

UZAKLIK ÖLÇÜMÜ

Yazan : Yüzbaşı
İlhan ÖZDİLEK

Alt dereceli geodezinin konularından olan plân ve kadastro haritaları, bildiğimiz gibi şehircilik - bayındırlık, orman - tarım, yol, su inşaatları, vergi tayinine ve bunlara benzer çalışmalara temel olmaları yönünden önemlidirler. Genel bir sınıflandırma yapacak olursak; plân çalışmaları, astronomi, gravimetri, rasatları, I. , II. , III. , IV. derece nirengileri ve nivelmanı yapılmış olan yereye kullanılmaya hazır plan ve haritaların çizimine kadar yapılan ölçü ve hesapların bütünüdür.

Plâna alınması gereken ayrıntı, kullanılacağı yere, maksada göre tarla bahçe hududu, yapı köşeleri, yol ekseni, köprü ekseni, baş ve son noktaları, köprü ayaklarının yerleri, kanal güzergâhı, baraj tesisatı ve benzeri noktalardır.

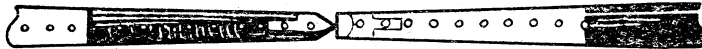
Bu noktaların plâna alınması için gerekli yereye çalışmalarını incelerken ya da bizzat yereye çalışırken fotogrametrik yollarla kısmen uzun çalışmalardan kaçınmanın mümkün olup olmadığı aklımıza gelebilir.

Çalışılacak alanın küçük, ölçeğin ve doğruluk derecesinin büyük olması, ayrıca yerden ya da havadan resim çekmenin görüş alanı, uçuş yüksekliği gibi teknik güçlükleri; fazla masraf ve gerece lüzum göstermesi, yereye çalışmalarını gerekli kılar.

Örnek olarak saydığımız ayrıntı noktaları ya yereye hazır durumda vardır ya da ilerde kurulacak olup yerlerinin belirtilmesi gereken noktalardır. Her iki durumda da elde bulunan koordinat sistemine göre sağa - yukarı değerleri ile yüksekliklerinin bilinmesi için yereye çeşitli ölçüler yapılır. İş sırasını ve metodlarını incelemeden önce uzaklık ölçümünü gözden geçirelim.

1. Uzaklık Ölçümü

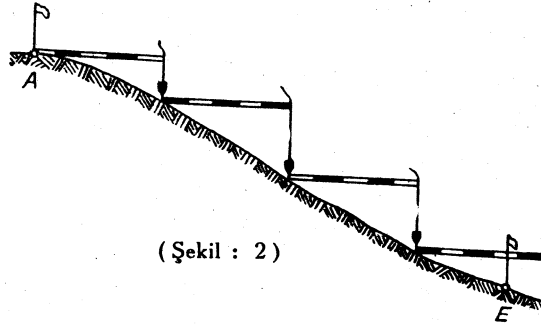
11. Direkt uzaklık ölçümü
12. İndirekt uzaklık ölçümü



(Şekil : 1)

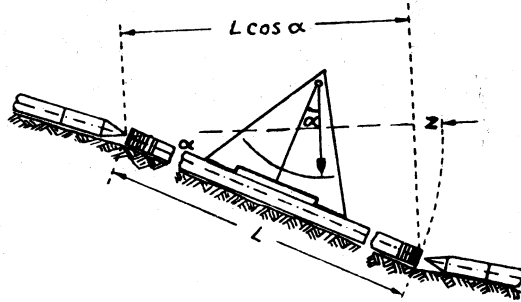
111. 3 - 5 m. lik lata ile uzaklık ölçümü : Latalar kuru çamdan yapılmış olup nemin etkisinden korumak için yağlı boya ile boyanmıştır. Kesitleri elips ($a=5$, $b=3$ cm.) ya da köşeleri kırılmış kare şeklindedir ($a=5$ cm.) ; uçları ekseri demir mahmuzla pekleştirilmiştir. (Şekil 1)

Düz yeryerde latalar önceden belirtilmiş doğrultular üzerinde özenle ucuca getirilerek yatay uzaklık ölçülür. Eğimli yeryerde su düzenci ile yatay olarak tutulan latanın yüksekte duran ucundan sarkıtılan cekülle yerde nokta işaretlenir ve bu noktadan aynı şekilde ölçüme devam edilir (Şekil 2). Elde ceküllü açı ölçer ya da Wimmer eğim ölçme aleti varsa :



(Şekil : 2)

a. Eğik olarak ölçülen uzaklık, ölçülecek eğim açısına göre hesaplanacak küçülme miktarı ile ($k = L - L \cos \alpha = 2L \sin^2 \frac{\alpha}{2}$) düze indirilir. (Şekil 3)



(Şekil : 3)

b. Küçültme miktarı aletin üzerinden doğruca okunur.

