

Muvazeneler hakkında bir kaç söz ve bir iki misâl

Yazan: General
Abdurrahman

Müsellesat ilminin logaritma ile kudreti zamanımızda artırıldıktan sonra takriben iki buçuk asır evvel Felemenkli “Snelliyüs,, tarafından, mufassal ve muntazam haritaların alınmasında bir nirengi teşkili lüzumu ileri sürüldüğü vakit Fransadaki “Kassini,, ler bunu derhal tatbik etmişler ve (1747-1793) seneleri arasında meşhur topoğrafya haritalarını meydana getirmişlerdi.

Biz; Kürei Arz üzerinde ilk defa yapılan bu haritalardan Fransa'nın şimaline müsadif “Bethune,, paftasının bir kısmını derç ediyoruz. Mukaddema “Tuvaz,, ölçüsünün kullanılması dolayısıyla bu günkü 1/86 400 m. mikyasına tevafuk eden bu haritalar, elyevm tarihe karışmış olduklarından üzerlerinde fazla tevakkuf edecek değiliz. Ancak o vakitler teşkil edilen müselleslerin zavaya kıymetlerinden bir nebzecek bahsedeceğiz.

Şöyleki:

Kuru ağaçtan mamul latalar kullanılması sayesinde dılı esas mesahalarında oldukça sahih kıymetler elde edilebildiği halde, istimâl olunan aletdeki ademi tekâmül dolayısıyla, müselleslerin zevaya kapanmalarında 15 : 20 dakikaya ve hatta bazı yerlerde yarım dereceye kadar hatalar görülmüş idi. Bunların muayyen mesafelerde vereceği menfi neticeler; arz ve tulü coğrafi tayini suretile tesbit edilen nokata nazaran her halde müreccah bulunmakla beraber bu hataların behe-mehâl azaltılması lüzumu da gereği gibi anlaşılmıştı.

Bizzat “Kassini,, nin Başkanlığı altında teşekkül eden fen heyeti uzun münakaşa ve tetkikten sonra; bu hususta berveçhi ati tedbirin ittihazını tavsiye eyledi.

1 — Zevaya mesahasına müteallik âlâtı tekâmül ettirmek.

Bu tedbir, evvelâ taksimat dairelerini büyük nısıf kuturda imâl etmek hususunu, ve daha sonra “ verniyer ,, icadını doğurmuştur.

2 — Zevayayı müteaddit kimselere okutmak.

Bu tedbir de evvelâ mükerrer kıraetleri ve bilâhare mebde değiştirmek suretile silsile usulünü tevhit eylemiştir.

3 — Bir takım taharriyatı riyaaziye ile noktai muhtemeleyi bulmak.

Bu tavsiye de; evvelâ grafik ve sonra hesabî müvazeneyi meydana getirmiştir. Bu son usulde yapılan taharriyattaki esas: araları o vakitlere göre gayet sahih ölçülmüş bir hatta düşerek nirenginin ne dereceye kadar hata ettiğini ve hatanın hangi sebeplerden ileri geldiğini, bunun imhası için ne gibi tedbirler almak ihtiyacı bulunduğunu ve binaenaleyh müselles zevayasına müteallik tashih miktarlarını ne gibi şerait altında tevzi eylemek lâzım geleceği tetkik olmuştur.

Heyeti fenniyenin az çok muvaffak olduğu taharriyatı tashihiye şekli, bu gündünden pekde farklı değildir.

Yalnız “Kassini,, nin telamizi; hesabiden ziyade grafik surette ve amprik tarzda çalışmışlar ve üç muhtelif mevkiden kestirilen merkezî bir noktanın, mütehassel “şapo,, dahilinde aranması lâzımgeldiğini ve mevkiinin de hakikî müsellesin dıhları ile mütenasip olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Vakıa keyfiyet bu gün de büyledir. Ancak kendilerinden bakılan üç mevkifin merkezlerine gayri müsadif nokat için kat’i bir şey söyleyememiştir. Bunun halli daha sonraki zamanlarda mümkün olmuştur.

