



İnşaat Fakültesi
Harita Mühendisliği Bölümü
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı



MÜHENDİSLİK ÖLÇMELERİ UYGULAMASI

(HRT4372)

UYGULAMA-2

YOL GEÇKİ APLİKASYONU VE RÖLÖVESİ

UYGULAMA ESASLARI

Prof.Dr. Atınç PIRTI
Doç.Dr. Taylan ÖCALAN
[Ar.Gör. Cemali ALTUNTAS](#)

Uygulamanın Amacı

Bu uygulamanın temel amacı karayolu, demiryolu vd. geçki tasarımına teşkil eden mühendislik lme uygulamaları için Harita Mühendisliği disiplini açısından öğrencilerin bilgi, beceri ve yetkinlik düzeylerinin artırılmasıdır.

Bu amaçla dev kapsamında ilgili ğrenci gruplarına temin edilen sayısal veriler kullanılarak, yatay kurp içeren bir yol güzergahının bilgisayar ortamında CAD tabanlı bir yazılım ile çizilerek, yolu karakterize eden parametrelerin hesaplanması (some noktalarının koordinatları, yol kilometrajları, kurp ara noktalarının koordinatları) ve ardından hesaplanan parametreler yardımıyla yol gekisinin arazideki aplikasyonun yapılarak, rlvesinin alınması aşamaları yapılacaktır.

Uygulamanın Kapsamı

Bu uygulama esasları, ilgili ders kapsamında Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü'nde gerçekleştirilecek olan "Uygulama-2: Yol Geki Aplikasyonu ve Rlvesi" devi ile ilgili olarak ön hazırlık (büro çalışmaları), arazi lme çalışmaları, hesaplama ve raporlama süreçleri işlem adımlarını kapsamaktadır.

1. n Hazırlık (Büro alışmaları)

Bu bölümde uygulamadan sorumlu ğretim yesi/yardımcısı tarafından sağlanan YTÜ Davutpaşa Kampüsü'ne ait ITRF96 koordinat sistemindeki çalışma sahasını içeren "YTÜ ALT.NCZ" isimli halihazır harita altlık dosyası üzerinde çalışma yapılır.

→Altlık dosyası CAD ortamında açılır. Dersi alan grup öğrencileri, kendi inisiyatifleri ile kamp içerisinde uygun olan yol uygulaması yapılacak boş bir alan belirler.

→Belirlenen alan içerisinde yol başlangıç noktası, bir yatay some ve yol bitiş noktasını temsilen üç adet nokta CAD ortamında atılır.

→Atılan bu üç nokta ile aliymanlar oluşturulur.

→Uygulamadan sorumlu ğretim yesi/yardımcısı tarafından gruba verilen yatay kurp yarıçap değeri ile basit daireli yatay kurp oluşturulur.

→Yatay kurbun yerleştirilmesinin ardından yol gekisinin son hali güzergah olarak tanımlanır.

Bundan sonraki işlem adımlarında kurp ara noktalarının aplikasyon elemanları hesaplanacaktır.

→Kurp ara noktalarının aplikasyonu, teğetten dik koordinat yöntemine göre yapılacak ve aplikasyon elemanları eşit yaylara göre hesaplanacaktır (Bisektris noktası dahil).

→Kurp ara noktalarının sayısı, bisektris noktasından önce ve sonra ikişer tane olmak üzere 4 adet olacaktır.

→Teğetten dik koordinat yöntemine göre hesap yapılırken, başlangıç koordinat değerleri uygulamadan sorumlu öğretim üyesi/yardımcısı tarafından belirlenecektir.

→Teğetten dik koordinat yöntemine göre hesaplanan kurp noktalarının koordinatları, yol başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarından faydalanılarak ITRF96 koordinatlarına dönüştürülür.

