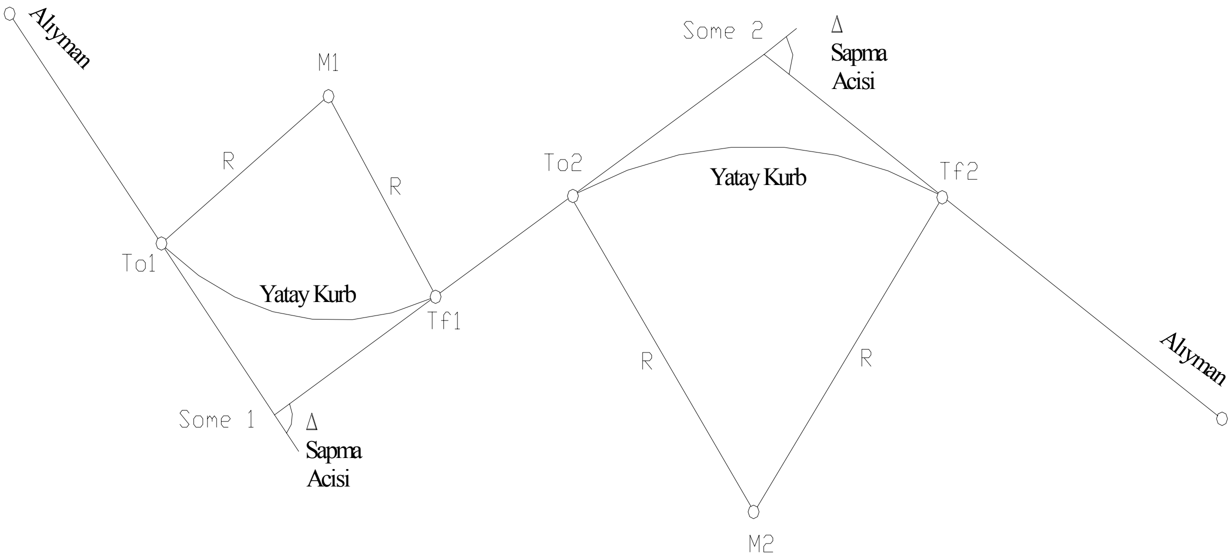
3.BÖLÜM

KURPLARIN APLİKASYONU

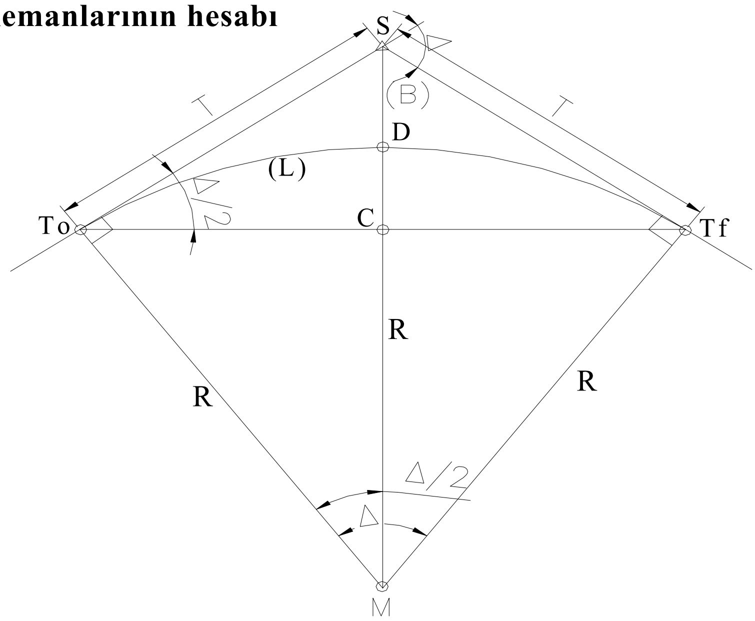
3.1 Tanımlar

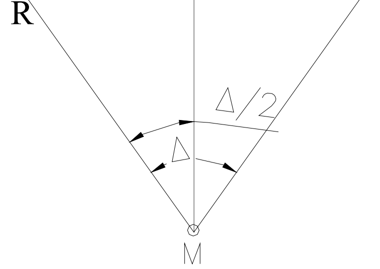
Karayolu, demiryolu ve benzeri güzergahları, zorunlu noktalar arasını arazi koşullarına göre, kırık çizgilerle bağlarlar. Bu çizgi yol eksenidir. Kırık noktalara ***some noktası*** denir.



Some noktaları S harfi ile gösterilir. Yol üzerinde hareket eden araç kırık noktalarda dönüş yapamaz. Kırık çizgiler bir eğri ile birleştirilirler Bu eğri daire yayıdır ve bu yaya kurp denir Kurp aliymana (yolun doğru olan kısmına) değme noktasında teğettir. Kurbun başlangıç noktası To , bitim noktası Tf şeklinde gösterilir.ToTf yayına ***developman boyu*** denir. L ile gösterilir. Bu yayın orta noktası ***bisektris noktası*** olarak isimlendirilir. D ile gösterilir. SD arası uzunluğa ise ***bisektris uzunluğu*** denir ve B harfi ile gösterilir.

3.2 Kurp asal elemanlarının hesabı





Δ = Sapma açısı (Projeden hesaplanır)

R=Yarıçap (Proje Mühendisi takdir eder.)

T = Teğet boyu (hesaplanır)

L = Developman boyu (hesaplanır)

B = Bisektris uzunluğu (hesaplanır)

T_0T_F =Kiriş Uzunluğu

Kurp elemanlarının tayini

$$T = R * tg\frac{\Delta}{2}$$

$$D = \frac{2 * \Pi * R}{400} * \Delta$$

$$BS = \frac{R}{Cos\frac{\Delta}{2}} - R \quad \text{veya} \quad BS = \sqrt{T^2 + R^2} - R$$

$$T_0T_F = 2 * R * Sin\frac{\Delta}{2}$$

Örnek : $\Delta = 93^g.7420$, R = 1200 m olduğunu göre ;

Çözüm:

$$T = R * tg\frac{\Delta}{2} = 1200 * tg\frac{93.7420}{2} = 1087.48m$$

$$D = \frac{\Pi * R}{200} * \Delta = \frac{\Pi * 1200}{200} * 93.7420 = 1766.98m$$

$$BS = \sqrt{T^2 + R^2} - R = \sqrt{(1087.48)^2 + (1200)^2} - 1200 = 419.45m$$

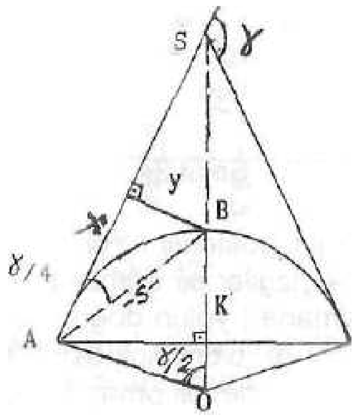
$$T_0T_F = 2 * R * Sin\frac{\Delta}{2} = 2 * 200 * Sin\frac{93.7420}{2} = 268.60m$$

