

İSTANBUL SAYISAL HARİTA YAPIMI PROJESİNDEKİ JEODEZİK ÇALIŞMALAR

Veysel ATASOY
Ragıp GÖKGÖZ
Ergün ÖZTÜRK

1. GİRİŞ:

Ülkemizin en kalabalık nüfusuna sahip olan ve hızla büyüyen şehri İstanbul'dur. Bu özelliğine karşılık İstanbul'un güncel bir halihazır haritası yok gibidir. Daha önceleri yapılan haritalar, yapıldıkları anda güncelliğini yitirmişlerdir. Bu büyük şehrimizin sorununa çözüm bulmak amacıyla önce, yakın bir geçmişte İstanbul Metropolitan Nirengi Ağı kurulmuş ve 1987 yılında yükleniciliğini MNG Bilgisayar A.Ş.'nin yaptığı İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesi başlatılmıştır. Söz konusu projenin amacı, İstanbul'un halihazır haritasının hızlı bir şekilde oluşturulması, oluşturulan bu haritanın güncelleştirilmesinin devamlılık göstermesi, planlama ve uygulamaya yönelik projeler için güvenilir bir altlık oluşturması vb. olarak sıralanabilir. Bu amaca yönelik olarak harita yapımında fotogrametrik yöntem ağırlık kazanmıştır. Fotoğrafların analitik aletlerle sayısallaştırılması sonucunda sayısal + çizgisel haritaların üretimine geçilmiştir.

Bu yazıda, bir çok evreleri bulunan İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesindeki diğer evrelere değinmeden, sadece jeodezik çalışma olarak görülen ilk evrenin kısaca tanıtılması amaçlanmıştır.

2. PLANLAMA:

İstanbul ve çevresi tamamen fotogrametrik blok uygulamasına yönelik olarak belirlenen 23 alt bölgeye ayrılmıştır. Bu alt bölgelerden, meskün alanlar için 1:1000 ölçekli harita yapımına uygun, yeterli duyarlılıkta bilgi edilmesine yönelik bir nirengi sıklaştırma ağı planlanmıştır. Söz konusu bu 21 bölgenin ilk 10 tanesi (1-10) İstanbul'un batı (Avrupa) yakasında, ikinci 10 tanesi (11-20) doğu (Asya) yakasındadır. 21. blokta adalar bulunmaktadır. Yapılaşma alanlarının dışında kalan bölgelerin haritalarının da 1:5000 ölçekli olacak şekilde orto-foto yöntemi ile yapılması planlanmıştır.

Fotogrametrik değerlendirme ilkeleri doğrultusunda, yukarıda kısaca açıklanan biçimde oluşturulan blokların sınırları boyunca yaklaşık 400 m. aralıklı nirengi noktaları ve tüm blok içini kapsayacak şekilde yaklaşık 600 m aralıkla nivelman noktaları planlanmıştır. Bu şekli ile her bir blok için ortalama 50 nirengi noktası ve 90 nivelman noktası olmak üzere 21 blok için yaklaşık 1100 nirengi noktası ile 1800 nivelman noktası tesis edilmiş, fotogrametrik kurallara göre gerekli uçuşlar yapılarak resim alımları tamamlanmıştır. Orto-foto bölgeleri için de yaklaşık 130 nirengi noktası tesis edilmiş ve gerekli resim alımları gerçekleştirilmiştir.

Orto-foto bölgesi dışında kalan alanlardaki bina üzerinde olmayan tüm nirengi noktalarına geometrik nivelman ölçüsü ile yükseklik taşınmıştır. Bina üzerinde kalan noktalar ile orto-foto alanındaki nirengi noktaları, yükseklikleri kontrollü olarak trigonometrik yükseklik taşıma yöntemine göre belirlenecek biçimde oluşturulmuştur.

Noktaların tesisi ile birlikte süratle arazi ölçü işlemine başlanmıştır. Nirengi ölçülerinde, dört adet ELTA3 ve iki adet WILD T2000 aleti kullanılmış, arazide ortalama dört ayrı ekip çalışmıştır. Nivelman ölçülerinde ise bilinen klasik yöntemle ve ortalama iki arazi ekibi görev yapmıştır. Ayrıca bir ekip de orto-foto bölgesindeki ölçüleri gerçekleştirmiştir. Bu arada beş bloka ilişkin ölçüler taşaronlara yaptırılmıştır.

Yaklaşık beş ay süreyle ve zorlu kış şartlarına rağmen ölçüler hızla tamamlanmıştır. Bu arada arazide planlanıp tesis ve boyaması yapılan, resimlerde görünen yaklaşık 100 civarında nokta kaybolmuş ya da çeşitli nedenlerle ölçü planından çıkarılmıştır. Bu noktaların yerine 200 civarında yeni nirengi noktası ağa eklenmiştir. Nivelman ağında bu sayı yaklaşık 50 civarındadır.