Eğitim ve diğer hata unsurlarının etkilerini azaltmak için en az iki lata ile aynı uzaklık gidiş dönüş olmak üzere iki kere ölçülür.

İyi ayarlanmış latalarla, özenle yapılan ölçmelerde 100 m. için ± 2 cm. lik hataya kadar inilir.

112. Çelik şeritle uzaklık ölçümü :

1121. 20 m. lik çelik şerit :

Genişliği : DIN (*) 3007 2 cm. , DIN 3014 1 cm.
Kalınlığı : 0,4 mm. 0,2 mm.

Kolay taşınması ve kullanılması için metal makara üzerine sarılmıştır. Üzerlerinde m. , dm. , cm. bölümleri vardır. İki renkli işaret lataları ile belirtilmiş doğrultular üzerinde ölçüm yapılır. Arkadan gelen, önde gidenin ölçme sırasında uzaklığı ölçülecek olan doğrultu üzerinde olmasına dikkat eder. Her 20 m. lik parçanın yereye belirtilmesi için 20 - 30 cm. lik çelik çiviler (vetet) kullanılır. Arkadan gelen ölçücü, o parçanın ölçümü bitince yanında bulunduğu çiviye çıkarır. Çivi sayısı ölçülen 20 m. lik parça sayısına eşit olduğundan, bir parçanın sayılmaması gibi kaba hataların kontroluna yarar.

Çelik şeritle uzaklık ölçümü, sakın el ve fazla temrin ister. Düz olmayan yereye ya da çalı, taş, kaldırım gibi küçük engellerin bulunduğu yerlerde, şerit havada tutulacağından, sarkmasına engel olmak için özel olarak yapılmış el kantarı şeklindeki gerici ile 5 - 10 kg. lık kuvvetle gergin tutulur. Eğim % 5 den fazla olduğu zaman, yatay uzaklık : ölçülen eğik uzaklıktan, eğim açısı veya 20 m. deki yükseklik farklarına göre hazırlanmış indirgeme katsayısı cetvelleri yardımı ile kolayca bulunur.

$$(k = 20 (1 - \cos \alpha)) , (\sin \alpha = \frac{h}{20})$$

20 m. lik çelik şeritle ölçüm, 5 m. lik lata ile ölçüme nazaran çabukluğu ve rahatlığından ötürü tercih edilir. 100 m. için ortalama hatta miktarı ± 3 cm. dir. Bu hududun altında doğruluk derecesi isteyen işlerde, sarkmadan ve ısı etkilerinden ileri gelen hataların düzeltilmesi gerekir.

a. Isı düzelmesi : $k_t = + L \left[\frac{d}{L^1} + \alpha \cdot (t - 20) \right]$

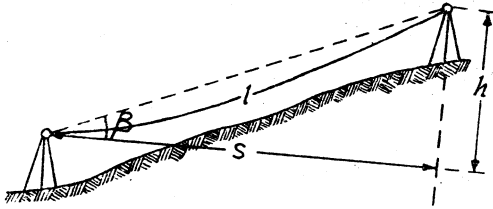
b. Sarkma düzelmesi : $k_s = -L^3 \frac{P^2}{24 P^2} \cos 2\beta = L \cdot \frac{P^2}{24 P^2} (L^2 - 2h^2)$

c. Şerit uçları arasındaki yükseklik farkı düzeltmesi :

$$k_h = -L (1 - \cos \beta) = -h^2 / 2L$$

Uzaklık $s = L + k_t + k_s + k_h$ L^1 : Şerit uzunluğu (20 m.)

(*)DIN : Deutsche Industrie - Norm ; Alman Endüstri Standartı.



