



Topoğrafya

9. DERS YÜKSEKLİK ÖLÇÜMÜ



İLGİLİ KAVRAMLAR

- Yükseklik : Yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktanın yüksekliği, belirli bir referans düzleminden olan düşey uzaklığıdır.
- Referans düzlemi : Çoğu zaman bu düzlem Ortalama deniz düzeyidir.
- Ortalama deniz düzeyi : Her saatte bir alınan deniz düzeyi yüksekliğinin, en az 19 yıllık ortalaması.



İLGİLİ KAVRAMLAR

- Nivelman ağları : Düşey kontrol ağı da denilen bu ağlar yüksekliği bilinen noktalardan oluşur.
- Nivelman röperleri : Nivelman ağının noktaları arazinin ya da köprü, bina gibi yapıların uygun yerlerinde, beton, çivi, bronz işaretlerle işaretlenmiş noktalardır. Bunlara nivelman röper işaretleri denir. Bunların yerleri açık bir biçimde ve bir kroki ile tanımlanmıştır.



YÜKSEKLİK GEREKSİNİMİ



- Yükseklik bilgileri öncelikle harita yapımı için gereklidir
- Demiryolu, karayolu, kanal gibi pek çok mühendislik projeleri yükseklik bilgileri olmadan gerçekleştirilemez
- Tüm proje tasarımları için yükseklik bilgisi gerekir
- Kazı/dolgu işlerinde hacim hesapları için gereklidir
- Vb



YÜKSEKLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ



- Yükseklik ölçme yöntemleri :
 - 1) Geometrik Nivelman
 - 2) Trigonometrik Nivelman
 - 3) Barometrik Nivelman
 - 4) Küresel Konumlama Sistemi (GPS)



