

**Bu kitaba sığmayan
daha neler var!**



Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Zengin İçerik

Puan ve Armalar

Canlı Ders

Sosyal Etkileşim

EBA Portfolyo

ISBN 978-975-11-6276-2



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILMAZ.**

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşımaya Zorunlu Değildir.

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ - MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI MADEN TOPOGRAFYASI 10 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

MADEN TOPOGRAFYASI 10

Ders Materyali



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

MADEN TOPOGRAFYASI

10

DERS MATERYALİ

Yazarlar

Ayfer ERTAN

Ozan AKSÖZ

Dr. Suzan ALTIPARMAK

Uğurcan KÜLUĞ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI: 7992
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAP DİZİSİ: 1920

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.

Hazırlayanlar

Dil Uzmanı

Arzu ZANBAK

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Aydemir KELEŞ

Rehberlik Uzmanı

Ahmet ALİŞ

Görsel Tasarım Uzmanı

Yunus YILMAZ

ISBN 978-975-11-6276-2

Millî Eğitim Bakanlığınının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden ilâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan ilâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden naşım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

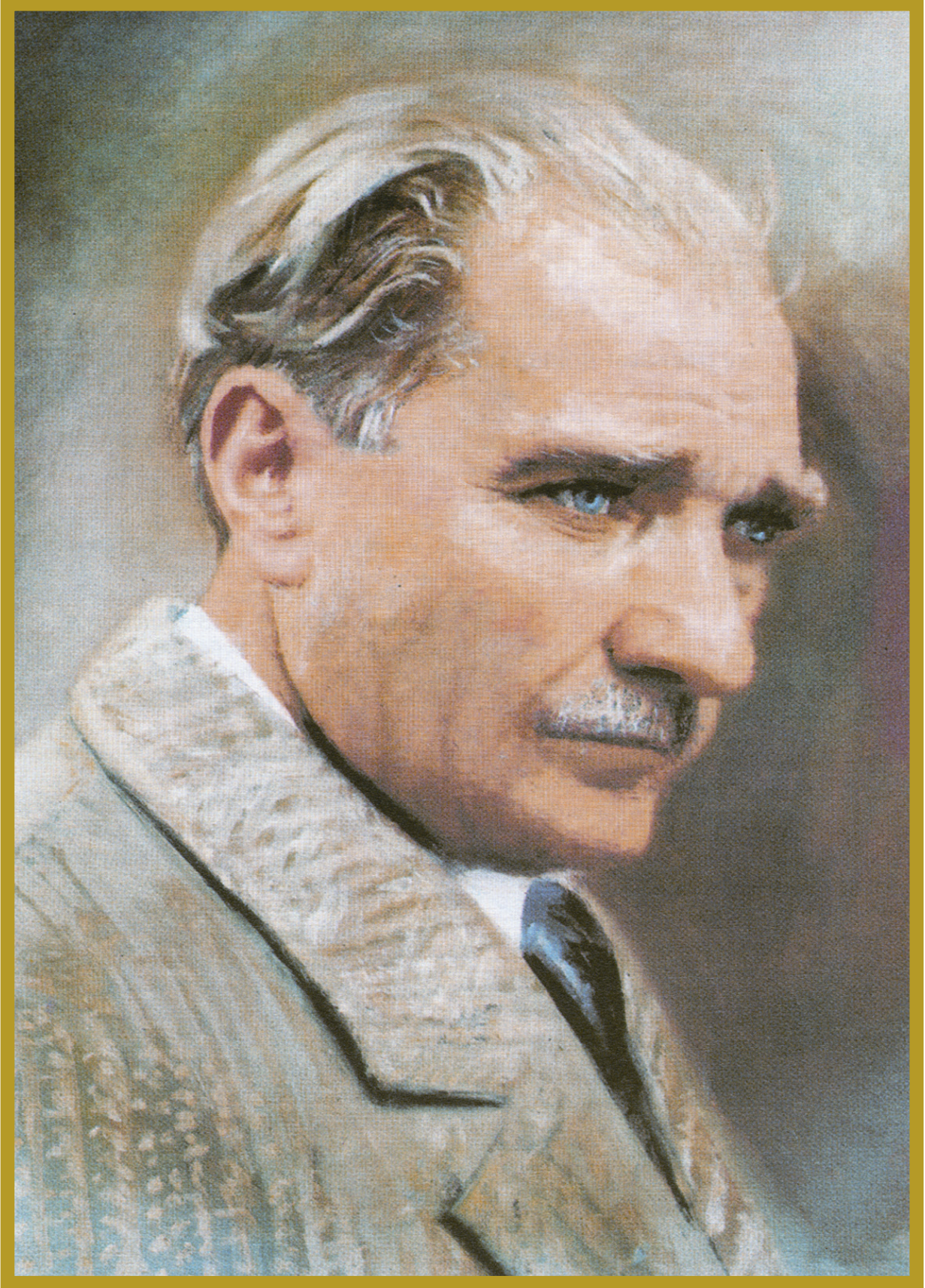
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK



1.1. TOPOGRAFIK ÖLÇÜM HAZIRLIĞI	14
1.1.1. TOPOGRAFIK ÖLÇÜMÜN TANIMI	14
1.1.2. TOPOGRAFIK ÖLÇÜM ÇEŞİTLERİ	15
1.1.2.1. Yeryüzünün Şekli	15
1.1.2.2. Topografik Ölçümlerde Alınan Referans Yüzeyleri	16
1.1.3. TOPOGRAFIK ÖLÇÜMLERDE KULLANILAN ÖLÇÜ BİRİMLERİ	19
1.1.4. TOPOGRAFIK ÖLÇMEDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER	23
1.1.4.1. Basit Ölçme Aletlerinin Tanıtımı ve Kullanılması	23
1.1.4.2. Gelişmiş Ölçme Aletlerinin Tanıtımı ve Kullanılması	27
1.1.5. TOPOGRAFIK ÖLÇME HATALARI	31
1.1.6. TOPOGRAFIK ÖLÇME HATALARI VE DÜZELTME YÖNTEMLERİ	32
1.1.6.1. Hata Kavramının Tanımı	32
1.1.6.2. Düzeltme ve Tolerans Kavramlarının Tanımı	33
1.1.6.3. Doğruluk Ölçütleri	33
1.1.7. TOPOGRAFIK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	36
1.1.7.1. Bağlama (Üçgenlere Ayırma) Yöntemi	36
1.1.7.2. Dik Koordinat (Prizmatik) Yöntemi	38
1.1.7.3. Kutupsal Alım Yöntemi	39
1.1.7.4. GNSS Alım Yöntemi	39
1.1.7.5. Fotogrametri Yöntemi	40
1.2. NİVELMAN (YÜKSEKLİKLERİN ÖLÇÜLMESİ)	43
1.2.1. NİVELMAN İŞLERİNDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER	46
1.2.1.1. Nivo	46
1.2.1.2. Mira	50
1.2.2. NİVELMAN YÖNTEMLERİ	51
1.2.2.1. Geometrik Nivelman	51
1.2.2.2. Trigonometrik Nivelman	55
1.2.2.3. Barometrik Nivelman	56
1.2.3. NİVELMAN YAPILIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	56
1.3. OPTİK MESAFE	57
1.3.1. OPTİK MESAFE ÖLÇME ARAÇ VE GEREÇLERİ	57
1.3.1.1. Optik Mesafe Ölçümünde Kullanılan Araçların Ortak Özellikleri	59
1.3.2. ARAZİDE TAKEOMETRİK ÖLÇME İŞLERİ	61
1.3.2.1. Takeometre ile Kroki Hazırlanması	61
1.3.2.2. Takeometri Ölçülerinin Yapılması	61
1.3.3. AÇI BİRİMLERİ	64
1.3.3.1. Açı Ölçümü	64
1.3.3.2. Alan Ölçümü	68
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	69



TOPOGRAFIK ÖLÇÜM, HESAPLAMALAR VE ÇİZİM

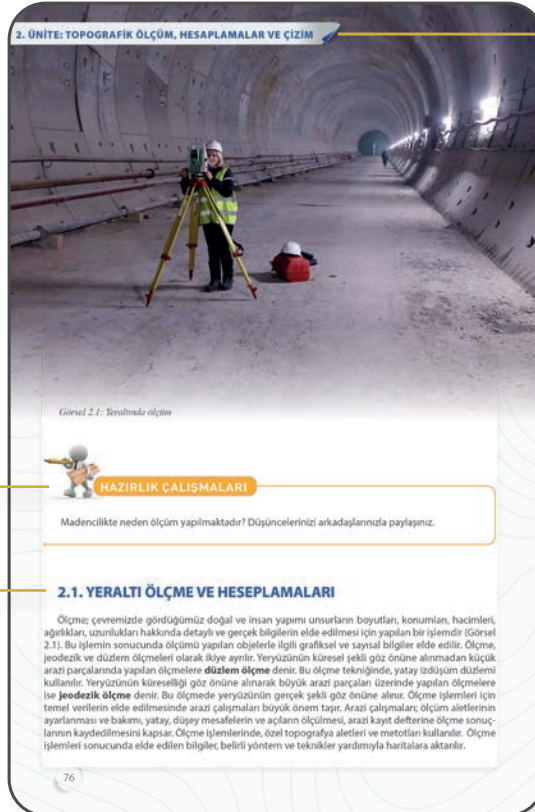
2.1. YERALTI ÖLÇME VE HESAPLAMALARI -----	76
2.1.1. YERALTI ÖLÇME PRENSİPLERİ -----	77
2.1.2. YERALTI ÖLÇME NOKTALARININ TESPİT EDİLMESİ -----	78
1.1.2.1. Taban ve Tavan Noktaları -----	80
2.1.3. YERALTINDA UZUNLUKLARIN ÖLÇÜLMESİ -----	82
2.1.3.1. Yatay Uzunluk Ölçümü -----	82
2.1.3.2. Eğik Ölçme Yöntemi -----	83
2.1.4. YERALTINDA AÇI ÖLÇMELERİ -----	85
2.1.5. YERALTINDA KUYU DERİNLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ -----	90
2.1.5.1. Eğik Kuyularda Derinliklerin Ölçülmesi -----	90
2.1.5.2. Düşey Kuyularda Derinliklerin Ölçülmesi -----	91
2.1.6. YERALTINDA NİVELMAN -----	92
2.1.6.1. Yeraltında Geometrik Nivelman -----	92
2.1.6.2. Yeraltında Trigonometrik Nivelman -----	94
2.1.6.3. Teodolit Kullanılarak Trigonometrik Nivelman -----	94
2.1.7. YERALTINDA YÖNELME (ORYANTASYON) -----	94
2.1.7.1. Mekanik Yöntemler -----	95
2.1.8. MADENCİLİKTE TASMAN -----	98
2.2. AÇIK İŞLETMEDE ÖLÇME VE HESAPLAMALAR -----	99
2.2.1. NİRENGİ NOKTALARI -----	99
2.2.2. POLİGON NOKTALARI -----	101
2.2.2.1. Açık Poligon Geçkisi -----	101
2.2.2.2. Bağlı (Dayalı) Poligon Geçkisi -----	102
2.2.2.3. Kapalı Poligon Geçkisi -----	102
2.2.3. REZERV HESAPLAMALARI -----	104
2.2.3.1. Maden Yatağında Damar Kalınlığının Belirlenmesi -----	104
2.2.3.2. Maden Yatağının Kalınlığının Ve Alanının Bulunması -----	106
2.2.3.3. Düzensiz Bir Maden Yatağının Rezerv Miktarının Hesaplanması -----	107
2.3. TOPOGRAFIK ÇİZİM UYGULAMALARI -----	111
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME -----	117
CEVAP ANAHTARI -----	122
KAYNAKÇA -----	124
EK-1 -----	127

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Kitabın hangi alana ait olduğunu, adını ve sınıf seviyesini gösterir.



Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu ve öğrenme biriminin adını gösterir.

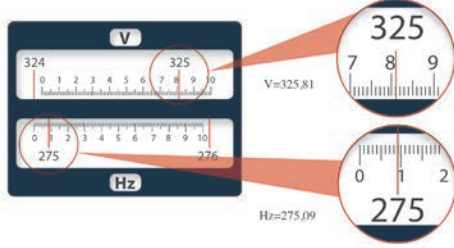


Öğrenme birimi ile ilgili hazırlık çalışmalarını gösterir.

Öğrenme biriminin ana başlıklarını gösterir.

1. ÜNİTE: TOPOGRAFIK ÖLÇÜMLER

b) Skalalı Mikroskop: Açık bölüm dairesinin en küçük bölüm çizgilerine skala denir (Görsel 1.52). Açık penceresine sabit olan skala, bölüm dairesine ve açı penceresine yansıtılır. Skala, açı penceresine sabittir. İlk olarak bölüm dairesinin en küçük değeri okunur. Skalayı kesen bölüm çizgisindeki skal değeri, ilk yapılan işlemdeki değerle toplanarak açı değeri bulunur.



Görsel 1.52: Çizgili mikroskop ile dikey (V) ve yatay (Hz) açı okunması

c) Optik Mikrometrel Mikroskop: Optik mikrometrel mikroskopun yatay dairesinden geçen ışınlarla aynı doğrultu yönünde bir cam plaka, mikroskopun döndürülmesiyle bölüm çizgileri üzerine getirilir. Plak döndürülürken çizgiler ötelenir. Bu çizgilerin ötelenme miktarı mikrometreden okunur (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Optik mikrometre



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Optik, Mısır ve Mezopotamyalılar tarafından geliştirilen lenslerle başlamıştır. Modern optik döneminin gelişimi 20. yüzyılda hızlanmıştır.

60

Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu ve öğrenme biriminin adını gösterir.

Kazanımları destekleyecek dikkat çekici bilgileri gösterir.

