

Müttehid hükûmetlerin batı kısmında birinci derece şebekesine tatbik edilmiş olan Bowie usulinde niregi müvâzenesi

Yazan : Müttehid hükûmetlerin sahil ve
jeodezik mesaha dairesi hesap şefi
Oscar S. Adams

Çeviren
Bahri Bozdağ

HÜLÂSA

Bu yazı, Amerika Müttehit hükûmetleri batı kısmının nirengi şebekesini muvazene ederken tatbik edilen yeni usulün bir münakaşasını havidir. Kavislerin uzamış ve yekdiğerile girift bir münasebet yapmış olması topunun bir muadele takımı halinde muvazene edilebilmesine pratik imkân vermiyordu. Yeni usule göre muamelede ise, böyle bir şebeke işi için bir takım rabit köşeleri bunlar arasında kalan kavis bölgelerinin kullanılması düşünülmüştür. Buraya birleşik Amerikanın batı yarısı için bu metod tatbik edilirken yapılan muamelelerin tam bir münakaşası ile birlikte rabit köşelerinin tesisi hakkındaki mütalaa derç edilmiştir.

Çemberlerin kapanma hatasına ait muadelelerin teşkili tafsilat ile bildirilmiş ve rabit köşeleri için kabul edilecek en iyi kıymetleri bulmak üzere ekalli murabbaat metodu (least squares) kullanılmıştır.

Tabeleler, muvakkat hesaplardan ve çenber kapanmalarından istihrac edilen muadelelerin neticelerini gösterir. Bu gibi tatbikat hallerinde bir misal yerine kaim olmak üzere normal muadelelerin teşekkül ve halleri de kayd edilmiştir. Sonunda ise, daha evvelki

muvazenede rabıt noktalarına verilmiş mevkilerin bu def'aki hal neticesinde aldığı nihaî tahavvülleri gösteren bir cedvel konulmuştur.

Makalenin hatimesi olarak nirengi kavislerinin [*] bu derece vasi mikyasa muvazene edilmesinden çıkan hakikatler behis mevzuu yapılmıştır. Yine bu kısım, bütün sahadaki çenberlerin mükemmel kapanışlarının delalet ettiği veçhile yapılan rasatların doğruluğunu belirten fikirleri ihtiva eder.

GİRİŞ

Birleşik hükûmetlerin birinci derece nirengi şebekesi sekseni mütecavüz senedenberi az çok intizam ile her sene tevsi edilmiştir. Birleşik hükûmetlerin batı kısmında ise kavisler tahminen elli senedenberi genişletilmektedir. Aşağı yukarı yeknesak tarzda olan bu artışlar yeni kavislerin zaten mevcut olanlara eklenmiş olmasile meydana gelmiştir. Her kavisin rasadı yapıldıkça akalli murabbaat usulile muvazenesi de yapılmış olduğu için, tatbik ve istifade edecek mühendislere tevdi edilen kıymet ve neticeler mütecanis bulunmakta idi. Bir çenberin tamamlandığı hallerde ise, kapanma hatasının kâffesi çenberin son kavisinin muvazenesinde bertaraf ediliyordu. Bu muamele heman ekseriya, son kâvse nâhoş şartlar tahmil ettiğinden rasatlarda mevcut bulunan umumî ahenğin tecviz etmeyeceği derece büküklükler meydana getiriyordu. Pratik sebepler bu metudun tatbîğini mecburi kılmıştı; çünkü aksi halde, her çenberin tamamlanmasında bütün nirengi şebekesinin tekrar muvazene edilmesine lüzum hasıl olacak idi. Bu gibi ekonomik şartlar dolayisile, müselleslerin esas zincirleri ikmal edilmeye ve o zaman umum mintakanın müttehiden muvazenesine teşebbüs edinceye kadar mezkûr usulün devamı münasip görüldü.

