



## Geriden Kestirme Noktasında Ölçülen $100^\circ$ 'dan Büyük Açıların Collins Yönteminde İncelenmesi

Hüseyin İNCE<sup>1</sup>, Nuri ERDEM<sup>2\*</sup>, Yener TÜREN<sup>3</sup>, F. Engin TOMBUŞ<sup>4</sup>, İ. Murat OZULU<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

<sup>2</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Osmaniye

<sup>3</sup>Trakya Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Edirne

<sup>4</sup>Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

<sup>5</sup>Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6118-5502>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1850-4616>,

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3381-3780>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-2607-3211>

<sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-0963-3600>

\*Sorumlu yazar: [nurierdem@osmaniye.edu.tr](mailto:nurierdem@osmaniye.edu.tr)

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 27 Eylül 2020

Kabul tarihi: 25 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

#### Anahtar Kelimeler:

Konum belirleme

Geriden kestirme yöntemleri

Collins yöntemi

### ÖZET

Günümüzde konum belirlemede geriden kestirme yöntemi, uydu teknolojisinin gelişmesiyle pek kullanılmasa da, uyduların sinyallerinin alınamadığı yerlerde, klasik geriden kestirme yöntemini kullanmak gerekebilir. Ölçme bilgisi literatüründe geriden kestirme noktasının koordinatının hesaplanmasıyla ilgili Collins, Kaestner ve Cassini yöntemlerinde, kestirme noktasında ölçülen açılar  $100^\circ$ 'dan küçük durumları dikkate alınmıştır. Kestirme noktasında ölçülen açılar  $100^\circ$ 'dan büyük olduğunda geriden kestirmede hesap yöntemlerinden Collins yöntemiyle kestirme noktasının koordinat hesabında, güçlükler ortaya çıkmaktadır. Yani kestirme noktasında, bakılan nirengi noktaları arsında ölçülen açılar  $100^\circ$ 'dan büyük olduğunda, problemin Collins yönteminin klasik haliyle çözülemeyeceği anlaşılmıştır. Problemin çözümü için literatürde bir kaynakta bu konuya yer verildiği, ancak çözümün önereceğimiz yöntemden farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, literatürdeki kaynakta belirtilen çözüm yöntemi ile tarafımızca önerilen yöntem açıklanacaktır. Çalışmada, konuyla ilgili uygulamalar yapılmış ve elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

## An Investigation of Large Angles From $100^\circ$ Measured at The Resection Point in The Collins Method

### Research Article

#### Article History:

Received: 27 September 2020

Accepted: 25 October 2020

Published online: 2 March 2021

#### Keywords:

Positioning

Resection methods

Collins method

### ABSTRACT

Today, although the resection method is not used much with the development of satellite technology, it may be necessary to use the classical resection method where the signals of the satellites cannot be received. In the measurement information literature, in the methods of Collin, Kaestner and Cassini related to the calculation of the coordinate of the resection point, the states of the angles measured at the resection point less than  $100^\circ$  has been taken into account. When the angles measured at the resection point are greater than  $100^\circ$ , difficulties arise in the coordinate calculation of the resection point by the Collins method, which is one of the calculation methods. In other words, when the angles measured between the triangulation points at the resection point are greater than  $100^\circ$ , it is understood that the problem cannot be solved in the classical way of the Collins method. For the solution of the problem, it has been observed that this issue was included in a source in the literature, but the solution was different from the method we would recommend. In this study, the solution method specified in the literature and the method suggested by us will be explained. In the study, applications on the subject were made and the findings and opinions were stated.

## 1. Giriş

Yeryüzünde konum belirlemede uygulanan yöntemlerden geriden kestirme yöntemi, uydu teknolojisinin gelişmesiyle pek kullanılmasa da, uyduların sinyallerinin alınmadığı yerlerde, geriden kestirme yönteminin kullanılması gerekebilir. Haritacılıkta konum belirleme çalışmaları geçmişte 15. yüzyılda başlamıştır. Konuyla ilgili birçok araştırmacılar tarafından geriden kestirme noktasının koordinatının hesaplanmasıyla ilgili birçok yöntemler ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri de 1671 yılında Collins adlı haritacının ismine izafen Türkçe Kollin olarak adlandırılan yöntemdir.