2. ÜNİTE: TOPOGRAFIK ÖLÇÜM, HESAPLAMALAR VE ÇİZİM

Üst Yardımcı Dürbünler ile Açların Ölçülmesi

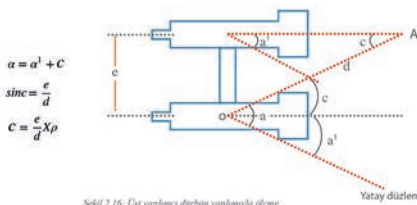
Ana dürbün kullanılan yatay açların ölçülmesi, üst yardımcı dürbün kullanılarak da yapılmaktadır. Açı ölçümü sırasında yardımcı dürbün yukarıda olmalıdır. Teodolitin ikinci duruma getirildiği sırada üst dürbün, ana dürbünün altına getirilerek ölçüm yapılır. Böyle durumlarda yardımcı dürbünde görüş açısı sıfırdır. Yatay açların her iki durumda da ölçülmesi gerektiğinde üst yardımcı dürbün kullanılmamaktadır. Üst yardımcı dürbün ile yapılan düşey açı ölçümleri dış merkez olduğundan ana dürbün, gözlem eksenine dönüştürülmelidir (Şekil 2.16).

Buna göre:

α_1 = Üst yardımcı dürbün ile ölçülen eğim açısı

α = Ana dürbünle ölçülen eğim açısı

c = Ana ve yardımcı dürbün arasındaki mesafe



Şekil 2.16: Üst yardımcı dürbün yardımıyla ölçme



SIRA SİZDE

Üst dürbün ile yapılan ölçümde, düşey açı değeri $\alpha_1=6$ grad \times 1620 olarak bulunmuştur. $c=18,00$ cm, $d=12,40$ m olduğuna göre ana dürbün ile ölçülmesi gereken düşey açı değerini hesaplayınız.



ETKİNLİK 1 Ölçüm Yapıyorum

İki gruba ayrılarak okul sınırları içinde (bahçe, koridor, merdiven) oluşturabileceğiniz uygun bir çalışma alanı (galeri) belirleyiniz. Belirlediğiniz alanın açısını ölçmek için açı ölçme yöntemlerinden ve açı ölçümünde kullanacağımız araçlardan yararlanarak ölçme işlemi gerçekleştiriniz. Uygulama sırasında ve sonrasında yapılanları ve uygulamanın size kazandırdıklarını arkadaşlarınızla paylaşınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21447>

89

Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu ve öğrenme biriminin adını gösterir.

Etkin öğrenmeyi sağlamak için öğrenciyi araştırmaya teşvik eden uygulamaları gösterir.

Kazanımların pekiştirilebilmesi için etkin katılımlı uygulamaları gösterir.

2. ÜNİTE: TOPOGRAFIK ÖLÇÜM, HESAPLAMALAR VE ÇİZİM

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A- Aşağıda verilen boşlukları uygun şekilde tamamlayınız.

1. Sürekli numaralamada noktalara katlar göz önüne alınmadan kadar numara verilir.
2. Yeraltında yatay ve düşey açların ölçülmesinde en sık kullanılan aletlerden biri
3. Dik koordinat sisteminde herhangi bir doğrunun +X ekseninden başlayarak saat ibresinin hareketi yönünde oluşturduğu açya, o doğrunun denir.
4. Yeraltında belirlenen noktalar arasında yükseklik farkının ölçülmesinde yararlanılan nivelman uygulamalarında genellikle yöntemi kullanılmaktadır.
5. Yeraltı ölçmelerinin yerüstü konumlarına bağlanması işlemine denir.
6. Yeraltında yapılan ölçümleri yerüstüne bağlamak için yerüstündeki ölçüm noktalarının bir kuyudan yeraltına düşey doğrultuda indirilmesi işlemine denir.
7. Kuyularda hava akımı hızı sabit değildir. Kuyularda hava akımının sürekli değişmesi duruma denir.
8. Nirengi hesabında kullanılan referans noktalarına denir.
9. Birbirine paralel düşey kesitlerin alanları hesaplanır. Bu kesitler arasındaki uzaklıklara göre maden kütlesinin hacmi bulunarak rezervi hakkında bilgi elde edilir. Rezerv hesaplamalarında kullanılan bu yöntemin adı
10. Maden yatağının şeklinin koni ya da prizma olduğu durumlarda kullanılan rezerv hesaplama yöntemi
11. Yeraltında basınç, derinliğe bağlı olarak değişir. Derinlik arttıkça her 100 metrede basınç mm civa yüksekliğinde artmaktadır.
12. Küçük arazi parçalarında uygulanan ve yeryüzünün küreselliği göz önüne alınmadan yapılan ölçümlere denir.
13. Yeraltında ölçüm noktaları, kaybolmamaları ve daha kolay gözlenebilmeleri için genellikle alınır.
14. Çizimler, sistemine göre yapılır.
15. komutu, yapılan çizimlerin, yeni bir dosyaya ilk defa kaydedilmesi veya son değişikliklerin mevcut dosyaya kaydedilmesi için kullanılır.
16. Dışa aktar (Export) menüsünde bulunur.

117

Öğrenme biriminin değerlendirildiği bölümü gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. Topografya (ölçme bilgisi)
2. Elipsoid, Küre, Düzlem
3. Ölçümün amacı
4. Düzlemsel (sistematsik) hatalar
5. Düzeltme
6. Tipikometrik nivelman
7. Bağlı nivelman
8. Mira
9. Nivelman
10. Referans düzlemi
11. Teodolit
12. Düşey açı
13. 10c
14. Grad
15. Mira
16. D 17. E 18. E 19. B 20. A 21. C 22. E 23. E 24. C 25. D 26. E
27. D 28. B 29. C 30. D 31. B 32. E 33. E 34. E 35. A 36. B
37. Haritası çizilecek alanın çizim hatalarını en aza indirmek için yüzölçümlerine göre farklı referans yüzeyleri alınır.
38. Jeoid, geometrik bir şekli olmadığı için düzleme aktarılamaz.
39. Dünya'nın yarıçapını bugünkü değere çok yakın olarak hesaplamıştır.
40. Araziye işaretlenen noktalara uzaktan görülebilmesi için kullanılır.
41. Yalnızlık 11. Deneysel

Ünite değerlendirme sorularının cevaplarını gösterir.

KAYNAKÇA

KAYNAKÇA

- Altınok, N. Topografya ve Tatbikatı, Ankara, 1964.
Asrı İ. Bayrak T. Ölçme Bilgisi, Gümüşhane, 2011
Atasoy, V. Arazi Ölçmeleri, 2020
Avcıoğlu, M. Uygulamalı Ölçme Bilgisi (Topografya), İstanbul, 2012.
Aydın Ö. Yeraltı Ölçmeleri, İstanbul, 1981.
Aydın, Ö. Ölçme Bilgisi 1, Kurşit Matbaası, İstanbul, 1984.
Aydın, Ö. Madencilik Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 2000
Aytaç, M. Tatbiki Topografya, İstanbul, 1968.
Baş, H. Gazi, Topografya, İstanbul, 2009.
Bayrak, T. ve Asrı, İ. İnşaat Mühendisleri İçin Ölçme Bilgisi Ders Notları, Gümüşhane, 2011.
Bayrak, T. Asrı, İ. İnşaat Mühendisleri İçin Ölçme Bilgisi Ders Notları, Gümüşhane Üniversitesi 2011
Bektaş, S. Ölçme Bilgisi Topografya, Ankara, 2020.
Bektaş, S. Ölçme Bilgisi (Topografya), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2020
Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 15 Temmuz 2005 tarih 25876 sayılı resmi gazete.
Büyük Ölçekli Haritalar ve Harita Bilgilerinin Üretim Yönetmeliği, 2018
Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi 1989
Büyükcangaz H., Yaslıoğlu, E. Ölçme Bilgisi Ders Notları, 2009
Ceylan A. Tombalaklar Ö. Haliş, Ölçme Bilgisi, Konya, 2013
Ceylan. A. ve Tombalaklar. Ömer, H. Ölçme Bilgisi (Topografya), Konya, 2006.

Kaynakçayı gösterir.





1. ÜNİTE

TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

KONULAR

1.1. TOPOGRAFİK ÖLÇÜM HAZIRLIĞI

1.2. NİVELMAN (YÜKSEKLİKLERİN ÖLÇÜLMESİ)

1.3. OPTİK MESAFE



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Mısır'daki arkeolojik kazılarda tuğlalar üzerine çizilmiş, tarla sınırlarını gösteren ve Mısır Medeniyeti'ne ait olduğu anlaşılan haritalara rastlanmıştır. Mısır'ın coğrafi özellikleri düşünüldüğünde bu bölgede yaşayan insanlar, ölçme bilgisine neden ihtiyaç duymuş olabilir? Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1. TOPOGRAFİK ÖLÇÜM HAZIRLIĞI

Madencilik çalışmalarında arazi çıkılmadan önce ölçme işlemleri için çeşitli hazırlıklar yapılır. Bu hazırlıklar iş ve işlemleri daha sistemli yürütmesi için oldukça önemlidir.

1.1.1. TOPOGRAFİK ÖLÇÜMÜN TANIMI

Topografya; topo (arazi) ve grafy (ölçme) kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş, arazi ölçmesi anlamına gelen bir kavramdır (Görsel 1.1). Arazi ölçmesi ya da topografik ölçüm ile yeryüzünün tamamının veya daha küçük bir bölümünün kâğıt üzerinde gösterilebilmesi sağlanmıştır. Bunun için gerekli olan ölçü, hesap, çizim metotları ve ölçüm aletlerinin tanınması gibi pek çok konu da bu bilim dalının incelediği alanlar kapsamına girmiştir. Topografya metotlarına göre hazırlanmış plan ve haritalar, günlük yaşamda pek çok alanda uygulama alanı bularak giderek artan bir ihtiyaç hâline gelmiştir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Ölçme Bilgisi Uygulama Alanları

Tapu ve kadastro	Haberleşme
Şehircilik	Turizm
Madencilik	İnşaat sektörü
Tarım	Enerji nakil hatları, doğal gaz, su, kanalizasyon hatları
Ormancılık	Kara ulaşımı
Askerî	Hava ulaşımı
Mühendislik ölçmeleri	Deniz ulaşımı



Görsel 1.1: Takometre ile arazi ölçümü

1.1.2. TOPOGRAFİK ÖLÇÜM ÇEŞİTLERİ

Yeryüzünün şekli konusu, topografik ölçümün en büyük problemidir. Ölçülecek alanların bir düzlem üzerinde gösterilmesi gerekliliği, yeryüzünün şeklinin de ölçümü yapılacak alanın büyüklüğüne göre farklı referans yüzeyleri şeklinde alınmasına neden olmuştur.

1.1.2.1. Yeryüzünün Şekli

Yeryüzünün şekli, ilk çağlardan beri insanların en fazla merak ettiği konulardan biri olmuştur. İlk Çağ filozoflarından Thales (Tales), Dünya'yı su üzerinde yüzen bir tepsi gibi düşünürken öğrencisi Anaksimandros, Dünya'yı boşlukta duran bir silindir şeklinde tasavvur etmiştir. Pythagoras (Pisagor) tarafından yeryüzünün bir küre şeklinde olabileceği düşüncesi 17. yüzyıl ortalarına kadar kabul edilmiştir. Newton; Dünya'nın küre şeklinde olduğu düşüncesine itiraz ederek kendi eksenini etrafında dönme hareketinin şeklini etkileyebileceğini düşünmüş, Dünya'nın kutuplardan basık dönel bir elipsoid olması gerektiğini ileri sürmüştü ve böylece Dünya'nın şekli, dönel elipsoid olarak kabul edilmiştir. Ancak yapılan jeodezik ve jeofizik ölçümler, Dünya'nın şeklinin dönel bir elipsoid olmayacağını ortaya koymuştur. Dünya'nın şekli; **jeoid** adı verilen, tüm dış etkilerden arınmış (rüzgâr, dalga, gelgit, ısı değişimi, akıntılar gibi) ve karaların altında da devam eden ideal bir okyanus yüzeyi olarak kabul edilmiştir. Yeryüzündeki kara ve okyanusların dağılımına bakıldığında büyük kısmının (% 71) okyanuslarla kaplı oluşu, jeoidin yeryüzünün şekli olarak kabul edilmesinde de etkili olmuştur (Görsel 1.2). Topografik ölçümlerde referans alınan yeryüzü şekilleri şunlardır:

Jeoid, içi dolu doğal bir cisim olması nedeniyle fiziksel anlamda uzayda daima vardır. Fiziksel tanımlı olup geometrik olarak tanımlanamayan jeoid üzerinde işlem yapılamadığı için geometrik bir yüzey olan dönel elipsoid, referans yüzey olarak kullanılır.

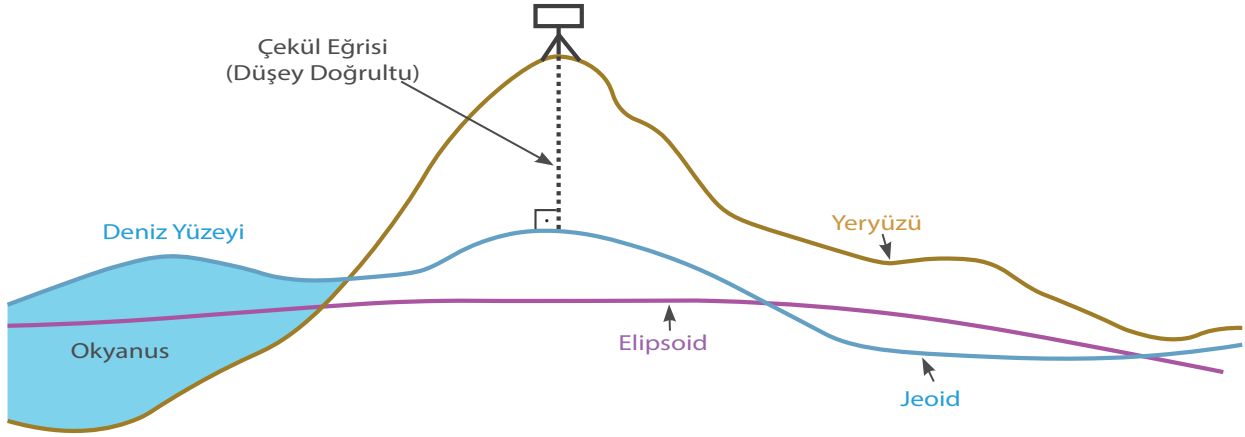
Ölçülecek alanın büyüklüğüne göre yerin şekli; elipsoid, küre ve düzlem olarak kabul edilir ve bu geometrik şekiller, referans yüzeylerdir.