[*] Dil'lara çok büyük olduğundan kavs ismi verilmiştir. Mütercim

Birleşik hükûmetlerin batısında son kavis, 1926 yılında tamamlanmış ve umumî muvazene yapılmış idi. muvazenede takip edilen plan 1924 senesinde kararlaştırılmış ve muvakkat hesapların bir çoğu' daha son kavis ikmal edilmeden önce yapılmış bulunuyordu. Bu vüsatte bir teşebbüs ancak bu gibi hesaplara alışık büyük bir personel mevcudunun yardımı ile başarılabilirdi. Jeodezi şubesi mensublarından bir çokları hassatan zikr edilmelidir: Reynolds, Swick, Mitchell, Sutcliffe, Howard ve Rappleye teknik hususlarda kıymetli fikirler verdikleri gibi muvazenenin muadelelerini hazırlamakta yardım ettiler. Hesabatın müteakip safhasında ise esas işi Fentress, Kaufman, Darling, Duerksen, Shofnos, Clifford ve Wood yaptılar.

NİRENGİ ŞEBEKESİNİN BÜYÜMESİ

Kapanma hatasının bir çenberde bütün imtidad buyunca tevzi edildiği nirengi muvazenesinde malûmdur. Bu, ada veya bir göl etrafında yapılan nirengilerde olduğu vechile kavsın bir tek çenber teşkil etmesi halinde pek basit bir keyfiyettir. Fakat sistem yekdiğerine tedahül eden birçok çenberlerden mürekkep olduğu zaman bütün çenberlerin bir defada muvazenesine ait şart muadelelerinin halli muvazenenin istilzam ettiği hesabatın çok fazlalığı bakımından müşkulat arzeder.

Amerikada nirengi sistemine ait jeodezik kıymet,[*]atlantik sahiline yakın kavislerin pasifik sahiline yakın kavislere cılız bir iskelet halinde bağlı olduğu sırada hesap ve kabul edilmiştir. Bu basit kanavaya yeni işler ilâve edildiği zaman zuhura gelen çenber kapanma hataları ise muvazenesi yapılmış bulunan kısım sabit tutularak yeni kavislere yediriliyordu.

[*] Şebekeye verilen umumi ve müttelhit arz ve tul kıymeti kast ediliyor.

Daha eski işlerin muvazenesinde, astronomik semt rasatlarına Laplas tashihâtı vererek istihsal edilecek olan hakiki jeodezik semtler kullanılmış değildir. Tecrübe göstermiştir ki; yapılan semt rasatlarından şakul inhirafına ait tashihâtın icrasını müteakip istihraç edilecek şart muadeleleri vasıtasile cihet muhafaza edilmezse, bir nirengi kavsi dönmeye çalışır. Evvelki muvazenelerde hakiki cihet ile olan bu mübayenet, zamanla ve çenberleri kapayan yeni rasatlar yapıldıkça, nisbetsiz büyük farkların zuhuruna sebep olmuştur. Memleket kapalı bir çok nirengi kavislerine münkasım bulunduğundan bu muvazene usulü gittikçe itirazı davet eden bir hal aldı; çünkü ekseriya nisbeten kısa olan kavisler, kendi uzunluklarile mütenasip olmayan çenber kapanma hatalarını mas etmeye mecbur oluyor ve neticede uygunsuz derece büyük tashihat alıyorlardı. Bütün çenberlerin kapanma hataları çalışma tarzına nazaran, çenberin bütün uzunluğu kâmilten nazarı itibara alındığı takdirde intizar edilebilecek tarzda idi; yani, eski iş sabit bırakılarak yeni işe tevzin edilemeyecek derece büyük bulunuyordu. Umumünün birgün tekrar muvazene veya şebekedeki düzeltme nisbetsizliklerinin tahfif edilmesi lâzım geldiği anlaşıldı. Memleketin batı kısmı oldukça ideal ebatla çenberlere bölünmüş bulunduğundan metodun ilk tatbiki için doksan sekizinci tul dairesi dahil olmak üzere bu kısım intihap olunmuştur.

