

Zeman tayini için ekseriyetle kullanılan usullerin mukayesesi

(60 numaralı Jeodezi bülteninden çevrilmiştir.)

Çeviren: Albay
A. Nuri Denkmen

Jeodezi maksadile yapılan zaman tayini, jeodezicilerin arazi işinden madut olup rasathanede yapılan işlerden çok farklıdır. Arazide tatbik ve istifade edilen usuller için hazırlık işleri gayet mahdut olmalı, rasatlar küçük ve kabili nakil aletlerle mümkün olduğu kadar basit usullerle yapılabilmeli ve rasatlardan basit hesaplarla çabuk netice alınabilmeli, velhasıl ağır şartlar tahtında mümkün olduğu kadar iyi netice elde edilebilmelidir. Zeman tayini için bu icabata en iyi olarak vefa eden usulün hangisi olduğunu söylemek güçtür. Emin bir neticeye vasıl olabilmek için zaman tayininde kullanılan usullerin her birinin nazari kıymetlerini tayin etmek ve tatbikatta elde edilen rasat neticelerini mukayese makamında zik etmek icab eder. Atide üç semt ve bir semtürreis usulünü muayene ve mukayese edeceğiz.

1 — Semt usulleri

Semt usulüne göre zaman tayini meselesi şundan ibarettir: Bir şakuli müsteviyi mümkün olduğu kadar sahih tesbit etmek (bittabi aletle) ve bir zaman kevkebinin bu şakuli müsteviden geçtiği anı mümkün olduğu kadar sahih tayin eylemek.

U saat miktarı tashihini ve φ mahallin arzını ve a semtini veren atideki düsturda bu meçhullerden ikisi malûm olursa a semti şu suretle bulunur.

$$\text{Cot } a = \frac{\sin \varphi \cos \delta \cos (T + U - \alpha) - \cos \varphi \sin \delta}{\cos \delta \sin (T + U - \alpha)}$$

δ yıldızın meylini, T zaviyei saayi, α metalii ifade eder.

Eğer bu düsturun tefazulüsi alınırsa Δa , ΔT , $\Delta \varphi$ ve ΔU kemmiyetleri arasında şu münasebet elde edilir:

$$\Delta a = (\Delta T + \Delta U) \frac{\cos \delta \cos \rho}{\sin z} - \Delta \varphi \frac{\sin a}{\text{tg } z}$$

Aynı şakuli müstevide rasat edilen iki yıldız için şu ifade elde edilir-

$$\begin{aligned} & \frac{\sin \varphi \cos \delta \cos (T + U - \alpha) - \cos \varphi \sin \delta}{\cos \delta \sin (T + U - \alpha)} = \\ & = \frac{\sin \varphi \cos \delta' \cos (T' + U - \alpha') - \cos \varphi \sin \delta}{\cos \delta' \sin (T' + U - \alpha')} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ve } (\Delta T + \Delta U) \cos \delta \cos \rho \text{ cosec } z - \Delta \varphi \sin a \cot z \\ = (\Delta T' + \Delta U) \cos \delta' \cos \rho' \text{ cosec } z' - \Delta \varphi \sin a \cot z' \end{aligned}$$

Eğer bu ifade:

$$\begin{aligned} \text{ve} \quad \Delta T \cdot \cos \delta \cdot \cos \rho &= \Delta s \\ \Delta T' \cdot \cos \delta' \cdot \cos \rho' &= \Delta s' \end{aligned} \quad \text{kabul olunursa}$$

semt usulünün esas dusturu elde edilir:

$$\Delta U \cos \varphi \cos a - \Delta \varphi \sin a = \frac{\Delta s \sin z' \Delta s' \sin z}{\sin (z + z')} = \Delta r$$

Bu dusturda saat miktarı tashihini tayin etmek için arz hatasının tesirini izale etmek maksadile aletin meridyen müstevisine konması lâzımdır. Bu suretle saat miktarı tashihinin derecei sıhhati Δs ve $\Delta s'$ kemmiyetlerine tabi olmuş olur. Bu derecei sıhhat bu sefer murur zamanının hatasile müteessir olur. ΔU miktarı düsturda $\cos \varphi$ ile mazrup bulunduğundan, saat miktarı tashihinin ΣU vasati hatası aynı usul ile ve aynı alet ile bulunduğu kabul olduğuna göre mahallin arzı

ne kadar büyük olursa o kadar büyük olur. Muhtelif arzlarda yapılan rasatlardan elde edilen kıymetleri mukayese ederken burasını nazarı dikkate almak icab eder.

