0,00$	$\pm 0,00$
U_A	(3+291 ⁸⁴)	0,00	10,00	+0,02	+0,10
N	(3+329 ³⁴)	0,16+0,16	10,32	+0,04	+0,21
$\bar{U}$	(3+366 ⁸⁴)	0,33+0,33	10,66	+0,06	+0,32
P	(3+404 ³⁴)	0,49+0,49	10,98	+0,08	+0,44
U_E	(3+441 ⁸⁴)	0,65+0,65	11,30	+0,10	+0,57

II - Aşağıda geometrik 6zellikleri verilmiş bulunan yatay kurbayı, ge-
 7iç eğrisiz, kenardan deverli ve genişletmeli olarak (7 Tipinde) plan-
 layınız.

Verilenler: $R = 175 \text{ m.}$; $\Delta = 87^{\circ}55$; $S_{\text{km}} = (0+943)$;
 $V = 95 \text{ km/st.}$; $l = 10 \text{ m.}$; Platform iki şeritli ve
 $2 \times 3,5 + 2 \times 2,00 = 11,00 \text{ m.}$ genişliktedir.

76Z6M :

Kurba Geometrisi

$$(t = R \cdot \text{tg} \frac{\Delta}{2})' \text{den } t = 175 \times \text{tg} \frac{87^{\circ}55}{2} = 175 \times 0,95812 = 167,67 \text{ m.}$$

$$(D = 2\pi R \frac{\Delta}{360})' \text{den } D = 2 \cdot \pi \cdot 175 \cdot \frac{87^{\circ}55}{360} = 267,40 \text{ m.}$$

$$(\bar{U}_{\text{km}} = S_{\text{km}} - t)' \text{den } \bar{U}_{\text{km}} = (0+943) - 167,67 = (0+775^{\frac{33}{4}})$$

$$(B_{\text{km}} = \bar{U}_{\text{km}} + \frac{D}{2})' \text{den } B_{\text{km}} = (0+775^{\frac{33}{4}}) + \frac{267,40}{2} = (0+909^{\frac{03}{4}})$$

Dever ve Genişletme i7in Uygulama Kesimi Hesabı

$$(1.144)' \text{den } L_D = 0,0354 \frac{(95)^3}{175} = 173,43 \text{ m.}$$

$$\frac{L_D}{2} < \frac{D}{2} ; \text{ ayrıca } L_D > 45 \text{ m. olmalıdır.}$$

$$\frac{173,43}{2} < \frac{267,40}{2} ; \text{ Geometrik y6nden } L_D \text{ uygundur.}$$

$$\frac{2}{3} L_D = 173,43 \times \frac{2}{3} = 115,62 \text{ m.} ; \quad \frac{1}{3} L_D = 173,4 \times \frac{1}{3} = 57,81 \text{ m. ise}$$

Ø noktasındaki dever için $d_{\text{Ø}} = \frac{d_o + d_{\text{max}}}{2} = \frac{0,02 + 0,10}{2}$

$d_{\text{Ø}} = 0,06$ olacaktır. Ayrıca bu değer şu düşünce ile de bulunabilir:

$\frac{2}{3} \cdot L_D = 115,62$ ise bu uzunluk içinde dever $\frac{115,62}{14,45} = 8$, yani

$(0,01) \times 8 = 0,08$ kadar artacaktır. Artım $(-0,02)$ çatı eğiminden itibaren olacağı için Ø'da $(-0,02) + (0,08) = 0,06$ dever miktarına ulaşılacaktır.

Nokta	Kilometraj	Genişletme (m)	Toplam Platform Ge- nişliği (m)	Dever Miktarı	İç Kenar Kotuna Göre Dış Kenar Yükselmesi (h_1)
K	0+659 ⁷¹	0,00	11,00	-0,02	0,00 m.
E	0+717 ⁵²	$\frac{0,93}{3} = 0,31$	11,31	+0,02	0,23
Ø	0+775 ³³	$\frac{0,93 \times 2}{2} = 0,62$	11,62	+0,06	0,70
S	0+833 ¹⁴	0,93	11,93	+0,10	1,19
B	0+909 ⁰³	0,93	11,93	+0,10	1,19

BÖLÜM 2

YOL PROJESİ UYGULAMASI

Bu bölümde, bir karayolunun hesap ve projelendirilmesi adım adım incelenmekte ve yolun tüm safhaları, örneklerle sunulmaktadır.

2.1.- SIFIR ÇİZGİSİ ÇALIŞMASI

Drenaj yönünden sakıncalı olması nedeniyle, yolun, hiçbir zaman yatay, yani sıfır eğimli olması istenmediğinden, yola belirli bir eğim verme zorunluluğu ortaya çıkmakta, bunun için de ilk çalışmanın, ardışık tesviye eğrileri üzerinden birer birer geçerek yapılması gerekmektedir. Aralarında (h) kot farkı olan ardışık iki tesviye eğrisinde, birinden diğerine bağlantı yapmak için sonsuz sayıda çözüm vardır; yani bu (h) metrelik kot farkı sonsuz sayıdaki hatla bağlanabilir ve aşılabılır. (Şekil 2.1 a)

