

AKSOY, Ahmet ve KÖKTÜRK, Erol, v.d., “Alım İçin Sıklaştırma Ağlarının Oluşturulmasına Bir Örnek: Kartal Nirengi Ağı”, *Harita ve Kadastro Mühendisliği*, Yıl:1991, Sayı: 69, s: 16-30.

## ALIM İÇİN SIKLAŞTIRMA AĞLARININ OLUŞTURULMASINA BİR ÖRNEK KARTAL NİRENGİ AĞI

Ahmet AKSOY<sup>1</sup>  
Ersoy ARSLAN  
İ. Önder ÇELİK  
Feyyaz KAYNAK  
Erol KÖKTÜRK  
A.Nuri PEKÖZ  
Hasan OĞUZ  
Denizhan YALIN

### ÖZET

Toprakla ilişkili her türlü tasarım planlama ve hizmet toprağa ilişkin sağlıklı bilgileri gerekmektedir. Bu bilgilerin oluşmasında temel dayanak, güvenilir ve ülke bütününde tanımlı koordinattan ile kontrol noktalandır.

Kartal Belediyesi bu görüşü benimsemiş ve belediye sınırları içinde, kalıcı olması için her çabanın sarf edilmesini ön görerek, ülke sisteminde her türlü hizmet için yeterli sıklıkta kontrol noktalarının oluşturulmasına karar vermiş ve işleme koymuştur.

Bu çalışmanın amacı, gelişme hızı çok yüksek Kartal Bölgesi’nde değişik zamanlarda ve sistemlerde oluşturulan kontrol noktalarına dayalı olarak sürdürülmeye çalışılan haritacılık hizmetlerini tek sistemde birleştirmek, bu konudaki noksanlıkları, yetersizlikleri ve tutarsızlıkları gidererek imar ve belediye teknik hizmetlerinin çağdaş gereksinimleri karşılayabilecek şekilde yürütülebilmesi için gerekliliği gün geçtikçe daha çok görülen “Çok Amaçlı Toprak Bilgi Sistemi”nin oluşturulabilmesine altlık hazırlamaktır.

Anılan kontrol noktaları, yine isabetli bir kararlarla yakın tarihte Ülke Sisteminde oluşturulmuş İstanbul Metropolitan Nirengi Ağı’na bağlanmıştır ve Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğine göre “Alım İçin Sıklaştırma Ağı” kapsamındadır.

198 noktadan oluşan ağda 1068 doğrultu açısı ve uygun dağılmış 250 kenar ölçülmüştür.

Minarelerin ağ içine alınmasına özen gösterilmiş ve alemlerde alet kurulan noktalarla, şerefeler tümünden dengeleme ile koordinatlandırılmıştır. Dengelememe sonucu en büyük konum hatası  $\pm 2.60$  cm, dengeli kenarlar için en büyük karesel ortalama hata  $\pm 1.25$  cm olarak bulunmuştur.

Eski mevcut sistemlerin yeni sisteme dönüştürülmesi için kısmen her iki sistemde koordinatları belirlenebilen noktalar, kısmen de sayısallaştırıcılarda koordinatları okunan noktalar kullanılmıştır. Bu yöntemle alınan sonuçlar çok doğruluklu değildir.

---

<sup>1</sup> Soyadı Alfabetik sırasında

## 1. Giriş

Kartal Belediyesi sınırları içinde 90 km<sup>2</sup> alanda “Alım İçin Sıklaştırma Noktalarının Oluşturulması” işi, anılan belediyece ihale sonucu, yüklenici firma” Ekin Mühendislik Ltd. Şti.”nce sonuçlandırılmış, Belediye adına kontrollük ve danışmanlık hizmetlerini ise İstanbul Teknik Üniversitesi üstlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, gelişme hızı çok yüksek Kartal Bölgesi’nde değişik zamanlarda ve sistemlerde oluşturulan kontrol noktalarına dayalı olarak sürdürülmeye çalışılan haritacılık hizmetlerini tek sistemde birleştirmek, bu konudaki noksanlıkları, yetersizlikleri ve tutarsızlıkları gidererek imar ve belediye teknik hizmetlerinin çağdaş gereksinimleri karşılayabilecek şekilde yürütülebilmesi için gerekliliği gün geçtikçe daha çok görülen “Çok Amaçlı Toprak Bilgi Sistemi”nin oluşturulabilmesine altlık hazırlamaktır.

Oluşturulacak sıklaştırma noktaları, daha önce ülke koordinat sisteminde 3. derece sıklaştırma noktaları olarak belirlenen “İstanbul Metropolitan Ağı”na dayalı olacaktır [1].

Çalışmanın kapsamında,

- a) Anılan bölgede ortalama 1 km. aralıklarla yüzey ağı biçiminde “Alım İçin Sıklaştırma Ağı” kurulması, ağ noktalarından komşu noktalara doğru açılarının ve yeterince kenar uzunluklarının ölçülmesi ve tümünden dengeleme.
- b) Nirengi zemin işaretlerinin yerde pilye, bina üstünde ve minare şerefelerinde bronz çivi, zemine indirme noktalarında demir kapaklı beton çivi olarak inşa edilmesi,
- c) 3. derece sıklaştırma noktaları dışında, bölgede bulunan eski ve değişik kurumlarca tesis edilmiş tüm nirengi noktalarının ağ içine alınmaları,
- d) Bölgede mevcut değişik koordinat sistemlerinin ülke sistemine dönüştürülmesini sağlayacak dönüşüm parametrelerinin hesaplanması,

öngörülmüştür.