Δr kıymetinin hendesi manası şu şekilde izah olunur:

Aletin bulunduğu EZÉ şakul müstevisinin vaziyeti T ve T' anlarında iki E ve É yıldızlarile tayin olunur. Fakat bu rasat anları ΔT ve $\Delta T'$ hatalarile müteessirdir ve bunlarda E e ve É é buudları olup kıymetleri şunlardır:

$$E e = \Delta s = \Delta T \cos \delta \cos \rho$$

$$\acute{E} \acute{e} = \Delta s' = \Delta T' \cos \delta' \cos \rho'$$

Yukarıda arzettiğimiz şakul müstevisinin hakiki vaziyeti e ve é noktalarından geçen büyük daire kavsile gösterildiği halde yine hata ile müteessirdirler. Bu esasa nazaran rasat mahallinin semtürresini bu büyük daire üzerinde aramalıdır ve aradaki z 0 mesafesi x dir, Diğer E É ve e é daireleri B noktasında birbirini katederler. Burada teşekkül eden é B É zaviyesi B olsun. Şekle göre:

$$\Delta s \beta \sin(y+z) = s \operatorname{cosec} y \sin(y+z) = x \cos z + x \sin z \cot y$$

$$\Delta s' \beta \sin(y+z') = s \operatorname{cosec} y' \sin(y+z') = x \cos z' + x \sin z' \cot y'$$

olur ve bundan:

$$\Delta s \operatorname{cosec} z + \Delta s' \operatorname{cosec} z' = s (\cot z + \cot z') = x \sin(z+z') \operatorname{cosec} z \operatorname{cosec} z'$$

$$\text{ve } x = \frac{\Delta s \sin z' + \Delta s' \sin z}{\sin(z+z')} = \Delta r$$

bulunur. Δr miktarı e 0 é şakul müstevisinde zahiri semtürreis noktalarının mesafeleri demektir. İki yıldız T ve T' anında bu müstevide bulunurlar. Eğer saatin U miktarı tashihi sahih olarak malûm olursa hakiki semtürreis nokiası p z dairelerinin e 0 é müstevisi ile tekatu noktası olan z₁ noktasında

bulunur ve $z_1 = \frac{\Delta r}{\sin a}$ mesafesinde $\Delta \varphi$ hatasını gösterirki

arz bu kadar hata ile tayin olunmuş demektir.

Eğer bilakis arz sahih olarak malûm ise, hakiki semtûr-reis noktası z_2 noktasında bulunurki bu nokta $\rho z s$ amudnun $e 0$ é dairesile olan tekatu noktası demektir. $z_2 p z$ zaviyesi

$$= \frac{z_2 z}{\cos \varphi} = \frac{\Delta r}{\cos \varphi \cos a}$$

bulunurki du da saat miktarı tahmininin $\Delta + 0$ hatası demektir. Eğer aletin orta kılı temamilen meridyen müstevisinde bulunur ve saat miktarı tashihi malûm olursa $\Delta r = \Delta U \cos \varphi$ kemmiyeti T ve T' rasat anlarının fena kayıt edilmesinden dolayı hasıl olan zahiri bir semtûr-resin zaviyei saasını ve diğer bir rasat hatasını ifade eder. Aleti meridyen müstevisi dahiline kati olarak sokmak kabil olmadığından, gûya meridyende yapılan dediğimiz rasatlar hakikatte meridyen haricinde yapılmış demektir. Bu halde zeman tayininde kullandığımız usulde evveleminde aletin semtinin tayinini talep etmek lâzımdır. Bu semt ekseriya en büyük hatası ± 0.05 saniye olmak üzere tayin olunur. Bu hata zeman tayininin sıhhatına pek büyük tesir yaptığı tecrübe edilmiştir.

Semt usullerini muayene etmek için mukayeseye esas olmak üzere öyle bir usul intihap etmelidirki, intihap edilen bu esas usulden hususi haller netice kolayca istihrac alınabilsin. İntihap öyle olmalıdırki esas kabul edilen usulün muayenesi için olduğu gibi, bu usulden bir az aykırı olan usul için de muayene neticesi bulunabilsin.

Bu dediğimize mutabık olarak burada “kutba yakın yıldızların şakul müstevisinde mururi rasat usulü,, nü arz edec giz. Bu usulün muadelesi şudur:

$$U = (u) - k c - \frac{b}{\cos \varphi \cos a} + k d \quad (1)$$

Burada:

U = saat tashih miktarı

$$(U) = \alpha - T + M - a,$$

$$k = \frac{\cos \frac{1}{2} (z - z')}{\cos \varphi \cos a \cos \frac{1}{2} (z + z')}$$

z = Zenit mesafesi

c = Kolimasyon hatası

b = Ufki mihverin meyli.

d = Günlük aberration

φ = Coğrafi arz

a = Aletin semti

Eğer saatin takribi U_0 miktarı tashihi malûm olursa hakiki miktarı tashih $U = U_0 + \Delta U$ olur. Burada küçük ΔU miktarı tashihiyi hesap etmek lâzım gelir:

$$(U) = U_0 + (U_0), (U_0) = \alpha - (T + U_0) + M - \alpha$$

olup buna göre saat miktarı tashihi:

$$U = U_0 + \Delta U = (U_0) + U_0 - k c - \frac{b}{\cos \varphi \cos a} + k d$$

Veyahut:

$$\Delta U = (U_0) - k c - \frac{b}{\cos \varphi \cos a} + k d \quad (2)$$

olur. Eğer kutup civarında rasat edilen yıldız α kutup yıldızı (polaris) ise (1) ve (2) düsturları "kutup yıldızının şakul müstevisinde mururu rasat usulü," ne ait olurlar.