Görsel 1.2: Jeoid

1.1.2.2. Topografik Ölçümlerde Alınan Referans Yüzeyleri

Jeoid, fiziksel olarak tanımlanabilirken geometrik olarak tanımlanamayan bir yüzey şeklidir. Bu nedenle jeoid üzerinde işlem yapılamaz (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Jeoid ve elipsoid

Ölçümü yapılacak alanın büyüklüğü ve ölçümün amacına göre farklı geometrik yüzeyler referans yüzeyleri olarak kabul edilir. Bunlar:

Elipsoid

Yeryüzünün tamamının veya bir bölümünün gösterilmesi sırasında Dünya'nın şekli elipsoid olarak dikkate alınır ve genellikle 10 000 km² den daha büyük sahalarda uygulanır (Görsel 1.3). (ülke, kıta ve Dünya'nın tamamının gösterildiği haritalar).



Görsel 1.3: Elipsoid

Küre

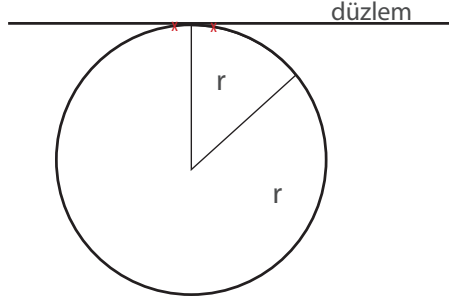
Yüzölçümü 10 000 km² den daha küçük alanların gösterilmesi sırasında Dünya'nın şekli küre olarak kabul edilir (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Küre

Düzlem

Yüzölçümü 50 km^2 ve daha küçük olan alanların gösterilmesi sırasında yeryüzünün şekli düzlem olarak kabul edilir (küçük şehir haritaları, teknik harita ve planlar) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Küresel yüzeyin düzleme aktarılması



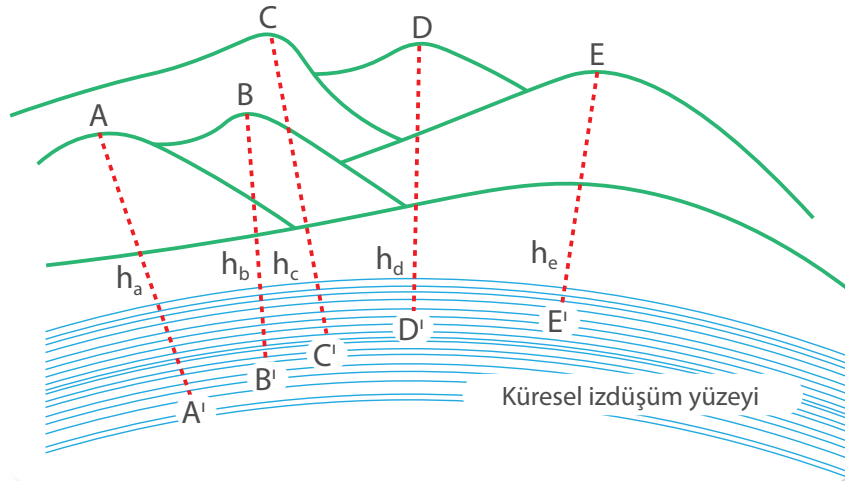
BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

MÖ III. yüzyılda Eratosthenes (Eratosten) yaklaşık aynı meridyen yayı üzerinde bulunan Asvan ve İskenderiye şehirleri arasındaki mesafeyi, deve yolculukları ile yapılan seyahatlerin süresine göre tahmin edip Güneş'in gökyüzündeki durumuna göre de merkez açısı bularak Dünya'nın yarıçapını bugünkü değere çok yakın olarak hesaplamıştır. Bu nedenle Eratosthenes, yer ölçmenin kurucusu sayılmaktadır.

Ölçüsü yapılacak sahanın büyüklüğüne göre topografik ölçüm çeşitleri iki başlık altında toplanır.

1. Jeodezik Ölçmeler: 50 km^2 den daha büyük alanlar için küresel izdüşüm yöntemi kullanılır. Arazi yüzeyi üzerindeki noktalardan küresel izdüşüm düzlemine inilen dikler, birbirine paralel olmayıp yerküre merkezinde keşişir (Şekil 1.3).

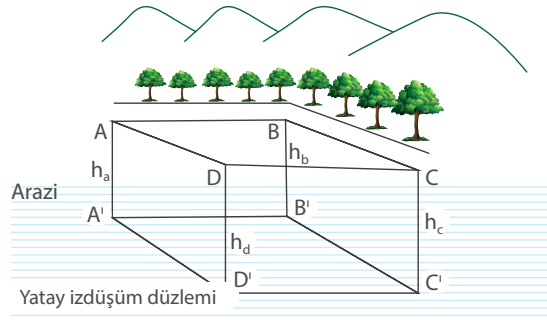
Küresel izdüşüm yöntemi, Dünya ve ülke haritalarının çiziminde ve ölçülmesinde kullanılan bir ölçme şeklidir. Alanlar ve açılar küresel kabul edildiği için hesaplamalarda küresel trigonometri kullanılır. $50\text{-}5000 \text{ km}^2$ alanların şekli küre, 5000 km^2 den büyük alanların şekli ise dönел elipsoid kabul edilir.



Şekil 1.3: Küresel izdüşüm yöntemi

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

2. Düzlem Ölçmeler: 50 km² den daha küçük alanlar için yatay izdüşüm yöntemi kullanılır. Arazi yüzeyi üzerindeki noktalardan yatay izdüşüm düzlemine inilen dikler birbirine paralel olarak kabul edilir (Şekil 1.4). Alanlar ve açılar, düzlem kabul edildiği için hesaplamalarda düzlem trigonometri kullanılır.



Şekil 1.4: Yatay izdüşüm yöntemi



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Yeryüzündeki noktaların yatay ve düşey durumlarının saptanması için yapılan ölçmelerde mutlaka bir izdüşüm düzleminin bulunması gerekmektedir.

1. ETKİNLİK

Topografya Bilgisi Öğreniyorum

Aşağıda verilen yerlerin yüzölçümlerini gösteren listeyi kontrol ederek harita çizimlerinde hangi ölçüm yönteminden yararlanılacağını ilgili alanlara işaretleyiniz.

Yerler	Yüzölçümü (km ²)	Elipsoid	Küre	Düzlem
Türkiye	814.578	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paris	105.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rusya	17.075.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çin	9.600.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Üsküdar	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arjantin	2.766.890	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İran	1.648.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hindistan	3.268.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finlandiya	338.145	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Malta	316	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Singapur	639	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



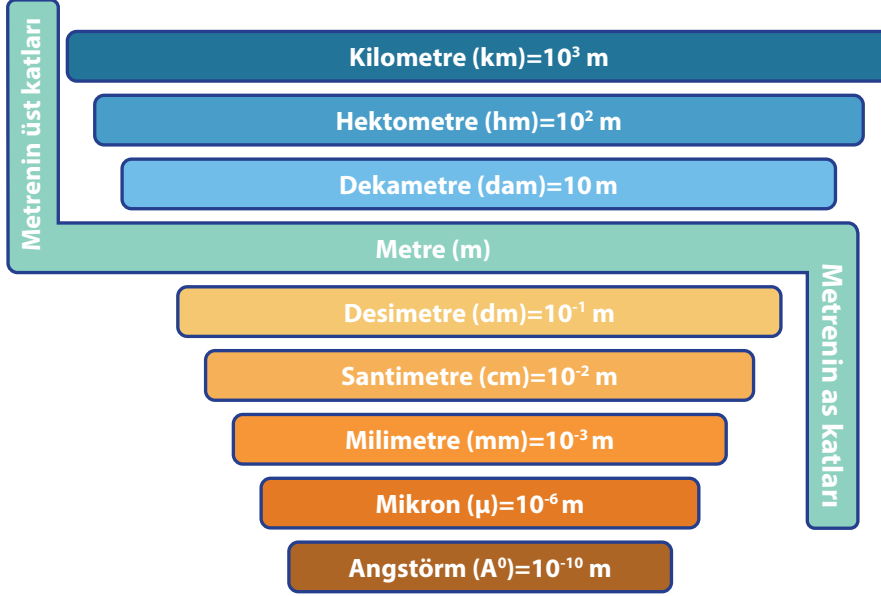
<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21207>

1.1.3. TOPOGRAFİK ÖLÇMELERDE KULLANILAN ÖLÇÜ BİRİMLERİ

Topografik ölçümler denilince uzunluk, alan, yükseklik ve açı ölçümleri aklı gelmelidir. Bu ölçümlerin yapılabilmesi için ölçme işleminde kullanılan ölçü birimleri hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir.

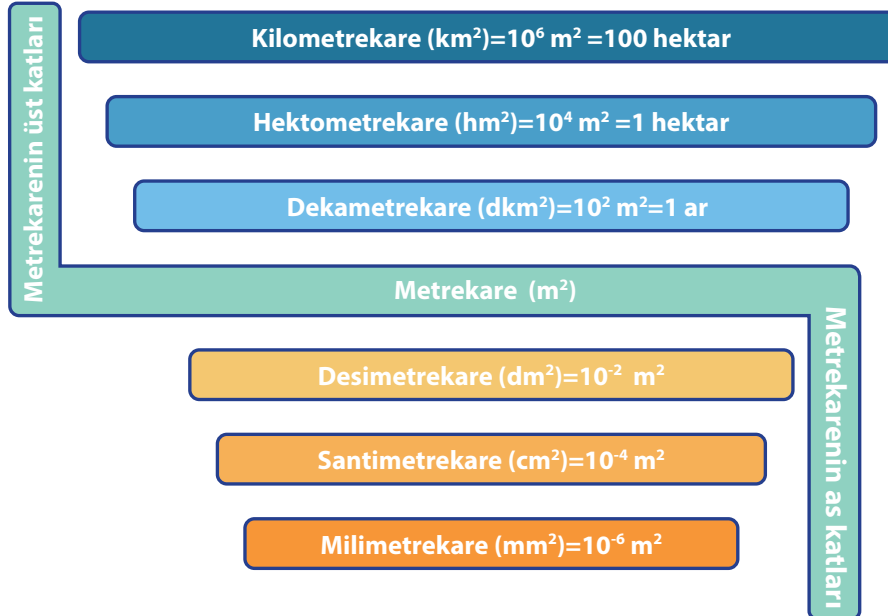
Uzunluk Birimleri

Temel uzunluk ölçü birimi **metre (m)**'dir. Uzunluk ölçü birimleri onar onar büyür ve küçülür. Buna metrenin **as katları** ve **üst katları** denir.



Alan Birimleri

Alan birimi olarak **metrekare (m²)** kullanılır. Alan ölçü birimleri yüzer yüzer büyür ve küçülür. Buna metrekarenin **as katları** ve **üst katları** denir.



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Uygulama esnasında 1000 m² **dekar** ya da **dönüm** olarak ifade edilir.

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Açı Birimleri

Açı ölçü birimleri derece, grad, ve milyemdir.

Derece: Bir daire çevresinin 360'ta birini gören merkez açıya, **1 derece (1°)** denir. Derece, (°) simgesiyle gösterilir.

$$1 \text{ derece} = 1^{\circ} = \frac{1}{360} \text{ dairenin tam çevresi}$$

Derecenin ufak birimleri şu şekilde gösterilir:

$$1 \text{ dakika} = 1' = \frac{1}{60} \text{ derece}$$

$$1 \text{ saniye} = 1'' = \frac{1}{3600} \text{ derece}$$



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Dereceye, katlar arasındaki dönüşüm 60 sayısı ile yapıldığından **altmışlık açı birimi** de denir.

Grad: Bir daire çevresinin 400'de birini gören merkez açıya, **1 grad (1g)** denir. Hesaplamalarda diğer birimlere oranla daha fazla tercih edilir.

Gradın As Katları

Desigrad (dg)=0.1^g

Santigrad (c)=0.01^g

Miligrad (mg)=0.001^g

Desimiligrad (cc)=0.0001^g



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Katlar arasındaki dönüşüm 100 sayısı ile yapıldığından **yüzlük açı birimi** de denir.

Altmışlık ve yüzlük sistemin birimleri arasındaki bağlantı şu şekildedir:

$$90^{\circ} = 100^g$$

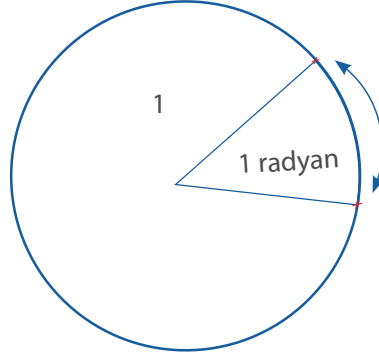
$$1^{\circ} \cong 1,111^g \quad 1^{\circ} = \left(\frac{10}{9}\right)^g$$

$$1^g \cong 0,9^{\circ} \quad 1^g = \left(\frac{9}{10}\right)^{\circ}$$

Milyem: Bir çemberin 6400'de birini gören merkez açıya, **1 milyem** denir. Son rakamın sağ üstüne iki yatay çizgi (=) çizilerek gösterilir.

Yay Birimi

Radyan: Bir çemberde yarıçap uzunluğundaki yay parçasını gören merkez açığı **1 radyan** denir (Şekil 1.5).



$$1 \text{ radyan} = \frac{360^0}{2\pi}$$

Şekil 1.5: Radyan

Açı Birimlerinin Birbirine Dönüştürülmesi

Açı birimlerinin birbirine dönüşüm sorularında aşağıda verilen eşitlik kullanılır.

$$\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi} = \frac{M}{3200}$$

Derecenin Grada Çevrilmesi

Önce derece cinsinden verilen açının dakika ve saniye kısımları derece cinsine çevrilir. Daha sonra derece cinsine çevrilen değeri grada çevirmek için $\frac{D}{180} = \frac{G}{200}$ eşitliğinden yararlanılır.