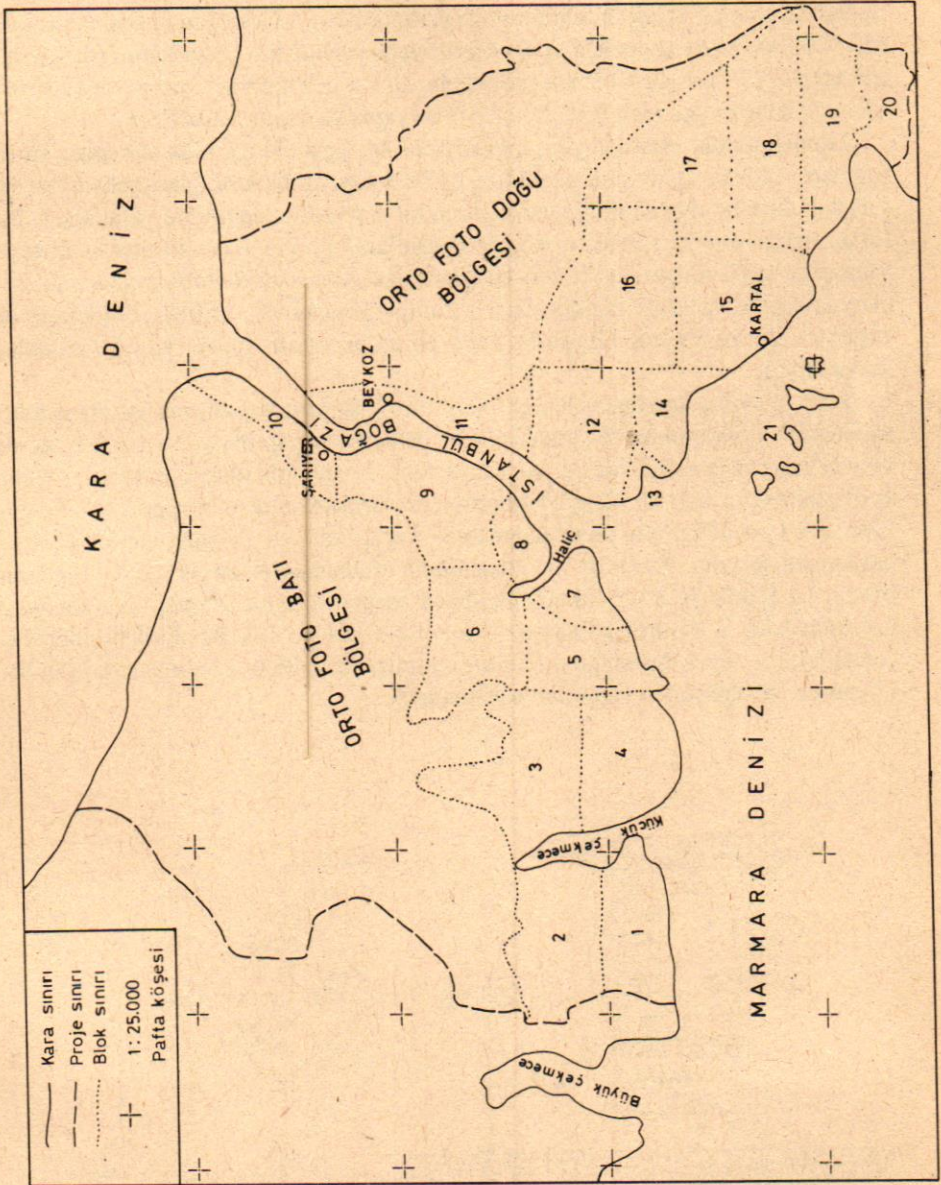
Planlamadaki nirengi noktalarının konum ve bağlantıları daha çok dizi nirengi özelliklerinde olmalarına karşın İstanbul metropoliten nirengi ağı noktalarıyla ve ağın kendi içindeki diğer noktalarla olan bağlantılarla birçok yerde bu olumsuzluklar giderilmiştir. Ancak ağın bazı bölgelerinde zorunlu olarak dizi nirengiler oluşturulmuştur. Hatta bazı noktalar için çeşitli nedenlerle ancak yeterince ölçü elde edilebilmiştir. Benzer durum nivelman ağı için de geçerlidir. Ancak söz konusu olan noktaların sayısı ağın tamamına oranla çok azdır.

Projenin süratle sonuçlandırılması için, arazi ölçülerinden noktaların dengeli koordinatlarına ulaşıncaya kadar geçen akıştaki tüm evrelerin bilgisayarla gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Bu nedenle veri taşıma, mevcut bilgilerin yeniden girişi vb. işlemleri ile bu işlemler sırasında oluşabilecek hatalar elimine edilmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda her evrenin bilgisayar programı hazırlanmıştır. Programlar, genel amaçlı, interaktif çalışmaya uygun, birbirleriyle bağlantılı ve birbirlerini tamamlayıcı özellikte düzenlenmiş ve çoğunluğu FORTRAN 77 dilinde yazılmıştır.

3. ARAZİ ÖLÇÜLERİNİN İŞLENMESİ:

Arazi ölçülerinin büyük bir bölümü doğrudan manyetik ortamlara kaydedilerek gerçekleştirilmiştir. Kullanılan aletler, dört adet ELTA3 ve REC 500 kayıt aleti ile iki adet WILD T2000+DI4S ve GRE3 otomatik kayıt aletidir. Burada adı geçen her alet için kalibrasyon ölçüleri yapılmış ve değerlendirmeleri sonucunda; a: alet + prizma (sıfır noktası) eki, b: ölçek katsayısı, m_{00} : sıfır hatası, m_k : ölçek hatası değerleri belirlenmiştir.

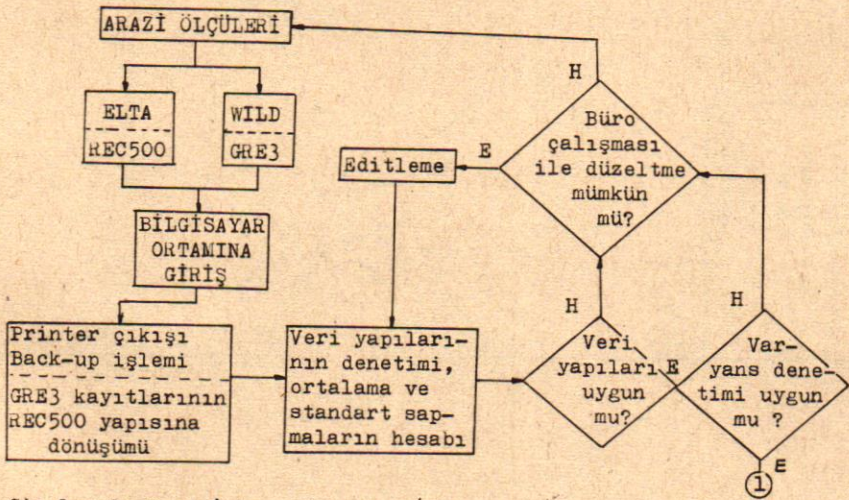
Kayıt aletleri yardımıyla arazide toplanan bilgiler genelde DN: durulan nokta numarası, AY: alet yüksekliği, RY: reflektör yüksekliği, ısı basınç, BN: bakılan nokta numarası, r_{ij} : yatay doğrultu, z_{ij} : düşey açı, d_{ij} : eğik uzunluk şeklindedir. Özel durumlarda Δ_{hij} yükseklik farkları da ölçülmüştür. Tüm bu bilgiler REC 500 ve



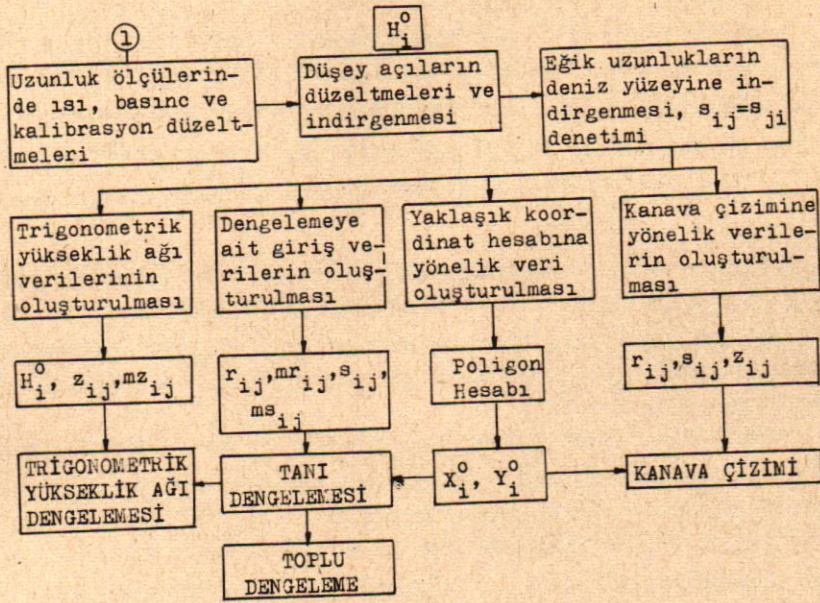
GRE3 otomatik kayıt aletlerinden PC özellikli IBM/AT ve BEST marka bilgisayarlara özel donanım ve programlarla aktarılmıştır. Çeşitli nedenlerle söz konusu kayıt aletleri ile elde edilemeyen bilgiler de değerlendirilmeye daha uygun olması nedeniyle REC 500 kayıtları yapısında el ile bilgisayara girilmiştir. Daha karmaşık özellik gösteren GRE3 kayıtları bir ara programla, alışla gelen görsel yapıya ve editleme işlemine daha uygun olan REC 500 kayıtları yapısına dönüştürülmüştür.

