

NİRENGİ NOKTALARININ ARANMASI İÇİN İKİ YÖNTEM VE KARŞILAŞTIRMASI

Hüseyin İNCE*

ÖZET

Arazide yaklaşık konumu bilinen, ancak yerüstü ve yeraltı işareti bulunmayan bir nirengi noktasının yerinin aranmasında uygulanan hesap - grafik yöntemi ve geriden kestirme yöntemi açıklanmış ve konuyla ilgili sayısal bir uygulama yapılmıştır. İki binli yılların cep hesap makinaları ve elektronik açı ve uzaklık ölçerlerin nirengi noktasının aranmasına uyarlanması gerçekleştirilmiştir.

SUMMARY

The calculation - graphic method and the resection method has been explained that these method are used in the searching the place of the triangulation point and its earth and underground sign can not be found and known location in terrain and a numerical practice relating to the subject has been made. It has been turned out to be true the adaptation that pocket calculators, elektronik angle and distancemeters of two thousand years for searching the triangulation points.

Two Methods For The Searching Of Triangulation Points And Their Comparision

*T. Ü. Meslek Yüksekokulu, Edirne

GİRİŞ

Ülkemizde harita yapımında temel oluşturan nirengi noktalarının yerüstü ve yeraltı işaretlerinin, zamanla çeşitli nedenlerle kaybolduğu görülmektedir. Böyle bir durumda yapılacak işlem, ilgili nirengi noktasına ait röper ölçü krokisini hazır bulundurmak ve krokideki röper noktalarını araştırıp belirleyerek, röper değerlerine göre ilgili nirengi noktasını arayıp bulmaktır.

Nirengi noktasının zemin tesislerinin kaybolmasında, kırsal kesimdeki insanların bu işaretlerin önemi hakkında aydınlatılmamasının veya bu işaretleri tahrip edenlere caydırıcı bir ceza verilmemesinin de etkisi vardır.

Nirengi noktası röper krokisindeki röper noktaları, hafriyat veya yer hareketleri sonucu tahrip olmuşsa veya kaybolmuşsa, ilgili noktanın, küçük ölçekli bir haritadaki konumuna uygun olarak, arazide kazı yapılarak araştırılması çok zor ve zahmetlidir.

Kaybolan bir nirengi noktasının yerinin araştırılması, aranılan nokta çevresinde bulunan nirengi noktaları yardımıyla, yardımcı nokta kullanılarak veya yardımcı nokta kullanılmadan, ilgili nirengi noktasının aranıp bulunmasıdır. Yardımcı nokta kullanılmadığı takdirde, aranan nirengi noktasının ve çevresindeki nirengi noktalarının koordinatlarından yararlanılarak kutupsal koordinat veya kestirme yöntemine göre açılar ve uzaklık elemanları hesaplanır (ÖZBENLİ/ TÜDEŞ, 1994, s:509; ÖZGEN, 1993, s:632; SONGU, 1975, s:383; TÜDEŞ, 1989, s:4-5). Yardımcı nokta kullanılması durumunda ise uygulanan hesap - grafik yöntemi (GÜNEŞ, İ. H., 1970) 1990 lı yıllarda uygulamada biraz güçlük yaratmaktadır. Şöyle ki, aranılan nokta ile yardımcı nokta arasındaki uzaklığın, -hesapta uygulanan diferansiyel bağıntısının özelliğini koruması bakımından-

