

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ORTA ÖĞRETİM PROJESİ

HARİTA-TAPU-KADASTRO

**YÜKSEKLİK ÖLÇME
581MSP089**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. GEOMETRİK YÖNTEMLE YÜKSEKLİĞİN ÖLÇÜLMESİ VE HESABI	3
1.1. Nivelman İşlerinde kullanılan Araç ve Gereçler	4
1.1.1. Nivelmanın Kurulması ve Düzzeçlenmesi	6
1.1.2. Nivelman Miraları	7
1.2. Nivelman Ağları ve Nivelman İşaretlerinin İnşaatı	8
1.3. İki Nokta Arasındaki Yükseklik Farkının Bulunması	12
1.3.1. Hat Nivelmanı	13
1.3.2. Ara Noktalı Nivelman	14
1.3.3. Alet Ufkuna Göre Nivelman	16
1.3.4. Nivelmanda Ortalama Hata	19
1.3.5. Hata Sınırı Formülleri	19
1.4. Kesit Çıkarma	20
1.4.1. Kesit Nivelmanı	21
1.4.2. Boy Kesit Çizimi	22
1.4.3. En Kesitlerin Çıkarılması	23
1.4.4. Yüzey Nivelmanı	24
1.4.5. En Kesitlerden Hacim Hesapları	25
1.4.6. Hassas Nivelman	27
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	35
2. TRİGONOMETRİK YÖNTEMLE YÜKSEKLİĞİN ÖLÇÜLMESİ ve HESABI	35
2.1. Yakın İki Nokta Arasında Yükseklik Ölçümü	35
2.2. Trigonometrik Nivelman	36
UYGULAMA FAALİYETİ	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	43
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	45
3. KULE YÜKSEKLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE HESABI	45
3.1. Uzaklığı Bilinen Kule Yüksekliklerinin Ölçülmesi ve Hesabı	45
3.2. Uzaklığı Bilinen Kulenin Deniz Seviyesinden Olan Yüksekliğinin Hesabı	47
UYGULAMA FAALİYETİ	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	51
MODÜL DEĞERLENDİRME	52
CEVAP ANAHTARI	58
KAYNAKÇA	66

AÇIKLAMALAR

KOD	581MSP089
ALAN	Harita- Tapu- Kadastro
DAL/MESLEK	Haritacılık ve Kadastroculuk Dal Ortak
MODÜLÜN ADI	Yükseklik Ölçme
MODÜLÜN TANIMI	Yüksekliklerin ölçümü ile ilgili araç ve gereçleri sağlayarak gerekli şartlar oluşturulduktan sonra yüksekliklerin ölçümünü tekniğine uygun olarak yapabilme becerisi kazandıran öğrenme materyaldir.
SÜRE	40/32+(40/32 uygulama)
ÖN KOŞUL	Ön koşul yoktur.
YETERLİK	Yükseklikleri ölçmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Yükseklik ölçme ile ilgili işlemleri yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Tekniğine uygun olarak geometrik yöntemle yükseklik ölçümünü ve hesabını yapabileceksiniz. 2. Tekniğine uygun olarak trigonometrik yöntemle yükseklik ölçümünü ve hesabını yapabileceksiniz. 3. Tekniğine uygun olarak kule yüksekliklerini ölçüp hesabını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf ve arazi Donanım: Kâğıt, kırmızı kalem, kurşun kalem, gönye, silgi, fonksiyonlu hesap makinesi, nivo ve aksesuarları, takeometre ve aksesuarları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

21. yüzyılda ülkemizde her alanda olduğu gibi harita-tapu-kadastro alanında da hızlı gelişmeler olmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak da yapılan çalışmalarda değişiklikler ve gelişmeler söz konusudur. Çağı yakalamak için gelişmeleri ve değişimleri yakından takip etmek, yaşam koşullarını daha iyi ve güvenilir hâle getirmek, sizlerin gayretiyle olacaktır.

Bilindiği gibi ülkemizin en büyük sorunlarından biri de hızlı nüfus artışıdır. Bu sorun karşısında alt yapı sorunu da gittikçe büyümektedir (yol, su, kanalizasyon, enerji nakil hatları, iletişim vb.). Bu sorun o kadar büyüktür ki şehirlerimiz insanlar için yaşanmaz hâle gelmiştir.

Nüfus artışından ve ihtiyaçların değişiminden kaynaklanan sorunların çözümünde haritacılığın katkısı büyüktür. Harita bilgilerinin temel konularından biri de yüksekliklerin ölçülmesidir.

Yükseklik ölçümü modülünde; geometrik ve trigonometrik yükseklik ölçme, kule yüksekliklerini ölçülme işlemini yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Tekniğine uygun olarak geometrik yöntemle yükseklik ölçümünü ve hesabını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Geometrik olarak yüksekliklerin ölçümü için gerekli ön bilgileri, araç ve gereçleri, uygulanan yöntemlerle ilgili kanun, yönetmelik ve kaynakları araştırınız.
- Bu bilgilerin mesleğinizle ilişkilerini öğreniniz.
- Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarımızla paylaşınız.

1. GEOMETRİK YÖNTEMLE YÜKSEKLİĞİN ÖLÇÜLMESİ VE HESABI

Nivelman: Bir düzlem esas alınarak diğer noktaların bu düzlem ile arasındaki yükseklik farkının bulunması işlemidir.

Memleketimizin deniz seviyesine göre tüm yüzeyinin yükseklikleri tespit edilip buna göre tesviye eğrili haritalar hazırlanmıştır. Bu haritalardan herhangi bir noktanın deniz seviyesine veya başka bir noktaya olan düşey uzaklıkları hesaplanır. Uygulamalarda bu tesviye eğrili haritalardan faydalanılır. Doğru bir çalışma yapmak için uygulama yapılacak alanın yeniden nivelmanın yapılması gerekir.

Nivelmanla noktalar arasındaki yükseklik farkları ölçülür. Ölçülen yükseklik farkları, yüksekliği önceden belli olan noktaların yüksekliklerine eklenerek yeni noktaların yükseklikleri bulunur. Yöntemine uygun olarak tesis edilmiş, yapılan ölçme ve hesaplamalarla yükseklikleri belirlenmiş olan noktalara nivelman noktası denilir.

Geometrik nivelmanda noktalar arasındaki yükseklik farkları, bu noktaların yatay bir düzleme olan düşey uzaklıkları ölçülerek bunların farkı alınmak suretiyle bulunur. Noktaların yatay düzlemde düşey doğrultudaki uzaklıklarını ölçmek için noktalar üzerine düşey olarak mira tutulur ve nivelman düzleminin bu miraları kestiği yerde mira okumaları yapılır.

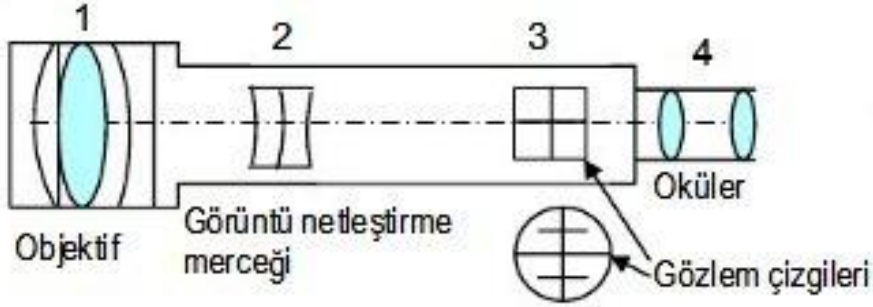
1.1. Nivelman İşlerinde kullanılan Araç ve Gereçler

Nivelman aletlerinin esas, yatay bir gözlem düzlemini gerçekleştirecek bir düzenden ibarettir. Geometrik nivelmanda yatay bir gözlem düzlemi oluşturmak amacıyla genellikle **nivo**, noktaların yatay gözlem düzleminden olan uzaklığını ölçmek için de **mira** kullanılır.

Nivoda yataylığı sağlamak için **düzeç** ve miradaki okumaları kolaylaştırmak için de **dürbün** kullanılır. Aleti istenilen yöne çevirmeye yarayan bir düşey eksen ve yataylanması için de üçayak ile donatılmıştır. Nivelarda yatay düzlem, dürbünün optik ekseninin yataylanması ile sağlanır. Bir de aleti taşımaya yarayan sehpa'sı vardır.

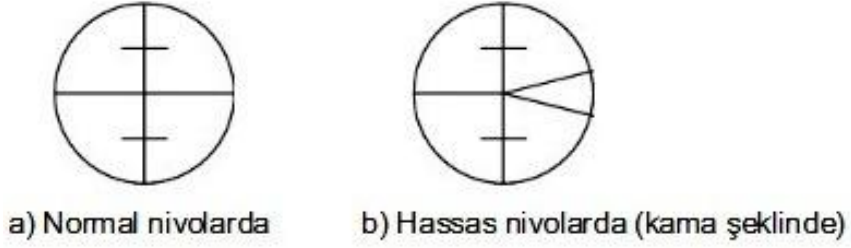
Nivolar alt ve üst yapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Alt yapıda düşey eksen ile üçayak bulunur. Ayrıca yatay az hareket ve yatay genel hareket vidaları vardır. Bazı nivelarda yatay hareket sürtünme esasına göre olduğundan yatay genel hareket vidaları yoktur. Üst yapı ise dürbün ve silindrsel (boru) düzeçten oluşur.

Basit bir dürbünün şematik kesiti Şekil 2.1'de görülmektedir. 1 objektifine giren ışınlar, görüntü düzleminde miranın ters bir görüntüsünü verir. Görüntü 4 oküleri yardımıyla önemli ölçüde büyütülür. Aynı görüntü düzleminde bir cam plaka üzerine kazınmış gözlem çizgileri vardır (Şekil 2.2). Dürbün oküleri, gözlem çizgileri net ve keskin görününceye kadar hareket ettirilir. Yatay ve düşey çizgilerin kesim noktası ile objektif merkezi dürbünün gözlem doğrultusunu oluşturur. Bazı nivelarda ters görüntüyü düz görüntü hâline getirmek için 2 ile 3 arasında bir prizma sistemi yerleştirilir.



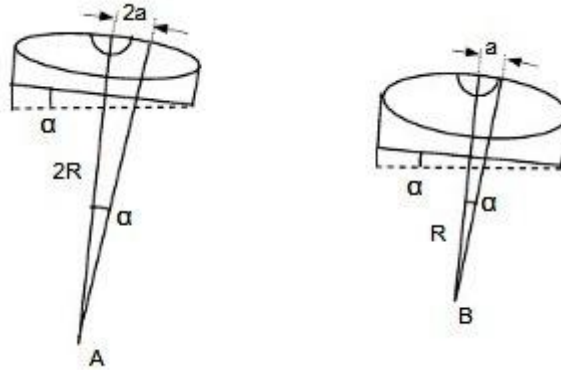
Şekil 1.1: Dürbünün şematik kesiti

Mira üzerinde yapılacak okuma ve tahmin etme inceliği, dürbünün büyütme gücüne bağlıdır. Nivelman miraları genellikle santimetre bölümlü olduklarından milimetre bölümlerinin tahmin edilmesi gerekir. Bir A dürbünü, B dürbününün iki katı büyütüyorsa A dürbünü ile milimetreler iki kat daha incelikli tahmin edilir. Bir dürbünün büyütmesi yaklaşık olarak objektif ve oküler odak uzaklıklarının oranına eşittir.

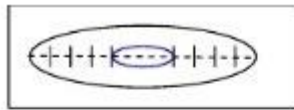


Şekil 1.2: Nivelarda kullanılan gözlem çizgileri

Nivoların kaba yataylanmasında küresel düzeç, hassas yataylanmasında da silindirselsel (boru) düzeç kullanılır. Bir nivonun inceliği, silindirselsel düzecin duyarlılığı ve dürbünün büyütme gücüne bağlıdır. Düzeç duyarlılığı ise silindirselsel düzecin eğrilik yarıçapına bağlıdır. Şekilde değişik eğrilik yarıçaplı iki düzeç görülmektedir. Her iki düzecin bir uçlarının yataydan α miktarı kadar kaldırılması durumunda A düzecinin kabarcığı, eğrilik yarıçapının B'den büyük olması nedeniyle B düzecinin kabarcığından daha fazla miktarda hareket eder. Bu şekilde kabarcığın ortadan ayrılması daha iyi saptanır.



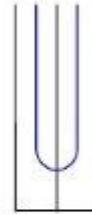
Şekil 1.3: Düzeç duyarlılığı



Kabarcağı ortalanmış
açık skalalı düzeç



Ayarlanmamış



Ayarlanmış

Düzeç kabarcığının prizma ile yansıtılması
(çakıştırma prizma sistemli)

Şekil 1.4: Düzeç ayarları

Nivelmanda incelik, 1 kilometrelik nivelman yolunda gidiş-dönüş ölçü farklarından hesaplanan standart sapma (karesel ortalama hata) ile ifade edilmektedir. Nivelmanda incelik aşağıdaki koşullara bağlıdır:

- Alet ve sehpasına
- Mira bölümlendirmelerinin doğruluğuna ve mira altlığına
- Ölçme yöntemi ve ölçme sürecindeki sistematik hataların elimine edilmesine
- Çevre koşullarına (atmosferik, aydınlık, yeraltı)

1.1.1. Nivoların Kurulması ve Düzeçlenmesi

Işınsal (kutupsal) nivelman işlemi dışında nivoların belirli bir nokta üzerine merkezleştirilerek kurulması zorunluluğu olmadığından nivolar kurulurken genellikle nokta üzerine merkezleştirme işlemi yapılmaz. Öncelikle nivoyu kullanan kişi (operatör), alet sehpasını boyuna göre açar ve sehpa tablası yaklaşık yatay olacak şekilde sehpayı kurar. Nivo kutusundan çıkartılır ve sehpanın üzerine yerleştirilerek alttan sehpayı vidalanır. Sehpa ayaklarına el ile (ayakla değil) bastırılarak sehpanın zemine iyice yerleşmesi sağlanır. Her iki yöndeki hareket alanını geniş tutabilmek için düzeç ayak vidalarının yaklaşık olarak ortada olmasına dikkat edilir (Düzeç ayak vidalarının bazıları çok aşağıda, bazıları da çok yukarıda olmamalıdır.). Küresel düzeç, sehpa ayaklarıyla yaklaşık olarak, düzeç ayak vidalarıyla da tam olarak ortalanır. Silindirsels düzeç, önce iki düzeç ayağına paralel hâle getirilir ve düzeç ayaklarının ikisi de içe veya dışa çevrilerek kabarcık ortalanır. Düzeç 90° döndürülerek kullanılmayan üçüncü ayak vidası ile kabarcık yine ortalanır. Kontrol amacıyla işlem tekrarlanır. Düzeçleme işlemi tamamlandıktan sonra, düzeç hatası yoksa alet ne tarafa çevrilirse çevrilsin kabarcık ortada kalır. Düzeğin hatalı olup olmadığı düzeç kontrolüyle belirlenir.

Günümüzde genellikle nivelman ağlarında, hat nivelmanı, yüzey nivelmanı ve kesit nivelmanı gibi nivelman ölçümlerinde; deformasyon ölçümlerinde, endüstriyel ölçmelerde, kara ve demir yolu, kanalizasyon, içme suyu, tünel ve madencilik çalışmalarında elektronik (sayısal) nivolar kullanılmaktadır.