GEOMETRİK NİVELMAN

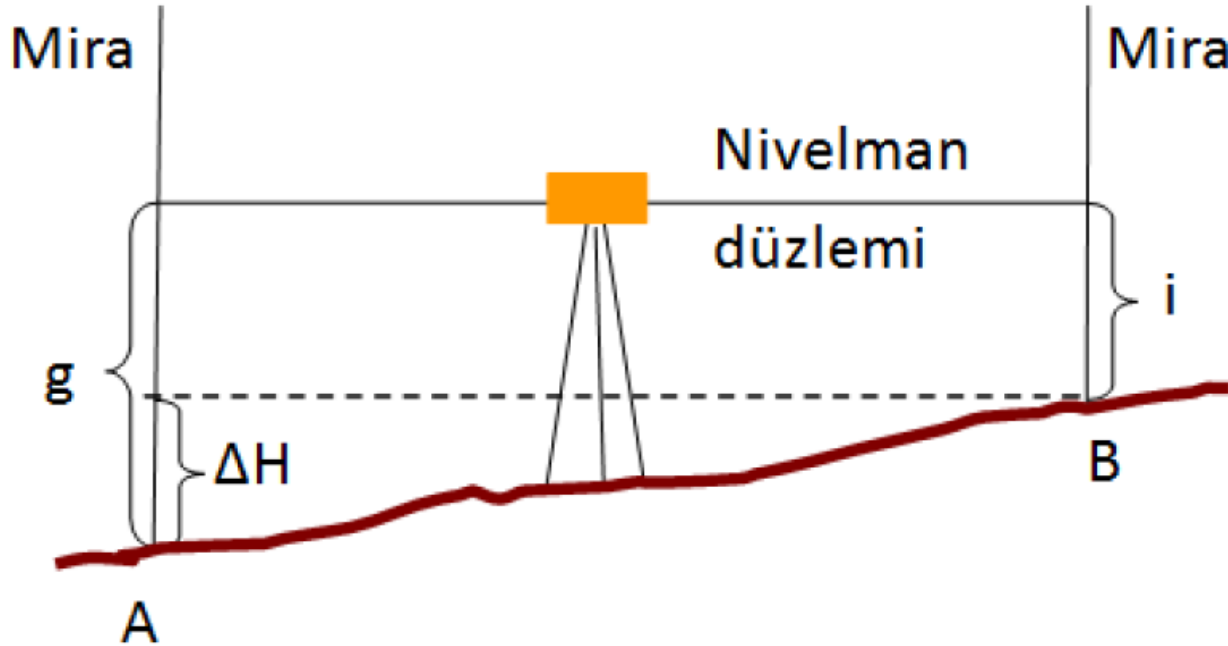


- Nivo adı verilen bir düzlem oluşturulur. adı verilen düşey ke tutulur. Aletin dürbü mira çizgilerini kest noktaların ölçü sıra düzleme uzaklıkları farkları noktalar ara farklarını verecektir





GEOMETRİK NİVELMAN



Şekil 9.1 : Geometrik Nivelman



GEOMETRİK NİVELMAN



- Söz gelimi, A noktasında mira, aletin dürbününün görüş alanındaki yatay çizgi 1.72 m'ye, B noktasında da 1.12 m'ye karşılık geliyorsa, A noktası bu yatay düzlemde 1.72 m daha aşağıda, B noktası ise 1.12 m aşağıda, açıkçası, B noktası A noktasından 0.60 m daha yukarıdadır. Bu işlem bir yandan iki nokta arasındaki yükseklik farkı bulmamızı sağlarken diğer yandan da, örneğin, A noktasını B noktası ile aynı yüksekliğe getirmek istenirse, dolgu işlemi tamamlanıncaya kadar aletle kontrol sağlanır.



N İ V O A L E T İ

- Nivo aleti, basitçe tanımlanırsa, yatay duruma getirilebilen bir dürbünden ibarettir. Alet üçayak üzerine kurulur. Üçayak üzerindeki düzlem bir yüzeye sıkıca vidalandıktan sonra, aletin üç ayak vidası ve küresel bir kabarcıklı düzeç ile düzeçlenir. Bu durum, serbest elle döndürülebilen dürbünü yaklaşık yatay konuma getirmiştir. Dürbün içindeki özel kompensatör düzeni ise dürbün eksenini, göz-bakış eksenini tam yatay konuma getirir.
- 5 Mayıs 2021

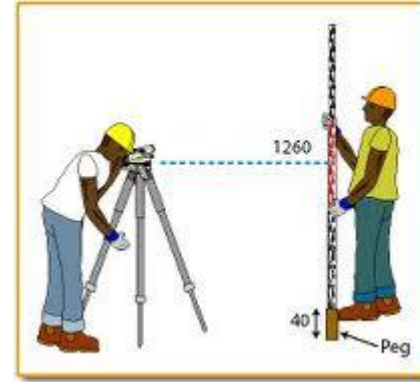


N İ V O A L E T İ

- Dürbünün görüş alanındaki çizgiler ağı, bir yatay, bir de düşey çizgi ve, düşey çizgi üzerinde, ortada, iki kısa yatay çizgiden oluşur (Şekil 9.2).
- Hedefteki mirayı net görebilmek için netlik vidası, benzer şekilde çizgiler ağını da göze uygun netliği elde etmek için ayar vidaları bulunur.
- Dürbünün doğrultusunu ölçmeyi sağlayacak, 1 gon, ya da 1 derece bölümlü açı dairesine de sahiptir.



