

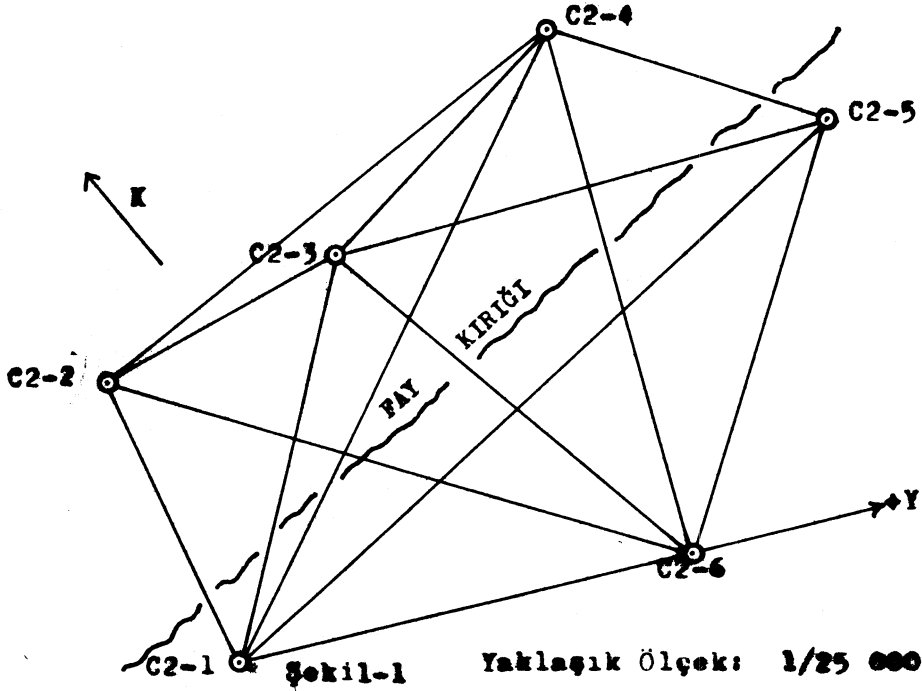
KUZAY ANADOLU FAY ZONUNDA RESENT KAREKTERDEKİ HAREKETLERİ SAPTAYABİLMEK İÇİN KULLANILAN ÖLÇÜ VE METODUNUN SIHHATİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Hazırlayanlar :

Müh. Tğm. Arif PEKER

Müh. Tğm. Doğan ÖZAYDIN

Şekil—1 deki şebeke, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun resent bir karakter taşıdığı, İsmetpaşa Tren İstasyonu doğusunda kurulmuştur.



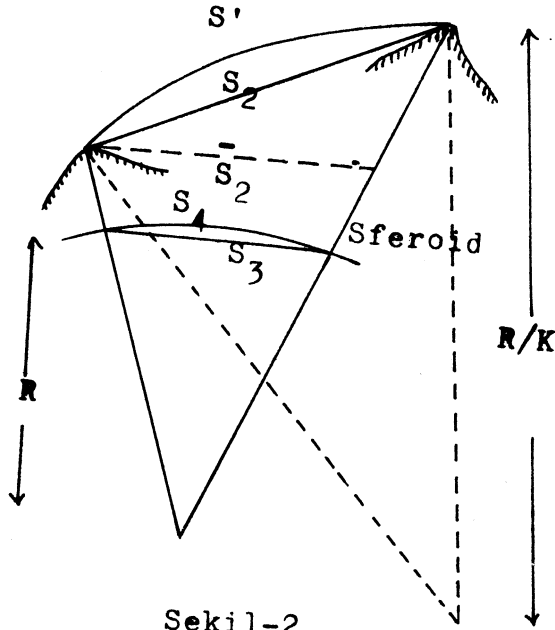
Şebekenin bütün kenarları, 1972 yazında, 10600 numaralı Wild-Distomat DI 10T elektrooptik uzaklık ölçeri ile, üçer bağımsız rasatla, karşılıklı olarak, iki ay ara ile ikişer defa ölçülmüştür.