Görüldüğü gibi, bu çalışmada iki önemli hedef gözetilmiştir.

Bunlar:

- 1) Çok Amaçlı Toprak Bilgi Sistemini oluşturabilmek için gerekli nicel ve nitel özellikleri taşıyan kontrol noktalarını belirlemek,
- 2) Değişik sistemlerde var olan harita bilgilerini, düşünülen bilgi sisteminde kullanabilmek için mevcut sistemleri yeni oluşturulacak sisteme dönüştürmek

olarak özetlenebilir.

Bu nedenle “Yüzey Ağı” olarak kurulacak sıklaştırma noktalarına ek olarak, dönüşüm amaçlı noktalar tesis edilmiş ve ağ noktalarına dayandırılmıştır.

Çalışmanın kapsam, içerik ve uygulanan yöntemler açısından alışılmışın dışında özellik göstermesi ve Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğinin ödünsüz bir uygulaması olması ve gelecekteki benzeri çalışmalara örnek olabileceği düşüncesi ile, tanıtılmasının faydalı olacağı umulmaktadır.

## 2. Kartal Nirengi Ağına İlişkin İstatistik Bilgiler

Alım için sıklaştırma ağı olarak kurulan ve kısaca “Kartal Nirengi Ağı” olarak isimlendirilen ağ, İstanbul Metropolitan Nirengi Ağı’na dayalıdır. Dolayısıyla, Ülke Temel Nirengi Koordinat Sistemindedir. Tümünden dengelemeye esas olan ağda, 12 adedi İstanbul Metropolitan Nirengi noktası, 186 adedi yeni nokta olmak üzere toplam 198 nokta vardır. Yeni noktalardan 22 adedi bölgede

bulunan minarelerin alemleridir. Ayrıca bu minarelerden 4 tanesinin şerefelerinde birer, kalan 18 tanesinin şerefelerinde de ikişer nokta tesis edilmiştir. Şerefelerde tesis edilen toplam 40 noktada nirengi ağının noktaları olarak alınmıştır.

Nirengi ağında doğrultu açılan Wild T.2 saniye teodoliti ile 6'şar seri, kenarlar ise İTÜ Ayar Bazında [2] kalibre edilmiş olan Sokkisha Set. 2 elektronik aleti ile karşılıklı olarak ölçülmüştür.

Nirengi ağında ölçülen toplam doğrultu açısı 1063 dır. Ayrıca 250 adet uygun dağılmış kenar ölçülmüştür.

Minare alemleri ile şerefelerde tesis edilen noktalar arasında toplam 39 adet kenar, zeminde oluşturulan yardımcı üçgenlerle, açı ve kenar ölçülerine dayalı olarak dolaylı yoldan yüksek doğrulukta hesaplanmış, şerefelerdeki iki nokta arasındaki toplam 18 adet kenar da ölçülmüştür.

Alışılmışın dışında bir uygulama olarak, minare alemleri ile şerefelerdeki noktalar, yüzey ağının birer noktası olarak, tüm dengeleme içinde belirlenmiştir. Bunun için bu noktalardan diğer noktalar ve diğerlerinden bu noktalara yapılan açı ve kenar ölçüleri ağ dengelemesine alınmış, ayrıca bu dengelemede şerefe noktaları arasında ölçülen ve bu noktalarla minare alemleri arasında dolaylı yoldan belirlenen uzunluklar, komşuluk prensibinin korunması için, değişmez büyüklükler olarak dengelemeye sokulmuştur.

### 3. Hesap İşlemleri

Ölçmelerin değerlendirilmeleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunların önce "Kesin dengeleme" için değerlendirilebilecek duruma getirilmesi ilk aşamayı oluşturur. Bu aşamada, gerekli olarak aşağıdaki işlemler söz konusu olmaktadır.

- Elektronik uzaklık ölçerlerin,

- \* alet hatalarından arındırılması [2] (kalibrasyonu),
- \* meteorolojik etkilerden arındırılması
- \* geometrik redüksiyonu (ölçmelerin hesap yüzeyine indirilmesi),

- Her peryotta ölçmelerin ağırlıklarını belirlemek için açı ve kenar ölçmelerinin dengeleme öncesi karesel ortalama hatalarının tutarlı bir şekilde tahmin edilmesi ve bunun için,

- \* ağın açı ve kenarlarla ayrı ayrı dengelenmesi,
- \* uyumsuz ölçü testi,
- \* açı ve kenar ölçmelerinin birlikte dengelenmesine esas olacak stokastik modelde ölçmelerin ağırlıklarının belirlenmesi,
- \* Açı ve kenarlarla serbest dengeleme,
- \* Serbest dengeleme ile bulunan koordinatlar ile verilen koordinatları sabit alınarak kesin dengelemenin yapılması.

#### 3.1- Elektro-Optik Ölçülen Uzunlukların Meteorolojik Düzeltmeleri ve Geometrik İndirgeme:

Elektro - Optik ölçerlerle ölçülen uzunluklara, normal atmosfere (ısı,  $T = 273 \text{ K}$ ; basınç,  $p = 760 \text{ mmHg}$ ;  $\text{CO}_2$  miktarı: % 3) göre değişiklik gösteren meteorolojik koşullar nedeniyle ölçü değerlerine 1. ve 2. hız düzeltmesi ile ışın yolu eğriliği düzeltmesi getirilir [3]. Ölçülen uzunluklar 2 km'yi geçmediği için, 2. hız düzeltmesi ve ışın yolu eğriliği düzeltmesi, ihmal edilebilecek küçükliklerde olduğundan, dikkate alınmamıştır.

