NİRENGİ AĞLARININ ELİPSOİD YÜZEYİNDE DENGELENMESİ

Aslan DİLAVER
Celalettin KARAALİ

ABSTRACT

Computation of triangular networks that exceed a certain limit is made on the ellipsoidal or projective surfaces. Beside the size and shape of a network, the computing tools used also have an effect in choosing either of these two surfaces. This paper discusses the adjustment of a triangular network by geographic coordinates on an ellipsoidal surface.

ÖZET

Yeryüzünde belirli bir büyüklüğü aşan nirengi ağlarının hesabı elipsoid veya projeksiyon yüzeylerinde yapılır. Bu iki yüzeyden birinin seçiminde ağın büyüklüğü ve şekli yanında kullanılan hesaplama araçları da etkili olmaktadır. Bu yazıda, bir nirengi ağının elipsoid yüzeyinde coğrafi koordinatlarla dengelenmesi açıklanmaktadır.

1. GİRİŞ

Nirengi ağları belirli büyüklükdeki yeryüzü parçalarını kapsayacak şekilde yeryüzüne uygun aralıklarla işaretlenmiş ve birbirlerine göre konumları belirlenmiş noktalardan oluşur. Klasik yolla kurulmuş ülke nirengi ağlarında konum belirleme, yatay ve düşey konum belirleme şeklinde birbirinden ayrı olarak ele alınmaktadır. Ağa ait noktaların hesap yüzeyi olarak seçilen bir referans yüzeyindeki koordinatlarının hesaplanması yatay konumun belirlenmesi olarak bilinir. Bu amaçla yapılması gereken işlemler dört ana başlık altında özetlenebilir (Gürkan, 1984) :

a) Gözlemler yapılır : Yeryüzündeki nirengi noktalarında gereğinden fazla doğrultu, uzunluk ölçüleri ve astronomik enlem, boylam ve azimut gözlemleri yapılır.

b) Elipsoid ve datum seçilir : Hesap yüzeyi olarak kullanılacak olan referans elipsoidinin biçimi, büyüklüğü ve uzaydaki konumu belirlenir.

c) Gözlemler indirgenir : Yeryüzünde gerçek çekül doğrultuları esas alınarak yapılan gözlemler, elipsoid yüzeyindeki hesaplamalarda esas alınan jeodezik eğriye (hesaplar projeksiyon yüzeyinde yapılacaksa projeksiyon doğrusuna) indirgenirler.

d) Koordinat hesapları yapılır : Hesap yüzeyine indirgenmiş tüm gözlemler kullanılarak, jeodezik koordinatlar gereğinden fazla gözlem olması nedeniyle " Enküçük kareler " prensibine göre dengeleme hesabı yapılarak bulunurlar.

Bu yazıda, gözlemleri yeryüzünde yapılıp referans elipsoidine indirgenmiş bir nirengi ağının elipsoid yüzeyinde coğrafi koordinatlarla dengelenmesi ele alınmaktadır.

2. ELİPSOİD YÜZEYİNDE COĞRAFİ KOORDİNATLARLA DENGELEME

2.1. Yaklaşık Koordinatların Bulunması

Nirengi ağlarının elipsoid yüzeyinde coğrafi koordinatlarla (ϕ,λ) dolaylı ölçüler yöntemine göre dengelenmesinde düzeltme denklemlerinin kurulabilmesi için öncelikle ağda değişken alınan noktaların yaklaşık koordinatlarının (ϕ^o,λ^o) bilinmesi gerekir.

Noktaların yaklaşık koordinatları, varsa büyük ölçekli bir haritadan alınabileceği gibi ağda yapılmış ölçüler yardımıyla elipsoidde önden kestirme veya uzun kenarlı poligon hesabı yapılark bulunabilirler. Yaklaşık değerlerin hesapla bulunması durumunda, önce ağdaki üçgenlerin ekses değerlerinin ve kenar uzunluklarının hesaplanması gerekir. Bu şekilde hesaplanan değerlerden ve seçilen datum noktasının koordinatlarından yararlanarak ağdaki noktaların yaklaşık koordinatları bulunabilirler.