Resim 1.1: Elektronik (sayısal) nivo ve barkodlu mira

1.1.2. Nivelman Miraları

Mira, noktaların nivelman düzleminde olan uzaklığını ölçmek için kullanılan, fırınlanmış ahşaptan ya da metalden yapılmış cetvellerdir. Bazı ahşap miralarda, eğilmeyi önlemek için miranın arka tarafına veya yan taraflarına destek parçaları eklenir. Miranın alt uç kısmına çelikten yapılmış bir parça eklenir. Miranın bölümlenmesi bu levhanın alt kısmından başlar. Nivelman miraları tek parçalı, katlanabilir ya da sürgülü olabilir. Uzaktan iyi seçilebilmeleri için 1 metrelik ara ile siyah-beyaz ve kırmızı-beyaz şeklinde bölümlendirilmiştir. Miralar, genellikle 4 m uzunluğunda ve cm bölümlüdür. 2 adet tutamağı olan miraların düşeyliğini sağlayabilmek için bir küresel düzeçle donatılmışlardır. Hassas nivelmanda kullanılan miralar ise 3 m boyunda tek parçalı olup 1 cm ya da yarım cm aralıklarla bölümlendirilmiştir.

Miraların, basit nivelman miraları, hassas nivelman miraları ve özel nivelman miraları olmak üzere üç çeşidi vardır.



Resim 1.2: Nivelman mirası çeşitleri

➤ Nivelman miralarının yardımcı araçları

Nivelman ölçüleri yapılırken miraların tutulabilmesi, düşeyliğinin sağlanması, sallanmaması ve yüksekliklerinin değişmemesi için yardımcı araçlar kullanılır. Bunlar; mira düzeçleri, mira payandaları ve mira altlıklarıdır.

1.2. Nivelman Ağları ve Nivelman İşaretlerinin İnşaatı

Nivelman işlemi ağ sisteminde yapılır. Nivelman ağı dediğimiz bu ağlar yer kontrol noktalarının durumuna göre ve takip edilen güzergâha göre çeşitlilik gösterir. Nivelman ağlarının oluşumunda kullanılan işaretler ise tesis edilen zemine göre çeşitlilik gösterir. Buraya kadar anlattıklarımızı aşağıda görelim.

➤ **Ana nivelman ağları**

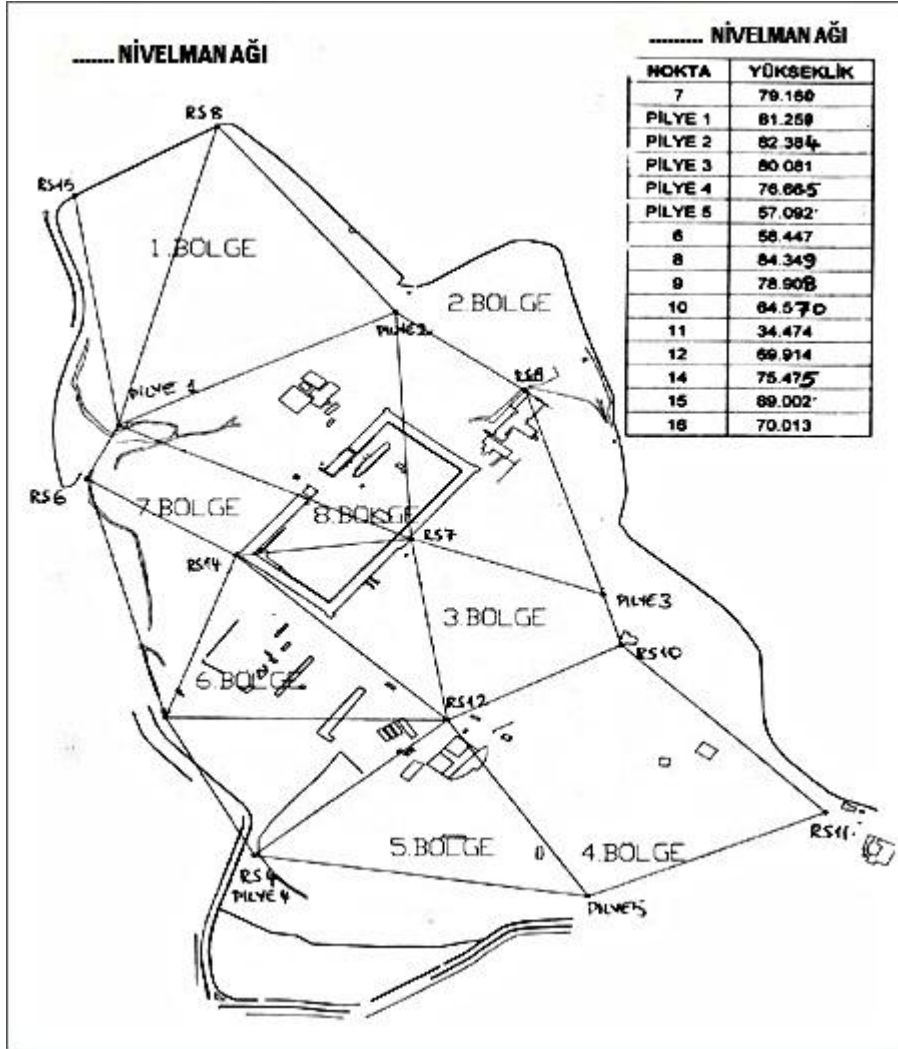
Proje alanını kapsayacak şekilde, çevresi 40 km aşmayan luplar biçiminde düzenlenir. Nivelman geçkileri hassas geometrik nivelman yapılabilecek yollar üzerindeki C3 ve daha yüksek dereceli noktalar ve poligon noktaları ile bölgede önceden tesis edilen nivelman ağlarının yüksek dereceli noktalarını içerecek şekilde seçilir. Geçki üzerindeki nokta sıklığı en çok 1,5 km olmalıdır. Seçimi yapılan noktalar için bir seçim kanavasası düzenlenir. Seçim kanavasası ilgili idarece onaylandıktan sonra, yeni noktalar uygun biçimde tesis edilir ve röperlenir.

➤ **Ara nivelman ağları**

Başı ve sonu ana nivelman ağı noktalarına bağlı toplam uzunluğu 10 km'yi geçmeyen nivelman geçkileri veya en az iki ana nivelman noktasını içeren ve toplam uzunluğu 10 km'yi geçmeyen luplar biçiminde planlanır. Geçki üzerindeki nokta sıklığı 750 m – 1000 m olmalıdır. Seçimi yapılan ana nivelman noktaları seçim kanavasasında gösterilir. Yeni noktalar uygun biçimde tesis edilir ve röperlenir.

➤ **Yardımcı nivelman noktaları**

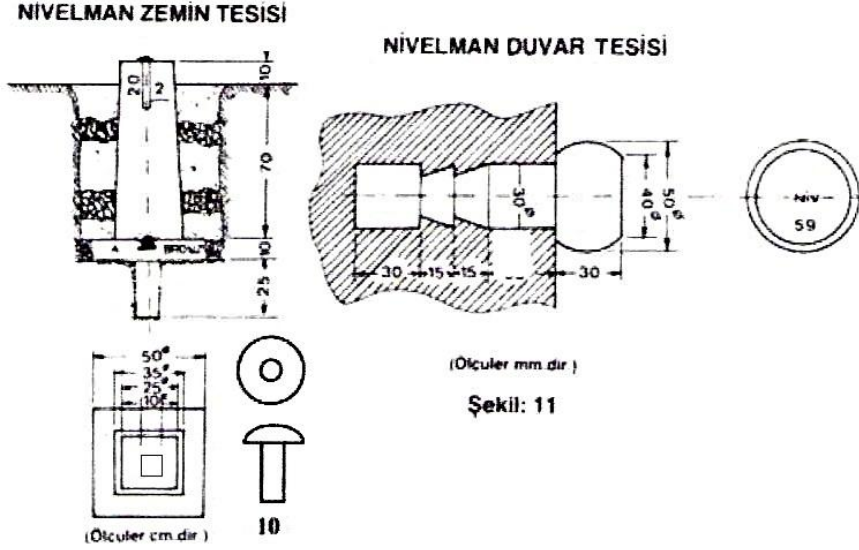
Proje alanı içinde, her dereceden nivelman noktalarının yoğunluğu yerleşim bölgelerinde ortalama 400 m – 500 m aralıklarla ve diğer bölgelerde ortalama 700 m – 800 m aralıklarla olmalıdır. Bu yoğunluğu yeterince sağlamak için yardımcı nivelman noktaları (RS) tesis edilir. Bu noktalar, çizilen seçim kanavasasında gösterilir. Noktalar uygun biçimde tesis edilir ve röperlenir.



Şekil 1.5: Nivelman kanavası

➤ **Nivelman işaretlerinin inşaatı**

Nivelman noktaları zamanla kaybolmayacak şekilde yapılmalıdır. Nivelman noktaları yeraltı, yerüstü veya sağlam binaların duvarlarına olmak üzere üç şekilde inşaa edilir.



Şekil 1.6: Nivelman işaretleri

➤ **Nivelman noktaları röper ölçü krokileri**

Nivelman noktalarının arandığında bulunabilmeleri veya kaybolduğunda tekrar inşa edilebilmeleri için röper ölçü krokileri düzenlenir.

NİRENGİ VE NİVELMAN NOKTALARI RÖPER ÖLÇÜ KROKİSİ	
Şehir ve Kasaba Adı : OVACIK (TUNCELI) Sahife No: _____	
NO = J423H003/420504 ADI = AN.5 / RS.4	MEVKİLİ VE YARARLI NOT
Y = _____	Tunceli yolu üzerindeki afet evleri yanında Mercan köyü yolu kavşağından köye doğru tahmini 700m mesafede giderken yolun solunda İlçe Jandarma Komutanlığı sahası içinde yoldan tahmini 75m içeride
X = _____	
H = _____	
Zemin İşaretinin Cinsi* : T	
* Zemin işaretlerinin Cinsleri ve Kısaltmaları: B. Demir Boru C. Demir Çivi T. Beton Taş Br . Bronz	Tesis Eden : Tarih :/...../200...

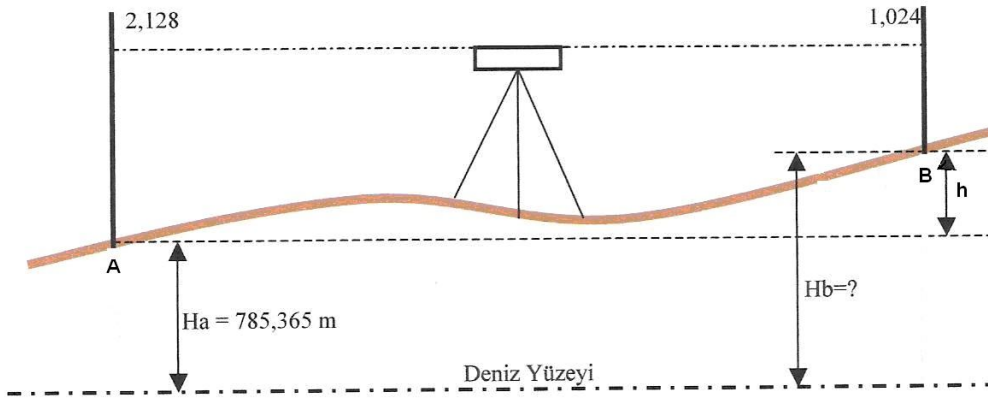
Şekil 1.7: Röper ölçü krokisi örneği

1.3. İki Nokta Arasındaki Yükseklik Farkının Bulunması

Nivelmanın temel prensibi yataylanmış bir nivelman aleti (nivo) ile A ve B gibi iki nokta üzerine düşey durumda tutulmuş olan miralardaki okunan değerlerin birbirinden çıkarılması ile bu iki nokta arasındaki yükseklik farkını bulmaktır. Noktalardan birinin denizden yüksekliği (kotu) biliniyorsa yükseklik farkı bu kota eklenerek diğer noktanın kotu da bulunmuş olur.

İki nokta (A ve B) arasındaki yükseklik farkı = geri okuma – İleri okuma

Bunu bir örnekle açıklayalım.



Şekil 1.8: İki nokta arasındaki yükseklik farkının bulunması

$$h = g - i = 2,128 - 1,024 = 1,104 \text{ m}$$

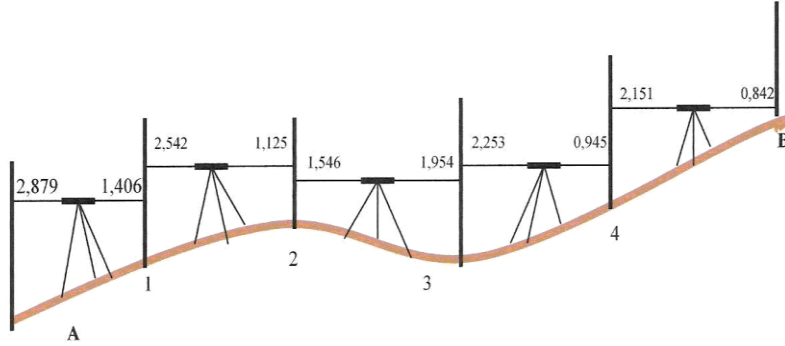
B noktasının kotu;

$$H_b = H_a + h = 785,365 + 1,104 = 786,469 \text{ m' dir.}$$

1.3.1. Hat Nivelmanı

Yükseklik farkı ölçülecek noktalar arasındaki uzaklık fazla ise veya aletin bir defa kurulmasıyla her iki noktaya kurulan miralar okunamıyorsa nivelmanda tekrar ölçü yapılır. Bu şekildeki nivelmana güzergâh nivelmanı ya da hat nivelmanı denir.

Aşağıda verilen şekil ve ölçülere göre 1, 2, 3, 4, B noktaları arasındaki kot farklarını bulalım.



Şekil 1.9: Nivelman güzergâhı

NOKTA NU.	MİRA OKUMALARI		FARKLAR
	GERİ g	İLERİ i	h=g-i (+) (-)
1	2	3	4
A	2,879		
1	2,542	1,406	1,473
2	1,546	1,125	1,417
3	2,253	1,954	-0,408
4	2,151	0,945	1,308
B		0,842	1,309

Tablo 1.1: İki nokta arasındaki yükseklik farkı hesabı

Tablo hesabı:

- 1 numaralı sütuna sırasıyla nokta numaraları yazılır (A, 1, 2, 3, 4, B).
- 2 numaralı sütuna miralarda yapılan geri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 3 numaralı sütuna miralarda yapılan ileri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 4 numaralı sütuna bir önceki noktanın geri okuma değerinden (A noktası) hesaplanan (1 noktası) noktanın ileri okuma değeri çıkarılır. Çıkan değer 1 numaralı noktanın satırına yazılır. Aynı işlem diğer noktalarda da yapılır.

1.3.2. Ara Noktalı Nivelman

Bazı durumlarda geri ve ileri okumalar dışında başka noktaların da yüksekliklerinin (kotlarının) hesabı istenebilir. Bu durumda geri ve ileri okuma değerlerinin dışında mira tutulan diğer noktalara ara okuma denir.