Ölçü sonuçlarına meteorolojik düzeltmeler getirilmiş ve elde edilen eğik mesafeler karşılaştırıldığında, relâtif doğruluğun 10^{-5} değerinin altına düştüğü görülmüştür.

Bu ölçülerden elde edilen ortalamalar ile, hassas nivelman ölçüleri sonucu elde edilen ortalama geometrik kot değerleri tebelâ - 1 de gösterilmiştir.

Bu çalışmada, bu tektonik hareket bölgesinin kuzeyindeki C2-2, C2-3, C2-4 numaralı noktaların yılda iki santimetreye varan resent karakterdeki hareketlerini saptayabilmek için, kullanılan ölçü metod ve sıhhatinin yeterli olup olmadığı incelenmiştir.

1) Verilen eğik kenarların Gauss-Kruger projeksiyon düzlemi tüzerine indirgenmesi :



Şekil-2

$$S_2 - S_2 = K_1 = - \frac{\Delta H^2}{2S_2}$$

ΔH — İki nokta arasındaki rakım farkı

$$S_3 - S_2 = K_2 = - \frac{H_m}{R} \cdot S_2$$

$$H_m = \frac{H_1 + H_2}{2}$$

$$S_4 - S_3 = K_3 = + \frac{S_2^3}{24R^2}$$

$$R = 6370 \text{ Km.}$$

$$ds = \frac{1}{6R_m^2} (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2) S$$

Ölçüleri önce deniz seviyesine sonrada Gauss-Kruger projeksiyon düzlemi üzerine indirgemek icap eder.

Şekil—2 de görüldüğü gibi :

S_2 — Düzeltilmiş eğik mesafe

S_4 — Deniz yüzündeki mesafe

S_G — Gauss-Kruger Projeksiyon düzlemindeki mesafe dir.

$S_4 = S_2 + \sum K$

$\sum K = K_1 + K_2 + K_3$

Bu değerler tabelâ—1 de hesaplanmıştır. S_2 kenarları yer yarıçapı yanında çok küçük kaldığından, K_3 düzeltmeleri ihmal edilecek kadar küçük çıkmıştır. Bu hesaplamaaya ait bir misal bundan sonraki sayfada gösterilmiştir.

| Kenar | S_2 | K_1 | K_2 | S_4 | S_G | S Geç. |
|-------------|----------|--------|--------|----------|----------|----------|
| C2—1, C2—2: | 466,875 | —0,042 | —0,074 | 466,759 | 466,764 | 466,766 |
| 1—3 | 635,799 | —0,016 | —0,101 | 635,682 | 635,688 | 635,689 |
| 1—4 | 1063,773 | —0,294 | —0,171 | 1063,308 | 1063,319 | 1063,320 |
| 1—5 | 1204,936 | —0,020 | —0,191 | 1204,725 | 1204,737 | 1204,732 |
| 1—6 | 697,300 | —0,119 | —0,110 | 697,071 | 697,078 | 697,078 |
| 2—3 | 394,661 | —0,146 | —0,063 | 394,452 | 394,456 | 394,457 |
| 2—4 | 849,529 | —0,576 | —0,136 | 848,817 | 848,825 | 848,826 |
| 2—6 | 914,254 | —0,024 | —0,144 | 914,086 | 914,095 | 914,095 |
| 3—4 | 464,423 | —0,455 | —0,075 | 463,893 | 463,898 | 463,895 |
| 3—5 | 759,163 | —0,085 | —0,120 | 758,958 | 758,966 | 758,971 |
| 3—6 | 703,446 | —0,213 | —0,111 | 703,122 | 703,129 | 703,131 |
| 4—5 | 433,540 | —1,177 | —0,069 | 432,294 | 432,298 | 432,308 |
| 4—6 | 826,977 | —0,868 | —0,132 | 825,977 | 825,985 | 825,989 |
| 5—6 | 696,354 | —0,025 | —0,110 | 696,219 | 696,226 | 696,232 |