NİVO ALETİ

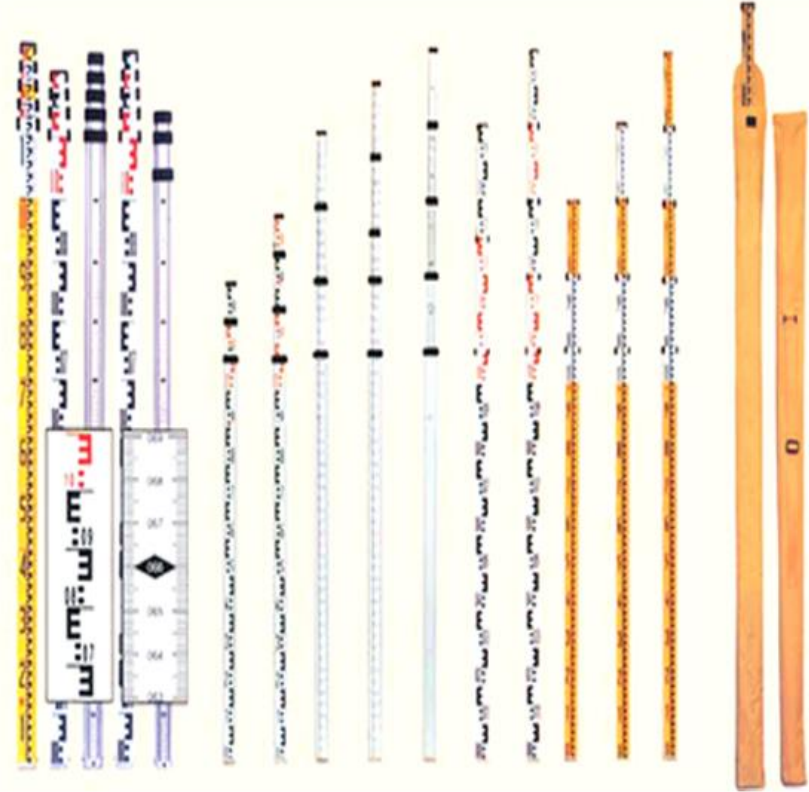


Şekil 9.2 : Görüş alanındaki çizgiler ağı



M İ R A

- Nivelman miraları 4, ya da 5 m uzunluğunda, katlamalı, ya da geçmeli cetvellerdir. Ağaç, ya da metalden yapılmıştır.
- Üzerinde cm bölümleri bulunur. Santimetreler doğrudan okunabilirken mm değerleri kestirilebilir.
- Miranın tam düşey konumda tutulması gerekir. Genellikle arkasında bir küçük kabarcıklı düzeç bulunur.





NİVELMAN İŞLEMİ

İKİ NOKTA ARASINDAKİ YÜKSEKLİK FARKI :

Bunun için bu iki noktaya yakın bir konuma nivo aleti kurulur.

Düzeçlenir. Aletin görüş alanındaki yatay çizgilere karşılık gelen mira değerleri okunur. İkisi arasındaki fark, iki nokta arasındaki yükseklik farkıdır.

Okumalar sırasında aletin düzecinin bozulmaması gerekir. Miranın da tam düşey konumda olması gerekir.



NİVELMAN İŞLEMİ

- BİR NOKTANIN YÜKSEKLİĞİNİN BULUNMASI :
Yüksekliği bilinen bir noktanın yakınındaki bir noktanın yüksekliği bilinmek isteniyorsa, bu iki nokta arasındaki yükseklik farkının bulunarak bu farkın bilinen yüksekliğe, işareti ile, eklenmesi yeterli olacaktır.