Günlük olarak aktarılan giriş veri kayıtlarına, ilgili olduğu blok numarası, varsa bağlantılı olduğu diğer blok numarası, gözlem yapılan bloktaki veri geliş sırası ve veri kayıtlarının elde edildiği aleti belirten bir sistemde adlandırma yapılmıştır. Bu adlandırma sayesinde, sonraki evrelerde kullanılacak programların rahatlıkla devreye sokulması sağlanmıştır. İlgili veri kayıtlarından günlük printer çıkışı alınarak alet okuyucularına ve arazi ekiplerinden sorumlu elemanlara verilmiş, böylelikle de kayıtlara geçmeyen ek bilgilerin veya zorunlu düzeltmelerin anında alınması sağlanmıştır.

Alet okuyucularından gelen ek bilgilerin ilgili veri kayıtlarına işlenmesinden sonra veri yapılarının ön değerlendirme ve denetimleri yapılmıştır. Bu denetimlerde veri yapılarına yönelik olarak bilgilerin tam ve anlamlı olup olmadığı, gözlem sayılarının yeterliliği vb. ile gözlemlerin iç duyarlıkları (standart sapmaları) hesaplanmıştır. İç denetimlerin tamamlanması ve varsa eksik ya da hatalı verilerin eliminasyonundan sonra DN ve BN ile gözlemlerin ortalamalarından oluşan ön bilgilerin listesi, bu bilgilerin doğrulukları planlama aşamasında hazırlanmış ölçü kanavası üzerinde kabaca kontrol edilmiştir. Genellikle DN ve BN ile ilgili bilgilerdeki yanlışlıkların büyük bir bölümü elimine edilmiş, eksik ölçüsü bulunan yerlerin belirlenmesi ve ölçüsünün yapılması sağlanmıştır.



Çizelge-1: Veri İşlemesinin Genel Akışı.



Çizelge-2:Gözlemlerin Değerlendirilme İşleminin Genel Akışı.

4. ARAZİ ÖLÇÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Noktalara ilişkin ölçülerin tamamlanması ve ön değerlendirme işlemlerinin sonuçlandırılmasından sonra ölçülerin kesin değerlendirilmesi evresine geçilmiştir. Bu evrede yapılan işlemler aşağıda kısaca özetlemiştir.

Eğik uzunluk gözlemlerinde, elde edildikleri aletlere bağlı olarak ısı ve basınç düzeltmeleri getirildikten sonra

$$\bar{d}_{ij} = a + b d_{ij} + d_{ij}$$

şeklinde kalibrasyon düzeltmesi getirilmiş ve

$$m_{s_{ij}} = \pm [m_{00} + m_k \cdot d_{ij}]$$

ile de ortalama hataları belirlenmiştir. Düşey açı gözlemleri AY, RY ve \bar{d}_{ij} verilerine göre düzeltilmiştir. Noktaların yaklaşık yüksekliklerinin belirlenmesinden sonra \bar{d}_{ij} eğik uzunlukları z_{ij} lerden yararlanarak s_{ij} deniz yüzeyindeki yatay uzaklıklara dönüştürülmüştür. Karşılıklı ölçüsü bulunan s_{ij} ve s_{ji} değerlerinin test ve denetimi

yapılarak, farklı olan gözlemlerin durumu araştırılmış, fark testine göre uyumlu olan gözlemlerin ortalaması alınmıştır.

Arazi ölçülerinin değerlendirilmesinden sonra, nirengi noktalarının yaklaşık koordinatlarının hesaplanabilmesi amacıyla poligon hesabında kullanılmak üzere r_{ij} ve s_{ij} gözlemlerinden oluşan özet çıktılar, kanava çizimine yönelik olarak r_{ij} , s_{ij} ve z_{ij} gözlemlerinden oluşan özet çıktılar ve tanı dengelemesine yönelik olarak da r_{ij} , mr_{ij} , s_{ij} , ms_{ij} ile trigonometrik yükseklik açısı dengelemesine yönelik olarak z_{ij} , mz_{ij} özet çıktıları alınmıştır.

Poligon hesapları ile noktalara ilişkin yaklaşık koordinatların bulunmasından sonra, r_{ij} ve s_{ij} gözlemleri farklı renklerde veya sembollerde olmak üzere AUTO-CAD paket programından yararlanarak nirengi kanavaları çizdirilmiş, böylelikle de noktaların konumu için yeterli ölçü koşulu araştırılmış ve blokların genel durumu görsel olarak da denetlenmiştir.

İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesindeki Δh_{ij} nivelman ölçüleri bilinen klasik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Blok bazında tamamlanan ölçüler kanava üzerine işlenmiş ve aynı zamanda bilgisayar ortamına girilmiştir. Bilgisayar yardımıyla ilk kontrolleri yapılmış ve sabit noktalardan yararlanarak nivelman noktalarının H_i^c yaklaşık yükseklikleri hesaplanmıştır. Daha sonra dengeleme işlemine yönelik olarak H_i^c , Δh_{ij} ve s_{ij} geçki uzunluklarından oluşan özet çıktılar hazırlanmış ve bu değerlerle tanı dengelemelerine girilmiştir.

5. NİRENGİ AĞLARINDA TANI DENGELMESİ:

Yukarıda kısaca açıklanan evrelerden geçen verilerle tanı dengelemesi işlemi aşamasına başlanmıştır. Tüm ara denetimlere rağmen koordinatlarla gözlemler arasındaki uyumsuzlukların ve olası veri giriş hatalarının belirlenebilmesi için giriş hesap abrisleri düzenlenmiştir. Bu şekilde kaba veri hatalarının eliminasyonundan sonra ölçülen doğrultular için $mr = \pm 10cc$ ve ölçülen uzunluklar için ms değerleri ile oluşturulan stokastik modelle sabit alınması düşünülen noktalara dayalı ağ dengelemesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece yaklaşık koordinatların seçimindeki hatalar elimine edilmiş, bir sonraki evre için gerekli olan güvenilir yaklaşık koordinatlar ve stokastik model bu dengelemeden sonra elde edilmiştir.