2. Arazi Ölçme Çalışmaları

Bilgisayar destekli yapılan hesaplamalar ile belirlenen yol güzergahına ait gerekli tüm noktaların koordinatları elde edilir. Bu bölümde elde edilen koordinat değerlerinden faydalanarak aplikasyon işlemi gerçekleştirilir.

→Aplikasyon işlemi çalışma için belirlenen bölgede GNSS tekniği kullanılarak gerçekleştirilecektir. GNSS ile çalışma bölgesinde yapılacak aplikasyon ve röleve uygulaması için klasik-RTK (Single-Base RTK) veya Ağ-RTK (Network) yöntemlerinden biri kullanılır. Klasik-RTK uygulaması için Davutpaşa Kampüsü içerisindeki Harita Mühendisliği Bölümüne ait YLDZ sabit GNSS Referans İstasyonundan yararlanılır. Ağ-RTK tekniği için ise TUSAGA-Aktif sisteminden yararlanılır.

→Yol geçkisine ait some ve kurp ara noktalarının aplikasyonu çalışma yapılan bölgenin durumuna göre GNSS tekniği ile belirlenen noktalara çivi veya kazık çakılarak işaretlenerek yapılır.

→Aplikasyon işleminin kontrolü için arazide işaretlenen some noktalarından herhangi ikisi arasında Total Station ile mesafe ölçümü yapılmalıdır.

3. Hesap ve Raporlama

Uygulama teslim tarihinde grup üyesi her öğrenci uygulama ile ilgili gerekli dosyaları uygulamadan sorumlu araştırma görevlisine teslim etmelidir. Dosyalar aşağıdaki içeriklerden oluşmalıdır:

→Uygulamada yapılan işlemlerin mantığını ve işlem adımlarını anlatan detaylı kişisel teknik rapor.

→Yapılan tüm sayısal işlemler ve sonuçları

→CAD ortamında çizilen yol geçkisi*

→Güzergah dosyası*

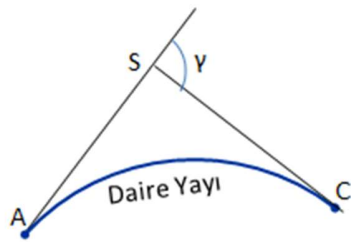
(*) Sayısal veri ve dosyalar uygulamadan sorumlu araştırma görevlisine gruptaki sorumlu öğrenci tarafından e-posta ile gönderilebilir. Diğer tüm yazımsal raporlama ve hesap dosyaları word dosyası çıktısı şeklinde gruptaki her öğrenci tarafından kapak (uygulama numarası ve adı, öğrenci adı-soyadı ve numarası) oluşturularak bireysel olarak teslim edilecektir.

Uygulama Kapsamında Yararlanılacak Bilgi Notu ve Örnekler

Karp Ara Noktalarının Aplikasyonu

Örnek:

Şekildeki AC yatay daire kurbun elemanlarını ve 20 m aralıklarla karp ara noktalarının A noktasından teğetten dik koordinat yöntemine göre aplikasyon elemanlarını hesaplayınız ve bu noktaların araziye nasıl aplike edileceğini açıklayınız. (Kaynak: Mühendislik Ölçmeleri Ders Notları)



$$R=300 \text{ m}$$

$$\gamma = 18^{\circ}.7546$$

$$\text{Km A}=3+582 \text{ m}$$

$$x_A = 0.00; y_A = 0.00$$

$$t = R \tan \frac{\gamma}{2} = 300 \tan \frac{18.7546}{2} = 44.512 \text{ m}$$

$$D = AC = R \frac{\gamma}{\rho} = 300 \frac{18.7546}{63.6620} = 88.379 \text{ m}$$

$$BS = \frac{R}{\cos \frac{\gamma}{2}} - R = \frac{300}{\cos \frac{18.7546}{2}} - 300 = 303.284 - 300 = 3.284 \text{ m}$$