1. Hız düzeltmesini ise, meteorolojik değerlerin kullanılan alete kaydedilerek otomatik dikkate alınması yeterli bulunmuştur. Meteorolojik etkilerden arındırılmış ve kalibrasyon düzeltmeleri getirilmiş eğik uzunluklar, deniz seviyesine indirgenmiş, projeksiyon düzlemine indirgeme ise dengeleme programı içinde ele alınmıştır.

### 3.2- Ağ Dengelemesinin ve Uyuşumsuz Ölçü Testinde Uygulanan Teorik Esaslar

Ağ dengelemesi, Gauss - Krüger projeksiyon düzleminde En Küçük Kareler Yönteminde Dolaylı Ölçüler Dengelemesi, diğer adı ile Gauss – Markoff Modelinde dengeleme ile yapılmış ve ön dengelemede, açı ve kenar ölçüleri kendi aralarında ayrı ayrı serbest dengelenerek,

- \* doğrultu açılan ve kenar ölçülerinin dengeleme öncesi karesel ortalama hataları tahmin edilmiş,
- \* ölçüler içinde varsa uyuşumsuz olanları POPPE'ye göre belirlenip ölçü kümesinden ayıklanmıştır [4].

Serbest dengelemede, bilindiği gibi, ağın konum, yön ve ölçeğini belirleyecek bir dış parametre (Datum parametresi) verilmemektedir. Yani tüm nokta koordinatları bilinmeyen parametre olarak seçilmektedir [5], [6]. Bu durumda, uygulanan "Gauss-Markoff Modelinde En Küçük Kareler Yöntemi İle Dengeleme" de, doğrultu açılan için yöneltme bilinmeyenleri ortalama düzeltme denklemleri yolu ile elimine edilmiş olarak, matematik model;

$$E(l) = Ax \quad ; \quad D(l) = \sigma_0^2 P^{-1} \quad (1)$$

olmaktadır.

Burada,

$E(l)$  = Ölçülerin  $nx1$  boyutlu ümit değerleri vektörü

$x$  =  $ux1$  boyutlu bilinmeyen parametreler vektörü

$A$  =  $nxu$  boyutlu verilen katsayılar Matrisi

$D(l)$  = ölçülerin  $nxn$  boyutlu disperziyon matrisi

$\sigma_0^2$  = Birim ölçünün aranan varyansı

$P$  = Ölçülerin  $nxn$  boyutlu verilen ağırlık matrisidir.

Aranan parametreler vektörü, yukarda da işaret edildiği gibi, yalnız ağ noktalarının koordinatlarını içermekte ve noktalar için bulunacak yaklaşık koordinatlar vektörü  $X_0$  olmak üzere, nokta koordinatları

$$X = X_0 + x \quad 2$$

ile verilmektedir.

$l$ ,  $nx1$  boyutlu ölçüler vektörü olmak üzere, (2) eşitliği ile verilen modelde, bilinmeyen  $x$  parametrelerinin en küçük kareler yöntemine göre tahmin değerleri,

$$v = Ax - l \quad 3$$

eşitliği ile tanımlanan  $v$  düzeltmeleri vektörü ile hesaplanacak

$$\Omega = v^T P v \quad 4$$

karesel formunu minimum yapan

$$(\Delta P \Delta) x = \Delta P l \quad 5$$

eşitliği ile belirlidir.

$$(\Delta^T P \Delta) = N \quad 6$$

denirse, serbest dengelemede  $N$  matrisi regüler değildir ve bu nedenle  $I$  birim matris olmak üzere,  $N$  matrisinin,

$$N^{-1}N = NN^{-1} = I$$

eşitliğini sağlayacak CAYLEY İnverzi yoktur.

(6) denklemler sistemi için bir çözüm  $N^-$  genel inverzi ile,

$$x = N^- \Delta^T P l$$

olarak bilinmektedir. Ancak sonsuz sayıda genel inverz bulunabileceğinden çözüm tek anlamlı değildir. Tek anlamlı Çözüm, genel inverzin özel durumları olan "Pseudo İnverz" ya da "Refleksif Genel İnverz" ile mümkün olmaktadır. Birincisi,

$N^+$  ve ikincisi  $N^-_{ref}$  şeklinde gösterilmek üzere,

$$x = N^+ \Delta^T P l \quad 7$$

çözümünde, bilinmeyenlerin (4) karesel formunu minimum yapması yanında, tüm ağı noktalarında ayrıca,

$$x^T x = \min \quad 8$$

koşulu da sağlanır,

$$x = N^-_{ref} \Delta^T P l \quad 9$$

çözümünde ise (8) koşulu ağıın 2 den az olmamak üzere, bazı noktalarında sağlanır. İlk çözüme "Tüm noktalarda yerleştirme", ikincisine ise "kısmi yerleştirme" denilecektir.

Tüm noktalarda yerleştirme çözümünde,  $x$  parametrelerinin (5) denklemleri yanında

$$E x = Q \quad 10$$

denklemlerini de sağlayacak şekilde bulunmaları ile ulaşılr. burada  $X_{0i}$  ve  $Y_{0i}$  noktalarının yaklaşık koordinatlarını göstermek üzere,  $E$  matrisi, açığı ağılarında :

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots\dots\dots \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \dots\dots\dots \\ -Y_{01} & X_{01} & -Y_{02} & X_{02} & -Y_{03} & X_{03} & -Y_{04} & X_{04} & \dots\dots\dots \\ X_{01} & Y_{01} & X_{01} & Y_{01} & X_{01} & Y_{01} & X_{01} & Y_{01} & \dots\dots\dots \end{pmatrix} \quad (11)$$

eşitliği ile verilmektedir. Kenar ya da açığı - kenar ağılarında matrisin son satırı ortadan kalkar.