3.3 Bisektris noktasının dik koordinat yöntemine göre koordinatları

$X = R * \sin \gamma / 2$

$Y = R*(1 - \cos \gamma\ / 2) = 2*R*\sin^2 \gamma / 2$

$KB = R\ (1 - \cos \gamma / 2) = 2R \sin \gamma / 4$



Bisektris noktasının aplikasyonu

Örnek = $70^{9}.80$, R = 400 m
olduğuna göre bisektris noktasının
koordinatlarını bulunuz ;

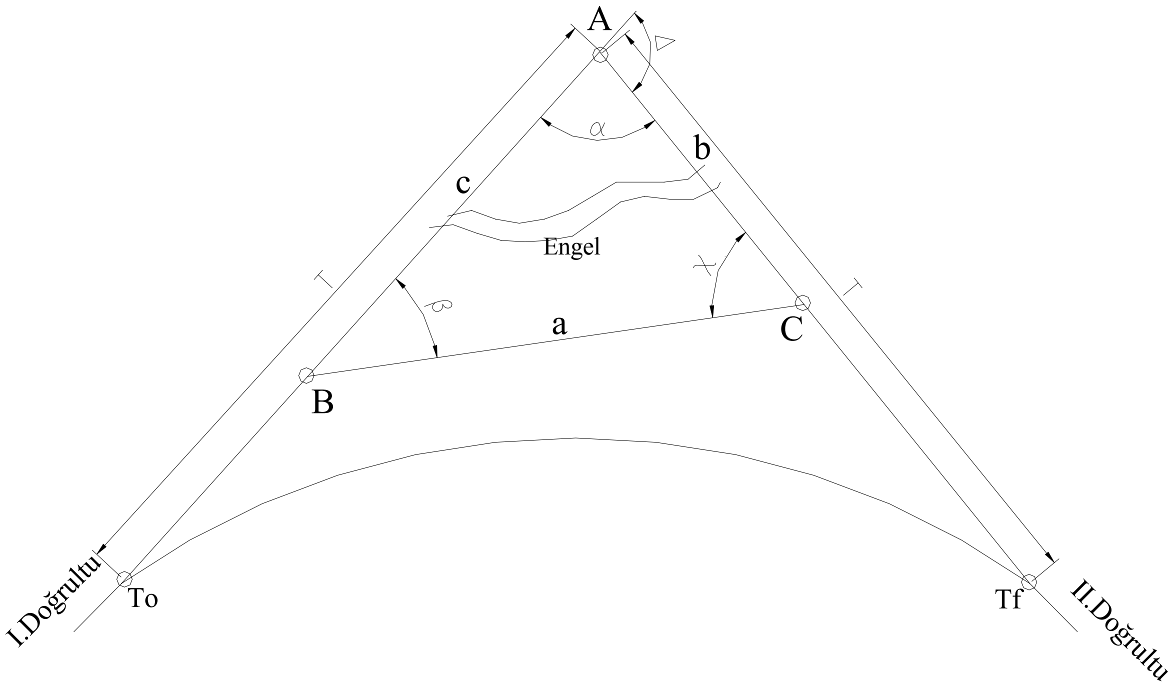
Y= 211.14m

X=60.26m

S=219.57m

3.4 Some noktasına ulaşılamama durumunda kurp elemanlarının tayini ve aplikasyonu

Engel dolayısıyla şekilde görüldüğü gibi kurbun some noktasına gidilemeyebilir. Engeller ırmak, bataklık, kayalık, bina, deniz, uçurum, ağaçlık bölge gibi yerler olabilir. Bu durumda some noktasına alet kurmak mümkün olmaz. Bunun için iki doğrultu arasında engele gelmeyecek şekilde yardımcı bir doğru parçası alınır. B ve C noktalarındaki β açısı ve γ açısı ve a kenarı ölçülür.



$$AB = c = a * \frac{Sin\chi}{Sin(\beta + \chi)}$$

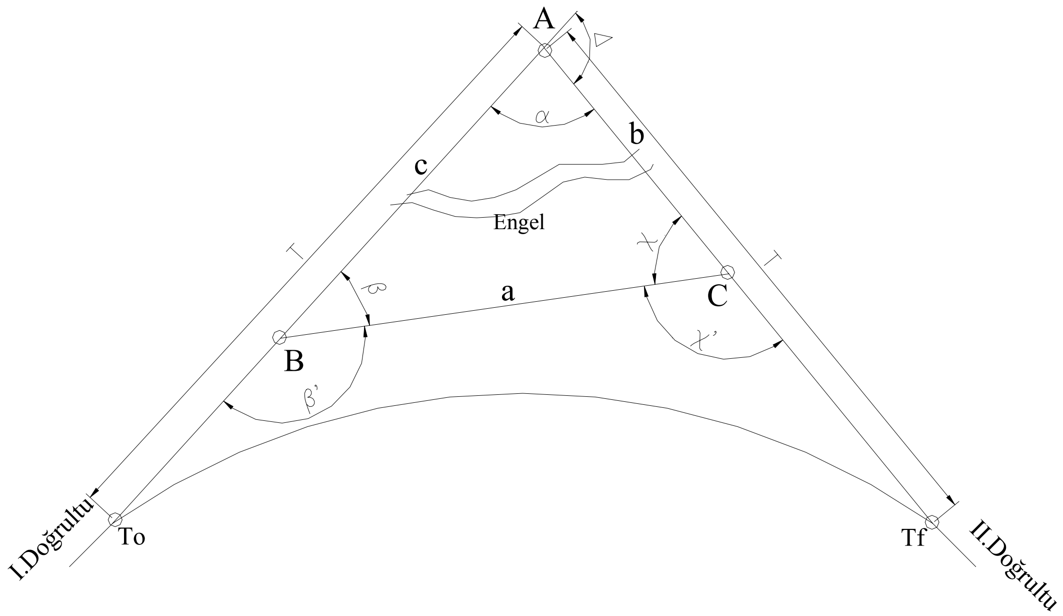
$$AC = b = a * \frac{Sin\beta}{Sin(\beta + \chi)}$$

$$\Delta = \varphi + \lambda , \qquad t = R * tg\frac{\Delta}{2}$$

T= ToB + AB = TfC + AC

ToB = T – AB, TfC = T – AC elde edilir.

Örnek: Bir karayolu geçkisi sırasında A some noktası aplike edilememiş bunun yerine ana teğetler üzerinde B ve C noktaları aplike edilerek β' = 136.2784grad γ' = 136.0804 grad a = 313.287m olarak ölçülmüştür. Kurbun yarıçapı R=170m olan kurbun ana noktaların aplikasyon elemanlarını hesaplayınız.