ÖRNEK 20° 30' 40" kaç grad eder?

- Önce dakika ve saniye, dereceye dönüştürülür. Daha sonra bütün derecelerin toplamı alınır.

$$20^0 + \frac{30}{60} + \frac{40}{3600}$$

$$20^0 + 0,5^0 + 0,0111111111^0 = 20,5111111111^0$$

- $\frac{D}{180} = \frac{G}{200}$ eşitliğinden yararlanarak toplam derece grada çevrilir.

$$\frac{20,5111111111}{180} = \frac{G}{200}$$

$$G = \frac{200}{180} \times 20,5111111111$$

$$G = 22^s,7901234568$$

Derecenin Radyana Çevrilmesi

Önce derece cinsinden verilen açının dakika ve saniye kısımları derece cinsine çevrilir. Daha sonra derece cinsine çevrilen değeri radyana çevirmek için $\frac{D}{180} = \frac{R}{\pi}$ eşitliğinden yararlanılır.

ÖRNEK 20° 30' 40" kaç radyan eder?

- Önce dakika ve saniye, dereceye dönüştürülür. Daha sonra bütün derecelerin toplamı alınır.

$$20^0 + \frac{30}{60} + \frac{40}{3600}$$

$$20^0 + 0,5^0 + 0,0111111111^0 = 20,5111111111^0$$

- $\frac{D}{180} = \frac{R}{\pi}$ eşitliğinden yararlanılarak toplam derece, radyana çevrilir. 1 radyanlık açının derece cinsinden karşılığı $p^0 = \frac{\pi}{180}$ şeklinde gösterilir.

$$\frac{20,5111111111}{180} = \frac{R}{3,1415926535}$$

$$R = \frac{3,1415926535}{180} \times 20,5111111111$$

$$R = 0,3579864221$$

Gradın Dereceye Çevrilmesi

$$\frac{D}{180} = \frac{G}{200} \text{ eşitliğinden yararlanılarak çözüme gidilir.}$$

ÖRNEK 40 grad kaç derecedir?

$$\frac{D}{180} = \frac{G}{200} \text{ eşitliğinden;}$$

$$D = \frac{G \times 180}{200} = \frac{40 \times 180}{200} = 36^0$$

Gradın Radyana Çevrilmesi

$$\frac{G}{200} = \frac{R}{\pi} \text{ eşitliğinden yararlanılarak çözüme gidilir.}$$

ÖRNEK 40 grad kaç radyandır?

$$\frac{G}{200} = \frac{R}{\pi} \text{ eşitliğinden}$$

$$R = \frac{G \times \pi}{200} = \frac{40 \times 3,1415926535}{200} = 0,6283185307 \text{ radyan}$$



2. ETKİNLİK

Açı Birimlerini Birbirine Dönüştürüyorum

Araç ve Gereç: Kâğıt, kalem, hesap makinesi, şapka

Süre: 1 ders saati

Yer: Sınıf, atölye

İşlem Basamakları

1. Sınıf 6'şar kişilik gruplara ayrılır.
2. Grupların her biri, açı birimlerinden birini (derece, grad, radyan, milyem) grup adı olarak seçer.
3. Her grup, kendi üyeleri arasından bir yazman ve sözcü seçer. Sözcü olan, başına bir şapka takar.
4. Grup üyeleri, grup adı olarak belirledikleri birimle ilgili sorular hazırlar. Daha sonra bu soruları, dönüşmek istedikleri birimin sözcüsüne vererek sözcünün başındaki şapkayı indirirler.
5. Şapka, doğru cevaplanan her soru sonrasında sözcünün kafasına tekrar takılır.
6. Dersin sonunda tüm grup sözcülerinin şapkalarının başında kalması beklenmektedir.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21209>

1.1.4. TOPOGRAFİK ÖLÇMEDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER

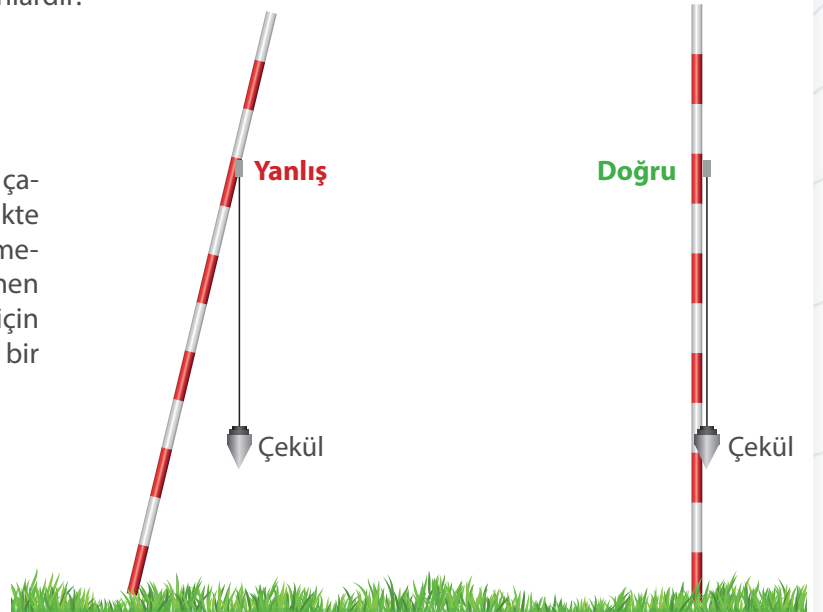
Topografik ölçümlerde kullanılan araç ve gereçler belirlenirken ölçümü yapılacak alanın büyüklüğü ve ölçümün amacı dikkate alınır. Ölçüm aletleri, kullanım amaçlarına göre iki başlık altında değerlendirilebilir.

1.1.4.1. Basit Ölçme Aletlerinin Tanıtımı ve Kullanılması

Küçük arazilerin ölçülmesinde ve aplikasyonunda (harita ve planların zemine uygulanması) geçici ya da kalıcı noktaların işaretlenmesi sırasında kullanılan aletlere **basit ölçme aletleri** denir. Ölçme aletlerinin seçimi yapılırken ölçülecek arazinin büyüklüğü ve ölçüme istenen hassasiyet durumu göz önünde bulundurulur. Basit ölçme aletleri şunlardır:

 **Jalon**

Jalon; 2 metre boyunda, 3-4 cm çapında ve her santimetresi değişik renkte (genellikle kırmızı beyaz) boyanan metal ölçme aletidir. Arazide işaretlenen noktaların uzaktan görülebilmesi için kullanılır. Toprağa kolay girmesi için bir ucu sivridir (Görsel 1.5).

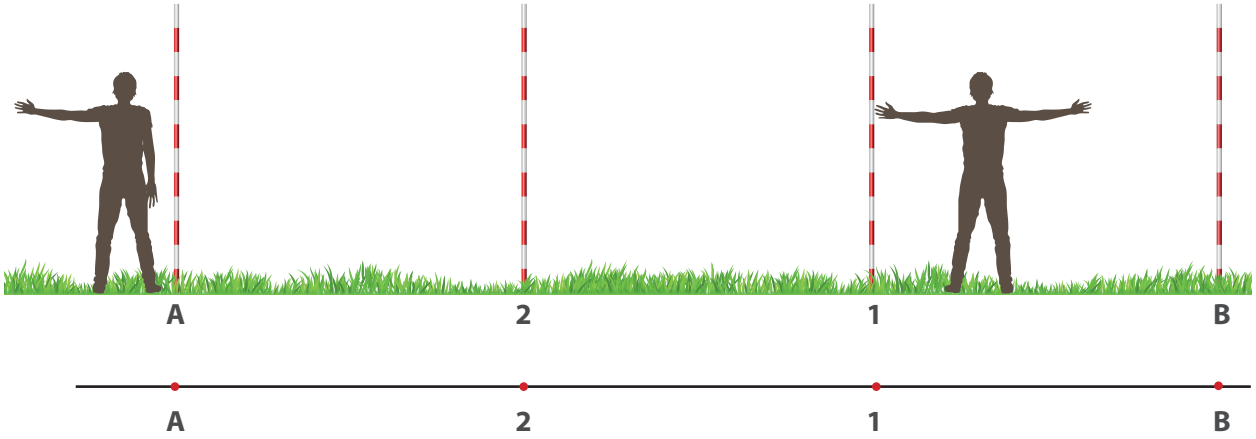


Görsel 1.5: Jalonların tutulması

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

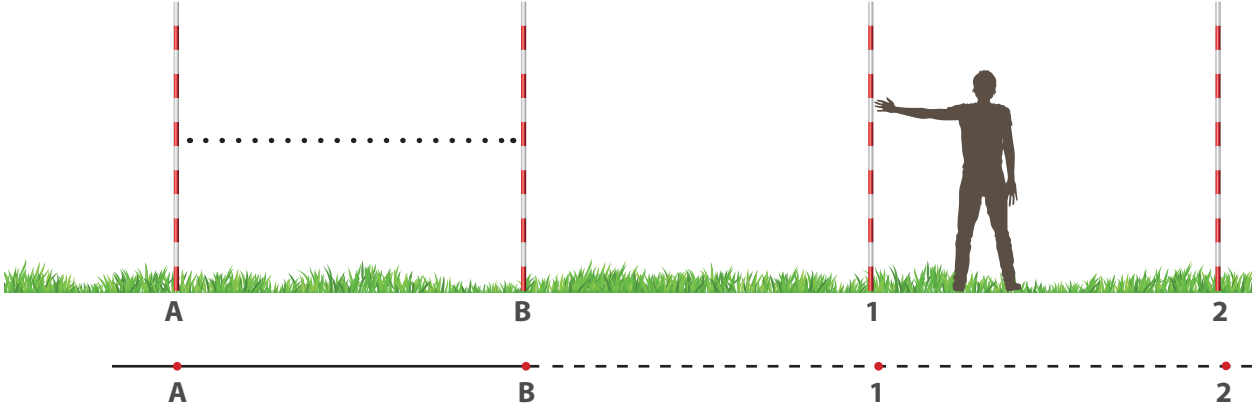
Jalonların kullanıldığı yerler şunlardır:

- Arazide nokta yerlerinin geçici olarak belirlenmesinde kullanılır.



Görsel 1.6: Jalonlar arası ara noktaların belirlenmesi

Görsel 1.6'daki işlem, iki kişi ile yapılır. Bu işlemde arazide doğru üzerindeki ara noktalar gözleyicinin işaretlerine göre belirlenir.



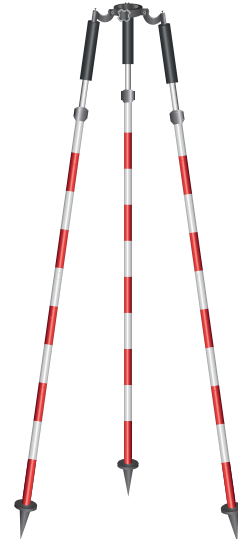
Görsel 1.7: Jalonlarla bir doğrunun uzatılması

Görsel 1.7'deki işlem, bir kişi ile yapılır. 1 ve 2 numaralı jalonlar, A ve B jalonları bir doğru üzerinde görüldükten sonra sırayla yere çakılır.

- Dik inme ve dik çıkmada kullanılır.

Jalon Sehпасı

Jalonun sivri ucunun toprağa giremediği, zeminin sert olduğu arazilerde jalonun düşey durmasını sağlamak amacıyla kullanılan üç ayaklı demir sehpa. Jalon sehпасı, içinden jalonun geçebileceği bir demir bilezikten oluşmaktadır. Jalon, bilezikten geçirildikten sonra dikilmek istenen işaretin üzerine ve sehpanın ayakları yardımı ile de düşey duruma getirilir (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Jalon sehпасı

🌐 Çekül (Şakul)

Çekül; bir ipe asılmış, alt ucu koni şeklinde metal bir ağırlıktır. Düşey düzlemi belirlemede kullanılır .



Görsel 1.9: Çekül



Görsel 1.10: Çekül

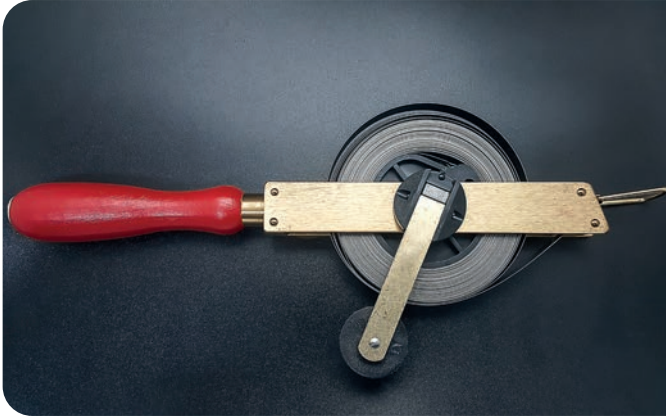
Serbestçe sarkıtılan çekülün sivri ucunun ip eksenine doğrultusunda olması gerekir. İp kendi ekseninde döndürüldüğünde sivri ucun yapalması, çekülün hatalı olduğu anlamına gelmektedir. Rüzgârdan sallanmaması için çekülün hafif olmaması, en az 1 kg olması gerekmektedir. Çekülle noktalar belirtilirken çekülün alt ucunun noktaya değmemesine özen gösterilmelidir.

Çekülün kullanıldığı yerler şunlardır:

- Çekül, çelik şerit metre ile uzunluk ölçmelerinde şerit metrenin uç noktalarının düşey izdüşümlerinin belirlenmesinde kullanılır (Görsel 1.9-10).
- Jalonun düşey duruma getirilmesinde kullanılır.

🌐 Çelik Şerit Metreler

Uzunluk ölçmelerinde en fazla tercih edilen araçlardan biridir. Uzunlukları 10-50 m, genişlikleri 10-14 mm ve kalınlıkları 0,2- 0,3 mm'dir. Bu metreler, çelikten ya da "invar" adı verilen alaşımdan (%36 nikel+ %64 demir) yapılmıştır (Görsel 1.11-12).



