

Bina Cephelerinin Ölçülmesi

(Yeniden Alım)

1. Giriş

Gelişen inşaat teknolojisi ve gereksinimler nedeniyle günümüzde yüksek ve büyük binalar hızla çoğalmaktadır. Bu binaların cephelerinde yer alan pencerelerin alüminyum doğramalarının ve çerçevelerinin olabildiğince en az harcama ile yerine montajı büyük önem arz etmektedir. Zira bu devasa iş hacminde yanlış ölçüden dolayı pencere veya kapı çerçevesinin yeniden yapılması hem zaman israfı hem de ekonomiyi olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır. Bu çalışmaların en kısa zamanda, en doğru ve en ekonomik şekilde yapılması bina cephe ölçüsü ile yerine getirilebilir. Ayrıca bina cephesi bir düzlem denklemi ile ifade edilebileceği için, cephe uygulaması ve kontrolünde düzlem parametrelerinin kullanılması yapılan işin kalitesini ve sağlığını artıracaktır. Bu ölçüler için en uygun alet, reflektörsüz ölçü yapabilen elektronik takeometredir. Bina cephe ölçmeleri ile, aşağıdaki durumlarda karşılaşılabilir.

a) Mevcut bir binanın ölçümü ve kontrolü b) Yapılmakta olan bir binanın uygulaması ve kontrolü

Bu çalışmada sadece bina yüzeyinin mevcut durumunu saptayan yüzey planı elde edilecektir. Bunun için aşağıda belirtilen yol ve yöntem izlenecektir.

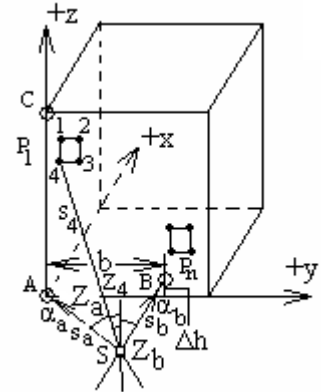
2. ÖLÇÜ DÜZENİNİN KURULMASI

Yüzey ölçümü yapılacak bina yüzeyinin ön tarafında cepheye hakim uygun bir S istasyon noktası seçilir. Bunun yanı sıra bina cephesinin düzlem kontrolünü gerçekleştirmek için cephe üzerinde üç adet dayanak noktası (referans noktası) seçilir. Bu noktalardan iki tanesi (A,B) yaklaşık su basman seviyesinde bina cephesini içine alacak şekilde seçilir (Şekil 1). A,B Noktalarına ait yatay uzaklığı ve Δh yükseklik farkı mm inceliğinde belirlenir. Ölçülerin değerlendirilmesi için üç boyutlu yerel bir koordinat sistemi öngörülür. Bu amaçla A noktası orijin, A dan geçen çekül doğrultusu z, AB yatay doğrultusu y, y eksenini saat göstergesinin ters yönünde 100° açı yapan doğrultu x eksenini olacak şekilde koordinat sistemi tasarlanabilir. Hiç bir noktanın koordinatlarının (-) olmaması için A noktasının koordinatları ; $x_a=100,000m, y_a=100,000m, z_a= 100,000m$ seçilebilir. Buna göre "B"nin koordinatları, $x_b = 100,000m, y_b = 100,000+b, z_b = 100,000+\Delta h$ olur.

Üçüncü referans noktası düzlem denklemi için gereklidir. Burada sadece alım yapılacağı için üçüncü bir referans noktasına gerek yoktur. Yani C noktasını yüzey üzerinde işaretlemeye gerek yoktur.

A ve B arasındaki Δh yükseklik farkı gidiş - dönüş geometrik nivelman yapılarak belirlenir.

Cephe üzerindeki kiriş, kolon, pencere, kapı, v.s. gibi elemanların ayrıntı noktaları kodlandırılarak her bir noktaya ait, yatay açı düşey açı ve eğik uzaklık değerleri ölçülür. Bina yüzeyinin düzgün bir ölçü krokisi yapılır. Kroki, sayısal kamera ile çekilmiş cephe fotoğrafı ile desteklenir. Bu ölçüler daha sonra değerlendirilerek cephe planı elde edilir. Yüzey elemanlarının gerçek boyutları nokta koordinatlarına göre bulunur. Cephe giydirme elemanlarının siparişleri bu değerlere göre verilir.