β = 200g – β' = 200g – 136.2784 = 63.7216g
γ = 200g – γ' = 200g – 136.0804 = 63.9196g

Δ = β + γ = 63.7216+ 63.9196 = 127.6412g

α = 200g - (β + γ) = 200 - 127.6412 = 72.3588g

$$AB = c = a * \frac{Sin\chi}{Sin(\beta+\chi)} = 313.287 * \frac{Sin(63.9196)}{Sin(127.6412)} = 291.337m$$

$$AC = b = a * \frac{Sin\beta}{Sin(\beta+\chi)} = 313.287 * \frac{Sin(63.7216)}{Sin(127.6412)} = 290.759m$$

$$t = R * tg\frac{\Delta}{2} = 170 * tg\frac{127.6412}{2} = 266.216m$$

Bu durumda İki doğrultu üzerinde seçilen yardımcı noktaların yeri T tangant boyunda büyük yani some noktasından uzakta seçilmiştir. Bu durumda;

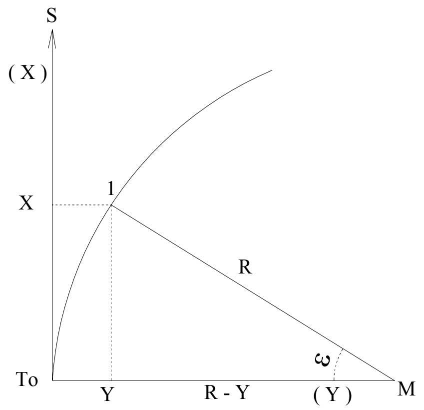
AB = T + To B
AC = T + Tf C

AB - T = To B   To B = 291.337 – 266.216 = 25.121m
AC - T = Tf C   Tf C = 290.759 – 266.216 = 24.543m

3.5 Kurp Ara Noktalarının Aplikasyonu (Piketaj)

3.5.1 Dik Koordinat Yöntemiyle Aplikasyon

Kurp ara noktaları dik koordinat yöntemine göre aplike edilecekse teget (aliyman uzantısı) X ekseni, A başlangıç noktası, OA da Y ekseni olarak alınır.



Kurp üzerindeki noktaların eşit aralıklarla dağılmasını sağlamak için iki yol izlenir.

a – Developman Boyu
b – Sapma Açısı

nokta sayısının bir fazlasına bölünür. Bu durumda yay uzunluğu

$$l = \frac{D}{n+1}$$

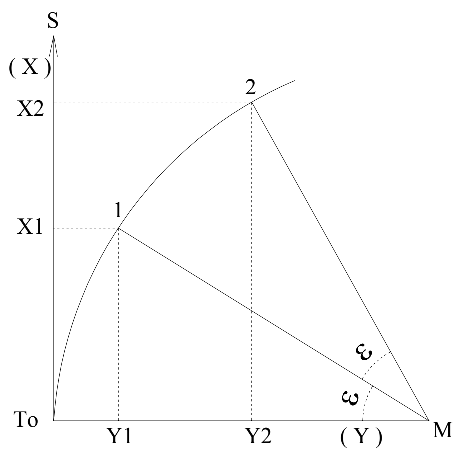
$$X_1 = R * Sin\varepsilon$$

$$Y_1 = R - R * Cos\varepsilon = 2 * R * Sin^2(\varepsilon / 2)$$

Buna karşı gelen merkez açı

$$\varepsilon = \frac{1}{R}\rho$$

bağıntısından hesaplanır.



Ara noktaların eşit yaylara göre hesabı

$X_i = R * Sin\varepsilon$

$Y_i = 2 * R * Sin^2(\varepsilon / 2)$ veya $Y_i = R * (1 - Cos\varepsilon)$

Örnek:

Bir kurbun başlangıç kilometresi 204.70m, bitiş kilometresi 282.90m dir. R=200m olup 10m aralıklarla kurp üzerindeki ara noktaların aplikasyon değerlerini hesaplayınız.

$$\varepsilon_1 = \frac{210 - 204.70}{200} * 63.6620 = 1^g.69$$

$$\varepsilon_1 = \frac{220 - 210}{200} * 63.6620 = 3^g.18$$

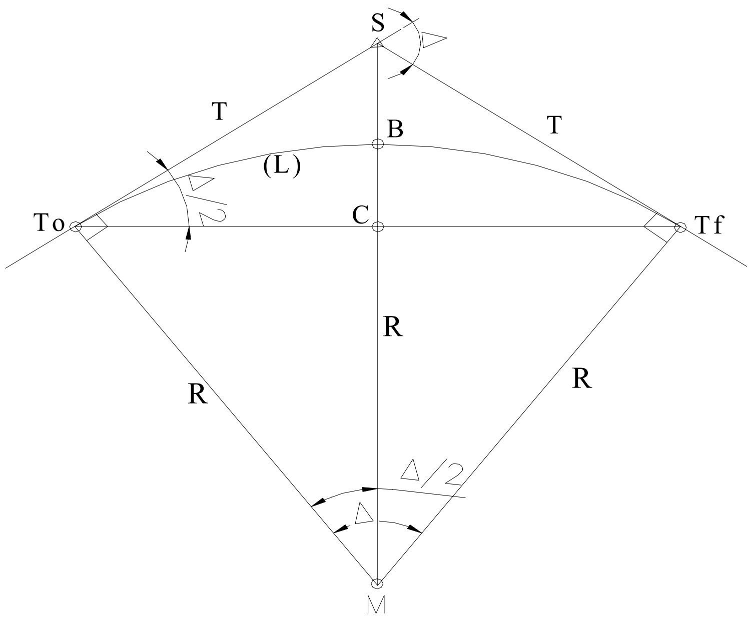
X1 = R.Sin (1.69) = 5.31 m Y1 = 2R*Sin^2(1.69/2)=0.07m

X2 = R.Sin (1.69+3.18) = 15.28 m Y2 = 2R*Sin^2(1.69+3.18/2)=0.72m

X3 = R.Sin (1.69+2*3,18) = 28.01 m Y3 = 2R*Sin^2(1.69+2*3.18/2)=1.60m

XC = 76.16 YC=19.07

Örnek:



Yukarıdaki yatay kurbun Sapma Açısı (Δ =51.31 29 grad) ve Yarıçapı (R=200 m) olduğuna göre;

a) Yatay kurbun Teget boyu, Developman boyu, Bisektris boyu ve Kiriş boyunu hesaplayınız.

$$T = R * tg\frac{\Delta}{2} = 200 * tg\frac{51.3129}{2} \rightarrow T = 85.27m$$

$$D = \frac{\Pi * R}{200} * \Delta = \frac{\Pi * 200}{200} * 51.3129 \rightarrow D = 161.20m$$

$$BS = \sqrt{T^2 + R^2} - R = \sqrt{(85.27)^2 + (200)^2} - 200 \rightarrow BS = 17.42m$$

$$T_0T_F = 2 * R * Sin\frac{\Delta}{2} = 2 * 200 * Sin\frac{51.3129}{2} \rightarrow T_0T_F = 156.88m$$

b) Some noktasının (S) kilometresi 0+110.77 ise bu yatay kurbun Başlangıç noktasının(Orijin), Bisektris noktasının(orta) ve Bitiş noktasının(Finish) kilometrelerini hesaplayınız.