Eğer α küçük ise $\cos a = 1$ farz olunabileceğinden bu düstur "bir çift kevkebin murur rasadı," na ait düsturlara geçer ve şöyle hesap olunur:

$\Delta U \cos \varphi + x c = (U_0) \cos \varphi - b + x d = r - b + x d$
olup burada:

$$x = \frac{\cos \frac{1}{2} (\zeta - \zeta')}{\cos \frac{1}{2} (\zeta + \zeta')}, r = \frac{s' \sin \zeta + s \sin \zeta'}{\sin (\zeta + \zeta')}$$

$s = [\alpha - (T + U_0)] \cos \delta$, $s' = [\alpha' - (T' + U_0)] \cos \delta'$
yi ifade ederler.

(1) düsturunda $\cos = 1$ olur ve k nın kendi kıymeti mahalline konursa $(U) = \alpha - T - t$ ve:

$\cos \varphi \sin (\zeta + \zeta') = \cos \delta' \sin \zeta + \cos \delta \sin \zeta'$
olmak üzere:

$$U = \alpha - T - t + \frac{-b \sin 2\zeta - 2 \sin \zeta (c - d)}{2 \cos \delta \sin \zeta}$$

$$= \alpha - T - t + \frac{-b \cos \zeta - (c - d)}{\cos \delta}$$

bulunur. a ve t miktarları meridyen rasatları olduğuna göre pek küçük olduklarından $\alpha \sin \zeta$ miktarı takriben $t \cos \delta$ ye müsavi kabul olunabileceğinden:

$$U = \alpha - U - \varepsilon \sin \zeta \sec \delta - b \cos \zeta \sec \delta - (c - d) \sec \varphi \quad \text{veyahut}$$

$$U = \alpha - [U + a A + b B + (c - d) c] \quad (4)$$

bulunurki buna Tobiyas Mayer düsturu denir.

Yukarda yazdığımız düsturlar muhtelif surette tahlil edilebilirlerse de üç usulde takriben birbirinin aynı demektir. Bu usuller vasıtasile bulunan neticeler esas itibarile muhtelif rasat ve hesaba göre birbirinden fark edilebilirler. Bütün rasatlar, malûm olduğu üzere, bir takım gayri kabili içtinap hatalarla maluldırlar. Bu hatalar şunlardır:

1. Aletlere ait muhtelif noksanlar, 2. İnsanın his ve fikir uzviyetinin tekâmül etmemesi, 3. Rasat anındaki ahvalin

daima müsait ve mükemmel olmaması. Buna göre sureti umumiyyede bu hataları, alet hatası, şahıs hatası ve harici hatalar diye tefrik edebiliriz ve bunlarda sistematik veya tesadüfi hata zümresine girebilirler.

Muhtelif usullerin iyiliğine ait bir netice elde etmek için bu usullerin tatbiki esnasında hataların tam ve hatalar nazariyesine muvafık olarak yapılan muayene ve tetkiki lâzımdır. Burada şuna dikkat etmelidirki, muhtelif usul ve alatler istimaline göre münferit sistematik hataların büyüklük sırası nedir ve bu hatalar hangi usuller kullanarak tam veya kısmen izale olunabilir.

1. Kutup yıldızının şakul müstevisinden mururuna rasat

Kutup civarında bulunan yıldızların nisbeten azlığına binaen, Astronom Dölleri alet semtini daima ikinci kadirde şimal yıldızı (α Polaris) ile tayin etmek için tecrübe yapmak imkânından bahsetmiş ve bu hususda 1874 de bu usule dair mufasssal bir muhtıra yazmıştır. Bu usul şimal noktaları için uygundur. Mamafî takvime ait hesaplar ve son neticeyi elde etmek uzun ve zahmetlidir. Ve rasat usulü de o kadar basit değildir. Burada kutup yıldızı ile kombine edilmiş olan ve meyli $\delta = 25^\circ$ ve irtifai kutbu $\varphi = 45^\circ$ olan bir cenup yıldızı rasat vasıtasile saatin miktarı tashihine ait vasatî hata hesap olunabilir.