Halihazır müvazeneleri, hem hesabî ve hem de grafik olmak üzere belli başlı iki kısma ayrılırlar. Hesabî müvazenelerin envai muhtelifesi mevcut olup en mühim ve en kat'isi "Akallî murabbaat,, usulüdür. Bu usulde bir çok anasırı hesabiye nazarı dikkate alınır Ve zevava tashihâtı, en karip bir ihtimâl ile icra olunur.

Anasır ve şeraiti hesabiye içinde en mühim rolü "Vezin,, meselesi oynar. Veznin ne demek olduğunu biraz anlatalım. Meselâ: bir müsellesin üç re'sinde bulunarak aynı şerait altında ve aynı âletle çalışan bir rasıdın masaha ettiği zaviyeler yekûnu, iki kaimeден "f,, kadar aykırı zuhur ederse, zevayadan her birinin $\frac{f}{3}$ kadar hata ile malûl bulunduğuna hükmedilir. Anifen yazdığımız veçhile; her zaviyenin mesaha kuvveti aynı ise, yani hepsi de bilfarz onar defa okunmuş hepsinde de aynı âlet kullanılmış ve rasadatı da aynı şerait dahilinde aynı zat yapmışsa, hataların aynı illetlerden ileri geldiği düşünülerek "Bu üç zaviyenin vezinleri yekdiğerinin aynıdır,, denilir. Ve binaenaleyh, muamelâtı tashihiyede $\frac{f}{3}$ miktarı, her re'se müsavaten zam veya onlardan tarh olunur.

Fakat mevzuubahs müsellesin iki re'sinden rasat yapılarak üçüncüsü iki kaimeye iblâğ suretile bulunmuş ise, bu son zaviyedeki "sıhhat vezni,, evvelkilere nazaran iki misli daha zaif olur. Çünkü "C,B,, noktalarında yapılmış olan hataların mecmuu, kâmilten üçüncü "D,, noktasının sırtına bindirilmiş olur. Binaenaleyh böyle bir müsellesdeki zevayanın vezinleri bir değildir. Ve bittabi her reisde müsavat suretile muamelei tashihiyeye de girişilemez.

Ve keza, dört dilili bir şeklin üç resinde rasat yapılarak dördüncü noktaya ait zaviyenin, dört kaimeye iblâğı suretile bulunuşu da böyledir. Yani dördüncü re'se ait zaviyenin vezni

diğerlerinin vezninden üç kere daha zayıftır. Binaenaleyh bu da doğru bir usul olamaz.

“Akallı murabbaat,, usulü müvazenede esaslı bir şart daha vardırki; o da “hatalara müteallik tashih zevayasının ayrı ayrı murabbaları mecmuu “en az,, olmaktadır. Zaten ekallı murabbaat tabiri de buradan gelmektedir. Meselâ:

+12 saniyelik bir hata ile kapanan bir müsellesin reislerinden mütesaviyen 4 er saniyenin çıkarılması zaruridir, ve kaide dahi bunu icap ettirir. Çünkü:

$$4^2 + 4^2 + 4^2 = 48$$

edip bu da asgaridir. Halbuki bundan başka olarak bilfarz:

B zaviyesine 4

C „ 2

D „ 6

saniye zam etsek, bunların murabbaları sıra ile 16, 4, 36, ve mecmuları da 56 zuhur edeceğinden asgarî olamaz. Ve keza:

B zaviyesine 9

C „ 1

D „ 2

saniye ilâve suretile tashih cihetine gitsek bu defa hataların murabbaları yekûnu 86 edeceğinden büsbütün aykırı hareket etmiş oluruz. Binaenaleyh tek bir müselleste, hatayı üçe ayırmak suretile tashihat cihetine gitmek, ekallı murabbaatın en esaslı ruhuna tevafuk eder. Fakat tek müsellesten gayri eşkâlde, bu üçe taksim meselesi elbette kabili tatbik olamaz. Bir takım zevaya ve adla, müteselsilen ve müşareketen yekdiğerinde âmîl olacaklarından, hataların, bu gibi hallerde tashih miktarları başka suretlerle bulunur. Mamafih bu şekilde de hatların murabbaları mecmuu yine asgarî olur. Ve yine bir fikir vermek için söyliyelimki; dört dıhlı bir şekle ait

