

HARİTA
DERGİSİ

ÖZEL SAYI : 11

YERKABUĞU HAREKETLERİNİN
JEODEZİK YÖNTEMLERLE ETÜDÜ

DN=13 81

YN= 7F-26

Kuzey Anadolu Fay Kuşaağı Üzerinde

YERKABUĞU HAREKETLERİNİN JEODEZİK YÖNTEMLERLE ETÜDÜ

Y.Müh. Ergun UĞUR

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sahife

<u>GİRİŞ (EINLEITUNG)</u>	I - IV
---------------------------------	--------

I.	<u>ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN TANITILMASI</u>	
I.1.	Yereyın Yapısı	1
I.2.	Bölgede Daha Önce Uygulanmış Ölçme Teknikleri.	4
I.2.1.	Birinci Derece Triyangülasyon Çalışmaları	4
I.2.2.	Birinci Derece Nivelman Çalışmaları	7
I.3.	IUGG ve Kuzey Anadolu Fay Zonu	10
II.	<u>YENİ ÖLÇMELER</u>	
II.1.	Boy Ölçmeleri	12
II.1.1.	Alet Kontrolları ve Kalibrasyon Ölçmeleri	14
II.1.2.	Meteorolojik Etkenler	16
II.1.3.	Refleksiyon Sorunu	18
II.1.4.	Ölçme Sonuçlarınının Kıtığı	21
II.2.	Doğrultu Ölçmeleri	23
II.3.	Nivelman Ölçmeleri	25
III.	<u>ÖLÇMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ</u>	
III.1.	Ölçmelerde Korelasyon ve Ağırlık Sorunları ...	26
III.2.	Ölçme Sonuçlarınının Dengelenmesi	31
III.2.1.	Trilaterasyon Ağı Hata Denklemleri	34
III.2.2.	Triyangülasyon Ağı Hata Denklemleri	35
III.2.3.	Trilaterasyon + Triyangülasyon Karma Ağı	36
III.3.	Ölçek Kontrolu	38
III.4.	Hata Araştırmaları	43

Sahife

IV.	<u>GÜNCEL (RESENT) YERKABUĞU HAREKETLERİNİN ETÜDÜ</u>	
IV.1.	Güncel Hareketlerin Etüdünde Jeodezik Yöntemler.	50
IV.1.1.	Yatay Hareketlerin Saptanması	51
IV.1.2.	Düşey Hareketlerin Saptanması	52
IV.2.	Hareket Vektörlerinin Belirlenmesi	53
IV.3.	Güncel Hareketlerin Sistemantik Etüdü Amacıyla İlk Çalışmalar	55
V.	<u>ÖNERİLER</u>	
V.1.	Bölgede Uygulanacak Ölçme Programları Konusunda Öneriler	61
V.2.	Ölçme Tekniği Konusunda Öneriler	64
	<u>SONUÇ</u>	65
	<u>KAYNAKLAR</u>	66
	<u>BİYOGRAFİ</u>	70

KUZAY ANADOLU FAY KUŞAĞI ÜZERİNDE YERKABUĞU HAREKETLERİNİN JEODEZİK YÖNTEMLERLE ETÜDÜ

G İ R İ Ő

Türkiye ülke ölçmeleri geleneğinde, harita yapımı amacı ön plânda görünelmiştir.

1942 yılından bu yana, yönetmeliklerin gerektirdiği presizyonu ve nokta sıklığını sağlamak üzere, zaman zaman ölçme tekrarlarının programlandığı da olmuştur. Ancak bu tekrar ölçmelerinin, eldeki ağırları onarmak ve düzeltmek amacıyla, düzenli ve sürekli bir biçimde ele alınması henüz tasarı aşamasında bulunmaktadır. Bu çalışmaların kesinlik kazanması ile, yeniden elde edilecek ölçme sonuçlarından, yerkabuğu hareketlerinin etüdünde de yarar sağlanacağı düşünülebilir.

Bu ölçmeler:

- a) Triyangölasyon + Trilaterasyon ölçmeleri,
 - b) Presizyonlu Nivelman ve Yerçekimi ölçmeleri
- diye iki ayrı izdüşüm alanı içinde irdelenebilir.

30 Yıllı aşkın bir süreç içinde bugünkü duruma getirilmiş bulunan bu ağırların bütün olarak yeniden ele alınması, günün gerekleri ve olanaklarına karşıt düşebilir. Bu nedenle başlangıçta, bu çeşit çalışmaları seçilecek pilot bölgeler için programlamak daha uygun olacaktır.

Yerkabuğunun hareketlerini, çeşitli yönlerdeki bileşkeleri ile saptamak ve bunun yardımıyla yerkabuğunun stabilitesi ile ilgili verileri elde etmek ve giderek jeodezi ağırlarının presizyonunu arttırmak, gelişmiş ülkelerde, "Ülke Ölçme Daireleri"nin programlarına girmiş rutin çalışmalardandır. Ayrıca, Kuzey Anadolu Fay Kuşağı bölgesi, 1000 Km lik uzunluğu aşan bir deprem kuşağı olarak, sosyal yaşamı çok yakından etkileyen doğa olaylarının toplandığı bir bölgedir. Burada depremlerin ardından ortaya çıkan ve makrosismik gözlemlerle bile saptanabilen kabuk hareketleri, sebep oldukları büyük

zararlara karşılık, kolay gözlem olanakları sağlaması ile yerbilimlerine açık bulunmaktadır.

Türkiyede, Jeodezi Biliminin temeli olarak nitelenebilecek bir "Yer Ölçmeleri" geleneği henüz yerleşmemiştir. Ekonomik kalkınmaya veya savunmaya, kısa dönemlerde doğrudan doğruya katkısı bulunmadığı varsayılan bilimsel araştırma çalışmaları, ancak son yıllarda gerekli ilgiyi uyandırmaya başlamıştır.

Aynı yolda atılacak daha ileri adımlarla, Türk Jeodezisinin uluslararası ortamda yeni bir kişilik kazanacağı umulmaktadır.

DIE GEODÄTISCHEN UNTERSUCHUNGEN
DER ERDKRUSTBEWEGUNGEN
AUF DER NORDANATOLISCHEN VERWERFUNGSSZONE

E I N L E I T U N G

Der Zweck von Kartenherstellung steht in der türkischen Landesvermessungstradition immer in dem Vordergrund.

Seit dem Jahre 1942 programmierte man ab und zu manche Wiederholungsmessungen, um eine Präzision nach den technischen Anordnungen zu sichern und die Punktverdichtungen der untergeordneten Netze zu vervollständigen. Es ist aber noch in einer Entwurfsphase, diese Wiederholungsmessungen ordnungsmässig und stätig zu planen, um die vorhandenen Netze zu korrigieren und reduzieren. Erst nach den sicheren Fortführungen dieser Arbeitsplanung ist es dann zu erwarten, entscheidende Kriterien über Erdkrustbewegungen mit Hilfe der Neuvermessungen zu gewinnen.

Diese Vermessungen sind im allgemeinen in zwei Projektionen zu betrachten:

- a) Triangulations - und Trilaterationsarbeiten,
- b) Präzisionsnivelement und Schwerebestimmungen.

Die vorhandenen Netze sind in die heutige Situation in einem Zeitintervall über 30 Jahre gekommen. Das totale Wiedervermessen derjenigen scheint für heute nicht möglich aus. Darum wäre es günstiger, solche Arbeiten vorerst in begrenzten Testgebieten durchzuführen.

Die Erdkrustbewegungen mit ihren verschiedenen Komponenten zu untersuchen und damit die Daten für die Bodenstabilität zu studieren und endlich die Präzision von geodätischen Netzen zu erhöhen sind schon von den routinen Beschäftigungen bei den Landesvermessungsämtern der entwickelten Länder.

Nebenbei; die nordanatolische Faltungszone als ein Erdbeben - gürtel mit einer Länge mehr als 1000 Km ist ein Gebiet, in dem die natürlichen Ereignisse zusammentreffen, die auf soziales Leben sehr nahe einwirken. Die plötzlichen Erdkrustbewegungen, die gleich nach dem Erdbeben mit makroseismischen Beobachtungen bestimmt wurden, verursachten in diesem Gebiet tatsächlich sehr grosse Katastrophen. Aber demgegenüber ist das Gebiet mit günstigen Beobachtungsmöglichkeiten immer offen und geeignet zu den sämtlichen Erdwissenschaften.

In der Türkei gibt's noch keine Erdmessungstradition als ein Grundpfeiler für die Geodäsie. Die für die wirtschaftliche Entwicklung und die nationale Verteidigung nicht erforderlich angenommenen Forschungsarbeiten fangen neulich an, eine Wichtigkeit zu erwerben.

Durch die mehr wertvollen Vorschritte in dem gleichen Weg soll die türkische Geodäsie in der internationalen Area eine neue Persönlichkeit gewinnen.

I. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN TANITILMASI

I.1. Yereyin Yapısı:

Kuzey Anadolu Fay Bölgesi, Anadolunun kuzeyinde, 1200 Km yi bulan bir kuşak üzerinde, genel olarak Doğu-Batı doğrultusundaki çok sayıda yüzeysel fay silsilelerinin yer aldığı tipik bir jeolojik yapıdır.

Bölgenin bazı kesimlerinde, depremler sonucunda makrosismik yöntemlerle ölçülen yatay ve düşey atımlar (Tablo:1)de görülmektedir.

Deprem Tarih	Bölgesi	Maksimal Şiddet	Fayın Uzunluğu (Km)	Yatay Kayma (m)	Düşey Kayma (m)
27.12.1939	ERZİNCAN	11	340	3.70	1.00-2.00
20.12.1942	ERBAA	10	40	1.75	-
27.11.1943	KASTAMONU	9-10	280	1.50	1.00
1. 2.1944	GEREDE-BOLU	9-10	180	3.50	1.00
18. 3.1953	YENİCE-GÖNEN	10-11	50	4.30	0.50
26. 5.1957	BOLU-ABANT	9-10	40	1.60	0.40
22. 7.1967	AKYAZI	10	60(80)	1.90	1.20

(Tablo:1)

Atımların bu sayısal değerlerinden de çıkarılabileceği gibi, birinci dereceden jeodezik ölçmelerin, yer kabuğundaki çeşitli depremler nedeniyle, anı tektonik oluşumların hemen ardından ve ayrıca belli periyotlar içinde yenilenmeleri gerekmektedir.

Uzun süreli bir plânlamayı ve geniş bir organizasyonu gerektiren bu çalışmalar için, başlangıçta bölgenin GEREDE-ÇERKEŞ arası pilot bölge olarak seçilmiştir. Bu kesim üzerinde yürütülecek çalışmalarla hem yer değişiminin sayısal değeri ile salınımın periyodik karakteri konularında sağlam kriterler elde etmek ve hem de bunların ölçülmesi, hesaplanması ve birinci dereceden ağlara uygulanacak indirgemelerin saptanması konularında yöntem geliştirmek amacı güdülmüştür.

Sözkonusu bölgenin içinde akan Gerede Çayı, Güneybatıdan Kuzeydoğuya doğru, zonun aktif deprem fayı çizgisine paralel bir vadiyi izlemektedir (Şekil:1). Gerede Çayı İsmetpaşa kavşağında, Kurşunlu ve Çerkeşten beriye, eski jeolojik fay çukurları içinde havzasını oymuş bulunan Ulusu ile birleşerek Soğanlı Çayı adını alıp, Filyosa karışmak üzere, tekrar aktif deprem fayı çizgisi üzerinden eski doğrultusunda akışını sürdürmektedir.

Gerede-Soğanlı Çayı doğrultusu kuzeyinde, 10-12 Km içinde, yükseklik birden 1000 m den 1700 m ye erişmekte ve buradan başlayarak Karadeniz ikliminin ormanlık ve nemli karakteri egemen olmaktadır.

Buna karşılık Güneydeki masif bölgede, ormanlık alanlara ancak yer yer ve seyrek olarak raslanabilmektedir. Ancak yerey burada da daha yumuşak bir şekilde olmakla birlikte, aynı yüksekliklere erişmektedir.

Gerede-Soğanlı Çayı doğrultusunun Kuzey bölümü, dik, sarp ve kesik karakteri ile Güney bölümünden açık bir şekilde ayrılmaktadır. Soğanlı Çayının derin vadi çukuru içinde ilerlerken bu aykırı topografik yapı, Kuzeyde ve Güneyde çok belirgin bir şekilde izlenebilmektedir.

Bölgenin en yüksek noktası 2056 m ile Işık Dağıdır. Üzerinde birinci derece istasyon noktası bulunan tepeler 1700-2000 m arasında yüksekliklere sahiptirler.

Yanyana bulunan çok sayıda fay kırıklarının oluşturduğu, yerine göre 500-1000 m genişliği bulunan bu fay zonunda, kayalar parçalanmış, ezilmiş; yer yer sıcak ve soğuk su kaynakları çıkmış; baraj gölleri meydana gelmiş, eski kaynaklar etrafında travertenler oluşmuş; ve volkanik püskürmeler gün yüzüne çıkmıştır.

Fay zonunun bütün parçalarında sağ yönlü yatay kayma hareketleri egemen olmuş, aynı zamanda ve fakat daha küçük ölçüde, düşey hareketler de kendini göstermiştir. Her defasında, fay kırığının kuzeyinde kalan yerey, güneydekine göre, rölatif anlamda sağa ve aşağı olarak kaymıştır /19/.

1944 Gere-de-Bolu Depreminde (Şiddeti 10, Magnitüdü 7,4) ortaya çıkan, Bayramören Köyünden Abant Gölüne kadar ortalama 180 Km uzunluğundaki fay kırığı üzerinde, makrosismik araştırmalar sonucu, 2 ile 3,5 m yatay atımla 40-100 cm düşey atım ölçülmüştür. 1951 Kurşunlu Depreminde (Şiddeti 9, Magnitüdü 7) 1944 Bolu Deprem Fayı yeniden harekete geçmiş, Doğuda Afşar-Dolaşlar köyleri arasında 12 Km uzunluğunda yeni bir fay kırığı oluşmuştur.

Fay zonu boyunca yer yer izlenen ve fay hareketine uygun olarak ötelenen akarsu yatakları aracılığı ile Genç Kuaternerden bu yana yatay kayma miktarının Yeniçağa çevresinde 750-800 m ; Gere-de doğusunda ise 800-1000 m olduğu saptanmış bulunmaktadır. Genç Kuaternerden (Holozen), Buzul Çağının bitiminden bu güne kadar geçen süre anlaşılırsa ve bunun için de tahmin edilmiş bulunan 12 000 yıla itibar edilirse, hareketin sürekli olduğu düşünüldüğünde, otuz yıllık bir süreç içinde 2 m ye varan bir güncel (resent) yer değiştirme hesaplanabilir./36/

Bu değer bugünkü jeodezi tekniğinin rejyonal veya lokal anlamda kolaylıkla saptıyabileceği bir değer olmakla birlikte, anı yer değiştirmelerle periyodik hareketleri birbirinden ayırabilmek için geniş çaplı ve uzun süreli programlamalara ihtiyaç bulunmaktadır.

I.2.Bölgede Daha Önce Uygulanmış Ölçme Teknikleri

I.2.1.Birinci Derece Triyangülasyon Çalışmaları:

Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gere-de ile Kastamonu arasına raslıyan bölümü, bir "Ülke I.Derece Triyangülasyon(Nirengi) Poligonu"nu, Doğu-Batı doğrultusunda, ortasından ikiye ayırmaktadır. Herbiri 150-200 Km uzunluğunda dört ayrı zincirin birleşmesiyle ortaya çıkan bu poligona ait birinci derece niteliğindeki gözlemler, 1941 yılında başlatılmıştır.

a) Bütün Kombinezonlarda Açıların Ölçülmesi: Çaycuma Bazı ile Etimesgut Bazı arasında bulunan zincire ait yatay ölçmeler, 1946 yılına kadar bu yöntemle yürütülmüştür.

Bütün Kombinezonlarda açılarının ölçülmesinde, n =dizi sayısı , s = doğrultu sayısına bağlı olarak ve $n.s = p_d$ (= dengelenen bir doğrultunun ağırlığı) 24 değerini verecek şekilde gözlemler programlanmıştır. Bu yöntemle gözlemler yürütülürken, başlangıçta her ölçme programının ardından " Dengelenen Bir Açının Karesel Ortalama Hatası" da hesaplanmıştır. Ancak daha sonraları ölçülecek açılarının az sayıda olması halinde Repetisyon Yöntemi özelliğinde Tek Açılı Ölçmesi programlandığı da olmuş ve bu halde hata hesabı yapmaktan vazgeçilmiştir.

Kombinezon Yöntemiyle açı ölçmede, bir doğrultu için elde edilen kesinliği araştırmak amacıyla, aşağıdaki kriter kullanılmıştır/18/. $p_a=1$ Ağırlığı ile yalnız bir dizi ölçülmüş bir açının Karesel Ortalama Hatası:

$$m' = \pm \sqrt{\frac{2 n [vv]}{(s-1)(s-2)}} \quad (1)$$

ve n sayıdaki diziden elde edilen ortalamasının Karesel Ortalama Hatası:

$$m = \pm \frac{m'}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{2 [vv]}{(s-1)(s-2)}} \quad (2)$$

olacaktır.

Ağırlıklar, yukardaki ilkelere bağlı olarak seçilince dengelenen bir açının Karesel Ortalama Hatası, $p_a = n.s/2$ ile hesaplandığında;

$$p_a = \pm \frac{m'}{\sqrt{p_a}} = \pm \sqrt{\frac{4 [vv]}{s(s-1)(s-2)}} \quad (3)$$

bağıntısı, ve dengelenen bir doğrultunun Karesel Ortalama Hatası, $p_d = n.s$ ağırlığı ile hesaplandığında;

$$p_r = \pm \sqrt{\frac{2 [vv]}{s(s-1)(s-2)}} \quad (4)$$

bağıntısı yardımıyla saptamak gerekecektir.

Repetisyon Yöntemiyle ölçülmüş açılarda, karşılaştırmaya olanak yaratmak üzere, ölçülen bir açının Karesel Ortalama Hatası için ;

$$\mu_a = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \quad (5)$$

bağıntısı , ve ölçülen bir doğrultunun Karesel Ortalama Hatası için;

$$\mu_d = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2 n(n-1)}} \quad (6)$$

bağıntısı kullanılmıştır.

b) Dizi Yöntemiyle Ölçmeler (Silsile Metodu): Bölgede Dizi Yöntemiyle ölçmelere ilk kez 1947 gözlemelerinde raslanmaktadır. Ancak, bu yöntemin uygulanması ile birlikte ölçme kesinliğini hesaplama geleneği de büsbütün ortadan kalkmıştır. Teknik yönetmeliklere, ölçme kesinliğinin sınır değerleri yerine, diziler arasındaki maksimum farkları ölçü alan kayıtlar konulmuştur. Bu çalışma için gerekli görülen gözlemeler için;

$$\mu_d = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)(s-1)}} \quad (7)$$

yardımıyla bir doğrultuya ait bütün dizilerden hesaplanan aritmetik ortalamanın Karesel Ortalama Hatası yeniden saptanmıştır. Dizi Yöntemiyle ölçmelerde, Kombinezon Ölçmelerinde seçilmiş bulunan $\mu_d = 24$ ağır-

İSTASYON Hedef	Ö L Ç M E Y I L I				
	1942 (μ_d^{cc})	1943 (μ_d^{cc})	1945 (μ_d^{cc})	1946 (μ_d^{cc})	1947 (μ_d^{cc})
KARATAŞ					
Erenler	$\pm 0,33$	--	--	$\pm 0,36$	--
Belkoç	1,68	--	--	0,74	--
Naldöken	0,33	$\pm 0,89$	--	0,36	$\pm 0,83$
Bakacak	1,66	--	--	0,98	--
Keltepe	0,33	--	--	0,36	1,43
ERENLER					
Naldöken	--	0,33	0,84	1,00	--
Belkoç	--	1,20	0,91	--	--
KELTEPE					
Bakacak	0,84	--	--	1,33	--
Naldöken	0,46	--	--	1,15	--
NALDÖKEN					
Keltepe	0,45	--	--	--	--
Bakacak	0,93	0,62	--	0,59	--
Karataş	0,45	0,30	--	0,90	--
Belkoç	0,53	0,34	--	0,99	--
Erenler	0,45	0,30	--	0,90	--

(Tablo:2)

lığına paralel olarak, birinci derece gözlemeler için, 24 er dizilik ölçme şartı konulmuştur.

Bu verilerden yararlanarak karne özetlerinden alınan veya sonradan hesaplanan μ_d değerleri (Tablo:2) de görülmektedir. Burada KARATAŞ, ERENLER, KELTEPE ve NALDÖKEN istasyonlarında 1942-47 yılları arasında yürütülmüş gözlemeler için hesaplanan μ_d değerleri, genellikle 1^{cc} nin altına düşmekte; ancak bu değer deprem öncesi ölçmelerde ortalama $\pm 0,65^{cc}$ kadar iken, deprem sonrası ölçmeler için ortalama $\pm 0,90^{cc}$ ye kadar yükselmektedir.

Diğer taraftan 12 dizilik ölçmenin şart koşulduğu ikinci derece istasyonlara ait Dizi Yöntemli gözlemelerde μ_d değerinin $\pm 2^{cc}$ yi bulduğu görülmektedir.

d) Eski Ağda İlk Dengeleme Hesapları: Birinci Derece Ağın dengeleme hesapları, gözlemleri yukarıda açıklandığı şekilde tamamlanan 786 istasyon için, bütün ülkeyi kapsıyan bir Lambert Projeksiyon Düzlemi üzerinde yürütülmüştür. Dengeleme sonunda bulunan, ölçülmüş bir doğrultuda Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatası $\pm 2,1^{cc}$ dir. Dengelemeyi yürüten ünitenin bütün ağ için " Bir Doğrultunun Olasılı Hatası" olarak verdiği değer ise $\pm 1,4^{cc}$ dir.

Aynı hesap ünitesinin "Ağırlık Biriminin Maksimum Hatası" olarak verdiği değer $\pm 8,9^{cc}$ ye erişmektedir. Ancak bu sonuca hangi yoldan varıldığı bilinmemektedir.