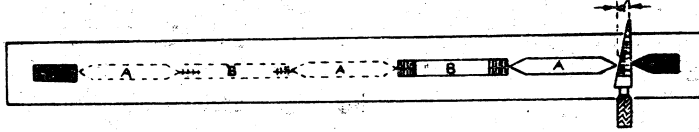
(Şekil : 4)

- d : Şerit ayarında bulunan (20 m. den olan) fark
 L : Ölçülen uzaklık (m.)
 P : Şerit ağırlığı (Kg/m.)
 P : Germe kuvveti (Kg.)
 t : Şerit ısı ($^{\circ}$ C)
 β : Eğim açısı (g)
 h : Yükseklik farkı (m.)
 α : Çeliğin uzama katsayısı

Gerek 5 m. lik lata gerek 20 m. lik şeritle ölçme yapıldığında hata miktarını en aza indirmek için şerit ve latanın gerçek uzunluğunun bilinmesi gerekir. Bunu tesbit, şerit ya da lata ayarı denilen, tam olarak bilinen bir uzunlukta ölçü gerecinin karşılaştırılmasını kapsayan bir metotla yapılır.

1122. Lata ayarı : Dış etkilerle uzunluğu değişmeyecek şekilde hazırlanmış ortalama 5,01 m. boyundaki ayarbankının uzunluğu önce iki normal metre ve ölçü kaması ile iki kere ölçülür.

Örnek olarak : (Şekil 5)



(Şekil : 5)

$$\text{Normalmetre } A = 1\text{m.} + 0,15 \text{ mm} + 0,0115 (t-20^{\circ}) \text{ mm.} = 1\text{m.} + 0,10\text{mm.}$$

$$\text{» } B = 1\text{m.} + 0,07 \text{ mm} + 0,0115 (t-20^{\circ}) \text{ mm.} = 1\text{m.} + 0,02\text{mm.}$$

$$\text{İlk ölçüm } 3 \times A + 2 \times B = 5\text{m.} + 0,34 \text{ mm.} + 9,10 \text{ mm.}$$

$$\text{İkinci ölçüm } 2 \times A + 3 \times B = 5\text{m.} + 0,26 \text{ mm.} + 9,20 \text{ mm.}$$

$$\text{Ortalama Uzunluk : } 5\text{m.} + 9,45 \text{ mm.}$$

Ayarbankının uzunluğu bu şekilde bulunduktan sonra ölçüde kullanacağımız latalar bankın keskinlerinin arasına konur ve ölçü kaması ile arada kalan küçük boşluk ölçülür. Bu değer yukarıda bulduğumuz bank uzunluğundan çıkarılır.

$$\text{Lata } A = \text{Bank Uz.} - d = 5\text{m.} + (9,45 - 8,30) = 5\text{m.} + 1,15 \text{ mm.}$$

1123. Çelik şerit ayarı : Çelik şeritlerin ayarında kullanılan ayar düzeni, yapıların nem ve ısı etkilerinden uzak yerlerinde, duvar kenarında, ayarında kullanıldığı şeritlerin uzaklığında, 1,20 m. yüksekliğinde hazırlanmış iki beton bloktan ibarettir. Beton blokların üstünde «mm.» taksimatlı sabit pirinç levha bulunur. «O» bölümlerinin uzaklığı lata ayar bankında

olduğu gibi normalmetre ile ölçülür. Ayarı yapılacak şerit yereye kullanılması sırasında gerileceği kuvvetle gerildikten sonra (5 - 10 Kg.) ayarbankından olan farkı, piring levhalar üzerindeki «mm.» bölümlerinden okunur. Bu sırada termometre ile şerit (= hava) ısı ölçülür.

Örnek olarak :

Bank Uz = 20m. + 1,08 mm., Şerit Uz. = Bank Uz. + d d = - 1, mm.
20°C ye getirilmiş Şerit Uz. = 20m. + 1,08mm - 1,5mm - + 20x0,0115 (t - 20°)
Isı etkisi, şerit ayarında olduğu gibi, uzaklık ölçümünde de göz önünde tutulur.

1124. Uzaklık ölçümünde doğruluk derecesi: Uzaklık ölçümünde, kaba hatalar bir yana bırakılacak olursa, sistematik ve tesadüfi hatalar ölçülecek uzaklıkla büyürler.

Sistematik hatalar uzaklığın karakökü ile ; $\alpha \sqrt{S}$

Tesadüfi hatalar uzaklığın kendisi ile b. s orantılıdır. Okuma hataları uzaklığa bağlı değildir. c

Bu üç hatanın toplamı, uzaklık ölçümünde göz önünde tutulacak olan toplam hatayı verir.

Katsayılar (m.)

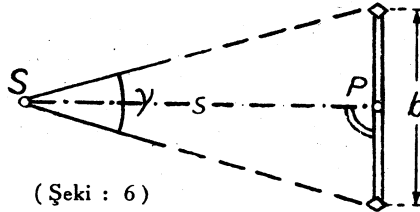
İyi şartlar altında ölçüm için	a = 0,008	b = 0,0003	c = 0,05
Normal » » » »	0,010	0,0004	0,05
Kötü » » » »	0,012	0,0005	0,05

almabilir.