2.2. Düzeltme Denklemlerinin Kurulması

Bir ağın dengelemesine ilişkin düzeltme denklemlerinin kurulmasında elipsoid yüzeyine indirgenmiş ölçülerle bunların kesin değerleri arasında ;

* Doğrultular için,

$$r_{ik} + v^r_{ik} + z_i = \bar{\alpha}_{ik}$$

* Uzunluklar için,

$$s_{ik} + v^s_{ik} = \bar{s}_{ik} \tag{1}$$

* Azimutlar için,

$$\alpha_{ik} + v^{\alpha}_{ik} = \bar{\alpha}_{ik}$$

* Enlem ve boylam için,

$$\Phi_i + v^{\Phi}_i = \bar{\phi}_i \ , \quad \Lambda_i + v^{\Lambda}_i = \bar{\lambda}_i$$

şeklinde kurulan bağlantılardan yararlanılır. Bağlantılarda yer alan r_{ik} , s_{ik} ve α_{ik} sembolleri P_i ve P_k nirengi noktaları arasındaki doğrultu, uzunluk ve azimut ölçülerini, bu ölçülere getirilecek düzeltmeleride v^r_{ik} , v^s_{ik} ve v^{α}_{ik} göstermektedir. Ayrıca, P_i nirengi noktalarındaki enlem ve boylam ölçüleri Φ_i ve Λ_i ile, bunlara getirilecek düzeltmeler de v^{Φ}_i ve v^{Λ}_i ile gösterilmiştir. Yine eşitliklerde yer alan $\bar{\alpha}_{ik}$, $\bar{s}_{ik}$ kesin değerleri noktaların $\bar{\phi}$, $\bar{\lambda}$ kesin jeodezik koordinatlarından elde edilebildiklerinden, düzeltme denklemlerinin kuruluş adımında bilinemezler. Ancak bunlardan $d\phi$, $d\lambda$ kadar farklı olan ϕ^o , λ^o yaklaşık değerleri bilinebilir. Bu yaklaşık değerlere göre (1) eşitliklerinin Taylor serisine açınımları yapılıp 2. ve daha yüksek dereceden terimlerin ihmal edilmesiyle

* Doğrultular için,

$$r_{ik} + v^r_{ik} + z_i = \alpha^o_{ik} + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\phi_i} d\phi_i + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\lambda_i} d\lambda_i + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\phi_k} d\phi_k + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\lambda_k} d\lambda_k$$

* Uzunluklar için,

$$s_{ik} + v^s_{ik} = s^o_{ik} + \frac{\partial\bar{s}_{ik}}{\partial\phi_i} d\phi_i + \frac{\partial\bar{s}_{ik}}{\partial\lambda_i} d\lambda_i + \frac{\partial\bar{s}_{ik}}{\partial\phi_k} d\phi_k + \frac{\partial\bar{s}_{ik}}{\partial\lambda_k} d\lambda_k$$

(2)

* Azimutlar için,

$$\alpha_{ik} + v^{\alpha}_{ik} = \alpha^o_{ik} + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\phi_i} d\phi_i + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\lambda_i} d\lambda_i + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\phi_k} d\phi_k + \frac{\partial\bar{\alpha}_{ik}}{\partial\lambda_k} d\lambda_k$$