Daha sonra dengeleme modeli ve gözlemlerin kurulan modelle uyuşumu konusunda istatistiksel testlerin yapılabilmesi için serbest ağ dengelemesi işlemine geçilmiştir. Bilindiği gibi serbest ağ dengelemesi ağın konumlandırılması, ölçeklendirilmesi ve yöneltmesi yani ağın datumu üzerinde varsayımlara olanak vermeyen ve ağın iç duyarlılığını gerçekçi bir biçimde yansıtan bir yöntemdir. Serbest ağ dengelemesi sonucunda,

$$\left(\frac{2}{s_0} / m_0 \right) \leq F_{f1, f2, 1 - \alpha}$$

ile kurulan matematik modelin denetimi ve Baarda'ya göre

$$T = p_i v_i / \left(m_o \sqrt{PQ_{vv}P} \right)_{ii} \leq t_{f2, 1 - \alpha/2} ; \bar{\alpha}/2 = 1 - \sqrt{1 - \alpha/2}$$

şeklinde ele alınan gözlemlerin kurulan modelle uyumsuzluk testleri yapılmıştır. Çalışılan her bir blok içerisinde önce matematik modelin uyumluluğu sağlanmış, daha sonra da belirlenen uyumsuz ölçülerin ayıklanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Uyumsuz ölçülerin arazide yinelenmesi yukarıdaki testler sağlanıncaya kadar sürdürülmüştür.

Tanı dengelemesinin üçüncü evresinde, her bloktaki nokta sayılarına göre ikili ya da üçlü komşu bloklar birleştirilmiş ve serbest ağ dengelemesi yinelenmiştir. Bu evrede elde edilen koordinatlarla, ağda sabit alınması düşünülen İstanbul metropoliten nirengi ağı noktaları için bir benzerlik dönüşümü dengelemesi yapılmıştır. Söz konusu dönüşüm işlemi sonucunda bulunan değerlerle

$$k_i = \frac{\frac{2}{m_o} \frac{v_{x_i}^2 + v_{y_i}^2}{(q_{vv})_i}}{2} \leq q_{s, 1 - \alpha} ; q_{s, 1 - \alpha} = \sqrt{(p - 2) \left(1 - \frac{\alpha}{p} \right)^{1/(p - 3)}}$$

koşuluna göre sabit alınabilecek noktalar belirlenmiştir.

Nirengi ağlarına ilişkin tanı dengelemesinin sonuncu evresinde kesin sabit alınacak noktalara dayalı olarak dengeleme işlemi bir kez daha yinelenmiştir. Bu işlem sonucunda ağın duyarlık yönünden zayıf olan noktaları araştırılmış ve

$$m_x, m_y \leq 5 \text{ cm}$$

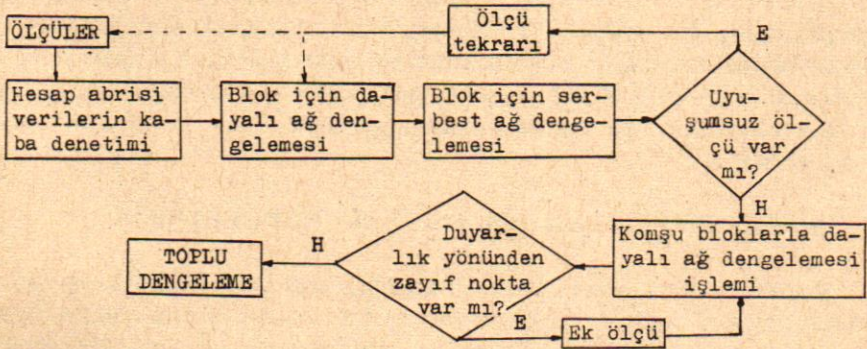
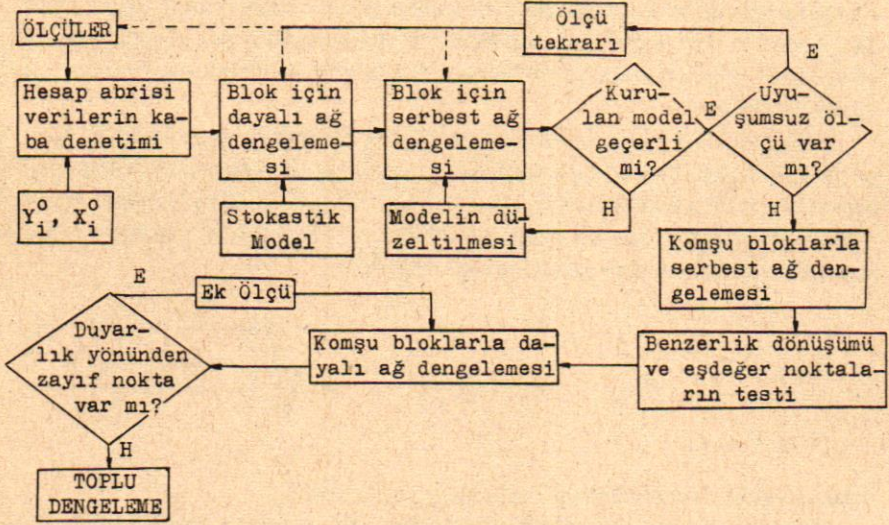
koşulunun denetimi yapılmıştır. Söz konusu zayıf olan noktalarda nokta güven elipslerinden yararlanarak yeni ek ölçü planlanmış ve ölçüler gerçekleştirilmiştir.

Dengeleme yüzeyi olarak Gauss-Kruger Projeksiyonu seçildiğinden söz konusu projeksiyona ilişkin indirgemeler dengeleme programları içinde düşünülmüştür. Tüm bu işlemlerde matematik modelin denetimi her aşamada gerçekleştirilmiş ve son evrede kullanılan veriler ile hesaplanan dengeli koordinatlardan oluşan özet bilgilerin çıktısı alınmıştır. Bu çıktılar toplu dengeleme işlemine girecek verileri oluşturmaktadır.

6. YÜKSEKLİK AĞLARINDA TANI DENGELMESİ:

Nivelman ağına ilişkin gözlemlerde, bloklar esas alınarak giriş hesap abrisleri düzenlenmiş ve verilerde oluşabilecek olası kaba hatalar elimine edilmiştir. Daha sonra yüksekliği sabit alınan noktalara dayalı dengeleme işlemi gerçekleştirilerek bir sonraki evrede uygulanacak dengeleme için güvenilir yaklaşık yükseklikler elde edilmiştir. Ağın iç duyarlılığını gerçekçi bir biçimde yansıtan serbest ağ dengelemesi sonucunda, nirengi ağlarının dengelemesinde olduğu gibi, kurulan modelle uyumsuz düşen gözlemler araştırılmış ve bunların yeniden ölçülmesi sağlanmıştır.