Direkt uzunluk ölçümü, basit araçlarla yapılabilmesi ve özenle yapıldığında iyi sonuçlar vermesi bakımından önemlidir. Ölçülecek uzaklık, akarsu, ağır trafikli cadde gibi engellerle kesildiğinde kullanılamıyacağı için başka metodlarla uzaklık ölçümü yapılır.

12. İndirekt uzaklık ölçümü:

121. İki metrelik baz latatası ile uzaklık ölçümü : Ölçülecek uzaklığa dik olmak üzere bir uca yatay olarak konulan iki metrelik latanın markaları arasındaki açı (paralaksa), öbür uca bulunan bir açı ölçme gerci ile ölçülerek uzaklık $s = \frac{b}{2} \cdot \cotg \frac{\gamma}{2}$ hesaplanır. (Şekil 6)



(Şeki : 6)

Doğruluk derecesi latanın uzunluğunun ve açının ölçümündeki doğruluk derecelerine bağlıdır.

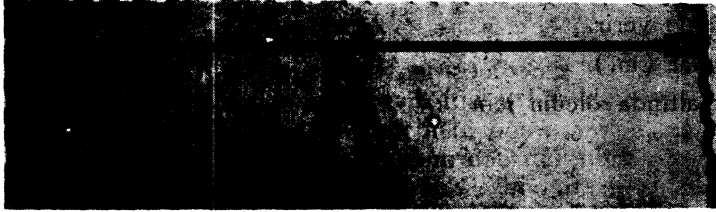
$$\frac{ds}{s} = \frac{db}{b} + \frac{d\gamma}{\gamma}$$

Örnek olarak : 100 m. de $b=2$ m. $\gamma = 1,27 32^g$

1/10 000 hata için $db=0,2$ mm. $d = 1,3^c$ doğrulukla ölçülmelidir.

İki metrelik baz latası ile uzaklık ölçümünün temel prensibini bu şekilde gözden geçirdikten sonra, kullanılan ölçü yolları ile gereçlerin kendilerini inceleyelim.

Ölçü latası ortadan katlanılabilen, aralarındaki açıklık (yukarı örnekte olduğu gibi 0,2 mm. doğrulukta) imvar şeridi ya da kendine has ayar düzeni ile ölçülmüş iki markası olan hafif metalden yapılmış bir borudur. Ölçme sırasında vidalı üç ayak (teodolit ahlığı) ile teodolit sehbası üzerine takılır. (Şekil 7)



(Şekil : 7)

Üzerindeki kabarcıklı düzce yardımı ile yatay, dioptr ile rasat doğrultusuna (= ölçülecek uzaklığın doğrultusu) dik duruma getirilir. Latanın rasat doğrultusuna dik olmaması halinde, diğer ucdan okunulacak olan açı küçük olacağından, uzaklıkta hata yapılır. (hata sınırı $0,3^g$)

Latanın markaları arasındaki açıyı ölçmede normal olarak teodolit kullanılır. Teodolitin bir ölçü için hata miktarı bilindiğinde, uzaklık ölçümünden beklenen doğruluk derecesi (yukarıdaki örnekte 1/10 000) ne göre açının kaç kere tekrar edileceği kolayca bulunur. Açı ölçümünde hata ölç-

ma sayısının kare kökü ile ters orantılıdır. $Mr = \frac{mr}{\sqrt{n}}$

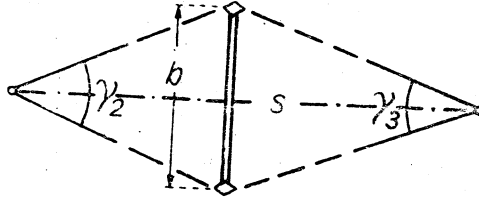
Genel olarak açı ölçümü için, hassas teodolit kullanıldığında üç silsile normal teodolitle sekiz silsile istenen doğruluk derecesine yeter.

Ölçülecek uzaklık 75 m. ye kadar olduğu zaman, iki metrelik baz latası üç noktalardan birine kurulur ve öbür ucdan paralaksa ölçülerek

$s = b/2 \cdot \cot \gamma/2$ ile uzaklık hesaplanır. Ortalama uzaklık hatası :

$m_s = \mp \frac{s^2}{2} \frac{m\gamma}{\rho}$ dir. Bu hata formülünde göreceğimiz gibi ortalama uzaklık hatası uzaklığın karesi ile arttığından, 75 m. den fazla uzaklık ölçümü için başka ölçme düzeni kullanılır.