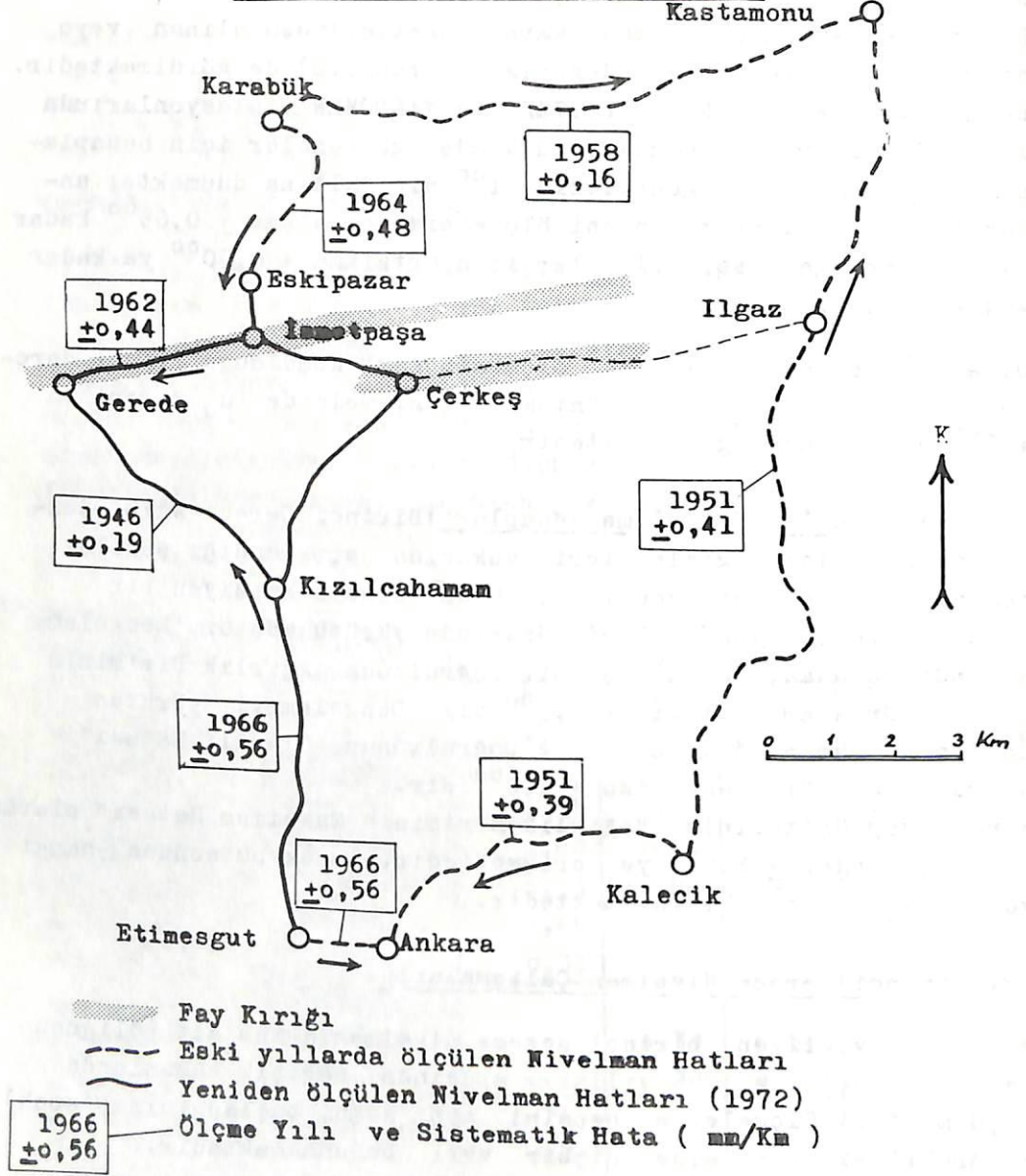
I.2.2. Birinci Derece Nivelman Çalışmaları :

Bölgeyi çevreliyen birinci derece nivelman ağına ait poligonun hatları, 1946 ile 1966 yılları arasında değişik zamanlarda ölçülmüştür. Ölçmelerin hepsini aynı zaman başlangıcına (epoch) götürebilmek için elde hiçbir veri bulunmamaktadır.

Aslında bu nivelman poligonu, bütün ülkeyi kaplıyan 46 adet birinci derece poligon içinde, presizyonu en düşük poligonlardan biri olup normal koşullarda da ölçmelerinin yenilenmesi gerekir. (Şekil:2)

Hatlardan yalnız ETİMESGUT-GEREDE arası 1946 ve 1966 yıllarında,

BİRİNCİ DERECE NİVELMAN POLİGONU



(Şekil:2)

Ankara-İstanbul yolundaki güzergâh değişimi nedeniyle iki kez ölçülmüştür.

Bütün hatlara ait ölçmelerin Karesel Ortalama Sistematik Hataları,

$$L_{Limit} = z \leq 30 \text{ Km} \quad (8)$$

lik parçalar için, Lallemand'ın 1912 bağıntıları uygulanarak /20/ yeniden hesaplanmış ve şekil üzerinde gösterilmiştir. Burada IAG (International Association of Geodesy) tarafından "uluslararası" olarak nitelenmiş

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{4 \sum L_i} \sum \frac{\lambda_i^2}{L_i} \quad (9)$$

bağıntısı yardımıyla hesaplanan σ_2 Sistematik Hatasının, $\pm 0,30 \text{ mm/Km}$ lik hata sınırını birçok yerde aştığı görülmektedir. Öte yandan σ_1 Aksidental Hataları ağıın hemen hiçbir yerinde $\pm 1,5 \text{ mm/Km}$ lik hata sınırını aşmamaktadır./32/

	(+)	(-)
GEREDE-İSMETPAŞA	--	314,5636m
İSMETPAŞA-KARABÜK	--	723,0876
KARABÜK-KASTAMONU	519,6116m	--
KASTAMONU-KALECİK	--	74,5297
KALECİK-ANKARA	194,9303	--
ANKARA-ETİMESGUT	--	74,4168
(1946) 472,2672	--	--
ETİMESGUT-GEREDE	--	--
(1966) 472,1721	--	--
(1946) 1186,8091	--	--
T O P L A M	--	--
(1966) 1186,7140	--	--

$$F_{Km} = 648,1 \text{ Km}$$

$$f_{46} = +21,14 \text{ cm}$$

$$f_{66} = +11,63 \text{ cm}$$

(Tablo:3)

(Şekil:2) ye ait değerlerle hazırlanan (Tablo:3) de görüldüğü gibi,ETİMESGUT-GEREDE arasındaki hatta ait 1946 ve 1966 ölçmeleri arasında +9,51 cm lik bir fark bulunmaktadır. Aksidental Hataların yanında Sistematik Hataların sayısal değerleri daha küçük olmalarına karşılık, Aksidental Hatalar uzaklığın karekökü

ile orantılı olarak artarken, Sistematik Hatalar uzaklığın kendisi ile orantılı olarak artarlar. Sadece bu kurala bağlı kalarak ve herhangi bir istatistik yönteme başvurmaksızın, bu hattın iki ucu arasında 1966 ölçmeleri için , en büyük olasılıkla ± 9 cm lik bir Sistematik Yanılma beklenebilir. Durum bu olunca, yukardaki 10 cm ye yakın değer değişimine bakarak, 20 yıllık bir periyot içinde bir y kseime veya alçalmanın ortaya çıktığından bahsetmek şimdilik kolay olmyacaktır.

Her iki  l me periyodu değerlerini kullanark hesaplanan w Kapanma Hatasında her ne kadar bir küçülme izleniyorsa da, poligon röper noktaları üzerinde gravimetrik ölçmeler yürütülmediği ve bunlara bağlı olarak Teorik Kapanma Hataları hesaplanmadığı için bu küçülme, belli bir kritere olanak hazırlayamamaktadır.

1.3. IUGG ve Kuzey Anadolu Fay Zonu

Kuzey Anadolu Fay Zonu diye tanımlanan bölge, bugünkü akt ali-tesini, 1967 Yılında L zern'de toplanan IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics)'nin XIV nc  Genel Kongresinden sonra kazanmıştır.

İngiliz delegesi olarak toplantılara katılmış bulunan Dr.Ambre-seys, "Kuzey Anadolu Fay Zonunun Sistemati  Etüdü" diye adlandırdığı önerisinde : "Anadolunun Kuzeyinde 1000 Km den fazla bir uzunlukta birbirini izleyen yüzeysel fay silsilelerinin g r l-mekte olduğu"nu haber vermiş ve bu fay kuşağının Türkiyenin en verimli kesiminden geçmekte olup, son 30 yıl içersinde 100 000 den fazla insanın ölümüne sebep olduğunu hatırlatmıştır.

Dr.Ambreseys, Kuzey Anadolu Fay Zonunu Birleşik Amerikadaki St.Andreas Fay Kuşağına benzetip orada yürütülmekte olan çalışmaların, uluslararası bir işbirliği ile Kuzey Anadolu Fay Zonunda da uygulanmasını önermiştir.

Kurulması istenen komisyonun amaçları için şunlar düşünülmüştür:

- a) Fay kuşağında oluşan bütün sismotektonik olayları araştırmak ve değerlendirmek,
- b) Jeotektonik olaylar ve bunların insan eliyle kurulmuş yapılara etkileri konusunda görüşler saptamak.

Dr.Ambreseys'in bu önerisinden sonra ülkemizde, Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilgili çalışmaların ulusal olanaklarımızla yürütülmesi eğilimi belirmiş; bu amaçla MTA Enstitüsü öncülüğünde kurulan ulusal komisyonlarla çalışmalara başlanmıştır.

Yedi ayrı öğretim ve uygulama kurumu sözcüsü ile oluşan ilk alt komitenin, 22.3.1968 günü MTA Enstitüsünde yapılan koordinasyon toplantısında sunduğu raporda, "Bölgede, yer kabuğu hareketlerinin etüdüleri için, mevcut jeodezi şebekesine ait nirengi ve nivelman değerlerini yeniden saptamak amacıyla yeni ölçmelerin programlanması " gereğinden bahsedilmektedir. Raporda prodüksiyon konusunda, fay zonunun bazı kesimlerinde ortalama 10 Km uzunluğunda "Rombik Bazı Hatlar Şebekesi" kurarak bunların periyodik tekrar ölçmelerinin yapılması gereğine işaret edilmektedir.

Bu raporun sunulmasından kısa bir süre sonra, Londra Üniversitesi Imperial College - Sivil Mühendislik Fakültesi öğretim üyesi olan Dr. Ambreseys, Kandilli Rasathanesine yolladığı 10.5.1968 tarihli mektubunda " Türkiye'ye gelmeye ve fay boyunca yüksek presizyonlu bir triyangülasyon ağı kurmaya hazır olduğunu" beyan etmiştir.

Bu arada kuruluşunu tamamlayan "Kuzey Anadolu Fayı Sistematik Etüdü Milli Komitesi" , 12-17 Mayıs 1969 tarihleri arasında yabancı uzmanların da katılması ile yaptığı " Uluslararası Çalışma Gurubu Toplantısı"nda bir taslak proje hazırlamıştır.

Bu taslak projede, yeryüzündeki devamlı deformasyonu jeodezik yöntemlerle ölçmenin, sismik aktivite alanlarını kestirmek kadar, yererin tektonik yapısını teşhis için de gerekli bulunduğuna işaret edilmiştir. Fakat bu projede Birinci Derece Triyangülasyon için önerilmiş belli bir yöntem ve tekrarlar için kesin bir periyod yazılı değildir.

Proje, triyangülasyon çalışmalarından ayrı olarak "Jeodimetre Ölçmeleri" adı altında bağımsız boy ölçmelerini programa almakta ve bunun yararını St. Andreas Fayını örnek göstererek kanıtlamak istemektedir.

Nivelman konusunda ise proje, hemen hiçbir program getirmemiştir.

II. YENİ ÖLÇMELER

Yerkabuğunun sekular karakterdeki yatay ve düşey hareketlerinin peryotlarını ve vektöryel dağılımlarını saptıyabilmek için , triyangülasyon ve nivelman ağlarının eski röper noktalarında, en az eski presizyonda ölçmelerin tekrarı gerekecektir. Bu ilkedен hareketle 1972 Yaz Sezonu için hazırlanan ölçme programında:

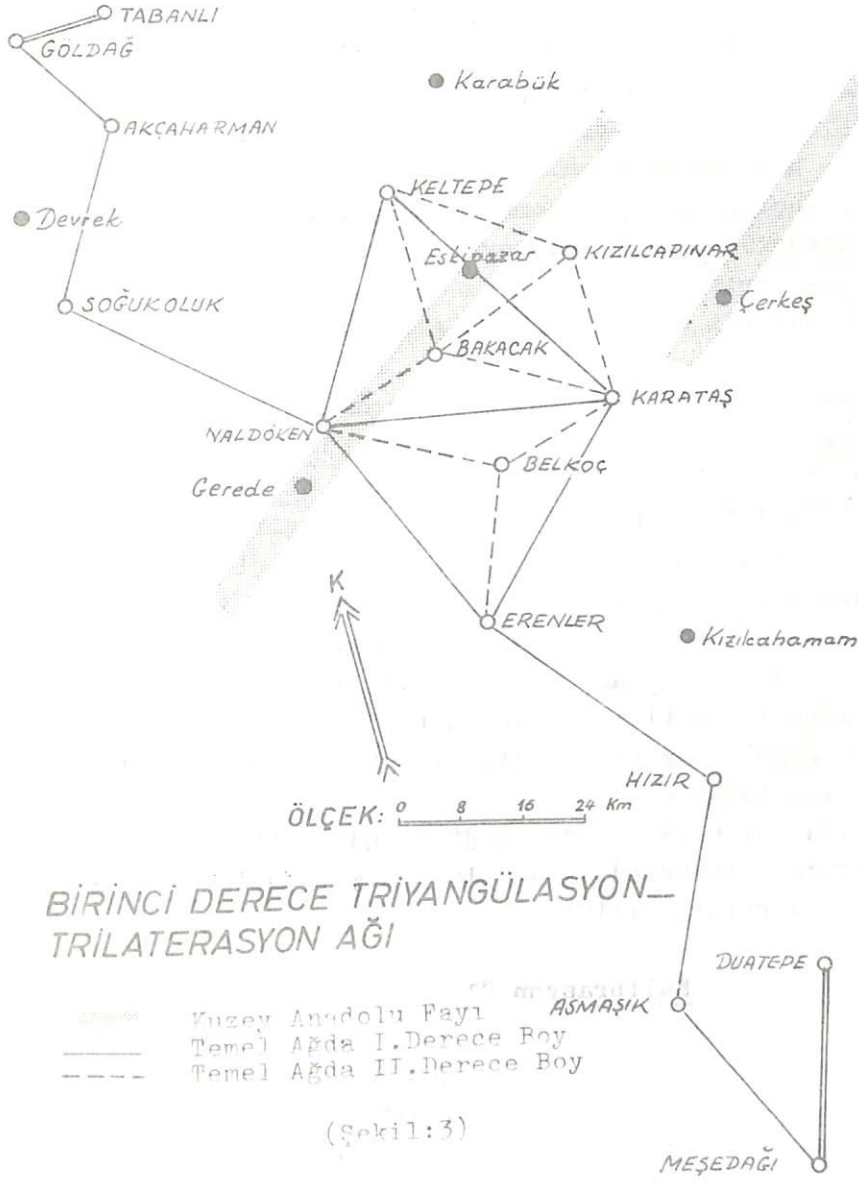
- a) Bölgesel etüdlere olanak hazırlamak ve daha çok sayıda istasyon elde etmek üzere, Birinci Derece Triyangülasyon zincirlerine sıklaştırma noktası niteliğindeki İkinci Derece istasyonları da katmak,
- b) Ağın ölçeğini saptamak üzere, bağımsız boy ölçme programları düzenlemek,
- c) Fay Zonu çevresindeki araştırma ağını, Kuzeyde ve Güneydeki göreceli sakin kitlelere bağlamak üzere, eski boylar üzerinde, bir presizyonlu poligon zinciri kurmak amaçları gözönünde tutulmuştur

Yeni nivelman ölçme programında ise, (Şekil:2) de gösterilen hatların, yüksek presizyonda ölçmelerini sağlamak; ölçmelerde özellikle miralara ait, komparatörle saptanmış Normal Metre Düzeltmelerini uygulamak; bu yoldan ilerki ölçmeler için ilk periyodu sağlamak amaç olarak benimsenmiştir.

II.1. Boy Ölçmeleri

1972 Yaz Sezonunda, eldeki Tellürometre MRA-3 MK-II modelinde 1773,1774 ve 1775 numaralı üç ölçme ünitesi ile, (Şekil:3) de gösterilen ağa ait 98 çift boy ölçmesi yapılmıştır. Ağdaki 24 boydan 9 u Birinci Derece Poligonasyon etüdlерinin ve ölçek kontrolünün, biri bunun içinden olmak üzere 14 ü blok dengeleme etüdlерinin kapsamı içine alınmıştır.

$\lambda=3$ cm uzunluğundaki Taşıyıcı Dalga frekansları ile çalışan Tellürometrelerin presizyonu için firması tarafından,



$$m_p = \pm (1,5 + 3.D.10^{-6}) \text{ cm} \quad (10)$$

bağıntısı verilmiştir.

Hemen hemen bütün ölçmeler $L = 25, 40, 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145$ ve 160 Taşıyıcı Dalga frekans bandı bölümlerinde, onar adet "CAVITY TUNE" değeri ile tamamlanmıştır (İnce Ölçmeler). Refleksiyon etkilerinin büyük olduğu tahmin edilen iki yerde, Swing Eğrilerinde bir tam peryodu bulabilmek üzere en uygun frekans bandının seçimi amacıyla, on ince ölçme bu sıralamadan ayrılarak yürütülmüştür/25/. Ancak ayrı frekans bandı bölümlerinde yapılan ölçmelerle elde edilen sonuçlar, normal ölçmelerin sonuçlarına göre belirli bir aykırılık göstermemiştir.

Yetişkin bir operatör çifti için, bir tek ölçmenin yapılmasında ihtiyaç duyulan zaman, Meteoroloji gözlemleri ile birlikte yarım saattir. Bir tam "Gidiş-Dönüş" ölçme çifti için bir saatlik bir zamana ihtiyaç bulunduğu düşünülünce, dört ölçme çiftinin ikisi sabah ve ikisi öğleden sonra olmak üzere, bir gün içinde bitirilebileceği görülür. Ancak meteorolojik etkenler nedeni ile, değişik günlerde programlanan boy ölçmelerinden hesaplanan ortalamaların daha büyük ağırlıklar kazanacağı ilerki bölümlerde görülecektir. Ayrıca boy ölçmeleri ile birlikte doğrultu ölçmeleri de programlandığı için, bu amaçla ormanlık bölge içinde uygun koşulları beklemek üzere, bir istasyonda altı gün süre ile kalındığı olmuştur. Bu durumda boy ölçmelerini, değişik günlerin meteoroloji koşullarında yürütme olanağından yararlanılmış ve ölçmeler, bekleme süresi içine serpiştirilmiştir.

II.1.1. Alet Kontrolları ve Kalibrasyon Ölçmeleri:

Her üç Tellürometreye ait kristallerin frekans ayarları, çalışmalara başlarken ve başladıktan iki ay sonra Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik Fakültesi laboratuvarlarında, ± 1 Hz presizyonlu bir Frekans Sayacı yardımıyla yapılmıştır.

İkinci kontrolde bir A kuvarsında saptanan en büyük fark $+ 4$ Hz kadar olmuştur. Bu ise MRA-3 MK-II sistemi için, prospektine göre, $+ 0,4$ mm/Km lik bir hataya karşılıktır. Ağdaki boylar için 25 Km lik bir ortalama uzunluk alındığında, doğrusal bir oranlama ile bu hata ± 1 cm lik bir değere varmaktadır ki, bu miktar elde

edilen presizyon yanında, ihmal edilebilecek kadar küçük kalmaktadır.

Kalibrasyon ölçmeleri için, "creep Araştırma Ağı" olarak kurulmuş bulunan (Şekil:9) daki Cl-1/Cl-3 boyu kullanılmıştır. Bu boy, alinyimanı Wild T-3 ile sağlanmış Cl-1/Cl-2 ile Cl-2/Cl-3 boylarının toplamı kadardır. Cl-1, Cl-2 ve Cl-3 istasyonlarında 1.10 m yüksekliğinde pilyeler inşa edilmiş ve noktaların yükseltileri, presizyonlu nivelman yöntem ve araçları ile ölçülmüştür. Cl-1/Cl-3 Kalibrasyon Boyunda, çeşitli alet kombinezonları ile alınan sonuçlar (Tablo:4) de görülmektedir.

Alet Çifti	Ölçme Sayısı (Gidiş-Dönüş)	Ortalama Değer (Sferoid Üzerinde)	Arit.Ort.nın Kr.Ort.Hatası
1773-74	6	1634,826 m	$\pm 0,3$ cm
1772-74	3	1634,792 m	$\pm 0,3$ cm
1772-73	3	1634,800 m	$\pm 0,5$ cm

(Tablo:4)

Ölçme sayısını ağırlık kabul eden bir genel aritmetik ortalama ile bu Kalibrasyon Boyunun değeri $s_{1,3} = 1634,811$ m olarak bulunmaktadır.

Alet çiftlerinin iç presizyonunu araştırmak amacıyla, aynı boy 1773-74 Tellürometre çifti ile, iki ayrı parça halinde ikişer kez ölçülerek, bunların Gauss-Krüger İzdüşüm Düzlemi üzerinde toplanmasından $s_{1,2} + s_{2,3} = 1634,809$ m bulunmuştur.

Öte yandan eldeki elektooptik ölçme ünitesi ile, aynı Tellürometre çiftini karşılaştırmak üzere, Distomat DI-10 10600 numaralı aletle aynı işlem yürütülmüş, bu kez iki boyun toplamından 1634,848 m bulunmuştur.

Alet sabitleri olarak Tellürometreler için $\pm 1,5$ cm , Distomatlar için ± 1 cm firmalarınca varsayıldığı için, bu 4 mm lik farkın kaynağını bu kadar sınırlı sayıdaki ölçmeden çıkarmak olasılı değildir.