Orto-foto bölgesindeki kontrol noktalarının yüksekliklerinin belirlenmesi



işleminde trigonometrik yükseklik ağı dengelemesi kullanılmıştır. Nirengi ağlarının yatay dengelenmesinden sonra, yatay bileşenlerin sabit alındığı dengeleme işleminde z_{ij} düşey açılarından yararlanılmıştır. Tüm ağ için tek ve sabit bir refraksiyon katsayısının $k=0.13$ seçildiği bu işlemde, yükseklikleri bilinen İstanbul metropoliten nirengi noktalarına dayalı bir dengeleme işlemi uygulanmıştır.

7. DENGELEMEDE KULLANILAN PROGRAMLAR:

Nirengi, nivelman ve trigonometrik yükseklik ağlarının dengelenmesi işlemleri, dolaylı ölçüler yöntemine göre FORTRAN 77 dilinde yazılan programlarla gerçekleştirilmiştir. Tanı dengelemesi işlemlerinde IBM 2/60 ve IBM 2/80 bilgisayarları kullanılmıştır. PC özellikli bu bilgisayarların ana belleği 704 KB dır. Bu nedenle normal işlemleri ile tam bir dengeleme işlemi istendiğinde, yaklaşık 70 nirengi noktası yada 200 nivelman noktasından oluşan ağların çözümü yapılabilmektedir. Tanı dengelemesi olması nedeniyle sonuç denetimlerinin ve genel abris bölümlerinin çıkarılması ile nirengideki nokta sayısı yaklaşık 100 civarında olabilmektedir. Blokların birbiriyle olan uyuşumu görebilmek ve eşdeğer noktaların belirlenmesi amacıyla çok sayıda noktadan oluşan birleşik bloklar oluşturulmuş ve dengelenmiştir.

Dengeleme işleminin programında en fazla bellek kullanan A düzeltme denklemleri katsayılar matrisinin tümü yerine gruplu yapıda parça parça kurulmasıyla yaklaşık 200 nirengi noktası veya 450 nivelman noktası bulunan ağların dengelenmesi yapılabilmektedir. Bu nedenle doğrultu gözlemlerinde gözlem yapılan her bir durak noktasındaki ölçüler bir grup olarak düşünülmüştür. Bir durak noktasındaki bir dizide en fazla 20 gözlem olduğu varsayılırsa, benzer şekilde her 20 uzunluk ölçüsü de bir grup olarak alınır ve A katsayılar matrisi için satır sayısı 20 olan bir matris ayrılarak problem çözülebilmektedir.

k sayıda gruptan oluşan bir ağın dengelenmesinde

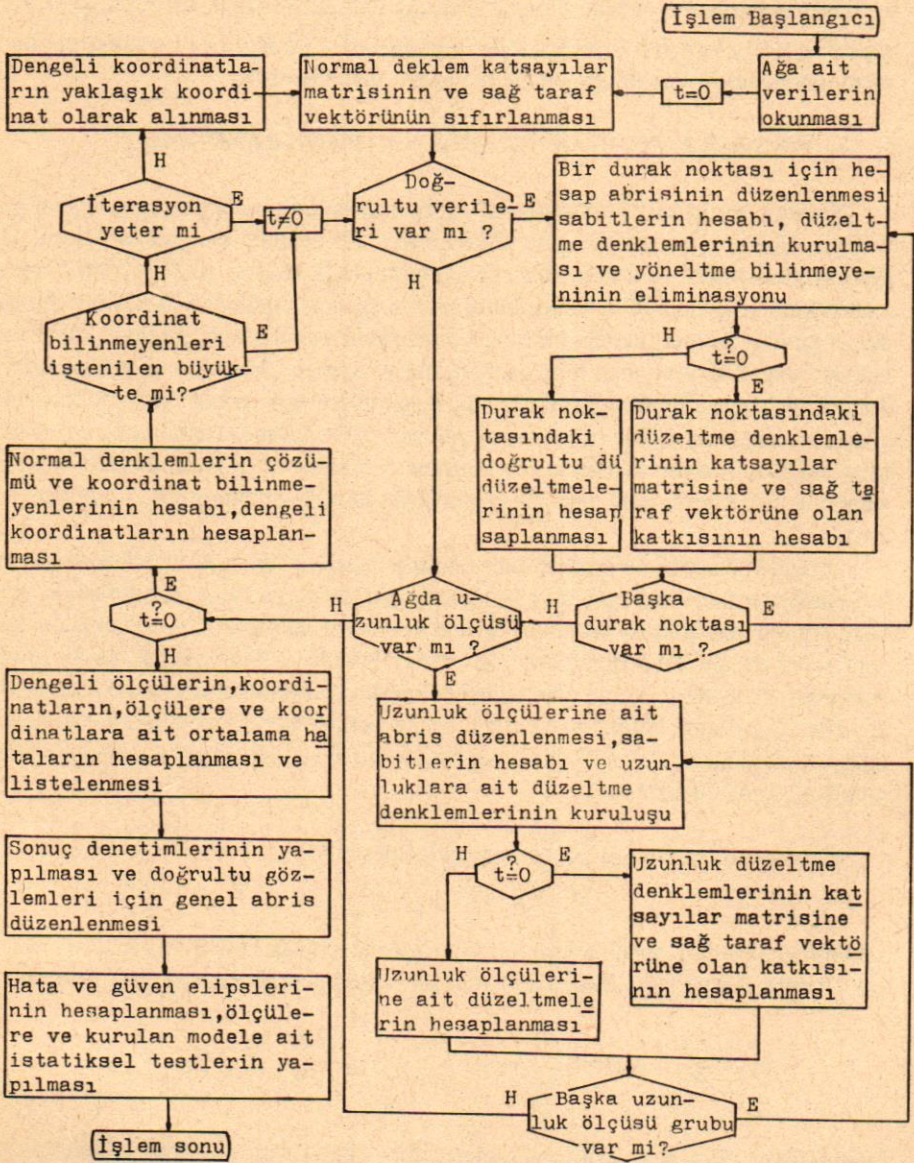
$$v_i = A_i x - l_i \quad P_i$$

şeklindeki düzeltme denklemlerinden Gauss En Küçük Kareler ilkesine göre kurulacak N: normal denklem katsayılar matrisi ve n: normal denklem sağ taraf vektörü,

$$N = \sum_{i=1}^k A_i T_{P_i} A_i \quad n = \sum_{i=1}^k A_i T_{P_i} l_i$$

biçimindedir. Simetrik özellikli N matrisinin yalnızca üst köşegen elemanlarının kullanılması ile dengelenen nokta sayısı % 20 oranında artmakta ve toplam 250 nirengi noktasına ulaşılabilir.