Ortaya konmuş iki metrelik baz latası ile 75 m. den 150 m. ye kadar olan uzaklıklar ölçülür. Bu düzende her iki uçtan paralaksa okunur. Latta ilk şekilde gördüğümüz gibi yatay ve rasat doğrultusuna dik (Her iki doğrultudan sapma $0,3^\circ$ dan fazla olmamak üzere) yerleştirilmiştir. (Şekil 8)



(Şekil : 8)

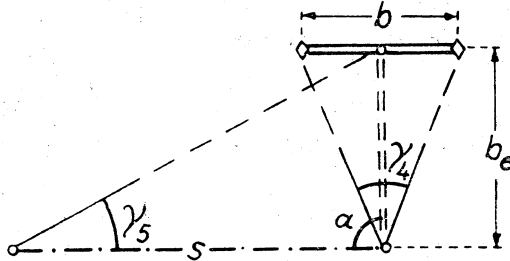
$$s = \frac{b}{2} \left(\cotg \frac{\gamma_2}{2} + \cotg \frac{\gamma_3}{2} \right)$$

$$\text{Ortalama uz. hatası } m_s = \mp \frac{S^2}{2,86} \frac{m\gamma}{\rho}$$

Uzaklık 150 m. den fazla olduğu zaman, ya parçalar halinde gördüğümüz yollardan biri ile ya da, yardımcı baz ile ölçülür.

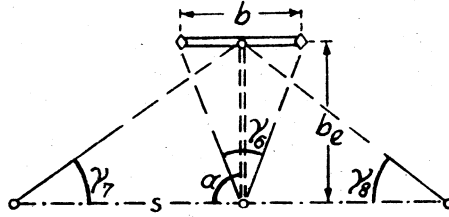
Yardımcı baz, iki metrelik baz latası, ile ölçülecek uzaklık olup. 400 m. ye kadar olan uzaklık ölçümünde bir uçta, 750 m. ye kadar olan ölçümlerde ortada hazırlanır.

Yardımcı baz uçta : 400 m. ye kadar (Şekil 9)



(Şekil : 9)

Yardımcı baz ortada : (Şekil 10) 750 m. ye kadar



(Şekil : 10)

$$b_e = \frac{b}{2} \cotg \frac{\gamma_4}{2}$$

$$s = b_e \frac{\sin(\alpha + \gamma_5)}{\sin \gamma_5}$$

$$b_e = \frac{b}{2} \cotg \frac{\gamma_6}{2}$$

$$s = b_e \cdot (\cotg \gamma_7 + \cotg \gamma_8)$$

$$m_s = \mp s^{3/2} \sqrt{\frac{2}{b}} \frac{m\gamma}{q}$$

$$m_s = \mp s^{3/2} \frac{V}{V_b V_2} \frac{m\gamma}{q}$$

Yardımcı bazın seçilecek olan uzunluğu, ölçülecek uzaklığa bağlı olup, en uygun olarak $b_e = 0,6 \sqrt{bs}$ seçilir.

Paralaksa açısının ölçümünü kolaylaştırmak üzere yapılmış bir düzen de «Baz vidasıdır. Vida adımı maksada uygun olarak yapılmış ; açı ölçme aletinin, bu vida yardımı ile düşey eksen etrafındaki döndürülme miktarı kolaylıkla okunabilecek bir çeşit alidat ince ayar vidasıdır.

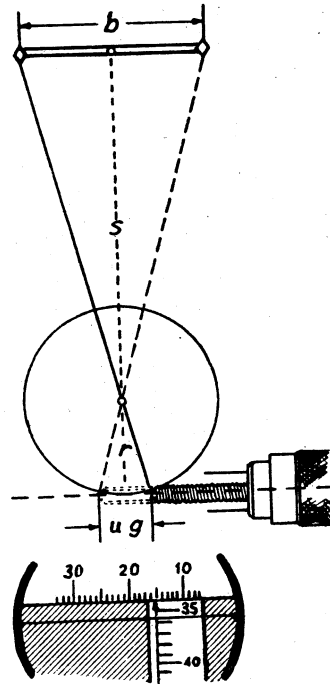
(Şekil 11)

Baz vidası ile baz latasının iki markası arasındaki açıklık vida üzerindeki bölüm cinsinden okunarak, $s = br/ug$ bulunur. Hesabı kolaylaştırmak üzere $r/g = 200$ olarak yapılmıştır. Baz latası iki metre olduğuna göre uzaklık $s = 400/u$ ile fazla hesaba lüzum kalmadan bulunur.