Ancak aletlerde ölçek birliğini sağlamak üzere, bütün Tellürometre çiftleri ile yürütölmüş ölçmeler,

$$\frac{\text{Distomat Boyu}}{\text{Tellürometre Boyu}} = \delta \text{ Ölçek Sayısı} \quad (11)$$

ile hesaplanan ortak bir ölçeğe getirilirse, bu şekilde elde edilen sonuçlar ile dengeli ağdan alınan değerler arasındaki farklar, beklenen büyüklük düzeninin çok üstünde aykırılıklar göstermektedir (Tablo:5)

B O Y	δ .ölçme (1)	s_g Dengelenmiş Ağdan (2)	(1)-(2)
TABANLI-GÖLDAG	12 179,504 m	9,225 m	+ 27,9 cm
GÖLDAG-AKÇAARMAN	21 990,165	0,033	+ 13,2
AKÇAARMAN-S.OLUK	25 983,683	3,884	- 20,1
SOGUKOLUK-NALDÖKEN	29 922,288	2,262	+ 2,6
NALDÖKEN-ERENLER	32 315,915	4,940	+ 97,5
ERENLER-KARATAŞ	35 305,684	5,062	+ 62,2
ERENLER-HIZIR	35 622,096	1,141	+ 95,5
HIZIR-ASMAŞIK	33 704,669	3,394	+127,5
ASMAŞIK-MEŞEDAG	24 259,391	8,613	+ 77,8
MEŞEDAG-DUATEPE	19 518,257	7,565	+ 69,2

(Tablo:5)

10600 numaralı Distomat DI-10 aletinin ölçeğinin genelleştirilmesi ile alınan bu olumsuz sonuç, Tellürometre çiftlerini eşit ölçekte varsaymak zorunluğuna götürmüştür. Aslında 1773-74 çifti için 25 Km ortalama uzunlukta burada ortaya çıkan -1,7 cm lik olasılı hata, hiçbir pratik önem taşımamaktadır.

II.1.2. Meteorolojik Etkenler:

Bütün boy ölçmelerinde, Tellürometre ölçme üniteleri içinde bulunan VİKERS Psikrometrelerinden başka, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden

sağlanan YOSHİNO mekanik aspirasyonlu psikrometreleri de kullanılmıştır.

Eldeki bütün psikrometreler ile, ölçmelere başlamadan önce merkezde yapılan testin sonucu (Tablo:6) da görülmektedir.

Tarih Saat	547 YOSHİNO		582 YOSHİNO		504 YOSHİNO		7858 VİKERS		7869 VİKERS		7834 VİKERS	
	t	t'	t	t'	t	t'	t	t'	t	t'	t	t'
20-5-72												
9.40	20,6	12,0	20,6	13,6	20,6	19,0 ⁺	20,8	11,8	20,5	11,7	20,5	18,3 ⁺
10.05	-	-	21,1	12,2	21,2	12,3	20,5	12,4	20,5	12,4	-	-
10.30	21,5	12,0	21,4	12,0	21,6	12,0	21,4	13,6	21,4	13,6	-	-
10.45	21,6	11,6	21,6	11,6	21,6	11,4	21,4	11,8	21,5	11,6	20,4	12,6
22-5-72												
10.35	21,4	13,4	21,2	13,4	21,0	13,2	21,1	14,0	21,1	12,8	20,8	12,8
10.45	21,4	13,0	21,2	13,4	21,0	13,0	21,6	13,6	21,6	13,9	21,6	13,6

Notlar:

1. ⁺ İşaretliiler, cıva haznelerini saran fitillerin kireçlenmesi ile ortaya çıkan anormal ölçülerdir.
2. VİKERS Psikrometrelerindeki termometre tüpleri üzerinde Fahrenheit bölümü bulunduğu için buradaki ısı gözlemleri $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F}-32).0,555$ ile dönüştürülmüştür.

(Tablo:6)

Her gözleme karnesinin üstünde bir YOSHİNO ve bir VİKERS'e ait, okunan değerlerden hesaplanmış ortalamalar bulunmaktadır. Okunan değerler arasında genellikle $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ nin üstünde farklar görülmemiştir. (Tablo:7)

Aspirasyonun mekanik (YOSHİNO) veya elektriksel (VİKERS) yoldan sağlanması arasında önemli bir ayrım bulunmamıştır. Ancak ıslak ısıнын saptanmasında, cıva haznelerini

Tarih Saat	547 YOSHİNO		7869 VİKERS	
	t	t'	t	t'
27-7-72				
10.45	24,8	20,2	24,5	19,8
10.55	25,4	20,2	24,7	19,6
11.05	25,4	19,0	25,0	18,6
11.15	26,6	18,9	26,1	19,1
13.00	25,8	19,5	25,6	20,0
13.10	25,2	20,8	24,7	20,5
13.20	25,2	21,3	24,5	21,1

(Tablo:7)

saran fitillerin hazneyi iyi kavraması ve tortu bırakmıyacak su ile ıslanmasında gösterilecek ihmal, aspirasyonun etkisini büyük ölçüde azaltmaktadır.

Basınç ölçmelerinde, ısı gibi yüksek bir duyarlılığa ihtiyaç bulunmadığı için, eldeki $\pm 0,1$ mb duyarlıklı elektronik barometrelerin verdiği değerlerle yetinilip, bu aletlerin kendi aralarında karşılaştırılmaları dışında herhangi bir şekilde kontrolleri yapılmamıştır.

RINNER' e göre /18/, elektronik boy ölçmelerinde, meteorolojik düzeltmelerle ilgili olarak, 10^{-6} değerinde bir göreceli presizyon elde edebilmek için,

$$ds = (\pm 1,4 dt \pm 0,4 dp \pm 6,2 de) . 10^{-6} . s \quad (12)$$

bağıntısının gereği olarak, kuru ısı $dt = \pm 0,7$ °C presizyonu ile ve basınç $dp = \pm 2,5$ tor presizyonunda ölçülmelidir. Yukarda açıklanan düzende bunları sağlama olasılığı elde edilmiştir. Yalnız aynı (12) bağıntısına göre "Doymuş Havanın Parsiyel Basıncı de" nin gerekli presizyonla hesaplanabilmesi için, MAGNUS-TETENS bağıntısına göre/24/, kuru ve ıslak ısıların bu kez $\pm 0,1$ ile $\pm 0,2$ °C presizyonunda elde edilebilmesi gerekmektedir. Bu sonuncu koşulun yerine getirilmesindeki büyük zorluğun, ölçme sonuçlarında bir sıra kaçınılmaz hatalara yol açması doğal olmaktadır.

Meteoroloji verileri ile boylara uygulanacak düzeltmelerin hesabında ESSEN-FROOME bağıntısı kullanılmıştır. Eldeki barometreler milibar cinsinden bölümlendiği için, işlemler, katsayıları buna göre düzenlenmiş bulunan

$$(n_M - 1) . 10^6 = \frac{77,64}{T} (p - e) + \frac{64,68}{T} \left(1 + \frac{5748}{T} \right) . e \quad (13)$$

eşitliği uyarınca yapılmıştır.

II.1.3. Refleksiyon Sorunu

Ölçme programlarında, eski birinci derece boyların tekrar ölçmeleri bulunduğu için, muhtemel refleksiyon etkisini gözönünde tutarak yeni bir istikşafa gidilmemiştir. Ancak bölgedeki

birinci derece istasyonların hemen hepsi, hatta yanına zorlukla çıkılır derecede, sivri bir topografik yapıya sahip olduklarından, çoğunlukla aletleri yüksek sehpalar üzerine kurmak ihtiyacı bile doğmamış, ölçmeler pilyeler üstünden yürütülmüştür.

Ormanlık bölgede karşılıklı görüşü sağlamak için zaman zaman ağaç kesme zorunluğu doğmuştur. Merkez dışında ölçmeler ile refleksiyon etkisinden sıyrılmanın mümkün olduğu hallerde, alinyiman üzerinde kalma olanağı araştırılmıştır.

Görüşün orman örtüsü yüzünden kapalı bulunması halinde ortaya çıkan absorbsiyon ve refleksiyon etkilerine, ERENLER-KARATAŞ arasında yapılan ölçmeler tipik bir örnek teşkil etmektedir.

(Şekil:4)

Bu boy üzerindeki ilk üç ölçmede görüş, ERENLER'de çam ağaçları ile kesif şekilde örtülüdür. Bu ilk ölçmeler sırasında puslu hava, eldeki T-3 yardımıyla optik görüşün araştırılmasına olanak vermemiş, telsiz muhabere aracılığı ile istasyonlar arasında anlaşma sağlanınca ölçmelere başlanmıştır. Bu koşullarla sürdürülen gözlemlerin sonucundan şu izlenimler elde edilmiştir:

- a) Kaba okumalarda karşılaşılan değerlerin, üç sayı farkına kadar varan uyumsuzluğu,
- b) Değişik Taşıyıcı Dalga Frekansları ile okuyuşlarda (İnce Okuyuşlar) Geri (REVERSE) ve İleri (FORWARDS) değerleri arasında 100 cm yi geçen farklılaşmalar,
- c) Bir tam periyodun araştırılması amacıyla daha dar bir frekans bandı üzerinde yürütülen ölçmelerde, birbirine çok yakın frekanslarda anormal amplitüt farkları,
- d) Ana ve Karşı İstasyon (MASTER ve REMOTE) ölçmelerine ait SWİNG Eğrilerinde ters simetri,
- d) Herşeye rağmen, basit aritmetik ortalamalarla hesaplanan değerlerde, birbirine bağlı MASTER ve REMOTE gözleme değerleri arasında uyum.

Optik görüş sağlanıp görüşün kapalı olduğu anlaşıldıktan sonra aradaki ağaçlar kesilmiş ve geriye kalan dört çift ölçme bu şekilde tamamlanmıştır.

ERENLER (H=1857,66m)

KARATAŞ (H=1997,66m)

-MRA 3-1772-

-MRA 3-1773-

α , 2cm

α , 2cm

-20-

8 Ağustos 1972

8. 15

$t=12,6^{\circ}\text{C}$
 $t=11,7^{\circ}\text{C}$

$t=13,2^{\circ}\text{C}$
 $t=12,1^{\circ}\text{C}$

d = -32mm

11. 15

$t=15,5^{\circ}\text{C}$
 $t=13,1^{\circ}\text{C}$

$t=16,2^{\circ}\text{C}$
 $t=13,4^{\circ}\text{C}$

d = +86mm

9 Ağustos 1972

11. 15

$t=16,2^{\circ}\text{C}$
 $t=12,0^{\circ}\text{C}$

$t=16,0^{\circ}\text{C}$
 $t=11,8^{\circ}\text{C}$

d = -52mm

15. 30

$t=16,4^{\circ}\text{C}$
 $t=11,6^{\circ}\text{C}$

$t=16,0^{\circ}\text{C}$
 $t=11,1^{\circ}\text{C}$

d = -10mm

10 Ağustos 1972

11. 20

$t=15,6^{\circ}\text{C}$
 $t=10,4^{\circ}\text{C}$

$t=16,0^{\circ}\text{C}$
 $t=10,8^{\circ}\text{C}$

d = +11mm

12. 00

$t=16,0^{\circ}\text{C}$
 $t=10,5^{\circ}\text{C}$

$t=15,7^{\circ}\text{C}$
 $t=10,5^{\circ}\text{C}$

d = -20mm

12. 30

$t=16,0^{\circ}\text{C}$
 $t=10,6^{\circ}\text{C}$

$t=15,6^{\circ}\text{C}$
 $t=10,4^{\circ}\text{C}$

d = +13mm

(Şekil:4)

Bu durumda ideal biçime çok yakın SWİNG Eğrileri elde edilmiştir. Ancak son dört ölçmeden hesaplanan ortalama ile, mevcut yedi ölçmenin tamamından hesaplanan ortalama arasında yalnız 2 mm lik bir fark görülmüştür. Bu raslantılı sonuca karşılık, ilk üç ölçmenin uyumsuzluğu, aritmetik ortalamadan büyük farklarla ayrılımlarından da çıkarılabilmektedir. Ölçmeleri, burada olduğu gibi değişik meteoroloji koşullarında ve çok sayıda tekrarlıyarak, refleksiyon ve absorbsiyon etkilerinin geniş ölçüde yok edilebileceği ortaya çıkmaktadır.

II.1.4. Ölçme Sonuçlarının Kritiği:

Ölçme Sonuçlarının referans yüzeyine (Hayford Sferoidi) indirgenmesinde kesin ve doğru bağıntıların kullanılması ile bunlardan geliştirilmiş ve ilk terimleri gerekli yaklaşımla hesaplanmış indirgeme bağıntılarının uygulanması arasında, en uzun boyda bile önemli bir ayırım saptanamamıştır./24/

41 Km ye yaklaşan uzunluktaki KARATAŞ-KELTEPE boyuna ait bir ölçme için yapılan deneme hesaplarından aşağıdaki sonuçlar alınmıştır:

a) Bölgede elektromanyetik dalganın eğri yolu ile fiziksel yer-yüzü noktalarını birleştiren doğrunun uzunluğu arasında birkaç milimetrenin üstünde fark bulunmamaktadır. (Eğri yolun eğrilik yarıçapı R/K yı hesaplamak üzere, Mikro dalgalar için $K_M = 0,25$ katsayısı alınmıştır)

b) Ufuk düzlemine (k_1), Deniz yüzüne (k_2) ve Sferoid Yüzeyine (k_3) indirgemek için,

$$k_1 = - \frac{dh^2}{2s'} \quad ; \quad k_2 = - \frac{H_m \cdot s'}{R} \quad ; \quad k_3 = + \frac{s'^3}{24R^2} \quad (14)$$

yaklaşık bağıntıları yeterli olmaktadır. (dh: Metre presizyonla yükseklik ayırımı ; s': meteorolojik düzeltme uygulanmış boy; H_m : Ortalama yükselti; R: Yer Yarıçapı)

Bu şekilde Sferoid üzerine indirgenmiş olan boylar, buradan Gauss-Krüger İzdüşüm Düzlemi üzerine taşınmışlardır. Bunun için gerekli indirgemeler de, bilinen

$$ds = \frac{1}{6R^2} (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2) \cdot s \quad (15)$$

uzunluk indirgeme bağıntısı ile hesaplanmış, bunun için gerekli koordinat değerleri, mevcut ağdan alınmıştır.

B o y	n	$\sum k$ (m)	Eks. (m)	s (m)	μ (cm)	m (cm)	m_p (cm)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
TABANLI-GÖLDAĞ	6	-16,669	-	12 178,402	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$	$\pm 5,1$
GÖLDAĞ-AKÇAARMAN	5	4,567	-	21 988,158	1,8	4,1	8,1
A.HARMAN-SOĞUKOLUK	5	5,838	-	25 981,326	3,9	8,7	9,3
SOĞUKOLUK-NALDÖKEN	4	14,362	-	29 919,904	3,0	6,0	10,5
NALDÖKEN-ERENLER	4	9,577	-	32 313,462	3,0	6,0	11,1
ERENLER-HIZIR	4	10,270	-	35 620,026	2,5	5,0	12,3
HIZIR-ASMAŞIK	5	9,000	+52,425	33 702,955	1,2	2,6	11,7
ASMAŞIK-MEŞEDAĞ	4	6,272	-	24 258,123	3,0	5,9	8,7
MEŞEDAĞ-DUATEPE	6	5,002	-	19 517,378	2,4	6,0	7,2
NALDÖKEN-KARATAŞ	7	11,371	-	36 881,903	2,5	6,7	12,6
NALDÖKEN-KELTEPE	5	9,609	-	30 984,567	5,8	12,9	10,8
NALDÖKEN-BAKACAK	4	4,694	+ 3,570	13 839,370	0,4	0,8	5,1
NALDÖKEN-BELKOÇ	4	7,455	-	25 011,336	0,9	1,8	9,0
ERENLER-KARATAŞ	7	10,921	-	35 304,122	1,7	4,5	12,0
ERENLER-BELKOÇ	4	6,411	-	22 099,660	1,6	3,2	8,1
KARATAŞ-KABALI	6	8,038	-	19 959,638	5,2	12,9	8,5
K.TAŞ-KIZILCAPINAR	1	19,658	-	17 748,344	-	-	6,8
K.TAŞ-KELTEPE	5	12,729	-	40 776,876	5,3	11,9	13,8
KARATAŞ-BAKACAK	4	8,303	-	24 630,404	1,1	2,1	8,9
KARATAŞ-BELKOÇ	4	5,397	-	15 168,958	1,8	3,6	5,0
KABALI-KIZILCAPINAR	3	9,356	-	18 467,895	2,4	4,1	6,9
K.PINAR-KELTEPE	4	17,107	-	25 794,497	4,1	8,1	9,3
KELTEPE-BAKACAK	4	8,353	+ 3,445	24 753,608	3,4	4,8	8,9
BAKACAK-BELKOÇ	4	4,648	+ 9,550	16 955,966	1,7	3,4	6,6

(1): Çift Ölçmelerin Sayısı

(2): Ufka İndirgeme (k_1), Deniz Yüzüne İndirgeme(k_2), Sferoid Üzerine Geçiş (k_3) Düzeltmeleri Toplamı

(3): Dışmerkezlik (Bütün boylar alinyimanda)

(4): Ölçmeler Ortalaması (Sferoid Üzerine İndirgenmiş)

(5): Ölçmeler Ortalamasının Ortalama Hatası $\mu = \pm m / \sqrt{n}$

(6): Bir Çift Ölçmenin Ortalama Hatası $m = \pm \sqrt{[vv] / (n-1)}$

(7): Firmanın Verdiği Presizyon $m_p = \pm (1,5 + 3.D.10^{-6})$ cm

(Tablo:8)

Sferoid üzerine indirgenmiş boyların uzunlukları ile bu değerlere ait çeşitli doğruluk kriterleri (Tablo:9) da görülmektedir. (6) numaralı sütunda gösterilen Bir Çift Ölçmenin Ortalama Hatası, hemen hemen bütün boylarda, firmanın verdiği presizyon değerinin altına düşmüştür.

II.2. Doğrultu Ölçmeleri

(Şekil:3) de görülen bütün doğrultular, Dizi Yöntemiyle ,12 şer dizide yeniden ölçülmüştür. Ölçmeler sonunda hesaplanan "Bir Doğrultuya ait Aritmetik Ortalamanın Karesel Ortalama Hatası" $\pm 2,5^{cc}$ lik hata sınırı çevresinde kalmıştır.

Wild T-3 Teodolitleri ile yapılan gözlemelerin hepsi gündüz yapılmış ve çoğunlukla Helyotroplara bakılmıştır. Bölge ormanlık ve yağışlı olduğu için, gece programları ile Pırıldaklara bakarak gözleme olanağı sağlanamamış; bu nedenle bir istasyonda 3-5 gün beklendiği olmuştur.

Doğrultu ölçmelerinin sonuçları, bir dengeleme konusu olarak yalnızca ortadaki küçük ağda ele alınacağı için, buraya ait gözleme sonuçları, ERENLER-KARATAŞ Azimutu (Semt) sabit tutularak bir liste halinde (Tablo:9)'da verilmiştir.

Bir karşılaştırma olanağı sağlamak üzere, aynı listeye, aynı Azimuta dayalı olarak, elde bulunan önceki ölçmelerden ve yeni boy ölçmelerinden hesaplanan yöneltilmiş düz semtler de alınmıştır.

Burada herhangi bir dengeleme hesabına girmeksizin, 1944 depremi ile NALDÖKEN ve KELTEPE istasyonlarında oluşan epirojenik nitelikteki yer kabuğu hareketinin "sağ atım" özelliği izlenebilmektedir.

Gene herhangi bir dengeleme hesabına girerek bir kriteriyuma temel olacak verileri elde etmeksizin, yeni doğrultu gözlemeleri ile boy ölçmelerinin uyumu, bu tabloda açık olarak görülmektedir.

(Tablo:9) da ancak bir genel bakışla izlenemiyen oluşum, 1944 depreminden sonra yürütülmüş ölçmelerle, 1972 ölçmeleri arasında sistematik bir farkın bulunup bulunmadığıdır. Güncel (Resent) nitelikteki kabuk hareketlerine ancak böyle bir görünüm ışık tutabilecektir.

ESKİ VE YENİ GÖZLEMELERDEN HESAPLANMIŞ VE KARATAŞ-ERENLER DOĞRULTUSUNA GÖRE YÖNELTİLMİŞ DÜZ SEMTLER :

<u>İSTASYON</u> Hedef	Eski Gözlemlerden		Yeni Gözlemlerden	
	1944 Öncesi	1944 Sonrası	Açı Ölçmeleri	Boy Ölçmeleri
<u>1ERENLER</u>				
4 Naldöken	384,3201.40	.,.,.61.62	.,.,.65.80	.,.,.70.90
3 Belkoç	40,5246.51	.,.,.49.02	.,.,.26.72	.,.,.30.44
2 Karataş	57,5911.20	.,.,.11.20	.,.,.11.20	.,.,.11.20
<u>2 KARATAŞ</u>				
1 Erenler	257,5911.20	.,.,.11.20	.,.,.11.20	.,.,.11.20
3 Belkoç	282,8134.08	.,.,.57.30	.,.,.51.14	.,.,.59.24
4 Naldöken	316,6209.56	.,.,.52.11	.,.,.60.62	.,.,.54.75
5 Bakacak	330,2395.48	.,.,.63.40	.,.,.471.24	.,.,.468.47
6 Keltepe	368,5058.68	.,.,.101.69	.,.,.121.94	.,.,.112.08
7 Kızılcapınar	-, -	-, -	396,2290.16	.,.,.89.52
<u>3 BELKOÇ</u>				
1 Erenler	-, -	-, -	240,5231.97	.,.,.31.74
4 Naldöken	-, -	-, -	336,5025.40	.,.,.20.65
5 Bakacak	-, -	-, -	-, -	371,7386.12
2 Karataş	-, -	-, -	82,8147.33	.,.,.52.65
<u>4 NALDÖKEN</u>				
6 Keltepe	35,2073.04	.,.,.51.71	.,.,.59.69	.,.,.57.78
5 Bakacak	91,9547.68	.,.,.42.50	.,.,.49.96	.,.,.57.67
2 Karataş	116,6227.64	.,.,.59.44	.,.,.56.16	.,.,.59.91
3 Belkoç	136,4950.32	.,.,.5009.15	.,.,.5026.84	.,.,.5014.86
1 Erenler	184,3201.40	.,.,.61.62	.,.,.70.26	.,.,.65.91
<u>5 BAKACAK</u>				
2 Karataş	-, -	-, -	130,2470.95	.,.,.70.84
3 Belkoç	-, -	-, -	171,7378.08	.,.,.74.86
4 Naldöken	-, -	-, -	291,9548.64	.,.,.55.31
6 Keltepe	-, -	-, -	6,5587.53	.,.,.83.75
7 Kızılcapınar	-, -	-, -	-, -	80,9058.79
<u>6 KELTEPE</u>				
7 Kızılcapınar	-, -	-, -	149,7678.01	.,.,.71.30
2 Karataş	168,5080.30	.,.,.105.88	.,.,.126.26	.,.,.114.44
5 Bakacak	206,5609.43	.,.,.579.72	.,.,.585.91	.,.,.583.75
4 Naldöken	235,2073.04	.,.,.51.71	.,.,.55.37	.,.,.55.42
<u>7 KIZILCAPINAR</u>				
2 Karataş	-, -	-, -	196,2300.98	.,.,.15.09
5 Bakacak	-, -	-, -	280,9022.49	.,.,.10.00
6 Keltepe	-, -	-, -	349,7667.29	.,.,.94.52

(Tablo:9)

Eldeki ölçme araç ve yöntemleri ile ve arazi çalışmalarına ayrılan sürede varılabilen kesinlik, bu büyüklükteki bir yer değiştirme olgusunu ancak dengeleme hesaplarından sonra saptıyabilme olanağı vermektedir.