Kısmi yerleştirmede (11) matrisinin yalnız yerleştirme yapılan noktalara ilişkin sütunları dolu, diğer sütunlar 0 dır.

$n =$  ölçü sayısı,  $u =$  (yöneltilme bilinmeyenleri ve koordinat bilinmeyenlerinin toplamı olarak) bilinmeyen sayısı,  $d, (11)$  matrisinin satır sayısı" =  $N$  matrisinin rang defekt'i" olmak üzere  $q = n - d$  denirse, (7) ya da (9) eşitliği ile hesaplanacak  $x$  değerleri yanında, Birim ölünün varyansı için tahmin değeri,

$$m_0^2 = \Omega / (n - q) \quad (12)$$

eşitliği ile verilmektedir.  $m_o$ , bilindiği gibi, "Birim ölçünün karesel ortalama hatası" olarak isimlendirilmekte ve

$$n - q = f \quad (13)$$

serbestlik derecesi adı ile anılmaktadır.

Ayrıca;

$\bar{x}$  bilinmeyenlerinin ağırlık katsayılar matrisi

$$Q_{xx} = N^+ \quad (14)$$

ve düzeltmelerin ağırlık katsayılar matrisi

$$Q_{vv} = P^{-1} - \Delta Q_{xx} \Delta^T \quad (15)$$

dir.

Diğer taraftan  $v_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) düzeltmesinin ağırlık tersi (15) matrisinin  $i$ . köşegen terimi)  $q_{v_i}, v_i$  ile gösterilmek üzere,

$$\bar{v}_i = \frac{v_i}{m_o (q_{v_i} \cdot v_i)^{1/2}} \quad (16)$$

eşitliği ile tanımlanan  $v_i$  Studentleştirilmiş düzeltme, fraktıl değeri

$$c = \left( \frac{(n-q)F}{n-q-1+F} \right)^{1/2} \quad (17)$$

eşitliği ile verilen "TAU" dağılımındadır [4].

Burada F, FISHER - Dağılımı fraktıl değeri.

POPPE'ye göre,  $(1 - \alpha)^{1/n}$  test nivusunda (16) ve (17) eşitliklerinden hesaplanacak değerlerle

$$\bar{v}_i \geq c \quad (18)$$

oluyorsa, ilişkin ölçü "uyuşumsuz" sayılacak ve ölçü kümesinden atılacaktır.

$P_r$  Ağırlık matrisi, ölçülerin korelasyonsuz sayılması durumunda köşegen matristir. Ölçüler korelasyonsuz kabul edilmiş ve doğrultu açıları için, önce istasyon dengelemesi sonuçlarına göre tahmin edilen dengeleme öncesi karesel ortalama hataları ile ağırlıklar,

$$P_r = 1/m_r^2 \quad (19)$$

eşitliği ile, kenarlar için prospektüslerinde verilen a ve b katsayıları ile

$$m_s = (a^2 + (b \cdot ppm)^2)^{1/2} \quad (20)$$

eşitliği ile dengeleme öncesi tahmin edilen karesel ortalama hatalardan,

$$P_s = 1/m_s^2 \quad 21$$

eşitliği ile hesaplanmış, ağ yukarıda açıklanan teorik esaslara uygun olarak geliştirilen programlarla bilgisayarda yalnız açılarla serbest dengelenmiş, uyuşumsuz ölçüler varsa ayıklandıktan sonra, ağırlıkların (19) ye göre hesaplanmasına esas olan dengeleme öncesi karesel ortalama hatalar, iterasyonla dengeleme sonunda birim ölçünün karesel ortalama hatası  $m^2 = 1$ . olacak şekilde değiştirilmiştir.

### 3.3- Uyuşumsuz Ölçü Testleri

Uyuşumsuz ölçü testi için alınan ağ parçalarındaki noktalar ve ölçü sayıları aşağıda verilmiştir :

1. Parça: 41 nokta, 184 doğrultu, 41 kenar, 10 baz (çok kısa kenar),
2. Parça: 40 nokta, 174 doğrultu, 42 kenar, 10 baz (çok kısa kenar),
3. Parça: 40 nokta, 200 doğrultu, 40 kenar, 16 baz (çok kısa kenar),
4. Parça: 23 nokta, 101 doğrultu, 21 kenar,
5. Parça: 45 nokta, 207 doğrultu, 43 kenar, 12 baz (çok kısa kenar),
6. Parça: 47 nokta, 227 doğrultu, 53 kenar, 21 baz (çok kısa kenar),
7. Parça: 43 nokta, 190 doğrultu, 55 kenar, 9 baz (çok kısa kenar),
8. Parça: 47 nokta, 234 doğrultu, 56 kenar, 14 baz (çok kısa kenar),

Bu parçalardan herbiri, POPE yöntemi ile uyuşumsuz ölçü testi için, önce yalnız doğrultu açıları ile, doğrultu açılarının ağırlıkları " $p_r = 1$ " alınarak degelenmiş ve dengeleme tekrarlanarak, çıkan uyuşumsuz ölçüler art arda ayıklanmıştır. Bu işlemler 8 parça için ayrı ayrı yapılmıştır.