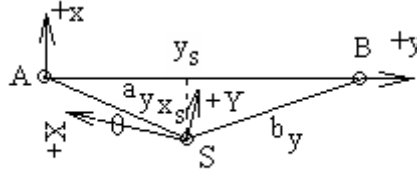
Şekil 1 : Bina cephe ölçümü

3. S SERBEST İSTASYON NOKTASININ ÜÇ BOYUTLU KOORDİNAT HESABI

Cephe ölçümünün yapılabilmesi için bina yüzeyini en iyi görecek bir nokta seçilerek reflektörsüz ölçü yapabilen elektronik takeometre o noktaya kurularak Öncelikle A ve B noktalarının üç boyutlu kutupsal ölçüleri yapılır. Daha sonra bina yüzeyinin ölçü krokisi yapılarak detay noktalarının üç boyutlu kutupsal ölçüleri tek tek okunur ve kaydedilir. Ölçü yapılırken noktaların kodlandırılması iyi olur. Pencere köşe noktaları “p”, kapı köşe noktaları “k” kolon köşeleri “s”, giriş köşeleri “m” gibi harflerle yazılacak olursa çalışma daha kontrollü olur. Bu krokinin, fotoğrafla desteklenmesi değerlendirme aşamasında yararlı olur. Krokinin iyi tutulması ve ölçülerin titiz yapılması planın başarılı olmasını sağlayan unsurlardır. Ölçülerin değerlendirilmesi ve planın çizimi için alet kurulan noktanın üç boyutlu koordinatlarının hesaplanması gerekir.

3.1 İstasyon Noktasının Koordinat Hesabı.

Değerlendirme ve anında koordinat hesabı için için aletin kurulacağı S istasyon noktasının (x,y) deki koordinatlarının alete girilmesi gerekmektedir. S'nin (x,y) sistemindeki koordinatlarını elde etmek için, ikinci bir yerel sistem olan (X,Y) sisteminde A ve B noktalarının koordinatları hesaplanır. Bu sistemin



Şekil 2. Serbest istasyon

orijini, S noktasıdır. “X” eksenini açılı bölüme dairesinin “0” doğrultusu, “Y” eksenini S noktasında “X” eksenine sağa doğru dik olan eksenidir. S istasyon noktasından A,B noktalarına eğik uzaklık (s), yatay doğrultu (α) ve zenit açıları (z) ölçülmüş olsun. (X,Y)'de A ve B noktalarının koordinatları (1) ifadeleri ile hesaplanır. S noktası orijin olduğu için $Y_s = 0, X_s = 0$ olur.

$$X_a = s_a \cdot \sin Z_a \cdot \cos \alpha_a, Y_a = s_a \cdot \sin Z_a \cdot \sin \alpha_a, X_b = s_b \cdot \sin Z_b \cdot \cos \alpha_b, Y_b = s_b \cdot \sin Z_b \cdot \sin \alpha_b \quad (1)$$

Aşağıdaki eşitliklerle S'nin koordinatları kontrollü olarak bulunur (Koç, Öz. Ölç. D.N.).

$$a = \frac{(Y_b - Y_a) \cdot (y_b - y_a)}{(X_b - X_a)^2 + (Y_b - Y_a)^2}; o = \frac{(X_b - X_a) \cdot (y_b - y_a)}{(X_b - X_a)^2 + (Y_b - Y_a)^2} \quad (2)$$

$$y_s = y_a + o \cdot (X_s - X_a) + a \cdot (Y_s - Y_a), x_s = x_a + a \cdot (X_s - X_a) - o \cdot (Y_s - Y_a) \quad (3)$$

Kontrol:

$$y_b = y_s + o \cdot (X_b - X_s) + a \cdot (Y_b - Y_s), x_b = x_s + a \cdot (X_b - X_s) - o \cdot (Y_b - Y_s) \quad (4)$$

$$z_s = \frac{(z_a + z_b) - (s_a \cdot \cos Z_a + s_b \cdot \cos Z_b)}{2} \quad (5)$$

Buradaki z_s aletin optik merkezinin kotudur. O nedenle alet yüksekliğini ölçmeye gerek yoktur.

