

Yatay açı ölçümünde başlıca hata Menbaları

Yazan :
C. V. Hodgson
Assistant Chief, Division
of Geodesy
Manual of First-Order
Triangulation

Ter. Eden :
Yk. Müh. Yb.
Selâhattin Sevgör

Rasat şartlarının seçiminde ve aletin kullanılmasında gösterilen ihtimam, ve karar vermekte gösterilen isabet sayesinde yatay açı ölçülerinde yapılan hemen bütün kaba hatalarla birçok ufak hatalardan kaçınılmanın mümkün olabileceği bugüne kadar elde edilen tecrübelerden anlaşılmıştır. (Rasat şartları) denince yalnız hava şartları değil, aynı zamanda iyi bir seçimin de şartlarının yerine getirilmesi ve muhtelif derecedeki sistematik hataları önleyecek tedbirlerin de alınması manası anlaşılmalıdır. İyi bir rasıt, elindeki aletin kabiliyeti nisbetinde daima iyi netice alan, ve ekonomik düşüncelerle daha az sıhhatta rasat yapılması icap ettiği zamanlarda kullanılan rasat usullerinden doğabilecek hatanın takriben ne kadar olabileceğini kesdirebilen kimsedir. Kullanılan aleti iyi tetkik etmek ve doğru kararlar almağa alışmak ile ancak bu kabiliyet elde edilebilir. Tecrûbe büyük rol oynamakla beraber aşağıdaki hususlar bu kabiliyeti elde etmeğe yardımcı olabilir.

Dikkatsizlik ve aceleden doğan büyük hataları ihmal ederek küçük hataları doğuran sebepleri ortadan yoketmeğe uğraşmanın zararlı olduğunu hiç bir zaman hatırdan çıkarmamak lâzımdır. Bu sebeple muhtelif çeşit hataların nisbi ehemmiyetleri unutulmamalıdır. Ekseriya birinci derece röperlerin mesafeleri milimetresine kadar çok sıhhatli ölçülmesine mukabil bu mesafenin yatay veya mail olduğu notu karne üzerine yazılması unutulur, veya (güneş-hedef) vaziyeti rasıt tarafından sıkı tetkik edilmesine mukabil de aletin sehpayı sıkıca tesbiti unutulur.

Hedefi dürbün içine almak basit bir ameliyedir. Hedef dürbün içerisinde kıl ortasına bir defa iyice alındıktan ve buna kanaat getirildikten sonra daha iyi tatbik yapmak gayretile müteaddit defa tahkik ve kontrolle uğraşmak hatadır. Süratlı yapılan rasatlar umumiyetle iyi rasatlardır. En az hareketle istinilen işi alet üzerinde yapabilmek için rasıdın bu hususta kendisini iyi yetiştirmesi lâzımdır, ancak bu sayede sür'at sağlanabilir.

Hedefe tatbik hatası, verniyer tahmin hatası gibi hatalardan başka, yatay açı ölçmelerinde başlıca dört çeşit hata kaynağı vardır; ehemmiyet-

leri sırasile bunlar: alet hataları, ziya hatası (güneş), eksentrisite hatası ve yatay refraksiyondan doğan hatadır.

Alet hatası : Alet ayarları, ve ayarların tam ve mükemmel yapılmamasından doğan hataların açısı üzerindeki tesirleri herkesin malûmudur. Bu hatalar iki sınıfta toplanarak hülâsa edilebilir :

1 — Tatbik edilen rasat usulile tesirleri bertaraf edilen hatalar,
2 — Hiç bir suretle tesirleri bertaraf edilemeyen hatalar. Birinci sınıfa dahil olanlar :

- a) Kalimasyon ayarının mükemmel olmamasından doğan hata,
- b) Verniyerlerin birbirinden muhtelif aralıklı olmasından doğan hata,
- c) Verniyerlerin etrafında döndükleri dönüş eksenine nazaran taksimat dairesinin eksentrik olmasından doğan hata,
- d) Dürbün muylu ekseninin tam yatay olmamasından doğan hata,
- e) Taksimat dairesi hatası (bu hata, muhtelif silsileleri muhtelif taksimat dairesinde okumak suretile kısmen ifna edilir) dir.