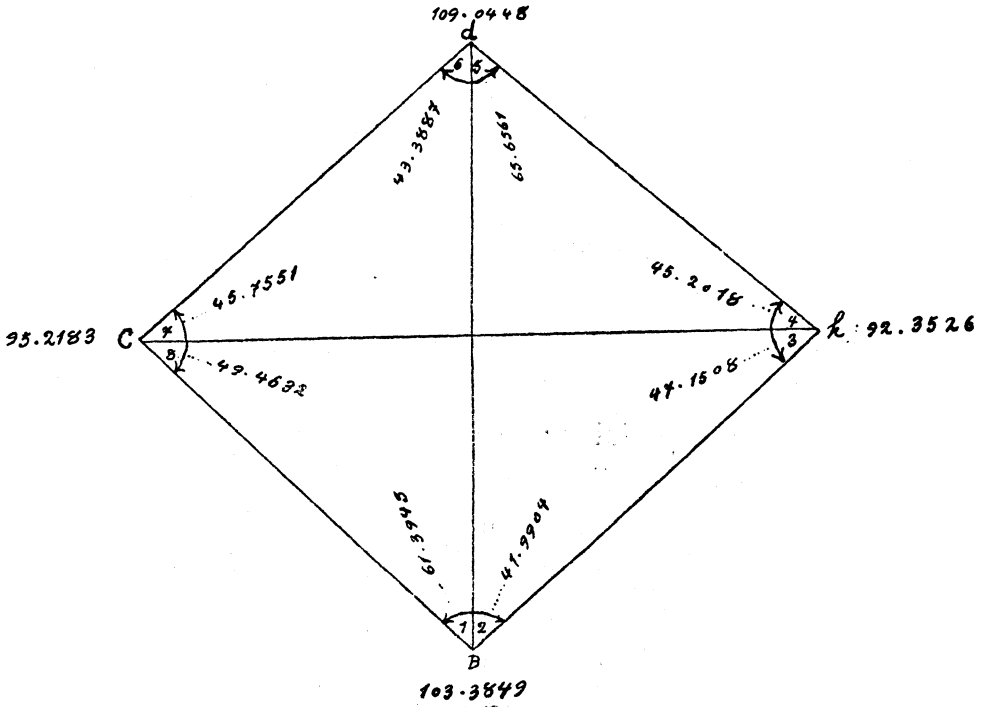
müvazene işlerini yaptıktan sonra, onu hemen aynen kabul etmekle, başka bir şartı aramamak kabahatini yüklenmiş oluruz. Filvaki ekalli murabbaat; vezin gibi, asgarlık meselesi gibi burada da dört re'se ait dahilî zaviyeler yekûnunun dört kaimeye müsavi olmasını ister. Ve bu, hem müvazenenin ve hem de hendesenin ebedî bir hakkıdır. Görülüyorki; eşkâl adlai çoğaldıkça, muadele şartları da o nisbette tezayüt etmektedir. Muadele şeraiti çoğaldıkça müvazene işleri de güçleşmeğe başlar. Mamafi akalli murabbaat usulü bunların hepsini kemali katiyetle halleder ve buna muktedirdir. Bilhassa birinci ve hatta ikinci nirengi hesaplarında behemehâl bu usulü kullanmak icabeder. Binaenaleyh grafik müvazeneler; ancak derece taliye ve salisedeki işlerde ve mevzii şebekelerde şayanı tatbiktir. Ekalli murabbaatın buralara kadar götürülmesi bir çok müşkülâtla karşılaşmasını mucip olur. Halbuki bu müşkülâta galebe ekseriya mümkün olamaz. Vakit olurki; yalnız bir noktaya ait müvazene hesapları, bir haftadan fazla devam eder. Ve farkına varılmamış ufak bir hatadan dolayı da bazan bütün emekler tamamen boşa gider.

İşte bu sebepten dolayı; Fransa eazımı riyaiziyunundan general "Burjuva,, sureti mahsusada yazdığı kitapta ekalli murabbaat için "içinden çıkılamaz,, cümlesini bilâperva kullanmıştır. General; bu ifadeyi sarf etmekle beraber, daha sade usullerle maksada varılmasını tavsiye etmektedir. Ve müaazeneye bel bağlamaktan ise, rasadatın mükemmel âletlerle ve hususî şerait altında yapılmasını ve en az hata veren metodların kullanılmasını ve 250 : 300 km. de tahkik dıhları alınmasını dermeyan etmektedir.