Ölçme bilgisi literatüründe geriden kestirme noktasının koordinatının elde edilmesiyle ilgili olarak gerek Collins yönteminde gerekse diğer Kaestner ve Cassini yöntemlerinde, kestirme noktasındaki 100°'den küçük açılar kullanıldığı görülmüştür. Kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda; geriden kestirmede hesap yöntemlerinden Collins yöntemiyle kestirme noktasının koordinat hesabında, güçlükler ortaya çıkmaktadır. Şöyle ki, kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda, problemin, Collins yönteminin klasik haliyle çözülemeyeceği anlaşılmıştır.

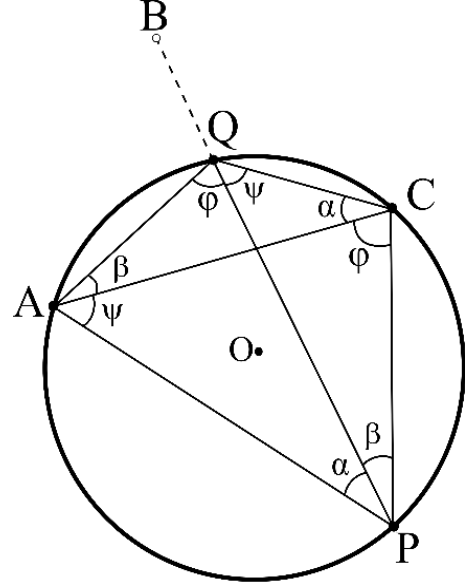
Problemin çözümü için Ölçme Bilgisi literatüründe [1-9] sadece bir kaynakta [10] bu konuya yer verildiği, ancak çözümün, önereceğimiz yöntemden farklı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, literatürdeki kaynakta belirtilen çözüm yöntemi ile tarafımızca önerilen yöntem açıklanmış ve konuyla ilgili uygulamalar yapılmış ve elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

## 2. Kestirmede Noktasında Ölçülen 100°'den Büyük Açılar, Q Yardımcı Noktasının Konumuna Etkisi

P geriden kestirme noktasından koordinatı bilinen A, B ve C noktalarına teodolitle jeodezik amaçla gözlem yapıldığını varsayalım. Bakılan doğrultular arasında ölçülen  $\alpha$ ,  $\beta$  açıları 100°'den büyükse, bu açılarla klasik Collins yöntemiyle P geriden kestirme noktasının koordinatını bulmak güçleşir. Şöyle ki  $\alpha$  ve  $\beta$  açıları 100°'den küçük olduğunda, P, A ve C noktalarından geçen Collins dairesinde (Şekil 1), AQ ve CQ kenar

uzunluklarını, (AQ) ve (CQ) semt açılarını elde etmek için, AQC üçgeninde AC taban açılardan yararlanılır.



Şekil 1.  $\alpha$  ve  $\beta$  açıları 100°'den küçük olduğunda, P, A ve C noktalarından geçen Collins dairesinin durumu.

Şekil 1'de Collins dairesinde AQC üçgeninde, 'Aynı yayı gören çevre açılar birbirine eşittir' analitik geometri prensibine göre; AQ ile AC doğrultuları arasındaki açı,  $\beta$  açısına; CQ ile CA doğrultuları arasındaki açı ise  $\alpha$  açısına eşittir. A ve C'nin koordinatlarından yararlanılarak (AC) semt açısı ve AC kenarı aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$(AC) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{AC}}{\Delta X_{AC}}\right) \quad (1)$$

$$AC = \sqrt{(\Delta Y_{AC}^2 + \Delta X_{AC}^2)} \quad (2)$$

Bundan sonra AQC üçgeninde sinüs bağıntısından AQ ve CQ kenarları aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$AQ = \frac{AC \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (3)$$

$$CQ = \frac{AC \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (4)$$

(AQ) ve (CQ) semt açıları ise aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$(AQ) = (AC) - \beta \quad (5)$$