Tabelâ—1

S_G kenarlarının hesabında önce verilen (ds) formülü kullanılmamıştır. Bölgesel olarak hesaplanan Gauss-Kruger küçültme faktörü ($k= 1.0000099142$) kullanılmıştır.

| Kenar | H _m | H ² | 2S ₂ m | K ₁ m |
|-----------|----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| C2-1/C2-2 | 6.264 | 39.237696 | 933.750 | 0.042 |
| | | K ₁ = 0.042 | metre | |

| Kenar | H _m | S ₂ | H _m · S ₂ | R Km. | K ₁₁ |
|-----------|----------------|----------------|---------------------------------|----------|-----------------|
| C2-1/C2-2 | 1008.4110 | 466.875 | 470801.8856 | 6370 | 0.074 |

$$K_{11} = 0.074 \text{ metre}$$

| Kenar | S ₂ | S ₂ ³ | 24R ² | K ₁₁₁ |
|-----------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| C2-1/C2-2 | 466x875 | 101765798.8875 | 97384560000000 | Çok küçük |

2) Geçici koordine değerlerinin hesabı :

C2-1 noktası için $x_0 = + 1000.000$ metre ve $Y_0 = + 1000.000$ metre relâtif koordine değerleri alarak ve C2-1 — C2-6 istikametini + Y geçici koordinat eksenini kabul ederek bütün noktalar için geçici koordine değerlerinin hesaplanabilmesi için semtlerinde hesabı gerekir. Bu sebeple şebekedeki üçgenlerin açıları yarımaçı formülleri yardımıyla hesaplanmış, bu açılarda semtler bulunmuştur.

Geçici koordine değerlerinden, kenarlar hesaplanmış ve bu kenarlar hata denklemlerinde kullanılmıştır. Tebalâ—1 $S_{Geç.}$ olarak gösterilmiş olan kenarlar bunlardır.

Kenarlardan açıların bulunmasında yalnız yarımaçı formüllerini ve hesabına ait bir misâl vermekte yetineceğiz.

$$\text{Tangent } \frac{\hat{A}}{2} = \sqrt{\frac{(u-b)(u-c)}{u(u-a)}} \quad 2u = a+b+c$$

$$\text{Tangent } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(u-a)(u-c)}{u(u-b)}}$$

$$\text{Tangent } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(u-a)(u-b)}{u(u-c)}}$$

Misâl :
(1,2,3) Üçgeninde.

| | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| a | b | c | u | u-a | u-b | u-c |
| 466.764 | 394.456 | 635.688 | 748.454 | 281.690 | 353.998 | 112.766 |
| $\frac{u(u-a)}{210832.007}$ | $\frac{u(u-b)}{264951.219}$ | $\frac{u(u-c)}{84400.164}$ | | | | |

tg A/2 = 0.189340 tg B/2 = 0.119890 tg C/2 = 1.181487
 ...tg A/2 = 9.638621,0 ...tg B/2 = 9.539391,5 ...tg C/2=0.36214,6
 < A = 52°2564,6 < B = 42°4410,4 < C = 105°3024,2
 Geçici ve Dengeli Koordine Değerleri

| | Geçici | | Dengeli | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| | x | Y | x | Y |
| C2—1 | 1000,000 | 1000,000 | 1000,000 | 1000,000 |
| C2—2 | 1457,094 | 905,475 | 1457,094 | 905,480 |
| C2—3 | 1568,835 | 1283,774 | 1568,833 | 1283,778 |
| C2—4 | 1825,550 | 1670,162 | 1825,541 | 1670,174 |
| C2—5 | 1604,835 | 2041,890 | 1604,839 | 2041,891 |
| C2—6 | 1000,000 | 1697,078 | 1000,000 | 1697,078 |