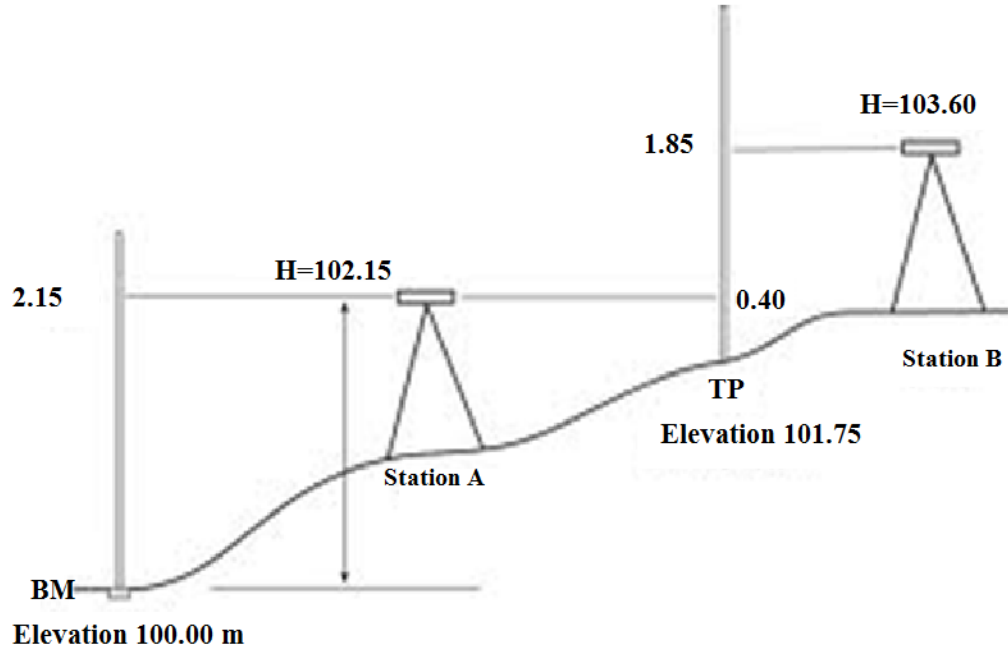


NİVELMAN İŞLEMİ

- GEÇKİ (GÜZERGAH) NİVELMANI :
Yükseklik farkı, ya da yüksekliği bulunacak noktalar birbirlerine uzaksa, geçki nivelmanı uygulanır. Bu uygulama, iki nokta arasındaki yükseklik farkı bulunması işleminin tekrarıdır. Bunun için alet birden fazla kurulur. Arada, üzerinde, aletin farklı iki konumunda mira okumaları yapılacak ara noktalar alınır. (Şekil 9.3).



NİVELMAN İŞLEMİ



Geçki nivelmanı



NİVELMAN İŞLEMİ

- Ölçüler, nivelman karnesi adı verilen bir cetvele yazılır. Hesaplar, bu cetvel üzerinde ve kontrollü olarak yapılır.
- Geçki nivelmanı miranın ilk konumundaki okuma “geri okuma”, sonraki konumundaki okumaya da “ileri okuma” denir. Arada, istenirse bazı noktalara da yükseklik vermek gerekirse buralara da mira tutulur. Burada yapılan okumalara da “orta okuma” denir.



NİVELMAN İŞLEMİ

- Diğer ölçme işlerinde olduğu gibi nivelman işlerinde de, ikinci bir ölçü ile, kontrol sağlanmalıdır. Söz gelimi, iki uzak nokta arasındaki yükseklik farkı, birbirinden bağımsız iki ölçü ile, bir gidiş, bir de dönüş ile bulunursa, kaba hata önlenmiş olur. Ayrıca bu iki ölçü sonucunun aritmetik ortalaması, gerçek değere daha yakın olacaktır.



NİVELMAN İŞLEMİ

- YÜZEY NİVELMANI : Küçük bir alanın topoğrafik yüzeyinin belirlenmesi, topoğrafik haritasının çizilebilmesi için yüzey nivelmanı uygulanır. Bunun için 4-5 m aralıkla mira tutulur. Her noktada doğrultu açısı, üst-orta-alt çizgi okumaları yapılır ve kaydedilir. Üst ve alt çizgi okumaları farkı 100 katsayısı ile çarpılırsa yatay uzaklık bulunur. Orta çizgi okuması ise nokta yüksekliklerini verir.



NİVELMAN İŞLEMİ

- YÜZEY NİVELMANI : Optik yolla yatay uzunluklar en iyi koşulda 3-5 dm doğruluktur. Eğimli ve geniş alanlarda uygulamak doğru sonuç vermeyecektir. Bunun için çalışma alanında konumu belirli noktalar oluşturularak mira bu noktalara tutulur. Bir başka seçenek ise yatay uzaklıklar çelik şeritle ölçülebilir.