Her bölge için nokta sayısı, toplam doğrultu açısı sayısı, uyuşumsuz çıkan ve atılan doğrultu ve son dengeleme ile bulunan birim ölçünün karesel ortalama hatası " $m_0$ " aşağıda gösterilmiştir.

Bölge No.	Nokta Sayısı	Uyuşumlu Doğ. Açısı	Son Dengeleme İle Bulunan Birim Ölç. K.O.H. " $m_0$ "	Ölçü Atış Sırası	Uyuşumsuz Doğrultu Açılıarı
1	41	179 (184)	$\pm 6.71849$ (cc.)	1	2042 - 20431
				2	2086 - 20431
				3	2087 - 20822
				4	2087 - 20821
				5	2088 - 20432
2	40	172 (174)	$\pm 6.79115$ (cc.)	1 2	20372 - 2124 2124 - 20351
3	40	200	$\pm 6.54858$ (cc.)		Yok
4	23	101	$\pm 6.75337$ (cc.)		Yok
5	45	207	$\pm 8.07861$ (cc.)		Yok
6	45	221	$\pm 7.15941$ (cc.)		Yok
7	43	190	$\pm 6.85581$ (cc.)		Yok
8	47	234	$\pm 7.34898$ (cc.)		Yok
		Toplam	56.25439		
		Ortalama	$\pm 7.03180$ (cc.)		

8 parça için ayrı ayrı yapılan ve uyuşumsuz ölçünün bulunmadığı son dengelemelerden elde edilen birim ölçünün karesel ortalama hatası " $m_0$ "ların ortalaması,  $m_r = \pm 7.03180$  (cc) olarak hesaplanmıştır.

Açı - Kenar ağı dengelemelerinde doğrultu açılarının ağırlıkları, bulunan bu ortalama  $m_r = \pm 7.03180$  (cc) değeri ile " $P_r + 1 m_r^2$ " eşitliğine göre hesaplanarak, daha sonra kenarlarla birlikte dengelemede  $P_r = 1 / (7.03180)^2 = 0.02022$  olarak alınmıştır.

### 3.4. Serbest Aç - Kenar Dengelemesi

Açı ve kenarların birlikte serbest dengelenmesinde doğrultu açılarının ağırlıkları, daha önce söylendiği gibi, ortalama bir değer olarak  $m_r = + 7.03180$  (cc) ile " $P_r = 1 / m_r^2$ " eşitliğine göre hesaplanmıştır.

Kenarların ağırlıkları ise, ölçmelerde kullanılan Sokkisha Set. 2 aleti için yapımçı firma tarafından verilen  $m_s = \pm 3 \pm 2$  ppm. eşitliği ile her kenar için hesaplanan karesi ortalama hatalara dayalı olarak  $P_s = 1/m^2$  eşitliği ile bulunmuştur.

Ancak, 1. parçanın uyuşumsuz ölçülerinin ayıklanması için yapılan serbest dengelemeler sonunda stokastik modelin uygun olmadığı, diğer bir deyişle ağırlıklar için yapılan kabulün isabetli olmadığı, kenar ağırlıklarının doğrultu ağırlıklarına oranla çok büyük alındığı görülmüştür ve stokastik modelin uygunluğunu sağlamak için kenar ağırlıklarının değiştirilmesi yoluna gidilmiştir.

Bu amaçla kenar ağırlıkları önce  $m_s = \pm 5 \pm 5$  ppm, daha sonra  $m_s = \pm 5 \pm 6$  ppm eşitlikleri ile bulunan k.o. hatalara dayalı olarak hesaplanmış ve bu ağırlıklarla yapılan dengelemeler sonucunda, kenar ağırlıkları için,  $m_s = \pm 5 \pm 6$  ppm eşitliği ile bulunan kenar karesel ortalama hatalarından hesaplanan değerlerin uygun olduğu görülmüştür. Uyuşumsuz ölçülerin ayıklanması için her parçada yapılacak serbest dengelemelerde ve ağırlık tümden dengelemesinde kenar ağırlıklarının bulunmasında,  $m_s = \pm 5 \pm 6$  ppm eşitliği kullanılmıştır.

Her parça, minare şerefelerindeki noktalar arası ölçülerek, şerefedeki noktalar ve alemler arasında hesaplanarak bulunan çok kısa uzunluklar, yukarıda söylendiği gibi değişmez alınarak, doğrultu açılan ve kenarlarla serbest olarak dengelenmiştir. Dengeleme sonucu çıkan uyuşumsuz ölçülerden her defasında yalnızca en büyük test değerini alan uyuşumsuz ölçü atılarak, dengeleme, ölçü kümesinde uyuşumsuz ölçü kalmayınca kadar tekrarlanmıştır. Parçalardaki nokta sayıları, kalan uyuşumsuz doğrultu ve kenar sayıları, sırasıyla atılan ölçüler ve son dengeleme ile bulunan birim ölçünün karesel ortalama hatası m aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Parça No.	Nok. Say.	Uyuşumlu		Değiş. A. Kısa Ken. S.	Son Dengel. ile Bulunan "mD"	Ölçü Atış Sıra	Atış Sırası ile Uyuşumsuz Ölçüler	Açıklama
		Doğr. Sayı.	Kenar Sayı.					
1	41	179	39	10	$\pm 1.12712$	1	2089 - 2090	Kenar
						2	2042 - 20431	Doğrultu
						3	2039 - 2084	Kenar
						4	2086 - 20431	Doğrultu
						5	2087 - 20822	Doğrultu
						6	2087 - 20821	Doğrultu
						7	2088 - 20432	Doğrultu
2	40	172	41	10	$\pm 1.06732$	8	20372 - 2124	Doğrultu
						9	2124 - 20351	Doğrultu
						10	2080 - 2090	Kenar
3	40	197	39	16	$\pm 1.18274$	11	2120 - 21151	Kenar
						12	21172 - 2115	Doğrultu
						13	2114 - 2115	Doğrultu
						14	21171 - 2115	Doğrultu
4	23	101	19	-	$\pm 0.95998$	15	2048 - 2094	Kenar
						16	2004 - 2047	Kenar
5	45	206	41	12	$\pm 1.30933$	17	2094 - 2096	Kenar
						18	2093 - 2094	Kenar
						19	21091 - 20971	Doğrultu
6	47	226	53	21	$\pm 1.21687$	20	4006 - 20691	Doğrultu
7	43	190	55	9	$\pm 1.19093$	20	Uyuşumsuz Ölçü Yok	
8	47	232	56	14	$\pm 1.40949$	21	20662 - 20632	Doğrultu
						22	2062 - 2063	Doğrultu