Nivelman ağlarının dengelenmesinde A düzeltme denklemleri katsayılar matrisi, nirengi ağlarının dengelemesinde olduğu gibi 20 adet Δh_{ij} gözlemi bir grup olarak düşünülmüş ve işlemler yukarıda açıklanan şekilde ve yöntemle gerçekleştirilmiştir.



Çizelge-5: Düzeltme Denklemlerini Gruplara Ayırarak Nirengi Ağlarının Dengelenmesi. Doğrultu verilerinde her bir durak noktasındaki köşçüler birer grup ve belli sayıdaki uzunluk ölçüsü birer grup düşünülmüştür.

8. TOPLU DENGEME:

Tüm bloklar için yapılan tanı dengelemelerinin tamamlanmasından sonra, veri kümeleri içindeki uyumsuz ölçüler ayıklanmış, sabit alınması düşünülen noktaların eşdeğerlik testleri yapılmış ve duyarlık yönünden zayıf noktalar için ek gözlemler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ağların dengelenmesinde kullanılan fonksiyonel ve stokastik modellerin testleri yapılarak toplu dengeleme için tam ve doğru modeller kurulmuştur. Yine tanı dengelemesinde elde edilen dengeli koordinatlar, toplu dengeleme işlemi için yaklaşıklık koordinatlar olarak alınmışlardır. Özetle, ağların dengelenmesindeki olası sorunların büyük bir bölümü tanı dengelemesi evrelerinde giderilmeye çalışılmıştır.

Ağın toplu dengelenmesi işlemi VAX bilgisayarında gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bilgisayarda önceleri herhangi bir derleyicinin bulunmaması nedeniyle tanı dengelemesinde kullanılan programlarla toplu dengeleme işlemi yapılamamıştır. Bu işlem INTERGRAPH firmasının geliştirdiği ve VAX bilgisayarıyla uyumlu EXE halindeki GNA (Geodetic Network Analysis) paket programıyla gerçekleştirilmiştir. Üç boyutlu yada üç boyutun değişik kombinasyonlarında dengeleme işlemlerine olanak veren bu paket program 99'u sabit olmak üzere toplam 999 nokta, 1500 yöneltme bilimeyeni ve 9000 gözlem ile sınırlıdır. Mevcut bu sınırlama ile İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesi için oluşturulan nirengi yada nivelman ağlarının bir bütün olarak dengelenmesi mümkün değildir. Bu nedenle parçalı bir yapı modeli uygulanarak toplu dengeleme işleminin ilk evresi tamamlanmıştır.

a) Nirengi Ağlarının Dengelenmesi:

GNA paket programında kaynaklanan ve yukarıda sayılan nedenlerle nirengi ağı ortak bindirmeli bloklardan oluşan üç ayrı parçaya bölünerek dengelenmiştir.

1. parçada İstanbul'un batı yakası (1-10. bloklar)
2. parçada İstanbul'un doğu yakası (11-20. bloklar)
3. parçada İstanbul'un boğaz bölgesi (7-14. bloklar)

Diğer bloklarla gözlem bağlantısı bulunmayan 21. blok (Adalar) ayrı bir parça olarak dengelenmiştir. Asıl dengeleme 1 ve 2. parçalarla gerçekleştirilmiş olup 3. parça kontrol niteliğinde oluşturulmuş ve bir deneme olarak gündeme gelmiştir.

Nirengi ağının toplu dengelemesinde yararlanılan giriş verileri ve dengeleme sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

	1. parça	2. parça	3. parça	Adalar
Dengelemedeki nokta sayısı	: 590	648	567	103
Koordinatları korunan nokta sayısı	: 74	74	55	21
Gözlem yapılan nokta sayısı	: 712	626	607	103
Gözlenen doğrultu sayısı	: 1986	1724	1681	256
Ölçülen uzunluk sayısı	: 981	889	828	107
Doğrultu düzeltmelerin birimi	: cc	cc	cc	cc

Uzunluk düzeltmelerinin birimi	:	cm	cm	cm	cm
Koordinat bilinmeyenlerinin sayısı	:	1032	1148	1024	148
Düzeltilme denklemlerinin sayısı	:	2967	2613	2509	363
Dengelemenin serbestlik derecesi	:	1423	839	878	112
Gözlenen doğrultuların ortalama hatasının					
Öncül değeri (cc)	:	12.00	12.00	12.00	12.00
Soncul değeri (cc)	:	13.87	11.99	11.98	11.78
Ölçülen uzunlukların ortalama hatasının (km'de)					
Öncül değeri (cm)	:	2.00	2.00	2.00	2.00
Soncul değeri (cm)	:	2.25	2.00	2.02	2.05
Birim ölçünün ortalama hatasının					
Öncül değeri s_0 (cc)	:	12.00	12.00	12.00	12.00
Soncul değeri m_0 (cc)	:	13.72	12.00	11.99	11.98
Koordinat duyarlılıkları					
En büyük m_y (cm)	:	5.28	5.14	5.09	5.61
En küçük m_y (cm)	:	0.28	0.25	0.25	0.37
En büyük m_x (cm)	:	5.06	5.28	4.98	5.48
En küçük m_x (cm)	:	0.55	0.48	0.52	0.12
Ortalama koordinat duyarlılığı (cm)	:	2.45	2.68	2.61	3.29

Daha sonra VAX sistemine FORTRAN derleyicinin yüklenmesi ile toplu dengeleme işleminin ikinci evresine geçilmiş ve bu evrede ikiye ayrılan nirengi ağının genel topludengelenmesi planlanmıştır. Burada ayrı ayrı dengelenen iki ağın Yenileme ve Sıklaştırma Ağlarının Dengelenmesi (Öztürk, 1986) yöntemi ile birleştirilmesi veya ağın bir defada toptan dengelenmesi şeklinde iki seçeneqli çözüm sözkonusudur. Bu çözümlerden ikincisi seçilmiştir. Ancak burada da oluşacak normal denklem katsayılar matrisinin tersini alma problemi gündeme gelmiş, bu işlem için bilgisayarın günlerce çalışması gerektiğinden söz edilince, ters alma yerine yalnızca bir indirgeme metodu ile koordinat bilinmeyenlerinin hesaplanması yoluna gidilmiştir. Böylece nirengi ağındaki noktalar için dengeli koordinatlar elde edilmiş, buna karşın dengeli gözlemler ve bunların ortalama hataları, dengeli koordinatlara ilişkin ortalama konum duyarlılıkları gibi stokastik bilgiler hesaplanmamıştır. Bu nedenle de, şu anda uygulamada kullanılan dengeli koordinatların ortalama hataları, parçalı dengeleme ile bulunan tanı dengelemesi sonuçlarıdır.