3.2 Herhangi bir detay noktasının konum hesabı

Bina yüzeyinin mevcut ölçü ve aplikasyonunun yapılmasında en uygun alet reflektörsüz ölçü yapabilen elektronik takeometrelerdir. Esasen bina yüzeyinde reflektör tutulması mümkün olmayan çok sayıda nokta bulunur. Bu nedenle, reflektör kullanılarak bina yüzeyinin doğru bir ölçüsünü yapmak mümkün olmaz. Yapılabilirse bile her noktada merkez dışılıkların dikkate alınması kaçınılmaz olur. Bu şekildeki bir ölçü, zaman alıcı ve yorucu olur. Oysa reflektörsüz cephe alımında, bina yüzeyinin hangi noktası ölçülmek isteniyorsa dürbün o noktaya yöneltilerek α_i (yatay doğrultu), Z_i (zenit açısı) ve s_i (eğik uzunluk) kolayca ölçülür. Ölçülerin hatasız ve kolay değerlendirilmesi için bina yüzeyinin bir krokisinin tutulması ve dijital kamera ile fotoğrafının çekilmesi yerinde olur. Bina yüzeyindeki bir detay noktasının koordinatları (şekil 3) dikkate alınarak (7) eşitliği ile hesaplanır. Bunun için önce SA kenarının açıklık

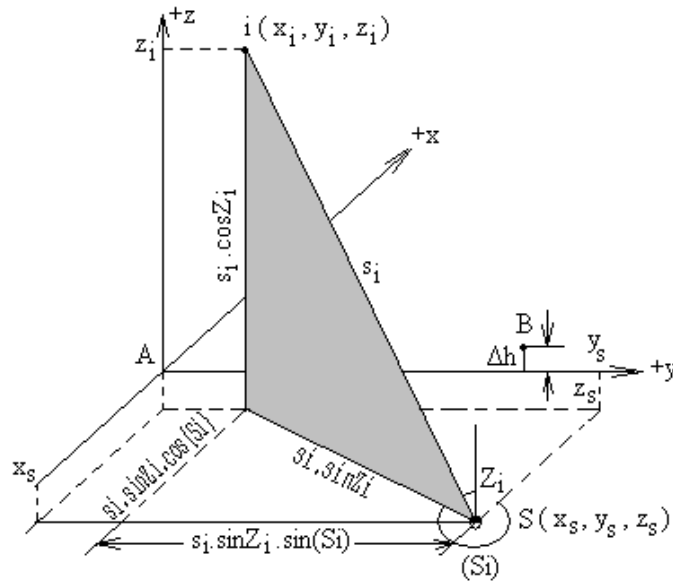
$$\beta_i = \alpha_i - \alpha_a, (S\hat{I}) = (SA) + \beta_i \quad (6)$$

$$r_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = r_s + s_i \cdot R_i = \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ z_s \end{bmatrix} + s_i \cdot \begin{bmatrix} d_i \\ e_i \\ f_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ z_s \end{bmatrix} + s_i \cdot \begin{bmatrix} \cos(S\hat{I}) \sin Z_i \\ \sin(S\hat{I}) \sin Z_i \\ \cos Z_i \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

açısı hesaplanır. Detay noktalarının α yatay doğrultu gözlemleri, SA başlangıç doğrultusuna indirgenir.

İndirgenmiş β_i açıları ve $(S\hat{I})$ açıklık açıları (6) bağıntıları ile hesaplanır. Burada R_i , s_i kenarının doğrultu katsayılarıdır. Bu açıklamalar ışığında elde edilen A,B ve S noktalarının koordinatları reflektörsüz ölçü yapabilen elektronik takeometrenin bilgi işlem ünitesine girilir ve yüzey giydirmesi

yapılacak bina cephesinin detay alımına başlanır. Yapılan ölçülerin değerlendirmesi ile bina yüzeyine ait bütün noktaların koordinatları hesaplanır. Bu değerler bilgisayara girilerek bina yüzeyi görsel