#### 4. Koordinatları Verilen Noktalar Kümesinde Uyuşum Testi

Anılan uyuşum testi için, önce her parça ağıın aç-kenar ağı olarak serbest dengelemesi ile bulunan ve yukarıda sıralanan uyuşumsuz ölçüler atıldıktan sonra 198 noktadan oluşan tüm ağı, 1047 doğrultu, 242 kenar ve değişmez olarak alınan 57 adet çok kısa kenarla serbest olarak dengelenmiştir.

Dengelemeden sonra birim ölçünün karesel ortalama hatası olarak  $m_0 = \pm 1.19$  cc. bulunmuştur.

Kartal Nirengi Ağı'nın dayandırıldığı 12 adet İstanbul Metropolitan Nirengi Ağı noktasının verilen koordinatları ile Kartal Nirengi Ağı'nın serbest dengelemesinden bu noktalar için bulunan koordinatlar arasında Helmert Benzerlik Dönüşümü yapılarak, [6] ve [7] de açıklanan teorik esaslara göre, verilen koordinatlar test edilmiştir. Test sonucu 34090 numaralı noktanın koordinatları uyuşumsuz çıkmıştır. Ancak, Kartal Nirengi Ağı kanavası incelendiğinde bu noktaya yapılan bağlantının çok zayıf olduğu görülmüş, bu uyuşumsuzluğun noktanın verilen koordinatlarından değil, yapılan bağlantının zayıflığından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Diğer bir deyişle bu noktanın şerbet dengeleme ile belirlenmesini sağlayacak ölçüler diğerleri tarafından iyi kontrol edilememektedir, yani güvenilirlikleri zayıftır. Bu nedenle ağıın Bağlı Dengelemesinde bu noktanın koordinatlarının da diğer verilen noktalarla birlikte değişmez olarak alınmasına karar verilmiştir. Test sonuçları aşağıda gösterilmektedir:

VERİLEN KOORDİNATLAR		SERBEST DENGELEME İLE BULUNAN KOORDİNATLAR		
N. No	Yukarı (m.)	Sağa (m.)	Yukarı (m.)	Sağa (m.)
34090	... 0557.77900	... 253.11500	... 0558.15700	... 252.75000
34091	... 7683.99600	... 127.59800	... 7684.05200	... 127.56200
34092	... 4366.86100	... 823.60300	... 4366.89700	... 823.54400
34093	... 0982.52400	... 021.55000	... 0982.52800	... 021.50800
34094	... 8661.80800	... 121.23900	... 8661.77900	... 121.25300
34095	... 4763.48100	... 291.90800	... 4763.48100	... 291.90800
34096	... 7842.60300	... 621.98000	... 7842.62200	... 621.94600
34107	... 8002.65500	... 488.89800	... 8002.68500	... 488.91700
34108	... 3407.69900	... 309.56800	... 3407.69700	... 309.65900
34109	... 8873.62600	... 126.67300	... 8873.59300	... 126.82800
34141	... 4614.33400	... 664.65400	... 4614.33000	... 664.70900
34142	... 1343.91600	... 727.34700	... 1343.90300	... 727.36600

ORTAK NOKTA SAYISI = 12

DÖNÜŞÜM KATSAYILARI :

11 = 1.000020877157286940

12 = -.000001418039145739

01 = -95.2378

02 = -2.5843

ÖLÇEK KATSAYISI = 1.000020877158292130

DÖNÜKLÜK = -0.000090

HATA HESABI :