$$\text{Km C} = \text{Km A} + D = 3582 + 88.379 = 3670.379 \text{ m}$$

$$\text{Km B} = \text{Km A} + D/2 = 3582 + 88.379/2 = 3582 + 44.19 = 3626.19 \text{ m}$$

$$\varepsilon_i = \frac{\ell_i}{R} \rho$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\ell_1}{R} \rho = \frac{18}{300} 63.6620 = 3^{\circ}.8197$$

$$\varepsilon = \frac{\ell}{R} \rho = \frac{20}{300} 63.6620 = 4^{\circ}.2441$$

$$\varepsilon_n = \frac{\ell_n}{R} \rho = \frac{3670.38 - 3660}{300} 63.6620 = \frac{10.38}{300} 63.6620 = 2^{\circ}.2027$$

$$\varepsilon_{AB} = \frac{\ell_{AB}}{R} \rho = \frac{3626.19 - 3582.00}{300} 63.6620 = \frac{44.19}{300} 63.6620 = 9^{\circ}.3774$$

Nokta	Piketaj	ℓ_i	$\varepsilon_i = \frac{\ell_i}{R} \rho$	$\frac{\varepsilon_i}{2}$	$X_i = R \sin \varepsilon_i$	$Y_i = 2 R \sin^2 \frac{\varepsilon_i}{2}$
A	3+582					
1	3+600	18 m	3 ^g .8197	1 ^g .9099	17.98 m	0.54 m
2	3+620	38	8.0639	4.0319	37.90	2.40
B	3+626.19	44.19	9.3774	4.6887	44.03	3.25
3	3+640	58	12.3080	6.1540	57.64	5.59
4	3+660	78	16.5521	8.2761	77.12	10.08
C	3+670.38	88.38	18.7548	9.3774	87.11	12.92

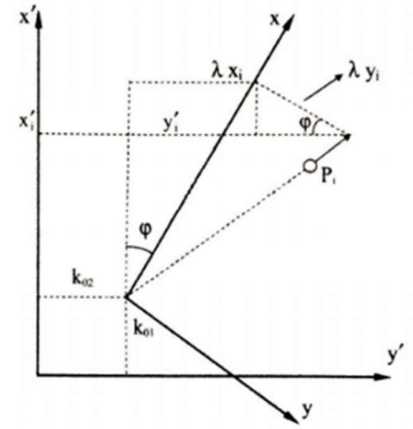
İki Boyutlu Koordinat Dönüşümü

Şekilde x' ve y' ülke koordinatlarını, x ve y ise lokal koordinatları gösterebiliriz. Lokal koordinatları verilen bir P_i noktasının x'_i ve y'_i ülke koordinatları bulunsun

k^{01} , k^{02} : Ötelemeler

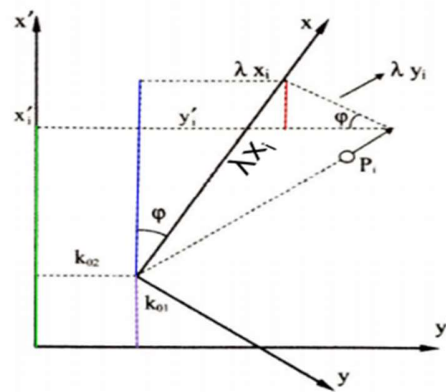
λ : Ölçek faktörü

φ : Dönüklük

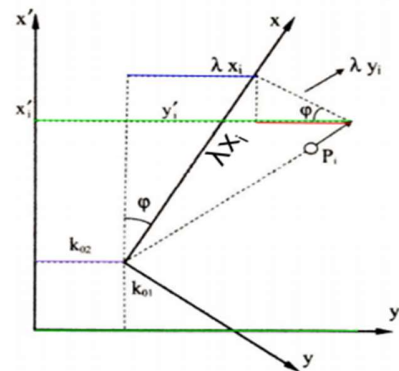


(Resim Kaynak: Demirel,2009)