Bu noktai nazardan; bilhassa I. derece şebekelerinde tek-er müsellelerle zencirvari gidilip bazlar arasında ve münasip

mahallerde bir iki zürbaatüladla teşkili, müselleslerin $\frac{f}{3}$ ile ve zürbaatüladlaların zıkr edeceğimiz usul ile müvazeneleri bir çok hususattan yana şayanı istifade görülmektedir.

Biz arkadaşlarımıza ve alâkadarana bir "Armağan,, olmak üzere; bu makalede bir zürbaatüladlaın çok sade ve fakat netice itibarile her halde şayanı itimat ve nim hesabî bir müvazenesini göstereceğiz ve keyfiyetin iyice anlaşılması için de bir misal takip edeceğiz. Bilfarz:



Her hangi bir (c, d, h, b) zürbaatüladlarının, şekilde görüldüğü üzere birden sekize kadar zaviyelerini hülâsa³ cetvellerinden alarak berveçhizir yazdım.

1	No. lu zaviye	61.3945	} Bunların yekûnu	$b = 103.3849$
2	" "	41.9904		
3	" "	47.1508	} " "	$h = 92.3526$
4	" "	45.2018		
5	" "	65.6561	} " "	$d = 109.0448$
6	" "	43.3887		
7	" "	45.7551	} " "	$c = 95.2183$
8	" "	49.4632		

bulunsa yazmakta olduğumuz usulü müvazene icabı mutlaka ve mutlaka:

birinci müselles $b = 103.3849$ ikinci müselles $c = 95.2183$

$$h_3 = 47.1508$$

$$b_1 = 61.3945$$

$$c_8 = 49.4632$$

$$d_6 = 43.3887$$

$$\underline{199.9989}$$

$$\underline{200.0015}$$

$$f_1 = \dots - 11 \text{ saniye}$$

$$f_2 = \dots + 15 \text{ saniye}$$

üçüncü müselles $d = 109.0448$ dördüncü müselles $h = 92.3526$

$$c_7 = 45.7551$$

$$d_5 = 65.6561$$

$$h_4 = 45.2018$$

$$b_2 = 41.9904$$

$$\underline{200.0017}$$

$$\underline{199.9991}$$

$$f_3 = \dots + 17 \text{ saniye}$$

$$f_4 = \dots - 9 \text{ saniye}$$

olup, görüldüğü üzere birinci müsellesin f_1 namı altında (-11) saniyelik, ikinci müsellesin f_2 namı altında ($+15$) saniyelik üçüncü müsellesin f_3 namı altında ($+17$ saniyelik ve dördüncü müsellesin f_4 namı altında (-9) saniyelik kapatma hataları zuhur etmiştir.

Müsarratan söyleyelimki; bu zevayadan, fazlı küreviler alelusul çıkarılmış telâkki edilecektir. Tabiri aharla, f lerin kıymeti fazlı kürevilerin bilhesap imhalarından sonra bulunacaktır.

Müselleslerdeki zevayanın tashihlerine müteallık müvazene düsturları şunlardır:

1. numaralı zavivenin tashih rumuzu t_1 denilmiştir ve saniye olarak kıymeti $t_1 = \frac{1}{6} (2f_3 - f_2)$
2. " " " " t_2 " " " " $t_2 = \frac{1}{6} (2f_4 - f_2)$
3. " " " " t_3 " " " " $t_3 = \frac{1}{6} (2f_1 - f_3)$
4. " " " " t_4 " " " " $t_4 = \frac{1}{6} (2f_2 - f_3)$
5. " " " " t_5 " " " " $t_5 = \frac{1}{6} (2f_4 - f_1)$
6. " " " " t_6 " " " " $t_6 = \frac{1}{6} (2f_3 - f_1)$
7. " " " " t_7 " " " " $t_7 = \frac{1}{6} (2f_2 - f_4)$
8. " " " " t_8 " " " " $t_8 = \frac{1}{6} (2f_1 - f_4)$

Yalnız çok ehemmiyetle haber verelim ki; muhtelif "t,, lerin hesaplarında düsturlara girecek "f,, ler, işaretlerinin akisleriyle alınacaklardır. Zira; noksan zuhur eden müselleslerde tashih zaviyelerinin cem'i, ve bilakis fazla zuhur edenlerden bu zaviyelerin tarhı zaruridir.