Bu nivelman çeşidi genellikle yol boy kesitlerinin çıkarılması, kanalizasyon projeleri veya yüzey nivelmanı yapımında karşımıza çıkar. Ara noktalı nivelman geometrik nivelmandan çok farklı değildir. Sadece ara noktalarında hesabı yapılır.

Bu nivelman hesabını bir örnekle açıklayalım.

Önce h yükseklikleri şu formüllerle bulunur:

$$h_1 = g - a = 2,526 - 1,784 = 0,742 \text{ m}$$

$$h_2 = a - i = 1,784 - 0,438 = 1,346 \text{ m}$$

$$h = h_1 + h_2 = 0,742 + 1,346 = 2,088 \text{ m}$$

veya

$$h = g - i = 2,526 - 0,438 = 2,088 \text{ m}$$

B ve C noktalarının yükseklikleri de şu formüllerle bulunur:

$$H_b = H_a + h_1 = 780,552 + 0,742 = 781,294 \text{ m}$$

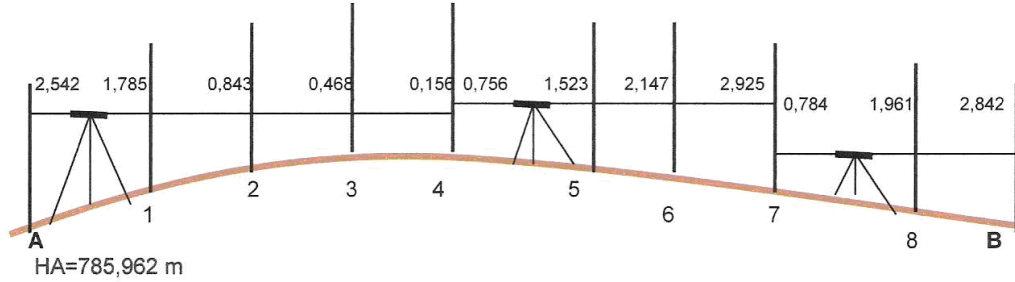
$$H_c = H_b + h_2 = 781,294 + 1,346 = 782,640 \text{ m}$$

Veya ara okuma dikkate alınmadan C noktasının kotu aşağıdaki formülle de bulunur.

$$H_c = H_a + h = 780,562 + 2,088 = 782,640 \text{ m}$$

Konuyu bir örnek hesap yaparak açıklayalım.

Örnek:



Şekil 1.10: Ara noktalı nivelman güzergâhı

NOKTA NU.	ARA UZAKLIKLAR m	MİRA OKUMALARI			FARKLAR g-i (+) (-)	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR) m	NOKTA NU.
		GERİ g	ARA a	İLERİ i			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		2,542				785,962	A
1			1,785		0,757	786,719	1
2			0,843		0,942	787,661	2
3			0,468		0,375	788,036	3
4		0,756		0,156	0,312	788,348	4
5			1,523		-0,767	787,581	5
6			2,147		-0,624	786,957	6
7		0,784		2,925	-0,778	786,179	7
8			1,961		-1,177	785,002	8
B				2,842	-0,881	784,121	B
		4,082		5,923	-1,841	-1,841	HB-HA

$$\begin{array}{r} -5,923 \\ -1,841 \\ \hline \end{array}$$

Tablo 1.2: Ara noktalı nivelman hesabı

Tablo hesabı:

- 1 ve 8 numaralı sütunlara sırasıyla nokta numaraları yazılır (A, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, B).
- 2 numaralı sütuna alet ile miralar arasındaki uzaklıklar ölçülmüşse yazılır. Ölçülmemişse boş bırakılır (Bu sütuna kesit nivelmanı yapıldığında uzaklıklar yazılır.).

- 3 numaralı sütuna miralarda yapılan geri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 4 numaralı sütuna Miralarda yapılan ara okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 5 numaralı sütuna miralarda yapılan ileri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 6 numaralı sütuna bir önceki noktanın geri veya ara okuma değerinden (A noktası) hesaplanan (1 noktası) noktanın ara veya ileri okuma değeri çıkarılır. Çıkan değer 1 numaralı noktanın satırına yazılır. Aynı işlem diğer noktalarda da yapılır.
- 7 numaralı sütuna HA noktasının verilen değeri HA'nın karşısına yazılır. H1'in karşısına ise kotlar sütunundan HA'nın kotuna farklar sütunundaki değer toplanarak yazılır. Bu işlem diğer noktalar içinde aynen tekrarlanır.

İşlemin sağlamasını yapmak için geri okuma değerleri toplamından (4,082) ileri okuma değerleri (5,923) toplamı çıkarılır (4,082-5,923=-1,841).

B noktasının kotundan (784,121) A noktasının kotu (785,962) çıkarılır (784,121-785,962=-1,841).

Çıkan farklar birbirine eşit ise işlem doğrudur. (-1,841= -1,841)

Bunu bir formülle gösterirsek $[g]-[i]=H_b-H_a$

Son noktanın kotu biliniyor ise hata tespiti yapılır. Hata kabul edilebilir oranda ise diğer ölçülere dağıtılır. Hata dağıtımı ara okumalara yapılmaz. Bu şekilde hesap örneği aşağıda verilmiştir.

1.3.3. Alet Ufkuna Göre Nivelman

Bazı durumlarda geri ve ileri okumalar dışında çok fazla ara noktalarında yüksekliklerinin (kotlarının) hesabı da istenebilir.

Bu nivelman çeşidi genellikle yol boy kesitlerinin çıkarılması, kanalizasyon projeleri veya yüzey nivelmanı yapımında karşımıza gelir. Bu yöntemle nivelman hesabında alet kurulan ilk noktada yapılan geri okuma değeri ile ilk noktanın kotu toplanıp aletin optik ekseninin kotu hesaplanır (alet ufki kotu). Bulunan değerden sırasıyla ara okuma değerleri ve ileri okuma değeri çıkarılarak noktaların kotlarının hesabı yapılır.

Bu nivelman hesabını bir örnekle açıklayalım.

Burada noktaların kotunu bulmadan önce aletin ufki kotu bulunmalıdır. Bunu yapmak için A noktasının kotuna geri okuma ilave edilerek aletin yatay ekseninin kotu bulunur.

Alet ufki kotu (AUK) = $H_a + g = 880,555 + 3,526 = 884,081$ m

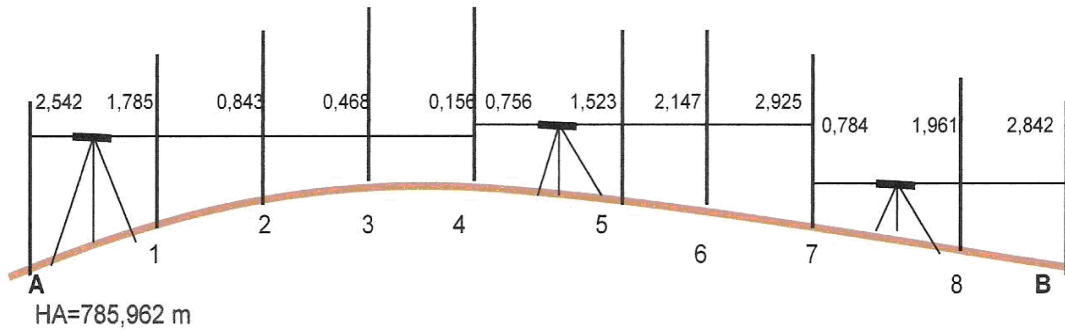
Daha sonra noktaların kotlarının bulunması işlemi yapılır.

$H_b = AUK - a_b = 884,081 - 2,784 = 881,297$ m

$H_c = AUK - a_c = 884,081 - 1,975 = 882,106$ m

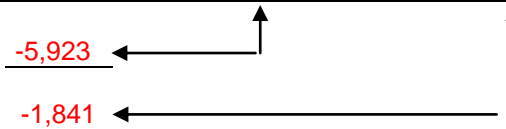
$H_d = AUK - i = 884,081 - 0,638 = 883,443$ m

Örnek:



Şekil 1.11: Alet ufkuna göre nivelman

NOKTA NU	ARA UZAKLIKLAR m	MİRA OKUMALARI			ALET UFKİ KOTU	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR) m	NOKTA NU
		GERİ g	ARA a	İLERİ i			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		2,542			788,504	785,962	A
1			1,785			786,719	1
2			0,843			787,661	2
3			0,468			788,036	3
4		0,756		0,156	789,104	788,348	4
5			1,523			787,581	5
6			2,147			786,957	6
7		0,784		2,925	786,963	786,179	7
8			1,961			785,002	8
B				2,842		784,121	B
		4,082		5,923		-1,841	HB-HA



Tablo 1.3: Alet ufkuna göre nivelman örneği

Tablo hesabı:

- 1 ve 8 numaralı sütuna sırasıyla nokta numaraları yazılır (A, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, B).
- 2 numaralı sütuna alet ile miralar arasındaki uzaklıklar ölçülmüşse yazılır. Ölçülmemişse boş bırakılır (Bu sütuna kesit nivelmanı yapıldığında uzaklıklar yazılır.).
- 3 numaralı sütuna miralarda yapılan geri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 4 numaralı sütuna miralarda yapılan ara okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 5 numaralı sütuna miralarda yapılan ileri okuma değerleri mira numaralarıyla aynı satırda olacak şekilde yazılır.
- 6 numaralı sütuna A noktasının kotuna A noktasındaki geri okuma değeri toplanır ve alet ufki kotu bulunur. Bu işlem diğer geri okuma yapılmış noktalarda da yapılır (Aletin her yer değişiminde bu işlem uygulanır.).
- 7 numaralı sütuna A noktasındaki alet ufki kotundan ara ve ileri okuma değerleri çıkarılarak ilgili noktaların kotları bulunur ve noktanın bulunduğu satıra yazılır (Aletin her yer değişiminde bu işlem uygulanır.).
- İşlemin sağlamasını yapmak için geri okuma değerleri toplamından (4,082) ileri okuma değerleri (5,923) toplamı çıkarılır. (4,082-5,923=-1,841) B noktasının kotundan (784,121) A noktasının kotu (785,962) çıkarılır (784,121-785,962=-1,841). Çıkan farklar birbirine eşit ise işlem doğrudur (-1,841= -1,841). Bunu bir formülle gösterirsek:
 $[g]-[i]=Hb-Ha$

Son noktanın kotu biliniyor ise yukarıdaki örnekte verilen hata tespit ve dağıtım işi bu örnekte de yapılmalıdır. Hata dağıtımını ara okumalara yapılmaz. Bu şekilde hesap örneği aşağıda verilmiştir.

1.3.4. Nivelmanda Ortalama Hata

1 km'lik nivelman yolu için gidiş-dönüş ortalama yükseklik farklarının karesel ortalama hatası,

$$m_{0l} = \pm \sqrt{\frac{l}{2n} \left[\frac{dd}{s} \right]}$$

Birim ölçünün karesel ortalama hatası,

$$m_{od} = \pm \sqrt{\frac{[ww]}{n}}$$

formüllerine göre hesaplanmalıdır.

Formüllerde;

d = Gidiş dönüş arasındaki fark,

S = km cinsinden Nivelman yolu uzunluğu,

n = Ölçü sayısı,

w = Kapanma hatasıdır.

1.3.5. Hata Sınırı Formülleri

Gidiş ve dönüş olarak yapılan bir nivelmanda bulunacak kapanma hatası değeri; aşağıda verilen formülden çıkacak sonuçtan fazla olmamalıdır (Yönetmelik gereği).

$$\text{Ana ve bağlantı nivelmanında : } W_{[mm]} \leq 12 \cdot \sqrt{S[\text{km}]}$$

$$\text{Ara nivelmanda : } W_{[mm]} \leq 15 \cdot \sqrt{S[\text{km}]}$$

$$\text{Yardımcı nivelmanda : } W_{[mm]} \leq 20 \cdot \sqrt{S[\text{km}]} + 0,0002 \Delta H$$

Nivelmanda lup kapanma değerleri aşağıdaki formüllerdeki değerleri geçmemelidir.

$$\text{Ana nivelmanda : } W_{L[mm]} \leq 15 \cdot \sqrt{L[\text{km}]}$$

$$\text{Ara nivelmanda : } W_{L[mm]} \leq 18 \cdot \sqrt{L[\text{km}]}$$

Formülde;

W = Gidiş – dönüş nivelmanında bulunan kapanma değeridir.

WL = Gidiş – dönüş nivelmanında bulunan lup kapanma değeridir.

S = km cinsinden nivelman yolunun uzunluğudur.

L = km cinsinden nivelman lup uzunluğudur.

ΔH = İki nokta arasındaki yükseklik farkıdır.

Geometrik nivelmanda, gidiş ve dönüş yükseklikleri arasındaki kapanma değeri (dH);

$$dH_{[mm]} \leq 20 \cdot \sqrt{S[\text{km}]} \text{ olmalıdır.}$$

1.4. Kesit Çıkarma

Kara yolu demir yolu ve enerji nakil hattı geçirilecek olan güzergâhta eğim durumunu tespit etmek için bu güzergâhların kesitleri çıkarılır. Kesit çıkarılması için de güzergâhlarda nivelman yapılır. Kesitler boy kesit ve en kesit olmak üzere iki kısımdır. Boy kesitler güzergâh yönünde en kesitler de bu yöne dik olarak yapılır.

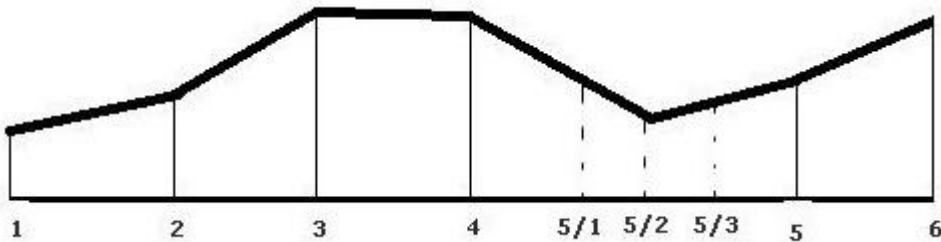
Boy kesit çıkarma üç aşamada yapılır.

- Güzergâhın aplikasyonu, yükseklikleri ölçülecek noktaların kazıklarla tespiti ve uzunlukların ölçümünü kapsar. Bu işlem pketaj olarak adlandırılır.
- Aplikasyon olarak tespit edilen noktaların nivelman yoluyla yüksekliklerinin tayinidir.
- Kesitlerin çizimidir.

Güzergâh aplikasyonu ve uzunlukların ölçülmesi:

- Aplikasyonda genel olarak güzergâh ekseninde her 20 m'de bir ve bunların arasındaki eğimin değiştiği noktalarda toprak seviyesine kadar birer kazık çakılır.
- Kazıklara başlangıçtan itibaren numara verilir.
- Bu kazıkların başlangıç noktalarına olan uzaklıkları devamlı olarak ölçülür ve ölçü karnesine yazılır.
- Nivelman yapılırken kazıkların kolay bulunması için her iki tarafına bir miktar toprak yığılır.
- Sağ tarafın üzerine de kazık numarası ve kazığın başlangıçtan uzaklığı yazılmış olan bir işaret kazığı çakılır.
- İşaret kazığının üzerine yazılan uzaklıklar hektometre + metre olarak (550 m ise 5 +50 m) yazılır.
- Uzunluklar gidiş ve dönüş olarak ölçülür.
- Kurplarda yay uzunluğu esas alınır.
- Hendek dere ve yol kenarı gibi arazideki noktaların ölçülerinin desimetreye kadar yapılması yeterlidir.
- Demir yolu gibi sabit tesislerin uzunlukları cm olarak verilir.