TOPLAM VX = 0.000000

TOPLAM VY = 0.000000

ORTALAMA HATA = 0.0859 m

TOPLAM VV = 0.14746303

KONTROL VV = 0.14746308

ORTAK NOKTALAR İÇİN :  
VERİLEN KOORDİNATLAR

NOK. No.	ESKİ		YENİ Y (m.)	DÖNÜŞÜMLE BULUNAN KOORDİNATLAR		
	Y (m.)	X (m.)		YENİ X (m.)	YENİ Y (m.)	YENİ X (m.)
34090	.. 5253.115	.. 40557.779	.. 5252.750	.. 40558.157	.. 5252.970	.. 40557.938
34091	.. 5127.598	.. 37683.996	.. 37683.996	.. 5127.562	.. 5127.455	.. 37684.095
34092	.. 5823.603	.. 34366.861	.. 5823.544	.. 34366.897	.. 5823.479	.. 34366.892
34093	.. 8021.550	.. 30982.524	.. 8021.508	.. 30982.528	.. 8021.476	.. 30982.487
34094	.. 1121.239	.. 28661.808	.. 1121.253	.. 28661.779	.. 1121.233	.. 28661.727
34095	.. 0291.908	.. 34763.481	.. 0291.890	.. 34763.468	.. 0291.876	.. 34763.526
34096	.. 9621.980	.. 37842.603	.. 9621.946	.. 37842.622	.. 9621.930	.. 37842.712
34107	.. 4488.898	.. 38002.655	.. 4488.917	.. 38002.685	.. 4488.950	.. 38002.774
34108	.. 7309.568	.. 33407.699	.. 7309.659	.. 33407.697	.. 7309.685	.. 33407.726
34109	.. 7126.673	.. 28873.626	.. 7126.828	.. 28873.593	.. 7126.793	.. 28873.558
34141	.. 4664.654	.. 34614.334	.. 4664.709	.. 34614.330	.. 4664.714	.. 34614.382
34142	.. 2727.347	.. 31343.916	.. 2727.366	.. 31343.903	.. 2727.371	.. 31343.893

TEST :

NOKTA NO	VX (m.)	VY (m.)	T	TAU= C	SONUÇ
34090	- 0.219	0.220	3.009	2.136	UYUŞUMSUZ
34091	0.043	-0.107	1.070	2.136	UYUŞUMLU
34092	- 0.005	-0.065	0.586	2.136	UYUŞUMLU
34093	- 0.041	-0.032	0.457	2.136	UYUŞUMLU
34094	- 0.052	-0.020	0.500	2.136	UYUŞUMLU
34095	0.058	-0.014	0.516	2.136	UYUŞUMLU
34096	0.090	-0.016	0.801	2.136	UYUŞUMLU
34107	0.089	0.033	0.848	2.136	UYUŞUMLU
34108	0.029	0.026	0.357	2.136	UYUŞUMLU
34109	- 0.035	-0.035	0.478	2.136	UYUŞUMLU
34141	0.052	0.005	0.462	2.136	UYUŞUMLU
34142	- 0.010	0.005	0.095	2.136	UYUŞUMLU

## 5. Ağın Verilen Noktalara Bağlı Olarak Dengelenmesi

Kartal Nirengi Ağı, uyumsuz ölçüler atıldıktan sonra kalan 1047 yatay doğrultu açısı, 242 kenar ve değişmez olarak alınan 57 adet çok kısa kenarla, koordinattan değişmez olarak alınan 12 adet İstanbul Metropolitan Nirengi Ağı noktasına dayalı olarak dengelenmiştir.

### 5.1. Doğruluk Kriterleri:

Doğruluk kriterleri olarak, Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği hükümleri doğrultusunda;

- nokta konum hataları,
- relatif hata elipsi elemanları ve
- dengeli kenarların karesel ortalama hataları

hesaplanmıştır [1], [4].

Dengeleme sonucu birim ölçünün karesel ortalama hatası olarak  $m_0 = \pm 1.36405$  bulunmuştur. Nokta konum hataları incelendiğinde minimum nokta konum hatasının 4003 nolu noktada  $irip = \pm 2.60$  cm, olduğu görülmüştür. Ortalama nokta konum hatası  $m_p = \pm 1.07$  cm, Kesin kenarların karesel ortalama hataları max. 1.25 cm bulunmuştur. Relatif hata elipslerinin büyük yan eksenini de bu mertebededir.

## 6. Değişik Yerel Koordinat Sistemlerinin Ülke Sistemlerinin Ülke Sistemine Dönüştürülmesi İçin Parametrelerin Hesaplanması

Kartal Belediyesi sınırları içinde, yerel sistemlerin yeni sisteme dönüştürülmesi işlemleri iki bölümde ele alınmıştır:

- A) Bölgede var olan kadastral koordinat sistemlerinden,
- B) Bölgedeki İstanbul eski yerel koordinat sisteminden,

metropoliten koordinat sistemine dönüşüm işlemleri.

### **A) Kadastral koordinat sistemlerinden metropoliten koordinat sistemine dönüşümler**

Kartal Belediyesi sınırları içinde, 6 farklı koordinat sistemi saptanmıştır. Bu sistemlerdeki bölgelerde, toplam 40 tane sabit nokta, dönüşüm amacıyla ağa bağlanmıştır, bu bölgelere ilişkin dönüşüm işlemleri aşağıda özetlenmektedir.

#### **A.1. Yakacık - Soğanlık Bölgesi**

Yakacık ve Soğanlık bölgelerini kapsayan bu sistemde, 5 tane nirengi, 4 tane poligon noktası alım için sıklaştırma ağına bağlanmıştır. [7] de verilen eşitliklere göre yapılan dönüşüm ve uyumsuz ölçü testleri sonucunda, 2 poligon noktası ile 1 nirengi noktası uyumsuz çıkmış, kalan 6 nokta ile dönüşüm katsayıları belirlenmiştir. Birim ölçünün karesel ortalama hatası, 4. Deneme sonunda,  $m_0=12.02$  cm'dir.

#### **A.2. Atış Okulu Bölgesi**

Bu bölgede 4 tane nirengi noktası ana ağın noktaları olarak değerlendirmeye alınmıştır. 4 noktadan hiçbiri uyumsuzluk göstermemiş ve dönüşüm katsayıları hesaplanmıştır. Birim ölçünün karesel ortalama hatası 2.1 cm'dir.