Şimdi; birinci müsellesin zaviyelerine müteallık tashih miktarlarını hesap edelim.

Şekilde görüldüğü üzere; birinci müselleste; b reis zavivesi, 1 ve 2 No. lardan mürekkep olup binaenaleyh hem t_1 hem de t_2 miktarı tashihlerinin ayrı ayrı hesabı lâzımgelmektedir.

Şu halde:

$$t_1 = \frac{1}{6} (2f_3 - f_2) \text{ düsturunda}$$

f lerin kıymetleri mahallerine konacak olursa:

$$t_1 = \frac{1}{6} (2 \times -17 - 1 \times -15) = \frac{1}{6} (-34 + 15) = \frac{1}{6} \times -19 = \frac{-19}{6} = -3.17$$

buluruz. Binaenaleyh $t_1 = -3.17$ olur.

Aynı veçhile t_2 yi hesap edelim:

$$t_2 = \frac{1}{6} (2f_4 - f_2)$$

düsturunda yine f lerin kıymetlerini mahallerine koyalım:

$$t = \frac{1}{6} (2 \times +9 - 1 \times 15) = \frac{1}{6} (18 + 15) = \frac{1}{6} \times 33 = \frac{33}{6} = + 5.50$$

bulunur. Binaenaleyh; $t_2 = + 5.50$ saniye olur.

t_3 zaviyesinin hesabına girişelim:

$$t_3 = \frac{1}{6} (2f_1 - f_3)$$

düsturunda f lerin kıymetleri kondukta:

$$t = \frac{1}{6} (2 \times 11 - 1 \times -17) = \frac{1}{6} (22 + 17) = \frac{1}{6} \times 39 = \frac{39}{6} = + 6.50$$

bulunur. Binaenaleyh; $T_3 = + 6.50$ saniye olur.

Şimdi aynı müsellesin t_8 zaviyesini bulalım:

$$t_8 = \frac{1}{6} (2f_1 - f_4)$$

düsturunda yine f lerin kıymetlerini koyarsak:

$$t_8 = \frac{1}{6} (2 \times 11 - 1 \times 9) = \frac{1}{6} (22 - 9) = \frac{1}{6} \times 13 = \frac{13}{6} = + 2.17$$

bulunur. Binaenaleyh

$$t_8 = + 2.17$$

saniye olur.

Neticeyi hulasa ederek;

$$t_1 = - 3.17$$

$$t_2 = + 5.50$$

$$t_3 = + 6.50$$

$$t_8 = + 2.17$$

şeklinde yazalım.

Evvelcede yazdığımız veçhile birinci müsellesin b zaviyesi 1 ve 2 No. lu zaviyelerden müteşekkel bulunduğu için, miktarı tashihi t_1 ile t_2 nin mecmuu cebrîsi ve binaenaleyh $(5.50 - 3.17)$ ifadesile $+ 2.33$ olur.

Aynı müsellesin sağ ve sol zaviyeleri ise, mütenazıran t_3 ve t_8 kıymetleriyle tashih göreceklelerinden badelamelîye:

$$b = 103.3851,33$$

$$h_3 = 47.1514,50$$

$$c_8 = 49.4634,17$$

$$200.000,000$$

olup görüldüğü üzere musahhah zevaya mecmuu tamamen iki kaimeye müsavi çıkmıştır.