Uzunluklar ölçülürken bir krokinin yapılması faydalıdır. Krokide kazık çakılmış olan arazi noktaları birer yuvarlak ile kazık çakılmamış olan noktalar da birer nokta ile gösterilir. Kazık çakılmamış noktalara 5/1, 5/2, 5/3 gibi kesirli numaralar verilir.

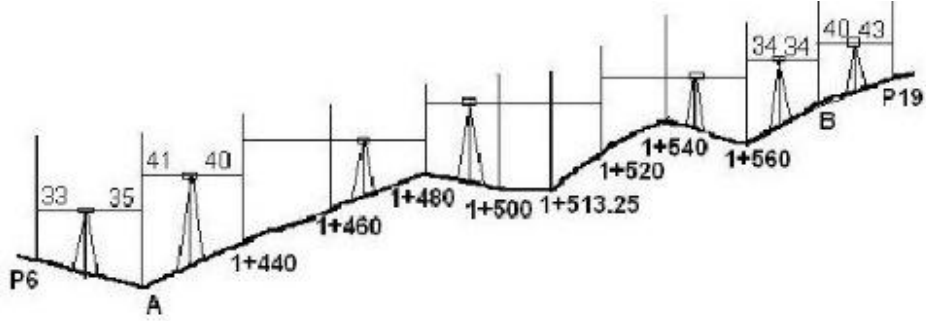


Şekil 1.12: Pketaj krokisi

1.4.1. Kesit Nivelmanı

Kesit nivelmanı ara noktalı nivelman gibi yapılır.

- Alet başlangıç noktasından yaklaşık olarak 50 m uzakta ve mümkün olduğu kadar fazla noktanın görülebilmesi için arazinin yüksek bir yerine kurulur.
- Önce başlangıç noktasına mira tutularak geri okuma yapılır. Güzergâh üzerinde çakılmış olan kazıklara sıra ile mira tutulur ve okumalar yapılır.
- Bu okumalar ara nokta olarak yazılır. Aynı zamanda her mira tutulan noktanın numarası ve başlangıç noktasına olan uzaklığı nivelman defterine yazılır. Mira tutulan nokta toprak seviyesinden yüksekte ise ölçülerek nivelman defterine yazılır.
- Mira yol kenarı, hendek, dere gibi belli noktalara tutulmuş ise bunlar da nivelman defterinin düşünceler sütununa yazılır.
- Yüksekliği ölçülecek noktanın alete uzaklığı geri okumadaki uzaklığına vardığı zaman ileri okuma yapılarak alet daha ileriye alınır.
- Kot hesabı hesabı alet ufkuna göre veya hesap makinesiyle yapılır.
- Önce başlangıç ve son noktasının kotlarına göre $H_b - H_a = [g] - [i]$ kontrolü yapılarak hata sınırı içinde bir fark varsa bu fark ölçülerek eşit olarak dağıtılır.



Şekil 1.13: Kesit nivelman

Boy kesit nivelmanı

Nokta	Uzaklık	Mira Okumaları			Gözlem Düzlemi Kotu	Yükseklik H	Açıklama
		Geri	Orta	İleri			
P6	33 -	1.806 ⁺²			124.808 m	123.000 m	
A	41 - 35	3.125 ⁺²		2.594	125.341	122.214	
1+440	- 40	3.186 ⁺²		1.335	127.194	124.006	
1+460			1.487			125.707	
1+480		1.306 ⁺²		0.696	127.806	126.498	
1+500			2.545			125.261	
1+513.25			2.740			125.066	
1+520		1.445 ⁺²		0.637	128.616	127.169	
1+540			0.791			127.825	
1+560	34 -	2.865 ⁺²		1.979	129.504	126.637	
B	40 - 34	3.203 ⁺²		0.722	131.987	128.782	
P19	- 43			1.473		130.514 m	
		16.936		9436		7.514	
		9.436				7.500	
		<u>7.500</u>				<u>7.500</u>	

Düzeltilme miktarı : 0.014 m = 14 mm

Tablo 1.4: Boy kesit hesabı

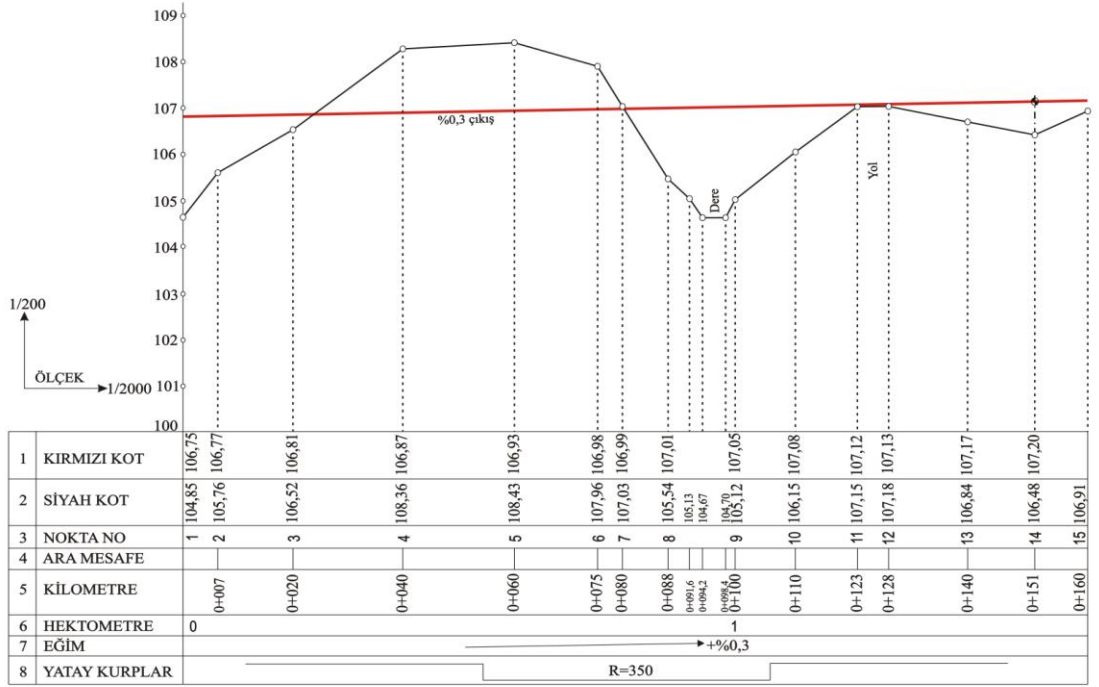
1.4.2. Boy Kesit Çizimi

Boy kesitler kara yolu, demir yolu ve enerji nakil hatları projelerinin hazırlanmasında kullanılır. Saydam milimetrik kâğıtlara çizilir. Çizimde yatay uzunluklar için 1/1000 ila 1/5000 arasında alınır. Düşey uzunlukların ölçeği ise yatay uzunluk ölçeklerinin 5-10 katı alınır.

Kesitlerde kazık yerleri, kazıkların başlangıca olan uzaklıkları, kotları ve kurpların dönüş yerleri gösterilmelidir. Kırmızı kotlar kırmızı renkli mürekkep ile birinci satıra yazılır.

Boy kesit çizimi, dik koordinat esasına göre yapılır. Yatay eksen uzunlukları, düşey eksen yükseklik farklarını gösterir. Kazıkların başlangıç noktasından olan uzaklıkları ölçeğe göre milimetreler sayılarak işaretlenir ve dördüncü satıra yazılır. Kazık numaraları 3. satıra yazılır. Metreler 5. satıra, hektometreler 6. satıra yazılır. Kazıkların hesaplanmış olan kotları nivelman defterinden alınarak 2. satıra yazılır. Güzergâhtaki kurpların dönüş noktaları ve yönleri 7. satırda gösterilir. Kurp işareti içerisine kurp yayının yarıçapı yazılır.

Kesitlerin çizilebilmesi için önce kot başlangıç çizgisine (yatay eksene) uygun düşecek bir kot verilir. Bundan sonra bütün kazıkların hizasına düşey ölçeğe göre kazıkların yerleri işaret edilir. İşaret edilen noktalar birleştirilerek kesit tamamlanır.



Şekil 1.14: Boy kesit

1.4.3. En Kesitlerin Çıkarılması

En kesitler genellikle hacim hesaplarında kullanılır. Yol veya kanal en kesitlerinin daha önce belirtilmiş noktalarında eksene dik yönde ve eksenin her iki tarafında ihtiyaca göre 10-50 m genişlikteki noktalar ölçülür. En kesitler üç şekilde çıkarılır:

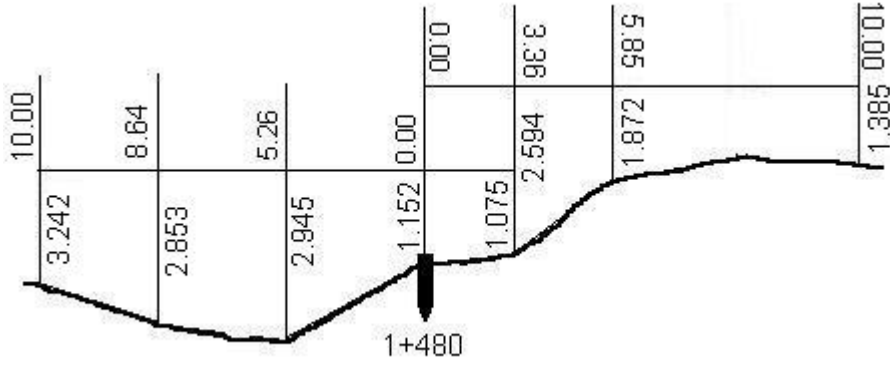
- Nivelman yoluyla
- Teodolitle
- Düzcepli latalarla

Kesit çıkarılacak yön belirlendikten sonra nivelman aleti kesit noktalarının hepsini görecek yüksek bir yere kurulur. Eksen kazığından başlamak üzere sol ve sağ tarafa doğru eğimin değiştiği bütün noktalara mira tutularak okumalar yapılır (Mira okumaların alet değiştirme noktalarında mm ve diğer noktalarda cm hassasiyetinde yapılması yeterlidir).

Kesitin sağ ve sol tarafı ölçü karnelerinde belirtilmelidir.

Ölçülerin kontrollü olarak yapılması istendiğinde ölçü bittikten sonra alet kaldırılıp tekrar kurularak ve aynı noktalara bakılarak ikinci bir ölçü yapılır.

Eksen kazığı ile mira tutulan noktalar arasındaki uzunlukların çelik şerit metre ile yatay olarak eğimin çok olduğu yerlerde dm ve düz yerlerde 0.5 m hassasiyetinde ölçülmesi yeterlidir.



Şekil 1.15: En kesit çıkarma

1.4.4. Yüzeysel Nivelmanı

Büyük arazi alanlarının yüzeysel düzenlenmesinde kazılacak ve doldurulacak toprak miktarının hesaplanması için arazinin eş yükseklik eğrili haritalarına ihtiyaç duyulur. Eş yükseklik eğrili haritalar yüzeysel nivelmanı yapılarak hazırlanır. Bu işlemde fazla hassasiyet istenmiyorsa takeometrik olarak yapılır.

Yüzeysel nivelmanı işlem sırası:

Yüzeysel nivelmanı yapılacak alanın haritası yoksa ölçü işleri yatay alım ve yükseklik ölçümü olmak üzere iki kısımda yapılır. Yatay alım daha ziyade mira tutulan noktaların yerlerinin tespiti işidir. Yüzeysel nivelmanı yapılacak alan dar ve uzun bir şerit hâlinde ise ölçü işleri boy ve en kesit alımı şeklinde yapılır.

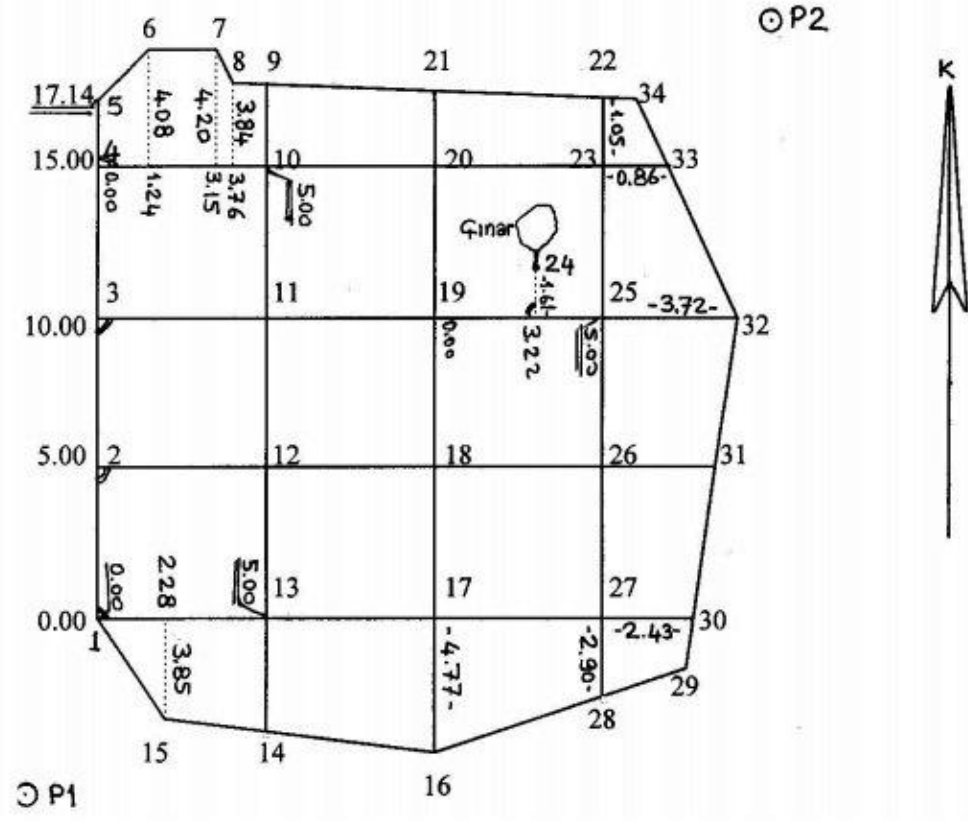
Yüzeysel nivelmanı yapılacak araziye belli aralıklarla kazıklar çakılarak kare ya da dikdörtgen ağı kurulur.

Kare ağının bazı noktaları betonlanarak ileride yapılacak aplikasyon işleri için belli noktalar sağlanmış olur.

Kare ağının kenarlarının uzunluğu ihtiyaca ve arazinin durumuna göre 10-50 m arasında alınabilir.

Mira tutulan noktaların konumları polar koordinat sistemine göre nivelman aleti ile ölçülebilir. Alet belli bir nokta üzerine kurulur ve diğer belli bir noktaya göre açılar açı tablasından mira ile alet arasındaki uzaklıklar kilağı yardımıyla optik olarak ölçülür. Uzunlukların ölçümünde kolaylık sağlamak için alet yataylanıp miradaki yükseklik okunduktan sonra kilağının üst çizgisi eğim vidası yardımıyla yakın olan desimetreye getirilir ve alt çizgiden uzunluklar okunur.