UMUMÎ MUVAZENE İHTİYACI

Bu mantıka, ebediyen sabit gibi itibar edilebilecek kıymetleri elde etmek üzere umumî bir muvazeneye kalkışmak için, nirengi kavisleriyle kâfi derece mestur bulunuyorsa, tetkik edildiği zaman muvazenede ciddi pratik zorluklar belirliyordu. Bütün mıntakanın

bir tek muvazene ile ve ekalli murabbaat usulile muvazene edilmesi takdirinde bu muvazene, aynı zamanda hal edilecek 3000 den fazla muadeleyi havi olacaktı. Bu ise, ekonomi bakımından makul olmamakla beraber, daha ziyade, modern hesap makinalarının kullanılması halinde bile müdhiş bir işi istilzam eder. Kezalik kurum ve hallerde bazı hataların yapılması mümkün olduğundan son neticelerin hesap zamanına kadar kendini ifşa etmiyecek olan bazı yanlışların tashihi için ayrıca çalışılması icap edecekti.

Mesele, bununla beraber, o zamanın mühim bir meselesi idi; çünkü birleşik hükûmetlerin batı şimal kısmından Britanya Kolombiyasının sahili boyunca Alaska içine uzanan birinci derece nirengisinin muvazenesine intizar ediliyor; Fakat bu yeni kavsin azime-tine yarayan istasyonların coğrafi mevkileri nihai surette kıymet almazdan evvel buna teşebbüs edilemiyordu. Bu kavis, büromuz ve Kanada Jeodezi servisinin müşterek mesaisile ölçülüp muvazene ediliyordu ve bu kavis tarafından Alaskaya nakledilen kıymetler Alaskadaki mesainin bütününi olduğu gibi, Kanadanın batı ve şimal batısındaki işleri de tahkik edecekti. Bu sebeple Kanada - Alaska kavsiniñ Vaşington şimal batısındaki azimet dil'i için mümkün olabilen en iyi kıymetin istihraç edilmesi lâzımgeliyordu.

MUTASAVVER BOVI METODU

Birleşik hükûmetlerin sahil ve jeodezi mesaha dairesinin nirengi şubesi şefi Doktor William Bowie tarafından, daha 1924 senesinde, bu kadar büyük bir nirengi şebekesinin muvazenesi hakkında iktisaden icrası kabil bir metut bulunmuştu. Bu zatin düşünüp tertip ettiği plana nazaran bu derece geniş bir sistem dahi nisbeten az masrafla ve nisbeten kısa bir zamanda ve kâfi bir katiyetle muvazene edilebiliyordu. Bowie metodunda, nirengi kavislerinin

teşkil ettiği çenberlerin kapanma hataları, birinci derece nivelman şebekelerinin muvazenesinde kullanılan usule aşağı yukarı müşabih tarzda tevzi edilmektedir.

Birleşik hükümetlerin batısındaki nirengi, yekdiğerini kesişen birçok kavislerden hasıl olmuştur. Şebekenin yeni usule göre tekrar muvazenesini yapmak maksadile iki rabıt noktası arasındaki kavis kısmı birim olarak kabul edilmiştir; Bu birim risalede bundan böyle sadece « Seksiyon » [*] deye anılmıştır.

Nirengi ile kâmilten örtölmüş her saha, formi uygun üçgen, dörtgen ve diğer şekillerin hasıl ettiği çenberlere ayrılmak ve diğer mutavassıt eşkâl ve istasyonları atılmak suretile daima, bu metoda üzere muvazene edilebilir. Atılan istasyonların umumi şebeke içine muvazene ile sokulması munzam hesaplarla sonradan yapılır.

Çenber kapanma hatalarının çenberi vucude getiren nirengi kavislerinin muhtelif seksiyonlarına tevzi edildikten ve rabıt noktaları olarak kullanılan istasyonların en muhtemel coğrafi mevki-leri bu suretle istihrac olunduktan sonra seksiyonların muvazene-leri rabıt köşeleri arasında ayrı ayrı yapılır.

Doktor Bowie nin talebi üzerine muharrir, muadelelerin teşkili ve ekalli murabbaat usulile muvazenesi ve planın pratik şekle ircai hususunda bir metod inkişaf ettirmiştir. İlk düşünüşte çenber kapanmaları için yekdiğerile münasibettar muadeleler istimal ederek muvazene yapılabileceği sanıldı. Fakat müteakip bir tedkik, bu yolda ekonomik hiç bir şemanın düşünölemiyeceğini gösterdi. dikkatle yapılan mütalaadan sonra, arz kapanmalarına bir takım tul kapanmalarına diğer bir takım olmak üzere iki müstakil muadele takımının kullanılması yolunda bir plan tekemmül ettirildi.