Şekil 3 : Bir detay noktasının üç boyutlu koordinat hesabı

hale getirilir ve cephe planı hazırlanır. Bu plan üzerinde gerekli çalışmalar yapılarak ilgili boyutlar

alınır ve üretici firmalara verilir. Bu çalışmaları binanın her yüzeyi için tekrarlamak gerekir. Eğer bina yüzeyindeki noktaların, A,B,C dayanak noktalarından geçen düzlemden sapmaları bilinmek isteniyorsa 3. Bölümde açıklanan düzlem denklemi devreye sokulmalıdır.

Konum Duyarlılığı : Düzlem üzerindeki herhangi bir noktanın konum duyarlılığı tamamen aletin teknik özelliklerine ve operatöre bağlıdır. (7) Eşitliklerine hata yayılma yasası uygulanırsa;

$$m_{y_i}^2 = \frac{\Delta y_i^2}{s_i^2} \cdot m_{s_i}^2 + \Delta z_i^2 \cdot \sin^2(Si) \cdot m_{Z_i}^2 + \Delta x_i^2 \cdot m_{\beta_i}^2, m_{x_i}^2 = \frac{\Delta x_i^2}{s_i^2} \cdot m_{s_i}^2 + \Delta z_i^2 \cdot \cos^2(Si) \cdot m_{Z_i}^2 + \Delta y_i^2 \cdot m_{\beta_i}^2$$

$$m_{z_i}^2 = \frac{\Delta z_i^2}{s_i^2} \cdot m_{s_i}^2 + s_i^2 \cdot \sin^2 Z_i \cdot m_{Z_i}^2 \quad (8)$$

Bulunur. (8) Eşitlikleri, $m_i^2 = m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2 + m_{z_i}^2$ ifadesinde yerine konularak bir noktanın konum duyarlılığı,

$$m_i^2 = m_{s_i}^2 + s_i^2 \cdot m_{Z_i}^2 + s_i^2 \cdot \sin^2 Z_i \cdot m_{\beta_i}^2 \quad (9)$$

olarak elde edilir (Koç, Özel Ölç. D. N.). Burada; m_i : Bir noktanın konum duyarlılığı. m_{s_i} : uzunluk ölçme duyarlılığı. m_{Z_i} : Zenit açısı ölçme duyarlılığı. m_{β_i} : Y.açı ölçme ölçme duyarlılığı: $m_{s_i} = \pm 2,3\text{mm}$; $m_{Z_i} = \pm 15^{\text{cc}}$; $m_{\beta_i} = \pm 15^{\text{cc}}$; $s_i = 120\text{m}$; $Z_i = 85^\circ$ için i noktasının konum hatası $m_i = \pm 4,6\text{mm}$ olmaktadır.

Sayısal Uygulama :

Aşağıda bir cephe ölçümü için kurulan ölçü düzeninin başlagıç ölçüleri ile bir pencerenin 4 köşesine ait ölçüler verilmiştir. Buna göre;

- 1) B,S noktalarının üç boyutlu koordinatlarını,
- 2) 1,2,3,4 noktalarının üç boyutlu koordinatlarını hesaplamız.

Verilenler :

D.N	B.N.	Yat.Açı	Zenit A.	Eğik U.	Koordinatlar		
		α_i (g)	Z_i (g)	s_i (m)	y(m)	x(m)	z(m)
S	A	27,1435	104,1543	41,605	100,000	100,000	100,000
	B	90,8861	104,6786	35,424	?	?	?
	1	27,7598	87,3684	42,041	?	?	?
	2	30,3154	87,0134	40,907	?	?	?
	3	30,3154	89,3155	40,630	?	?	?
	4	27,7598	89,6101	41,772	?	?	?
	b= 37,281m		$\Delta h = 0,112\text{m}$				

Yukarıda verilen formül ve açıklamalara göre aşağıdaki sonuçların elde edilmesi gerekir.