$$x'_i = k_{01} + \lambda x_i \cos \varphi - \lambda y_i \sin \varphi$$



$$y'_i = k_{02} + \lambda x_i \sin \varphi + \lambda y_i \cos \varphi$$



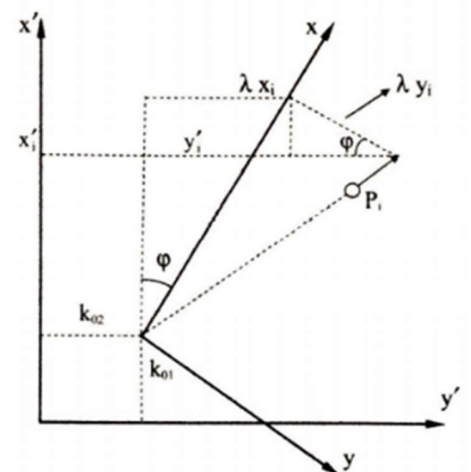
$$x'_i = k_{01} + \lambda x_i \cos \varphi - \lambda y_i \sin \varphi$$

$$y'_i = k_{02} + \lambda x_i \sin \varphi + \lambda y_i \cos \varphi$$

$$k_{11} = \lambda \cos \varphi ; k_{12} = \lambda \sin \varphi ,$$

$$x'_i = k_{01} + x_i k_{11} - y_i k_{12}$$

$$y'_i = k_{02} + x_i k_{12} + y_i k_{11}$$

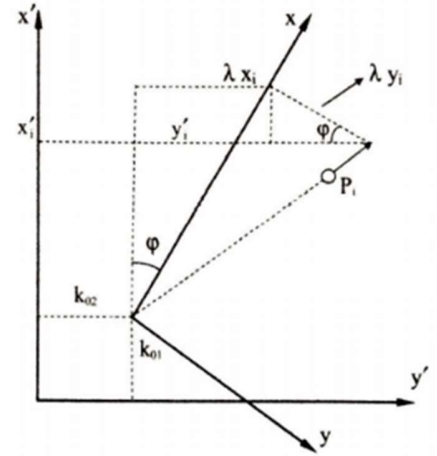


$$x'_i = k_{01} + x_i k_{11} - y_i k_{12}$$

$$y'_i = k_{02} + x_i k_{12} + y_i k_{11}$$

$$\lambda = \sqrt{k_{11}^2 + k_{12}^2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{k_{12}}{k_{11}}$$



Denklemler (Ölçü + Düzeltmesi = Bilinmeyenlerin fonksiyonu):

$$x'_i + V_x = k_{01} + x_i k_{11} - y_i k_{12}$$

$$y'_i + V_y = k_{02} + x_i k_{12} + y_i k_{11}$$

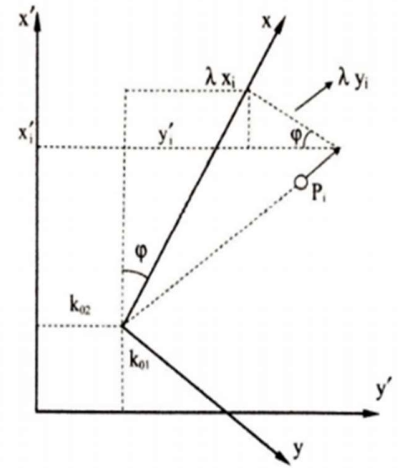
Bilinmeyenler: $k_{01}, k_{02}, k_{11}, k_{12}$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_i & -y_i \\ 0 & 1 & y_i & x_i \end{bmatrix}$$

DİKKAT! 2 Denklemler ve 4 bilinmeyene sahip sistem çözülemez!

$$n = 2, u = 4, n - u < 0!$$

Sistem çözümü için en az 2 nokta gereklidir!