II.3. Nivelman Ölçmeleri

(1.2.2) de açıklandığı gibi, 1946 ve 1966 ölçme sonuçlarından, (Şekil:2) ye alınmış bulunan ETİMESGUT-GEREDE hattının Gerede ucunda 9,51 cm lik bir yükselme saptanmaktadır. Ancak ölçmelerdeki muhtemel sistematik hatalar nedeniyle bu değerlendirmeye kuşku ile bakmak gerekir.

Bu kez 1972 ölçmeleri sonucunda, 1966 ile 1972 arasında , yine Gerede ucunda 12,30 cm lik bir yükselme saptanmıştır.

Öte yandan GERED-İSMETPAŞA hattı üzerinde de yer yer 5 ile 6 cm ye varan alçalmalar görülmektedir.

Ancak ilk kez bu son çalışmada, kullanılan miraların Normal Metre Kontrolları yapıldığında, bu hat boyunca kullanılmış bulunan

53 numaralı mirada	1 m - 0,103 mm
92 numaralı mirada	1 m - 0,094 mm

lik Normal Metre uzunlukları saptanmıştır.

İki uç arasındaki 470 m lik yükseklik farkında bu düzeltmeler, + 5 cm ye varan düzeltmeleri gerekli kılacaktır.

Ancak eski miralarda böyle bir kontrol yapılmadığı gibi, bu amaçla şimdi kullanılmış bulunan Breithaupt und Sohn Komparatörünün İnvar Standart Çubuğu da henüz bir ölçü ve ayar dairesinin kontrolünden geçmiş değildir.

III. ÖLÇMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

III.1. Ölçmelerde Korelasyon ve Ağırlık Sorunları:

Elektromanyetik uzaklık ölçmesinin jeodezik amaçlarla programlanmaya başlamasından bu yana düzenlenen çok sayıdaki araştırma çalışmalarında;

- a) Çeşitli elektromanyetik ölçme sistem ve yöntemlerini kendi aralarında karşılaştırmak ve
- b) Trilaterasyon ile erişilen presizyonun, triyagülasyon ölçmeleri ile erişilmiş presizyon yanındaki öneminin saptanması istenmiştir.

Bu şekilde özetlenen amaç için gerekli olan hesaplamalarda , elektromanyetik ölçme sonuçlarına ne gibi ağırlıkların verilebileceği sorunu, bu gün de kesin olarak çözümlenmiş değildir. Literatürde raslanan trilaterasyon hesaplarında, dengeleme mantığına dayalı veya deneysel nitelikte ağırlıkların kullanıldığı görülmüştür. Bu meydana

$$\frac{1}{s} ; \frac{1}{s^2} ; \frac{1}{m^2} \text{ ve } n \quad (15)$$

gibi örnekler sayılabilir. Burada s: Boyun uzunluğu, m: Karesel Ortalama Hata ve n : Ölçme sayısıdır.

Ölçmelerin çok çeşitli koşullarda yürütülmüş olmaları hâlinde, ağırlıkların büsbütün çevre koşullarına bağlı olarak, gözlemcinin notlarından yararlanarak saptandığı da olmuştur /6/. Öyle ki burada Tellurometre ossiloskopundaki netlik ve Ground Swing Eğrisinin özellikleri ağırlığın saptanmasında önemli birer etken olmuştur.

Bu çalışmalarda ortaya koyduğu korelasyon ilkelerinden yararlanan Höpcke /16/, elektromanyetik yoldan ölçülen boylar arasında bir korelasyon araştırmak amacıyla programladığı

ölçmelerle vardığı sonuçları, aşağıdaki şekilde özetlemektedir:

a) Eğer ölçmeler aynı gün içinde birbiri ardısıra yapılmışsa, ağırlık ölçme sayısının karekökü ile doğru orantılı olarak artar. Yani p_T : Günlük Ağırlık Değeri ise

$$p_T = p_i \cdot \sqrt{n} \quad (16)$$

olur.

b) Eğer ölçmeler değişik günlerde yapılmışlarsa, bu şekilde elde edilen boy için, bütün günlük ağırlıkların toplamı ağırlık olarak verilmelidir:

$$p = \sum p_T \quad (17)$$

Bu çeşit bir korelasyon , değişik günlerde yapılan ölçmelerde meteorolojik etkinin önemini birinci plânda tutmaktadır.

Elde bulunan ölçme değerleri ile bir Triyangülasyon + Trilate-rasyon ağının kurulması düşünüldüğünde, buradaka ölçmeleri ile boy ölçmelerinin karşı karşıya getirilmesi gerekmektedir. Bu durumda bütün doğrultuların aynı kesinlikte ölçülmüş ol-duğu ve doğrultular için $p_R = 1$ ağırlığının geçerliliği varsa-yılarak, bunun karşısında p_S boy ölçme ağırlığının hesaplan-ması düşünülecektir.

O halde doğrultu ölçmeleri için;

$$p_R = \frac{m_{oR}^2}{m_R^2} = 1 \quad (18)$$

den çıkacağı gibi, $m_{oR}^2 = m_R^2$ doğrultularının Karesel Orta-lama Hatası için Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatasını eşdeğer kılmış oluyoruz.

Diğer taraftan boy ölçmelerinde,

$$p_S = \frac{m_{oS}^2}{m_S^2} \quad (19)$$

eşitliğindeki Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatası m_{oS}^2 ,

$$\frac{p_R}{p_S} = \frac{m_S^2}{m_R^2} \quad (20)$$

bağıntısını kurabilmek için,

$$m_{oS}^2 = \frac{1 \text{ cm}^2}{1 \text{ cc}^2} \cdot m_{oR}^2 \quad (21)$$

eşdeğerliğini sağlamalıdır.

Ölçülen boyların Karesel Ortalama Hatası m_S için uygun bir değer hesaplamak üzere, Boy Ölçmelerinin Rölatif Hatası olarak $m_S / S = 1/C$ gibi bir oran kurulur ve buradan çıkacak $m_S = S/C$ değeri, m_{oS} ile birlikte (19) da yerlerine konursa,

$$p_S = \frac{1 \text{ cm}^2}{1 \text{ cc}^2} \cdot m_{oR}^2 \cdot \frac{C^2}{S^2} \quad (22)$$

bulunur.

Bu bağıntıda pratik amaçlarla S için Km birimi kullanıldığında,

$$p_S = \frac{(C \cdot 10^{-5} \cdot m_{oR})^2}{S_{\text{Km}}^2} \quad (23)$$

elde edilir.

Şimdi bu son bağıntıyı kullanabilmek üzere,

- Doğrultuların Karesel Ortalama Hatası $m_{oR} = m_R$ için bir değer saptamak ve
- $1/C$ Rölatif Hatası için bir yaklaşım araştırmak gerekecektir.

Araştırmadaki dengeleme hesabı kapsamı içine giren 14 boy için hesaplanmış bulunan Ölçme Ortalamalarının Karesel Ortalama Hataları p_S ile oluşturulan p_S / S Rölatif Hata oranları (Tablo:10) da görülmektedir.

Bunlarla hesaplanacak bir ortalamadan C için,

Boy Nr.	s (Km)	μ_s (cm)	μ_s/s	$p_s = 400/s^2$
1	35,3	1,7	$0,49 \cdot 10^{-6}$	0,32
2	22,1	1,6	0,73.	0,84
3	15,2	1,8	1,20.	1,72
4	32,3	3,0	0,94.	0,40
5	25,0	0,9	0,36.	0,64
6	17,0	1,7	1,00.	1,40
7	36,9	2,5	0,67.	0,28
8	13,8	0,4	0,29.	2,08
9	24,6	1,0	0,40.	0,64
10	31,0	5,8	1,87.	0,40
11	24,7	3,4	1,36.	0,64
12	40,8	5,3	1,29.	0,24
13	25,8	4,1	1,58.	0,60
14	17,7	-	-	1,28

(Tablo:10)

$$\frac{P}{S} \text{ Ort} = 0,94 \cdot 10^{-6} \approx 10^{-6}$$

$$C = 10^6 \quad (24)$$

değeri bulunabilir.

Ölçülen doğrultuların Karesel Ortalama Hataları için de $m_R = m_{OR} \approx 2^{CO}$ lik sınır değeri yerine koyduğumuzda

$$p_S = \frac{(10 \cdot m_R)^2}{S_{Km}^2} = \frac{400}{S_{Km}^2} \quad (25)$$

bulunur.

Bu son bağıntı ile hesaplanan ağırlıklar da (Tablo:10)'un son sütununa alınmıştır.

Görüldüğü gibi burada henüz ölçmelerin sayısı ve günlere dağılımı göz önünde tutulmamıştır. Bu faktörlerin etkilerini de hesaba almak üzere Höpcke'nin verdiği sonuçlardan yararlanılabilir. Bunun için (23) bağıntısında p_S yerine p_1 (Tek Boy Ölç-

mesinin Ağırlığı) ve $1/C$ yerine $1/C'$ (Tek Boy Ölçmesinin Karesel Ortalama Hatası ile hesaplanacak Rölatif Hata) konulmalıdır.

p_i ve C' nün hesabı ile bunlar yardımıyla bulunan ağırlıklar (Tablo:11)'de yer almaktadır.

Boy Nr.	n Ölçme Sy.	m Sy.(cm)	s (Km)	m/s	p_i	p_T	p'_s
1	2+2+3	4,5	35,3	$1,27 \cdot 10^{-6}$	0,08	0,11+0,11+0,14	0,36
2	4	3,2	22,1	1,45.	0,20	0,40	0,40
3	4	3,6	15,2	2,38.	0,43	0,86	0,86
44	2+2	6,0	32,3	1,86.	0,10	0,14+0,14	0,28
5	4	1,8	25,0	0,72.	0,16	0,32	0,32
6	4	3,4	17,0	2,00.	0,35	0,70	0,70
7	3+1+1+2	6,7	36,9	1,82.	0,07	0,12+0,07+0,07+0,10	0,36
8	4	0,8	13,8	0,58.	0,52	1,04	1,04
9	4	2,1	24,6	0,85.	0,17	0,34	0,34
10	1+3+1	12,9	31,0	4,16.	0,10	0,10+0,17+0,10	0,37
11	4	4,8	24,7	1,94.	0,16	0,32	0,32
12	4+1	11,9	40,8	2,94.	0,06	0,12+0,06	0,18
13	4	8,1	25,8	3,14.	0,15	0,30	0,30
14	1	-	17,7	-	0,32	0,32	0,32

$$\frac{m}{s} \text{ Ort.} = 1,93 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-6} \quad C' = 5 \cdot 10^5$$

$$p_i = \frac{(5 \cdot 2^{cc})^2}{s_{Km}^2} = \frac{100}{s_{Km}^2}$$

(Tablo:11)

Ölçme sayısını ve günlere dağılımını göz önünde tutarak hesaplanan ağırlıklarla (Tablo:11) ; yalnız rölatif doğruluğa bağlı olarak hesaplanan ağırlıklar (Tablo:10) karşı karşıya getirildiğinde (Tablo:12) , genellikle p_s / p'_s den ~ 2 gibi bir oran elde edilmekte; ancak ikinci halde, esaslı bir nedene dayalı olmıyan büyük ağırlıklar ortadan kalkmaktadır.

Boy Nr.	p_s	p'_s	$\sim \frac{p_s}{p'_s}$
1	0,32	0,36	1
2	0,84	0,40	2
3	1,72	0,86	2
4	0,40	0,28	2
5	0,64	0,32	2
6	1,40	0,70	2
7	0,28	0,36	1
8	2,08	1,04	2
9	0,64	0,34	2
10	0,40	0,37	1
11	0,64	0,32	2
12	0,24	0,18	1
13	0,60	0,30	2
14	1,28	0,32	4

(Tablo:12)

III.2. Ölçme Sonuçlarının Dengelenmesi:

Bütün dengeleme hesapları için (Şekil:5)'deki ağ seçilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, ağa ait yedi noktadan dördü fay kuşağının içine ve onun Kuzeyindeki hareketli alana düşmektedir. Bu bölgede 1944 depreminin ardından, makrosismik bir araştırma sonucunda 3,50 m lik bir sağ atımla 1,00 m lik çökme saptanmıştır. (Tablo:1)

Ağın dengelenmesi ile elde edilecek sonuçları karşılaştırabilmek için bütün hesaplarda yön ve ölçek birliğinin sağlanması gerekli olmaktadır. Bu amaçla Güneydeki iki nokta ERENLER ve KARATAŞ'ın Temel Triyangülasyon Ağında sahip bulundukları konum değerleri sabit tutulmuştur.

Dengeleme hesapları, bütün ölçmeler $\lambda_0 = 33^\circ$ Orta Meridyenindeki 3° genişliğinde Gauss-Krüger İzdüşüm Dilimi üzerine indirgenerek, düzlem üzerinde yürütülmüştür. Bu amaçla, geçici koordinatlar yardımıyla hesaplanan

$$s - S = \frac{1}{6r^2} (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2)$$

düzeltilmeleri (Tablo:13) de görülmektedir. Aynı tablonun son sütununa Temel Tritangülasyon Ağından alınan boyların uzunlukları da taşınmıştır.

B o y	Sferoide İndirgenmiş Gözleme S	Gauss İzdüşüm İndirg. (s-S)	s=S+(s-S)	Mevcut Ağdan Alınan s_g
1 ERENLER-KARATAŞ	35 304,122	+0,526	35 304,648	5,062
2 ERENLER-BELKOÇ	22 099,660	0,621	22 100,281	1,496
3 KARATAŞ-BELKOÇ	15 168,958	0,216	15 169,173	8,314
4 NALDÖKEN-ERENLER	32 313,462	1,346	32 314,808	,940
5 NALDÖKEN-BELKOÇ	25 011,336	0,830	25 012,166	3,453
6 BAKACAK-BELKOÇ	16 955,966	0,419	16 956,385	,955
7 NALDÖKEN-KARATAŞ	36 881,903	0,938	36 882,841	3,871
8 NALDÖKEN-BAKACAK	13 839,370	0,524	13 839,894	7,980
9 KARATAŞ-BAKACAK	24 630,404	0,434	24 630,838	3,411
10 NALDÖKEN-KELTEPE	30 984,567	1,118	30 985,685	,965
11 KELTEPE-BAKACAK	24 753,608	0,676	24 754,284	5,103
12 KARATAŞ-KELTEPE	40 776,876	0,670	40 777,546	8,618
13 KIZILCAPINAR-KELTEPE	25 794,497	0,435	25 794,932	5,230
14 KARATAŞ-KIZILCAPINAR	17 748,344	0,158	17 748,502	,480

(Tablo:13)

Görüldüğü gibi, ağdan alınan boy uzunlukları genellikle daha büyük değerdendirler. Bu sistematik görünüm, iki ayrı sisteme ait (Triyangülasyon ve Trilaterasyon) ölçeklerdeki uyumsuzluğu açıkça göstermektedir.

Bu farklılaşmaların bir bölümü tektonik nedenlere bağlı olarak ortaya çıktığından, bunları sayısal olarak sergileyip karşılaştırmak, başlangıçta açık bir kritiğe olanak vermiyecektir.

Söz konusu fark, ERENLER-KARATAŞ arasında $s_g - s = 0,414$ m olmakta ve bu masif blok üzerinde, $s_g/s = 1,0000$ 1173 büyüklüğünde bir "Ölçek Faktörü" hesaplanabilmektedir.

Ölçülen boyların tümünü bu faktörle çarparak, gerçi bütün Tellürometre çiftleri için eşit ölçek varsayılmış ; fakat ancak bu yoldan, dengelemeye elverişli ve karşılaştırma olanağı veren bir boylar dizisi elde edilmiştir. Bu faktörle çarpılarak elde edilen boy uzunlukları, (Tablo:14)de görülmektedir.

Boy Nr.	1-2 Bazına İndirgenmiş Boy s	Geçici Koord.la Hesaplanan Boy (s)	$l' = (s)-s$
1	35 305,062 m	,062 m	+0,000 m
2	22 100,540	,550	+0,010
3	15 169,351	,339	-0,011
4	32 315,187	,065	-0,121
5	25 012,459	,478	+0,019
6	16 956,584	,101	-0,482
7	36 883,274	,223	-0,050
8	13 840,056	,047	-0,008
9	24 631,127	,052	-0,074
10	30 986,051	5,975	-0,075
11	24 754,574	,587	+0,013
12	40 778,024	7,998	-0,025
13	25 795,234	,392	+0,158
14	17 748,710	,571	-0,138

(Tablo:14)

Ağa bir Triyangülasyon+Trilaterasyon Ağı olarak bakıldığında, Şartlı Dengeleme yolu, bir sıra zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca hata araştırmalarına olanak hazırlayan Belirsiz Çözüm yolu, Şartlı Dengeleme için, kullanılan kompütürlerin hafıza kapasitelerini zorlamaktadır.

Bu nedenlerle bütün dengeleme hesapları, Endirekt Ölçülerin Dengelenmesi yöntemi ile yürütülmüştür.

Hesap programları başlangıçta 14 boy ve 28 doğrultu için birlikte düzenlenmiş; Yalın Boy Dengelemesi için $(p_R)_i = 0$, Yalın Doğrultu Dengelemesi için $(p_S)_i = 0$ konulmuştur.

III.2.1. Trilaterasyon Ağı Hata Denklemleri:

Endirekt Gözlemlerin Dengelenmesi amacıyla Hata Denklemlerini düzenlerken,

$$(s_{ik}+v_{ik}) = f(x_{ik}, y_{ik}) \quad (26)$$

temel bağıntısındaki bilinmeyen fonksiyonları bir λ Ölçek Faktörü ile çarpılmış olarak

$$s_{ik}+v_{ik} = [(x_k-x_i)^2 + (y_k-y_i)^2]^{1/2} \lambda \quad (27)$$

şeklinde düşünülmüştür.

Doğrusal olmıyan bu fonksiyonun doğrusal hale getirilmesi, Taylor Dizisinden yararlanarak, yeterli yaklaşımla,

$$s_{ik}+v_{ik} = f_{ik}(0) + \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot dx_i + \frac{\partial f}{\partial y_i} \cdot dy_i + \frac{\partial f}{\partial x_k} \cdot dx_k + \frac{\partial f}{\partial y_k} \cdot dy_k + \frac{\partial f}{\partial \lambda} \cdot d\lambda \quad (28)$$

bağıntısıyla sağlanmıştır.

Buradaki parsiyel diferansiyelli terimlerin hesaplanması ile,

$$s_{ik}+v_{ik} = (s_{ik}) - \frac{\Delta x_{ik}}{s_{ik}} \cdot dx_i - \frac{\Delta y_{ik}}{s_{ik}} \cdot dy_i + \frac{\Delta x_{ik}}{s_{ik}} \cdot dx_k + \frac{\Delta y_{ik}}{s_{ik}} \cdot dy_k + s_{ik} \cdot d\lambda \quad (29)$$

elde edilmektedir.

Bu bağıntıdan hareketle,

$$s_{ik} - (s_{ik}) = -l'_{ik} \quad (30)$$

koyarak ve geçici koordinatlardan bulunan (Δx) ve (Δy) farklarının, Normal Denklem Katsayılarında yeterli yaklaşımı vereceği düşünülerek, Hata Denklemleri için ;

$$v_{ik} = \frac{(x_k)-(x_i)}{(s_{ik})} \cdot dx_k + \frac{(y_k)-(y_i)}{(s_{ik})} \cdot dy_k - \frac{(x_k)-(x_i)}{(s_{ik})} \cdot dx_i - \frac{(y_k)-(y_i)}{(s_{ik})} \cdot dy_i - l'_{ik} + s_{ik} \cdot d\lambda \quad (31)$$

sonuç bağıntısı bulunur.

Eğer katsayılarda, geçici koordinat değerleri ile hesaplanan (t_{ik}) azimutlarına ait trigonometrik fonksiyonlar kullanılırsa;

$$v_{ik} = + \cos(t_{ik})dx_k + \sin(t_{ik})dy_k - \cos(t_{ik})dx_i - \sin(t_{ik})dy_i - l'_{ik} + s_{ik} \cdot d\lambda \quad (32)$$

eşdeğerli olarak elde edilebilir.

III.2.2. Triyângülasyon Ağı Hata Denklemleri:

Ölçülen doğrultulara ait hata denklemlerini yazabilmek için, yine doğrusal olmalıyız

$$\tan t_{ik} = \frac{y_k - y_i}{x_k - x_i} \quad (33)$$

fonksiyonunu doğrusal hale getirmekte, Taylor Dizisi aşağıdaki şekilde yazılacaktır:

$$v_{ik} = - dz_i + \rho^{cc} \cdot \frac{\partial t_{ik}}{\partial x_i} \cdot dx_i + \rho^{cc} \cdot \frac{\partial t_{ik}}{\partial y_i} \cdot dy_i - \rho^{cc} \cdot \frac{\partial t_{ik}}{\partial x_k} \cdot dx_k - \rho^{cc} \cdot \frac{\partial t_{ik}}{\partial y_k} \cdot dy_k + l_{ik} \quad (34)$$

Burada da parsiyel diferansiyelli terimlerin hesaplanması ile;

$$v_{ik} = - \rho^{cc} \cdot \frac{\sin t_{ik}}{s_{ik}} \cdot dx_k + \rho^{cc} \cdot \frac{\cos t_{ik}}{s_{ik}} \cdot dy_k + \rho^{cc} \cdot \frac{\sin t_{ik}}{s_{ik}} \cdot dx_i - \rho^{cc} \cdot \frac{\cos t_{ik}}{s_{ik}} \cdot dy_i - dz_i + l_{ik} \quad (35)$$

bulunacaktır.