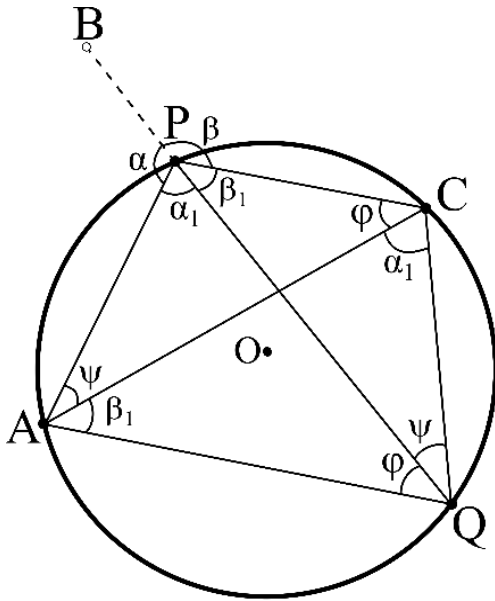
$$(CQ) = (CA) + \alpha \quad (6)$$

A ve C noktalarından Q noktasının koordinatı, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$Y_Q = Y_A + AQ \cdot \sin(AQ), \quad X_Q = X_A + AQ \cdot \cos(AQ) \quad (7)$$

$$Y_Q = Y_C + CQ \cdot \sin(CQ), \quad X_Q = X_C + CQ \cdot \cos(CQ) \quad (8)$$

Şekil 2’de görüleceği üzere P noktasında A, B ve C noktaları arasında ölçülen  $\alpha$  ve  $\beta$  açıları  $100^\circ$ ’dan büyük olduğunda, A, P ve C’den geçen Collins dairesinde çizilen ACQ üçgeninde A noktasındaki  $\beta_1$  açısı  $\beta$ ’ya ve C noktasındaki  $\alpha_1$  açısı  $\alpha$ ’ya eşit olmamaktadır. Bu durumda; yukarıda belirtildiği şekilde AQ ve CQ kenar uzunluklarının, (AQ) ve (CQ) semt açılarının elde edilmesinde, doğrudan ölçülen açıların kullanılması mümkün olmamaktadır.



Şekil 2. P noktasında A, B ve C noktaları arasında ölçülen  $\alpha$  ve  $\beta$  açıları  $100^\circ$ ’dan büyük olduğunda Collins dairesinin durumu

### 3. Q Yardımcı Noktasının ve P Noktasının Koordinat Hesabında Önerilen Yöntem

Şekil 2’de A, P ve C ‘den geçen Collins dairesinde B noktası daire dışında kalmaktadır. BP’nin daire içinde kalan çizgisi ile PA ve PC doğrultuları arasındaki  $\omega$  ve  $\varepsilon$  açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\beta_1 = 200 - \beta \quad (9)$$

$$\alpha_1 = 200 - \alpha \quad (10)$$

Collins çemberi içindeki ACQ üçgeninde ‘aynı yayı gören çevre açıları birbirine eşittir’ analitik geometri kuralına göre; A köşesindeki açı  $\beta_1$  açısına ve C köşesindeki açı  $\alpha_1$  açısına eşit olur. Belirtilen bu açılarla hesaplanan (AC) semt açısı ve AC kenarıyla, yukarıdaki formüllerde

belirtildiği şekilde işlem yapılarak, Q noktasının koordinatı hesaplanır. Q ve B’nin koordinatlarından yararlanılarak (QB) semt açısı aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$(QB) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{QB}}{\Delta X_{QB}}\right) \quad (11)$$

Q noktasında QA ile QB ve QB ile QC doğrultuları arasındaki  $\varphi$  ve  $\psi$  açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\varphi = (QB) - (QA) \quad (12)$$

$$\psi = (QC) - (QB) \quad (13)$$

“Aynı yayı gören çevre açıları birbirine eşittir” analitik geometri prensibine göre, Collins dairesinde APC üçgeninde A noktasında AP ile AC doğrultuları arasındaki açı,  $\psi$  açısına ve C noktasında CA ile CP doğrultuları arasındaki açı,  $\varphi$  açısına eşit olur. Bu durumda APC üçgeninde AP CP kenarları ile (AP) ve (CP) semt açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$AP = \frac{AC \cdot \sin \varphi}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \quad (14)$$

$$CP = \frac{AC \cdot \sin \psi}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \quad (15)$$