[*] Kısım veya bölge.

Mütercim.

Bu planın iktisadî ve pratik olmakla beraber aynı zamanda çenber kapanmalarındaki farkları memnuniyetbahş surette tevzi ettiği görülmüştür.

Metodun hesap nazariyesini istikmal ettikten sonra, projenin icrası müellifin tamamen uhdesine bırakılmıştır. Seksiyonların muvazenesinde, miktarı işin icabına göre değişmek üzere, 8 ilâ 12 hesapçı kullanılmıştır. Hesaba başlamayı müteakip on beş ay kadar bir zamanda iş, çenber kapanmalarını muvazene ve rabit köşelerinde rabit noktalarına verilecek en muhtemel vaz'ye kıymetlerini hesap edecek derece ilerlemişti. Bowie metodunun büyük iyiliklerinden biri muhakkak, bir çok hesapçıların işde aynı zamanda çalıştırılabilmesidir. Muvazene planına girildiği zaman, idhal edilecek muhtelif kavislerin bütün arazi işi henüz bitmiş değildi. Eğer bütün rasat kıymetleri elde hazır bulunsaydı, hesap işine seksiyon adedi kadar hesapçı memur edilerek netice çok daha kısa bir zamanda istihsal olunurdu. Keyfiyet büromuza raci olduğundan, arazi işleri kabili istifade bir hale gelir gelmez bunların ikmali hususuna gayret edilmiştir. Neticeler, Bowie usulünün ve şemayı tatbik için muhtelif hesaplara memur edilen hesapçıların kifayet ve ehliyetini bildirmektedir. Karışık bir nirengi şebekesini nisbeten kısa bir zamanda ve ilmî ve amelî bütün şartları karşılamaya kâfi kat'iyette muvazene etmeye muktedir bir sistem olarak tezahür etmesinden dolayı bu başarının, bütün amelî jeodezi müntesiplerinin dikkat nazarına layık olduğu kanaatindeyiz. Bu metodun zaman ve masrafca mucip olduğu ekonomi aşikâr olmakla beraber, başka usullerde muamelesi pek mümkün görünmeyen nirengilerin muvazenesini de sağlayabileceği bir hakikattir: Rabit noktalarının tayin edilmesine bir kişinin günde yedi saat çalışmasına göre 2200 filî iş günü icap etmiş ve rabit köşeleri arasındaki seksiyonların hesabı için de 1600 gün sarf edildiğine

nazaran şebeke muvazenesinin tekmil edilmesi yevmiye 7 saatten 3800 güne tevakkuf etmiştir.

MUVAZENE PLANININ İZAHİ

Muvazene şemasının tatbikında ilk merhale, kavislerin muhtelif kesişim mahallerinde rabıt köşelerinin şekillendirilmesidir. Bu köşelerin mümkün olduğu nisbette basit şekilde itthazı umumi bir veche isede bunların, kendilerinden inşa eden seksiyonlara birer tek dılı ile merbut olacak veçhile intihap edilmesine, kabil oldukça çalışmalıdır. Bütün hallerde bu gaye mümkün olmamış ise de elden gelen yapılmıştır. Rabıt köşeleri bazı hallerde yalnız bir veya iki dörtgenden ibaret idisede diğerlerinde oldukça karışık şekillerde bulunuyordu. Bu plan kavislerin rasad edilmeleri zamanında teemmül edilmiş olsaydı, daima ideal basit şekillerin rasat edileceğine hiç şüphe edilemez. Fakat iş bir defa yapılmış olduğundan eldeki malumatın en iyi kullanılmasından başka yapacak bir şey yoktu.