* Enlem ve boylam için,

$$\Phi_i + v^{\Phi}_i = \phi^o_i + d\phi_i \ , \quad \Lambda_i + v^{\Lambda}_i = \lambda^o_i + d\lambda_i$$

birinci dereceden doğrusallaştırılmış eşitlikleri bulunur. Buradaki α^o_{ik} , s^o_{ik} yaklaşık değerleri P_i ve P_k noktalarının yaklaşık jeodezik koordinatlarından hesaplanır. Ayrıca, bu eşitliklerdeki $d\phi$ ve $d\lambda$ 'nın katsayıları, elipsoid yüzeyindeki P_i ve P_k noktalarının belirlediği jeodezik eğrinin jeodezik koordinatlara göre ifade edilen diferansiyel denklemlerinden türetilirler (Helmert,1880), (Jordan-Eggert, 1941), (Rapp, 1980) :

$$\frac{\partial \bar{\alpha}_{ik}}{\partial \phi_i} = \frac{M_k \operatorname{Sin} \alpha_{ik}}{m_{ik}} \left(\frac{dm}{ds}\right)_k ,$$

$$\frac{\partial \bar{\alpha}_{ik}}{\partial \lambda_i} = \frac{N_k \operatorname{Cos} \phi_k \operatorname{Cos} \alpha_{ki}}{m_{ik}} ,$$

$$\frac{\partial \bar{\alpha}_{ik}}{\partial \phi_k} = \frac{M_k \operatorname{Sin} \alpha_{ki}}{m_{ik}} ,$$

$$\frac{\partial \bar{\alpha}_{ik}}{\partial \lambda_k} = - \frac{N_k \operatorname{Cos} \phi_k \operatorname{Cos} \alpha_{ki}}{m_{ik}} ,$$

$$\frac{\partial \bar{s}_{ik}}{\partial \phi_i} = - M_i \operatorname{Cos} \alpha_{ik} , \qquad (3)$$

$$\frac{\partial \bar{s}_{ik}}{\partial \lambda_i} = - N_i \operatorname{Cos} \phi_i \operatorname{Sin} \alpha_{ik} ,$$

$$\frac{\partial \bar{s}_{ik}}{\partial \phi_k} = - M_k \operatorname{Cos} \alpha_{ki} ,$$

$$\frac{\partial \bar{s}_{ik}}{\partial \lambda_k} = - N_k \operatorname{Cos} \phi_k \operatorname{Sin} \alpha_{ki} ,$$

Formüllerdeki α_{ik} ve α_{ki} sembolleri jeodezik eğrinin P_i ve P_k noktalarındaki azimutlarıdır.

Yukarıdaki (3) eşitliklerinin (2) eşitliklerinde yerlerine konulması ve z_i yöneltme bilinmeyeni için

$$z_i = z_i^o + \operatorname{Sin} \phi_i \; d\lambda_i + dz_i$$

eşitliğinin dikkate alınmasıyla, düzeltme denklemi olarak

* Doğrultular için,

$$v^r_{ik} = - dz_i + \frac{M_i \text{ Sin } \alpha_{ik}}{m_{ik}} \left(\frac{dm}{ds}\right)_k d\phi_i + \left(\frac{N_k \text{ Cos } \phi_k \text{ Cos } \alpha_{ki}}{m_{ik}} - \text{Sin } \phi_i\right) d\lambda_i \cdot$$

$$+ \frac{M_k \text{ Sin } \alpha_{ki}}{m_{ik}} d\phi_k - \frac{N_k \text{ Cos } \phi_k \text{ Cos } \alpha_{ki}}{m_{ik}} d\lambda_k - l^r_{ik}$$

* Uzunluklar için,

$$v^s_{ik} = - \frac{M_i}{\rho} \text{ Cos } \alpha_{ik} \, d\phi_i - \frac{N_i}{\rho} \text{ Cos}\phi_i \text{ Sin } \alpha_{ik} \, d\lambda_i -$$

$$- \frac{M_k}{\rho} \text{ Cos } \alpha_{ki} \, d\phi_k - \frac{N_k}{\rho} \text{ Cos}\phi_k \text{ Sin } \alpha_{ki} \, d\lambda_k - l^s_{ik}$$

(4)