Bu bildiride anlatılan jeodezik çalışmalarda nirengi ağının toplu dengelemesi evresine kadar olan işlemler, bu bildiriye hazırlayanlarca gerçekleştirilmiştir. Toplu dengeleme evresinde ise bir başka ekip görev almış, bu nedenle söz konusu aşama ile ilgili fazla bilgi edinilememiştir.

b) Nivelman Ağlarının Dengelenmesi:

Nirengi ağı dengelemesinin ilk evresine benzer şekilde nivelman ağı da ortak bölümleri bulunan dört parçaya ayrılarak dengelenmiştir. Bunlar:

1. parçada 1-5. bloklar
2. parçada 4-10. bloklar
3. parçada 11-16. bloklar
4. parçada 15-20. bloklar

ve diğer bloklarla gözlem bağlantısı bulunmayan 21. bloktaki adalar ayrı bir parça olarak dengelenmiştir. Nivelman ağlarının toplu dengelemesinde yararlanılan giriş verileri ve dengeleme sonuçları aşağıdaki gibidir.

Parçalar	1.	2.	3.	4.	Adalar
Dengelemedeki nokta sayısı :	528	579	582	658	70
Yüksekliği korunan nokta sayısı :	13	14	11	7	16
Ölçülen yükseklik farkı sayısı :	778	813	11 96	1078	71
Düzeltilmelerin birimi :	cm	cm	cm	cm	cm
Yükseklik bilinmeyenlerinin sayısı:	515	565	571	561	54
Dengelemenin serbestlik derecesi :	263	248	625	427	17
Birim ölçünün ortalama hatasının					
Öncül değeri (mm/km) :	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Soncul değeri (mm/km) :	7.35	8.68	6.51	8.05	3.92
Yükseklik duyarlıkları					
En büyük mh (cm) :	1.69	1.38	1.72	1.64	0.47
En küçük mh (cm) :	0.26	0.30	0.16	0.30	0.16
Ortalama yükseklik duyarlılığı (cm) :	0.74	0.68	0.71	0.76	0.28

Nivelman ağlarının dengelenmesi işlemi, yukarıda verilen tanı dengelemesi biçimi ile yüklenici firma tarafından yeterli bulunmuş, genel dengeleme işlemi yapılmamıştır. Parçalardaki ortak noktaların kesin yüksekliklerini ortalama olarak hesaplamakla yetinilmiştir.

9. SONUÇ:

İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesi içerisinde kurulan jeodezik ağ tamamen fotogrametrik amaçlar doğrultusunda planlanıp kurulmasına karşın ölçülerin doğrultu+uzunluk şeklinde gerçekleştirilmesiyle konum duyarlılığı yönünden istenilen sonuçlara ulaşılmıştır. Bu özellik, değişik olumsuzluklar içeren ağlarda doğrultu+uzunluk ölçüsü kombinasyonunun üstünlüğünü deneysel olarak bir kez daha göstermiştir.

Bu projede olduğu gibi benzeri büyük projelerde bilinen klasik ölçme alet ve yöntemleri yerine modern alet ve yöntemlerin kullanılmasının, sonuçların duyarlılığı, güvenilirliği ve işin zamanında bitirilebilmesi açısından gerekli olduğu açıktır. Böyle projeler içerisinde binlerce veri ya da bilginin yönetimi ve organizasyonunun, sonuca ulaşmadaki hız ve verimlilik açısından önemliliği ortadadır. Proje amaçları doğrultusunda bilgilerin yönetimi için mutlaka bir planlama yapılmalıdır. Burada ele alınan projede, kullanılan ve yukarıda kısaca tanıtılan algoritma beklenenden daha iyi

sonuçlar vermiştir.

İstanbul Sayısal Harita Yapımı Projesindeki jeodezik aşamanın eleştirilecek yanı, nirengi ağlarının toplu dengeleme aşamasındaki parçalı yaklaşım ve buna bağlı olarak ikinci evrede gerçekleştirilmesi düşünülen toplu dengelemenin eksikliğidir. Günümüz olanaklarına göre yüklenici firma tarafından zorunlu olarak uygulanan bu işlemle bulunan sonuçlar, söz konusu proje için uygulamada yeterli görülmektedir.

Tüm bunlara karşın, jeodezik açıdan bakıldığında ele alınan ağıın büyüklüğü göz önüne alınırsa bu proje sonucunda iyi bir deneyim birikimi sağlandığı söylenebilir.

KAYNAKLAR:

ATASOY V. : "Trigonometrik Yükseklik Ağlarının Dengelenmesi", (1986) Harita Dergisi 97 (1986), 11-29, Ankara.

ÖZTÜRK, E. : "Yenileme ve Sıklaştırma Ağlarının Dengelenmesi", (1986) TUJJB Komisyon Toplantısı 5-6 Mayıs 1986, Ankara.

ŞERBETÇİ, M. : "Büyük Ağların Dengelenmesinde Helmert Yöntemi", (1975) Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi 35 (1975), 14-20, Ankara.

BAŞKAN- Teşekkür ederim Sayın Atasoy.

Konuyla ilgili soru sormak isteyen sayın delegelerin sırayla isimlerini alacağım. Efendim konunun yeterince açık olduğu kanısındayım; her hangi bir soru istemi gelmedi.

Var mı efendim?.. (var, sesleri)

Buyurun kürsüden efendim.

Prof. Dr. Hüseyin DEMİREL- Ortaya konan konu gerçekten hesap yönüyle gerçekleştirilmesi zor bir konu. İstanbul nirengi ağının sıklaştırılması ve tabi bunun yanında nivelman ağının da sıklaştırılması problemi çözümün bloklara ayırma şeklinde gerçekleştirildiği belirtildi. Tabi gönül isterdi ki, bu çözümün bir bütünlük içerisinde ortada, özellikle nirengi ağında ve nivelman ağının dengelenmesinde yine çok sayıda bloklara ayrılarak bindirmeli biçimde gerçekleştirmek yerine, belirttiğim gibi bir bütünlük içinde noktalar için tek anlamlı sonuçlarla bu projenin, çalışmanın gerçekleştirilmesiydi.

Sonuç olarak buradan şu yazılım sorunu tabi gündeme gelmektedir. Elimizde bilgisayarlar vardır, bellek sınırlıdır Ama çözüm algoritmaları da geliştirmek olanaklı; bunlar yapılabildi. Bu konuda biraz geri; yani geri derken tabi yazılım konusunda ülkemizde gelişmelerin biraz gerisinde kaldığımız gözleniyor. Ben bunu vurgulamak istedim. Algoritmalar çözüm için geliştirmeliyiz. Bloklara ayırma ve bu blokları işte birleştirme; eskiden özellikle hesapların elle yapıldığı dönemlerde bloklara ayrılarak çözüm işte sonradan birleştirmeye gitme; bilgisayarlar çıktıktan sonra

yaygın biçimde kullanılmaya başlandıktan sonra bir yana itilir gibi olmuştu ama, görülüyor ki tekrar o algoritmalar bilgisayarlarda da yapılsa hesaplar çözüm için sonuca götürücü olanaklar olarak gözükmektedir.