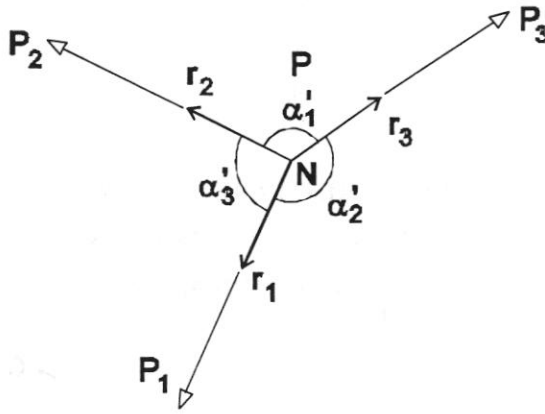
küçük değerde (5.0 m gibi) olması, aksi halde yardımcı noktanın yerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Belirtilen bu uzaklığın miktarı, arazide birkaç defa deneme yanılma yöntemiyle hesap için istenilen değere ulaşıncaya kadar, yardımcı noktanın yerini değiştirmek suretiyle belirlenebilir. Geriden kestirme yöntemi, işareti kaybolan bir nirengi noktasının yardımcı nokta kullanılarak aranmasında belirtilen uzaklık sınırlamasına bağlı kalmadan, bu konuda bir kolaylık sağlamak amacı ile elektronik hesaplayıcılar, elektronik uzaklık ve açı ölçerler kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada birinci bölümde uygulamada kullanılan arazide nirengi noktasını arama yöntemi belirtilmiş, ikinci bölümde geriden kestirme yöntemiyle nirengi noktası aranması açıklanmış, üçüncü bölümde konuyla ilgili sayısal bir uygulama yapılmış, dördüncü bölümde yöntemlerin değerlendirilmesi yapılarak elde edilen bulgular sonuç bölümünde sunulmuştur.

1-NİRENGİ NOKTASI ARAMA YÖNTEMİ

Uzunlukların invar şerit metreler ile ölçüldüğü, açıların optik teodolitlerle gözlemlendiği, hesapların logaritma cetvelleri ile yapıldığı dönemlerde şu üstün ve kolay yöntem uygulanıyordu.

Arazide kolayca görülüp bulunmayan nirengi noktasının bulunması için, aranan P nirengi noktası dolayında yaklaşık bir N noktasına teodolit kurularak, görülebilen P_1, P_2, P_3 nirengi noktaları gözlenerek r_1, r_2, r_3 doğrultu açıları ölçülür. $\alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3$ açıları gözlenen doğrultular yardımı ile



Şekil 1

$$\alpha'_1 = r_3 - r_2 \quad (1)$$

$$\alpha'_2 = r_1 - r_3 \quad (2)$$

$$\alpha'_3 = r_2 - r_1 \quad (3)$$

bağıntılarından hesaplanır (Şekil 1). Bundan sonra, aranan nirengi noktasının yerinin araştırılmasında özetle şöyle hareket edilir (GÜNEŞ, İ, H; 1970):

1- Aranılan P nirengi noktasının, bu noktanın görebildiği P₁, P₂, P₃ nirengi noktalarının koordinatlarından yararlanılarak (PP₁)= γ₁, (PP₂)= γ₂, (PP₃)= γ₃ açıklık açıları PP₁= S₁, PP₂= S₂, PP₃= S₃ uzaklıkları hesaplanır.

2- Aranılan P nirengi noktasında P₁, P₂ ve P₃ noktaları arasındaki α₁, α₂ ve α₃ açıları

$$\alpha_1 = \gamma_3 - \gamma_2 \quad (4)$$

$$\alpha_2 = \gamma_1 - \gamma_3 \quad (5)$$

$$\alpha_3 = \gamma_2 - \gamma_1 \quad (6)$$

bağıntılarıyla hesaplanır.

3- P nirengi noktasında hesaplanan α₁, α₂, α₃ açılarıyla, yardımcı N noktasında

(1), (2) ve (3) no'lu bağıntılarla hesaplanan α₁', α₂' ve α₃' açıları arasındaki δ₁, δ₂, δ₃

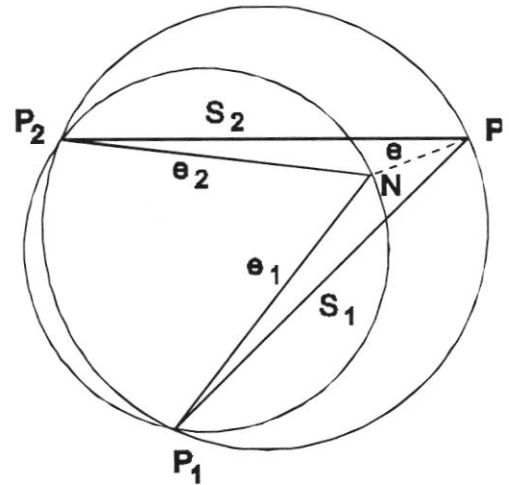
$$\delta_i = \alpha_i - \alpha'_i \quad (7)$$

bağıntısına göre hesaplanır.