S Some noktasının Km'si 0+110.77 ise;

T_0 Orijin noktasının Km'si $T_{0Km} = S - T = 0 + 110.77 - 0 + 085.27$

$$T_{0Km} = 0 + 025.50m$$

B Bisektris noktasının Km'si $B_{Km} = T_0 + \frac{D}{2} = 0 + 025.50 + \frac{161.20}{2}$

$$B_{Km} = 0 + 106.10m$$

T_F Finish noktasının Km'si $T_{F\,Km} = T_{0Km} + D = 0 + 025.50 + 161.27$

$$T_{F\,Km} = 0 + 186.70m$$

c) Bu yatay kurb üzerinde, 20m aralıkla 3 tane noktanın dik koordinat yöntemine göre aplikasyon elemanlarını hesaplayınız. Birinci noktada 20m'ye tamamlayan değer alınmalıdır.

$T_{0Km} = 0 + 025.50m$ ise

Bu noktanın Km'sine kusüratı giderecek değer 0+040 olur.

Bu durumda yay uzunluğu 0+040 – 0+025.50 = 14.50 olur.

$$\varepsilon_1 = \frac{40 - 25.50}{200} * 63.6620 \rightarrow \varepsilon_1 = 4^g.6155$$

20m aralıklarla yay uzunluğu alındığında 0+040, 0+060, 0+080, 0+100,…..0+160,

0+180 ve 0+186.70 (T_{FKm})

$$\varepsilon_2 = \frac{60 - 40}{200} * 63.6620 \rightarrow \varepsilon_2 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_3 = \frac{80 - 60}{200} * 63.6620 \rightarrow \varepsilon_3 = 6^g.3662$$

……..

$$\varepsilon_8 = \frac{180 - 160}{200} * 63.6620 \rightarrow \varepsilon_8 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_{TF} = \frac{186.70 - 180}{200} * 63.6620 \rightarrow \varepsilon_{TF} = 2^g.1327$$

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_{8,} \varepsilon_{TF}$ Açı değerleri toplandığında

$4^g.6155 + 7 * \varepsilon_i + 2.1327 = 51^g.3116$ (Δ)

$X_i = R * \text{Sin}\ \varepsilon_i$

X1 = 200 * Sin (4.6155) → X1 = 14.487m

X2 = 200 * Sin (4.6155 + 6.3662) → X2 = 34.329m

X3 = 200 * Sin (4.6155 + 2*6.3662) → X3 = 53.828m

……..

X8 = 200 * Sin (4.6155 + 7*6.3662) → X8 = 139.586m

X_{TF} = 200 * Sin (4.6155 + 7*6.3662 + 2.1327) → X_{TF} = 144.305m

Yi = R * (1 - Cosε_i)

Y1 = 200 * (1 - Cos(4.6155)) → Y1 = 0.53m

Y2 = 200 * (1 - Cos(4.6155 + 6.3662)) → Y2 = 2.968m

Y3 = 200 * (1 - Cos(4.6155 + 2*6.3662)) → Y3 = 7.380m

…..

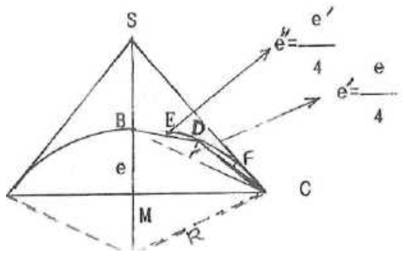
Y8 = 200 * (1 - Cos(4.6155 + 7*6.3662)) → Y8 = 56.766m

Y_{TF} = 200 * (1 - Cos(4.6155 + 7*6.3662+2.1327)) → Y_{TF} = 61.522m

3.5.2 Dörtte bir yöntemi

Kurp ara noktalarının hassa olarak işaretlenmesi gerekmiyorsa ya da y açısı küçükse yaklaşık bir yöntem olan dörtte bir yöntemi uygulanır.

$$e = R - \frac{R^2}{\sqrt{R^2 + t^2}}$$



$$e = 2 * R * Sin^2 \frac{\gamma}{4}$$

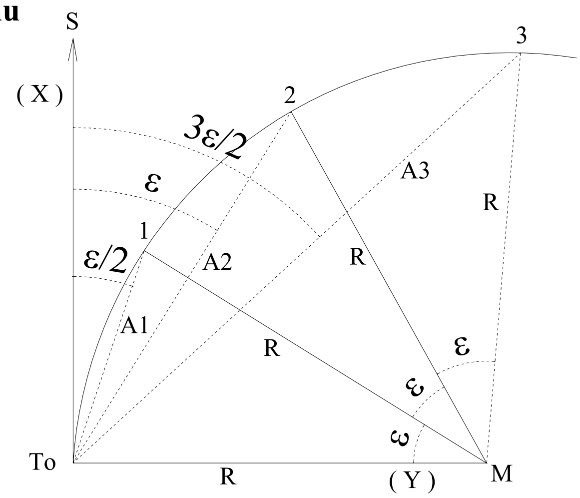
Dörtte bir yöntemi

Aplikasyon için BC kirişinin orta dikmesi üzerine e' = e / 4 kadar alınarak D noktası bulunur. Sonra BD ve DC nin orta dikmesi e'' = e' /4 kadar alınarak E ve F noktaları bulunur. Aynı şekilde kurbun diğer yarısının aplikasyonu yapılabilir.

3.5.3 Işınsal Yöntemle Kurpların Aplikasyonu

Aplikasyon için;

Açı elemanları	Uzunluk elemanları
$\frac{\varepsilon}{2}$	$S_1 = 2 * R * Sin\frac{\varepsilon}{2}$
ε	$S_2 = 2 * R * Sin\frac{2*\varepsilon}{2}$
$\frac{3\varepsilon}{2}$	$S_3 = 2 * R * Sin\frac{3*\varepsilon}{2}$