Görsel 1.11: Mesafe ölçüm bandı



Görsel 1.12: Bant ölçer

Çelik şeritler genellikle cm bölümlüdür ancak bu tür şeritlerin ilk 10 cm'lik kısmı ile son 10 cm'lik kısımları milimetre (mm) bölümlüdür. Uzunlukları ise 20°C sıcaklıkta 20 metre olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu nedenle farklı ısılarda yapılan ölçmelerde ölçüm düzeltmelerinin yapılması gerekmektedir. Eğimli arazilerde ölçmenin sağlıklı ve kolay yapılabilmesi için çelik şeritlerin 20 metre olanları tercih edilmelidir.

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Şerit metreler, iş sağlığı ve güvenliği açısından tutamak yerleri haricinde metal kısımdan el ile tutulmamalıdır. Kısa mesafelerin ölçülmesinde ise 1-2 metre boyunda, ahşaptan veya çelikten yapılmış ve gerektiğinde katlanabilen metreler kullanılmaktadır (Görsel 1.13-14).



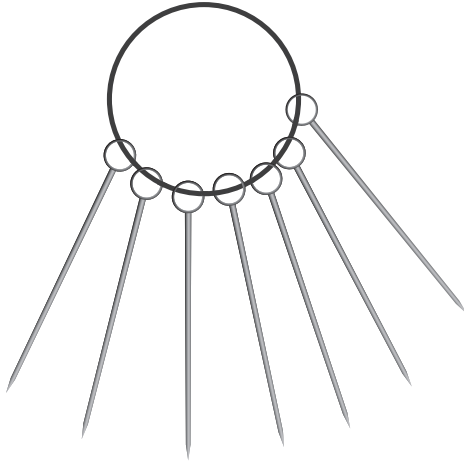
Görsel 1.13: Çelik şerit metre



Görsel 1.14: Ahşap katlanır metre

Sayma Çubuğu (Ölçü Fişi)

Sayma çubukları; 4-5 mm çaplı, ucu sivri, baş kısmı yuvarlak demirden yapılmış ve 25-30 cm boyunda demir çubuklardır (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Sayma çubukları

Sayma çubuğunun kullanıldığı yerler şunlardır (Görsel 1.15):

- Çekül ile bulunan izdüşüm noktalarının belirlenmesinde kullanılır. Bu çubuklar, çekül izdüşümünün yanına eğik olarak sokulur.
- Çelik şerit metre ile yapılan ölçümlerde toplamda kaç şerit metre kullanıldığını hesaplamada kullanılır.
- Ölçme esnasında her tam şerit boyu, araziye fişlerle işaretlenir.

Prizmalar

İçinde çift beşgen prizma ve bu prizmalara ait iki penceresi bulunan, dışı metalden yapılmış basit ölçüm aletidir (Görsel 1.16-17). Prizmaların esası, prizmaya giren ışınla terk eden ışın arasındaki açının 100° olmasıdır. Üçgen, dörtgen, beşgen, çift üçgen, çift dörtgen ve çift beşgen prizmalar mevcuttur. Uygulamada en fazla çift beşgen prizmalar tercih edilir.



Görsel 1.16: Prizma



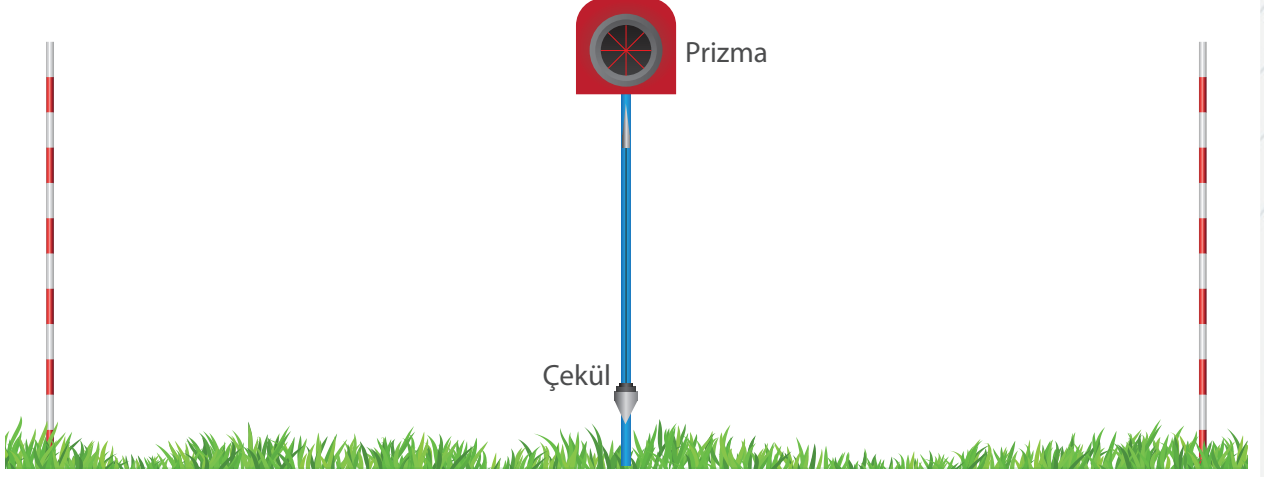
Görsel 1.17: Prizma kullanımı

Prizmaların kullanıldığı yerler şunlardır:

- Genellikle dik inme ve çıkma işlerinde kullanılır. Ölçüm sırasındaki dik açılar oluşturulması, prizmalar yardımı ile yapılır.

Bir noktadan yararlanarak bir doğru üzerine izdüşüm olarak dik yeni bir doğru oluşturmaya **dik inme** denir (Görsel 1.18).

- Dik açların ve doğruların aplikasyonunda kullanılır.



Görsel 1.18: Prizma yardımı ile dik çıkma

1.1.4.2. Gelişmiş Ölçme Aletlerinin Tanıtımı ve Kullanılması

Yükseklik ölçmeleri, yatay ve düşey açı okumaları gibi ölçüm işlemlerinde daha gelişmiş aletlere ihtiyaç duyulmaktadır. Geniş arazilerde kullanılan bu aletlere **gelişmiş ölçme aletleri** denir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak ölçme aletleri elektronikleştirilip dijitalleşmiştir. Gelişmiş ölçme aletleri şunlardır:

Nivo

Arazide yükseklik ölçme işlerinde kullanılan alete **nivo** denir (Görsel 1.19-20). Nivo ile yatay gözlemler yapılarak arazideki noktaların yükseklik (kot) farkları bulunur. Nivelolar, sıvı yüzeyinin yataylığı prensibinden faydalanılarak yapılmıştır. Hassas bir silindirik düzeç ile donatılan nivelalarda, ölçü dürbünü yardımıyla gözlemlerin yapılması sağlanmıştır.

En çok kullanılan nivo çeşitleri; klasik (kompansatörlü), sayısal ve lazer nivodur.



Görsel 1.19: Nivo



Görsel 1.20: Nivo kullanımı

Teodolit

Teodolit, topografyada yatay ve düşey açıları ölçmek için kullanılan optik bir alettir ve açığı dakika inceliğinde ölçer (Görsel 1.21). Teknolojide meydana gelen gelişmeler ile teodolitlere yatay uzunluk, eğik uzunluk, yükseklik farkı, koordinat vb. ölçüm özellikleri de eklenmiştir. Teodolit, genellikle sehpa üzerine yerleştirilerek kullanılır. Sehpa üzerine oturan alt kısmında yatay açı bölüm dairesi ile üç düzeçleme vidası; üst kısımda ise taşıyıcı kollar, silindirik düzeç, dürbün, açı okuma düzenekleri ve düşey açı bölüm dairesi bulunur.

Teodolitin kurulması için aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir.

- 1. Merkezleştirme:** Teodolit, ipli ya da optik çekül yardımıyla arazideki nokta üzerine getirilir.
- 2. Küresel Düzeğin Ayarlanması:** Küresel düzeç kibarlığı, sehpa ayağı kısaltılıp uzatılarak ayarlanır.
- 3. Silindirik Düzeğin Ayarlanması:** Aletin üst yapısı, üç ayak vidalarından yararlanılarak iki ayar vidasına paralel hâle getirilir. Vidalar içe ya da dışa gelecek şekilde düzenlenerek silindirik düzeç ayarlanır. Ardından üst yapı önceki konumuna dik hâle getirilir ve üçüncü ayar vidası ile silindirik düzeç ayarlanır.
- 4. Kontrol:** Optik çekül yardımıyla teodolitin merkezleştirilmesi, üst yapısının hafifçe döndürülmesiyle de silindirik düzeğin kontrolü sağlanır.



Görsel 1.21: Elektronik teodolit

Elektronik Takeometre

Arazi üzerindeki elektrik direği, yol kenarı, arazi noktası vb. detay noktalarının kutupsal koordinatlarının (yatay açı ve yatay uzunluk) ve yüksekliklerinin belirlenmesi ve ölçülmesinde kullanılan alettir (Görsel 1.22). Takeometre, koordinatları ve yüksekliği belli bir nokta üzerine kurulur. Ölçülmek istenen noktaların konumları, kutupsal yöntemle yükseklikleri ise trigonometrik olarak belirlenir. Elektronik takeometrenin kullanıldığı yerler şunlardır:

- Yol, demiryolu projeleri yapımında, inşaat alanlarında, şehir imar planlarının yapımında kadastro parsellerinin mülkiyet sınırlarının belirlenmesinde kullanılır.



Görsel 1.22: Takeometre kullanımı

GNSS Alıcıları

GNSS (Global Navigation Satellite Systems; Küresel Navigasyon ve Uydu Sistemi), alıcı-anten desteği-ne sahip herhangi bir alet ile uydu sinyallerinden yararlanarak konum üretmeye yarayan bir uydu ölçme sistemidir. Jeodezik ölçmelerde noktaların üç boyutlu koordinatlarının alınmasına olanak sağlayan bu sistem, anında ve sürekli bir konum sağlar (Görsel 1.23-24).

Küresel ve bölgesel konum belirleme sistemleri şunlardır:

- GPS (Global Positioning System (Global pozisining sistim), Küresel Konumlama Sistemi-**ABD**)
- GLONASS (Global Navigation Satellite System (Global navigeyşin sedilayt sistim), Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi-**Rusya**)
- GALİLEO (Uyduyla Konum Belirleme Sistemi-**Avrupa Birliği**)
- COMPASS, BeiDou-2, (BeiDou Navigation Satellite System (Beydıl navigeyşin sedilayt sistim), BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi-**Çin**)
- BeiDou-1 (BeiDou Navigation Satellite System, BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi-**Çin**)
- QZSS (Quasi-Zenith Satelitte System (Kuasi-zenit sedilayt sistim)-**Japonya**)
- İRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System (İndiin reyrcinil sedilayt sistim), Hint Bölgesel Navigasyon Uydu Sistemi-**Hindistan**)
- NAVIC (Navigation Indian Constellation (Navegeşin İndiin kanstıleyşin)-**Hindistan**)



Görsel 1.23: GNSS jeodezik alıcı



Görsel 1.24: GPS ölçme aleti

GNSS sistemleri; uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümü olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Sistemin ana düşüncesi her zaman ve her yerde doğru, güvenilir ve kolay ulaşılan konum üretmektir.

GNSS alıcıları, uydu sinyallerini kaydederek işleme tabi tutar. Anlık uygulamalarda koordinat dönüşümleri yaparak navigasyon için gerekli olan bilgileri hesaplar.

GNSS Alıcılarının Kullanım Alanları

Askerî Kullanım Alanları

- Kara, deniz ve hava araçlarının navigasyonu
- Arama-kurtarma
- Hedef bulma
- Füze güdümü
- Uçakların tüm hava koşullarında iniş ve kalkışının sağlanması

Sivil Kullanım Alanları

- Jeodezik ve jeodinamik amaçlı ölçmeler
- Kadastral ölçmeler
- Fotogrametrik ölçmeler
- Deformasyon ölçmeleri
- Araç takip sistemleri
- Asayiş
- CBS veri tabanlarının geliştirilmesi

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Planimetre

Harita üzerinde gösterilen kapalı geometrik şekillerin alan hesaplamalarında kullanılan elektronik bir alettir. Üç çeşit planimetre vardır.

Doğrusal Planimetre

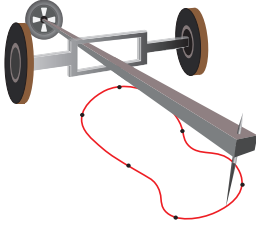
Planimetrenin en ilkel hâli olup tekerlekler yardımıyla uzun alanların ölçümünde kullanılmıştır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak günümüzde kullanılmamaktadır (Görsel 1.25).

Kutupsal Planimetre

Kullanımı giderek azalmaktadır (Görsel 1.26).

Elektronik (Dijital) Planimetre

Kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Görsel 1.27).



Görsel 1.25: Doğrusal planimetre



Görsel 1.26: Kutupsal planimetre



Görsel 1.27: Elektronik planimetre

Lazermetre

Lazermetre, uzunluk ve alan ölçme işlemlerinde lazer ışınlarını kullanan elektronik bir alettir. Lazer mesafe ölçer ya da dijital metre olarak da adlandırılır. Kullanımı kolay olan lazermetre, ölçüm işlemlerinde hızlı sonuç verir. Lazermetre üzerinde ölçüm işlemlerinde kullanılacak her işlem için ayrı bir tuş bulunur. Lazermetre ile parke döşenecek bir zeminin alanı veya boyanacak bir duvar için gerekli olan boya miktarı hesaplanabilir (Görsel 1.28-29).



Görsel 1.28: Lazermetre



Görsel 1.29: Ahşap zeminde lazermetre kullanımı



3. ETKİNLİK

Ölçme Bilgisi Kavriyorum

"Eğer ölçebiliyorsan, ne hakkında konuştuğunun farkındasın, eğer ölçtüğlerini bir de rakamsal olarak ifade edebiliyorsan, ölçtüğün niteliğın ne olduğu hakkında artık bilgi sahibisin".