$$(AP) = (AC) - \psi \quad (16)$$

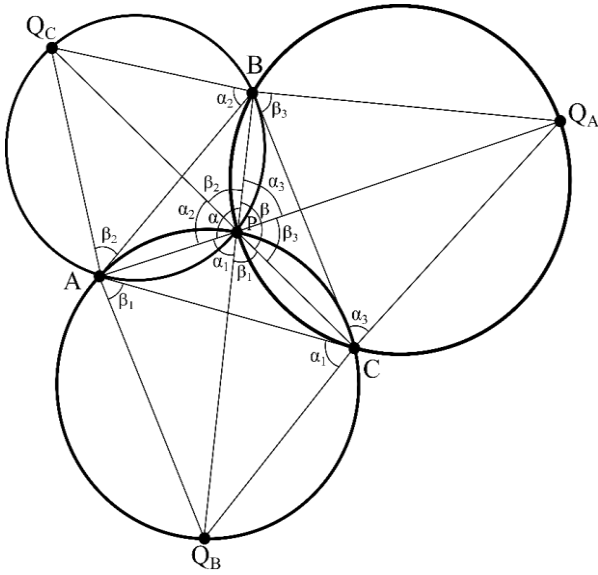
$$(CP) = (CA) + \varphi \quad (17)$$

Bu işlemlerden sonra P’nin koordinatları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$Y_P = Y_A + AP \cdot \sin(AP) \quad X_P = X_A + AP \cdot \cos(AP) \quad (18)$$

$$Y_P = Y_C + CP \cdot \sin(CP) \quad X_P = X_C + CP \cdot \cos(CP) \quad (19)$$

P’nin koordinatı P, A ve C’den geçen Collins dairesiyle elde edildiği gibi, A, P, B noktalarından geçen ve B, P, C noktalarından geçen Collins daireleriyle de elde edilebilir (Şekil 3).



Şekil 3. P noktasının koordinatlarının değişik Collins dairelerinden elde edilmesi

Eğer A, P ve B noktalarından geçen Collins daireleri dikkate alınır, bu durumda C noktası dışarda kalır, CP'nin daireyi kestiği nokta Q<sub>C</sub> yardımcı noktası olarak alınır. Eğer B, P ve C noktalarından geçen Collins daireleri dikkate alınır, bu durumda A noktası dışarda kalır, AP'nin daireyi kestiği nokta Q<sub>A</sub> yardımcı noktası olarak alınır. Oluşan Collins dairelerinde Q<sub>C</sub> yardımcı noktasının koordinatını hesaplamak için AQ<sub>C</sub>B üçgeninde α<sub>2</sub>, α<sub>3</sub> açılara ihtiyaç vardır ve Q<sub>A</sub> yardımcı noktasının koordinatını hesaplamak için CQ<sub>A</sub>B üçgeninde β<sub>2</sub>, β<sub>3</sub> açılara ihtiyaç vardır. Şekil 3'e göre bu açılar, aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$\alpha_1 = 200 - \alpha \quad (20)$$

$$\beta_1 = 200 - \beta \quad (21)$$

$$\alpha_2 = 200 - (\alpha_1 + \beta_1) \quad (22)$$

$$\beta_3 = \alpha_2 \quad (23)$$

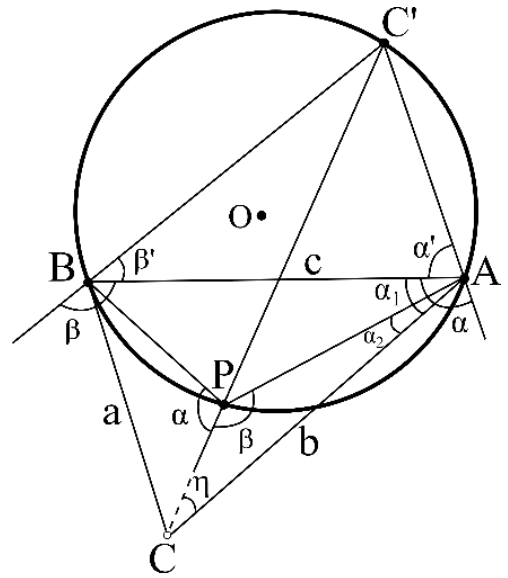
$$\alpha_3 = \alpha_1 \quad (24)$$

$$\beta_2 = \beta_1 \quad (25)$$

Yukarıda belirtilen açılar bulunduğundan sonra arzu edilen seçenek için, Q<sub>B</sub> örneğinde olduğu gibi hareket edilerek, önce yardımcı noktanın sonra da P noktasının koordinatları hesaplanır.