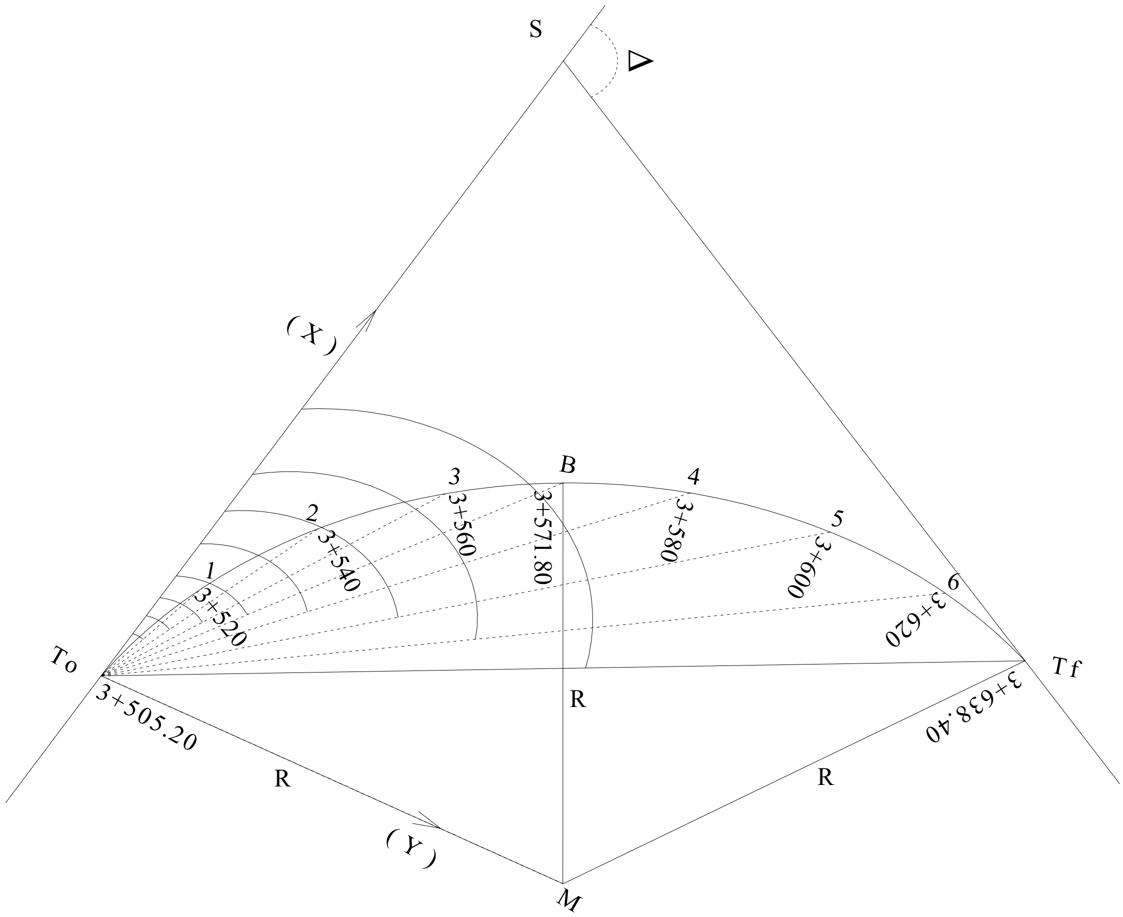


Kutupsal yöntemle aplikasyon

Örnek:

Bir kurbun başlangıç kilometrajı 3505.20 m, bitiş kilometrajı 3638.40 m' dir. kurp yarıçapı 200 m' dir. 20 m aralıklarla aplikasyonu yapılacak ara noktalara ait aplikasyon elemanlarını hesaplayınız.

Kurbun başlangıç noktasına göre aplikasyon dumanları aşağıdaki şekilde hesaplanır.



$$\varepsilon_1 = \frac{3520-3505.20}{200} * 63.6620 = 4^g.7110$$

$$\varepsilon_2 = \frac{3540-3520}{200} * 63.6620 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_3 = \frac{3560-3540}{200} * 63.6620 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_B = \frac{3571.80-3560}{200} * 63.6620 = 3^g.7561$$

$$\varepsilon_4 = \frac{3580-3571.80}{200} * 63.6620 = 2^g.6101$$

$$\varepsilon_5 = \frac{3600-3580}{200} * 63.6620 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_6 = \frac{3620-3600}{200} * 63.6620 = 6^g.3662$$

$$\varepsilon_C = \frac{3638.40-3620}{200} * 63.6620 = 5^g.8569$$

Aplikasyon elemanları:

$\varepsilon 1 = 2^g.3555$	S1 = 14.80m
$\varepsilon 2 = 2^g.3555 + 3.1831 = 5^g.5386$	S2 = 34.76m
$\varepsilon 3 = 2^g.3555 + 2*3.1831 = 8^g.7217$	S3 = 54.63m
$\varepsilon B = 2^g.3555 + 2*3.1831 + 1^g.8781 = 10^g.5997$ kontrol	**SB = 66.29m**
$\varepsilon 4 = 2^g.3555 + 2*3.1831 + 1^g.8781 + 1^g.3051 = 11^g.9048$	S4 = 74.36m
$\varepsilon 5 = 2^g.3555 + 3*3.1831 + 1^g.8781 + 1^g.3051 = 15^g.0880$	S5 = 93.92m
$\varepsilon 6 = 2^g.3555 + 4*3.1831 + 1^g.8781 + 1^g.3051 = 18^g.2711$	S6 = 113.32m

$\varepsilon C = 2^g.3555 + 4*3.1831 + 1^g.8781 + 1^g.3051 + 2.9284 = 21.1994$ kontrolSC=130.75m

$\varepsilon C*2 = \Delta$ (sapma Açısı)