Lord W.T. Kelvin (1883)

Araç ve Gereç: Türkiye Siyasi Haritası

Süre: 1 ders saati

Yer: Sınıf, atölye

İşlem Basamakları

1. Türkiye siyasi haritası tahtaya asılır ya da akıllı tahtada Türkiye siyasi haritası açılır.
2. Öğretmen, Türkiye'nin yüzölçümünü söyler. Bu ölçümün üstünde ya da altında ifade edilen bir değerin Türkiye'nin yüzölçümüne ait olup olmayacağını sorar. Öğrencilerden gelen yanıtları dinler.
3. Öğretmen "Konya, ülkemizin yüzölçümü bakımından en büyük ilidir." önermesinin doğruluğu üzerinde bir tartışma başlatır. Öğrencilerden gelen yanıtları dinler.
4. Öğretmen "Türkiye hakkında sahip olduğumuz hangi bilgilere ölçme sonucunda ulaşılmış olabilir?" diye sorarak sınıfta bir tartışma başlatır.

5. Dersin sonunda öğrencilerin "ölçme bilgisinin" aslında sahip oldukları birçok bilginin temelini oluşturduğunu fark etmeleri ve yaşamlarında edinmiş oldukları hangi bilgilerin ölçme işlemi ile kazanılmış bilgiler olabileceğine birer örnek vermeleri beklenmektedir.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21210>

1.1.5. TOPOGRAFİK ÖLÇME HATALARI

Ölçme işlemi her ne kadar gerçek değeri bulmak için yapılsa da ölçmeye dayanan her işlem, az ya da çok hata içerir. Ölçülen ister açı ister uzunluk olsun arka arkaya yapılan ölçümlerde bile sonuç daima birbirinden farklı çıkar. Bu nedenle gerçek değer aslında bilinmeyen bir değerdir. Yapılan çok sayıdaki ölçme sonuçlarının ortalama değeri alınır ve gerçek değere yakın bir değer elde edilmeye çalışılır. Ölçme sonuçları ile gerçek değer arasında görülen bu farka **ölçme hataları** adı verilir. Her ölçmenin hata içerdiğinin bilinmesi, bu hataların telafi yollarının araştırılmasına neden olmuştur.

Ölçme işlemleri sonrasında ulaşılan sonuçların farklılıklar göstermesine neden olan hata türlerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

Kaba Hatalar

Bir dikkatsizlik sonucu veya istemeyerek meydana gelen hatalardır. Örneğin çelik şerit metreyle yapılan bir ölçümde şerit boyunun yanlış sayılması veya 54 sayısının 45 şeklinde yazılması gibi. Bu hatalar, kontrol ölçümlerinde veya ikinci bir ölçümde hemen ortaya çıkabileceği için kolayca tespit edilebilir. Ölçme işleminin tekrarı ile tespiti mümkün olan hatalardır.

Düzenli (Sistemik) Hatalar

Ölçüme etki derecesi önceden tayin edilebilen ve ölçüm sonucuna yapılan düzeltme ile telafisi mümkün olan hatalardır. Düzenli hatalar; ölçme sonuçlarına daima aynı biçimde, aynı yönde ve aynı miktarda etki ettikleri için kaba hatalarda olduğu gibi ölçüm tekrarı ile hatanın giderilmesi mümkün değildir. Örneğin ayarsız aletlerle yapılan ölçümlerde alet ayarları kontrol edilmediği sürece sonuç hep hatalı çıkacaktır. Sistemik hataların oluşum nedenleri bilindiği için önceden hesap edilen hata miktarı sonuca dâhil edilerek gerekli düzeltmeler yapılabilir. Örneğin çelik şerit metre ile yapılacak bir ölçümde şerit metrenin ısı ile genleşme miktarı hesaba katılarak ölçüm sonucu düzeltilir.

Düzensiz (Tesadüfi) Hatalar

Ölçüm sonrasında kaba ve sistemik hataların ayrılmasından sonra geriye kalan hatalara **düzensiz hatalar** denir. Tesadüfen ortaya çıkan ve sakınılması mümkün olmayan bu hatalar, ölçümü bazen artı bazen de eksi yönde etkileyebilir. Bu hatalar; insanoğlunun duyma, görme gibi yetilerinin sınırlı olması veya ölçüm aletlerinin ayarlarının yeterince yapılamayışından kaynaklanır. Boy ölçümde şerit metrenin yanlış tutulması veya açı ölçümünde ölçüm sonucunun yanlış okunması düzensiz hatalara örnek olarak verilebilir. Bu hatalardan kurtulmak için ölçmeler, başka şartlar altında tekrar edilmelidir. Telafisi mümkün olmayan bu hataların giderilmesinde izlenen en önemli yol, ihtimaller dâhilinde olan bu hataların ancak belirli sınırlar içerisinde kalabilmesini sağlamaktır. Bu nedenle çok sayıda ölçüm yapılarak ölçüm sonuçlarının ortalamasının alınması gerekir. Bu şekilde ölçme sonuçları arasındaki farklılıklar dengelenmeye çalışılır.



SIRA SİZDE

Bir gün alışveriş yaptığınız manav, tartısının üzerinde hiçbir şey yokken tartının ibresinin 200 gramı gösterdiğini fark etmişsinizdir. Bu durumda manavın önceden tarttığı malzemelerin ağırlıklarının ölçümünde hangi hata türü görülmüştür? Ölçümde görülen bu tip hatalar, toplumsal ilişkiler üzerinde etkili olabilir mi? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.6. TOPOGRAFİK ÖLÇME HATALARI VE DÜZELTME YÖNTEMLERİ

Her ölçme işlemi, az ya da çok hata içerir. Ölçme işlemi ile gerçek değer hiçbir zaman bilinmeyeceği için ölçme sonucuna getirilen düzeltmeler yardımıyla ölçüm sonucu gerçek değere yakın hâle getirilmeye çalışılır. Ölçme işlemi sonrasında meydana gelebilecek hatalar arasında kaba hatalar ve düzenli hatalar ayıklanmış olsa bile düzensiz hatalar daima mevcuttur. Düzensiz hataların etkisi, gereğinden fazla ölçme işlemi yapılarak dengeleme hesabı sonucu belirlenir. Dengeleme hesabı ile kesin değer hesaplanır.

Ölçme tedbirlerinin alınması esnasında kullanılan bazı hata kavramlarının bilinmesi, dengeleme kapsamında yer alan önemli noktalardan birini teşkil eder.

1.1.6.1. Hata Kavramının Tanımı

Gerçek Hata (\mathcal{E})

Bir ölçme işleminde kaba hataların ayrılmasından sonra geriye kalan düzenli ve düzensiz hataların toplamına **gerçek hata** denir. Gerçek hata (\mathcal{E}) sembolü ile gösterilir. Ölçme sonucunda elde edilen değer ve gerçek hatanın toplamı ise bize ölçülen büyüklüğün gerçek değerini verir. Gerçek değer, fiziksel olarak tanımlanamadığı için bazı durumlarda gerçek değer olarak kabul edilebilen değerler mevcut olabilir. Örneğin üçgenin iç açılarının toplamının 180° olarak kabul edilmesi gibi.

Buna göre gerçek hatayı bulabilmek için

$\mathcal{E} = y - l$ formülü kullanılır.

\mathcal{E} = Gerçek hata

y = Gerçek değer

l = Ölçülen değer

ÖRNEK Bir düzlem üçgenin iç açılarının toplamı 200° dir. Ölçüm sonucunda $200,0070^\circ$ gibi bir değer bulunduğunda gerçek hata,

$\mathcal{E} = y - l$ formülü kullanılarak

$\mathcal{E} = 200 - 200,0070$

$\mathcal{E} = -0,0070^\circ = -70''$ olarak hesaplanır.

Görünen Hata (V)

Bir ölçme işleminde yapılan düzeltmelerde kesin değer kullanılarak hesaplanan hataya **görünen hata** denir. Ölçme işlemi hiçbir zaman bize gerçek değeri veremediğinden bulunan sonuç daima gerçek değerden az ya da çok farklılık gösterir. Bu nedenle hata hesabında gerçek değere en yakın değer **kesin değer (X)** olarak kullanılır. Kesin değer ise ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasının alınmasıyla elde edilir.

Buna göre görünen hatayı bulabilmek için

$V = x - l$ formülü kullanılır.

V = Görünen hata

x = Kesin değer

l = Ölçülen değer

$[V] = 0$ eşitliği ile hesap kontrolü sağlanır. Diğer bir deyişle negatif düzeltmeler toplamı, pozitif düzeltmeler toplamına eşit olmalıdır.

ÖRNEK Bir uzunluk ölçümünde ölçme işlemi 4 kez tekrar edilmiş ve aşağıda verilen ölçü değerleri elde edilmiştir.

$$L_1=110,59 \text{ m}$$

$$L_2=110,60 \text{ m}$$

$$L_3=110,57 \text{ m}$$

$$L_4=110,56 \text{ m}$$

Kesin değeri hesaplayarak $[V] = 0$ kontrolünü yapınız.

Kesin değer, ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasının alınmasıyla elde edilir. Buna göre

$$\frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4} = 110,55 + 110,57 + 110,56 + 110,59 = 442,32 = 110,58 \text{ kesin değerdir.}$$

$v = X - l$ formülü ile

$$V_1=110,59-110,58=0,01$$

$$V_2=110,60-110,58=0,02$$

$$V_3=110,57-110,58=-0,01$$

$$V_4=110,56-110,58=-0,02$$

$$[V] = 0$$

1.1.6.2. Düzeltme ve Tolerans Kavramlarının Tanımı

Bir ölçme işlemi sonrasında hatanın dağıtılması ve ölçümün dengelenmesi işlemine **düzeltme** denir. Hata ile düzeltme, ters işaretlidir. Örneğin bir ölçme işlemi sonucunda düzeltme, bulunan +1 hata oranının ölçme sonucundan çıkarılması ve -1 hata oranı ile ölçme sonucunun toplanmasıyla yapılır.

Ölçmelerde düzeltme işlemi yapılırken bulunan hata miktarının belirli bir sınır içerisinde olup belirli bir değeri aşmaması gerekir. Bu sınır değerine **tolerans** denir. Ölçüm sonrasında tespit edilen hatalar, tolerans sınırını aştığı takdirde ölçme işleminin yeniden tekrar edilmesi gerekmektedir. Tolerans değerinin ölçmenin büyüklük ve hassasiyetine göre değişiklik gösterebileceği de unutulmamalıdır.

1.1.6.3. Doğruluk Ölçütleri

Bir ölçme işleminde kullanılan ölçme aletleri, yöntemleri ve ölçücünün performansını karşılaştırmak ve hata sınırlarını tespit ederek hangi ölçümün kabul edilip edilemeyeceğini belirtebilmek için kullanılan ölçütlere **doğruluk ölçütleri** denir. Aynı büyüklüğün iki farklı ölçüm grubu tarafından ölçülmesi sonrasında hangi ölçümün daha güvenilir olduğu, bu ölçütler kullanılarak belirlenebilmektedir. Doğruluk ölçütleri ile

- Yapılan ölçme işlemlerinde en uygun ölçme alet ve yöntemleri seçilir.
- Ölçmelerde kullanılacak hata sınırlarının saptanması sonrasında ölçmenin doğru kabul edilip edilemeyeceği anlaşılmış olur.
- Kesin değer istenilen doğrulukta olup olmadığı saptanır.

Ölçme işlemi sonrasında kullanılan doğruluk ölçütleri dört başlık altında toplanır.

1. Mutlak Hatalar Ortalaması (t)
2. Karesel Ortalama Hata (m)
3. Olasılıklı (Muhtemel) Hata (r)
4. Bağıl (Rölatif) Hata

Mutlak Hatalar Ortalaması (t)

Bir ölçme işleminde "n" sayıda yapılan ölçüm hatalarının ölçüm sayısına bölünmesi ile elde edilen değerlerin mutlak değerine **ortalama hata (mutlak hatalar ortalaması)** denir.

$$t = \pm \frac{[\varepsilon]}{n}$$

t = Mutlak hatalar ortalaması

ε = Gerçek hata

n = Ölçüm sayısı

Karesel Ortalama Hata (m)

Bir ölçme işleminde gerçek hataların karelerinin toplamının aritmetik ortalamasının kare köküne **karesel ortalama hata** denir. Karesel ortalama hata, (m) şeklinde gösterilir. Ölçülerin doğruluk dereceleri hakkında en iyi sonucu verdiği için en çok kullanılan doğruluk ölçütüdür.

$$m = \sqrt{\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n}{n}} = \pm \sqrt{\frac{|\varepsilon\varepsilon|}{n}}$$

m = Karesel ortalama hata

ε = Gerçek hata

n = Ölçüm sayısı

Olasılıklı (Muhtemel) Hata (r)

Bir ölçme işleminde çok sayıda yapılan ölçümlerin gerçek hatalarının mutlak değerleri büyüklüklerine göre sıralandığında ortada kalan değere **olasılıklı (muhtemel) hata** denir. Olası hata (r) şeklinde ifade edilir. Olası hata (+) ya da (-) şeklinde olabilir.

Hata sayısının tek olduğu durumlarda ortadaki değer alınır:

$$r = |\varepsilon|_{\frac{n+1}{2}}$$

n = Ölçü sayısı

r = Muhtemel hata

ε = Gerçek hata

Hata sayısının çift olduğu durumlarda ise ortadaki iki değerlerin ortalaması alınır:

$$r = \left\{ \frac{1}{2} |\varepsilon|_{\frac{n}{2}} + |\varepsilon|_{\frac{n+2}{2}} \right\}$$

Bağıl (Rölatif) Hata

Karesel ortalama hatanın ölçüm değerine bölünmesi ile elde edilen hata türüne **bağıl hata** denir. Bağıl hatada pay daima 1 olacak şekilde belirtilir.

$$\text{Bağıl hata} = (\text{Karesel ortalama hata}) / \text{Ölçü}$$

Örneğin harita üzerinde yapılan bir ölçüm ile arazide yapılan bir ölçümde hata miktarı aynı olsa bile arazide yapılan ölçüm, doğruluk derecesine daha yakındır. Diğer bir deyişle

Harita üzerinde cetvelle ölçülen 20 cm uzunlukta 1 mm hata yapılmış ise

$$\text{Bağıl hata} = (\text{Karesel ortalama hata}) / \text{Ölçü formülü ile}$$

$$\text{Bağıl hata} = 1/200 = 0.005$$

Arazi üzerinde 20 metrelik uzunluk çelik şerit ile ölçüldüğünde 1 mm hata yapılmış ise

$$\text{Bağıl hata} = (\text{Karesel ortalama hata}) / \text{Ölçü formülü ile}$$

$$\text{Bağıl hata} = 1/20000 = 0.00005$$

Hata miktarının aynı olduğu bu ölçümlerde arazide yapılan ölçüm, doğruluk derecesine daha yakındır.