#### 4. 1918 Tarihli Kaynakta Belirtilen Hesap Yöntemi

P Geriden kestirme noktasından A, C ve B noktalarına bakılarak 100°'den büyük β ve α açıları ölçüldüğü varsayılırsa, B, P ve A'dan geçirilen dairede C noktası dışarda kalır. CP çizgisinin devamının daireyi kestiği nokta C olarak işaretlenir (Şekil 4).



Şekil 4. C noktasının dışarda kaldığı Collins daireleri

Şekil 4'de A, B ve C noktalarının koordinatlarından yararlanılarak; a=BC, b=CA, c=AB kenar uzunlukları hesaplanır. BC', AC' kenarları, BC'A üçgeninde c kenarı ile B ve A köşelerindeki açılardan (A köşesindeki açı α'=200-α, B köşesindeki açı β'=200-β) yararlanılarak aşağıdaki bağıntılardan elde edilir

$$BC' = \frac{c \cdot \sin \alpha'}{\sin(\alpha' + \beta')} \quad (26)$$

$$AC' = \frac{c \cdot \sin \beta'}{\sin(\alpha' + \beta')} \quad (27)$$

A köşesindeki α<sub>1</sub> açısı, CBA üçgeninde üç kenar bilindiğinden aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$\alpha_1 = \arccos((b^2 + c^2 - a^2) / 2bc) \quad (28)$$

CC'A üçgeninde A köşesindeki açı, α'+α<sub>1</sub> olur. Bu üçgende CC' kenarı ve C köşesindeki η açısı, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$CC' = \sqrt{(AC'^2 + b^2 - 2b \cdot AC' \cdot \cos(\alpha' + \alpha_1))} \quad (29)$$

$$\eta = \arcsin\left(\frac{AC' \cdot \sin(\alpha' + \alpha_1)}{CC'}\right) \quad (30)$$

CPA üçgeninde A köşesindeki α<sub>2</sub> açısı ile CP ve AP kenarları, aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$\alpha_2 = 200 - (\beta + \eta) \quad (31)$$

$$CP = \frac{b \cdot \sin \alpha_2}{\sin \beta} \quad (32)$$

$$AP = \frac{b \cdot \sin \eta}{\sin \beta} \quad (33)$$

(CP), (AP) semt açıları ise aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$(CP)=(CA)-\eta \quad (34)$$

$$(AP)=(AC)+\alpha_2 \quad (35)$$

A ve C noktalarından P noktasının koordinatı aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$Y_P=Y_A+AP*\sin(AP) \quad X_P=X_A+AP*\cos(AP) \quad (36)$$

$$Y_P=Y_C+CP*\sin(CP) \quad X_P=X_C+CP*\cos(CP) \quad (37)$$

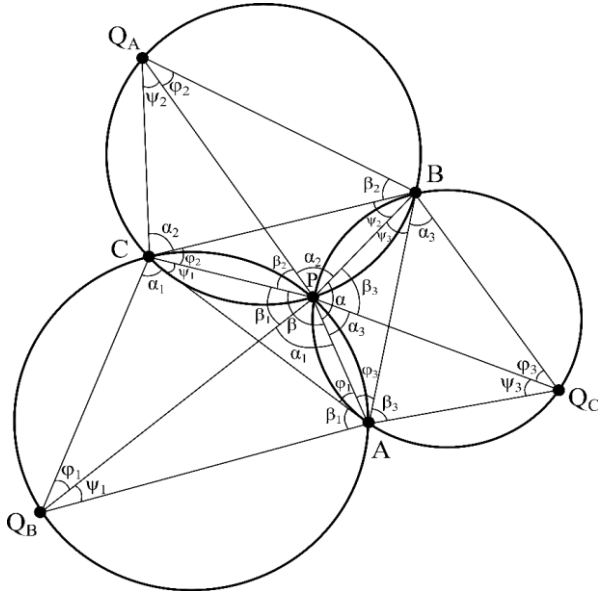
P noktasının koordinatı ayrıca CBC' üçgeni ve CBP üçgeni kullanılarak ve benzer şekilde hareket edilerek hesaplanabilir.

## 5. Sayısal Uygulama

Tablo 1'de verilen, P geriden kestirme noktasında yapılan açı ölçmelerini ve noktaların koordinatlarını dikkate alarak; P noktasının koordinatını Collins yöntemiyle hesaplayınız (Şekil 5).