İkinci sınıfa dahil olan ve tesirleri hiç bir suretle bertaraf edilemeyen hatalar da, taksimat dairesini yatay yapan tesviye ruhu ayarındaki hata ile paralask hatasıdır. Bundan başka hesaplanması ve takdir edilmesi müşkil olan diğer bazı hatalar da vardır.

Ana mil yataklarda fazlaca delk, veya bu yatakların intibakındaki gevşeklik, veyahut da teodolit ayak vidalarının yuvalarında gevşek oturması, bazı teodolitlerde (sürüklenme) ye sebep olur. Fazla delkten doğan hata, her yarım silsilenin baş ve sonunda mebdde istikameti bir defa okumak suretile kendisini belli eder. Eğer dürbünün hareketi, taksimat dairesinin hafif sürüklenmesini mucip oluyorsa aynı şekilde kontrol kıraatlarile sürüklenmenin mevcudiyeti anlaşılır.

Yatakların intibakındaki veya teodolitin sehpa üzerinde oturmasındaki gevşeklik aynı tarz ve şekildeki kontrol rasatlarile kendisini gösterir. Dürbünü saat ibresi istikametinde geniş kavisle çevirmek suretile silsile rasadına başlamak, intibaksızlığı ve gevşekliği daha mebdde istikamette son haddine getireceğinden, müteakip istikametlerdeki fena tesiri nisbeten azaltılabilir.

İkinci dürbün vaziyetine geçilince dürbünü saat ibresi aksi istikametinde aynı şekilde geniş kavisle çevirdikten sonra rasat yapılmalıdır. Dürbünü çevirirken rasat istikametini geçmiş bulunursa aynı ameliye yeneden yapılır. Her istasyonda iki veya üç silsilede ufku kapatmak yani mebdde istikamete rasat, sürüklenme hakkında bir bilgi vereceği için faydalı olabilir. Ufku kapatmak için mebdde istikamete kontrol bakışı karneye yazılmaz ve silsilenin hesaplanmasında kullanılmaz.

Hararet tahavvülü alet üzerinde fena tesir yapacağından rasatlardan iyi netice alınabilmesi için küçük teodolitlerde bile güneş şuasının alet üzerine gelmesini önlemek lâzımdır. Hararet tahavvülü tesiri birçok şekilde tebaruz eder. Taksimat dairesinin güneşe dönük tarafı fazla inbisat edeceğinden güneş ziyası, tesiri izale edilemeyen bir eksentrisite hatası vücuda getirir. Güneş ziyası muylu uçları yüksekliklerinde yani kuturlarında tahavvül vücuda getirir. Oküler bileziği intizamını kaybeder, ve bunlar anbean tahavvül gösterdiğinden rasat usullerile tesirleri yok edilemez. Hedefe süratlı rasat yapmak yavaş yapmaktan çok daha iyi netice vereceğinin başlıca sebeplerinden biri de bundan ileri gelmektedir.

• Rasadın aleti kullanma tarzı da, tesiri takdir edilemeyen unsurlardan biridir. Hedefe süratlı tatbik yapmak gayreti rasadın sakınmak istediği hatalardan daha büyük hatalar bazan doğurabilir. Hiç bir zaman rasadın eli alet üzerine tazyik yapacak gibi temas etmemelidir. İnce hareket vidalarile taksimatlı tanburlar merkezi devir yapacak gibi çevrilmeli, cânibi çarpmalardan korunmalıdır. İnce hareket vidalarının hareketlerini tanzim eden içlerindeki yay tesiri daimi kontrol altında bulundurulmalı, yay tesirlerinin aksi cihetinde vidalar çevrilince hareketlerinde bir atalet olup olmadığı tahkik edilmelidir. Hissedilir bir atalet görülür, izale ve tashihi mümkün olmazsa ince hareket vidaları rasat esnasında kullanılırken son çevrilişleri yay tesirinin aksine yapılmalıdır.