Birinci müsellesin tashihinde t_1 , t_2 , t_3 ve t_8 zaviyeleri bulunmuş olduğundan; şimdi diğer üç müsellesi birden müvazenelemek için mütebaki t_4 , t_5 , t_6 , t_7 zaviyelerini de hesap ederek cümlesini sıra ile yazalım:

$$t_4 = \frac{1}{6}(2f - f) = \frac{1}{6}(2 \times -15 - 1 \times -7) = \frac{1}{6}(-30 + 17) = \frac{1}{6} \times -13 = -2.17$$

$$t_5 = \frac{1}{6}(2F - F) = \frac{1}{6}(2 \times 9 - 1 \times 11) = \frac{1}{6}(18 - 11) = \frac{1}{6} \times 7 = +1.17$$

$$t_6 = \frac{1}{6}(2f - f) = \frac{1}{6}(2 \times -17 - 1 \times 11) = \frac{1}{6}(-34 - 11) = \frac{1}{6} \times -45 = -7.50$$

$$t_7 = \frac{1}{6}(2f - F) = \frac{1}{6}(2 \times -15 - 1 \times 9) = \frac{1}{6}(-30 - 9) = \frac{1}{6} \times -39 = -6.50$$

muamelelerle bu zaviyeler elde edilmiş bulunduklarından

$$t_1 = - 3.17$$

$$t_2 = + 5.50$$

$$t_3 = + 6.50$$

$$t_4 = - 2.17$$

$$t_5 = + 1.17$$

$$t_6 = - 7.50$$

$$t_7 = - 6.50$$

$$t_8 = + 2.17 \text{ olur.}$$

Binaenaleyh ikinci müsellesin c zaviyesi, t_7 , t_8 kıymetleriyle,

$$b_1 \quad , \quad t_1 \text{ kıymetile}$$

$$d_6 \quad , \quad t_6 \quad ,$$

muamele görmekte

$$c = 95.2178,67$$

$$d_1 = 61.3941,83$$

$$d_6 = 43.3879,50$$

$$200.0000,00 \text{ olur.}$$

Keza görülmektedir ki; bu müsellesde dahi netice tamamen iki kaimeye müsavi zuhur etmiştir.

Üçüncü müsellese gelince:

d zaviyesi, t_5 ve t_6 nın mecmuu cebrilerile
 c_7 „ , yalnız t_7 ile, ve
 h_4 „ , „ t_4 „ muamele göreceklerinden bin-
 netice musahhah zevaya,

$$d = 109.0441,67$$

$$c_7 = 45.7544,50$$

$$h_4 = 45.2015,00$$

$$\hline 200.0002,00 \text{ olur.}$$

Görülüyor ki; 17 saniye, fazla kapanma hatası bu sayede iki saniyeye tenezzül etmiştir. Şimdi tek müselles düşünce-
 sine göre iki saniyeyi, $\frac{2}{3}$ ifadesile reislerden tarh edersek:

$$d = 109.0441,00$$

$$c_7 = 45.7543,83$$

$$h_4 = 45.2015,17$$

$$\hline 200.0000,00 \text{ olur.}$$

Aynı veçhile dördüncü müsellesin musahhah zevayası da

$$h = 32.3529,67$$

$$d_5 = 65.6561,49$$

$$b_2 = 41.9908,84$$

$$\hline 200.0000,00 \text{ olur.}$$

Berveçhi bâlâ; muamele neticesinde; müselleslerin zeva-
 yası; tamamen tashih edilmiş olmakla beraber; zuerbaatülad-
 lam dört re'sine ait dahilî zaviyeleri cem edersek:

$$103.3851,33$$

$$95.2178,67$$

$$109.0441,00$$

$$92.3599,67$$

$$\hline 400.0000,67 \text{ olup;}$$

görüldüğü üzere; dört kaimesden 0.67 kadar bir fazlalık zuhur
 etmiştir. Binaenaleyh her re'se ait derece malûliyet miktarı

ancak 0.17 ye baliğ olabilmektedir. Bu usul müvazenedeki bütün mahzur işte bu kadar olup, bazı kere tamamen tevafuk ettiği de gayri vaki değildir. Mamafih bu kadar ufak bir zaviyenin 50 kilometrede yapacağı mesafe tesirinin, ancak (13) milimetreye edeceğini söylersek, mevzuubahs müvazenenin ne kadar kolay ve ne kadar pratik olduğuna derhal kanaat getirilir. Biz, Mecmuamızın gelecek nushasında bir zuerbaatüladlân birde tamamen grafik olarak muvazenesini göstereceğiz.