* Azimutlar için,

$$v^\alpha_{ik} = \frac{M_i \text{ Sin } \alpha_{ik}}{m_{ik}} \left(\frac{dm}{ds}\right)_k d\phi_i + \frac{N_k \text{ Cos}\phi_k \text{ Cos } \alpha_{ki}}{m_{ik}} d\lambda_i +$$

$$+ \frac{M_k \text{ Sin } \alpha_{ki}}{m_{ik}} d\phi_k - \frac{N_k \text{ Cos}\phi_k \text{ Cos } \alpha_{ki}}{m_{ik}} d\lambda_k - l^\alpha_{ik}$$

* Enlem ve boylam için,

$$v^\phi_i = d\phi_i - l^\phi_i \quad , \quad v^\Lambda_i = d\lambda_i - l^\lambda_i$$

elde edilir. Bu denklemlerdeki sabit terimler, z^o_i yöneltme bilinmeyeninin yaklaşık değeri olmak üzere

$$- l^r_{ik} = r_{ik} - (\alpha^o_{ik} - z^o_i) \quad , \quad - l^s_{ik} = s_{ik} - s^o_{ik}$$

$$- l^\alpha_{ik} = \alpha_{ik} - \alpha^o_{ik} \quad , \quad - l^\phi_i = \phi^o_i - \Phi_i \quad , \quad - l^\lambda_i = \lambda^o_i - \Lambda_i$$

şeklindedir. Formüllerdeki M_i , N_i , M_k , N_k sembolleri referans elipsoidinin P_i ve P_k noktalarındaki ana eğrilik yarıçaplarıdır. m_{ik} jeodezik eğrinin indirgenmiş uzunluğudur ve

$$m_{ik} = R_i \, \mathrm{Sin} \left(\frac{s_{ik}}{R_i}\right) + \frac{R_i \, e'^2 \, \mathrm{Sin}\, 2\phi_i \, \mathrm{Cos}\, \alpha_{ik}}{6} \left(\frac{s_{ik}}{R_i}\right)^4 + \ldots.$$

bağlantısıyla hesaplanabilir (Özbenli, 1972). $(dm/ds)_k$ diferansiyel oranı

$$\left(\frac{dm}{ds}\right)_k = - \frac{N_i \, \mathrm{Cos}\phi_i \, \mathrm{Cos}\alpha_{ik}}{N_k \, \mathrm{Cos}\phi_k \, \mathrm{Cos}\alpha_{ki}} + \frac{m_{ik} \, \tan\phi_k}{N_k \, \mathrm{Cos}\alpha_{ki}}$$

bağıntısından bulunur (Jordan - Eggert, 1941).

2.3. Koşul Denklemlerinin Kurulması

Nirengi ağlarının dengelenmesinde, ölçülerle bulunan azimut ve kenarlardan bazılarının ve belirli noktaların koordinatlarının değişmemesi, başka bir deyişle hatasız kabul edilerek sabit alınması gerekebilir. Bu durumda, bunlar dengeleme işleminde koşul olarak yer alır. Bunlardan azimut ve kenar koşulu (4) düzeltme denklemlerinde $v^s_{ik} = 0$ ve $v^\alpha_{ik} = 0$ alınarak elde edilen

$$- \frac{M_i}{\rho} \mathrm{Cos}\alpha_{ik} \, d\phi_i - \frac{N_i}{\rho} \mathrm{Cos}\phi_i \, \mathrm{Sin}\alpha_{ik} \, d\lambda_i -$$

$$- \frac{M_k}{\rho} \mathrm{Cos}\alpha_{ki} \, d\phi_k - \frac{N_k}{\rho} \mathrm{Cos}\phi_k \, \mathrm{Sin}\alpha_{ki} \, d\lambda_k + w^s_{ik} = 0$$

ve

$$\frac{M_i \, \mathrm{Sin}\alpha_{ik}}{m_{ik}} \left(\frac{dm}{ds}\right)_k d\phi_i + \frac{N_k \, \mathrm{Cos}\phi_k \, \mathrm{Cos}\alpha_{ki}}{m_{ik}} d\lambda_i +$$