Rabıt köşelerinin tefrik edilmesini müteakip bunların içinde her hangi bir dılı ve semtin kabul edilmesi lâzımgelir. Rabıt köşesinin içinde ölçülmüş bir baz ile rasat edilmiş bir laplas semtinin bulunması ideal vaziyettir. Bu halde bu köşe ekalli murabbaat usulile muvazene edilir ve mesaha edilen baz ile semt de kontrol ihtiyacını temin eder. Seksiyonların azimet ettiği her dıl'ın uzunluğu ve semti bu muvazenede tesbit edildikten sonra, seksiyonların muvazenesi bu dılların kıymetleri vasıtasile yapılır.

Rabıt köşesinde, şayet, ölçülmüş bir baz yahut rasat edilmiş bir Laplas semti mevcut değilse, köşenin bir dıl'ı için uzunluk veya semt kıymetinin; yahut hiç biri mevcut değilse, her ikisinin kabul edilmesine zaruret hasıl olur. Bu maksat için umumî olarak, en yakın

kontrol kıymetlerinden kalkılarak radyal [*] seksiyonların imtidadınca rabıt köşesinin herhangi bir dıl'ına kadar muadeleler kurulur; vezin nazarı itibare alınarak buna bir kıymet hesap ve istimal için bu kıymet kabul edilir. Baz veya bir semte yakın olan bir dıl,ın vezni uzaktakinden daha fazla olmakla, vezinler muhtelif iltisakların sıhhat dereceleri göz önüne alınmak suretile verilmiştir. Başlıca hedef, kabul edilecek kontrol kıymetlerinin muhtelif seksiyonların en yakın baz ve Laplas semtleriyle âzamî mutabakatta olmasıdır. Seksiyonlarda muadelelerden çıkarılan muhtelif kıymetlerin makul tarzda telifi daima mümkün oldu.

İntihap edilen rabıt köşesinin herhangi bir kavisde daha evvelce muvazene edilmiş bulunduğu hallerde köşenin dılı ve zaviyeleri, diğer seksiyonlar vasıtasile bulunan kıymetlere makul bir uygunluk ibraz ederse, sabit tutulmuştur. Mücavir seksiyonların baz ve Laplas semtleriyle en iyi tarzda çakışmasının hedef olduğundan, bu kıymetlerin tesbit edilmesinde, muhtelif metudlar kullanılmıştır.

LAPLAS SEMTLERİ

Laplas sem kıymetlerinin nasıl istihsal edileceği gibi bir sual varit olabileceğinden bu hususta biraz fikir vermek belki minasipdir. Laplas semti rasat edilen astronomik bir semt olup şakul inhirafının buna olan tesiri tashih edilmiştir. Bu tashih, bir nokta üzerinde, astronomik arz gibi astronomik tulünde rasat edilmesi halinde hesaplanabilir. Astronomik kıymete A ve jeodezik olana g işareti verildiğine nazaran

$$(A-g) \text{ semtde} = - [(A-g) \text{ tulde}] \sin \Phi$$

minasebeti vardır. Düsturdaki Φ , mevkifin arzını gösterir. Bu tashihin hesap edilmesinde, muvakkat hesaplardan istihraç edilen

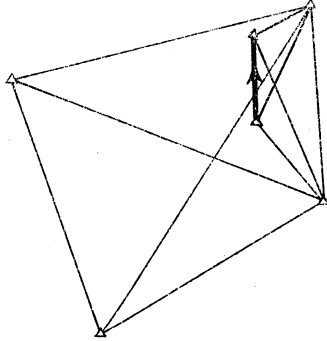
[*] Şuai, kutri.

Mütercim.

jeodezik tullerin en uygun kıymeti kullanılır ve bu, ekseriyetle nihaî kıymete nazaran kavis saniyesinin birkaç ondasından ziyade fark yapmaz. Bu sebeple, hesap edilen tashih sıhhate pek yakın olarak bulunur. Rabit köşesinde jeodezik tul için nihaî kıymet kabul edildikten sonra semtde dahi, jeodezik tulde vukua gelen değişikliğe nazaran, küçük bir tashih yapılır. Kezalik semtde yapılan değişiklikde rabit köşelerinin arasındaki seksiyonların nihaî muvazenesinde nazarı itibare alınır.