**Tablo 1.** P noktasından yapılan açı ölçmeleri ve nirengi noktalarının koordinatları

Nokta No	Y	X	Nokta No	Gözlem Noktası	Yatay Açısı
A	400054,49	4503729,22	P	B	0,0000
B	406030,12	4509529,88		A	119,4197
C	396233,14	4510980,99		C	227,5372



**Şekil 5.** Sayısal uygulama örneği değerlerine göre Collins dairelerinin durumu

**Çözümü:** Tablodaki doğrultu açılarından  $\alpha$  ve  $\beta$  açıları aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\alpha=119^{\circ},4197, \quad \beta=227,5372-119,4197=108,1175$$

**1. Seçenek:** A, P ve C noktalarından geçen Collins daireleri için  $\beta_2, \beta_3$  açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_1=200-\alpha=80^{\circ},5803, \quad \beta_1=227,5372-200=27,5372$$

$$\Delta Y_{AC}=-3821,25\text{m},$$

$$\Delta X_{AC}=7251,77\text{m}$$

$$(AC)=\arctan\left(\frac{3821,25}{7251,77}\right)=369,1254 \text{ grad}$$

$$AC=\sqrt{(3821,25^2+7251,77^2)}=8196,958 \text{ m},$$

$$(AQ_B)=(AC)-\beta_1=341^{\circ},5882$$

$$(CQ_B)=(CA)+\alpha_1=249^{\circ},7057$$

$$AQ_B=\frac{AC*\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=7882,573 \text{ m},$$

$$CQ_B=\frac{AC*\sin\beta_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=3464,229 \text{ m}$$

$$A \rightarrow YQ_B=Y_A+AQ_B*\sin(AQ_B)=393794,915 \text{ m}$$

$$XQ_B=X_A+AQ_B*\cos(AQ_B)=4508520,115 \text{ m}$$

$$C \rightarrow YQ_B=Y_C+CQ_B*\sin(CQ_B)=393794,910 \text{ m}$$

$$XQ_B=X_C+CQ_B*\cos(CQ_B)=4508520,112 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_B=393794,912 \text{ m}, \quad XQ_B=4508520,114 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QB-B}=12235,208 \text{ m}$$

$$\Delta X_{QB-B}=1009,766 \text{ m}$$

$$(Q_BB)=\arctan\left(\frac{12235,208}{1009,766}\right)=94,7579$$

$$\varphi_1=(Q_BB)-(Q_BC)=45,0522$$

$$\psi_1=(Q_BA)-(Q_BB)=46,8303$$

$$AP=\frac{AC*\sin\psi_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=5545,526 \text{ m},$$

$$CP=\frac{AC*\sin\varphi_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=5372,251 \text{ m}$$

$$(AP)=(AC)+\varphi_1=14,1776$$

$$(CP)=(CA)-\psi_1=122,2951$$

$$A \rightarrow Y_P=Y_A+AP*\sin(AP)=401279,302 \text{ m},$$

$$X_P=X_A+AP*\cos(AP)=4509137,796 \text{ m}$$

$$C \rightarrow Y_P=Y_C+CP*\sin(CP)=401279,298 \text{ m},$$

$$X_P=X_C+CP*\cos(CP)=4509137,794 \text{ m}$$

$$Y_P=401279,300 \text{ m}, \quad X_P=4509137,795 \text{ m}$$

**2. Seçenek:** B, P ve C noktalarından geçen Collins daireleri için  $\alpha_2, \beta_2$  açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_2=\alpha_1=80^{\circ},5803, \quad \beta_2=200-\beta=91^{\circ},8825$$

$$\Delta Y_{CB}=9796,98 \text{ m},$$

$$\Delta X_{CB}=-1451,11 \text{ m}$$

$$(CB)=200-\arctan\left(\frac{9796.98}{1451.11}\right) = 109,3614$$

$$CB=\sqrt{(9796.98^2 + 1451.11^2)}=9903,865 \text{ m,}$$

$$(CQ_A)=(CB)-\alpha_2=28^\circ,7811,$$

$$(BQ_A)=(BC)+\beta_2=401,2439-400=1,2439$$

$$CQ_A=\frac{CB*\sin\beta_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=23434,373 \text{ m,}$$