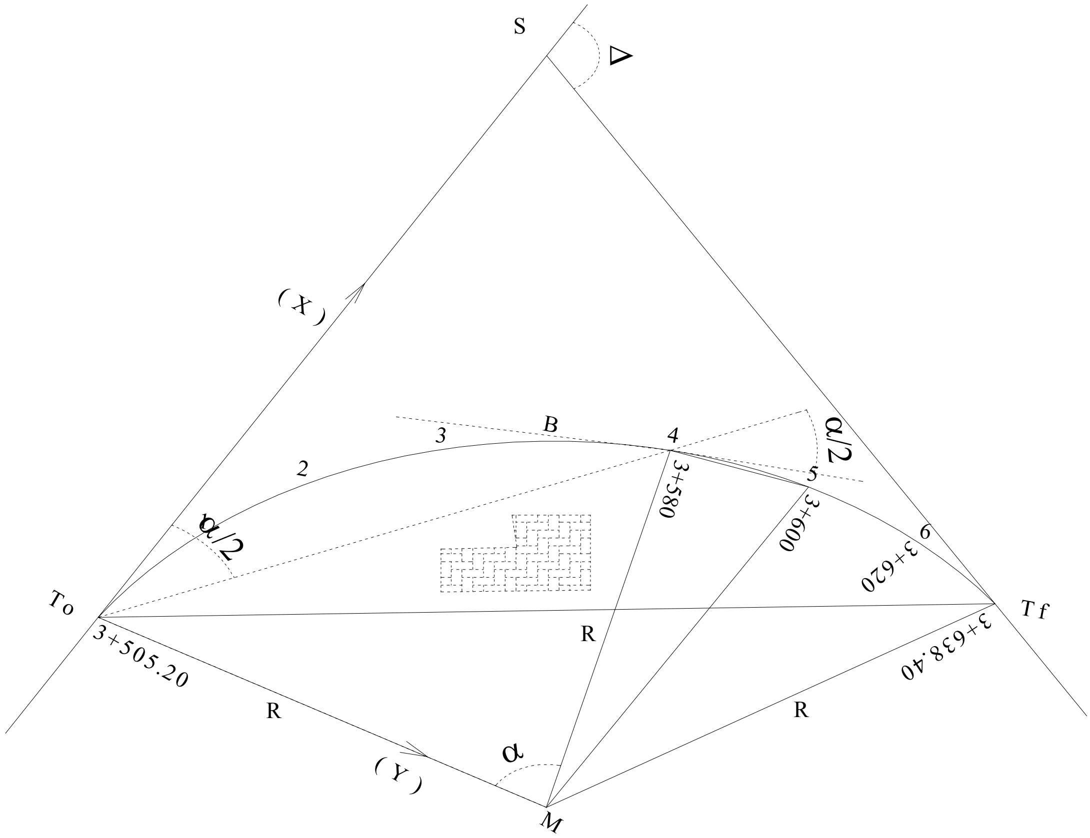
SC=130.75m = T_oT_f kiriş uzunluğu

Veya

$$T_oT_F = 2*R*Sin\frac{\Delta}{2} = 2*200*Sin\frac{42.3989}{2} \rightarrow T_OT_F = 130.75m$$

Aplikasyon için alet A noktasına kurulur. S noktası başlangıç alınır. ε_i ve S_i lere göre 1,2,3,B,4,5,6,C noktalarının aplikasyonu yapılır.

Arada engel var ise örneğin 4 nolu piketaj noktası çakıldıktan sonra 5 nolu piketaj noktası 4 nolu noktadan aplikasyon yapılır. Bu işlem için alet 4 nolu noktaya kurulur ve To Ana piketaj noktasına sıfırlanır. Alet α / 2 aplikasyon açısı kadar döndürülür. Aletin dürbünü takla attırılır yani açıya 200g ilave edilmiş olur. Aletin açı değerine ε5 aplikasyon açısı kadar ilave edilerek aplikasyon doğrultusu belirlenir. Diğer noktalarda bu noktadan aplikasyonu yapılır.



Aplikasyon elemanları

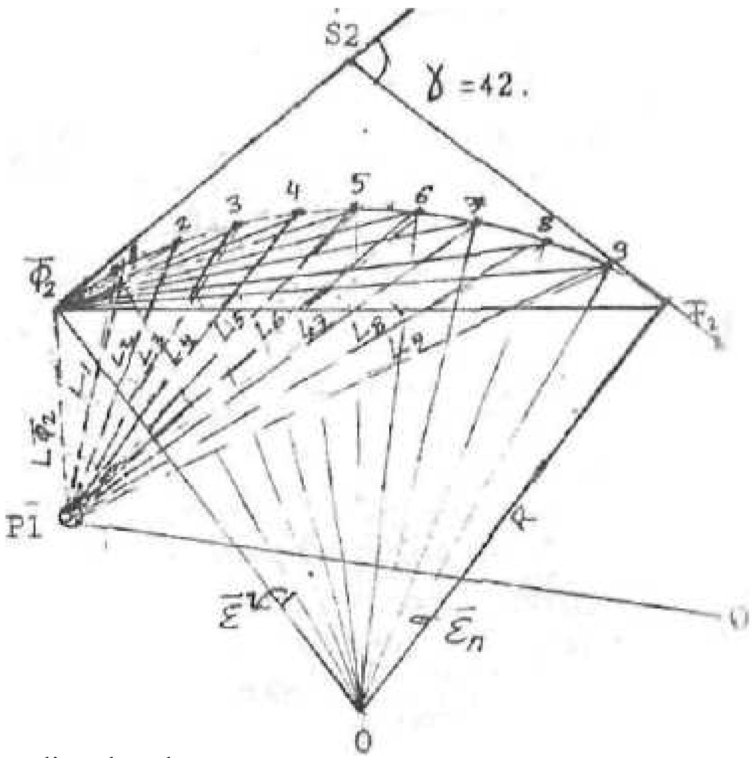
$$\varepsilon_5 = \frac{3600-3580}{200} * 63.6620 = 6^g.3662 \text{ olduğuna göre,}$$

$$\varepsilon_{45} = \frac{\alpha}{2} + 200^g + \varepsilon_5 = \frac{23.8096}{2} + 200^g + \frac{6.3662}{2} \rightarrow \varepsilon_{45} = 215^g.0880 \qquad \text{Aplikasyon açısı}$$

$$S_{45} = 2 * R * Sin\frac{\varepsilon_5}{2} = 2 * 200 * Sin\frac{6.3662}{2} \rightarrow S_{45} = 19.99m \qquad \text{Aplikasyon kenarı}$$

3.5.4 Poligon Noktalarından Işınsal Yönteme göre Kurp Ara Noktalarının Aplikasyonu

NN	*Y*	*X*
P1	2505.00	2400.00
P2	2765.00	2315.00
T_{02}	2642.00	2499.00
T_{F2}	2790.00	2367.00
S2	2737.00	2457 00



R=300 m $\gamma = 42^3.5476$

Kurp üzerinde 20 m aralıklarla aplikasyon yapılacaktır.

$\epsilon = \gamma / 10$

$\epsilon = 2.1274$ Ki =2 R.Sin ϵ i

Kurp üzerindeki aplikasyon noktalarının koordinat hesabı:

$$(T_{02}S_2) = Arctg\frac{2737.5-2642}{2457.5-2499} = \frac{95.5}{-41.5} \rightarrow (T_{02}S_2) = 73.9027 \qquad (T_{02}S_2) = 126.0973$$

$$(T_{02}F_2) = Arctg\frac{2790-2642}{2367-2499} = \frac{148}{-132} \rightarrow (T_{02}F_2) = 53.6339 \qquad (T_{02}F_2) = 146.0973$$

$$(S_2F_2) = Arctg\frac{2790-2737.50}{2367-2457.50} = \frac{52.5}{-90.5} \rightarrow (S_2F_2) = 33.4650 \qquad (S_2F_2) = 166.5350$$

$(T_{02}1) = (T_{02}S_2) + \varepsilon = 126.0973 + 2.1274 = 128.2247$ K1=20.047m

$(T_{02}2) = (T_{02}S_2) + 2\varepsilon = 126.0973 + 4.2548 = 130.3521$ K2=40.071m

$(T_{02}3) = (T_{02}S_2) + 3\varepsilon = 126.0973 + 6.3821 = 132.4794$ K3=60.050m

$(T_{02}4) = (T_{02}S_2) + 4\varepsilon = 126.0973 + 8.5095 = 134.6068$ K4=79.962m

$(T_{02}5)=(T_{02}S_2)+5\varepsilon=126.0973+10.6369=136.7342$ K5=99.785m

$(T_{02}6)=(T_{02}S_2)+6\varepsilon=126.0973+12.7643=138.8616$ K6=119.496m

$(T_{02}7)=(T_{02}S_2)+7\varepsilon=126.0973+14.8917=140.9890$ K7=139.075m

$(T_{02}8)=(T_{02}S_2)+8\varepsilon=126.0973+17.0190=143.1163$ K8=158.497m

$(T_{02}9)=(T_{02}S_2)+9\varepsilon=126.0973+19.1464=145.2437$ K9=177.743m

$(T_{02}10)=(T_{02}S_2)+10\varepsilon=126.0973+21.2738=146.3711$ K10=196.790m

Not: γ sapma aşısı S some noktası aplike edildikten sonra teodolitle arazide ölçülmektedir.