Büyücek hatalar umumiyetle teodolit ayak vidalarından olur. Ayak vidaları uçlarının sehpa başlığı üzerindeki yuvalarına veya pilyeye güzelce oturmuş bulunduklarına dikkat edilmelidir. Sehpa ayaklarına ait kelebek vidaları çok güzel sıkışdırılmış bulunmalıdır. Sehpa ayaklarından lüzumu kadar uzak tutmağa rasit kendisi alışdırmalı, gevşek zemin üzerinde vücut ağırlığının sehpa ayaklarına intikal etmemesine dikkat etmelidir. Uzun zaman kurulu kalmış rasat kulelerinde cıvata delikleri bollaşmış ve ahşap kısımlar yaylanmayı kaybetmiş olacaklarından rasatlardan iyi netice sağlamak çok müşkildir.

Ziya : Yatay açı ölçmelerinde hedefin tecanüssüz aydınlatılması, veya güneşin vaziyeti mühimce hatalar doğurur. Bu hatalar, eksentrik rasat hatasından başka bir şey değildir, yalnız hata mikdarı kesdirilemediğinden rasatlara düzeltme mikdarını getirmek mümkün olamaz. Rasit için müşkilât eksentrisitenin mikdarını doğru takdir edememesi ve bu mikdar üzerine tesir eden faktörlerin sür'atla değişebilmesidir. Güneşin rasat istikametile teşkil ettiği açı, bakılan hedefin şekli, güneş ziyası şiddeti hedefin görünüşü üzerinde tesir eden faktörlerdir.

Bir hedefin tam güneş ziyasile hiç güneş ziyası görmeyen kısımları arasında yarı gölgeli kısım, güneş ziyası şiddetile mütenasip zahiri genişliğinde tahavvül gösterir. Hedefler silindir veya küresel şekilde bulunsalar

rasatlara tashih miktarı getirilebilir. Fakat umumiyetle bakılan hedefler bu şekilde değildir. Zıyanın hedefler üzerinde aldatıcı tesirlerinden korunmak için en iyi çare, haricî görülebilir hatlarını dürbün içerisinde iyice tetkik etmek ve hangi ziyanlanmış kısım üzerine rasat edilmekle hatadan kurtulmanın mümkün olabileceğine hüküm vermektir.

Eksentrisite : Merkezi, istikameti ölçülecek esas noktanın şakulinden geçmeyen hedef veya alet (eksentrik) dir denir. Mesafe ve istikameti malûm olan eksentrik noktaya her zaman tashih miktarı getirmek mümkündür. Rasatlar ekseriya muayyen bir mesafedeki muayyen bir eksentrisitenin kaç saniyelik bir hata vücuda getirebileceği hakkında tahmin yürütmek isterler.

Bunun için 30 Km. mesafede 5 cm. eksentrisite hatası takriben bir grat saniyelik bir hataya sebebiyet verdiğini hatırd tutmak kâfidir. Kısa mesafelerde teodolit veya ziyanın şakullenmesinde yapılacak hata büyükce hatalar tevhit eder.

Ufki inkisar : Teodolitin kurulu bulunduğu nokta ile, rasadı yapılan nokta arasındaki kavisli ışın yolunun yatay komponenti tashis edilemeyen bir hata doğurur. Rasat şartlarının intihabında ve istikşafın yapılmasında gösterilecek titizlik sayesinde ufki inkisar hatasından geniş ölçüde kurtulmak mümkündür. Ufki inkisarın mevcudiyetini her zaman evvelden kesdirmek mümkün olamaz. Fakat aşağıda kısaca anlatılan bazı topografik ve atmosferik şartlar, inkisar hatasının doğmasında mühim amil olurlar.

Normal şartlar altında, arza yakın olan hava tabakaları, üsttekilere nisbetle daha kesiftir, ve arzı takriben paralel keplar. Yamaçlarda muhtelif kesafetteki hava tabakaları ufki vaziyette bulunmazlar ve bu tabakaların içinden geçen ışınlar ufki ve şakulî kırılma yapar. Hava tabakaları kesafetlerindeki farkın büyüklüğü ve bunların ufka nazaran maillliği nisbetinde, içlerinden geçen ışınların ufki inkisarı da o nisbette büyük olur.