Bir cenup yıldızının rasat hatayı vasatîsi alelâde şu düsturla tayin olunur:

$$\varepsilon t = \pm \sqrt{e^2 + \left(\frac{\varepsilon}{v}\right)^2}$$

Bu düsturda:

$e = 0.07 s$ = makine ile kayid esnasındaki vasati rasat hatası

$\varepsilon = \pm \frac{2s}{w}$ = sabit bir şeye rasat esnasındaki tatbik hatası

W = Dürbünün büyültme mıkdarı

$V = \cos \delta \sin q$ yıldızın zahiri süratı

δ = yıldızın meyli

q = Dürbün rüyet sahasında yıldız istikemeti ile şebeke kılı arasındaki zaviye

s = saniye demektir.

Eğer $W = 80$ olduğuna göre $\varepsilon = 0.025 s$. ve $\sin q = 1$ olacağına göre $\varepsilon_t = 0.075 s$ olur.

Rasat yıldızın alettteki 11 kıldan geçtiğine göre tesbit edilmelidir. Kılların arası bir $\pm 0.01 s$ vasati hatasile malüldür. Bu suretle farz ve kabul edilen yıldızın vasati rasat hatası $\varepsilon_T = \pm 0.023 s$ olur.

Kutup yıldızı, zahiri süratının mahdut olması sebebi ile bir cenup yıldız gibi dürbüne girer girmez rasat olunamaz. Bilakis muayyen bir zamanda dürbünün orta kılı yıldız üzerine getirilir. Fakat bu yalnız bir defa yapılabilir. Ve rasat derececi sıhhatını arttırmak için müteharrik kıl bir çok defa kutup yıldızı üzerine tatbik ve tevcih olunur. Bu suretle işin içine bir takım hata sebepleri daha girer: saat miktarı tashihinin hesabı karışır ve kutup yıldızının zahiri hareketi olsa dahi orta kıl ile bir defa yapılan tevcih ile müteharrik kıl ile yapılan üç tatbik hemen hemen birbirinin aynı olurlar.

Bu halde kutup yıldızının rasat vasati hatası şu düsturla hesap olunmalıdır:

$$\Delta t = \frac{\Delta a}{\cot z \cos \varphi \sec a - \sin \varphi}$$

Vasati tatbik ve tevcih hatası $\Sigma = \Delta a = \pm 0.025 s$ olduğuna göre:

$\varepsilon t = \Delta t = \pm 0.96 s$ meridyende rasat için,

$\varepsilon t = \Delta t = \pm 52.07 s$ azami tebaut anında rasat için.

Saat miktarı tashihi için şu düsturlar kullanılır:

$$(1) \beta = \alpha - \alpha' - T + T'$$

$$(2) \operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \Delta' \operatorname{tg} \delta \sin \beta}{1 - \operatorname{tg} \Delta' \operatorname{tg} \delta \cos \beta}$$

$$(3) \sin a = \operatorname{tg} \varphi \cot \delta \sin M$$

$$(4) (u) = \varphi - T + M - a$$

$$(5) u = (u) - b \sec \varphi + k (d - c)$$

Bunlarda:

α, α' metaliler,

T, T' rasat zamanlarını,

u saat miktarı tashihini,

b meyil

$$k = \frac{\cos \frac{1}{2} (z - z')}{\cos \varphi \cos a \cos \frac{1}{2} (z + z')}$$

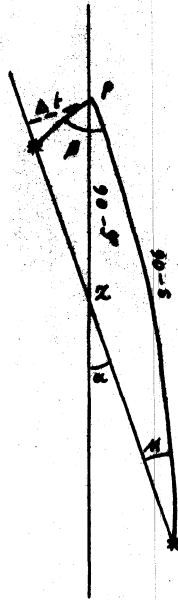
d = yevmi aberrationu

c = kolimation hatalarını

z = semtürreis mesafesini ifade eder.

Vasati hata ötedenberi malûm olduğu üzere ε ile gösterilir. Vasati εu saat miktarı tashih hatası, yukardaki düsturların tefazulisini alarak ve hatalar usuli hesabına göre şu tarzda bulunabilir:

$$\varepsilon \beta = \pm \sqrt{\varepsilon^2 \alpha + \varepsilon^2 \alpha' + \varepsilon_T^2 + \varepsilon_1^2}$$



Tesviye için 2" hata kabul edersek meyil hatası için ± 0.015 s miktarını elde ederiz ve bunun vasıtasile bir çift yıldız rasatla saat miktarı tashihini atideki miktarda buluruz:

$$\varepsilon_u = \pm 0.043 \text{ s mururlar için}$$

$$\pm 0.036 \text{ s tebautler için}$$

Gelecek makalemizde nısfınnehardan mururlara ve sem-türreis usullerine ait mütalea ve münakaşalardan bahsedeceğiz.