İki nokta bulunduğu durumda denklemler:

$$x'_1 = k_{01} + x_1 k_{11} - y_1 k_{12}$$

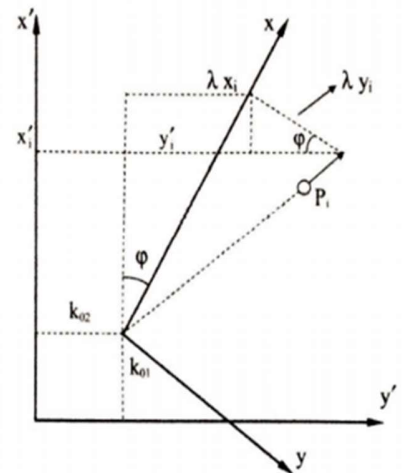
$$y'_1 = k_{02} + x_1 k_{12} + y_1 k_{11}$$

$$x'_2 = k_{01} + x_2 k_{11} - y_2 k_{12}$$

$$y'_2 = k_{02} + x_2 k_{12} + y_2 k_{11}$$

Bilinmeyenler: $k_{01}, k_{02}, k_{11}, k_{12}$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_1 & -y_1 \\ 0 & 1 & y_1 & x_1 \\ 1 & 0 & x_2 & -y_2 \\ 0 & 1 & y_2 & x_2 \end{bmatrix}$$

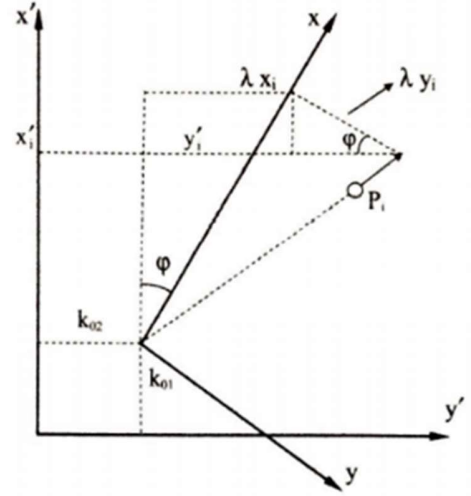


Ölçüler (Verilen ülke koordinatları):

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ x'_2 \\ y'_2 \end{bmatrix}$$

Bilinmeyenler:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} k_{01} \\ k_{02} \\ k_{11} \\ k_{12} \end{bmatrix}$$



Denklem çözümü (P ağırlık matrisini birim matris düşününüz):

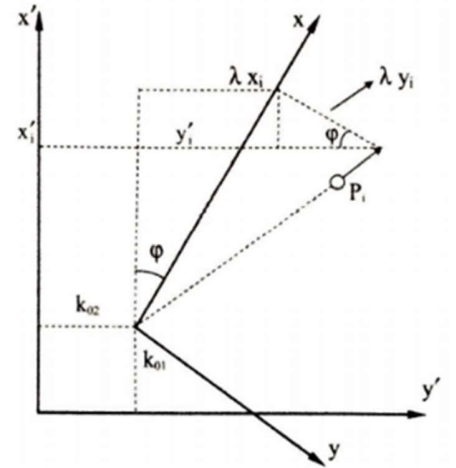
$$\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{A}$$

$$\mathbf{n} = (\mathbf{A}^T \mathbf{L})$$

$$\mathbf{Q}_{xx} = \mathbf{N}^{-1}$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{n}$$

ile bilinmeyen parametreler bulunur.



Bilinmeyen parametreler yardımıyla yeni bir noktanın lokal koordinatlardan ülke koordinatlarına dönüşümü:

$$x'_{\text{yeni}} = k_{01} + x_{\text{yeni}} k_{11} - y_{\text{yeni}} k_{12}$$

$$y'_{\text{yeni}} = k_{02} + x_{\text{yeni}} k_{12} + y_{\text{yeni}} k_{11}$$

denklemlerinde, parametreler yerine konarak bulunur.

Örnek Soru: Aşağıda iki noktanın ülke koordinat sisteminde ve lokal bir koordinat sisteminde koordinatları verilmiştir.