Havanın gayri müsavi şekilde ısınması, kesafet farklarının doğmasında en kuvvetli sebeptir. Rol oynayan faktörler arasında rüzgâr şiddeti ve istikameti de vardır. Fakat şiddetli rüzgâr mücavir hava tabakalarının kesafet ve hararet tahavvülleri üzerinde daha az müessirdir. Bir çok zamanlar rasat istikametlerinin yamaçları yalayarak geçmesi icap edebilir. Rasatların ilk silsilelerinden kapanan üçkenlerden bir ufki inkisar görülürse, bu takdirde bulutlu havalarda veya rüzgârın yamaç yukarı esdiği bir zamanda rasatlar yapılmamalıdır. Rüzgârın yamaç aşağı esdiği ve rasat istikametini de kesdiği takdirde yamacın ısınmış havası ölçü neticelerini tehlikeye düşürebilir. Büyük binaları, taş duvarları rasatların yalaması da kırılmalara sebebiyet verir, bunlar rasıda yakın olduğu nisbette açısız kırılmalar da büyük olur.

Düzlük araziye yalayan rasat istikametlerinde, muhtelif cins nebat şartlarının tahavvülü tesirile de ufki inkisar vücuda gelir. Ve bilhassa düzlük arazide orman bulunması ve serin rüzgâr esmesi ufki inkisarin daha fazla artmasını mucip olur.

İnkisarı mucip bütün bu sebeplerden dolayı gece rasatları, buna benzer sebeplerle daha başka hatalarda bulunmasına rağmen, gündüz rasatlarından daha sıhhatlidir. Yalnız karneci etrafa şiddetli hararet neşreden lüks lâmbası kullanır ve bunu rasıdın hemen yakınında bulundurursa, rasadın ısınmış hava tabakalarından yapılması sebebiyle boş yere ufki inkisarin doğmasına sebebiyet verilmiş olur. Rasat istikametine yakın kamyon ve sairinin bulunuşu da kabili ihmal olmayan inkisar hatası tevhit eder.

Ufki inkisarin her zaman çok az olduğu zannedilmemelidir. İstikamet vasatî hatası umumiyetle 1.5° saniye civarında olan birinci derece rasatlarında ufki inkisarin 9° ilâ 18° saniyeye çıktığı az görülmüş bir hal değildir. Bazan bir gece zarfında yapılan bütün silsile rasatlarının neticeleri çok memnun edici olmasından dolayı inkisarin farkına varılamaz. Üç-ken kapanmaları inkisar için en esaslı ölçektir.

Hava tabakaları kesafetlerinin değişik oluşlarının tesiri dürbünle bakılınca hedeflerin sabit ve devamlı görünmeyişlerinden farkına varılır. Dalgalı hedefler ve titrek ziyalar, merkezlerinin zamanla dürbün içerisinde yarı sabit kaçıklık yapıp yapmadıkları tetkik edilmelidir. Bunun için dürbün hedefe dikkatla tatbik edilir, bir ilâ iki dakika hedefin hareket hali ve hareket vüsatı belli oluncaya kadar tetkik edilir. Hedef veya ziyanın dürbün kıllarından muvakkaten uzaklaşmasından dolayı, bu gibi hedefler hakkında (yürüyen hedef) tabiri kullanılır. Hedeflerin geçici yer değiştirmesi, iki üç dakika içinde 30° ilâ 45° saniyeyi bulduğu görülmüştür. Bu derece hedefin yer değiştirmesi nadir olmakla beraber rastlandığı takdirde rasatlardan iyi netice umulamaz.