Tabelâ—2

3) C2—1—C2—6 kenarını baz olarak kabul edip, vasıtalı trilaterasyon ölçülerin dengelenmesi için gerekli hata denklemlerinin teşkil edilmesi :

Genel hata denklemi formülleri :

$$V_{ik} = \text{Cos } t_{ik} (dx_k - dx_i) + \text{Sin } t_{ik} (dy_k - dy_i) - (S_{ik} - S_{(ik)})$$

$$\text{Cos } t_{ik} = \frac{x_k - x_i}{S_{(ik)}}$$

$$\text{Sin } t_{ik} = \frac{y_k - y_i}{S_{(ik)}}$$

$$S^2_{(ik)} = (x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2$$

t_{ik} —i noktasından k noktasına olan semt

dx_k, dy_k —k noktasının x ve y sine getirilecek düzeltme.

S_{ik} —Tabelâ—1 de S_G olarak gösterilen kenar.

(S_{ik}) —Geçici koordine hesaplanan kenar.

Hata denklemleri Tabelâ—3 de bir matris içinde gösterilmiştir. Hesaba ait bir örnek aşağıda verilmiştir.

$$S^2_{(1,2)} = (1457.094-1000.000)^2 + (905.475-1000.000)^2 \quad S_{(1,2)} = 466.766 \text{ metre}$$

$$\cos t_{1,2} = 457.094/466.766 = + 0.979279$$

$$\sin t_{1,2} = - 94.525/466.766 = - 0.202510$$

Bunlara göre hata denklemi :

$$V_{1,2} = + 0.979279 dx_2 - 0.202510 dY_1 + 0.002$$

(Baz olarak alınan kenara ait olan C2-1 noktasının dx_1 , dY_1 düzeltmeleri sıfır olarak alınmıştır.)

Geçici ve Dengeli Koordine Değerleri

| | Geçici | | Dengeli | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| | x | Y | x | Y |
| C2-1 | 1000,000 | 1000,000 | 1000,000 | 1000,000 |
| C2-2 | 1457,094 | 905,475 | 1457,094 | 905,480 |
| C2-3 | 1568,835 | 1283,774 | 1568,833 | 1283,778 |
| C2-4 | 1825,550 | 1670,162 | 1825,541 | 1670,174 |
| C2-5 | 1604,835 | 2041,890 | 1604,839 | 2041,891 |
| C2-6 | 1000,000 | 1697,078 | 1000,000 | 1697,078 |

Tabelâ-2

HATA DENKLEMLERİ MATRİKSİ

| V | P | dx ₂ | dy ₂ | dx ₃ | dy ₃ | dx ₄ | dy ₄ | dx ₅ | dy ₅ | - L |
|------------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| | | a | b | c | d | e | f | g | h | |
| V _{I,2} | 4.58992I | 0.979279 | -0.2025I0 | | | | | | | 0.002 |
| V _{I,3} | 2.474640 | | | 0.894832 | 0.446404 | | | | | 0.00I |
| V _{I,4} | 0.884450 | | | | | 0.776389 | 0.630254 | | | 0.00I |
| V _{I,5} | 0.688995 | | | | | | | 0.502062 | 0.86483I | - 0.005 |
| V _{2,3} | 6.426920 | -0.283278 | -0.959037 | 0.283278 | 0.959037 | | | | | 0.00I |
| V _{2,4} | I.3879I7 | -0.434077 | -0.900872 | | | 0.434077 | 0.900872 | | | 0.00I |
| V _{2,6} | I.196788 | 0.50005I | -0.865996 | | | | | | | 0.000 |
| V _{3,4} | 4.6468I0 | | | -0.553390 | -0.83292I | 0.553390 | 0.83292I | | | - 0.003 |
| V _{3,5} | I.736022 | | | -0.047452 | -0.998873 | | | 0.047452 | 0.998873 | 0.005 |
| V _{3,6} | 2.022693 | | | 0.809003 | -0.587805 | | | | | 0.002 |
| V _{4,5} | 5.350982 | | | | | 0.5I05I6 | -0.859868 | -0.5I05I6 | 0.859868 | 0.0I0 |
| V _{4,6} | I.465736 | | | | | 0.999469 | -0.032586 | | | 0.004 |
| V _{5,6} | 2.06300I | | | | | | | 0.868748 | 0.495254 | 0.006 |