Yükseklik ölçümü ara noktalı nivelman esasına göre yapılır ve hesaplanır.



Şekil 1.16: Kare ağı ile yüzey nivelmanı

1.4.5. En Kesitlerden Hacim Hesapları

Hacim hesapları genel olarak en kesitlerde, yüzey nivelman ölçülerinden ya da eş yükseklik eğrili planlardan yararlanılarak yapılır.

En kesitler boy kesitlerin eğim değiştirdikleri yerlerden çizilir. Yani ardışık iki en kesit arasındaki eğim düzendir. Böyle olunca da iki en kesit alanının ortalaması alınır ve iki en kesit arasındaki uzaklıkla çarpılarak bu iki enkesit arasındaki hacim bulunmuş olur.

$$V = \frac{F1 + F2}{2} \cdot s$$

Burada;

V= Hacim,

F1= En kesit alanı,

F2= En kesit alanı,

S= İki en kesit arasındaki uzaklıktır.

En kesit alanları hesaplanırken alan hesapları yöntemlerinden biri uygulanır. İki en kesit arasındaki uzaklık ise ya ölçülür ya da proje üzerinden hesaplanır.

Örnek:

Şekildeki alan 95000 m yüksekliğine kadar kazılacaktır. Verilenler, P noktasının yüksekliği ve mira okumaları olduğuna göre kazı miktarını bulunuz.



Nokta	Mira Okumaları			Gözleme Düzlemi Kotu	Yükseklik H	Kazı Yüksekliği (h)
	Geri	Orta	İleri			
P	2.345			102.345	100.000	
1		1.954			100.391	5.391 m
2		2.312			100.033	5.033
3		2.564			99.781	4.781
4		1.988			100.357	5.357
5	1.999		1.492	102.852	100.853	5.853
6		2.550			100.302	5.302
7		2.300			100.552	5.552
8			1.640		101.212	6.212

Şekil 1.17: Hacim hesabı

$$h_I = \frac{h_1 + h_2 + h_7 + h_8}{4} = \frac{5.391 + 5.033 + 5.552 + 6.212}{4} = \frac{22.188}{4} = 5.547\text{m}$$

$$h_{II} = \frac{h_2 + h_3 + h_4 + h_7}{4} = \frac{5.033 + 4.781 + 5.357 + 5.552}{4} = \frac{20.723}{4} = 5.18075\text{m}$$

$$h_{III} = \frac{h_4 + h_5 + h_6 + h_7}{4} = \frac{5.357 + 5.853 + 5.302 + 5.552}{4} = \frac{22.064}{4} = 5.516\text{m}$$

$$h_{IV} = \frac{h_6 + h_7 + h_8}{3} = \frac{5.302 + 5.552 + 6.212}{3} = \frac{17.066}{3} = 5.68867\text{m}$$

$$F_I = F_{II} = F_{III} = 10 * 10 = 100\text{m}^2$$

$$F_{IV} = 10 * 10 / 2 = 50\text{m}^2$$

$$V_I = F_I * h_I = 5.547 * 100 = 554.700\text{m}^3$$

$$V_{II} = F_{II} * h_{II} = 5.18075 * 100 = 518.075\text{m}^3$$

$$V_{III} = F_{III} * h_{III} = 5.516 * 100 = 551.600\text{m}^3$$

$$V_{IV} = F_{IV} * h_{IV} = 5.68867 * 50 = 284.433\text{m}^3$$

$$V = V_{Toplam} = V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV} = 1908.808\text{m}^3$$

1.4.6. Hassas Nivelman

Hassas nivelman ölçme işlemi birinci ve ikinci derece ülke nivelman ağlarının ölçümünde, arz kabuğunun düşey hareketlerinin tayininde ve köprü, baraj gibi yapıların çökmelerinin araştırılmasında ve saptanması çalışmalarında uygulanır.

Hassas nivelmanda kullanılan nivoların dürbün büyütmeleri 40–50, silindirsiz düzecen duyarlılığı ya da kompensatörün çalışma duyarlılığı 10”den az olmalıdır. Optik mikrometre düzeni bulunan nivolar kullanılır. Aletin sehпасı sağlam ve tek parça (sürgüsüz) olmalıdır. Genellikle tek parçalı ve 3 m boyunda invar miralar kullanılır. Miraların çift bölümlü olanları yeğlenir. Hassas nivelmanda daima çift mira kullanılır. Miralar yarım santimetre ya da bir santimetre bölümlü olur. Miranın düşeyliği mira üzerindeki bir küresel düzeçle kontrol edilir ve miranın sallanmadan durması için mira destekleri kullanılır.

Hassas nivelman mutlaka gidiş-dönüş olarak ve olanaklıysa farklı zamanlarda yapılmalıdır. Bu şekilde eşit atmosfer koşullarından doğabilecek düzenli hatalardan sakınılmış olunur.

UYGULAMA FAALİYETİ

A ve B noktaları arasında, A noktasından B noktasına doğru kot taşımaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapacağınız çalışmayı planlayınız.	➤ Yapacağınız çalışmanın krokisini ve hesap tablosunu hazırlayınız.
➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırlayınız.	➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin ölçüme hazır olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Ölçüm yapacağınız noktaları arazide tespit ediniz ve numaralandırınız.	➤ Krokiye uygun olarak noktaları arazide belirleyiniz ve numaralandırınız.
➤ Ölçüm yapacağınız yere aleti kurunuz.	➤ Aletin kurulması konusundaki bilgilerden yararlanınız.
➤ Mirayı ölçüme başlayacağınız A noktasına tutunuz.	➤ Mirayı noktanın üzerinde düşey olarak tutunuz.
➤ Aleti, A noktasındaki miraya yönelterek mira okumasını yapınız.	➤ Yapacağınız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Okuduğunuz değeri hesap tablosundaki ilgili yerine yazınız.	➤ Yazım işini dikkatli ve okunaklı yapınız.
➤ Ölçüm yapacağınız diğer noktalara da sırayla mirayı tutarak mira okumalarını yapınız ve okuduğunuz değerleri tabloya yazınız.	➤ Ölçüm işlemini kuralına uygun yapınız. Okuduğunuz değerleri tabloya ilgili noktanın karşısına okunaklı yazınız.
➤ Gerekli hesaplamaları yapınız.	➤ Hesapları dikkatli yapınız (Tablo 1.3'e bakınız.).
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yapınız.	➤ Aletlerin temizliğinde ve bakımlarında azami özeni gösteriniz.
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koyunuz.	➤ Aletleri aldığınız yerlere düzenli bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Yapacağınız çalışmayı planladınız mı?		
2	Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırladınız mı?		
3	Ölçüm yapacağınız noktaları arazide tespit ederek numara verdiniz mi?		
4	Ölçüm yapacağınız yere aleti kurdunuz mu?		
5	Mirayı ölçüme başlayacağınız A noktasına tuttunuz mu?		
6	Aleti, A noktasındaki miraya yönelterek mira okumasını yaptınız mı?		
7	Okuduğunuz değeri hesap tablosundaki ilgili yerine yazdınız mı?		
8	Ölçüm yapacağınız diğer noktalara da sırayla mirayı tutarak mira okumalarını yaptınız mı? Okuduğunuz değerleri tabloya yazdınız mı?		
9	Gerekli hesaplamaları yaptınız mı?		
10	Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yaptınız mı?		
11	Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koydunuz mu?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Okul bahçesinde seçeceğiniz bir yolu ara noktalı nivelman yöntemiyle ölçerek sizin belirleyeceğiniz noktaların kotlarını bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapacağınız çalışmayı planlayınız.	➤ Yapacağınız çalışmanın krokisini ve hesap tablosunu hazırlayınız.
➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırlayınız.	➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin ölçüme hazır olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Ölçüm yapacağınız yolu okul bahçesinde belirleyiniz.	➤ Okul bahçesinde uygun bir yol tespit ediniz.
➤ Ölçüm yapacağınız noktaları tespit ederek numaralandırınız.	➤ Noktaları numaralandırırken dikkatli olunuz.
➤ Ölçüm yapacağınız yere aleti kurunuz.	➤ Aletin kurulması konusundaki bilgilerden faydalanınız.
➤ Mirayı ölçüme başlayacağınız noktaya tutunuz.	➤ Mirayı noktanın üzerinde düşey olarak tutunuz.
➤ Aleti başlama noktasındaki miraya yönelterek mira okumasını yapınız.	➤ Yapacağınız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Okuduğunuz değeri hesap tablosundaki ilgili yerine yazınız.	➤ Yazım işini dikkatli ve okunaklı yapınız.
➤ Ölçüm yapacağınız diğer noktalara da sırayla mirayı tutarak mira okumalarını yapınız ve okuduğunuz değerleri tabloya yazınız.	➤ Ölçüm işlemini kuralına uygun yapınız. Okuduğunuz değerleri tabloya ilgili noktanın karşısına okunaklı yazınız.
➤ Gerekli hesaplamaları yapınız.	➤ Hesapları dikkatli yapınız (Tablo 1.5 veya 1.6'ya bakınız.).
➤ Hesaplarınızı kontrol ederek yapılan hataların hata sınırları içinde kalıp kalmadığını tespit ediniz.	➤ İşlem için gerekli yönetmeliği inceleyiniz. Yapılan hatalar hata sınırları içinde ise gerekli düzeltmeleri yapınız. Hata sınırları dışında ise ölçümü tekrarlayınız.
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yapınız.	➤ Aletlerin temizliğinde ve bakımlarında azami özeni gösteriniz.
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koyunuz.	➤ Aletleri aldığınız yerlere düzenli bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Yapacağınız çalışmayı planladınız mı?		
2	Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırladınız mı?		
3	Ölçüm yapacağınız yolu okul bahçesinde belirlediniz mi?		
4	Ölçüm yapacağınız noktaları tespit ettiniz mi?		
5	Ölçüm yapacağınız yere aleti kurdunuz mu?		
6	Mirayı ölçüme başlayacağınız noktaya tuttunuz mu?		
7	Aleti başlama noktasındaki miraya yönelterek mira okumasını yaptınız mı?		
8	Okuduğunuz değeri hesap tablosundaki ilgili yerine yazdınız mı?		
9	Ölçüm yapacağınız diğer noktalara da sırayla mirayı tutarak, mira okumalarını yaptınız mı? Okuduğunuz değerleri tabloya yazdınız mı?		
10	Gerekli hesaplamaları yaptınız mı?		
11	Hesaplarınızı kontrol ederek, yapılan hataların hata sınırları içinde kalıp kalmadığını tespit ettiniz mi?		
12	Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp, temizlik ve bakımlarını yaptınız mı?		
13	Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki tablolarda verilen nivelman hesaplarını yapınız.

1. Aşağıda verilen nivelman hesabını yapınız.

NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			FARKLAR (+ / -)	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		1,793				125,132	A
1		0,689		2,345			1
2		1,634		0,865			2
3		2,569		2,548			3
4		3,578		0,258			4
5		0,564		3,516			5
6		1,485		2,478			6
7		1,236		3,325			7
8		1,647		0,287			8
9		1,005		2,654			9
10		1,784		3,687			10
B				2,034			B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						119,141	

2. Aşağıda verilen ara noktalı nivelman hesabını yapınız.

ARA NOKTALI NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIKLA R m	MİRA OKUMALARI			FARKLAR	YÜKSEKLİKLE R (KOTLAR) m	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ	g-i (+/-)		
		g	a	i			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		0,785				815,12	A
1			1,025				1
2			1,935				2
3			2,796				3
4		0,259		3,402			4
5			1,917				5
6			2,658				6
7		1,005		3,804			7
8			2,173				8
B				3,009			B
						806,942	VERİLEN Hb
							Hb-Ha

3. Aşağıda verilen alet ufki kotuna göre nivelman hesabını yapınız.

ALET UFKİ KOTUNA GÖRE NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			ALET UFKU KOTU	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		2,475				885,357	A
1			1,624				1
2			1,143				2
3			0,568				3
4		0,961		0,254			4
5			1,523				5
6			2,247				6
7		0,584		3,133			7
8			2,915				8
B				3,544			B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						882,464	

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Tekniğine uygun olarak trigonometrik yöntemle yükseklik ölçümünü ve hesabını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Trigonometrik olarak yüksekliklerin ölçümü için gerekli ön bilgiler, araç ve gereçler, uygulanan yöntemler nelerdir? İlgili kanunları, yönetmelikleri ve kaynakları araştırınız.
- Bu bilgilerin mesleğinizle olan ilişkisini öğreniniz.
- Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. TRİGONOMETRİK YÖNTEMLE YÜKSEKLİĞİN ÖLÇÜLMESİ VE HESABI

Trigonometrik yükseklik ölçümünün ana prensibi; noktaların meydana getirdiği düşey açının ölçülmesi ve bu noktalar arasındaki (bilinen veya ölçülen) yatay uzunluk yardımıyla yükseklik farkının trigonometrik olarak hesaplanmasıdır. Trigonometrik yükseklik ölçümünde alet olarak teodolit kullanılır. Bu yöntem genellikle nirengi noktalarının ve takeometrik olarak ölçülen noktaların yüksekliklerinin (kotlarının) tayininde kullanılır.

2.1. Yakın İki Nokta Arasında Yükseklik Ölçümü

Yüksekliği bilinen bir A noktasına alet kurularak alet yüksekliği “a” ölçülür. Yüksekliği ölçülmek istenen B noktasına bir mira tutularak miranın yuvarlak değerine (1 m, 2 m, 3 m gibi) alet yönlendirilir. Düşey açı penceresinden zenit (z) düşey açısı ölçülür. A ve B noktaları arasındaki u yatay uzunluğu biliniyorsa alet yatay eksenine ile B noktasına tutulan miranın bakılan noktası arasındaki h yükseklik farkı;

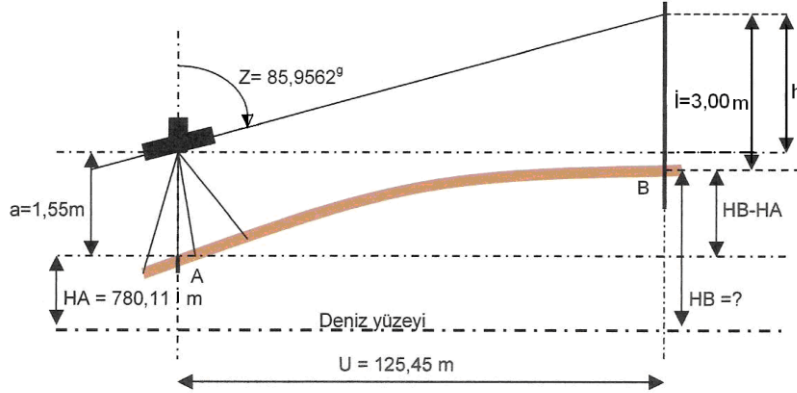
$h = u \cdot \cot z$ formülü ile hesaplanır.

Aletler genellikle zenit açısını ölçtüğü için Beta (β) yükseklik açısı dikkate alınmamıştır.