Buradaki l_{ik} , boylara ait l'_{ik} ların benzeri olarak;

$$l_{ik} = (t_{ik}) - R_{ik}^g \quad (36)$$

yardımla hesaplanmaktadır.

(36) eşitliğindeki R_{ik}^g : Yönlendirilmiş Gözlemleri , (t_{ik}) : Geçici Koordinatlardan hesaplanan Doğrultu Açılarını ifade etmektedir.

Dengeleme programına alınan 28 doğrultu için R_{ik}^g , (t_{ik}) ve l_{ik} değerleri (Tablo:15)-de görülmektedir.

Doğr. Nr.	R_{ik} (g)	(t_{ik}) (g)	l_{ik} (cc)
1	384,3265.800	.,...7.899	+2,099
2	40,5226.721	.,...31.072	+4,351
3	57,5911.198	.,.....224	+0,026
4	257,5911.198	.,.....224	+0,026
5	282,8151.142	.,...9.451	+8,309
6	316,6260.624	.,...58.232	-2,392
7	330,2471.241	.,...0.702	-0,539
8	368,5121.939	.,...14.547	-7,392
9	396,2290.155	.,...6.544	+6,389
10	240,5331.974	.,.....072	-0,902
11	336,5025.397	.,...14.602	-10,795
12	82,8147.332	.,...59.451	+12,119
13	35,2059.691	.,...5.343	-4,348
14	91,9549.961	.,...59.004	+9,043
15	116,6256.160	.,...8.232	+2,072
16	136,5026.839	.,...14.602	-12,237
17	184,3270.265	.,...67.999	-2,366
18	130,2470.947	.,.....702	-0,245
19	171,7378.082	.,...3.203	-4,879
20	291,9548.638	.,...59.004	+10,366
21	6,5587.529	.,...2.528	-5,001
22	149,7678.008	.,...1.123	-6,885
23	168,5126.261	.,...14.547	-11,714
24	206,5585.912	.,...2.528	-3,384
25	235,2055.369	.,.....343	-0,026
26	196,2300.977	.,.296.544	-4,433
27	280,9022.491	.,...1.914	-0,577
28	349,7667.286	.,...71.123	+3,837

(Tablo:15)

III.2.3. Trilaterasyon + Triyangülasyon Karma Ağı:

Dengeleme hesapları ile kesin konum değerlerinin saptanması istenen 5 istasyon için 18 bilinmeyen hesaplanması gerekmektedir. Bunlar:

2 x 5 = 10 Koordinat Düzeltmesi dx_i, dy_i ;
 7 İstasyonda 7 Oryantasyon Düzeltmesi dz_i ;
 Ağ için 1 Ölçek Faktörü $d\lambda$ dır.

Yalın Trilaterasyon Dengelemesinde, 7 Oryantasyon Düzeltmesinin ortadan kalkması ile 11 Bilinmeyen ; Yalın Triyangülasyon Dengelemesinde ise 1 Ölçek Faktörünün ortadan kalkması ile 17 bilinmeyen kalmaktadır. Ancak 11 Bilinmeyene karşı elde yalnız 14 Hata Denkleme mevcutken, 17 Bilinmeyene karşı 28 Hata Denklemini mevcut olmaktadır.

Doğrultulara ait 28 adet Hata Denklemini ;

$$v_{ik} = a_{ik}dx_k + b_{ik}dy_k - a_{ik}dx_i - b_{ik}dy_i - dz_i + l_{ik} \quad (37)$$

ile, Boylara ait 14 adet Hata Denklemini ise ;

$$v'_{ik} = a'_{ik} dx_k + b'_{ik} dy_k - a'_{ik} dx_i - b'_{ik} dy_i + s_{ik} d\lambda + l'_{ik} \quad (38)$$

ile ifade edilebilirler.

Matematik ilkeleri daha önce açıklanmış olan bu denklemlerde;

$$\left. \begin{array}{l} dx, dy, v', l' \\ v \\ d\lambda \end{array} : \begin{array}{l} dm \\ 10^{cc} \\ 10^{-5} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{birimleri ile elde edilmek} \\ \text{istendiğinde,} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} a, b \\ s \\ a', b' \end{array} : \begin{array}{l} 10^{cc}/dm \\ 10 \text{ km} \\ \text{Birimsiz} \end{array} \right\} \text{olarak alınmalıdır.}$$

Bunu sağlamak üzere katsayıların;

$$\begin{aligned} a_{ik} &= -0,01 \rho^{cc} \cdot \frac{\sin t_{ik}}{s_{ik}} & a'_{ik} &= \cos t_{ik} \\ b_{ik} &= 0,01 \rho^{cc} \cdot \frac{\cos t_{ik}}{s_{ik}} & b'_{ik} &= \sin t_{ik} \end{aligned} \quad (39)$$

bağıntıları ile hesaplanmaları ; denklemlerdeki sabit sayıların

ise, (30) ve (36) bağıntılarından elde edilmeleri gerekecektir.

III.3. Ölçek Kontrolu

Elektromanyetik uzaklık ölçerler, bugünkü jeodezi tekniğinin birçok uygulamasında, tamamlanmış triyangülasyon ağlarının ölçeklerini kontrol amacıyla kullanılmakta ; daha sonra bu ölçmelerden yararlanıp, yeni hesaplarda ağa yeni şartlar kazandırılmaktadır. Bu şekilde , Baz Büyütmesi ağlarının sayısını arttırmak gibi pahalı ve zahmetli çalışmalar yerine, presizyonu yüksek ve uygulaması kolay bir yol seçilmiş olmaktadır.

Birinci Derece Ağda ölçek kontrolu amacıyla ölçmeler yapmak , direkt olarak bu çalışmaların kapsamı içersinde değildir. Ancak burada;

- a) Eldeki elektromanyetik ölçme sistemlerinin, yerkabuğu hareketlerinin etüdünde kullanılabilecek presizyona sahip olup olmadıklarını araştırmak ve
- b) Eldeki ağın presizyon yönünden, yerkabuğu hareketleri ile ilgili araştırmalara bir taban teşkil edip edemeyeceğini saptamak üzere ölçek kontrolu amaçlı ölçmeler de programa alınmıştır.

Ölçek kontrolu amacı ile programa alınan ve toplam uzunluğu 270 Km yi bulan 9 boyun oluşturduğu Birinci Derece Poligon Zinciri, Temel Ağın ÇAYCUMA ve ETİMESGUT baz büyütmelemlerini birbirine bağlamaktadır. (Şekil :3). Ölçülen boyların Gauss-Krüger İzdüşüm Düzlemi üzerine indirgenmeleri, (II.1.4) deki yollardan yapılmıştır.

(Tablo:16) da her boy için n sayıdaki ölçme çiftinden hesaplanan ortalama ölçme değerleri s ile mevcut dengeli ağdan alınan s_g uzunlukları karşılaştırılmaktadır. Bu tabloya ayrıca, zincire ait olmadığı halde, dengeleme hesaplarında baz olarak alındığı için ERENLER-KARATAŞ boyu da dahil edilmiştir. Ayrıca tablonun son sütununda n sayıdaki ölçme çiftinden hesaplanan s ortalama değerinin p Karesel Ortalama Hataları da gösterilmiştir.

Boy Nr.	Çift Ölçme Sayısı n	Ölçmelerden Hesaplanan s (m)	Mevcut Ağdan s (m ⁵)	s - s _g (cm)	s/s _g	μ : n Sayıda Ölçmeden (cm)
1	6	12 179,340	9,225	+11,5	1,0000 0944	$\pm 0,4$
2	5	21 989,869	90,033	-16,4	0,9999 9254	1,8
3	5	25 983,333	3,884	-55,1	0,9999 7879	3,9
4	4	29 921,885	2,262	-37,7	0,9999 8740	3,0
5	4	32 314,808	4,940	-13,2	0,9999 9592	3,0
6	7	35 304,648	5,062	-31,4	0,9999 8827	1,7
7	4	35 620,876	1,141	-26,5	0,9999 9256	2,5
8	5	33 703,680	3,394	+28,6	1,0000 0848	1,2
9	4	24 258,679	8,613	+ 6,6	1,0000 0272	3,0
10	6	19 517,636	7,565	+ 7,1	1,0000 0364	2,4

(Tablo: 16)

μ Karesel Ortalama Hataları yardımıyla hesaplanan Oransal (Rölatif) Hatalar (μ/s) zincirin hiçbir boyunda 1/600 000 oranını aşmadığı halde, s/s_g ile hesaplanan Ölçek Faktörleri 2/100 000 oranına kadar büyüebilmektedir.

1/600 000 lik Oransal Hataya, ölçme sisteminin elektromanyetik bütünlüğü ile ilişki kuzarak bir "İç Kesinlik" teşhisi koyup , 2/100 000 lik farklılaşmayı Temel Ağın veya Tellürometrik ölçme yönteminin düşük presizyonuna bağlamak olasıdır değildir. Çünkü:

a) Dengeleme hesapları sonunda $m_i = m_0 / \sqrt{p_i}$ yardımıyla hesaplanan, p_i ağırlığındaki bir boya ait Karesel Ortalama Hata yardımıyla yeniden bulunacak m_i / s_i Oransal Hataları ve giderek Ölçek Faktörü λ , genellikle 1/300 000 oranının çevresinde kalmaktadırlar.

b) s/s_g oranları, Kuzeyden Güneye doğru, dengeli bütün ağlarda raslanması gereken harmoniyi ortaya çıkarmakta; her iki uçta " 1 Değerine" yaklaşmaktadır.

c) Dengeli ağda bir baz büyütmesi boyuna intikal eden Ortalama Olasılı Hata (Bk:III.4), 1/178 000 dir. Bir triyangülasyon ağında, baz büyütmelerinden uzaklaştıkça, bu oransal hatanın büyütmesi doğal olmaktadır.

Bu yüzeysel irdellemeleri, Matematik İstatistiğin ilkelerinden yararlanarak tanıtlamak üzere (Tablo:16)'daki boyların GÖLDAĞ ile MEŞEDAĞI'nı birleştiren doğrultu üzerindeki izdüşümlerinde, bu kez ;

$$F = \left(\frac{s}{s_g} - 1 \right) \cdot 10^6 \quad (40)$$

ile elde edilen F Ölçek Faktörleri /23/, bir grafik üzerine alınmıştır (Şekil:6)

Bu faktörlerin Güven Sınırlarını saptamak üzere, Matematik İstatistiğin iki kritiği de kullanılabilir /27/ :

a) Normlaşmış Normal Dağılımın Varyansları yardımıyla Güven Sınırlarının hesabı (Jeodezi pratiğinde alışlagelen $W = \% 95$ olasılıkla) :

$$p_{\sigma} = \pm u_s \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n_1}} \quad (41)$$

Burada: u_s : $W = \%95$ olasılık için Güven Sınır Sayısı (=1,96)
 σ : Varyans (Tellürometre MRA-3 MK-II sisteminde, bir tek ölçme için elde edilmiş deneysel presizyon ; (Tablo:8)'deki m_p değerleri)
 n_1 : Tek ölçmelerin sayısı

b) t-Student Testi yardımıyla Güven Sınırları hesabı ($W = \%95$ olasılık için):

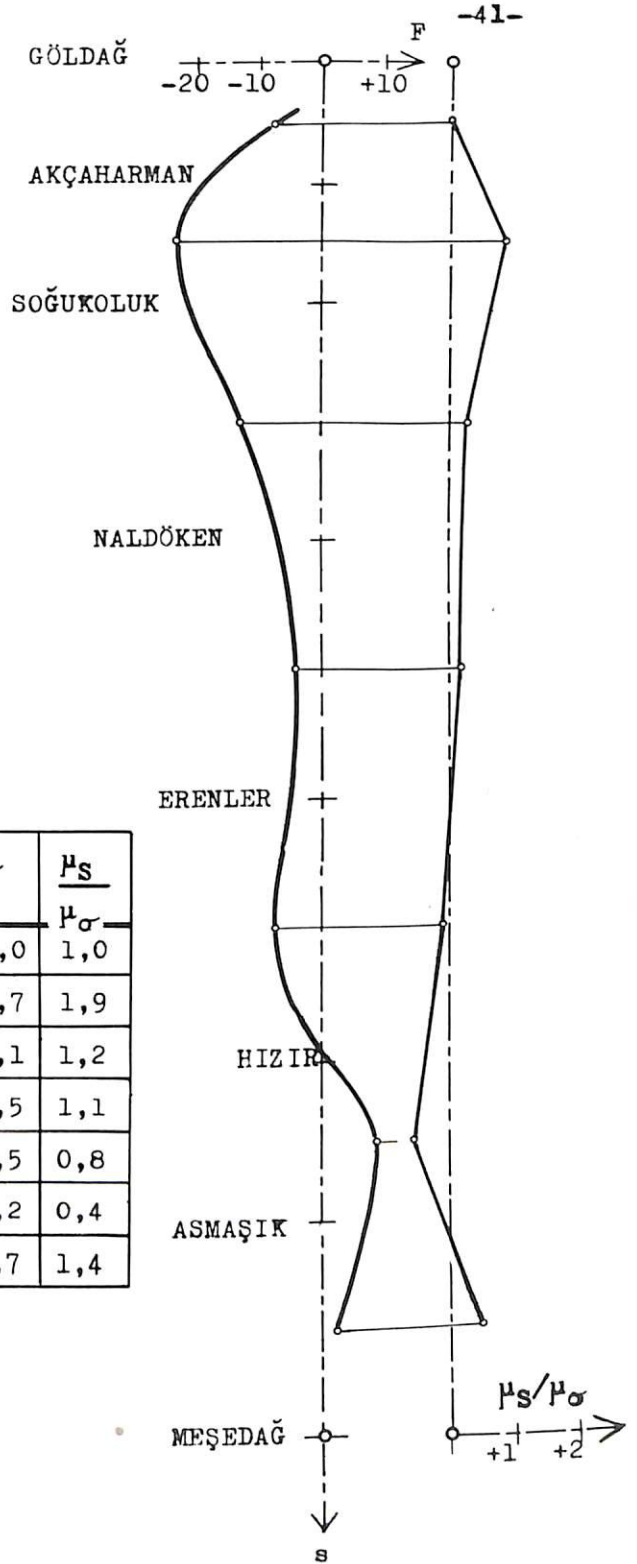
$$p_s = \pm t_s \cdot \frac{\bar{S}}{\sqrt{n_2}} \quad (42)$$

Burada: t_s : $f=n-1$ Bağımsızlık Katı (Freiheitsgrade) için Student Sayısı
 $\bar{S}$: Bir çift boy ölçmesi için hesaplanan Karesel Ortalama Hata ((Tablo:8)'de m Değerleri)
 n_2 : Ölçme çiftlerinin sayısı

*F Ölçek Faktörü
ve
Güven Sınırları*

Boy	$s-s_g$ cm	μ_s cm	μ_σ cm	$\frac{\mu_s}{\mu_\sigma}$
G.DĞ-A.HAR.	-16,4	$\pm 5,1$	$\pm 5,0$	1,0
A.HAR-S.OLUK	-55,1	10,8	5,7	1,9
S.OLUK-N.DÖK	-37,7	9,6	8,1	1,2
N.DÖK.-EREN.	-13,2	9,6	8,5	1,1
EREN.-HIZIR	-26,5	8,0	9,5	0,8
HIZIR-ASMAŞ.	+28,6	3,2	7,2	0,4
ASMAŞ-MEŞED.	+ 6,6	9,4	6,7	1,4

(Şekil:6)



GÖLDAĞ ile MEŞEDAĞI arasındaki boylara ait μ_σ ve μ_s Güven Sınırları ile $(s-s_g)$ farkları, (Şekil:6)'daki tabloda gösterilmiştir.

Burada her iki yoldan hesaplanan Güven Sınırlarının, $(s-s_g)$ farklarından ortalama 1/3 oranında küçük değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu durumda saptanan F Ölçek Faktörlerinin, "signifikant" değerler oldukları söylenebilir.

Ayrıca μ_s/μ_σ Güven Oranları, ayrı bir presizyon kriteri olarak hesaplanıp, (Şekil:6)'da F-Faktörleri eğrisi karşısında gösterilmiştir.

Bu oransal değer 1 den çok büyük olduğu, AKÇAARMAN-SOĞUK-OLUK arasındaki boya ait $F = 21,21$ büyüklüğündeki ölçek faktörünün de daha kesin bir şekilde saptanması ile ölçek dağılımındaki harmoni, ideal şekle daha da yaklaşabilir.

(Tablo:16)'daki $(s-s_g)$ farkları -55,1 cm ye kadar erişmektedir. Ancak bu farklar, Tellürometre ölçmelerine herhangi bir ölçek düzeltilmesi getirilmeksizin hesaplanmıştır. Bunun nedenini araştırmak üzere, üç ayrı zamanın ölçmelerine bağlı olarak dengelenen üç ayrı ağıdan (Bk:III.4) alınmış boy uzunlukları ile bu yeni Tellürometre boyları (Tablo:17)'de ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Tellürometre boyları burada iki ayrı katagoride ele alınmış; birinde (Tablo:16)'daki değerler korunurken -(1)-, ikincide bu boylar, ERENLER-KARATAŞ bazına ait önceden hesaplanan (Bk:III.2) $k = 1,0000 \pm 1173$ katsayısı ile çarpılmıştır -(1)'-.

(Tablo:17)'deki farklardan, 1944 ölçme sonuçlarının, hangi şekilde olursa olsun, Tellürometre ölçmeleri ile karşılaştırmada en uyumsuz sonuçları verdiği görülmektedir. Bunun nedenleri, ölçmelerin 1944 depreminden önce yapılmış olması ve zincirin ÇAYCUMA'da daha önce ölçülmüş ve sonradan terkedilmiş bir başka baza bağlı bulunmasında aranmalıdır.

1946 Zincir Dengelemesi sonuçları ve yeni ağdan alınan değerlerle yapılan karşılaştırmalarda ise açık bir uyum bulunmakta ; ERENLER-KARATAŞ bazıyla yürütülen karşılaştırmada, farklar açık şekilde küçülmektedir.

Boy Nr.	TELLÜROMETRE BOYLARI		TRİYANGÜLASYON BOYLARI		
	Yalın Ölçme s	İndirgenmiş: (k.s)	s _g 1944	s _g 1946	s _g
	(1)	(1)'	(2)	(3)	(4)
3	25 983,333	3,638	3,388	3,898	3,884
4	29 921,885	2,236	1,438	2,305	2,262
5	32 314,808	5,187	4,672	5,134	4,940
6	35 304,648	5,062	4,830	5,148	5,062
7	35 620,876	1,294	0,733	1,171	1,141

YALIN ÖLÇME BOYLARI İLE KARŞILAŞTIRMA (cm)			AĞ ÖLÇEĞİNE İNDİRGENMİŞ ÖLÇME BOYLARI İLE KARŞILAŞTIRMA (cm)		
(1)-(2)	(1)-(3)	(1)-(4)	(1)'-(2)	(1)'-(3)	(1)'-(4)
3 - 5,5	- 56,5	- 55,1	+ 25,0	- 26,0	-24,6
4 +44,7	- 42,0	- 37,7	+ 79,8	- 6,9	- 2,6
5 +13,6	- 32,6	- 13,2	+ 51,5	+ 5,3	+24,7
6 -18,2	- 50,0	- 31,4	+ 23,2	- 8,6	± 0,0
7 +14,3	- 29,5	- 26,5	+ 56,1	+ 12,3	+15,3

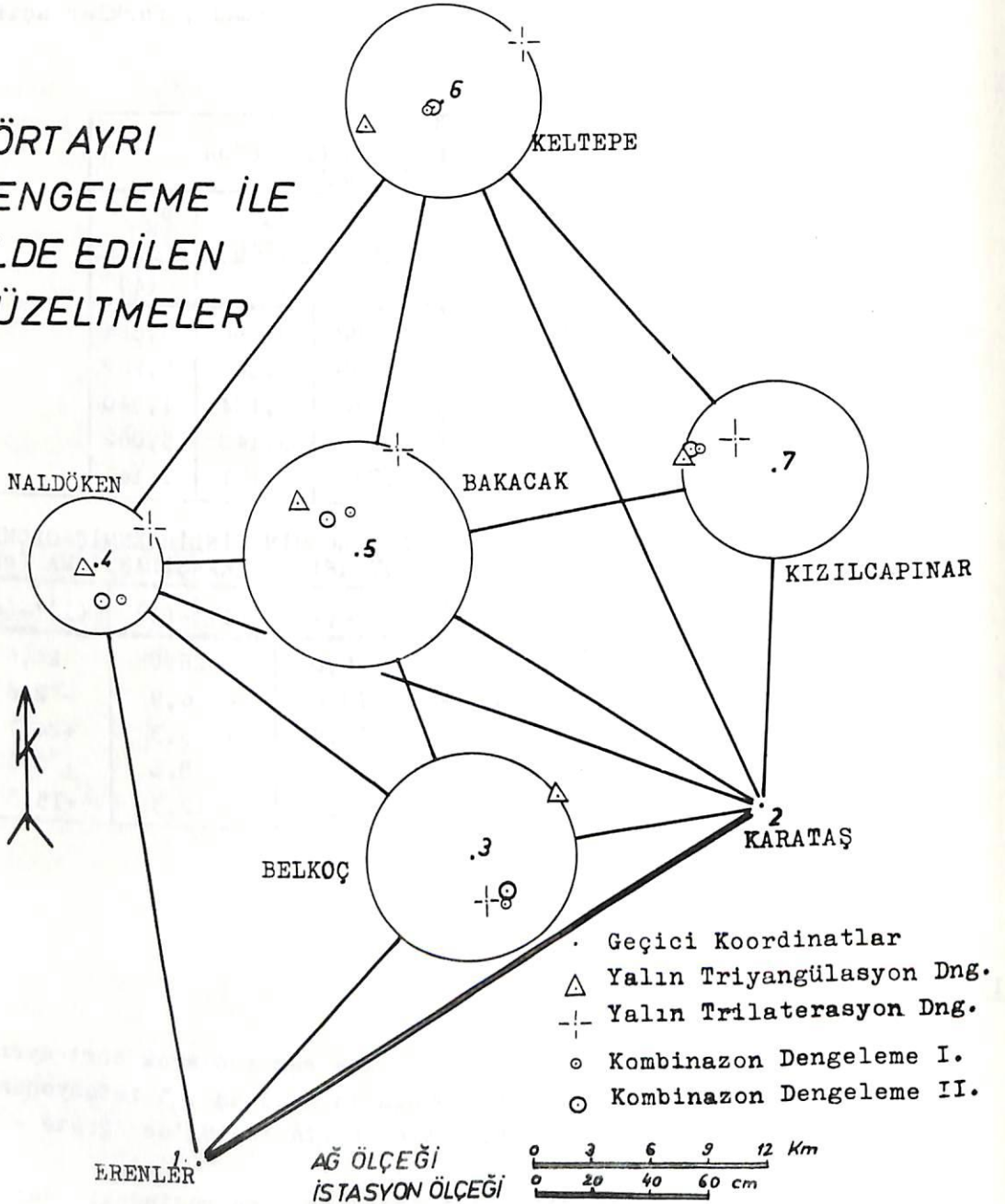
(Tablo:17)

III.4. Hata Araştırmaları:

(III.1) ve (III.2) de açıklanan ilkelere bağlı olarak dört ayrı dengeleme programı hazırlanmış ; bunlarla bulunan , 5 istasyonun koordinatlarına getirilecek düzeltmeler (Tablo:18)'de gösterilmiştir.