NİVELMAN İŞLEMİ

- **KESİT ÇIKARMA** : Boyuna ve enine kesitlerin çıkarılmasında da geometrik nivelman yönteminden yararlanır. Boyuna kesit, örneğin, yol eksenine boyunca çıkarılacaksa, geçki nivelmanı uygulanır. Eksen kırık noktalarına mira tutularak orta okumalar yapılır. Hacim hesaplamaları için, yol eksenine dik enkesitler ölçülür.



SAYISAL NİVOLAR

- Klasik nivelman miraları yerine, barkotlara benzer bölümleri olan miralar da kullanılmaktadır. Nivelonun görüş açısındaki barkot bölümü, mira uzaklığının bir fonksiyonudur. Bu iki değerin ortası da, yatay çizgi okumasına karşılık gelir. Miraya yöneltildikten birkaç saniye sonra ilgili değerler pencerede görüntülenir ve belleğe kaydedilir.



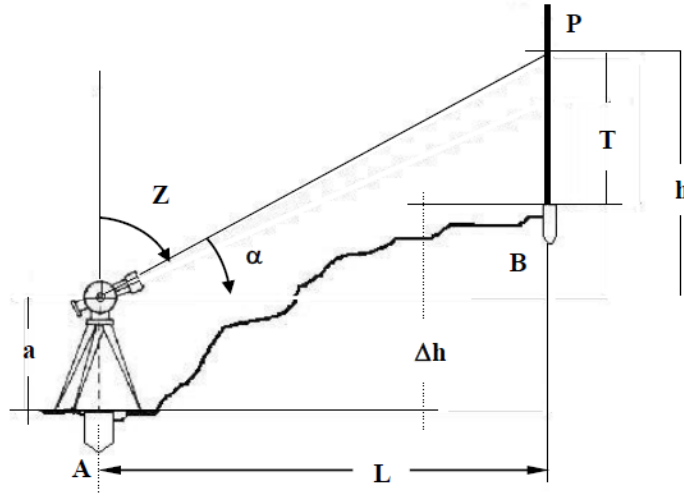
TRİGONOMETRİK NİVELMAN



- Noktaların yükseklikleri düşey açı ve eğik uzaklıkları ölçerek de bulunabilir. Bu ölçülerle birlikte alet yüksekliğinin ve miranın orta çizgi okumasının dikkate alınması gerekir.
- Takeometre aletlerinde düşey açı düşey doğrultudan itibaren ölçülür ve bu açıya başucu açısı denir. Bunu 100 grada tamamlayanı ise yükseklik açısı olarak bilinir.



TRİGONOMETRİK NİVELMAN



$$h = L \cdot \cot Z = L \cdot \tan \alpha$$

ve

$$\Delta h = a + h - T$$

Şekil 9.4 : Trigonometrik nivelman



TRİGONOMETRİK NİVELMAN



$$H(B) = H(A) + a + s \sin(\text{beta}) - t$$

a : alet yüksekliği

s : eğik uzaklık

beta : yükseklik açısı

t : orta çizgi okuması



TRİGONOMETRİK NİVELMAN



- SAYISAL ÖRNEK :

Alet yüksekliği : $a = 1.48$ m

Yükseklik açısı : $\beta = 17.35$ gon

Mira okumaları : 145, 122.5, 100

Eğik uzaklık = $(145-100) \times 100 = 45.0$ m

Orta çizgi : $t = 1.225$ m $H(A) = 162.23$ m

$H(B) = 162.23 + 1.48 + 45.0 \times \sin(17.35) - 1.225$

$H(B) = 174.60$ m



TRİGONOMETRİK NİVELMAN



- Klasik takeometre ölçmelerinde uzaklıklar optik uzaklık ölçme yöntemidir ve hedef noktasında mira tutulur.
- Elektronik takeometre yönteminde ise uzaklıklar elektro-optik yöntemle yapılır ve hedef noktasına yansıtıcı tutulur. Bu durumda, mira orta çizgi okuması yerine, yansıtıcı yüksekliği gerekecektir.