4- Yardımcı N noktası ile P₁, P₂, P₃ nirengi noktası arasındaki NP₁= e₁, NP₂= e₂, NP₃= e₃

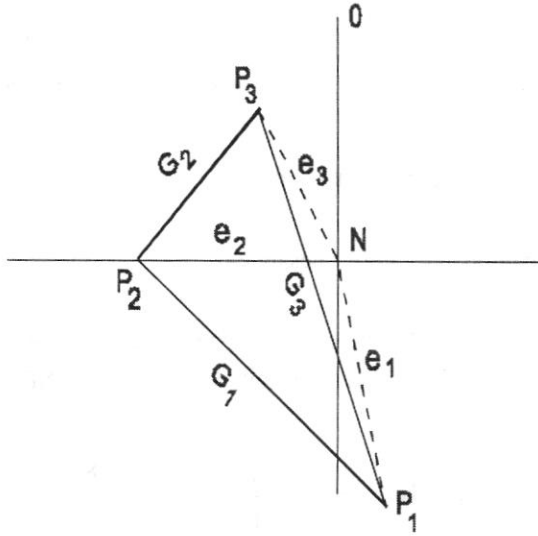
$$NP_i = e_i = \frac{\rho^c}{P_i} \quad (8)$$

bağıntısıyla (cm) biçiminde hesaplanır.(Şekil-2)



Şekil 2

5- Bir plan altlığı üzerine, sıfır çizgisi kuzeye yönlendirilmiş, merkezi N noktasında olmak üzere yerleştirilen açı ölçer yardımıyla γ_i açıklık açıları ve e_i uzaklıkları (cm. biriminde) tersim edilerek P₁, P₂ ve P₃ noktaları birleştirilmek suretiyle hatalı üçgen çizilir; P₁, P₂ ve P₃ noktaları arasındaki uzaklıklar (G_i) cm. biriminde ölçülür ve kaydedilir (Şekil 3).



Şekil 3

$$6- \quad d_i \text{ (m)} = \frac{\delta_i^c}{G_i \text{ (cm)}} \quad (9)$$

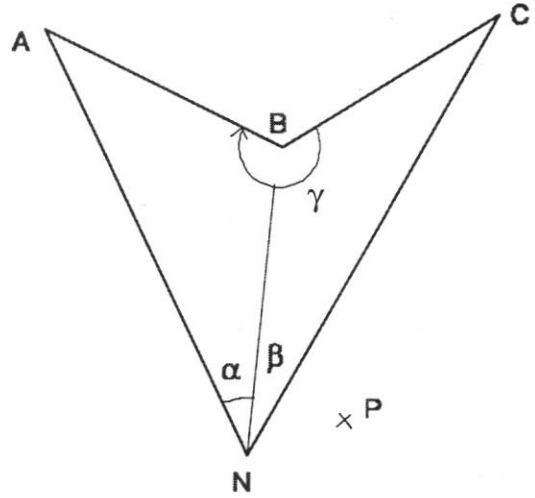
bağıntısıyla d_i değişken bileşenleri hesaplanır. Eğer d_i pozitif işaretli ise, merkezde N noktasından itibaren α_i açısının içine doğru; d_i negatif işaretli ise merkezden itibaren α_i açısının dışına doğru G_i kenarına dik alınarak N noktasından büyük bir ölçeğe göre (1/100 veya 1/50 gibi) d_i (m) uzaklığında G_i üçgen kenarlarına paralel doğrular teşkil edilir. Başlangıç olarak yaklaşık N noktasına karşı paralellerin kesişme noktası, aranan P noktasının yeridir.