Bu düzeltmelerin geçici koordinat değerleri çevresindeki dağılımları (Şekil:7) de görülmektedir. Bu koordinat farkları için bulunan Karesel Ortalama Hatalar ise (Tablo:19)'da sergilenmiştir.

**DÖRT AYRI
DENGELEME İLE
ELDE EDİLEN
DÜZELTMELER**



(Şekil:7)

İstasyon	DENGELEME İLE HESAPLANAN DÜZELTMELER (cm)							
	Yalın Boy Deng.		Yalın Doğr. Deng.		Kombinazın Deng.I.		Kombinazın Deg.II.	
	dy	dx	dy	dx	dy	dx	dy	dx
1 ERENLER	-	-	-	-	-	-	-	-
2 KARATAŞ	-	-	-	-	-	-	-	-
3 BELKOÇ	+ 5,1	-13,7	+29,8	+19,8	+11,3	-16,8	+12,3	-13,6
4 NALDÖKEN	+20,4	+13,3	- 2,9	- 0,2	+ 9,0	-12,2	+ 2,0	-12,9
5 BAKACAK	+14,5	+36,3	-20,2	+16,5	- 2,0	+14,8	- 9,4	+12,0
6 KELTEPE	+27,1	+21,1	-28,0	- 7,6	- 1,0	- 1,3	- 7,2	- 3,7
7 KIZILCAPINAR	-13,1	+ 9,8	-32,5	+ 2,9	-24,6	+ 7,4	-26,8	+ 7,6
Ölçek Düzeltmesi $d\lambda$	0,1829.10 ⁻⁵		----		0,3215.10 ⁻⁵		0,2614.10 ⁻⁵	

(Tablo:18)

İstasyon	DENGELEME İLE HESAPLANAN BİLİNMEYENLERİN KARESEL ORTALAMA HATALARI (cm)				
		Yalın Boy Deng.	Yalın Doğr. Deng.	Kombinezon Deng.I.	Kombinezon Deng.II.
7 KIZILCAPINAR	m_x	± 10,65	± 15,85	± 6,74	± 8,61
	m_y	37,23	28,95	20,76	20,47
6 KELTEPE	m_x	22,93	31,73	13,96	13,65
	m_y	29,16	34,96	16,84	16,10
5 BAKACAK	m_x	18,06	22,78	10,47	10,67
	m_y	13,09	17,56	8,66	8,80
4 NALDÖKEN	m_x	19,25	25,10	10,66	10,37
	m_y	15,25	21,86	10,20	10,09
3 BELKOÇ	m_x	12,01	15,22	7,56	8,21
	m_y	8,16	10,44	5,17	5,59
m_λ		± 0,333	---	± 0,215	± 0,210
m_o		± 9,07cm	± 4,80 ^{cc}	± 7,40cm	± 6,60cm

(Tablo:19)

Yalın Boy Dengelemesi ile Yalın Doğrultu Dengelemesinin, Karma Dengeleme (Triyangülasyon+Trilaterasyon Kombinezonu) yanında düşük presizyonda oldukları (Tablo:19)'da görülmektedir.

Höpcke'ye göre hesaplanmış ağırlıklılıklarla düzenlenen Kombinezon Dengelemesi II , Kombinezon Dengelemesi I 'e göre daha küçük bir "Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatası m_0 " vermekle birlikte, bilinmeyenlerin ortalama hatalarına önemli bir küçülme getirmemektedir.

Burada bulunmuş olan $m_0^I = \pm 7,40$ cm ve $m_0^{II} = \pm 6,60$ cm lik değerleri, aynı bölgede çeşitli zamanlarda yapılmış hesaplarıdaki presizyonlarla karşılaştırmakta yarar vardır:

a) 1944 Zincir Dengelemesi : MEŞEDAĞ ve HALİMOĞLU (Kuzeyde ÇAY-CUMA Bazı doğusunda) Astronomi noktaları arasında bir zincir dengelemesidir. Zincir, ölçeğini her iki uçtaki Baz Büyütmelelerinden getirilmiş Baz Şartından almıştır. Her iki Astronomi noktası arasındaki "Azimut Bağlantı Kapanması" $3,650^{cc}$; "Baz Bağlantı Kapanması", Logaritmanın 6.Hanesi için 3.927 dir. 24 dizilik ölçmeler, (Tablo:2)'deki presizyonla yürütülmüşken, dengeleme sonunda hesaplanan "Bir Doğrultunun Karesel Ortalama Hatası" $m = \pm 1,87^{cc}$ dir.

b) 1946 Zincir Dengelemesi : Kuzeyde ve Güneydeki aynı Baz Büyütmelerinden Baz Şartı alınıp, GÖLDAĞ, HALİMOĞLU, AKÇAĞHARMAN, SOĞUKOLUK, NALDÖKEN ve KARATAŞ'ın 1944 Depremi sonrasında tekrarlanan gözlemleri ile yürütülmüştür. Buradaki dengeleme sonunda $m = \pm 1,70^{cc}$ bulunmuştur. Gözlemlerdeki presizyon , (Tablo:2)'deki gibidir.

c) Türkiye I.Derece Triyangülasyon Ağının Tüm Dengelenmesi : (I.2.1)'de değinilen verilerden yararlanarak, bir UNIVAC Sistemi ile programlanıp sonuçlandırılan hesaplar hakkında, dengelemeyi yürüten ünite, aşağıdaki kriterleri vermektedir:

Baz ölçmelerinden elde edilen Ortalama Oransal (Rölatif) Hata
 $1/1\ 800\ 000$ dir.

Bir Baz Büyütmesi boyuna intikal eden Olasılı Oransal Hata
 $1/178\ 000$ dir.

Gözlenen bir doğrultunun Olasılı Hatası $1,4^{cc}$ dir.

Gözlenen bir doğrultunun Maksimum Hatası $8,9^{cc}$ dir.

Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatası $m_0 = 2,1^{cc}$ dir.

(Tablo:19)'da presizyondedeğerleri verilmiş bulunan yeni dengeleme hesapları, yukardaki eski dengeleme sonuçları ile karşılaştırıldığında şu izlenimler edinilmektedir:

Yalın Doğrultu Dengelemesi sonucunda, Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hatası için $m_0 = \pm 4,8^{cc}$ lik bir presizyonun elde edilmesi, gözlemlerin II.Derece nitelikte, yani 12 lik dizilerle programlanmış olmasındandır.

Şartlı Dengeleme yöntemi ile programlanan eski hesaplarda, bir istasyonun koordinat değerine ait Karesel Ortalama Hatalar verilmediği için, burada konum değerlerinin presizyonunu direkt olarak karşılaştırma olanağına sahip olunamamaktadır. Ancak $s_{Ort} = 25,9$ Km lik bir ortalama boy uzunluğu için, açılarının yay cinsinden değerlerinden yararlanıp, $m_0 = 4,8^{cc}$ lik bir açı için $ds = m^{cc}/\rho^{cc} \cdot s_{Ort}$ dan , $ds = 19,5$ cm lik bir radyal uzunluk ve bunun $t = 50^\circ$ lık bir ortalama Azimutla, $dx = 12,5$ cm ve $dy = 12,5$ cm değerindeki bileşkeleri hesaplanıp, bu şekilde elde edilen $dx=dy=m_{x,y}$ değerine, açısal doğruluğun sayısal ifadesi olarak bakılabilir.

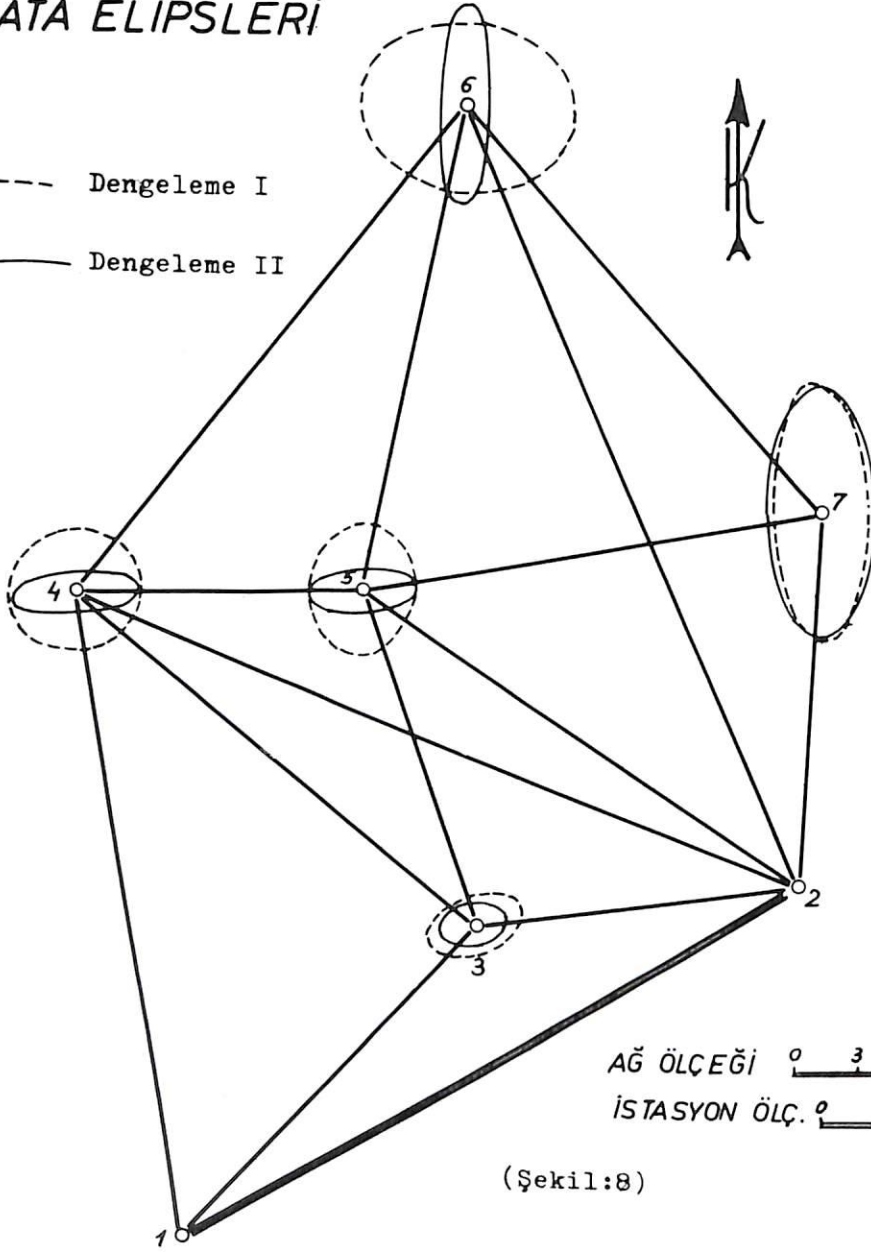
Aynı yoldan Tüm Dengelemeye ait $m_0 = \pm 2,1^{cc}$ için bulunan $m_{x,y}$ değeri $\pm 6,0$ cm olmaktadır.

Bu presizyona Kombinezon Dengelemesi II ile yaklaşıldığı , (Tablo:19)'da görülmektedir. Buradan , doğrultu ölçmeleri II. Derece presizyonla yürütülmüş bir ağda, Tellürometre boyları ile I.Dereceden presizyona erişilebileceği ; ayrıca ağın her yerinde ölçek birliğinin elde edilebileceği çıkarılabilir.

Dengeleme I ve Dengeleme II ile koordinatları yeniden hesaplanan 3,4,5,6 ve 7 numaralı istasyonların çevresindeki Hata Elipslerine ait a ve b eksen uzunlukları ile φ Eğiklik Açıları Helmert'in klasik bağıntılarına bağlı olarak hesaplanıp /33/,

HATA ELİPSLERİ

--- Dengeleme I
— Dengeleme II



(Şekil:8)

(Şekil:8)'de gösterilmiştir.

DENGELEMELER SONUNDA HESAPLANAN DÜZELTMELER

n	p	DENGELEME I	p'	DENGELEME II
<u>Doğrultu Düzeltmeleri (cc)</u>				
1	1	- 0,73	1	- 0,23
2	1	+ 5,44	1	+ 4,90
3	1	- 4,72	1	- 4,68
4	1	+ 1,06	1	+ 0,39
5	1	+ 2,88	1	+ 2,19
6	1	- 2,32	1	- 1,78
7	1	- 0,80	1	+ 0,57
8	1	- 6,11	1	- 6,00
9	1	+ 5,28	1	+ 6,62
10	1	+ 5,04	1	+ 3,92
11	1	-10,82	1	- 9,13
12	1	+ 5,78	1	+ 5,21
13	1	- 4,03	1	- 4,49
14	1	+ 5,76	1	+ 4,87
15	1	+ 4,44	1	+ 4,79
16	1	- 9,05	1	- 7,66
17	1	+ 2,88	1	+ 2,49
18	1	+ 1,49	1	+ 2,20
19	1	-10,44	1	- 8,37
20	1	+ 6,78	1	+ 5,41
21	1	+ 2,17	1	+ 0,76
22	1	- 3,69	1	- 3,11
23	1	- 5,65	1	- 5,43
24	1	+ 6,57	1	+ 5,93
25	1	+ 2,77	1	+ 2,61
26	1	- 2,71	1	- 3,49
27	1	- 2,37	1	- 1,95
28	1	+ 5,08	1	+ 5,44
<u>Boy Düzeltmeleri (cm)</u>				
1	0,32	+11,35	0,36	+ 9,23
2	0,84	+ 1,29	0,40	+ 3,12
3	1,72	- 2,62	0,86	- 5,32
4	0,40	-15,82	0,28	-16,70
5	0,64	+14,34	0,32	+17,41
6	1,40	- 8,42	0,70	-11,34
7	0,28	- 5,01	0,36	- 0,64
8	2,08	- 3,87	1,04	- 5,36
9	0,64	+ 9,11	0,34	+12,88
10	0,40	+ 6,58	0,37	+ 3,65
11	0,64	- 6,65	0,32	- 7,58
12	0,24	+10,00	0,18	+ 8,35
13	0,60	+ 1,24	0,36	+ 0,75
14	1,28	+ 0,78	0,32	- 0,03

(Tablo:20)

Yerkabuğunun yatay hareketleri ile ilgili olarak saptanacak vektörlerin uzunlukları yanında, Helmert'e veya Matematik İstatistiğin Güven Sınırlarına göre alınacak a ve b Eksen uzunlukları, kritiğin yönünü değiştirmemektedir.

Dengeleme I ve II hesapları sonucunda bulunan "v Hataları", yukardaki verilerin değerlendirilmesinde katkıları olur düşüncesi ile , (Tablo:20)'de gösterilmiştir .

IV. GÜNCEL (RESENT) YERKABUĞU HAREKETLERİNİN ETÜDÜ

IV.1. Güncel Hareketlerin Etüdünde Jeodezik Yöntemler

Yerkabuğu hareketlerinin araştırılmasında Jeodezi Biliminin görevi, hareket bileşenlerini belirgin biçimde saptamak ve bununla komşu yerbilimlerine, büyük tektonik sorunların çözümünde kesin sayısal değerler verebilmektir.

Bu görevin kapsamı içine, tektonik tabaka hareketleri, kıtasal drift ve hatta yer çekirdeğinin konum değiştirmesi ve bunlara bağlı olarak, çeşitli kuvvet alanlarındaki varyasyonların saptanması da girmektedir.

Yerkabuğunun güncel hareketlerini saptamak üzere programlanan ölçmeler, öncelikle sistematik hatalardan olurların arınmış olmalı ; ölçmelerde ölçek ve yöntem birliği sağlanmalı ve bunlardan sonra en önemlisi, dengeleme hesapları sonucunda elde edilen Karesel Ortalama Hataların büyüklükleri, Yerkabuğu hareket bileşenlerinin değerleri yanında önemsiz kalmalıdır.

Her türlü deformasyonu ortaya çıkarmak üzere programlanan ölçmelerde, mutlak (apsolut) yöntemler , oransal (rölatif) yöntemlere göre daima üstünlüğe sahip olagelmıştır. Çünkü ancak bu sayede, hacim içinde gerçek konum değişiklikleri ortaya çıkar ve böylece deformasyona yol açan güçlerin çözümü kolaylaşır.

Fiziksel Yeryüzü noktalarının jeodezik anlamda mutlak olarak saptanması, bu noktaların, Yerin Ekvator Düzlemi ve Rotasyon Eksenine göre boşluk içindeki yerlerinin belirlenmesi ile olasılık kazanır. Fakat konum değişimlerini saptamak için gereken presizyonda, bu koordinat sistemi içinde ölçmeler programlamak, günümüzün Jeodezi Tekniği olanaklarının dışına taşmaktadır. Bu nedenle, konum değişimlerinin saptanmasında, Jeodezinin iyi seçilmiş oransal (rölatif) yöntemlerine başvurulması gerekmektedir. Bunlar Jeoloji ve Jeofiziğin verilerinden de yararlanarak

seçilen ve temelde boy, açı ve yükseltileri ölçen yöntemler olacaktır.

Klasik Jeodezide konum ve yükselti değerlerinin saptanması birbirinden bağımsız olarak yürütüldüğü için, burada düşey ve yatay hareketleri ayrı ayrı ele almak gerekmektedir.

IV.1.1. Yatay Hareketlerin Saptanması :

Yatay hareket bileşenleri, düşey bileşenlere göre çoğu zaman daha büyük olmalarına rağmen, bu hareketleri kıtasal kitleler bütün olarak yaptıkları için, oransal yöntemlerle jeodezik yollarından saptanmaları çoğunlukla daha zor olmaktadır.

Uygun seçimler sonucu kurulan üçgenleme ağları yatay hareketleri alansal olarak verirken, presiz profil ölçmeleri, seçilmiş bir doğrultuda nokta kaymalarının saptanmasına olanak hazırlamaktadır.

Eğer hareketin oransal büyüklüğü 10^{-5} değerini buluyorsa, yani boy uzunlukları 10 Km yi bulan bir sistemde 10 cm ve daha büyük hareketler söz konusu ise, çok dar araştırma bölgelerinde de bugünkü Jeodezi Tekniğinin olanakları ile bir sonuç elde edilebilir.

Öte yandan depremler, yeryüzünde çoğu zaman elastik deformasyonlara yol açmakta ; bu durumda da depremden önce ve sonra yürütülen jeodezik ölçmeler arasında farklılaşma görülebilmektedir. Mevcut tektonik gerilimlerin etkisi sonucu Yeryüzünde ortaya çıkan plastik deformasyonlar daha kolay izlenebilir.

Konumu Jeodezinin verilerinden yararlanarak denetlenmiş özel doğrultuların üzerindeki belli noktalarda, belli zaman aralıklarında yapılan presiz ölçmeler sonucu, yatay kabuk hareketlerinin saptanması konusunda ilk oransal veriler elde edilebilir. Bu noktaları bağlayan boyların ölçmesinde elektromanyetik uzaklık ölçerlerin uygulanması, sonuçların kesinliğini önemli ölçüde arttırmaktadır.

Bölgesel araştırmalarda, eski zamana ait yüksek presizyonda Triyangülasyon ağlarının bulunduğu bölgeler önem kazanmaktadır.

Bu ağılarda bugünün teknik olanakları ile Triyangülasyon ölçmeleri tekrar edilirken, uzun menzilli elektromanyetik uzaklık ölçerlerle ağların ölçekleri de saptanabilir.

Trilaterasyon yoluyla ölçeceği saptanmış bir ağ ile, eski ölçmeler ile kurulmuş identik ağın karşılaştırılabilmesi için, her iki ağın aynı ölçeğe getirilmesi gerekecektir.

IV.1.2. Düşey Hareketlerin Saptanması

Yerkabuğunun uzun süreli ve büyük kitleleri kapsıyan düşey hareketleri, periyodik olarak tekrarlanan presiz nivelman ölçmeleri ile denetlenenilmektedir.

Lokal olaylarda bu düşey hareketler, çok kesin bir görünümle ortaya çıkabilmektedir. Fakat düşey hareket bileşenlerinin rejyonal anlamda saptanabilmesi için, geniş bir "Ülke Nivelman Ağı"nın elde bulunması veya yeniden kurulması gerekir.

Nivelman ağlarındaki sistematik hataların araştırılması sonucunda şu kanaata varılmıştır ki, hem ağın niteliği hem de düşey yerkabuğu hareketinin etüdüne uygunluğu, herşeyden önce nivelman röper noktalarının zemin emniyetine bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle röperlerin konulacağı yerlerde sağlam jeolojik etüdlere ihtiyaç vardır.

Yerkabuğu hareketlerinin etüdü için programlanacak tekrar ölçmeleri için, bugün erişilen presizyonda, 20 ile 30 yıllık periyotlar önerilmektedir. Ancak bu süre içersinde alt yapı tesislerinin kaybolacağı veya epirojenik hareketlerin dışındaki jeolojik etkenlerle de yanıltıcı hareketlerin meydana gelebileceği unutulmamalıdır.