4. ETKİNLİK

Ölçmede Hataya Dikkat Ediyorum

Araç ve Gereç: Çelik şerit metre, hesap makinesi, kâğıt, kalem

Süre: 1 ders saati

Yer: Sınıf, atölye

İşlem Basamakları

1. Öğrenciler 6'şar kişilik gruplara ayrılır ve içlerinden biri yazman seçilir.
2. İş sağlığı ve güvenli tedbirleri kapsamında çelik şerit metre kullanılırken metal olan kısmın kesinlikle elle tutulmaması gerektiği öğretmen tarafından tekrar hatırlatılır.
3. Daha önce okul bahçesinde belirlenmiş noktalar arasındaki uzaklıklar çelik şerit yardımıyla grup üyeleri tarafından ölçülür ve ölçüm sonuçları yazman tarafından kaydedilir.
4. Ölçüm işlemi bitiminden sonra tüm gruplar kendi içlerinde ölçüm sonuçlarını değerlendirerek görünen hata değerini bulur.
5. Grupların ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında ölçüm değerlerinin farklılık göstermesinin hangi hata türleri arasında değerlendirilebileceği grup tarafından söylenir.
6. Gruplar, okul bahçesinde belirlenmiş iki nokta arasındaki uzaklığın karesel ortalama hata değerini hesaplar.
7. Gruplar, ölçüm sonuçlarının bağıl hatalarını hesaplayarak hangi gruba ait ölçüm değerinin daha güvenilir olduğunu söyler.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21442>

1.1.7. TOPOGRAFİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Topografik ölçüm yöntemleri, ölçme işleminin güvenilirliğini sağlayan en önemli noktalardan biridir. Arazi üzerinde ölçme yapılacağı zaman ölçme işleminde kullanılan aletler ve ölçme yöntemleri, arazinin büyüklüğüne ve ölçmeden istenen doğruluğa göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle ölçme yöntemi belirlenirken ölçme işleminin amacı ve ölçümü yapılacak arazinin büyüklüğü göz önünde bulundurulur.

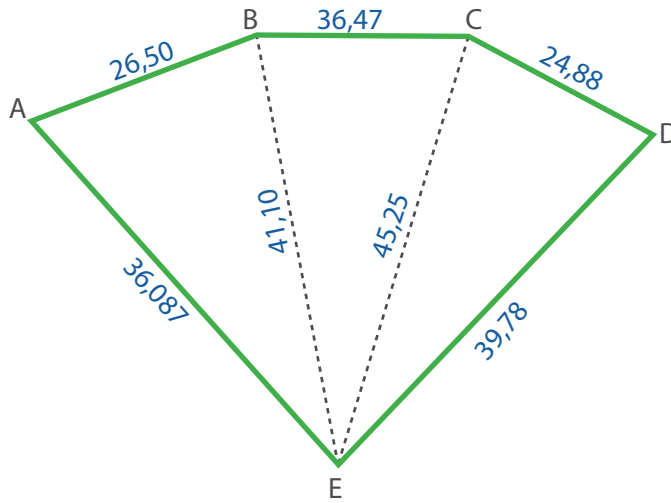
Ölçme yöntemi belirlendikten sonra uygun ölçme araçlarının hazırlanması ile haritası alınacak alanın uzunluk, açı, yükseklik ve yükseklik farkları gibi ölçüm işlemleri gerçekleşir.

Topografik ölçme yöntemleri, ölçmenin amacı ve arazinin büyüklüğüne göre beş başlık altında incelenir:

- * Bağlama (üçgenlere ayırma) yöntemi
- * Dik koordinat (ortogonal) yöntemi
- * Kutupsal (takeometrik) yöntem
- * GNSS alım yöntemi
- * Fotogrametri yöntemi

1.1.7.1. Bağlama (Üçgenlere Ayırma) Yöntemi

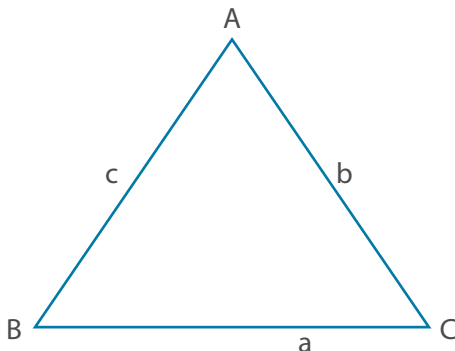
Bağlama yöntemi, yalnızca uzunluk ölçümlerinde kullanılan bir yöntemdir. Küçük arazilerin (tarla, parsel vb.) üçgenlere bölünerek topografik ölçümlerinin yapıldığı bu yöntemde basit ölçme aletleri (jalon, jalon sehпасı, çekül ve çelik şerit metre) kullanılır. Üçgen, ölçümü ve hesabı en kolay yapılabilen bir geometrik şekil olduğu için tercih edilir. Ölçümü yapılacak alan üçgenlere ayrıldıktan sonra üçgenlerin bütün kenarları ölçülür (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Üçgenlere ayırma yöntemi

Parselin alanı hesaplanmak istenirse de üç kenarı belli olan üçgenin alan hesaplaması **heron formülü** yardımıyla bulunur (Şekil 1.7).

Üçgende Heron Alan Formülü



Şekil 1.7: Heron formülü

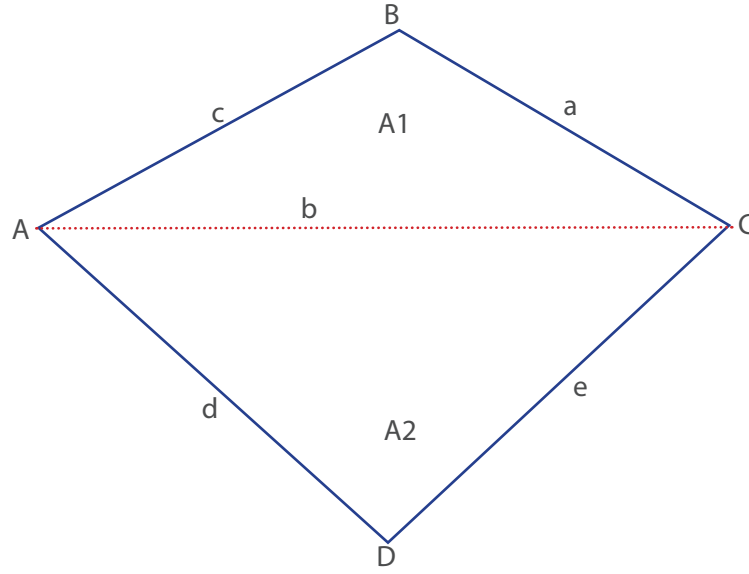
$$U = \frac{a + b + c}{2}$$

U=Üçgenin çevresinin yarısı

$$A = \sqrt{U \cdot (U - a) \cdot (U - b) \cdot (U - c)}$$

A=Üçgenin alanı

ÖRNEK Aşağıda verilen ABCD parselinin alımı (ölçüm) bağlama yöntemi ile yapılmıştır. Parselin kenarları a: 15,40m, b: 26,55m, c: 14,80m, d: 17,82m, e: 11,25m ölçülmüş ise bu parselin alanını hesaplayınız.



ÇÖZÜM: ABCD parselini A_1 ve A_2 alanlarına ayırdıktan sonra her iki alan için $S = \frac{a + b + c}{2}$ formülü kullanılarak kenar ortalamaları bulunur.

$$U1 = \frac{a + b + c}{2}$$

$$U1 = \frac{15,40 + 26,55 + 14,80}{2} = 28,375 \text{ m}$$

$$U2 = \frac{b + d + e}{2}$$

$$U2 = \frac{26,55 + 17,82 + 11,25}{2} = 27,81 \text{ m}$$

Her iki alanın kenar ortalamaları bulunduğundan sonra $A = \sqrt{U \cdot (U - a) \cdot (U - b) \cdot (U - c)}$ formülünden yararlanılarak A_1 ve A_2 'nin alanları bulunur.

$$A1 = \sqrt{U \cdot (U - a) \cdot (U - b) \cdot (U - c)}$$

$$A1 = \sqrt{28,375 \cdot (28,375 - 15,40) \cdot (28,375 - 26,55) \cdot (28,375 - 14,80)}$$

$$A1 = \sqrt{9121,07}$$

$$A1 = 95,50 \text{ m}^2$$

$$A2 = \sqrt{U2 \cdot (U2 - b) \cdot (U2 - d) \cdot (U2 - e)}$$

$$A2 = \sqrt{27,81 \cdot (27,81 - 26,55) \cdot (27,81 - 17,82) \cdot (27,81 - 11,25)}$$

$$A2 = \sqrt{5793,42}$$

$$A2 = 76,11 \text{ m}^2$$

Parselin toplam alanı $A = A1 + A2$ olduğundan

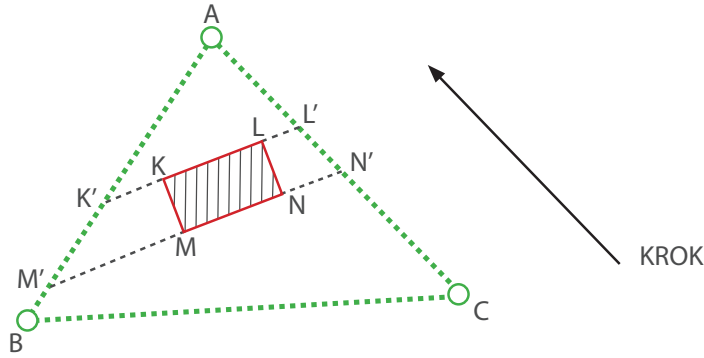
$$A = A1 + A2$$

$$A = 95,50 + 76,11$$

$$A = 171,61 \text{ m}^2$$

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Ölçülecek alanın kapalı olduğu bina vb. durumlarda üçgenlere ayırma metodu uygulanamayacağı için bina ölçümü, binanın dışında uzatılan doğruların oluşturduğu bir üçgen şekli yardımı ile gerçekleşir. Bu yöntem **uzatma yöntemi** denir (Şekil 1.8).



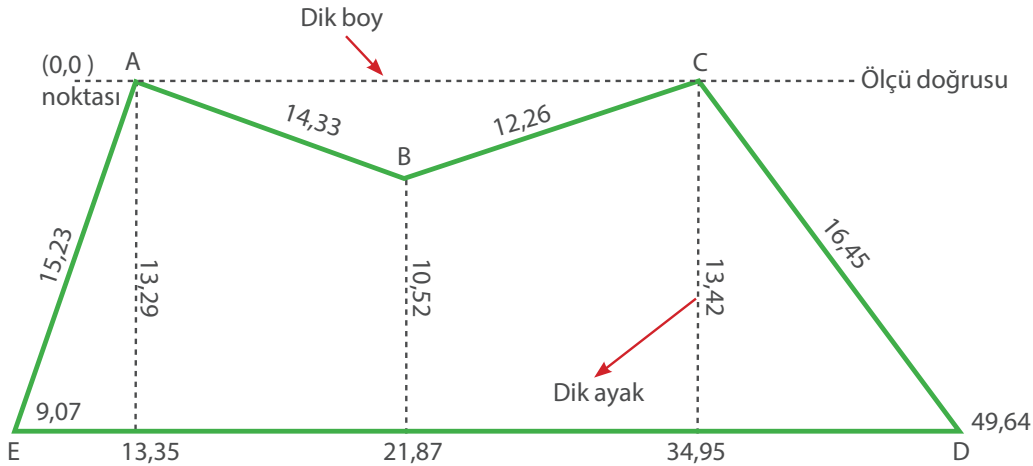
Şekil 1.8: Uzatma yöntemi

Bağlama yönteminin özellikleri şunlardır:

- * Bağlama yönteminde ölçme işlemi kolay ve süratlidir.
- * Deneyimli teknik elemana ihtiyaç duyulmaz.
- * Ölçü ve çizimler kontrollü yapılmadığı için bir noktada yapılan ölçüm hatası diğer bütün noktaları da etkiler.
- * Büyük arazilerde bu yöntem kullanılamaz.

1.1.7.2. Dik Koordinat (Prizmatik) Yöntemi

Üçgenlere ayırma yönteminin uygulanmadığı, sınır çizgilerinin fazla olduğu arazilerde kullanılan bir yöntemdir. Uzunluk ölçümlerinin yapıldığı bu yöntemde, basit ölçme aletleri ve dik düşmeye yarayan prizmalar kullanılır. Bu yöntemin uygulanmasında, her ölçü doğrusu bir dik koordinat sistemi olarak kabul edilir. Ölçümü istenen noktalardan bu doğrulara dikler düşülerek inilen dik boy ve dik ayakların mesafesi ölçülür (Şekil 1.9).



Şekil 1.9: Dik koordinat yöntemi

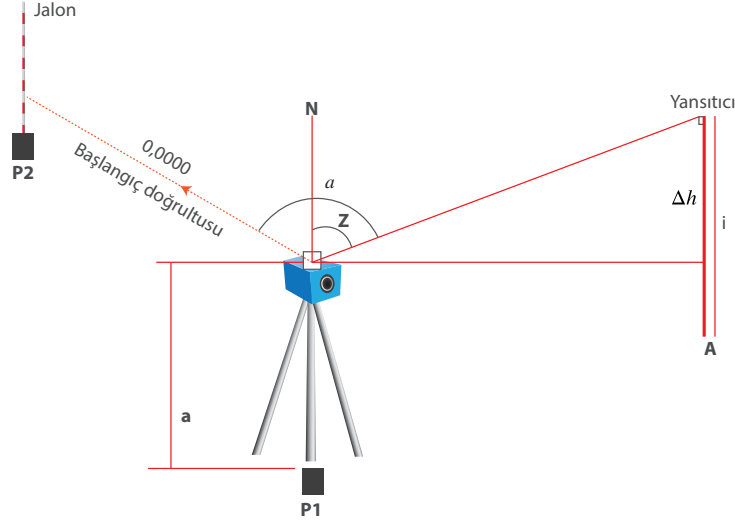
Dik koordinat yönteminde ortaya çıkan şekiller, üçgen ve yamuk gibi şekillerdir. Bu nedenle parselin alan hesaplaması yapılırken üçgen ve yamuğun alan formüllerinden yararlanır.