B noktasının kotu şu şekilde hesaplanır. A noktasının kotu (H_a) ve alet yüksekliği (a) bulunduğu için şu şekilde formülize edilebilir.

($H_b = H_a + a + h - i$) formüldeki (i) işaret yüksekliği, mirada baktığımız yuvarlak değerdir. Bunları bir örnekle ve şekilde anlatalım.

Örnek-1



Çizim 2.1: İki nokta arasındaki yükseklik tayini

Çözüm:

$$H_b = H_a + a + h - i \quad h = u \cdot \cot z$$

$$H_b = 780,11 + 1,55 + (125,45 \cdot \cot 85,9562) - 3,00 = 806,792 \text{ m}$$

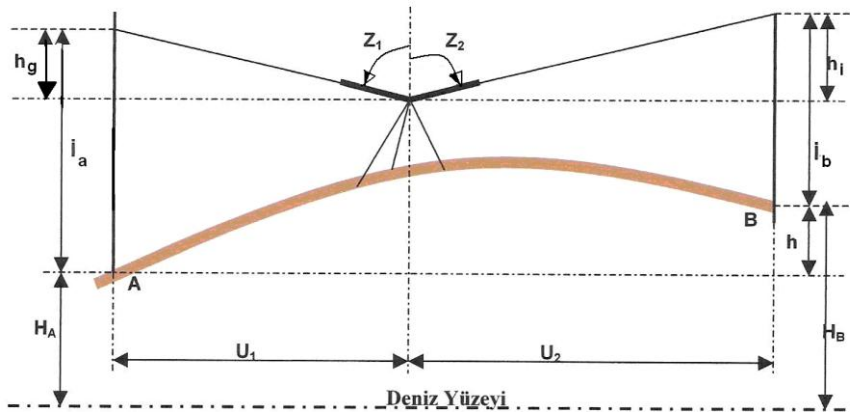
2.2. Trigonometrik Nivelman

Nivelmanda olduğu gibi trigonometrik yükseklik ölçümünde de alet herhangi bir nokta üzerine kurularak bir noktadan diğer noktaya kot taşınması yapılabilir.

$$H_a = 805,12 \text{ m}$$

$$u_1 = 95,56 \text{ m} \quad u_2 = 82,75 \text{ m} \quad z_1 = 75,5425^\circ \quad z_2 = 52,1284^\circ \quad i_a = 3,00 \text{ m} \quad i_b = 2,50 \text{ m}$$

Örnek-2



Çizim 2.2: Trigonometrik yükseklik tayini

Çözüm:

$$h_g = u_1 \cdot \cot z_1 = 95,56 \cdot \cot 75,5425 = 38,63 \text{ m}$$

$$h_i = u_2 \cdot \cot z_2 = 82,75 \cdot \cot 52,1284 = 77,39 \text{ m}$$

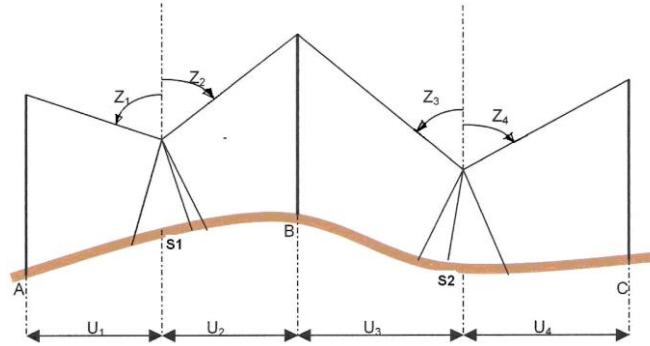
$$h = (i_a - h_g) - (i_b - h_i)$$

$$h = h_i - h_g + i_a - i_b$$

$$h = 77,39 - 38,63 + 3,00 - 2,50 = 39,26 \text{ m}$$

$$H_b = H_a + h = 805,12 + 39,26 = 844,38 \text{ m}$$

Çizim 2.3'te verilen değerlere göre aşağıdaki tabloda hesaplama yapılır (Tablo 2.1).



Çizim 2.3: Trigonometrik nivelman

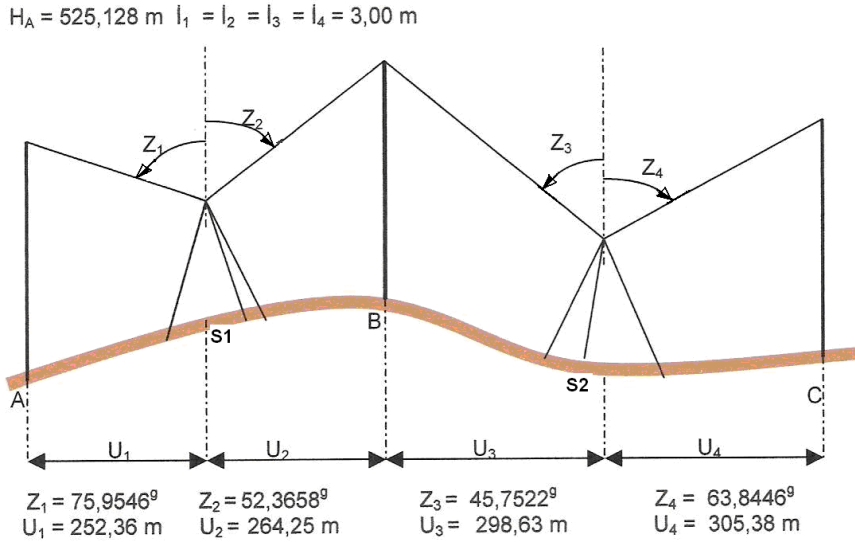
NOKTA NU.	ZENİT AÇISI	U	h = U . Cot Z		Δh=hi-hg	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU.
	Z		GERİ	İLERİ			
	(g)	(m)	(-hg)	(+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A							A
S1	Z ₁	u ₁	u ₁ . cot Z ₁				
B	Z ₂	u ₂		u ₂ . cot Z ₂	Δh ₁ =hi ₁ -hg ₁	H _a + Δh ₁	B
S2	Z ₃	u ₃	u ₃ . cot Z ₃				
C	Z ₄	u ₄		u ₄ . cot Z ₄	Δh ₂ =hi ₂ -hg ₂	H _b + Δh ₂	C

Tablo 2.1: Trigonometrik nivelman karne hesabı

Örnek:

Çizim 2.4'te verilen şekil ve ölçülere göre B ve C noktalarının kotlarını tablo üzerinde hesaplayalım.

$$H_A = 525,128 \text{ m} \quad \dot{I}_1 = \dot{I}_2 = \dot{I}_3 = \dot{I}_4 = 3,00 \text{ m}$$



Çizim 2.4: Trigonometrik nivelman

NOKTA NU.	ZENİT AÇISI	u	h = u . cot z		$\Delta h = h_i - h_g$	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU.
	Z (g)		GERİ (-hg)	İLERİ (+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A						525,128	A
S1	75,9546	252,36	-100,125				
B	52,3658	264,25		245,305	145,180		
S2	45,7522	298,63	-341,399			670,308	B
C	63,8446	305,38		194,847	-146,552		
						523,756	C

Tablo 2.2: Örnek hesap

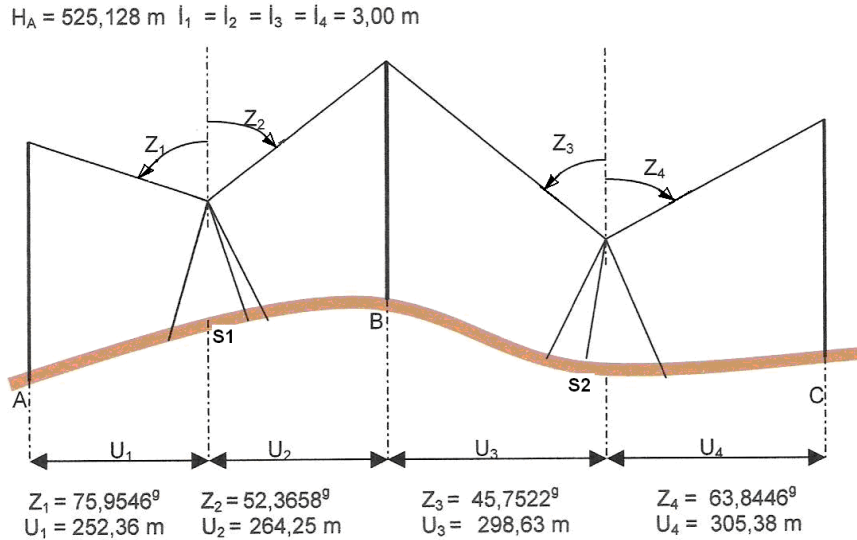
Tablo hesabı:

- 1 ve 8 numaralı sütunlara sırasıyla nokta numaraları yazılır (S=Alet kurulan nokta) (A, S1, B, S2, C).
- 2 numaralı sütuna sırasıyla okunan zenit açıların değerleri yazılır.
- 3 numaralı sütuna miralarla alet arasındaki yatay uzunluklar (u_1, u_2, u_3, u_4) yazılır.
- 4 numaralı sütuna geri okumalardaki zenit açıların cotanjant (Cotanjant değerini işareti eksi ise artı, artı ise eksi yapılır.) değerleri ile u yatay uzunlukları çarpılarak aynı satırda olacak şekilde yazılır [$u_1 \cdot (-\cotg Z_1)$].
- 5 numaralı sütuna ileri okumalardaki zenit açıların cotanjant değerleri ile u yatay uzunlukları çarpılarak aynı satırda olacak şekilde yazılır ($u_2 \cdot \cotg Z_2$).
- 6 numaralı sütuna; ileri okuma hi değerlerinden geri okuma hg değerleri işaretleri dikkate alınarak toplanır ve yazılır.
- 7 numaralı sütuna sırasıyla; A noktasının kotundan başlayıp bu kot ile 6 numaralı sütundaki Δh değeri toplanıp B noktasının kotu, B noktasının kotu ile de Δh değeri toplanıp C noktasının kotu bulunur.

Örnek:

Çizim 2.5'te verilen şekil ve ölçülere göre B ve C noktalarının kotlarını tablo üzerinde hesaplayalım.

$$H_A = 525,128 \text{ m} \quad \dot{I}_1 = \dot{I}_2 = \dot{I}_3 = \dot{I}_4 = 3,00 \text{ m}$$



Çizim 2.5: Örnek soru ve veriler

NOKTA NU.	ZENİT AÇISI	U	h = u . Cot z		$\Delta h = h_i - h_g$	YÜKSEKLİKLER	NOKTA NU.
	Z		GERİ	İLERİ		(KOTLAR)	
	(g)	(m)	(-hg)	(+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A						525,128	A
	75,9546	252,36	-100,125				
S1							
	52,3658	264,25		245,305	145,180		
B						670,308	B
	45,7522	298,63	-341,399				
S2							
	63,8446	305,38		194,847	-146,552		
C						523,756	C
			-441,524	440,152	-1,372	-1,372	
			440,152				
			-1,372				

Tablo 2.2: Örnek hesap

Tablo hesabı:

- 1 ve 8 numaralı sütuna sırasıyla nokta numaraları yazılır (S=Alet kurulan nokta) (A, S1, B, S2, C).
- 2 numaralı sütuna sırasıyla okunan zenit açıların değerleri yazılır.
- 3 numaralı sütuna miralarla alet arasındaki yatay uzunluklar (u_1, u_2, u_3, u_4) yazılır.
- 4 numaralı sütuna geri okumalardaki zenit açıların cotanjant (Cotanjant değerinin işareti eksi ise artı, artı ise eksi yapılır.) değerleri ile u yatay uzunlukları çarpılarak aynı satırda olacak şekilde yazılır [$u_1 \cdot (-\cot g Z_1)$].
- 5 numaralı sütuna ileri okumalardaki zenit açıların cotanjant değerleri ile u yatay uzunlukları çarpılarak aynı satırda olacak şekilde yazılır ($u_2 \cdot \cot g Z_2$).
- 6 numaralı sütuna; ileri okuma h_i değerlerinden geri okuma h_g değerleri işaretleri dikkate alınarak toplanır ve yazılır.
- 7 numaralı sütuna sırasıyla; A noktasının kotundan başlayıp bu kot ile 6 numaralı sütundaki Δh değeri toplanıp B noktasının kotu, B noktasının kotu ile de Δh değeri toplanıp C noktasının kotu bulunur.
- Son noktanın kotundan ilk noktanın kotu çıkarılır.
- Geri okumaların h_g değerleri toplamından, ileri okumaların h_i değerleri toplamı çıkarılır.
- $[h_g] - [h_i] = -441,524 + 440,152 = -1,372$
- Δh değerleri toplanır. $[\Delta h] = [\Delta h_g] + [\Delta h_i] = -1,372$
- $[\Delta h] = H_c - H_a$ eşitliği sağlanıyorsa yapılan hesaplar doğrudur.
- $[h_g] - [h_i] = [\Delta h] = H_c - H_a$
- $-1,372 = -1,372 = -1,372$

UYGULAMA FAALİYETİ

Okul bahçesinde kotu belli bir noktadan sizin seçeceğiniz diğer bir noktanın kotunu trigonometrik nivelman yöntemiyle ölçerek bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapacağınız çalışmayı planlayınız.	➤ Yapacağınız çalışmanın şeklini çizin ve hesap formüllerini yazınız.
➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırlayınız.	➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin ölçüme hazır olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Ölçüm yapacağınız noktaları arazide tespit ediniz ve numaralandırınız.	➤ Krokiye uygun olarak noktaları arazide belirleyiniz ve numaralandırınız.
➤ Ölçüm yapacağınız, kotu bilinen noktaya aleti kurunuz ve alet yüksekliğini ölçünüz.	➤ Teodolitin nokta üzerine kurulmasını hatırlayınız.
➤ Mirayı kotunu bulacağınız noktaya tutunuz.	➤ Mirayı noktanın üzerinde düşey olarak tutunuz.
➤ Aleti, kotu bulunacak noktadaki miraya yönelterek yuvarlak bir değere (150-200 gibi) ortadaki kılağını tatbik ediniz.	➤ Yapacağınız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Düşey açıyı ve yatay mesafeyi okuyunuz (total stationda). Klasik teodolitlerde ise yatay mesafeyi çelik şerit metre ile ölçünüz veya optik olarak bulunuz.	➤ Ölçme işini dikkatli ve kuralına uygun yapınız.
➤ Okuduğunuz değerleri yazınız.	➤ Değerleri doğru yazınız.
➤ Gerekli hesaplamaları yapınız ve doğruluğunu kontrol ediniz.	➤ Hesapları dikkatli yapınız (bk. 2.2). Bulduğunuz sonucu diğer arkadaşlarınızla karşılaştırınız.
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yapınız.	➤ Aletlerin temizliğinde ve bakımlarında azami özeni gösteriniz.
➤ Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koyunuz.	➤ Aletleri aldığınız yerlere düzenli bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