7- Çizim yapılan altlık üzerinden, kutupsal yöntemle nirengi noktası aramak için açılar ve uzunluk alınıp araziye uygulanarak arazide P nirengi noktası aranır.

8- Aranan P nirengi noktası için alınan NP uzaklığının (şerit metre boyu büyük değerde olması halinde, N noktası,

aranılan P ye yakın yerde olacak şekilde tekrar N noktası tesis edilerek yukarıda belirtilen işlemler tekrarlanır.

2- GERİDEN KESTİRME METODUYLA ARANAN BİR NOKTANIN ARAŞTIRILMASI



Şekil 4

Arazide gözle görülemeyen ve aramalar ile bulunamayan bir nirengi noktasının bulunması gerekmektedir. Bunun için aranan nirengi noktası (P) dolayında, çevredeki üç nirengi noktasını (A, B, C) görebilecek şekilde arazide yardımcı bir nokta (N) işaretlenir (Şekil 4). İşaretlenen bu noktaya alet kurularak, çevredeki A, B, C nirengi noktalarına gözleme yapılarak α ve β açıları ölçülür. N noktasının koordinat hesabına başlamadan önce, N noktasının A, B ve C noktalarından geçen "tehlikeli daire" üzerinde olup olmadığı araştırılır (İNCE, 1999). Bunun için $\gamma = (BA) - (BC)$ olmak üzere

$$\alpha + \beta = 200 - \gamma \quad (10)$$

bağıntısı gerçekleşiyorsa N noktasının yeri değiştirilir, yeniden A, B ve C noktaları arasında açılar ölçülür, N noktası "tehlikeli daire" üzerinde değilse, geriden kestirme metoduyla koordinatı hesaplanır (ÖZBENLİ/ TÜDEŞ, 1989; ÖZGEN, 1993).

N, P ve bağlantı için kullanılacak A, B veya C'nin koordinatlarından yararlanılarak (NP), (NA), (NP) ve γ_3

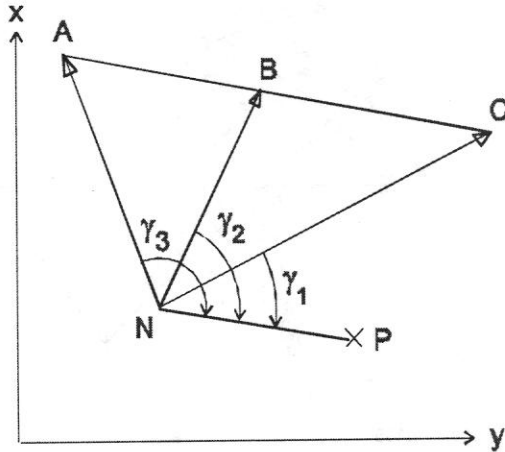
$$\gamma_3 = (NP) - (NA) \quad (11)$$

ve denetim için γ_1 veya γ_2

$$\gamma_1 = (NP) - (NC) \quad (12)$$

$$\gamma_2 = (NP) - (NB) \quad (13)$$

bağıntılarıyla A, B, C ye göre aranan P noktasına olan açılar hesaplanır (Şekil 5).



Şekil 5

Arazide bu hesaplama yapılarak N noktasına kurulmuş olan teodolitle γ_2 veya γ_3 açısı doğrultuları uygulanır. Dürbünün yöneltildiği doğrultuda NP uzaklığı alınarak aranan P noktasının yeri bulunmuş olur.

P nirengi noktasının aranmasında arazide N noktası ile P arasında görüş engeli bulunması durumunda, N noktasının yeri P noktasına yakın olacak şekilde değiştirilir.