Mühendislik Ölçmeleri Uygulama Ödevi 2014-2015 Bahar

D.N	B.N.	Yat.Açı α_i (g)	Zenit A. Z_i (g)	Eğik U. s_i (m)	Koordinatlar		
					y(m)	x(m)	z(m)
S					125,018	66,869	102,713
	A	27,1435	104,1543	41,605	100,000	100,000	100,000
	B	90,8861	104,6786	35,424	137,281	100,000	100,112
	1	27,7598	87,3684	42,041	100,50	100,00	111,00
	2	30,3154	87,0134	40,907	102,50	100,00	111,00
	3	30,3154	89,3155	40,630	102,50	100,00	109,50
	4	27,7598	89,6101	41,772	100,50	100,00	109,50
	b= 37,281m		$\Delta h = 0,112m$				

Buna göre elde edilen cephe noktalarının koordinatları z eksenini x, y eksenini y olarak netcad programına girilir. Böylece ekranda bir nokta bulutu elde edilir. İlgili noktalar ölçü krokisine göre birleştirilerek bina yüzey planı elde edilir. Burada hangi parçanın uzunluğu açısı isteniyorsa ilgili değer artık programdan alınabilir.

Kaynak :

BİNA CEPHELERİNİN ÖLÇÜMÜ VE APLİKASYONU

İ.KOÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,

Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, ibkoc@yildiz.edu.tr

*HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
4. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
14-16 Ekim 2009, KTÜ - Trabzon*

- 1) Her grup, öğretim üyesi veya asistanın gösterdiği bina cephesini ölçüp değerlendirecektir. Ölçümü yapılan cephenin dikkatli ve özenli olarak çizilmiş ölçü krokisi, çalışmaya mutlaka konulmalıdır. Krokisi olmayan çalışma tam not üzerinden yarı puanla değerlendirilir. Her bir detay noktasının bir numarası olmalıdır.
- 2) Grup elemanları A referans noktasının koordinatını aşağıdaki gibi belirleyecektir.
- 3) Bir öğrencinin numarası 07044039 olsun. Son 4 rakam alınır. 4039 bu sayı sondan başa doğru tekrar yazılır. 9304 olur. Birinci rakamın yanına virgül konur. 9,304 haline gelir.

Buna göre A noktasının koordinatı

	x	y	z
A	109,304	109,304	109,304

Olarak işleme katılır. B,S ve detay noktalarının koordinatları bu koordinata göre elde edilmelidir.

- 4) Yönümüz ölçülecek cepheye doğru olmak üzere durduğumuzda A noktası solda B noktası sağda olmalıdır.
- 5) S istasyon noktasının koordinat(x,y,z) hesabı ve kontrolü açık olarak gösterilmeli. Sabit noktaların koordinatları çizelge olarak verilmelidir.
- 6) Cephe üzerine dağılmış 4 detay noktasının koordinat hesabı formüller ve değerler yerine konularak çözülmüş hali mutlaka gösterilmelidir.
- 7) Diğer detay noktaları Excel veya başka bir programla çözümlenip sonucu verilir.
- 8) Özet çizelgede notaların yatay açısı,zenit açısı, eğik uzaklığı, indirgenmiş açısı,açıklık açıları ve üç boyutlu koordinatları açık olarak gösterilmelidir.
- 9) Her bir öğrenci bina cephesinin 1/50 veya 1/100 ölçeğinde karelajlı bir planını çalışmasına koymalıdır. Koordinat değerleri pafta kenarlarına yazılmalı ve ölçek gösterilmelidir. Karelajlar 10cm olarak yapılmalıdır. A,B,S noktaları paftada görülmelidir.
- 10) Her bir öğrencinin dosyasında bulunması gereken içerik :
 - a) Ölçüler*
 - b) Ölçü krokisi*
 - c) Rapor*
 - d) Gidiş dönüş nivelman hesabı dosyaya konulmalıdır*
 - e) İstasyon noktasının koordinat hesabı (formüllü ve yerine konularak çözümü)
 - f) 4 detay noktasının koordinat hesabı (formüllü ve yerine konularak çözümü)
 - g) Bütün detay noktalarının koordinat hesapları
 - h) Cephe planı karelajlı

Hepinize başarılar dilerim.

Doç.Dr.İbrahim Koç; Ar. Gör.Oğuz Selbesoğlu