Tabela 3

4) NORMAL DENKLEMLER MATRİKSİ

| dx_2 | dy_2 | dx_3 | dy_3 | dx_4 | dy_4 | dx_5 | dy_5 | -I |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 5.478183 | 0.860264 | -0.515736 | -1.746027 | -0.261516 | -0.542742 | 0.000000 | 0.000000 | 0.006570 |
| | 8.123325 | -1.746027 | -5.911171 | -0.542742 | -1.126392 | 0.000000 | 0.000000 | -0.009273 |
| | | 5.248012 | 3.996816 | -1.423039 | -2.141854 | -0.003909 | -0.082286 | 0.014611 |
| | | | 12.059045 | -2.141854 | -3.223756 | -0.082286 | -1.732110 | 0.007829 |
| | | | | 5.076470 | 0.720686 | -1.394605 | 2.348954 | 0.026751 |
| | | | | | 8.659400 | 2.348954 | -3.956372 | -0.056005 |
| | | | | | | 3.129180 | -1.079899 | -0.006072 |
| | | | | | | | 6.709809 | -0.057833 |

Tabella-4

5) Dengelenmiş koordine değerlerinin ve ortalama koordine hatalarının hesabı :

Normal denklemlerin Harita Bilgi İşlem Merkezi'nde çözümüne :

$$\begin{aligned} dx_2 &= 0,0000 \pm 3 \text{ mm.} \\ dy_2 &= + 0,0049 \pm 4 \text{ mm.} \\ dx_3 &= - 0,0015 \pm 3 \text{ mm.} \\ dy_3 &= + 0,0041 \pm 4 \text{ mm.} \\ dx_4 &= - 0,0085 \pm 4 \text{ mm.} \\ dy_4 &= + 0,0123 \pm 6 \text{ mm.} \\ dx_5 &= - 0,0106 \pm 5 \text{ mm.} \\ dy_5 &= + 0,0009 \pm 5 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Bu düzeltmeler getirildikten sonra elde edilen dengeli koordine değerleri tabelâ — 2 de gösterilmiştir.

Bir ölçünün ortalama hatasını hesaplırsak :

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[VVP]}{n-u}} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{0,000189}{5}}$$

$$m_0 = \pm 6,0 \text{ mm. olur.}$$

6) Hata elipslerinin çizilmesi :

Genel formüller :

$$\text{tag } 2A = \frac{2Q_{in}}{Q_i - Q_n}$$

$$K = \sqrt{(Q_i - Q_n)^2 + 4Q_{in}^2}$$

$$a = \sqrt{\frac{Q_i + Q_n + K}{2}} \cdot m$$

$$b = \sqrt{\frac{Q_i + Q_n - K}{2}} \cdot m$$

Q = Ağırlık koefisiyenti

m = Ortalama hata (mm.)

Bu hesaplama a ait bir örnek, bundan sonraki sayfada gösterilmiştir.

| Nokta Nr. | K | A | a | b |
|-----------|--------|---------|----------|----------|
| C2—2 | 0,2870 | 70°20' | 4,15 mm. | 2,62 mm. |
| C2—3 | 0,1972 | 112°15' | 4,09 | 3,11 |
| C2—4 | 0,6572 | 126°38' | 5,80 | 3,16 |
| C2—5 | 0,6889 | 137°15' | 6,04 | 3,42 |

Tabelâ—5

Hata elipsleri Şekil—3 de gösterilmiştir.