Nokta	Lokal x (m)	Lokal y (m)	Ülke X (m)	Ülke Y (m)
A	0.00	0.00	4543846.260	406367.931
C	38.5654	15.7863	4543882.000	406389.359

Buna göre;

A) Öteleme, ölçek faktörü ve dönüklük hesaplayınız

B) Lokal koordinat sisteminde 1 nolu ara noktanın koordinatları $x_1 = 10.6175$ m ve $y_1 = 1.0346$ m ise bu noktanın ülke koordinat sistemindeki koordinatları X_1 ve Y_1 'i bulunuz.

ÇÖZÜM:

A) Bilinmeyenler: k_{01} , k_{02} , k_{11} , k_{12}

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_A & -y_A \\ 0 & 1 & y_A & x_A \\ 1 & 0 & x_C & -y_C \\ 0 & 1 & y_C & x_C \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 38.5654 & -15.7863 \\ 0 & 1 & 15.7863 & 38.5654 \end{bmatrix}$$

Nokta	Lokal x	Lokal y
A	0.00	0.00
C	38.5654	15.7863

Ölçüler (Verilen ülke koordinatları):

$$L = \begin{bmatrix} x'_A \\ y'_A \\ x'_C \\ y'_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4543846.260 \\ 406367.931 \\ 4543882.000 \\ 406389.359 \end{bmatrix}$$

Nokta	Ülke X	Ülke Y
A	4543846.260	406367.931
C	4543882.000	406389.359

Bilinmeyenler:

$$x = \begin{bmatrix} k_{01} \\ k_{02} \\ k_{11} \\ k_{12} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 38.5654 & -15.7863 \\ 0 & 2 & 15.7863 & 38.5654 \\ 38.5654 & 15.7863 & 1736.5 & 0 \\ -15.7863 & 38.5654 & 0 & 1736.5 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{n} = \mathbf{A}^T \mathbf{L} = \begin{bmatrix} 9.0877 * 10^6 \\ 8.1276 * 10^5 \\ 1.8165 * 10^8 \\ -5.6059 * 10^7 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Q}_{xx} = \mathbf{N}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -0.02 & 0.009 \\ 0 & 1 & -0.009 & -0.02 \\ -0.02 & -0.009 & 0.0012 & 0 \\ 0.009 & -0.02 & 0 & 0.0012 \end{bmatrix}$$

Bilinmeyenler:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{n} = \begin{bmatrix} 4543846.260 \\ 406367.931 \\ 0.9885 \\ 0.1510 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{01} \\ k_{02} \\ k_{11} \\ k_{12} \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \sqrt{k_{11}^2 + k_{12}^2} = \sqrt{0.9885^2 + 0.1510^2} = 1$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{k_{12}}{k_{11}} = \tan^{-1} \frac{0.1510}{0.9885} = 0.1516 \text{ rad} = 9.6486^\circ$$

ÇÖZÜM:

B) Lokal koordinat sisteminde 1 nolu ara noktanın koordinatları $x_1 = 10.6175$ m ve $y_1 = 1.0346$ m ise bu noktanın ülke koordinat sistemindeki koordinatları X_1 ve Y_1 'i bulunuz.

$$x'_{\text{yeni}} = k_{01} + x_{\text{yeni}} k_{11} - y_{\text{yeni}} k_{12}$$

$$y'_{\text{yeni}} = k_{02} + x_{\text{yeni}} k_{12} + y_{\text{yeni}} k_{11}$$

$$X_1 = k_{01} + x_1 k_{11} - y_1 k_{12} = 4543846.260 + 10.6175 * 0.9885 - 1.0346 * 0.1510 = 4543856.60 \text{ m}$$

$$Y_1 = k_{02} + x_1 k_{12} + y_1 k_{11} = 406367.931 + 10.6175 * 0.1510 - 1.0346 * 0.9885 = 406370.557 \text{ m}$$