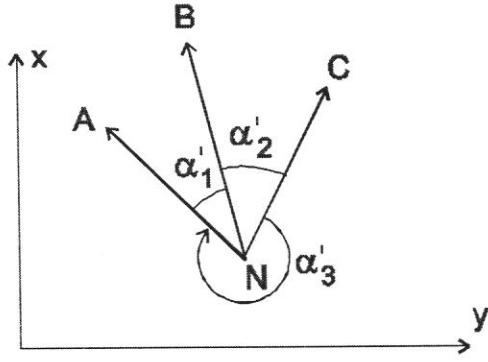
N noktasından uygulanan arama sonucu, işaretlenen noktada yapılan kazıda güvence betonunu bulmak mümkün olmadığı takdirde, harita yapım yönetmeliğindeki esaslara uygun olarak nirengi noktası yeraltı ve yerüstü işaretleri yeniden tesis edilerek noktanın koordinatları ağ dengelemesi -nokta sıklaştırması- ile yeniden dengeleme hesabı yapılır.

3- SAYISAL UYGULAMA

Arazide aranan P nirengi noktası yakınında bir N noktasına alet kurularak, görüş sağlanabilen A, B ve C nirengi noktalarına gözleme yapılmıştır. Aşağıda verilen A, B, C ve P'nin koordinatlarından yararlanılarak aranan P nirengi noktasının zeminde bulunması istenmektedir.

.....Nirengi ağındakoordinatlar
.....ve açı gözlemleri

Nokta	Y	X	D.N.	B.N.	Doğrultu Açısı
A	58750,35	31496,39	N	A	0,0000
B	60146,03	33293,43		B	83,2750
C	61257,84	33490,35		C	118,2625
P	60585,75	31435,48			



Şekil 6

a)Nirengi Ağında Hesap- Grafik
Yöntemiyle Nirengi Noktasının Aranması

$$\begin{aligned} 1- \alpha_1 &= (PB) - (PA) = 83^{\circ}09'35 \\ S_1 &= 1836,410 \text{ m.} \\ (PB) &= 385,2054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= (PC) - (PB) = 34,9180 \\ S_2 &= 1909,275 \text{ m.} \\ (PA) &= 302,1119 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= (PA) - (PC) = 281,9880 \\ S_3 &= 2161,989 \text{ m.} \\ (PC) &= 20,1238 \end{aligned}$$

2- N noktasında ölçülen açılardan α'_i ve δ_i lerin hesabı

$$\begin{aligned} \alpha'_1 &= 83,2750 \\ \delta_1 &= \alpha_1 - \alpha'_1 = - 18^{\circ}15 \\ \alpha'_2 &= 34,9875 \\ \delta_2 &= \alpha_2 - \alpha'_2 = - 6^{\circ}95 \\ \alpha'_3 &= 281,7375 \\ \delta_3 &= \alpha_3 - \alpha'_3 = + 25^{\circ}05 \end{aligned}$$

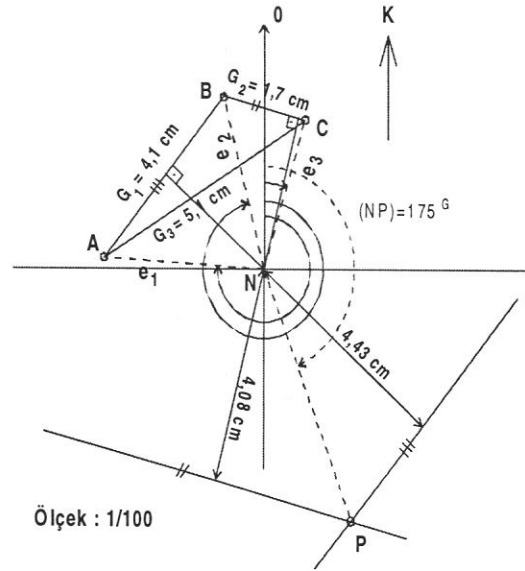
$$3- \quad NA = e_1 = \frac{P^c}{S_1} = 3,486 \text{ cm.}$$

$$NB = e_2 = \frac{P^c}{S_2} = 3,334 \text{ cm.}$$

$$NC = e_3 = \frac{P^c}{S_3} = 2,941$$

4- N başlangıç olmak üzere 1/100 ölçeğinde e_i uzaklıkları alınarak A, B ve C nin çizimi:

(PA) $\equiv$ (NA), (PB) $\equiv$ (NB) ve (PC) $\equiv$ (NC)
Açıklık açıları alınıp açıklık açısı doğrultularında e değerleri çizilen Şekil 7 üzerinde işaretlenerek A, B ve C noktası belirlenir.



Şekil 7

- 5- Çizilen şekil üzerinden G_i uzaklıklarının alınması ve d_i nin hesaplanması.

$$d_1 = \frac{\delta_1^G}{G_1(\text{cm})} = \frac{-18,18}{4,1} = -4,43 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{\delta_2^G}{G_2} = \frac{-6,95}{1,7} = -4,08$$

$$d_3 = \frac{\delta_3^G}{G_3} = \frac{+22,05}{5,1} = 4,31 \text{ dir.}$$

- 6- İşaretlerine göre d_i değerlerinin kullanılarak P noktasının işaretlenmesi (Şekil 7 üzerinde d_i değerleri de 1/100 ölçeğinde işaretlenmiştir.)

- 7- N noktasından P'nin arazide belirlenmesi için kutupsal yönteme göre açılar ve uzunluk çizilen şekilden $\gamma_1 = 273^\circ$ NP= 5,00 m. (NP)= 175° olarak alınır.

b) Geriden Kestirme Hesabı Yapılarak Nirengi Noktası Araması:

Elektronik hesaplayıcılar, elektronik açı ve uzaklık ölçerler ile uygulama:

$$B = (BA) - (BC) = 153^\circ,1987$$

$$(BA) = 242,0388 \quad (BP) = 88,8401$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 118^\circ,2625 \quad 200 - B = 46^\circ,8013$$

$\alpha_1 + \alpha_2 \neq 200 - B$ olduğundan N noktası "tehlikeli daire" üzerinde değildir.

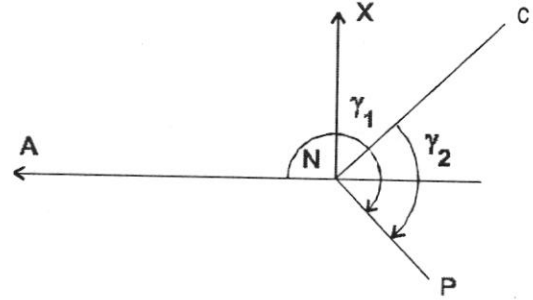
$$\begin{aligned} YN &= 60583,90 \text{ m} & XN &= 31440,06 \text{ m} \\ (NP) &= 175^\circ,5608 & (NA) &= 301^\circ,9551 \\ (NC) &= 20^\circ,2176 \end{aligned}$$

N noktasından P'nin arazide belirlenmesi için kutupsal yönteme göre açılar ve uzunluk

$$\gamma_1 = (NP) - (NA) = 273^\circ,6057$$

$$\gamma_2 = (NP) - (NC) = 155^\circ,3422$$

NP= 4,94 m olarak hesaplanır (Şekil 8).



Şekil 8

4- DEĞERLENDİRME

1- Eğer elde sadece bir elektronik teodolit varsa, bu durumda aranılan nokta yakınında bir yardımcı nokta alınıp, görülebilen üç nirengi noktasına gözleme yapılarak noktanın koordinatı ve yukarıda belirtildiği şekilde aranılan noktaya ait nirengi noktasını arama elemanları hesaplanır. Yardımcı noktanın koordinatı hesaplanmadan yapılacak hesap-grafik yönteminde, yardımcı nokta ile aranılan nokta arasındaki uzaklığın, -diferansiyel özelliği koruması için- büyük olmaması, aksi halde yardımcı noktanın yerinin değiştirilerek nirengi noktasını arama elemanlarının yeniden hesabı gerekmektedir (GÜNEŞ, İ.H., 1970). Yardımcı nokta alınırken, başlangıçta bu diferansiyel anlamdaki uzaklığın miktarı, (7) bağıntısıyla hesaplanan δ_r grad dakikası mertebesinde olacak şekilde arazide birkaç defa deneme yapılma suretiyle belirlenebilir.