$$Y_1=Y_{T02}+K_1*Sin(T_{02}1)=2642+20.047*Sin(128.2247)=2660.11m$$

$$X_1=X_{T02}+K_1*Cos(T_{02}1)=2499+20.047*Cos(128.2247)=2490.40m$$

$$Y_2=Y_{T02}+K_2*Sin(T_{02}2)=2642+40.071*Sin(130.3521)=2677.60m$$

$$X_2=X_{T02}+K_2*Cos(T_{02}2)=2499+40.071*Cos(130.3521)=2480.61m$$

$$Y_3=Y_{T02}+K_3*Sin(T_{02}3)=2642+60.050*Sin(132.4794)=2694.40m$$

$$X_3=X_{T02}+K_3*Cos(T_{02}3)=2499+60.050*Cos(132.4794)=2469.68m$$

$$Y_4=Y_{T02}+K_4*Sin(T_{02}4)=2642+79.962*Sin(134.6068)=2710.44m$$

$$X_4=Y_{T02}+K_4*Cos(T_{02}4)=2499+79.962*Cos(134.6068)=2457.64m$$

$$Y_5=Y_{T02}+K_5*Sin(T_{02}4)=2642+99.785*Sin(136.7342)=2725.63m$$

$$X_5=Y_{T02}+K_5*Cos(T_{02}5)=2642+99.785*Sin(136.7342)=2725.63m$$

$$Y_6=Y_{T02}+K_6*Sin(T_{02}6)=2642+119.496*Sin(138.8616)=2739.91m$$

$$X_6=Y_{T02}+K_6*Cos(T_{02}6)=2499+119.496*Sin(138.8616)=2430.50m$$

$$Y_7 = Y_{T02} + K_7 * Sin(T_{02}7) = 2642 + 139.075 * Sin(140.9890) = 2753.23m$$

$$X_7 = Y_{T02} + K_7 * Sin(T_{02}7) = 2642 + 139.075 * Sin(140.9890) = 2753.23m$$

$$Y_8 = Y_{T02} + K_8 * Sin(T_{02}8) = 2642 + 158.497 * Sin(143.1163) = 2465.51m$$

$$X_8 = Y_{T02} + K_8 * Cos(T_{02}8) = 2499 + 158.497 * Cos(143.1163) = 2399.68m$$

$$Y_9 = Y_{T02} + K_9 * Sin(T_{02}9) = 2642 + 177.743 * Sin(145.2437) = 2776.71m$$

$$X_9 = Y_{T02} + K_9 * Cos(T_{02}9) = 2499 + 177.743 * Cos(145.2437) = 2383.05m$$

$$Y_{10} = Y_{T02} + K_{10} * Sin(T_{02}10) = 2642 + 196.790 * Sin(146.3711) = 2790.65m$$

$$X_{10} = Y_{T02} + K_{10} * Cos(T_{02}10) = 2499 + 196.790 * Cos(146.3711) = 2367.45m$$

$$(P_1P_2) = Arctg\frac{7665-2505}{2315-2400} = Arctg\frac{260}{-85} \rightarrow (P_1P_2) = 79.8847 \rightarrow \left(P_1P_2\right) = 120^g.1153, \overline{P_1P_2} = 273.54m$$

$$(P_1T_2) = Arctg\frac{2642-2505}{2499-2400} = Arctg\frac{137}{99} \rightarrow (P_1T_2) = 60^g.1634, \overline{P_1T_2} = 169.03m$$

$$(P_11) = Arctg\frac{2660.11-2505}{2490.40-2400} = Arctg\frac{155.11}{90.40} \rightarrow (P_11) = 66.4065, \overline{P_11} = 179.53m$$

$$(P_12) = Arctg\frac{2677.60-2505}{2480.61-2400} = Arctg\frac{172.60}{80.61} \rightarrow (P_12) = 72.1843, \overline{P_12} = 190.50m$$

$$(P_13) = Arctg\frac{2695.40-2505}{2469.68-2400} = Arctg\frac{189.40}{69.61} \rightarrow (P_13) = 77.5572, \overline{P_13} = 201.80m$$

$$(P_14) = Arctg\frac{2710.44-2505}{2457.64-2400} = Arctg\frac{205.44}{57.64} \rightarrow (P_14) = 82.5862, \overline{P_14} = 213.37m$$

$$(P_15) = Arctg\frac{2725.63-2505}{2444.58-2400} = Arctg\frac{220.63}{44.58} \rightarrow (P_15) = 87.3130, \overline{P_15} = 225.08m$$

$$(P_1 6) = Arctg\frac{2739.91-2505}{2430.50-2400} = Arctg\frac{234.91}{30.50} \rightarrow (P_1 6) = 91.7803, \overline{P_1 6} = 236.88m$$

$$(P_1 7) = Arctg\frac{2753.23-2505}{2415.52-2400} = Arctg\frac{248.23}{15.52} \rightarrow (P_1 7) = 96.0249, \overline{P_1 7} = 248.71m$$

$$(P_1 8) = Arctg\frac{2765.51-2505}{2399.68-2400} = Arctg\frac{260.51}{-0.32} \rightarrow (P_1 8) = 99.9218 \rightarrow (P_1 8) = 100^g.0782, \overline{P_1 8} = 260.51m$$

$$(P_1 9) = Arctg\frac{2776.71-2505}{2383.05-2400} = Arctg\frac{271.71}{-16.95} \rightarrow (P_1 9) = 96.0337 \rightarrow (P_1 9) = 103^g.9663, \overline{P_1 9} = 272.24m$$

$$(P_1 F) = Arctg\frac{2790.65-2505}{2367.45-2400} = Arctg\frac{285.65}{-32.55} \rightarrow (P_1 F) = 92.7768 \rightarrow (P_1 F) = 107^g.2232, \overline{P_1 F} = 287.50m$$