$$BQ_A=\frac{CB*\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=22535,446 \text{ m}$$

$$B \rightarrow YQ_A=Y_B+BQ_A*\sin(BQ_A)=406470,415 \text{ m}$$

$$XQ_A=X_B+BQ_A*\cos(BQ_A)=4532061,024 \text{ m}$$

$$C \rightarrow YQ_A=Y_C+CQ_A*\sin(CQ_A)=406470,416 \text{ m}$$

$$XQ_A=X_C+CQ_A*\cos(CQ_A)=4532061,028 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_A=406470.416 \text{ m, } XQ_A=4532061,026 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QA-A}=-6415.925 \text{ m, } \Delta X_{QA-A}=-28331,806 \text{ m}$$

$$(Q_AA)=200+\arctan\left(\frac{6415.925}{28331.806}\right) = 214,1776$$

$$\varphi_2=(Q_AA)- (Q_AB)=12,9337$$

$$\psi_2=(Q_AC)- (Q_AA)=14,6035$$

$$BP=\frac{CB*\sin\varphi_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=4766,992 \text{ m,}$$

$$CP=\frac{CB*\sin\psi_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=5372,232 \text{ m}$$

$$(BP)=(BC)-\psi_2=294,7579,$$

$$(CP)=(CB)+\varphi_2=122,2951$$

$$B \rightarrow Y_P=Y_B+BP*\sin(BP)=401279,280 \text{ m,}$$

$$X_P=X_B+BP*\cos(BP)=4509137,796 \text{ m.}$$

$$C \rightarrow Y_P=Y_C+CP*\sin(CP)=401279,280 \text{ m,}$$

$$X_P=X_C+CP*\cos(CP)=4509137,801 \text{ m}$$

$$Y_P=401279.280\text{m, } X_P=4509137,798 \text{ m}$$

**3. Seçenek:** A, P, B noktalarından geçen Collins dairesi için  $\alpha_3$ ,  $\beta_3$  açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_3=\beta_1=27^\circ.5372, \quad \beta_3=\beta_2=91,8825$$

$$\Delta Y_{AB}=5975,63 \text{ m,}$$

$$\Delta X_{AB}=5800,66 \text{ m}$$

$$(AB)=\arctan\left(\frac{5975.63}{5800.66}\right) = 50,9458$$

$$AB=\sqrt{(5975,63^2 + 5800,66^2)}=8328,014 \text{ m,}$$

$$(AQ_C)=(AB)+\alpha_3=78^\circ,4830,$$

$$(BQ_C)=(BA)-\beta_3=159,0633$$

$$AQ_C=\frac{AB*\sin\beta_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=8660,214 \text{ m,}$$

$$BQ_C=\frac{AB*\sin\alpha_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=3656,991 \text{ m}$$

$$A \rightarrow YQ_C=Y_A+AQ_C*\sin(AQ_C)=408224,741 \text{ m}$$

$$XQ_C=X_A+AQ_C*\cos(AQ_C)=4506600,859 \text{ m}$$

$$B \rightarrow YQ_C=Y_B+BQ_C*\sin(BQ_C)=408224,741 \text{ m}$$

$$XQ_C=X_B+BQ_C*\cos(BQ_C)=4506600,858 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_C=408224,741 \text{ m, } XQ_C=4506600,858 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QC-C}=-11991,601 \text{ m}$$

$$\Delta X_{QC-C}=4380,132 \text{ m}$$

$$(Q_C C)=400-\arctan\left(\frac{11991,601}{4380,132}\right) = 322,2951$$

$$\psi_3=(Q_C C)- (Q_C A)=43,8121$$

$$\varphi_3=(Q_C B)- (Q_C C)=36,7682$$

$$AP=\frac{AB*\sin\psi_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=5545,530 \text{ m,}$$

$$BP=\frac{AB*\sin\varphi_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=4766,968 \text{ m}$$

$$(BP)=(BA)+\psi_3=294,7579,$$

$$(AP)=(AB)-\varphi_3=14,1776$$

$$A \rightarrow Y_P=Y_A+AP*\sin(AP)=401279,303 \text{ m,}$$

$$X_P=X_A+AP*\cos(AP)=4509137,800 \text{ m}$$

$$B \rightarrow Y_P=Y_B+BP*\sin(BP)=401279,304 \text{ m,}$$

$$X_P=X_B+BP*\cos(BP)=4509137,798 \text{ m}$$

$$Y_P=401279,304 \text{ m, } X_P=4509137,799 \text{ m}$$

## 6. Sonuç Ve Öneriler

Geriden kestirme noktasında ölçülen açılar  $100^\circ$  dan büyük olduğunda;