2- Yardımcı noktadan, hesaplanan nirengi noktasını arama elemanlarının uygulaması, aranılan noktaya yakın noktadan

yapıldığı için, süre bakımından daha kısa zamanda yapılır.

3- Elektronik teodolitte olabilecek kolimasyon hatasının, araziye uygulanacak açığa olan etkisini azaltmak için açının duyarlı olarak araziye işaretlenmesi daha uygun olur.

5- SONUÇLAR

1- Yerüstü ve yeraltı işareti bulunmayan bir nirengi noktasının yerinin aranmasında, eğer uygun bir elektronik uzaklık ölçer mevcut değilse, aranan nokta dolayında, arazide mevcut üç nirengi noktasını görecektir şekilde bir yardımcı noktaya alet kurulması ve bu noktadan nirengi noktasını arama elemanlarının hesaplanması gerekir.

2- Hesap- grafik yönteminde yardımcı nokta ile aranılan nirengi noktası arasındaki uzaklık, yardımcı noktadan gözlenebilen nirengi noktalarına yapılan gözlemler ile elde edilen açılar yardımı ile, aranan nirengi noktasında bağlantı noktaları ile oluşan açılar arasındaki farkın büyüklüğüne göre değişmektedir. Hesap grafik metodundan uygun sonuç alabilmek için, belirtilen bu açı farkının dakika mertebesinde olması gerekir. Aksi halde deneme yanılma yöntemi ile yardımcı nokta için uygun olan yer aranmalıdır.

3- Hesap- grafik yöntemi ile elde edilen nirengi noktasını arama elemanlarının arazide uygulanmasıyla, aranılan noktanın, güvence betonu (sigortası) bulunmaya çalışılır. Yapılan uygulama sonucunda güvence betonu bulunamazsa, bu elemanlarla aranan nirengi noktası ihya edilemez.

4- Yardımcı noktanın, geriden kestirme yöntemi ile koordinatı hesaplandıktan sonra nirengi noktasını arama elemanlarının

bulunması ve uygulanması, hesap- grafik yöntemine göre elektronik ölçerler ve bilgisayarlar olduğu için daha kolaydır. Ayrıca yardımcı noktadan aranan noktaya olan uzaklık için bir sınırlama söz konusu değildir ve grafik çizimine de gerek yoktur. Bu itibarla, geriden kestirme yöntemi uygulamada kolaylık, zaman ve iş olarak ekonomi sağlar.

KAYNAKLAR

GÜNEŞ, İ. H., "Nirengi noktalarının Aranması", H.K.M.O. Dergisi, sayı: 16-17, s.42, Ankara, 1970

İNCE, H., "Geriden Kestirme (Serbest İstasyonlama) Metoduyla Hesaplanan Bir Noktanın "Tehlikeli Daire" Üzerinde Olup Olmadığının Araştırılmasında Yeni Bir Metod", Tapu ve Kadastro Dergisi, sayı: 24, s.31-40, Ankara, 1999

ÖZBENLİ / TÜDEŞ, Ölçme Bilgisi Pratik Jeodezi, KTÜ. Müh. Mim. Fak. Yayını, Trabzon, 1994

ÖZGEN, M. G., Mühendis ve Mimarlar İçin Topoğrafya, İTÜ. Yayını, İstanbul, 1993

SONGU, C., Ölçme Bilgisi II. Cilt, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1975

TÜDEŞ, T. , Aplikasyon 3. Baskı, KTÜ. Müh. Mim. Fak. Yayını, Trabzon, 1989