$$\beta_{F2} = (P_1 P_2) - (P_1 T_2) = 120.1153 - 60.1634 = 59.9519$$

$$\beta_1 = (P_1 P_2) - (P_1 1) = 120.1153 - 66.4065 = 53.7088$$

$$\beta_2 = (P_1 P_2) - (P_1 2) = 120.1153 - 72.1843 = 47.9310$$

$$\beta_3 = (P_1 P_2) - (P_1 3) = 120.1153 - 77.5572 = 42.5581$$

$$\beta_4 = (P_1 P_2) - (P_1 4) = 120.1153 - 82.5862 = 37.5291$$

$$\beta_5 = (P_1 P_2) - (P_1 5) = 120.1153 - 87.3130 = 32.8023$$

$$\beta_6 = (P_1 P_2) - (P_1 6) = 120.1153 - 91.7803 = 28.3350$$

$$\beta_7 = (P_1 P_2) - (P_1 7) = 120.1153 - 96.0249 = 24.0904$$

$$\beta_8 = (P_1 P_2) - (P_1 8) = 120.1153 - 100.0782 = 20.0371$$

$$\beta_9 = (P_1 P_2) - (P_1 9) = 120.1153 - 103.9663 = 16.1490$$

$$\beta F_2 = (P_1 P_2) - (P_1 F_2) = 120.1153 - 107.2232 = 12.8921$$

Arazide aplikasyon şöyle yapılır; Teodolit P1 poligon noktasına kurulur. P2 noktası başlangıç olarak (β1,Li) aplikasyon değerlerinden faydalanarak kurp üzerindeki noktaların aplikasyonu yapılır. Yukarıda hesaplanan Li değerlerinden anlaşılacağı üzere büyük kurplarda Li' nin büyük değerleri için çelik şeritle aplikasyon zordur. Ancak günümüzde aplikasyon ışınsal yönteme göre elektronik takeometrelerle çok pratik olarak yapılmaktadır.

Aplikasyon ayrıca kurp ara noktalarının koordinatlarına göre de çok pratik olarak total Station' larla yapılabilir. Alet yine P noktasına kurulur. P1 koordinatları alete yerleştirilir. Kurp üzerine yansıtıcı tutularak ara noktaların koordinatları alete okunarak aplikasyon yapılır.

3.5.5 Kirişler Poligonu Yardımı İle Aplikasyon

A noktasından sürekli olarak kurp ara noktalarının aplikasyonunu yapmak mümkün değilse, bu kez kurp üzerinde sık sık nokta değiştirilir. Tünel aplikasyonunda bu yöntem uygulanır. Bunun için bir kirişler poligonu oluşturulur. Böyle bir poligonda kurp ara noktaları eşit aralıklarla yerleşeceğinden AC arasındaki poligon eşit kenarlı bir poligondur. Kenar;

$$S = 2 * RSin\frac{\varepsilon}{2}$$

bağıntısından hesaplanır. Poligon başlangıç ve bitişindeki kırılma açıları

$$\beta_1 = \beta_n = 200 + \frac{\varepsilon}{2}$$

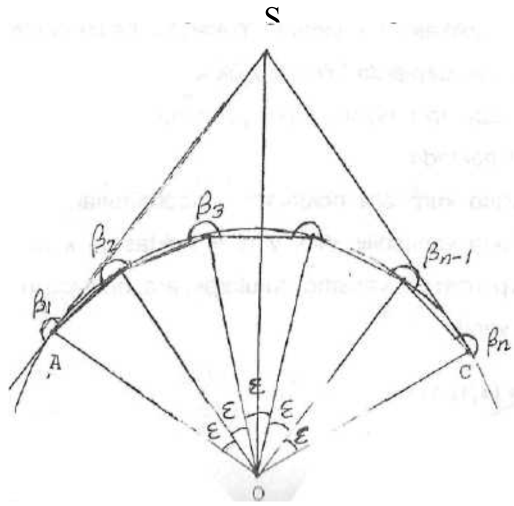
bağıntısından aralıktaki kırılma açıları

$$\beta_2 = ... = \beta_{n-1} = 200 + \varepsilon$$

eşitliğinden bulunur.

β ve S değerleriyle aplikasyon yapıldığından kontrol elemanı olmadığından ölçülerin çok dikkatli yapılması gerekir.

Tünelde kurp aplikasyonu yapılırsa kenarlar gidiş - dönüş, ya da elektronik uzaklık ölçerlerle, açılar ise iki dürbün durumunda aplike edilir. Noktanın ortalama yeri bulunur. $d\alpha$ kadar düzeltme getirilerek kesin doğrultu belirlenir.



3.6. Birleşik Kurplar

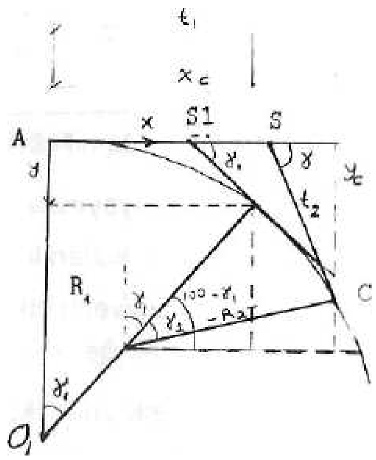
Bazı durumlarda yol ekseni oluşturan doğruları tek eğriler ile birleştirmek mümkün olmaz. Dağlık arazilerde bu durumlarla karşılaşılabilir. Böyle durumlarda bir daire yayı yerine birkaç daire yayı kullanılır. Bunlara birleşik kurp denir. Birleşik kurpta yarıçaplar birbirinden farklı olup, en çok daire yaylarının birleşme noktasındaki teğetleri aynı doğrudur.

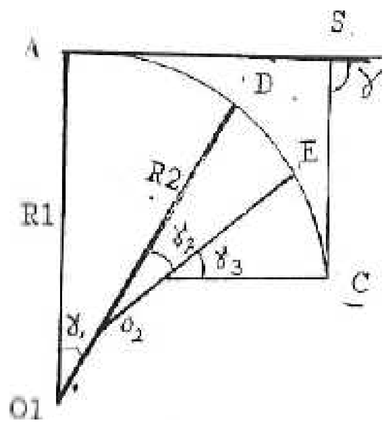
A noktası başlangıç, AS teğeti X ekseni olarak alınırsa:

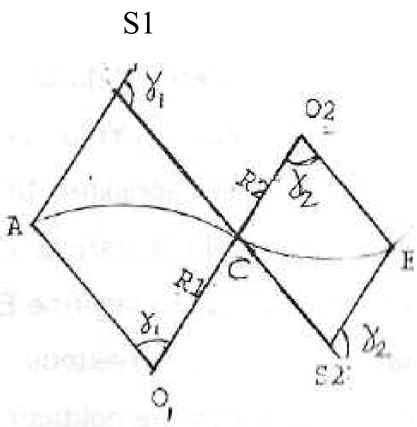
$$X_C = R_2 * Sin\gamma + (R_1 - R_2) * Sin\gamma_1$$

$$Y_C = R_1 - Cos\gamma_1 * (R_1 - R_2) - R_2 Cos\gamma$$

$$t_2 = \overline{CS} = \frac{YC}{Sin\gamma} = \frac{R_1 - R_2 Cos\gamma - (R_1 - R_2)Cos\gamma_1}{Sin\gamma}$$







Üç daire yaylı birleşik kurp

Bir doğruya aynı noktada teğet olan iki dairenin merkezleri teğetin iki yanında ise böyle kurplara Ters Kurp denir.

$$\overline{S_1S_2} = t_1 + t_2 = R_1 tg\frac{\gamma_1}{2} + R_2 tg\frac{\gamma_2}{2}$$