BAROMETRİK NİVELMAN



- Hava basıncı ölçerek de noktaların denizden yüksekliği bulunabilmektedir. Duyarlı mikro barometreler ile 0.5-1.0 m duyarlılıkla yükseklikler belirlenebilmektedir.
- Genellikle birden fazla barometre ile çalışılır. Bir barometre ile yüksekliği bilinen noktada, sık aralıklarla ölçüler yapılırken, diğer barometreler yüksekliği bulunacak noktalarda gezdirilir. Ayrıca sıcaklık değimi ve diğer meteorolojik koşullar da kaydedilir.



GPS YÖNTEMİ



- Yapay uydulardan alınacak sinyallerle konum belirleme yöntemi olan GPS ile yükseklik bilgileri de alınabilir. Bunun için çalışma alanında geoidin bilinmesi gerekir. Pek çok gelişmiş ülkede ve Türkiye de bu bilgiler bulunduğu için, GPS yöntemi ile; X,Y konum bilgileri ile birlikte yükseklik bilgileri de elde edilebilmektedir.



Ö Z E T



- Harita yapımında, tüm mühendislik projelerinin tasarımında ve uygulamalarında, çeşitli amaçlı düzenlemelerde yükseklik bilgisi gerekir.
- Yükseklik bilgileri en çok geometrik ve trigonometrik nivelman yöntemleri ile elde edilir.
- Geometrik nivelmanın dayandığı ilke oldukça basit. Nivo aracılığı ile bir yatay düzlem oluşturuluyor. Yüksekliği bilinen / bilinmeyen noktaların bu düzleme olan ve ölçülen uzaklıkları ile yükseklik farkları bulunuyor.



Ö Z E T



- Uzak noktalar arasındaki yükseklik farkları ise geçki nivelmanı yöntemi ile bulunur. Bunun için nivo aleti birkaç kez, ya da çok kez kurulur. İki farklı alet konumu sırasında oluşacak farklı yatay düzlemler arasındaki ilişki, aynı noktada bulunan miranın, aletin önceki ve sonraki konumlarında yapılacak mira okumaları ile sağlanır. Önceki okumalar ileri, sonrakiler geri okuma olarak adlandırılır. Bunların farklarının toplamı aranan yükseklik farkını verecektir.



SORULAR

- 1) İki nokta arasındaki yükseklik farkı ne demektir ?
- 2) Bir noktanın yüksekliği ne demektir ?
- 3) Haritalardaki yükseklikler nereden itibaren ölçülmüştür ?
- 4) Nivelman röperi ne demektir ?
- 5) Nivo aletinin işlevini açıklayınız.
- 6) Yükseklikler TS ile nasıl elde edilir ?



TERİMLER



Yükseklik ölçümü : Leveling, vertical distance measurement.

Ortalama deniz düzeyi : Mean sea level

Düşey kontrol ağları : Vertical control networks

Nivelman ağları : Levelling networks

Nivelman röperi : Bench Mark (BM)

Yükseklik : Height, elevation

Geometrik nivelman : Differential levelling

Trigonometrik nivelman : Trigonometric levelling

Barometrik nivelman : Barometric levelling



TERİMLER



Üçayak, sehpa	Tripod
Nivo	level
Düzeçlemek	to level
Kabarcıklı düzeç	Bubble
Nivelman mirası	Levelling staff,
Mira	Staff
Geçki (Güzergah) nivelmanı	Line levelling
Geri, ileri okuma	Back, fore sight
Orta okuma	Intermediate sight
Yüzey nivelmanı	Surface levelling
Sayısal nivo	Digital level