$$+ \frac{M_k \, \mathrm{Sin}\alpha_{ki}}{m_{ik}} d\phi_k - \frac{N_k \, \mathrm{Cos}\phi_k \, \mathrm{Cos}\alpha_{ki}}{m_{ik}} d\lambda_k + w^\alpha_{ik} = 0 \qquad (5)$$

denklemleriyle sağlanır. Burada $w^s_{ik} = s^o_{ik} - s_{ik}$ ve $w^\alpha_{ik} = \alpha^o_{ik} - \alpha_{ik}$ dir. Sabit nokta koşulu ise koordinatları sabit alınması istenen P_i noktaları için

$$d\phi_i = 0 \quad , \quad d\lambda_i = 0 \qquad (6)$$

şeklinde yazılan denklemlerle yerine getirilir.

Yukarıda belirtilen koşullardan hiçbirinin yer almadığı ağ dengelemesinde kurulacak normal denklem katsayılar matrisi singüler olur ve bu gibi ağların dengelemesi "Serbest ağ dengelemesi" adıyla bilinen şekilde yapılır. Eğer dayalı ağ dengelemesi yapılacaksa, ağın dış parametrelerini (konumunu, ölçeğini ve yönünü) belirlemeye yetecek kadar koşul (sadece doğrultu ölçüsü yapılan ağlarda iki çift sabit nokta koşulu veya bir nokta için sabit nokta koşuluna ilave olarak bir azimut ve bir kenar koşulu, doğrultu ölçüsü yanında uzunluk ölçüsü de yapılan ağlarda bir çift sabit nokta ve bir azimut koşulu, azimut ölçüsü de yapılmış ise sadece bir çift sabit nokta koşulu) dengeleme işlemine dahil edilmelidir.

2.4. Ağırlıkların Belirlenmesi

Nirengi ağlarının dengelenmesinde bir başka sorun da ağdaki ölçülere ilişkin ağırlıkların belirlenmesidir. Ağırlığın genel tanımına göre; ortalama hatası m_i olan bir ölçünün ağırlığı p_i ve ortalama hatası m_j olan bir ölçünün ağırlığı p_j ise bunlar arasında

$$p_j = \frac{m_i^2}{m_j^2} p_i$$

ilişkisi vardır. Buna göre bir ağdaki ölçülerin ağırlıklarının belirlenmesinde $p_i = 1$ birim ve $m_i = c$ gibi bir sabit alınarak

* m_r duyarlığındaki bir doğrultu için $p_r = c/ m_r^2$

* m_s duyarlığındaki bir uzunluk için $p_s = c/ m_s^2$

* m_α duyarlığındaki bir azimut için $p_\alpha = c/ m_\alpha^2$

* m_ϕ , m_λ duyarlığındaki enlem, boylam için $p_\phi = c/ m_\phi^2$, $p_\lambda = c/ m_\lambda^2$

bağıntıları kullanılabilir. Ağırlık birimlerinin seçiminde ilgili düzeltme denklemlerinin katsayılarının biriminden yararlanılır.

2.5. Bilinmeyenlerin Hesabı

Nirengi ağlarında gereğinden fazla ve farklı ağırlıkta ölçüler yapıldığından bilinmeyenlerin ($d\phi$, $d\lambda$) tek anlamlı çözümü alışılagelen yol olan enküçük kareler ilkesine ($v^T Pv = min.$) yapılır.

Hiç bir koşulu içermeyen serbest ağların dengelemesinde öncelikle bütün ölçülere ilişkin olarak yazılan (4) düzeltme denklemleri için $v = Ax - l$ ve ölçülerin ağırlıkları için $P = Q_{ll}^{-1}$ matris gösterimi kullanılarak

$$A^TPAx - A^TPl = 0 \tag{7}$$

normal denklemleri kurulur. Bu normal denklemlerin çözümünden yaklaşık koordinatlara getirilmesi gereken düzeltmeleri ($d\phi$, $d\lambda$ içeren x bilinmeyenler vektörü,

$$x = (A^TPA)^+ A^TPl \tag{8}$$

şeklinde bulunur. Buradaki $(A^TPA)^+$ gösterimi singüler olan (A^TPA) matrisinin Pseudo invers yöntemiyle alınan inversini simgelemektedir.