Burada IAG Nivelman Seksiyonu Başkanı Kneissl'in nivelman hataları ve yerkabuğu hareketleri konusunda ortaya koyduğu ilkeleri de dikkate almalıdır:

- a) Yerkabuğunun kısa periyotlu salınımları o kadar küçük değerlere sahip olabilirler ki, bunlar ölçme hataları içinde eriyebilirler.
- b) Güncel hareketler ancak, çok sayıda tekrarlarla hesaplanmış

ortalama değerlerin farklarından ortaya çıkabilirler.

c) Yalnız bilimsel amaçlarla plnlanan ölçmelerin sonunda, sistematik hata için verilmiş bulunan $\pm 0,3$ mm/Km değeri , 4 veya 6 defa tekrarlanan Gidiş-Dönüş nivelman ölçmeleri ile $\pm 0,1$ mm/Km ye kadar düşürülebilir.

IV.2. Hareket Vektörlerinin Belirlenmesi

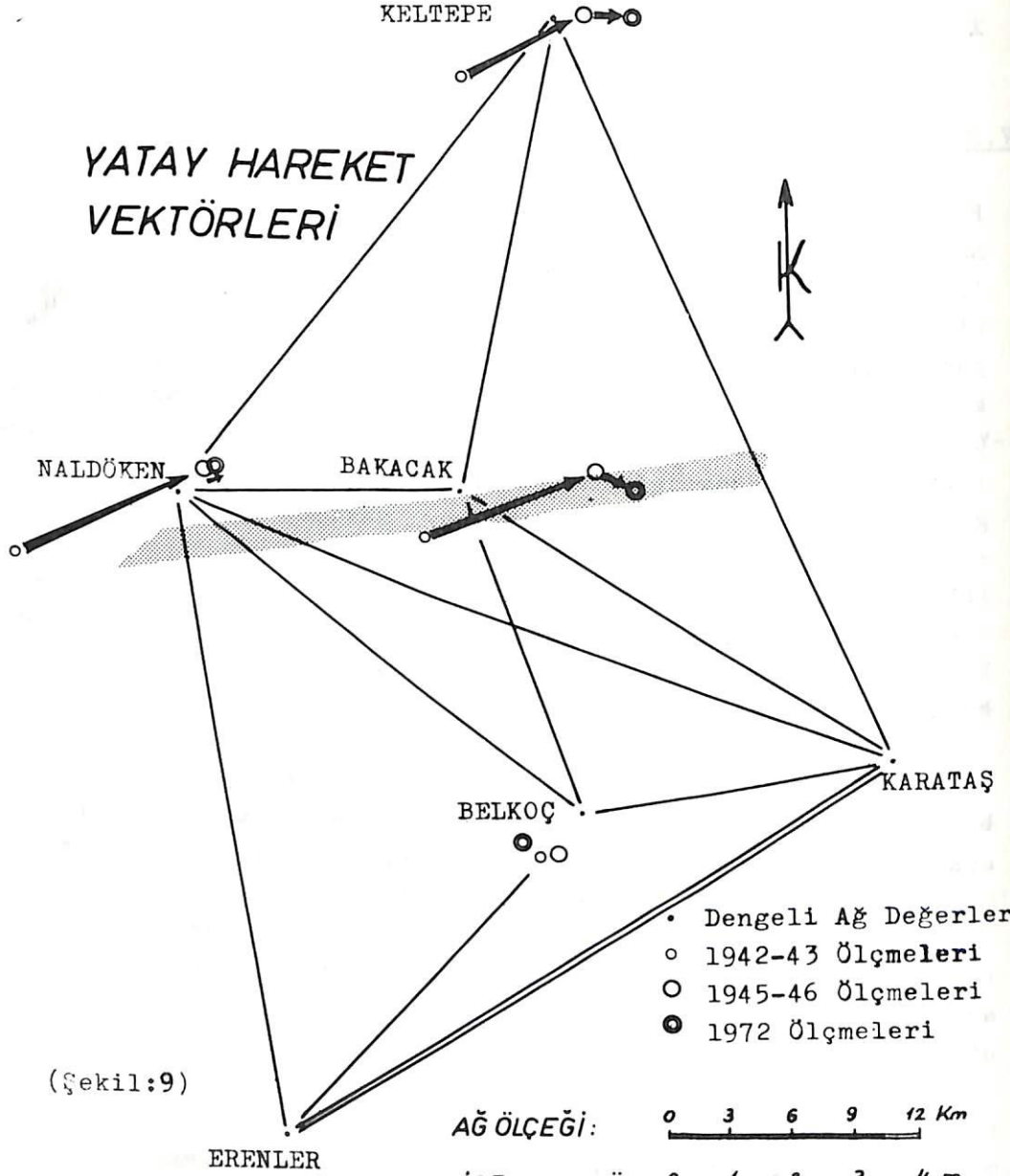
Birinci Derece Tritanglasyon Ağının yardımıyla epirojenik hareketlerin araştırılmasında, 1972 Yılı Triyanglasyon + Trilaterasyon lmeleri, daha çok, bir "ilk periyot" niteliğini taşımaktadır. Bu ölçmelerle elde edilen presizyon, bölgedeki güncel hareketlerin on yıllık toplamını kesin olarak ortaya koyabilir. Ancak deprem gibi büyük ve ni atımların ortaya çıkmasına yol açan tektonik olayların sebep olduğu yer değiştirmeleri saptamak için böyle bir periyodun geçişini beklemek gerekmiyebilir. Bunu (şekil:9) açık şekilde kanıtlamaktadır.

ERENLER- KARATAş Bazı üzerinde deprem öncesi ve deprem sonrası ile 1972 Yılı doğrultu ölçmelerinden yararlanarak hesaplanan koordinatlar, Fay Kuşağının kuzeyinde bütün epirojenik hareketlerin etüdüne olanak hazırlamaktadır.

(şekil:9)'da görüldüğü gibi, 1944 Depremi ni olarak 3-4 m yi bulan yer değiştirmelere yol atığı halde, 1946-72 yılları arasındaki 28 yıllık bir periyot sonunda, ancak 1 m çevresinde bir güncel hareket izlenebilmektedir.

Bu gncek hareketin büyüklüğü ve yönü, böyle dar kapsamlı (az sayıda istasyonla kurulmuş) bir Birinci Derece Ağda , ancak değerlerin gösterdiği sistematik dağılıma bakarak, belli bir yaklaşımla kestirilebilmektedir.

(şekil:9)'da belirlenen epirojenik hareket vektörlerinin, lme hataları ile karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla, 1972 Dengelemelerine ait Hata Elipsleri irdelenebilir (şekil:8). Buradan görüleceği gibi, 0,5 m yi aşan bir yatay yer değiştirme, eldeki araç, gereç ve yöntemlerle kolaylıkla saptanabilmektedir.



Öyle ki eğer bir hata kritiği amaçlanmıyorsa, hareket vektörlerinin saptanmasında, incelikli bir dengeleme hesabına da gerek duymadan, geçici koordinat hesapları ile yetinmek de mümkündür.

Bu örneklerle ortaya çıkarılmak istenen, yer kabuğunun bu denli hareketli olduğu bir bölgede, Birinci Derece Triyangülasyon Ağının, zamanla "birinci derece" niteliğini yitirebileceğidir.

IV.3. Güncel Hareketlerin Sistematik Etüdü Amacıyla İlk Çalışmalar:

Aynı ölçek, yöntem ve presizyonda, belli bir peryotla yürütülen ölçmelerin karşılaştırılmasıyla elde edilen " c Kayma Miktarı " ve bu Kayma Miktarının m_c Hatasını saptamak için:

Bir P istasyonunda 1. ve 2. peryot gözlemlere ait dengeleme hesaplarından sonra elde edilen koordinatlar:

$$x_p', y_p' \text{ ile } x_p'', y_p'' ;$$

Ağırlık Katsayıları :

$$Q'_{xx}, Q'_{xy}, Q'_{yy} \text{ ve } Q''_{xx}, Q''_{xy}, Q''_{yy} ;$$

Ağırlık Biriminin Karesel Ortalama Hataları ise ;

$$m_o' \text{ ve } m_o''$$

ile gösterilmiş olsun.

Bu verilerle , P' ve P" arasındaki Kayma Miktarının uzunluğu;

$$c = \sqrt{(x_p'' - x_p')^2 + (y_p'' - y_p')^2} \quad (43)$$

olacaktır./35/

c Kayma Miktarının Karesel Ortalama Hatası, Hataların Gelişimi Kanununa bağlı olarak, korelasyonlu ölçmeler için geçerli olan diferansiyel ifade ile:

$$\begin{aligned} m_c^2 = & \left(\frac{\partial c}{\partial x_p'} \right)^2 \cdot m_o'^2 \cdot Q'_{xx} + 2 \frac{\partial c}{\partial x_p'} \cdot \frac{\partial c}{\partial y_p'} \cdot m_o'^2 \cdot Q'_{xy} + \left(\frac{\partial c}{\partial y_p'} \right)^2 \cdot m_o'^2 \cdot Q'_{yy} \\ & + \left(\frac{\partial c}{\partial x_p''} \right)^2 \cdot m_o''^2 \cdot Q''_{xx} + 2 \frac{\partial c}{\partial x_p''} \cdot \frac{\partial c}{\partial y_p''} \cdot m_o''^2 \cdot Q''_{xy} + \left(\frac{\partial c}{\partial y_p''} \right)^2 \cdot m_o''^2 \cdot Q''_{yy} \end{aligned} \quad (44)$$

olur.

Burada parsiyel diferansiyel işlemlerinden sonra

$$\varphi = \arctan \frac{y_P'' - y_P'}{x_P'' - x_P'} \quad (45)$$

konarak,

$$m_c^2 = m_o'^2 (\cos^2 \varphi \cdot Q_{xx}' + 2\sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot Q_{xy}' + \sin^2 \varphi \cdot Q_{yy}') + m_o''^2 (\cos^2 \varphi \cdot Q_{xx}'' + 2\sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot Q_{xy}'' + \sin^2 \varphi \cdot Q_{yy}'') \quad (46)$$

yazılabilir. Yani kısa gösterilişi ile;

$$m_c^2 = m_c'^2 + m_c''^2 \quad (46)$$

olur.

Her iki dengeleme hesabına ait Normal Denklemlerin aynı katsayıları sahip olmaları halinde,

$$N^{-1} = Q \quad (47)$$

İnversiyonuna bağlı olarak Q' ve Q'' matrisleri de aynı katsayıları sahip olacaktır. Buna göre yukardaki eşdeğerli parantez içi terimlerin tümünü f(Q) ile gösterirsek;

$$m_c^2 = f(Q) \cdot (m_o'^2 + m_o''^2) \quad (48)$$

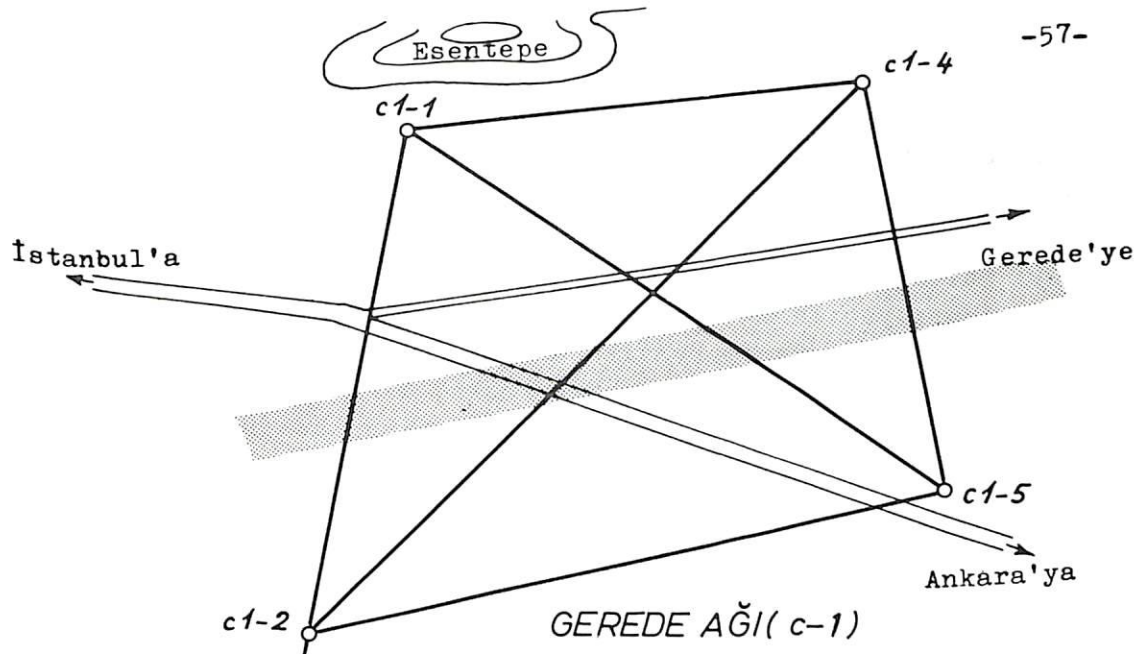
bulunur.

Burada Matematik İstatistiğin t-Student Testi uygulanırsa, bu bağıntılar yardımıyla bulunan c Kayma Miktarı ve onun Karesel Ortalama Hatası m_c arasında ,

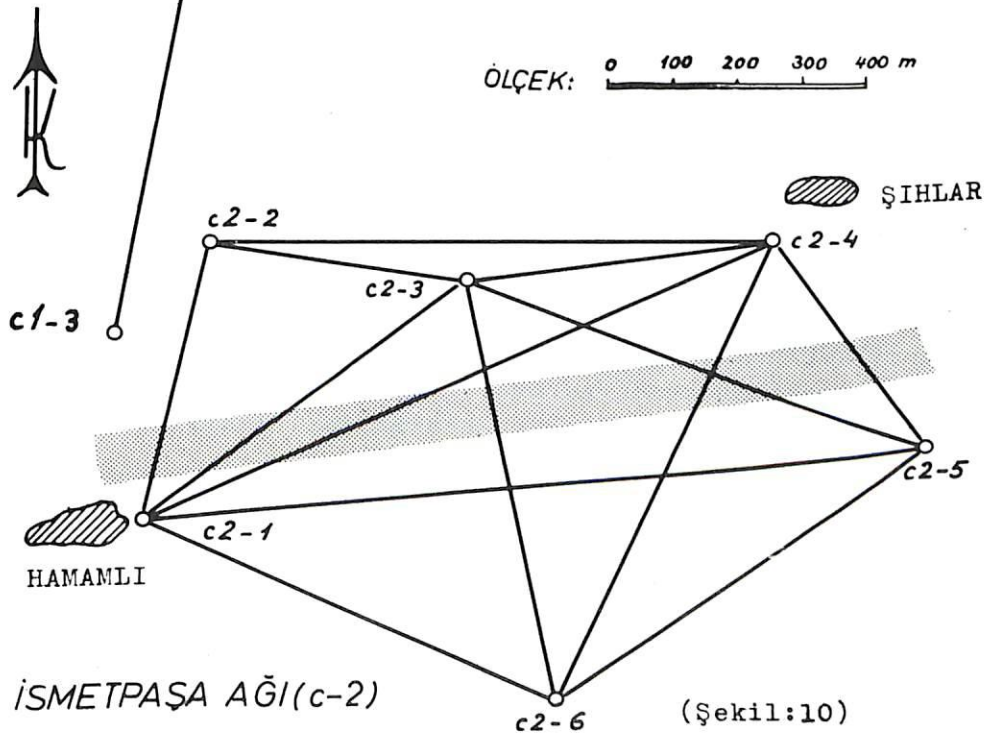
$$c > t \cdot m_c \geq 0 \quad (49)$$

koşulunun bulunması gerekecektir. Burada t Dağılım Katsayısı, (n-u) sayıdaki fazla ölçmenin "Bağımsızlık Katı"nda (Freiheitsgrade), Önceden öngörülmüş bir olasılık için (örneğin W=% 95) seçilmiş olmalıdır /13/.

Araştırma bölgesinde güncel hareketlerin sistematik etüdü amacıyla, Fay Kuşağı üzerinde ve Birinci Derece Ağın içinde, bir birinden 40 Km kadar uzaklıkta, iki ayrı "creep Araştırma Ağı" kurulmuştur. (Şekil:10)



creep ARAŞTIRMA AĞLARI



Bu ağılara ait bütün noktalarda, yerin 1 m derininde 0,50x0,50 m ölçülerindeki beton bloklarla sigortalanmış, 1,10 m yüksekli -
ğinde pilyeler inşa edilmiştir.

Batıdaki c1 Ağına ait c1-1 ,c1-2 ve c1-3 noktaları, Wild T-3 ile alinyimani yapılarak aynı doğrultu üzerinde inşa edilmişlerdir. Bu sayede elektromanyetik uzaklık ölçerlerin kalibrasyonu için bir baz elde edildikten başka, ilerki yıllarda ortaya çıkabilecek kabuk hareketleri için, alinyiman kontrolü ile kolayca saptama olanağı da sağlanmıştır.

Her iki "creep Araştırma Ağı"nda, şekilde gösterilen bütün boy-
lar, karşılıklı olarak üçer kez, Distomat DI-10 ile ölçülmüş-
tür.

a) c1-Ağında :

c1-1 ve c1-3 noktaları arasındaki c1-2 nin, bir yıl içinde, alinyimandan çıkmamış olduğu görülmüştür. Fakat boy ölçmelerinde, Kuzey-Güney doğrultusundaki bütün boylarda, 4 cm ye varan kısal-
malar saptanırken, Doğu-Batı doğrultusunda, Distomat için verilen
hata sınırını (± 1 cm) aşan bir değişme görülmemiştir.

Alinyimanda kalan c1-2 - c1-3 boyunda da bir kısalma saptandığı
için, Ağın ortasından geçen 1944 Aktif Fay Kırığı çizgisinin,
hareketli ve hareketsiz bölgeleri kesin olarak ayıran bir nitelik
taşımadığı kanısına varılmıştır.

Ağın genel görünümü böyle olunca, buradaki bir dörgen için bir
dengeleme hesabı programı gerekli bulunmamıştır. Gelecek yıllar-
daki ölçmeler, Fay Kuşağının bu kesimindeki aktiviteyi daha
belirgin olarak ortaya koyacaktır.

b) c2-Ağında :

Bu ağda 1973 ölçmeleri sonucunda gene aynı düzen ve büyüklükte
farklara raslanmıştır.

Başlangıçta burada c2-1 ile c2-6 arasındaki boy, jeolojik
etüdlere göre hareketsiz kitke üzerinde bulunması gerektiği
nedeniyle /36/, referans boyu olarak seçildiği halde, bu boyun
değerinde de hata sınırı üstünde farkların görülmesi ile,

bu referanstan vaz geçilmiştir.

Bunun üzerine yeniden programlanan 1972 ve 1973 ölçmelerine ait dengeleme hesaplarında, c2-1 ile c2-5 arasındaki, ölçme sonuçlarına göre bir değişim göstermiyen ağın en uzun boyu, referans olarak seçilmiştir.

Bu her iki peryottaki ölçme sonuçları ve Gauss-Krüger İzdüşüm Düzlemi üzerine indirgenmiş boy uzunlukları, (Tablo:21)'de gösterilmiştir. Aynı tabloya, geçici koordinatlardan hesaplanan boylarla, bunlarla ölçme sonuçları arasındaki farklar - Hata Denklemlerinin sabit sayıları- da alınmıştır.

Boy Nr.	Geç.Koord Boyları (s)	DÜZELTMELER			s ^I (1972)	s ^{II} (1973)	-1 ^I (1972)	-1 ^{II} (1973)
		Yatayl. ve Dz.	İzdüş. Dzl.	Topl.				
		(m)	(m)	(m)				
1-2	466,769	-0,116	+0,005	-0,111	466,763	466,719	-0,06	-0,50
1-3	635,695	-0,117	6	-0,111	635,687	635,677	-0,08	-0,18
1-4	1063,330	-0,465	11	-0,454	1063,317	1063,328	-0,13	-0,02
1-5	1204,735	-0,211	12	-0,199	1204,735	1204,735	---	---
1-6	697,084	-0,229	7	-0,222	697,077	697,028	-0,07	-0,56
2-3	394,461	-0,209	4	-0,205	394,455	394,442	-0,06	-0,19
2-4	848,834	-0,712	8	-0,704	848,824	848,825	-0,10	-0,09
2-6	914,103	-0,168	9	-0,159	914,093	914,088	-0,10	-0,15
3-4	463,898	-0,530	5	-0,525	463,897	463,903	-0,01	+0,05
3-5	758,977	-0,205	8	-0,197	758,965	758,951	-0,12	-0,26
3-6	703,137	-0,324	7	-0,317	703,128	703,106	-0,09	-0,31
4-5	432,320	-1,246	4	-1,242	432,297	432,271	-0,23	-0,49
4-6	825,996	-1,000	8	-0,992	825,983	825,944	-0,13	-0,52
5-6	696,225	-0,135	7	-0,128	696,225	696,195	+0,00	-0,35

GEÇİCİ BÖLGESEL KOORDİNATLAR:

İst.Nr.	x	y
1	1000,000 m	1000,000 m
2	1457,098	905,474
3	1568,840	1283,777
4	1825,558	1670,168
5	1604,841	2041,900
6	1000,000	1697,084

(Tablo:21)

Bu değerlerle ve Endirekt lmelerin Belirsiz Yoldan Denge-
lenmesi yöntemiyle yürütülen hesaplardan (Tablo:22) 'de gs-
terilen dx_i' ve dy_i' (1972) ile dx_i'' ve dy_i'' (1973) koordinat
düzeltmeleri elde edilmiştir.

Gene bu tabloda görüldüğü gibi, 1972 ölçmeleri, $m'_0 = \pm 0,15$ cm
lik bir Karesel Ortalama Hata ile, firmanın verdiği ± 1 cm
lik hata sınırının çok üstündeki presizyonda sonuçlar vermiştir.
Bu raslantı 1973 ölçmelerinde tekrar ortaya çıkmayınca,
 $m''_0 = \pm 2,19$ cm elde edilmiş ve bu nedenle c Hareket Miktarı
ile bunun m_c Karesel Ortalama Hatası, hemen her noktada ,
mutlak değerce aynı büyüklük düzeni içinde kalmışlardır.