Baz vidası ile uzaklık ölçümünün ortalama hatası :

$m_s = s^2 / 400 m_u$ dir. « m_u » beş karelik ölçümle $\pm 0,001$ olarak bulunacağından,

(Şekil : 11)



bu şekilde ölçülecek 100 m. lik uzaklık $\pm 2,5$ cm. doğrulukta bulunur.

122. Optik uzaklık ölçümü :

Optik uzaklık ölçümünün temel prensibi ; iki metrelik baz latası ile ölçümde alanın tersine, değişmeyen paraksadır. Ölçümde kullanılan gereç, çabuk ölçer anlamı «Takeometre» ve onun yapılma prensibine uygun olarak hazırlanmış latadır.

Uzaklık, takeometre ile lata üzerinde okunan bölüm ile değişmeyen paralaksanın sabit katsayısının çarpımı ile bulunur. Paralaksa açısının tepe noktası, ekseri objektifin önünde, başka deyimle çeküllenen noktanın üzerinde olmadığı için, gereği yapan firma tarafından bildirilen ve bizim ölçüme başlamadan önce karşılaştırma ile bulacağımız (kontrol edeceğimiz) «Ekleme sayısının» bu çarpıma eklenmesi gerekir.

$$s = c + k. 1$$

Sabit katsayı modern gereçlerde ekseri ; $k = 100$ dür.

Takeometreler ölçtükleri uzaklığın cinsine göre (yatay ya da eğik uzaklık) iki guruba ayrılır. Eğik uzaklık ölçen tipte çalışıldığında, eğik uzaklığın düze indirilmesi için yükseklik açısının ya da bununla ilgili unsurun (bazı gereçlerde tg.) okunması gerekir. İkinci tip indirgemeyi kendiliğinden yaptığı için (Redüksiyon Tak.) buna lüzum kalmaz.

Takeometrelerin cins ve tiplerine göre özellikleri ayrı ayrı olduğundan ve ayrıca broşürlerinde kullanılma yolları, katsayıları kontrolleri v. b. örneklerle gösterildiğinden, burada bütün tipleri incelemek konumuzu maksat dışı dağıtır.

Genel olarak ölçümde dikkat edilmesi gereken noktaları incelersek :

Aletin eksen, düzeç ayarları ve kontrolleri (Firma tarafından broşürde gösterilmiştir.)

Sabit katsayı ve ekleme sayısının kontrolleri : Her ne kadar bu iki unsur büyük değişmeler göstermezlerse de, ölçme yapmadan önce (yerey çalışmaları sırasında her onbeş günde bir kere), üzerinde 20, 40, 60, 80 m. ler işaretlenmiş 100 m. lik karşılaştırma uzaklığı ile kontrol edilir. Bulunacak fark göz önünde tutularak ölçme yapılır. Büyük olmayan farklar için gereçte düzeltme yapılmaz.)

Yereyin eğimi fazla olduğu zaman, gereç içindeki indirgeme düzeninde hata ortaya çıkar. Buna engel olmak için uzaklık gidiş-dönüş olmak üzere ölçülür.

Lata bölümlerindeki eşitsizlikten doğacak hatalar, kontrol uzaklığı ile yapılan karşılaştırmada bulunan farkları (çeşitli uzaklıklar için değişik ola-

bilir) göz önünde tutulması ile etkisiz kılınır. Eğik dirsek yapmış latalar kullanılmaz. Ayrıca Lataların kurulmasında, yatay ve ölçülecek doğrultuya göre simetrik, aynı zamanda bu doğrultuya dik olmasına dikkat edilir.

Kullanılan gereçlerin dışında en önemli hata kaynağı, ölçümü yapanın bölümlerin arasını yanlış tahmin etmesi, bölümlerin karşı karşıya getirilmesinde yanlışlık yapması, görme hataları ve diğer tesadüfi hatalardır)

Uzaklık ölçümünü, günlük plân ve kadastro çalışmalarına yetecek genişlikte ana hatları ile bu şekilde inceledikten sonra, kendimize «Açı ölçme» yi konu olarak alabiliriz. Daha sonra Poligon ve harita alımı konularını bu temel bilgilerin yardımı ile daha kolay ve anlaşılır şekilde açıklamak imkânını bulabiliriz,