Peki benim sorum o zaman şöyle olabilir: Acaba bu problemin konunun İstanbul nirengi ağının, nirengi ve nivelman ağlarının bir bütünlük içinde çözümü yönünde ne düşünmüştür arkadaşımız yada ilgili arkadaşlar?

BAŞKAN- Teşekkür ederim Sayın Demirel.

Veysel ATASOY- Hocama teşekkür ederim.

Kendisi cuma günü beni sınava tabi tutmuştu, bugün kendisi burada bir soru daha sorarak tekrar bir sınava tabi tutuyor.

Önce şunu söylemek isterim: Hocamız çok haklı bir konuya değindi ve böyle bir parçalı yaklaşım ve birçok noktada kordinatların ortalama olarak hesaplanması teorik yönden eksik yada yanlış. Ancak zamanla da yarışılan bir proje; belli şeylerin belli sürede bitirilmesi gerekiyor. Ama hocamın söylemek istediği şeyi ben burada söyleyebilirim; parça parça da dengelenmiş olsa, toplu dengeleme yahut parça parça dengelenecek dengelenmiş nirengi ağlarının birleştirilmesiyle ilgili yazılımlar elimizde var. Bunu rahatlıkla söyleyebilirim ve her yerde de uygulayabilecek durumdayız.

Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Başka sorusu olan var mı efendim? Buyurun efendim

Bülent KOÇAK- Efendim ben İstanbul Belediyesinden Bülent Koçak.

Çok önemli bir konuya temas ediyorlar arkadaşlar ve sayın hocam; parça parça dengeleme yapılmıştır ama, daha sonradan toptan dengelemeye tabi tuttuk bu konuyu. Tam 6 gün sürekli olarak program çalıştı ve toptan dengelemeye tabi tutuldu ve tek duyarlıklıklı koordinatlar elde edildi. Bunu da vurgulamak isterim.

Konunun diğer bir bölümüydü. Arkadaşlar belli bir yere kadar getirdiler konuyu ve orada bıraktılar. Daha sonra toptan metropoliten nirengi ağına dayalı olarak tek duyarlı koordinat elde edildi; onu da söylemekte yarar görüyorum. Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Teşekkür ederim Sayın Koçak. Söz almak isteyen başka arkadaşımız?.. Yok.

Veysel ATASOY- Teşekkür ederim Sayın Başkan.

BAŞKAN- Teşekkürler. (Alkışlar) Başka sorusu olan?

Emirhan ALGÜL- Konuşmacıya açıklamaları için çok teşekkür ederim.

Benim çok kısa 2 ya da 3 sorum olacak: Burada özellikle İstanbul'un nirengisi konusunda İstanbul Teknik Üniversitesi olarak bir çekirdek çalışma yaptık; Sarıyer'den Adalara kadar uzanan. Dolayısıyla bir parça bizim de katkımız oldu. Bu katkı içerisinde değil de arkadaşlarımızın çalışmasıyla ilgili olarak şunları sormak is-

tiyorum:

Bir nivelman ağından söz edildi. Acaba bu nivelman ağını sıfır yüzeyi olarak nereye bağladılar; bir maregraf tesis ettiler mi? Yoksa eski nivelman noktalarına mı bağlantı yaptılar, onu öğrenmek istiyorum.

İkinci bir sorum da şu: Bildiğiniz gibi bugün elektronik uzaklık ölçerler sadece dijital olarak bir sonuç veriyor. Ama o sonuçları mutlak surette daha önce sıfır noktası, eksi hatası veya bir kalibrasyonu ile ilgili bir çalışma yaptılar mı? Yani kullandıkları elektronik uzaklık ölçerleri her hangi bir bazda kalibre ettiler mi?

Nitekim böyle bir şey yapılmadıysa sonuçlar tereddütle karşılanabilir.

Bir başka soru; biz de Adalarda çalıştık; 5 adada hatta Yassıda'ya kadar uzandık, Hayırsızada'ya kadar uzandık. Adalar bölgesinde tesis ettiğimiz nirengi sayısı tahmin ediyorum -yanlış hatırlamıyorsam- 100 civarında idi. Arkadaşlarımızın bu sayıyı çok daha artırdığını görüyoruz. Burada sormak istediğim şey şudur: Pas noktalarını nirengi noktası gibi mi mütalaa ediyorlar?

Bunları öğrenmek istedim, teşekkür ederim.

BAŞKAN- Buyurun Sayın Atasoy.

Veysel ATASOY- Nivelman ağlarının dengelenmesinde koordinat yükseklikleri sabit alınan noktalar Harita Genel Komutanlığının bölgede tesis ettiği noktaların yükseklikleri alınmıştır. Bu noktalar bloklar içinde bir tane yahut hiç bulunmamakta; yani tüm İstanbul için bu nokta sayısı çok az. Yani Harita Genel Komutanlığının bölgede tesis ettiği noktaların yükseklikleri baz alınmıştır.

İkinci Olay; kalibrasyon olayından bahsetti hocamız. Kullandığımız alto elektronik uzaklık ölçüsü İstanbul bazında ölçü yapıldı ve her bir alet kendi içinde sıfır 2 hatası ve ölçek katsayıları tek tek belirlendi ve bunları size de kısaca gösterdim; ama süre darlığı nedeniyle bunları veremedim. Bu hocamızın bahsettiği tüm işlemler ve düzeltmeler aletlerde yapıldı.

Diğer bir konu; hocamız hataları örnek gösterdi. Biz nirengi noktaları olarak pasnotları mı alacağız dedi. Projenin asıl amacı fotogrametrik çalışmaktı her bir modele de belli sayılı nokta düşmesi amaçlanıyordu. Bunlar yer kontrol noktası niteliğinde yaklaşık 400 ile 600 metre aralıklarla bloklar sınırlar boyunca oluşturuldu. Bir de Adalar her tarafı suyla çevrildiği için oradaki nokta sayıları oldukça daha sık; yani orda 200-300 metrede bir nokta atıldığı için nokta sayısı gerçekten yüksek görüldü.

Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Teşekkür ederiz Sayın Atasoy.

Başka soru yoksa ikinci bildiriye geçmek istiyoruz efendim?.. Peki teşekkür ederim.

Veysel ATASOY- Teşekkür ederim Sayın Başkan. (Alkışlar)

İkinci olarak Harita Genel Komutanlığınca hazırlanmış olan "Türkiye Temel Jeodezik Ağlarının Bugünü ve Geleceği" konulu bildiriye sunmak üzere Harita Genel Komutanlığının sözcüsünü kürsüye davet ediyorum. Buyurun efendim.