#### **A.3. Orhantepe - Aşağı Mahalle - Yukarı Mahalle Bölgeleri**

Üç mahalleyi kapsayan bu bölgelerden Orhantepe (Dragos) Mahallesi'ndeki kadastral çalışmalarının tamamı, diğer 2 mahalledeki çalışmaların büyük bölümü İstanbul koordinat sisteminde sürdürülmektedir. Bölge genelinde 11 nokta dönüşüm amacıyla ağa bağlanmıştır. 4 deneme sonucu 4 nokta değerlendirmeden çıkarılmış, kalan 7 nokta ile hesaplanan dönüşüm katsayılarında + 2.44 cm'lik bir ortalama hataya inilmiştir.

#### **A.4. Yeni Karye - Küçükyalı - Başbüyük Bölgesi**

Üç bölgeyi kapsayan ve İstanbul koordinat sistemine benzer ekşili, ancak daha küçük değerleri olan bu sistemde, 6 nirengi noktası ile 1 poligon noktası ağa bağlanmıştır. Noktalardan yalnızca bir tanesi uyumsuzluk göstermiştir. Kalan 6 nokta ile yapılan hesaplama, 2. deneme sonucu + 9.48 cm'lik ortalama hata ile sonuçlanmıştır.

#### **A.5. Maltepe Bölgesi**

Bu bölgede kurulan eski nirengi ağı, Maltepe yerleşiminin dışında yoğunlaşmaktadır. Dragos Tepesi'nde görülen 2 nokta da bulunamamıştır. Hesaba giren 9 nirengi noktasından 4 tanesi uyumsuzluk göstermiştir, kalan 5 nokta ile hesap sonuçlandırıldığında, ortalama hata + 9.26 cm olmaktadır.

## **A. 6- Çavuşoğlu Mahallesi (Kartal Pendik Arası)**

Bu bölgeye ilişkin olarak yapılan aramalar, sormalar ve incelemeler sonunda hiçbir sabit nokta (nirenge ve poligon) bulunamamıştır. Kartal Kadastro Müdürlüğü'nde bir veriye rastlanılmaması üzerine, Ankara'da Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü arşivine başvurulmuştur. Burada Kartal-Pendik arasında uzanan ve bölgeye özgü koordinat sisteminin iskeletini oluşturan nirenge ağının ölçü ve hesaplan elde edilmiştir. Bu noktaların hiçbiri arazide bulunamamıştır.

Bu ağın dışında, paftalarda görülen poligon noktalarının değerlerine ise hiçbir yerde rastlanmamıştır.

Bunun üzerine, kadastro paftaları ve arazide var olan sabit tesis köşeleri ölçülerek ağa bağlanmış ve aynı noktaların pafta koordinatları sayısallaştırıcı ile okunup, yine sayısallaştırıcı ile koordinatları okunan kareler ağı nokta koordinatlarının verilen değerleri ile Afin dönüşümü sonucu pafta deformasyonunu kısmen dengeleyen dönüşüm katsayıları ile okunan noktalar için yeni koordinatlar bulunmuştur, bu koordinatlarla yeni sistemde belirlenen koordinatlar arasındaki dönüşüm sonucu;

### **1/500 Kartal İstasyonu - Kartal Camii - Çarşı Camii Bölgesinde**

Ağa bağlanan 42 noktadan 22 si atılarak 20 nokta ile dönüşüm katsayıları hesaplanmıştır. Birim ölçünün karesel ortalama hatası + 23.49 cm'dir.

### **Yunus Çimento Fabrikası Çevresi**

Bölgedeki paftalar 1/2000 ölçeğindedir. Bir önceki bölgede olduğu gibi pafta koordinatları okunan ve yeni sistem koordinattan bağlantı ölçüleri ile belirlenen 47 köşe noktasından 21 nokta atılarak  $\pm 33.06$  cm karesel ortalama hata ile dönüşüm katsayıları belirlenmiştir.

Diğer bölgeler için de benzer sonuçlar alınmıştır. Koordinatları paftadan, okunan noktalarla, büyük ölçekli paftalarda bile olsa sağlıklı dönüşüm yapmak olanaklı görülmemektedir.

Gerek dengeleme, gerekse dönüşüm hesaplan, İTÜ Jeodezi Anabilim Dalı'nda üretilen bilgisayar programları ile yapılmıştır.

## **Kaynaklar**

- [1] Aksoy, A.: **Ülke Nirenge Ağı Sıklaştırılmasında Günümüz Yaklaşımları**, Türkiye 1. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 1987.
- [2] Aksoy, A., Ayan, T., Güneş, I., H., Deniz, R.: **Elektronik Uzaklık Ölçerlerin Kontrol ve Kalibrasyonları İçin Tesis Edilen Kalibrasyon Bazları ve İlk Ölçme Sonuçları**, Türkiye 1. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 1987.
- [3] Deniz, R.: **Kısa Boyların Elektro Optik Uzaklık Ölçerlerle Ölçülmesinde Presizyon Araştırması**, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, 1980.
- [4] Aksoy, A.: **Uyuşumsuz Ölçüler Testi**, Harita Dergisi, Sayı 93, 1984
- [5] Ünal, M.T: **Serbest Ağ Dengelemesi**, İ.D.M.M.A. Dergisi, Sayı 6 1981.
- [6]: **Açıklamalı - Örneklemeli Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği**, T.M.M.O.B. Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, 1989.
- [7] Aksoy, A.: **Jeodezik Değerlerin Matematik - İstatistik Testlerle İrdelenmesi**, Türkiye 1. Harita Bilimsel ve Teknik kurultayı, Ankara, 1987.