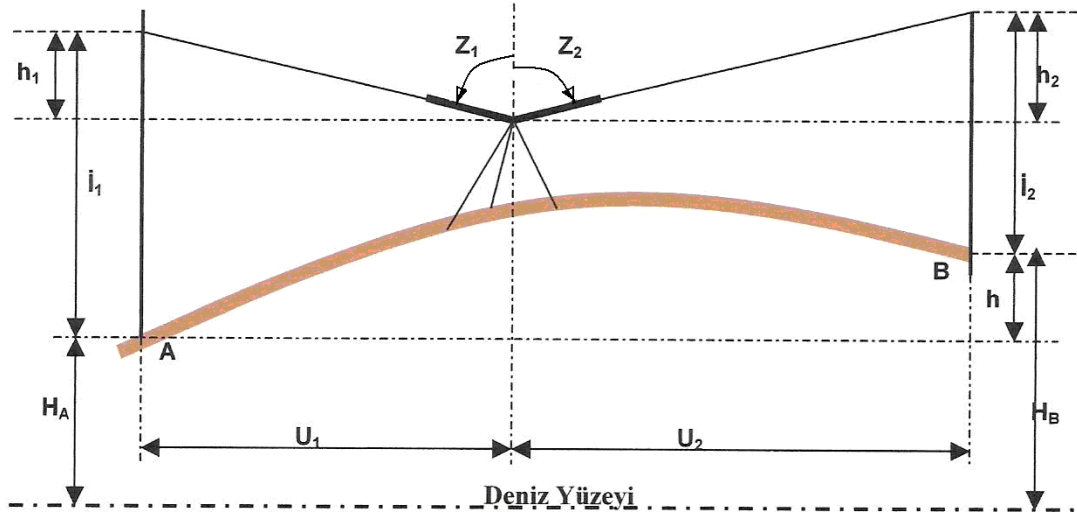
Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Yapacağınız çalışmayı planladınız mı?		
2	Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırladınız mı?		
3	Ölçüm yapacağınız noktaları arazide tespit edip numaralandırdınız mı?		
4	Ölçüm yapacağınız, kotu bilinen noktaya aleti kurup alet yüksekliğini ölçtünüz mü?		
5	Mirayı kotunu bulacağınız noktaya tuttunuz mu?		
6	Aleti, kotu bulunacak noktadaki miraya yöneltmek için yuvarlak bir değere (150–200 gibi) ortadaki kılığını tatbik ettiniz mi?		
7	Düşey açıyı ve yatay mesafeyi okudunuz mu (total stationda)? Klasik teodolitlerde ise yatay mesafeyi çelik şerit metre ile ölçtünüz mü? Optik olarak buldunuz mu?		
8	Okuduğunuz değerleri yazdınız mı?		
9	Gerekli hesaplamaları yaparak doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
10	Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yaptınız mı?		
11	Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine koydunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aletle arasındaki uzaklık 68,23 m olan bir noktanın kotunu bulmamız isteniyor. Alet kurulan noktanın kotu $H_A = 641,568$ m, alet yüksekliği $a = 1,50$ m, mirada bakılan nokta 2,00 m, okunan düşey açı $z = 65,2587^{\circ}$ dir. B noktasının kotu H_B kaç metredir? Bulunuz.
2. Trigonometrik nivelman hesabını yaparak B noktasının kotunu bulunuz.



$$H_A = 1000,000 \text{ m}$$

$$z_1 = 82,6048_g \quad z_2 = 60,2479_g$$

$$u_1 = 152,36 \text{ m}$$

$$u_2 = 165,24 \text{ m}$$

$$i_1 = i_2 = 3,00 \text{ m}$$

3. $H_B = ?$

4. Aşağıdaki tabloda verilen değerlere göre trigonometrik nivelman hesabını yapınız.

NOKTA NU.	ZENİT AÇISI Z (g)	U (m)	h = U . Cot Z		hi-hg	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU.
			GERİ (-hg)	İLERİ (+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
B						812,014	A
	65,2145	252,36					
S1							
	74,2014	264,25					
B							B
	58,3205	298,63					
S2							
	62,6112	305,38					
C							C
	65,4758	214,45					
S3							
	87,4597	185,67					
D						653,764	D

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Tekniğine uygun olarak kule yüksekliklerini ölçüp hesaplayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kule yüksekliklerin ölçümü için gerekli ön bilgiler ve araç gereçlerin neler olduğunu araştırınız.
- Bu bilgilerin mesleğinizle ilişkilerini öğreniniz.
- Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. KULE YÜKSEKLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE HESABI

Bazı durumlarda kule, minare, direk veya ağaçların yüksekliklerinin ölçülmesi gerekebilir. Bu durumda yüksekliği ölçülecek kule ile alet kurulan nokta arasındaki yatay uzunluğun bilinmesi ya da ölçülebilmesi gereklidir.

3.1. Uzaklığı Bilinen Kule Yüksekliklerinin Ölçülmesi ve Hesabı

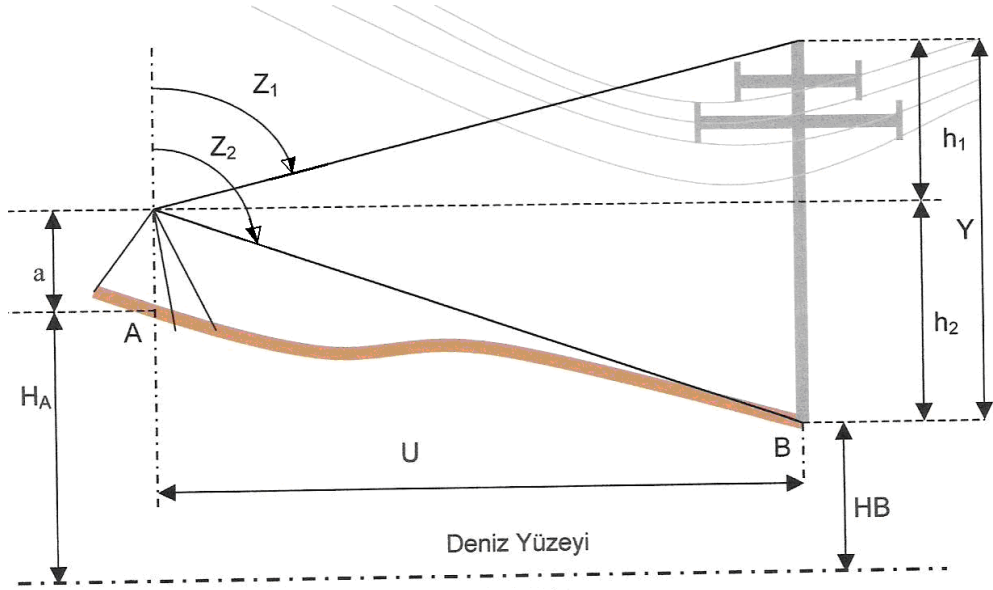
Uzaklığı bilinen kule (direk) yüksekliklerini ölçebilmek için (Çizim 3.1);

- Alet A noktasına kurularak (aletin nokta üzerine konulması ve ölçüme hazır hâle getirilmesi) alet yüksekliği cm hassasiyetinde ölçülür.
- Yüksekliği ölçülecek kulenin (direğin) üst noktasına dürbün yöneltilerek yatay kılağı bakılan noktaya tatbik edilir. Düşey açı değeri (z_1) okunur.
- Daha sonra, kulenin (direğin) alt noktasına dürbün yöneltilerek yatay kılağı bakılan noktaya tatbik edilir. Düşey açı değeri (z_2) okunur.
- Kule (direk) yüksekliğini bulmak için;

h_1 , ölçülen z_1 düşey açısı ve u uzunluğuna göre: $h_1 = u \cdot \cot z_1$ formülünden,
 h_2 , ölçülen z_2 düşey açısı ve u uzunluğuna göre: $h_2 = u \cdot \cot z_2$ formülünden hesaplanır.
Buradan; $y = h_1 + h_2 = u \cdot \cot z_1 - u \cdot \cot z_2$ olur. İşlemi u ortak parantezine alırsak;

$$y = u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2)$$

formülüyle kule (direk) yüksekliği bulunmuş olur.



Çizim 3.1: Uzaklığı bilinen kule (direk) yüksekliği

$$\begin{aligned}
 h_1 &= u \cdot \cot z_1 & h_2 &= u \cdot \cot z_2 \\
 y &= h_1 + h_2 = u \cdot \cot z_1 - u \cdot \cot z_2 \\
 y &= u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2)
 \end{aligned}$$

3.2. Uzaklığı Bilinen Kulenin Deniz Seviyesinden Olan Yüksekliğinin Hesabı

A noktasının yüksekliği biliniyorsa B noktasının yüksekliğini şu formülle bulabiliriz (Çizim 3.2):

$$H_b = H_a + a + h_2$$

Açıklama: Alet kurulan nokta (A noktası), B noktasından yüksekte olduğu için formüldeki h_2 'nin (+) işareti çizim 3.2 ile çelişiyor gibi görünse de formüldeki işaret yine aynıdır. Çünkü z_2 'nin işareti (-) dir. İşlem yapıldığında h_2 'nin işareti (-) olur.

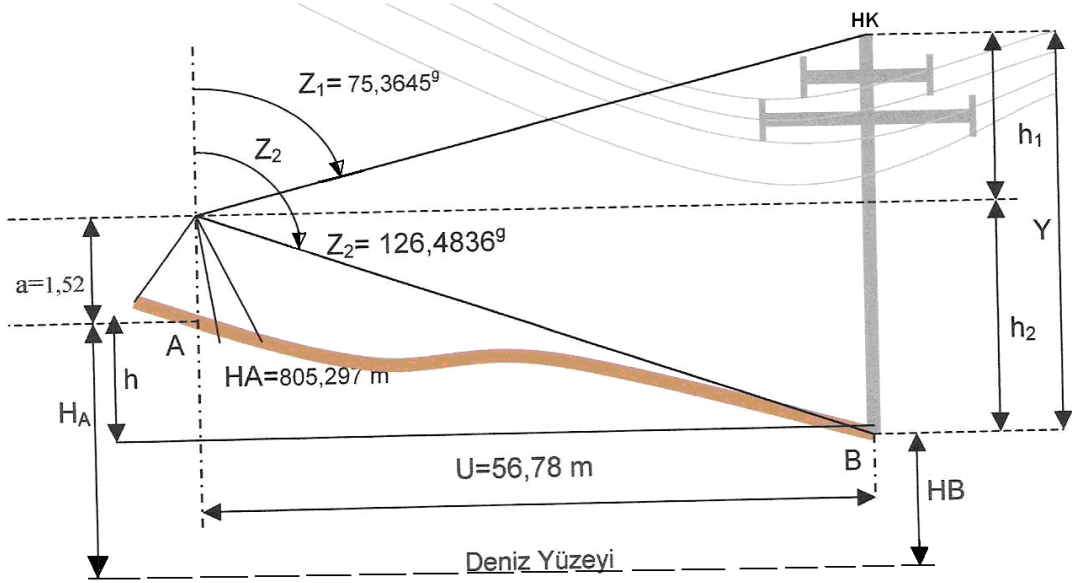
Kulenin tepe noktasının yüksekliğini bulmak için ise;
 $H_k = H_b + y$ formülünü kullanırız.

Yukarıda anlatılanları sayısal bir örnekle pekiştirelim (Çizim 3.2):

Örnek:

Çizimdeki değerlere göre aşağıda istenenleri bulalım.

- Direğin yüksekliğini $y = ?$
- B noktasının yüksekliğini $H_b = ?$
- Direğin üst noktasının yüksekliğini $H_k = ?$



Çizim 3.2: Uzaklığı bilinen kule (direk) yüksekliği hesabı

ÇÖZÜM:

a- $y = u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2)$
 $y = 56,78 \cdot (\cot 75,3645 - \cot 126,4836) = 48,22 \text{ m}$

b- $H_b = H_a + a + h_2$
 $H_b = H_a + a + (u \cdot \cot z_2)$
 $H_b = 805,297 + 1,52 + (56,78 \cdot \cot 126,4836)$
 $H_b = 805,297 + 1,52 + (-25,08) = 781,737 \text{ m}$

c- $H_k = H_b + y$
 $H_k = 781,737 + 48,22 = 829,957 \text{ m}$

UYGULAMA FAALİYETİ

Okul bahçesinde seçeceğimiz bir ağacın boyunu trigonometrik yöntemle ölçerek bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapacağımız çalışmayı planlayınız.	➤ Yapacağımız çalışmanın şeklini çizin ve hesap formüllerini yazınız.
➤ Kullanacağımız araç ve gereçleri tespit ederek hazırlayınız.	➤ Kullandığımız araç ve gereçlerin ölçüme hazır olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Ölçüm yapacağımız noktayı ağaçtan belli bir uzaklıkta tespit ediniz (30 – 50 m gibi).	➤ Alet kuracağımız noktayı belirleyiniz.
➤ Ölçüm yapacağımız noktaya aleti kurunuz.	➤ Alet kurulması ile ilgili işlemleri sırasıyla yapınız.
➤ Aleti, ağacın tepe noktasına tatbik ederek düşey açıyı okuyunuz (z_1) ve yazınız.	➤ Yapacağımız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Aleti, ağacın alt noktasına tatbik ederek düşey açıyı okuyunuz (z_2) ve yazınız.	➤ Yapacağımız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Gerekli hesaplamaları yapınız.	➤ Hesapları dikkatle yapınız (bk. 3.1.1.).
➤ Hesapların kontrolünü yapınız.	➤ Yapılan hatalar hata sınırları içinde ise gerekli düzeltmeleri yapınız. Hata sınırları dışında ise ölçümü tekrarlayınız.
➤ Kullandığımız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yapınız.	➤ Aletlerin temizliğinde ve bakımlarında azami özeni gösteriniz.
➤ Kullandığımız araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.	➤ Aletleri aldığımız yerlere bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Yapacağınız çalışmayı planladınız mı?		
2	Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ederek hazırladınız mı?		
3	Ölçüm yapacağınız noktayı ağaçtan belli bir uzaklıkta tespit ettiniz mi (30 – 50 m gibi)?		
4	Ölçüm yapacağınız noktaya aleti kurdunuz mu?		
5	Aleti, ağacın tepe noktasına tatbik ederek düşey açığı okudunuz mu (z_1) ve yazdınız mı?		
6	Aleti, ağacın alt noktasına tatbik ederek düşey açığı okuyup (z_2) yazdınız mı?		
7	Gerekli hesaplamaları yaptınız mı?		
8	Hesapların kontrolünü yaptınız mı?		
9	Kullandığınız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yaptınız mı?		
10	Kullandığınız araç ve gereçleri yerlerine kaldırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların çözümünü yapınız.

1. Bir saat kulesinin boyunu ölçmemiz isteniyor. Bunun için kulenin 50 m uzağında, kotu 125,285 m olan bir nokta tespit edip aleti bu noktaya kurduğumuzda aşağıdaki ölçüm değerlerini elde ediyoruz.

$$H_a = 125.285\text{m} \quad a=1,55 \text{ m} \quad u = 50,00 \text{ m} \quad z_1 = 45,2108^g \quad z_2 = 110,3641^g$$

- Bu kulenin yüksekliğini,
- Zemindeki alt noktasının kotunu,
- En üst noktasının kotunu hesaplayınız.

2. Bir kavak ağacının boyunu ölçmemiz isteniyor. Bunun için ağacın 40 m uzağında, kotu 811,375 m olan bir nokta tespit edip aleti bu noktaya kurduğumuzda aşağıdaki ölçüm değerlerini elde ediyoruz.

$$H_a = 811.375\text{m} \quad a=1,50 \text{ m} \quad u = 40,00 \text{ m} \quad z_1 = 55,3108^g \quad z_2 = 115,3805^g$$

- Bu kavak ağacının yüksekliğini,
- Zemindeki alt noktasının kotunu,
- En üst noktasının kotunu hesaplayınız.