İst. Nr.		1972	1973	$x''-x'$ $y''-y'$	arc tan φ	φ^g	f(Q)	c	m_c
		(cm)	(cm)	(cm)		(g)		(cm)	(cm)
2	dx_2	+0,067	+1,215	+1,148	+0,91986	47,34	0,79269	1,56	$\pm 1,95$
	dy_2	-0,915	+0,141	+1,056					
3	dx_3	+0,805	-0,412	-1,217	-0,76089	158,59	0,54808	1,53	$\pm 1,61$
	dy_3	-0,712	+0,214	+0,926					
4	dx_4	+1,498	+0,075	-1,423	+1,55095	263,54	0,67744	2,62	$\pm 1,80$
	dy_4	-1,321	-3,528	-2,207					
6	dx_6	+0,798	-0,548	-1,346	+0,50000	229,52	0,64468	1,50	$\pm 1,76$
	dy_6	-0,204	-0,877	-0,673					

$$m'_0 = \pm 0,153 \text{ cm}$$

$$m''_0 = \pm 2,188 \text{ cm}$$

(Tablo:22)

Bu sonuç, bir yıllık peryot içinde, c2 Ağındaki muhtemel bir
hareketi büyüklük ve yönüyle ortaya koyma olanağının elde bu-
lunmadığını göstermiştir.

Referansın yanlış seçildiği kanısı ile programlanan diğer kom-
binezonlardan daima daha uyumsuz sonuçlar alınmıştır.

V. ÖNERİLER

V.1. Bölgede Uygulanacak Ölçme Programları Konusunda Öneriler

Fay Kuşağı üzerinde, belli peryotlarda ve günün teknik olanakları ile erişilebilen en yüksek presizyonda jeodezik ölçmelerin tekrarı, ülke ölçmecisinin önünde vazgeçilmez bir görev olarak durmaktadır. Bu çalışmalar başlıca iki ayrı amaca yönelmelidir:

a) Ülke jeodezi ağlarının (Triyangülasyon + Trilaterasyon ve Presizyonlu Nivelman + Yerçekimi) "Birinci Derece" niteliğini koruyabilmesi veya kazanabilmesi ve bu nitelikte daha alt dereceden jeodezi hizmetlerine (Topografya ve Kadastro çalışmaları ile diğer mühendislik hizmetleri) sağlam bir altlık teşkil edebilmesi amacı (PRATİK AMAÇ),

b) Yer Bilimlerinin tümünde yürütülecek bilimsel araştırmalar için gerekli ölçme ve değerlendirmeleri yaparak elde edilen verileri bu bilimlerin yararına sunmak veya ortak bir çalışmanın gerekli bulunduğu araştırmalara Jeodezi Biliminin katkısını sağlamak amacı (BİLİMSEL AMAÇ).

Ayrıca bu çeşit çalışmalarda izlenen teknik ilke ve yöntemlerin, mühendislik tekniği ile ilgili birçok ölçmelerde (örneğin baraj veya benzeri alt yapı tesislerinin proje ve deformasyon ölçmelerinde) veya çeşitli yapılardaki stabilite araştırmalarında başvurulmuş yol ve yöntemlerle çok yakın benzerlik ve ilişkileri bulunmaktadır.

Bu araştırma çalışması, ülke ölçmelerinin, kitle hareketlerinin etüdüne yöneltilmesi amacıyla düzenlenmiştir.

Eldeki Birinci Derece Triyangülasyon Ağı, ölçmelerinin presizyonu ile, bu çeşit araştırmalarda ilk peryot olarak ele alınabilecek niteliktedir. Yeni dengeleme programları ile, bu eski gözlemlerin, amaca uygun şekilde yeniden değerlendiril-

rilmesi ve en az aynı presizyonla yürütülecek yeni gözlemlerle, bu ilk peryodun karşılaştırılması olanağı vardır.

Böyle bir karşılaştırma denemesi, araştırma bölgesinde ölçmeleri yenilenen bir Birinci Derece Poligon Zinciri ile yapılmıştır. (Şekil:11).

Şekilde görülen üç ayrı hesaplama yolundan, en uygunu olan a) KUZEY VE GÜNEYDE AYRI İKİ ZİNCİR alınarak yürütüleni ile, Birinci Derece hata sınırının altında değerler elde edilmiştir. Aralık açılarının da, ölçmesi tamamlanan diğer doğrultular gibi, 12 şer dizi ile programlandıkları göz önünde tutulursa, daha yüksek presizyonlu açı gözlemleri ile, daha uzun Birinci Derece Poligon zincirleri ele alınabilmektedir.

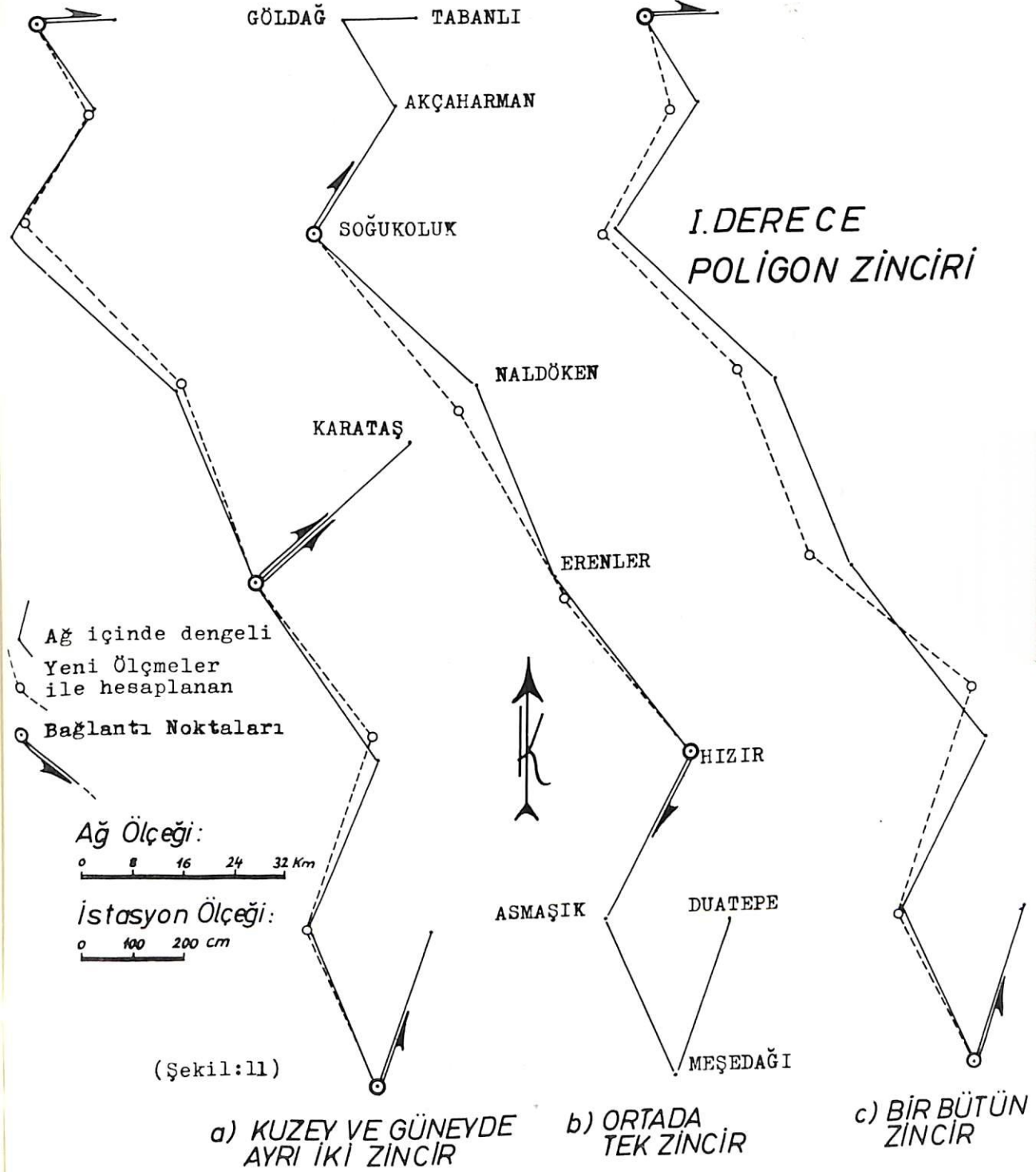
1000 Km uzunluğundaki Fay Kuşağı üzerinde bulunan Birinci Derece Ağa ait istasyonlardan geçmek ve jeolojik-sismik etüdlere dayalı olmak üzere, bu çeşit poligonlar seçilerek, bunlara ait yeni ölçmeler, eski ölçmelerle birlikte yeniden değerlendirilmelidir.

Ölçek ve konum kontrolü sonunda, hata sınırlarını aşan sapmalar gösteren bölgelerde, bu araştırmaya konu teşkil eden blok gibi bloklar veya üçgenleme zincirleri teşkili ile, buralarda yeni gözleme programları uygulanmalıdır.

Yerlerini değiştiren istasyonların yeni değerleri, masif niteliği kesin olarak saptanan bölgelere ait istasyonlara bağlı olarak yeniden hesaplanıp, Birinci Derece arşivlere alınmalıdır.

Sismik ve tektonik nitelikleri ile özellik gösteren bölgelerde, Gerede ve İsmetpaşa creep Araştırma Ağlarına benzer ağlar kurularak, bunlara ait boy, doğrultu ve nivelman gözlemleri, 3-5 yıllık peryotlarla tekrar edilmelidir. Boy, ölçmesinde LASER ışınli elektromanyetik uzaklık ölçerlerin kullanılması, hata olasılığını da en aza düşürecek ve çoğu halde dengeleme hesabını gereksiz kılacaktır.

Her ölçme peryodunda aynı ağın istasyonları arasında yerçekimi gözlemlerinin de programlanması, kabuk hareketlerine bağlı olarak, çekim alanındaki değişimin ortaya çıkarılmasına olanak hazırlayacak ; hareket bölgesinde izostazik araştırmalar için gerekli veriler önceden elde bulunacaktır.



Araştırma amacıyla kurulan bu bölgesel ağlarda, istasyon noktalarının yer seçimi önem taşımaktadır. Fay kırıkları boyunca kabuğu teşkil eden katmanlar çoğunlukla çürük yapılara sahip oldukları için, sadece 3-5 m kalınlığındaki üst kabukta oluşan toprak kaymaları, araştırmacıyı kabuk hareketleri konusunda yanılgılara sürükleyebilmektedir.

V.2. Ölçme Tekniği Konusunda Öneriler

Tellürometre MRA-3 ve Distomat DI-10 elektromanyetik uzaklık ölçme sistemleri, yalnız başlarına, kısa atımlı kabuk hareketlerini saptama konusunda yeterli olamamaktadırlar. İstasyonlarda iyi sigortalanmış pilyeler bulunduğu sürece, bu sistemlerle yürütülen trilaterasyon ölçmelerinin presizyonu, universal teodolitlerle programlanacak triyangülasyon ölçmeleri ile artırılmalıdır.

Bu çalışmaya konu olan creep Araştırma Ağı c2 'de programlanan Distomat ölçmelerinde, ancak 4 "fazla ölçü" bulunmaktadır. Bu yapı, dengeleme için oldukça zayıf bir yapı olmaktadır. Her ölçülen doğrultu için dengeleme hesabına bir yeni hata denklemi dahil edileceğinden, triyangülasyon yardımıyla, sonuçlarda erişilen presizyon önemli ölçüde artacaktır.

Birinci Derece ölçmelerde Tellürometre sistemlerinin kullanılması halinde, bir yarım ölçme dizisi içinde, 10 ayrı Taşıyıcı Dalga frekansında ince ölçme (CAVITY TUNE) yapmak yeterli olmaktadır.

Ancak, örneğin 4 tam dizi yürütülecek ölçme için, değişik meteoroloji koşullarını seçmek önemli olmakta; bu zorunluluk da ölçmelerin değişik günlere dağıtılmasını gerekli kılmaktadır.

Höpcke'nin önerisine göre seçilen ağırlıklar (III.1), diğer yollardan bulunan ağırlıklara göre daha uygun Karesel Ortalama Hataları sağlamaktadır. Bu da ölçmelerin günlere dağılımındaki korelasyonu göz önünde tutmanın gereğini kanıtlamaktadır. Tellürometre ölçmelerinde, Islak Isının (t') saptanması, ESSEN AND FROME Bağlantısındaki ilgili terimin türev değerine bağlı olarak (II.1.2), titizlikle yürütülmelidir. Bu amaçla, gözlemler sırasında ısı değerlerinin bir çift Psikrometreden okunarak karşılaştırılmasında yarar vardır.

S O N U Ç

Bu çalışmalarda , elde bulunan eski jeodezi değerleri ve ölçme araç ve gereçleri yardımıyla, Kuzey Anadolu Fay Kuşağının bir bölümünde, yerkabuğu kitle hareketlerinin saptanması olanakları araştırılmıştır.

Uygulanan teknikler içinde, elektromanyetik uzaklık ölçme sistemlerine özel bir yer ayrılmıştır. Bu sayede kitle hareketlerinin etüdü için gerekli bulunan, "Ölçek Kontrolu" sorununun çözümü kolaylaşmıştır.

Yatay ve düşey kitle hareketlerinin etüdü ayrı ayrı ele alınmış; ancak daha başlangıçta, arşivlerde bulunan eski nivelman değerlerinin bu çeşit çalışmalara taban olacak nicelik ve nitelikte bulunmadıkları görülmüştür.

Dar alanlarda güncel (resent) hareketlerin etüdü ayrıca ele alınmış; bunun için yeniden kurulan iki ağda ilk gözlemler tamamlanarak hesaplama ilkeleri saptanmıştır.

Çalışmalarda programa alınan yeni ölçmelerin hepsi, Harita Genel Müdürlüğü tarafından düzenlenen bir Araştırma Birliği tarafından altı aylık bir yaz ölçme sezonu içinde tamamlanmıştır.

Araştırma çalışması ile ilgili dengeleme programları, İTÜ Elektronik Hesap Merkezi ile Harita Genel Müdürlüğü Bilgi İşlem Merkezinde hesaplanmıştır.

Çalışmalar sonunda, araştırma bölgesinde yüksek presizyonlu bir Temel Triangülasyon Ağına sahip bulunulduğu; ancak ağda Yerkabuğunun kitle hareketleri sonucu, büyük deformasyonların ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu kitle yer değiştirmelerinin yön ve değerleri konusunda elde edilen kriter, daha önce sürdürülmüş jeolojik etüdlerle varılan sonuçlara uymaktadır. Ancak seçilen ağların kapsadığı istasyon sayısı, bu çok karışık jeolojik yapı için yeterli olamamaktadır.

Bunu göz önünde tutarak, geniş kapsamlı bir programlama ile Fay Kuşağı boyunca uygulanacak ölçmelerin peryot ve yöntemleri konusunda öneriler hazırlanmıştır. Peryotlar için daha dar zaman aralıklarının seçilmesi, herşeyden önce ölçme presizyonunun artmasına bağlı bulunmaktadır.

Önerilen veya benzeri yol ve yöntemlerle, bu çeşit ONARMA, DÜZELTME ve ARAŞTIRMA amaçlı çalışmaların kapsamlarını genişletmek ve sürekliliklerini sağlamak yararlı görülmüştür.

K A Y N A K L A R :

- /1/ ARNOLD K.
Zur Fehlertheorie der streckenmessenden Triangulation
(Verlag Technik Berlin- 1952)
- /2/ ARPAT E. , BİNGÖL E.
Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler
(MTA Dergisi 73, Ankara-1969)
- /3/ ASCHAUER H.
Einsatz der elektronischen Entfernungsmessung im Fort -
führungsvermessungsdienst (Mitteilungsblatt des Deutschen
Vereins für Vermessungswesen, München-1970)
- /4/ BARTSCH E.
Untersuchung der Lagegenauigkeit von Dreieckspunkten im
Südosten Hessens (DGK R:C/145, München-1970)
- /5/ BARTSCH E.
Einsatz von EDM-Geräten zur Anpassung des amtlichen
TP-Feldes an den allgemeinen technischen Fortschritt
(DVW-57, Deutscher Geodätentag Braunschweig, Referate
der DVW-Arbeitsgruppe B)
- /6/ BILLICH, DIRK, EHLERT
Die von 1958 bis 1968 im Westdeutschen Hauptdreiecksnetz
durchgeführten Tellurometermessungen des Instituts für
Angewandte Geodäsie (DGK R:B/175, München)
- /7/ BOMFORD
Precise Tellurometer Traversing (ESR Vol XV No.117 -1961)
- /8/ GERKE K.
Zur Berechnung und Ausgleichung von Streckennetzen IFAG
(DGFI, R: 5/65 -1960)
- /9/ GERKE K.
Die Tellurometermessungen des Instituts für Angewandte
Geodäsie im Jahre 1959 (DGFI, R:B/58)

- /10/ GERKE K.
Tellurometermessungen über dem Wattenmeer 1960
(DGK, R:B/75)

- /11/ GERKE K.
Über Masstabsbestimmungen im Westdeutschen Anteil des
Europäischen Hauptdreiecksnetzes (DGFI, R:B/67)

- /12/ GOTTHARDT E.
Mittlere Fehler und Vertrauensbereiche (ZfV -1962)

- /13/ GROSSMANN W.
Grundzüge der Ausgleichungsrechnung (Springer Verlag-1969)

- /14/ GRUBER C. , HAUMANN D., ZÜLSDORF G.
Erfahrungen mit dem Tellurometer MRA 101 (München-1966)

- /15/ HELLER E., WERNTHALER R.
Entwicklung und Genauigkeit des neuen deutschen Haupt-
höhennetzes (DGK, R:B/47)

- /16/ HÖPCKE W.
Eine Studie über die Korrelation elektromagnetisch
gemessener Entfernungen (AVN-1965)

- /17/ HUMPHRIES and BRAZIER
First-Order Traversing with the Tellurometer (ESR)

- /18/ JORDAN , ECKERT , KNEISSL
Handbuch der Vermessungskunde Band: I,II,III,IV/1;2 ,VI
(Metzlerische Verlagsbuchhandlung, Stuttgart)

- /19/ KETIN İ.
Kuzey Anadolu Fayı Hakkında (MTA Dergisi 72)

- /20/ KNEISSL M.
Die Bildung eines einheitlichen europäischen Nivellements-
netzes (Wittwer 1955, Sonderdr.aus ZfV)

- /21/ KNEISSL M.
Geodätische Streckenmessung (DGK,R:A/28,Teil I)

- /22/ LÖSCHER F.
Jeodezik Deformasyon Etüd ve Ölçüleri (EİE Yayınları 69-51)
- /23/ MAELZER H.
Untersuchungen von Präzisionsnivelements im Oberheingraben von Rastatt bis Basel im Hinblick auf relative Erdkrustenbewegungen (DGK,R:B/138)
- /24/ MESSERSCHMIDT , KEPPKE
Elektronische Entfernungsmessungen im Testnetz Oberbayern (DGFI,R:B/147)
- /25/ ÖZGEN M.G.
Elektrometri (DSİ Yayın No.510,Ankara-1964)
- /26/ REINHART E.
Zweites Symposium der Kommission für rezente Krustenbewegungen (CRCM) (AVN 3/1966)
- /27/ REISSMANN G.
Die Ausgleichungsrechnung (VEB Verlag für Bauwesen,Berlin)
- /28/ SCHMIDT R.
Masstabkontrolle des Hauptdreiecksnetzes im Raum Bonn durch elektronische Streckenmessung (DGK R:B/151)
- /29/ SCHMIDT R.,KRAUS G.,HOTZEL P.,EICHORN G.
Gemeinschaftsarbeit Masstabkontrolle des Deutschen Hauptdreiecksnetzes im rheinisch-hessischen Raum (DGK, R:B/186)
- /30/ SIGL R, ZÜLSDORF G.
Tellurometermessungen der I.Abteilung des Deutschen Geodatischen Forschungsinstituts in den Jahren 1960 und 1961 (DGK,R:B/94)
- /31/ SVOBODA K.
Geodatische Erforschung der Erdkrusten-und Bodenbewegungen (DGK, R:B/119)

- /32/ UGUR E.
Hassas Nivelman Konusunda Bir İnceleme (Harita Gn.Md.)
- /33/ ULISOY E.
Dengeleme Hesabı (Teknik Okul Yayınları 87)
- /34/ WADLEY
The Tellurometer System of distance measurement
(Empire Survey Review)
- /35/ Aus der geodätischen Lehre und Forschung- Festschrift
zum 70.Geburtstag von Prof.Grossmann (Wittwer Verlag-1967)
- /36/ Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simpozyumu
(MTA Özel Yayın -1973)
- /37/ Empfehlungen der Internationalen Association für Geodäsie
- /38/ Richtlinien für die elektronische Distanzmessung im
Hauptdreiecksnetz (Passau-1970)

BIYOĞRAFI:

17 Mayıs 1934 de Tire'de doğdum.

İlkokul öğretmenliğinden askerliğe geçmiş bir jandarma subayı olan Ömer Faik Beyin dört çocuğundan ikincisiyim.

1945 Yılında babamın ölümü üzerine Konya Askeri Orta Okuluna girdim. Buradan sırasıyla, 1948 de Çengelköy Kuleli Askeri Lisesine, 1953 de Ankara Kara Harp Okuluna, 1956 da Polatlı Topçu Okuluna, 1958 de Harita Okuluna geçerek buraları bitirdim.

Harita Genel Müdürlüğünün Geodezi, Topografya ve Kartografik Çizim şubelerinde çalıştıktan sonra, 1961 de açılan bir yarışma sınavını kazanarak Almanya'ya gittim.

1966 Yılında Münih Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Haritacılık Bölümünü bitirdim. Bundan sonra Münih'deki Alman Araştırma Enstitüsü Jeodezi Bölümünde, Yerçekimi, Yer Manyetiği ve Elektromanyetik Uzaklık Ölçerlerle ilgili olarak, bir yıl süre ile çalıştım.

1967 Yılından bu yana Harita Genel Müdürlüğünde , Bilimsel Araştırma Dairesi Geodezi Araştırma Uzmanı, Geodezi Dairesi Araştırma-Geliştirme Subayı, Öğretim ve Araştırma Sekreteri , TUGGB (Türkiye Ulusal Geodezi-Geofizik Birliği) Bürosu Sekreteri, TUGK (Türkiye Ulusal Geodezi Komisyonu) Genel Sekreteri görevleri ile çalıştım.

Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsünde Topografya , Harita Yüksek Teknik Okulunda Jeodezi, Elektrometri ve Dengeleme dersleri vermekteyim.

Evli ve bir çocuk babasıyım.