- Oluşturulan seçeneğe göre hesaba giren nirengi noktalarından yardımcı Q noktasına olan yatay uzaklıkların ve semt açılarının hesabında, ölçülen açılarının doğrudan kullanılması mümkün olmamaktadır.
- P geriden kestirme noktasının koordinat hesabında bir hata yapmamak için, gözlem yapılan nirengi noktalarının ve P noktasının konumları yaklaşık ölçekte bir krokide çizilmelidir.
- Çizilen krokiye bakılarak Q yardımcı noktasının koordinat hesabı için kullanılacak açılar, geometrik olarak tespit edilmelidir.
- Yapılan sayısal uygulamada, üç ayrı seçenekle hesaplanan geriden kestirme noktasının koordinat değerleri incelendiğinde; üç seçenekle elde edilen koordinatın kesin değerinin ortalama hatasının X değerlerinde  $\pm 12,8$  mm, Y değerlerinde  $\pm 2,1$  mm olduğu görülmüştür.
- X değerlerinde görülen yaklaşık  $\pm 1,3$  cm'lik ortalama hata, kabul edilebilir büyüklüktedir. Yani bu hata, Collins dairesinde oluşturulacak seçeneklerden biriyle yapılacak koordinat hesabı için uygundur ve verilen seçeneklerden biriyle yapılacak koordinat hesabı yeterlidir.
- Geriden kestirme noktasının koordinatının önerilen yöntemle hesabında; önerilen yöntemin, 1918 tarihli kaynakta belirtilen

yöntemden daha kolay ve kullanılan bağıntıların daha az sayıda olduğu görülmüştür.

### **Yazar(lar)ın Beyanı**

**Araştırmacıların katkı oranı beyanı:** Araştırmanın konusu ve sayısal verileri doğrudan birinci yazar tarafından belirlenmiştir. Diğer yazarlar, araştırmanın giriş, yöntem, sayısal uygulama, sonuç ve öneriler bölümlerine eşit oranda katkıda bulunmuştur.

**Çıkar çatışması beyanı:** Araştırmada, yazarların kendi içinde ve diğer kişi/kurum/kuruluşlarla herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

**Destek ve teşekkür:** Bu araştırmanın yürütülmesi sürecinde herhangi bir kurum/kuruluştan destek alınmamıştır.

### **Kaynakça**

- [1] Bannister A., Raymond S., Baker R. Surveying, 6th Edition, Longman Scientific & Technical, Essex, England 1984; pp.219-220.
- [2] Blachut T., Chrzanowski A., Saastamoinen J. Urban surveying and mapping, Springer-Vrlag, New York 1979.
- [3] Burtch R. Three point resection problem. Surveying computations course notes 2007; Jun. 14.
- [4] Chaperon F., Elmiger A. Geodätische messtechnik vermessungskunde, band 2, 4.verbesserte Auflage, Dezember, ISBN: 3-906513-60-2, Zürich 1996; pp. 12.20-12.22.
- [5] Faig W. Advanced Surveying I (Preliminary Copy), Department of surveying engineering lecture notes No. 26, University of New Brunswick, Fredericton, N.B., Canada 1972, p. 225
- [6] Ghilani CD.i Wolf PR. Elementary Surveying an Introduction to Geomatics. 12th Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice-Hall 2008; pp.283-284
- [7] Ingensand H. Einführung in die Geodätische Messtechnik, ISBN: 978-3-906467-92-4, Zürich 2011; pp. 129-130
- [8] Klinkenberg H. Coordinate systems and the three point problem, The Canadian Surveyor 1955; XII(8): 508-518.
- [9] Ziemann H. Terrestrial Surveying Methods, Proceedings of ACSM Fall Convention, Washington, D.C. 1974; September, pp 222-233.
- [10] McCaw GT. Resection in survey, The Geographical Journal 1918; 52(2): 105-123.