3. Bir gökdelenin boyunu ölçmemiz isteniyor. Bunun için gökdelenin 100 m uzağında, kotu 750,285 m olan bir nokta tespit edip aleti bu noktaya kurduğumuzda aşağıdaki ölçüm değerlerini elde ediyoruz.

$$H_a = 750.285\text{m} \quad a=1,52 \text{ m} \quad u = 100,00 \text{ m} \quad z_1 = 25,5210^g \quad z_2 = 125,7514^g$$

- Bu gökdelenin yüksekliğini,
- Zemindeki alt noktasının kotunu,
- En üst noktasının kotunu hesaplayınız.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

UYGULAMA FAALİYETİ

Okul bahçesinde seçeceğimiz iki bina arasındaki bir yoldan yararlanınız.

Yol boyunca kot taşınması yaparak iki bina arasındaki yükseklik farkını geometrik yöntemle bulunuz. Ayrıca binaların yüksekliğini de trigonometrik yöntemi kullanarak bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İşlem için ilgili yönetmeliği inceleyiniz.	➤ Yapacağınız çalışmayı planlayınız. ➤ Yapacağınız çalışma için yönetmeliğin ilgili maddelerini inceleyiniz. Araştırmacı olunuz.
➤ Ölçüm yapacağınız binaları ve yolu belirleyiniz.	➤ Okul bahçesinde uygun iki bina ve binalar arasındaki bir yolu tespit ediniz.
➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri tespit ediniz.	➤ Gerekli araçların okulunuzda olup olmadığını araştırınız.
➤ Ölçümleri kaydedeceğimiz mapa ve kâğıdı hazırlayınız.	➤ İşe uygun kâğıt hazırlayınız.
➤ Ölçümleri kaydedeceğimiz klişeyi çizin.	➤ Yapacağınız ölçüme göre klişe hazırlayınız.
➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri hazırlayınız.	➤ Kullanacağınız araç ve gereçleri araç deposundan alınız.
➤ Kullandığımız araç ve gereçlerin ölçüme hazır olup olmadığını kontrol ediniz.	➤ Aletlerin gerekli kontrollerini yapınız.
➤ Ölçüm yapacağımız noktaları tespit ediniz.	➤ Noktaları arazide belirleyiniz.
➤ Ölçüm yapacağımız yere aleti kurunuz.	➤ Alet kurulması ile ilgili işlemleri sırasıyla yapınız.
➤ Ölçüm işini yapınız.	➤ Yapacağımız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz.
➤ Ölçtüğünüz değerleri çizdiğiniz klişeye kaydediniz.	➤ Yazım işini dikkatli ve okunaklı yapınız.
➤ Ölçeğiniz diğer noktaları da sırasıyla ölçünüz ve klişeye kaydediniz.	➤ Yazım işini dikkatli ve okunaklı yapınız.
➤ Ölçüm yapacağımız noktayı binalardan belli bir uzaklıkta tespit ediniz.	➤ Alet kuracağımız noktayı belirleyiniz.
➤ Ölçüm yapacağımız yere aleti kurunuz.	➤ Alet kurulması ile ilgili işlemleri sırasıyla yapınız.

➤ Ölçüm işini dikkatle ve titizlikle yapınız.	➤ Yapacağınız ölçümde azami dikkat ve özeni gösteriniz. ➤ Sorumluluğunuzun bilincinde olunuz.
➤ Ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.	➤ Yazım işini dikkatli ve okunaklı yapınız.
➤ Gerekli hesaplamaları yapınız.	➤ Hesapları dikkatle yapınız.
➤ Hesapların kontrolünü yapınız.	➤ Yapılan hatalar hata sınırları içinde ise gerekli düzeltmeleri yapınız. Hata sınırları dışında ise ölçümü tekrarlayınız.
➤ Kullandığımız araç ve gereçleri toplayıp temizlik ve bakımlarını yapınız.	➤ Aletlerin temizliğinde ve bakımlarında azami özeni gösteriniz.
➤ Kullandığımız araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.	➤ Aletleri aldığımız yerlere bırakınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Ölçme araçlarını inceleyip tanıdınız mı?		
2	Yönetmelikleri incelediniz mi?		
3	Yapacağınız uygulama için klişeleri çizdiniz mi?		
4	Yapacağınız uygulama için uygun ölçme araçlarını hazırladınız mı?		
5	Yapacağınız uygulama için araziye gezip ölçeceğiniz noktaları tespit ettiniz mi?		
6	Ölçme işlemlerini kuralına uygun yaptınız mı?		
7	Ölçtüğünüz değerleri klişeye yazdınız mı?		
8	Kullandığınız ölçme araçlarının temizliğini yaparak yerlerine koydunuz mu?		
9	Sınıfta gerekli hesapları yaptınız mı?		
10	Yaptığınız hesapların kontrolünü yapıp hatayı tespit ettiniz mi?		
11	Bulunan hata, hata sınırları içerisinde mi?		
12	Hata sınırları içerisinde ise düzeltmeleri yaptınız mı?		
13	Hesabın sağlamlasını yaparak son kontrolü yaptınız mı?		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların çözümlerini yapınız.

1. Aşağıda verilen nivelman tablosundaki hesabı tamamlayınız.

NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			FARKLAR (+ / -)	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		1,793				125,132	A
1		0,689		2,345			1
2		1,634		0,865			2
3		2,569		2,548			3
4		3,578		0,258			4
5		0,564		3,516			5
6		1,485		2,478			6
7		1,236		3,325			7
8		1,647		0,287			8
9		1,005		2,654			9
10		1,784		3,687			10
B				2,034			B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						119,141	

2. Aşağıda verilen trigonometrik nivelman tablosundaki hesabı tamamlayınız.

NOKTA NU.	ZENİT AÇISI Z (g)	U (m)	h = U . Cot Z		hi-hg	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU.
			GERİ	İLERİ			
			(-hg)	(+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A						750	A
	45,3659	155,36					
S1							
	52,2589	125,41					
B							B
	65,2105	152,64					
S2							
	55,2598	145,94					
C							C
	81,8632	149,65					
S3							
	75,2287	166,48					
D							D

3. Bir çam ağacının boyunu ölçmemiz isteniyor. Bunun için ağacın 30 m uzağında, kotu 800,000 m olan bir nokta tespit ederek aleti bu noktaya kurduğumuzda aşağıdaki ölçüm değerlerini elde ediyoruz.
- $H_a = 800.000\text{m}$ $a=1,60\text{ m}$ $u_1= 30,00\text{ m}$ $z_1 = 45,8158^g$ $z_2 = 105,3855^g$
- Bu çam ağacının yüksekliğini,
 - Zemindeki alt noktasının kotunu,
 - En üst noktasının kotunu hesaplayınız.

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1. Aşağıda verilen nivelman hesabını yapınız.

NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			FARKLAR (+/-)	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		+0,001 1,793				125,132	A
1		+0,001 0,689		-0,001 2,345	-0,550	124,582	1
2		+0,001 1,634		-0,001 0,865	-0,174	124,408	2
3		+0,001 2,569		-0,001 2,548	-0,912	123,496	3
4		+0,001 3,578		-0,001 0,258	2,313	125,809	4
5		+0,001 0,564		-0,001 3,516	0,064	125,873	5
6		+0,001 1,485		-0,001 2,478	-1,912	123,961	6
7		+0,001 1,236		-0,001 3,325	-1,838	122,123	7
8		+0,001 1,647		-0,001 0,287	0,951	123,074	8
9		+0,001 1,005		-0,001 2,654	-1,005	122,069	9
10		+0,001 1,784		-0,001 3,687	-2,680	119,389	10
B				-0,001 2,034	-0,248	119,141	B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						119,141	
		17,984		23,997	-5,991	-5,991	
		23,997				-6,013	
		-6,013				+0,022	

2. Aşağıda verilen ara noktalı nivelman hesabını yapınız.

ARA NOKTALI NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIKLA R m	MİRA OKUMALARI			FARKLAR g-i (+ / -)	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR) m	NOK TA NU.
		GERİ g	ARA a	İLERİ i			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		-0,002				815,12	A
		0,785					
1			1,02 5		-0,242	814,878	1
2			1,93 5		-0,91	813,968	2
3			2,79 6		-0,861	813,107	3
4		-0,002		+0,002	-0,608	812,499	4
		0,259		3,402			
5			1,91 7		-1,66	810,839	5
6			2,65 8		-0,741	810,098	6
7		-0,002		+0,002	-1,148	808,95	7
		1,005		3,804			
8			2,17 3		-1,17	807,78	8
B				+0,002	-0,838	806,942	B
				3,009			
						806,942	VERİL EN HB
		2,049		10,215	-5,923	-8,178	HB- HA
		10,21 5				-8,166	
		-8,166				-0,012	

3. Aşağıda verilen alet ufki kotuna göre nivelman hesabını yapınız.

ALET UFKİ KOTUNA GÖRE NİVELMAN HESABI							
NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			ALET UFKU KOTU	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		+0,003 2,475			887,835	885,357	A
1			1,624			886,211	1
2			1,143			886,692	2
3			0,568			887,267	3
4		+0,003 0,961		-0,003 0,254	888,548	887,584	4
5			1,523			887,025	5
6			2,247			886,301	6
7		+0,003 0,584		-0,003 3,133	886,005	885,418	7
8			2,915			883,09	8
B				-0,003 3,544		882,464	B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						882,464	
		4,020		6,931		-2,893	
		6,931				-2,911	
		2,911				+0,018	

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.

$$HB = HA + a + h - i \quad h = u \cdot \cot z$$

$$HB = 641,568 + 1,50 + (68,23 \cdot \cot 65,2587) - 2,00 = 682,499 \text{ m}$$

2.

$$h_1 = u_1 \cdot \cot z_1 = 152,36 \cdot \cot 82,6048 = 42,699 \text{ m}$$

$$h_2 = u_2 \cdot \cot z_2 = 165,24 \cdot \cot 60,2479 = 119,074 \text{ m}$$

$$h = h_2 - h_1 + i_1 - i_2 = 119,074 - 42,699 + 3,00 - 3,00 = 76,375 \text{ m}$$

$$H_B = H_A + h = 1000,000 + 76,375 = 1076,375 \text{ m}$$

3. Aşağıda verilen trigonometrik nivelman hesabını yapınız.

NOKTA NU	ZENİT AÇISI Z (g)	u (m)	h = u . Cot z		hi-hg	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU
			GERİ (-hg)	İLERİ (+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
B						812,014	A
	65,2145	252,36	-153,479				
S1							
	74,2014	264,25		113,360	-40,119		
B						771,895	B
	58,3205	298,63	-229,243				
S2							
	62,6112	305,38		203,278	-25,965		
C						745,930	C
	65,4758	214,45	-129,22				
S3							
	87,4597	185,67		37,054	-92,166		
D						653,764	D
			-511,942	353,692	158,250	-158,250	

353,692

-158,250

ÖĞRENME FAALİYETİ -3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.

a)

$$\begin{aligned}y &= u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2) \\y &= 50.00 \cdot (\cot 45.2108 - \cot 110.3641) \\y &= 66,364 \text{ m}\end{aligned}$$

b)

$$H_z = H_A + a + h_2 = 125,285 + 1,55 + (50.00 \cdot \cot 110.3641) = 118,622 \text{ m}$$

c)

$$H_K = H_z + y = 118,622 + 66,364 = 184,986 \text{ m}$$

2.

a)

$$\begin{aligned}y &= u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2) \\y &= 40.00 \cdot (\cot 55.3108 - \cot 115.3805) \\y &= 43,683 \text{ m}\end{aligned}$$

b)

$$H_z = H_A + a + h_2 = 811.375 + 1.50 + (40.00 \cdot \cot 115.3805) = 803,019 \text{ m}$$

c)

$$H_K = H_z + y = 803.019 + 43.683 = 846.702 \text{ m}$$

3.

a)

$$\begin{aligned}y &= u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2) \\y &= 100.00 \cdot (\cot 25.5210 - \cot 125.7514) \\y &= 278,752 \text{ m}\end{aligned}$$

b)

$$H_z = H_A + a + h_2 = 750.285 + 1.52 + (100 \cdot \cot 125.7514) = 708,994 \text{ m}$$

c)

$$H_K = H_z + y = 708.994 + 278.752 = 987,746 \text{ m}$$

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.

NOKTA NU.	ARA UZAKLIK (m)	MİRA OKUMALARI			FARKLAR (+ / -)	KOTLAR	NOKTA NU.
		GERİ	ARA	İLERİ			
1	2	3	4	5	6	7	8
A		0,001 1,793				125,132	A
1		0,001 0,689		-0,001 2,345	-0,550	124,582	1
2		0,001 1,634		-0,001 0,865	-0,174	124,408	2
3		0,001 2,569		-0,001 2,548	-0,912	123,496	3
4		0,001 3,578		-0,001 0,258	2,313	125,809	4
5		0,001 0,564		-0,001 3,516	0,064	125,873	5
6		0,001 1,485		-0,001 2,478	-1,912	123,961	6
7		0,001 1,236		-0,001 3,325	-1,838	122,123	7
8		0,001 1,647		-0,001 0,287	0,951	123,074	8
9		0,001 1,005		-0,001 2,654	-1,005	122,069	9
10		0,001 1,784		-0,001 3,687	-2,680	119,389	10
B				-0,001 2,034	-0,248	119,141	B
VERİLEN SON NOKTANIN KOTU						119,141	
		17,984		23,997	-5,991	-5,991	
		23,997		2		-6,013	
		-6,013				0,022	

2.

NOKTA NU.	ZENİT AÇISI Z (g)	u (m)	h = u . Cot z		hi-hg	YÜKSEKLİKLER (KOTLAR)	NOKTA NU.
			GERİ (-hg)	İLERİ (+hi)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A						750.000	A
	45,3659	155,36	-179.800				
S1							
	52,2589	125,41		116.812	-62.988		
B						687.012	B
	65,2105	152,64	-92.845				
S2							
	55,2598	145,94		123.618	30.773		
C						717.785	C
	81,8632	149,65	-43.826				
S3							
	75,2287	166,48		68.259	24.433		
D						742.218	D
			-316.471	308.689	-7.782	-7.782	
			<u>308.689</u>				
			<u>-7.782</u>				

3.

a)

$$y = u \cdot (\cot z_1 - \cot z_2)$$
$$y = 30 \cdot (\cot 45.8158 - \cot 105.3855)$$
$$y = 36,771 \text{ m}$$

b)

$$H_z = H_A + a + h_2 = 800 + 1.60 + (30 \cdot \cot 105.3855) = 799,056 \text{ m}$$

c)

$$H_K = H_z + y = 799,056\text{m} + 36,771 = 835,827 \text{ m}$$

KAYNAKÇA

- ÖZBENLİ E., Türkey TÜDEŞ, **Ölçme Bilgisi**, İstanbul, 1972.
- SARIBIYIK Tahsin, **Ölçme Bilgisi ve Uygulaması**, MEB Yayınevi, 2005.
- SONGU Celal, **Ölçme Bilgisi**, Ankara, 1975.