Rasat sıhhatı üzerine tesir eden diğer sebepler

Ziya parlaklığı ve büyüklüğünün tesiri : Lâburatuvar tecrübe-lerinden katiyetle anlaşılmıştır ki hedef büyüklüğünün rasat sıhhatı üzerinde büyük tesiri vardır. Bunun gibi nirengi işlerinde de ziya büyüklüğünün rasat sıhhatı üzerinde nisbeten tesiri vardır. Fakat bu zahiri ziya büyüklüğünü arazi üzerinde her zaman kontrol eden vasıta yoktur. Şurası muhakkaktır ki büyücek ziya hedeflerine tatbikten doğan rasat hatası, diğer çeşitli hatalara nisbetle büyük değildir. Muhtelif mesafeler için ziya kutrunu tayin eden nazari formüller bazı jeodezi literatüründe tesadif edilmektedir, fakat mesafenin ekseriya 15 kilometreden daha uzun oluşu ve uzak me-

safelerden gelen ziyanın zahiri büyüklüğü tamamen hava vaziyetine de bağlı olduğundan dolayı bu nazari formüller arazi üzerinde kabili tatbik değildir. Bir elektrik lâmbasından gelen ziya bazı gece, bir nokta olarak, bazı gece de kırk ve daha büyük saniyelik bir açı tahtında görünür. Bir saatlik bir zaman fasılası içinde zahiri ziya büyüklüğü bir hayli tahavvül gösterdiği muhakkaktır. 10 ilâ 20 kilometreden daha uzak mesafelerde ziyalarda diyafram kullanmak ziya şiddetini azaltır, fakat zahiri şeklini küçültemez.

Sihhat üzerine tesir eden sebeplerden biri de ziya parlaklığıdır. Rasat yapılan bütün istikametlerdeki ziyaların aynı parlaklıkta olması ve teodolit kıl plakası üzerindeki aydınlatmanın sabit tutulması sayesinde en yüksek bir sihhat sağlanacağında şüphe yoktur. Diğer taraftan da seçilemeyecek kadar zayıf olan ziyalara rasat yapılarak birinci derece nirengiden istenen sihhati elde etmenin mümkün olacağını uzun senelerin tecrübesi göstermiştir. Karşıdan ziyanın zayıf geldiği zamanlar, kıl şebekesi aydınlığını hedef görülecek kadar azaltarak veya tamamen söndürerek tatbik yapmak ve kıl şebekesi aydınlığını münavebe ile açıp kapamak suretile hedefin kıllara tatbikini sağlamak mümkün olur.

Hafif ziyalara rasatta sihhat temin etmek için maruz kalınan müşkilât kadar büyük ziyalarda da karşılanacağı zannedilir, ve bir dakikadan fazla kutru olan ziyalara, ekseri modern âletlerde olduğu gibi, aralığa 25 ilâ 35 saniye olan çift paralel kılı teodolitlerle rasatta birinci derecenin istediği sihhati sağlamak ümitsiz görülür. Bir çok senelerin tecrübelerinden bunun yapılabileceği ve gözün büyük hedeflere çok az hata ile tatbik yapabileceği anlaşılmıştır.

Ziya çok büyük ve dalgalı ise dış çevresindeki intizamsızlığı rasat esnasında gidermiş gibi gösteren ve daha muntazam bir hale sokan küçük büyüttürmeli oküller, ziyanın hangi noktasına rasat yapmanın doğru olacağı kanaatini rasada daha iyi sağlar. Rasat yapılacak nokta ekseriyetle ne ziyanın tam ortası ve ne de sabit gibi görünen yeridir, takriben ikisi ortasıdır. Rasat yapılacak noktanın kat'iyetle doğru olarak seçilmesi ancak rasadın uzun tecrübesile mümkün olur.