TİPİK RABİT KÖŞELERİ

Rabit köşelerinde esas olarak alınacak semt ve dılların göstereceği muhtelif vaziyetlere bir misal olmak üzere bu muvazenede zuhur etmiş olan üç tipik hal için birer diyagram derc edilmiştir. Bir numaralı şekil gayet basit bir misal gösterüp bu,

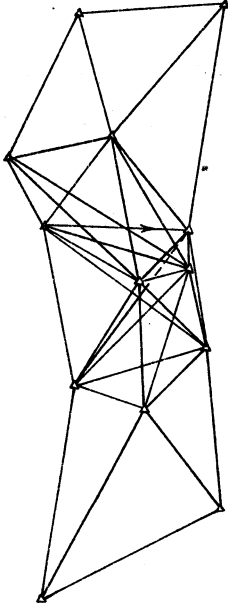


Şekil 1 — Baz ve laplas semtini havi basit rabit köşesi

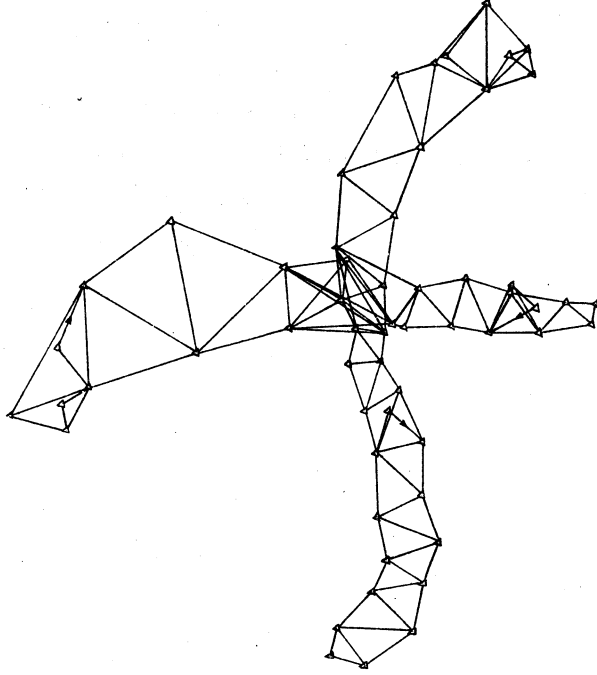
(kalın hatla çizilmiş) bir mesaha bazı ve (okla işaretlenmiş) bir laplas semtini ihtiva eden basit bir şekilden ibarettir. İki numaralı şekle nazaran mezkûr esas kıymetler rabit köşesi içinde yine mevcut isede şekilce oldukça daha karışıktır.

Üç numaralı şekilde nihayet, en karışık hale ait bir misal görmekteyiz. Bunda, dılı ve semt kıymetlerinin dört muhtelif seksiyon vasıtasile rabit köşesine nakil edilmesi lâzımgelmektedir.

Her birinde, kıymetleri intikal ettirecek olan basit müselles zinciri gösterilmiştir. Bizzat rabıt köşesi, fer'imüselleslerin tay edilmesi halinde dahi yine oldukça karışıktır. Bu, bütün muvazene esnasında zuhur eden en kompleks haldir. Mezkûr muvazene tarzının tatbik edilen herhangi bir vaziyette, rabıt köşesinin dılı ve semti, arzu edildiği her hangi bir tarzda tayin edilebilir. Ancak bu esnada intihap edilen kıymetlerin mücavir seksiyonlardaki sabit kıymetlerle tamamen uyuşması göz önünde tutulmalıdır. Muvazenemizde



Şekil 2 - Müteaddit istasyonu havi karışık rabıt köşesi



Şekil 3 - Bâz ve lâplas semti bulunmayan rabıt köşesi
Kavlerin kesişdiği rabıt köşesinde dılı' kıymeti kalın çizilen dört bazla ve semtde okla gösterilen dört lâplas semtiyle kontrol edilmiştir.

bu vechenin muhafazasına daima önem verilmiş ve bu maksatla münferid vaziyete uymak suretile takip edilen metod, ara sıra değiştirilmiştir.

[Devamı var]