Ağın dış parametrelerini belirlemeye yetecek kadar koşul'un yer aldığı dayalı ağ dengelemesinde, bilinmeyenlerin hesabı değişik yollarla yapılabilir.

Bu yollardan birisinde, öncelikle, yazılan (5) ve/veya (6) koşul denklemlerinden, koşul denklemleri kadar bilinmeyen çekilip düzeltme denklemlerinin ilgili terimlerinde yerine konarak koşul denklemi kadar bilinmeyen elimine edilir. Sonra da koşul denklemi kadar bilinmeyenin elimine edildiği (4) düzeltme denklemlerinden

$$A^TPAx - A^TPl = 0 \tag{9}$$

şeklinde kurulan normal denklemlerinin çözümünden, elimine edilen bilinmeyenler dışındaki x bilinmeyenler vektörü

$$x = (A^TPA)^{-1} \ A^TPl \tag{10}$$

olarak elde edilir. Elde edilen bilinmeyenler yardımıyla düzeltme denklemlerinde elimine edilen bilinmeyenler de (5) ve/veya (6) koşul denklemlerinden bulunur.

Çözüm yollarının diğerinde, (5) ve (6) koşul denklemleri için $Bx + w = 0$ matris gösterimi kullanılarak düzeltme denklemleri ile koşul denklemlerinden normal denklemler

$$\begin{aligned} A^TPAx + B^TK - A^TPl &= 0 \\ BX + \qquad\qquad w &= 0 \end{aligned} \tag{11}$$

şeklinde kurulur. Bu normal denklemler

$$C = \begin{bmatrix} A^TPA & B^T \\ \hdashline B & 0 \end{bmatrix} \quad , \quad y = \begin{bmatrix} x \\ \hdashline K \end{bmatrix} \quad , \quad -L = \begin{bmatrix} -A^TPl \\ \hdashline w \end{bmatrix}$$

gösterimi kullanılarak

$$C\,y - L = 0 \tag{12}$$

şekline dönüştürülürse, x koordinat bilinmeyenlerini ($d\phi$, $d\lambda$) ve K korelatlarını içeren y vektörü

$$y = C^{-1}\,L \tag{13}$$

olarak bulunur. (11) normal denklemlerinin başka bir çözümünden K vektörü

$$K = \{\, B(A^TPA)^{+}\, B^T \,\}^{-1} \; \{\, w + B(A^TPA)^{+}\, A^TPl \,\} \tag{14}$$

olmak üzere, koordinat bilinmeyenlerini ($d\phi$, $d\lambda$) içeren x vektörü

$$x = -\,(A^TPA)^{+}\; (\, B^TK - A^TPl \,) \tag{15}$$

şeklinde de elde edilebilir.

x vektöründe yer alan $d\phi$, $d\lambda$ değerleri ilgili noktaların yaklaşık jeodezik koordinatlarına

$$\begin{aligned} \phi &= \phi^{o} + d\phi \\ \lambda &= \lambda^{o} + d\lambda \end{aligned} \tag{16}$$

şeklinde eklenerek noktaların kesin jeodezik koordinatları (ϕ , λ) bulunur.

Ağdaki nokta sayısının fazla olması, başka bir ifade ile normal denklemin boyutunun büyük olması durumunda, çözüm için Helmert bloklara ayırma yönteminden yararlanılabilir (Vanıcek - Krakıwsky, 1982), (Şerbetçi, 1972).