7) Netice :

Şekil—3 de görüldüğü gibi, 2 cm. lik değeri vektör olarak gösterdiğimizde ve elipsleride vektör ölçüğünde çizdiğimiz zaman, vektörlerin, elipslerin çok dışına çıktığı görülmüştür. Yapılan ölçü hataları, vektör büyüklüğüne nazaran küçüktür.

Buda bu tektonik hareket bölgesinde yılda 2 cm. ye varan resent karakterdeki hareketlerin saptanması için ölçü ve metodun yeterli olduğunu gösterir.

Örnek : (C2—2 noktası için)

$$\operatorname{tg} 2A = \frac{2 \cdot 0.0909}{0.2240-0.4459}$$

$$A=70^{\circ} 20'$$

$$K^2 = (0.2240-0.4459)^2 + 4 \cdot 0.0909^2$$

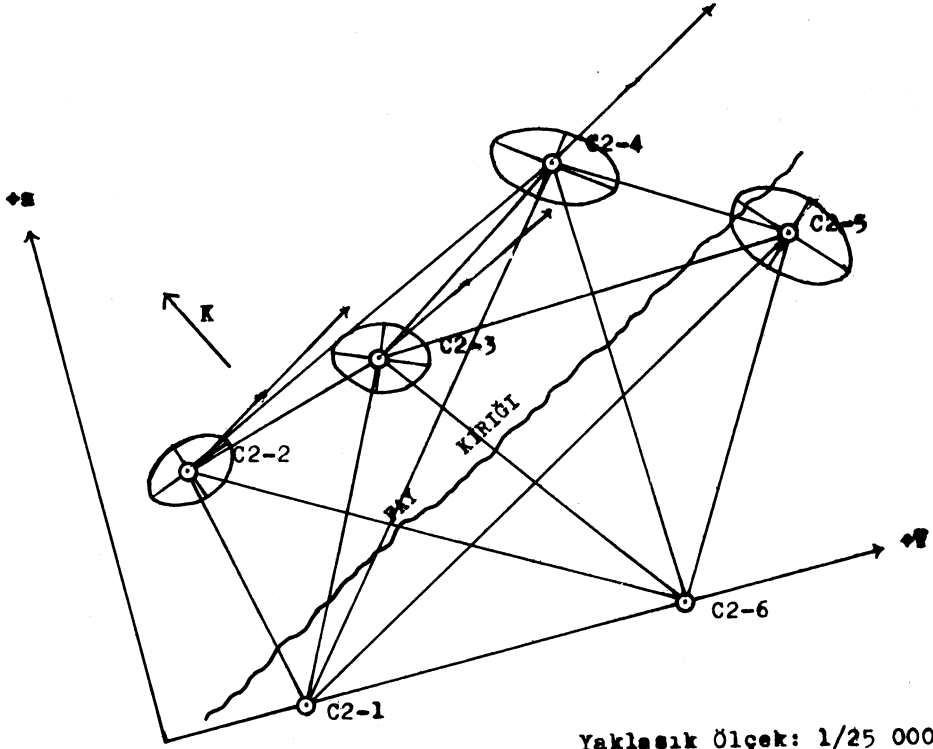
$$K=0.2870$$

$$a^2 = \frac{0.2270 + 0.4459 + 0.2870}{2} \cdot 6^2 \text{ mm.}$$

$$a=4,15 \text{ mm.}$$

$$b^2 = \frac{0.2240 + 0.4459 - 0.2870}{2} \cdot 6^2 \text{ mm.}$$

$$b=2,62 \text{ mm.}$$



Şekil-3

Yaklaşık Ölçek: 1/25 000
Elips Ölçeği : 2/1
Vektör Ölçeği : 2/1

KAYNAKLAR

Geodezide ELEKTROMETRİ (DSİ yayınları)
M. Gündoğdu ÖZGEN

Elektrometri Dersi Notları
Ergun UĞUR

Harita Yüksek Teknik Okulu Elektrometri Araştırma çalışmaları.
Ergun UĞUR