Eğer ziya pek şiddetli parlak ise, okülları aydınlatan ziyayı rasat anında kırmak gibi yanlış bir temayül vardır. Kullanılan pil adedini azaltmak veya eskilerini kullanmak suretile hedefin şiddetli ziyasını tahfif etmek çaresi olduğu gibi rasadın teodolit oküllerini aydınlatan ziyanın şiddetini çoğaltması gibi bir çareye de baş vurması mümkündür, veya her iki tedbir de birden alınabilir. Şiddetli ziyanın tesirini, oküller kıllarını kalın ve siyah yapmakla yok etmek, baş vurulacak bir tedbir olabilir. Rasat edilen ziya zayıf olduğu zaman oküller tenvir ziyasını hafifletmek gerektiğinden oküller kıllarının kalın ve siyah oluşu ayrıca bir faide sağlar. Oküller içindeki şakuli kıl, çift paralel ise bunların tam muvazi ve mütecannis

kalınlıkda olması lâzımdır. Çift paralel şakuli kıl tertibatı, hedefi kapatmaması sebebiyle küçük teodolitlerde bile tek kıla nazaran üstün tutulur.

Maniaya kısmen çarpan ziyalar : Hedefden gelen ziyalar, ara yerde bir mania tarafından kısmen örtülürse ölçülen açılar hatalı olur. Bu hatalar da ancak üçken kapanmalarında kendini belli eder. Kırk kilometre mesafeden gelen ziyanın, rasıttan onbeş kilometre mesafedeki bir ağaç tarafından kısmen kapatılmasından takriben yedi saniyelik bir hatanın doğduğu görülmüştür. Bazan gündüzün yapılan istikşafalarda mania yanından geçen bir istikametın açık ve serbest bulunduğu, ve fakat geceleyin inkisardan dolayı istikametın tamamen veya kısmen kapandığı çok kerre vakidir.

Rasatta sür'at : Âlet hataları konusunda rasat sür'atının rasat sıhhatını arttırdığı belirtilir. Sür'at aynı zamanda ekonomi bakımından da faydalıdır. Rasatta sür'at, acele hareketler ve dikkatsiz çalışma manasında alınmamalıdır. Tatbikin iyi olduğu kanaatı rasıda geldikten sonra normal bir ziyaya dürbün tevcih ve tatbiki birkaç saniyelik zaman sarfını ister. Hafif titrek ziyalara tevcih ve tatbik için sarfedilecek zaman şüphesiz biraz fazladır. Mikrometre okunuşu da tereddüdsüz yapılmalıdır. Gözle görülebilen normal ziyalarda ve zaif olanlarda da tevcih için fazla zaman sarfetmemek şartile tecrübeli bir rasıt gece rasatlarında bir istikamet için tevcih, tatbik ve mikrometre okunuşlarını bir dakikalık bir zaman sarfile yapabilir. Yani beş istikametli bir istasyonda, mebdde kaydırmak dahil, rasatlar on dakikada, hatta daha az bir zamanda bitirilebilir.

Rasat Neticelerinin Tetkiki

Bir istasyonda muhtelif silsileler hesaplandıktan sonra herhangi bir istikamet için elde edilen rasat neticeleri arasındaki mühimce farklar, bu istikamet için alınan vasatî değerin hakiki değerden çok farklı olduğu manasına gelmediği gibi, az farklar da bir konstant hatanın mevcut olduğuna işaret değildir. Kullanılan âlet ve tatbik edilen usuller ekseriyetle beklenen sıhhatı sağlar. Beklenen sıhhatın elde edilemediği görülürse hata menbainin nerede olduğu rasıt tarafından araştırılmalı ve hata giderilmelidir. Hata ufki inkisardan ileri gelmişse âleti veya ziyayı yükseltme çarelerine baş vurulmalıdır. Ufki inkisar mevsim rüzgârlarından doğmuş ise rüzgârın durmasını beklemek, uzun sürmesi ihtimal dahilinde ise, maliyet bahasına, rüzgâr kesilinceye kadar başka noktalara rasada gitmek ve bil'ahere tekrar o noktaya dönmek tavsiye edilebilir. Hatayı gidermek için zorlayıcı tatbik veya mikrometre okunuşu hiçbir zaman caiz değildir. İyi üçken kapanmalarını sağlamak gayesile yapılan zorlayıcı tatbik ve mikrometre kıraatı, muvazene hesaplarından sonra o istikametlere büyük tashih mikdarı getireceği unutulmamalıdır. Rasatlardan en iyi netice, görüldüğü gibi tatbik ve okumalarla sağlanabilir.