Ağın duyarlık yönünden incelenmesinde, ilgili eşitliklerde genel hata yayılma kuralına göre türetilen bilinmeyenlere ilişkin ağırlık katsayıları ters matrisi (Q_{xx}) ile ağa ilişkin öncül ve soncul karesel ortalama hatalardan yararlanılarak yerel ağlarda izlenen yollar izlenir (Öztürk, 1986). Ancak bilinmeyenlerin ($d\phi$, $d\lambda$) birimine uygun olarak hesaplanan Q_{xx} matrisinin elemanları açı biriminde olduğundan bunların uzunluk birimine dönüştürülmeleri, geometrik anlam bakımından gereklidir (Dilaver, 1985).

3. SONUÇ

Birkaç meridyen ve paralel dairesini örtecek büyüklükte kurulan nirengi ağlarının dengelenmesi yerel ağların dengelenmesinde hesap yüzeyi olarak kabul edilen düzlem yüzeylerde yapılamaz. Bu ağların dengelenmesi kuruldukları alanın geniş olması nedeniyle ancak bir projeksiyon yüzeyinde ya da elipsoid yüzeyinde yapılabilir. Hesaplama araçlarının gelişmediği yıllarda bu ağların dengelenmesinde elipsoid yerine projeksiyon yüzeyleri tercih edilirdi. Ancak hesaplama aracı olarak bilgisayarların kullanılmaya başlanmasıyla elipsoid yüzeyinde hesap yapmak sorun olmaktan çıkmıştır.

Hesap yüzeyi olarak elipsoidin seçilmesi, ağın büyüklüğü ve şeklinden ötürü projeksiyon yüzeylerinin seçiminde karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, böyle ağların elipsoid yüzeyinde dengelenmesi tercih edilmeli, projeksiyon koordinatlarına ihtiyaç duyulması durumunda elipsoid yüzeyinde hesaplanan koordinatların projeksiyon yüzeyine indirgenmesi yoluna gidilmelidir.

K A Y N A K L A R

/1/ Dilaver, A. : Büyük Nirengi Ağlarında Katsayılar Matrisinin Nokta Hassasiyetine Etkisinin Araştırılması, Trabzon. 1985

/2/ Gürkan, O. : Ülke Temel Nirengi Ağları Kurma Yaşatma ve Kullanma Üzerine, D.S.İ. Harita Mühendisleri Semineri Tebliğleri, Trabzon. 1984

/3/ Helmert, F.R. : Die Mathematischen und Physıkalischen Theorien der Höheren Geodasie, Leipzig. 1880

/4/ Hradilek, L. : Three-Dimensional Terrestrial Triangulation Application in Surveying Engineering, Stuttgart. 1984

/5/ Jordan - Eggert : Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart. 1941

/6/ Özbenli, E. : Jeodeziye Giriş, Elipsoid Geometrisi, İstanbul. 1972

/7/ Öztürk, E. : Doğrultu - Kenar Ağlarının Dengelenmesi, Harita Kadastro Mühendisliği Dergisi, Sayı 54 - 55. 1986

/8/ Rapp, R.H. : Geometric Geodesy, Vol. 1, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus. 1980

/9/ Şerbetçi, M. : Enküçük Kareler Yöntemine Göre Dengelemede Gruplara Ayırma, Trabzon 1972

/10/ Vanicek, P. Krakiwsky, E.J. : Geodesy : The Concept, Nort-Holland Publ. Comp. 1982

YAZAR ADRESLERİ

Doç.Dr.Abdullah PEKTEKİN
Yıldız Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

Yıldız/İSTANBUL

Yük.Müh.Öyzb.Halil ÖZER
Harita Genel Komutanlığı

Cebeci/ANKARA

Yrdc.Doç.Dr.Müh.Talat ARIK
Akdeniz Üniversitesi
Antalya Meslek Yüksek Okulu

ANTALYA

Yrdc.Doç.Dr.Celalettin KARAALİ
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

TRABZON

Yrdc.Doç.Dr.Aslan DİLAVER
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

TRABZON