Dik koordinat yönteminin özellikleri şunlardır:

- * Prizma gibi teknik beceri gerektiren aletlerin kullanımı için deneyimli teknik elemana ihtiyaç duyulur.
- * Ölçü sırasında yapılan hatalar, çizim sırasında ortaya çıkabildiği için ölçüm kontrolleri kolaylıkla yapılır.
- * Bir noktada yapılan ölçüm hatası diğer noktaları etkilemez.
- * Alan hesaplamalarında kolaylık sağlayan bu yöntem, büyük alanların alan hesaplamalarında kullanılır.

1.1.7.3. Kutupsal Alım Yöntemi

Kutupsal alım yöntemi, elektronik takeometrelerin gelişimine paralel olarak kullanımı hızla artan yatay açı, düşey açı ve mesafe ölçümlerinin yapıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde koordinatı bilinen bir noktaya elektronik takeometre kurulur. Daha sonra yine koordinatı belli bir noktaya takeometrenin dürbünü yöneltilerek başlangıç doğrultusu ölçülür. Başlangıç doğrultusu belirlendikten sonra detay noktasına (arazi noktası, yol kenarı, elektrik direği vb.) ait açı ve uzunluk belirlenir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10: Kutupsal alım yöntemi

Kutupsal alım yönteminde beş kişilik bir ekip ile ölçme işlemi gerçekleştirilir. Bu ekip elemanları şunlardır:

- * **Krokici:** Ekibin başkanıdır. Miraların hangi noktalara tutulması gerektiğini belirler.
- * **Operatör:** Ölçme aletini kullanır. Mira okuma, yatay ve düşey açıları yüksek sesle okuyarak kaydedilmesini sağlama işlerinden sorumludur.
- * **Yazıcı:** Operatörün yüksek sesle okuduğu bilgileri, kendisi de yüksek sesle tekrarlayarak ölçüm okumalarını kaydeder. Elektronik takeometrelerin kullanıldığı ölçümlerde yazıcıya ihtiyaç duyulmaz.
- * **Miracı:** Krokicinin gösterdiği noktalarda mirayı dik olarak tutar ve mira üzerindeki düzecen tam merkezde olmasını sağlar.

1.1.7.4. GNSS Alım Yöntemi

Topografya ölçümlerinde GPS (küresel konumlandırma yöntemi) teknolojisinin kullanıldığı GNSS alım yönteminde, uydularla konum belirleme esasına dayanan modern bir ölçüm tekniğidir. Klasik ölçüm yöntemlerine göre ölçüm duyarlılığı ve hızının yüksek olması, bu tekniğin harita sektöründe kullanımını yaygınlaştırmıştır.

GPS ölçüm tekniği, uydulardan alınan sinyaller ile arazide kenar kestirmesi yaparak konum belirlemeyi sağlar. Ancak GPS alıcılarının sinyal alamadığı durumlarda nokta konumu elde edilemeyeceği için açık araziler dışında kalan yerlerde bu teknik uygulanamaz. Uydu sinyallerinin bloke edildiği şehirlerde GPSSİT (GPS Serbest İstasyon Tekniği) kullanılarak ölçüm işlemi gerçekleştirilir (Görsel 1.30-31).



Görsel 1.30: GPS alıcı

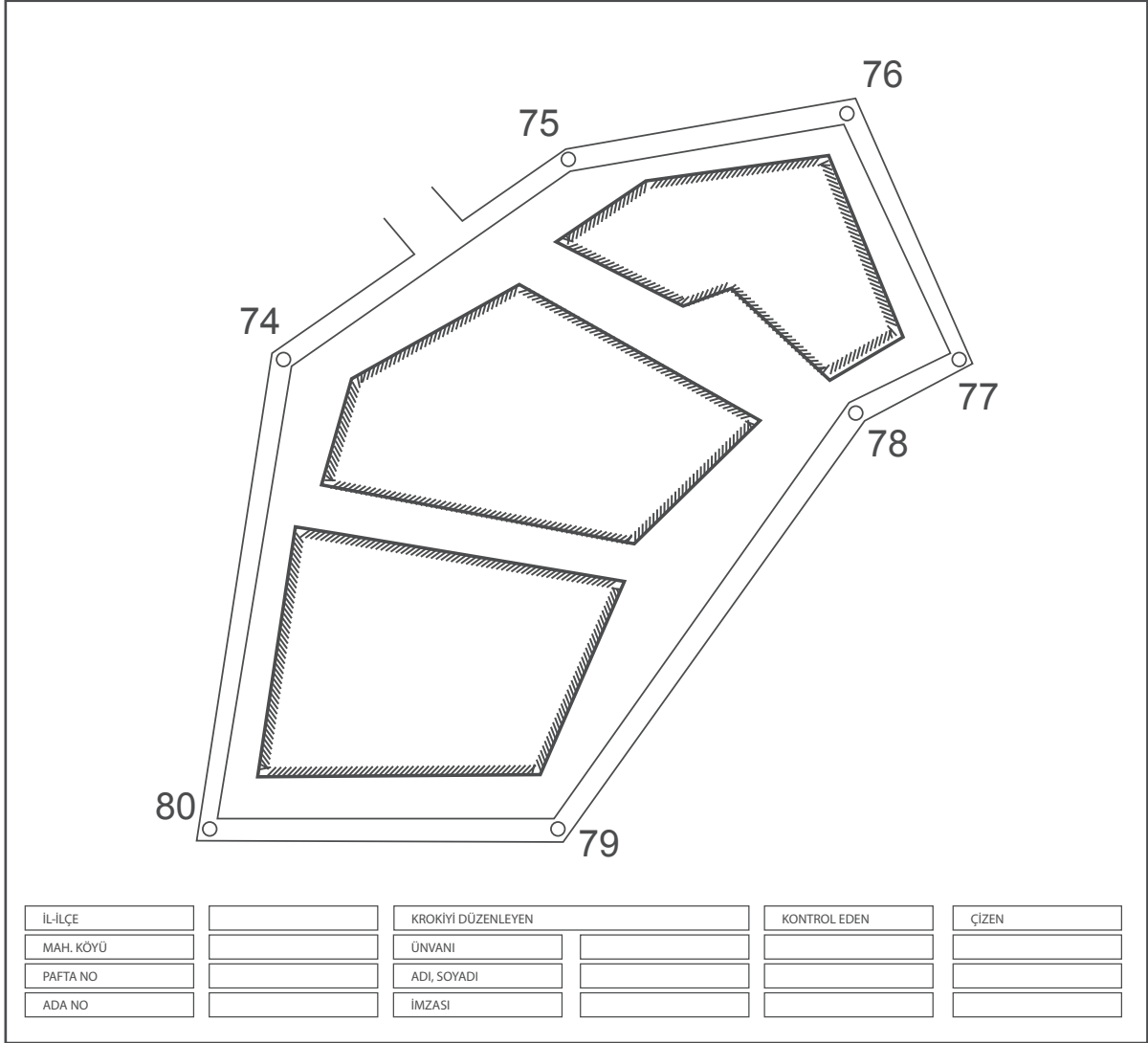


Görsel 1.31: GPS alıcı kullanımı



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Arazi alımlarında gözlenecek yeterli sabit noktanın olmadığı durumlarda, gözlenecek sabit noktanın ağırlık merkezine yakın noktaları seçilerek açı ve uzunluk ölçümleri yapılır (Şekil 1.11). Koordinatları elektronik takeometrelerle belirlenen bu noktalara **serbest istasyon noktası** denir. GPSSİT, elektronik takeometreler ve GPS alıcılarının bir arada kullanıldığı bir yöntemdir.



Şekil 1.11: Takeometrik ve GPS ile alım için ölçü krokisi örneği

1.1.7.5. Fotogrametri Yöntemi

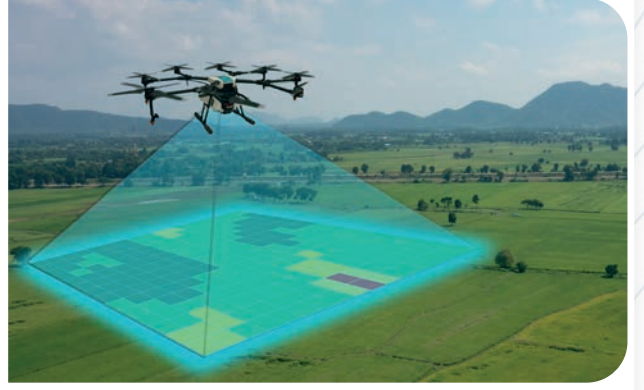
Fotogrametri, ışık yardımı ile çizerek ölçme anlamına gelen bir kavramdır. Fotogrametri yöntemi ile ilk olarak ölçülmek istenen nesnenin veya arazinin fotoğrafları çekilir. Ardından çekilen fotoğraflardan ölçüler alınarak ve yorumlar yapılarak fiziksel objeler ve çevre hakkında bilgiler elde edilir. Fotogrametrik ölçmeler, doğrudan doğruya ölçülmek istenen nesne üzerinde değil nesnenin fotoğrafik izdüşümü üzerinde yapılır. Dolaylı ölçme özelliğine sahip bu yöntem, pek çok uygulama alanına sahiptir.

Her geçen gün hızla gelişen teknoloji, fotogrametri yöntemlerini de etkilemiştir. İHA adı verilen insansız hava araçları; denetim, gözetim, harita üretimi ve üç boyutlu modelleme konularında önemli bir veri kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sayısal kamera ve GPS/INS entegrasyonundan oluşan İHA'lar, fotogrametrik alanda hızlı veri üretimi ve veri analizi sağlaması açısından zaman ve maliyet tasarrufu

sağlamaktadır. Klasik hava fotogrametrisi ve uydu görüntüleri ile yapılan uzaktan algılamaya göre daha düşük bir maliyete sahiptir. Diğer yandan alçak irtifadan uçuşu sebebiyle de çözünürlüğü daha yüksektir. Bütün bu ayrıcalıkları nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Görsel 1.32-33).



Görsel 1.32: Drone ile 3D arazi tarama



Görsel 1.33: Drone ile arazi veri toplama

Fotogrametrik ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda objelerin koordinatları, topografik haritaları ve ortofoto (fotoğraf harita) gibi çeşitli ürünler elde edilmektedir. Fotogrametrimin asıl kullanım alanı ise topografik harita üretimidir. Bu haritalar, çizgisel ya da ortofoto şeklinde olabilmektedir (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Ortofoto

Fotogrametri; kullanım alanlarına, üretim tekniğine, değerlendirme tekniğine ve resim çekme yerine göre değişik yönlerden sınıflandırılır.

Kullanım Alanlarına Göre Fotogrametri

Topografik Fotogrametri: Fotogrametrimin ölçme yöntemi olarak kullanıldığı, daha çok topografik ve kadastral amaçlı haritaların yapıldığı alandır.

Topografik Olmayan Fotogrametri: Genellikle yerden çekilen fotoğraflar yardımıyla deformasyon ölçüleri, maden ve su kaynaklarının araştırılması, orman alanlarının tespiti vb. konularda uygulama yapılan alandır.

Üretim Tekniğine Göre Fotogrametri

Grafik (Plançete) Fotogrametri: Basit topografik ölçme aletlerinden biri olan plançete ve teodolit ölçüm cihazının birlikte kullanılması ile araziye ilişkin elde edilen geometrik prensiplerden resim elde edilmesine dayanan bir tekniktir. Uçağın icadından önce yersel fotogrametride uygulama alanı bulan bu teknikte, kamera ve teodolit birlikte kullanılmıştır.

Analog Fotogrametri: Analog kameralar tarafından çekilen fotoğrafların optik mekanik aletler yardımıyla çizimlerinin yapılabildiği bir üretim tekniğidir.

Analitik Fotogrametri: Analog fotoğrafların veri olarak kullanıldığı bir tekniktir. Optik aletler, bir işlemci ile desteklenerek ölçmeler bilgisayar ortamında saklanır ve hesapları yapılır. Bilgisayarda elde edilen bu verilerin bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerine aktarılması ve görsel efektlerle desteklenmesi olanağı da mevcuttur.

Dijital (Sayısal) Fotogrametri: Nesnelere ait ikili (stereoskopik) görüntülerden üç boyutlu geometrik bilgi elde etme yöntemidir. Bu yöntemde bütün ölçme işlemleri bilgisayar ortamında gerçekleşir ve dijital fotoğraflar kullanılır. Dijital kameralar veya tarayıcıların kullanılması ile resimler, doğrudan doğruya bilgisayara aktarılabilmektedir (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Renkli sayısal hava fotoğrafı

Değerlendirme Tekniğine Göre Fotogrametri

Tek Resim Değerlendirmesi: Yükseklik farkının bulunmadığı düz arazilerin haritasının yapımında tek bir resim değerlendirmesinin kullanıldığı bir tekniktir.

Çift Resim Değerlendirmesi: Her türlü yüzey veya araziye ait birbiri ile ortak alanları olan fotoğraf çiftleri üzerinde ölçümler yaparak üç boyutlu değerlendirme imkânını sağlayan bir tekniktir.

Resim Çekme Yerine Göre Fotogrametri

Hava Fotogrametrisi: Uçak, helikopter, balon vb. araçlara yerleştirilen bir kamerayla çekilen fotoğraflardan topografik ve sayısal arazi modelleri elde etmeyi sağlayan fotogrametridir.

Yer Fotogrametrisi: Yerden çekilen fotoğraflarla çalışan fotogrametridir. Yer fotogrametrisi, topografik alım yönünden düz ve az engebeli arazilerde başarısızdır.



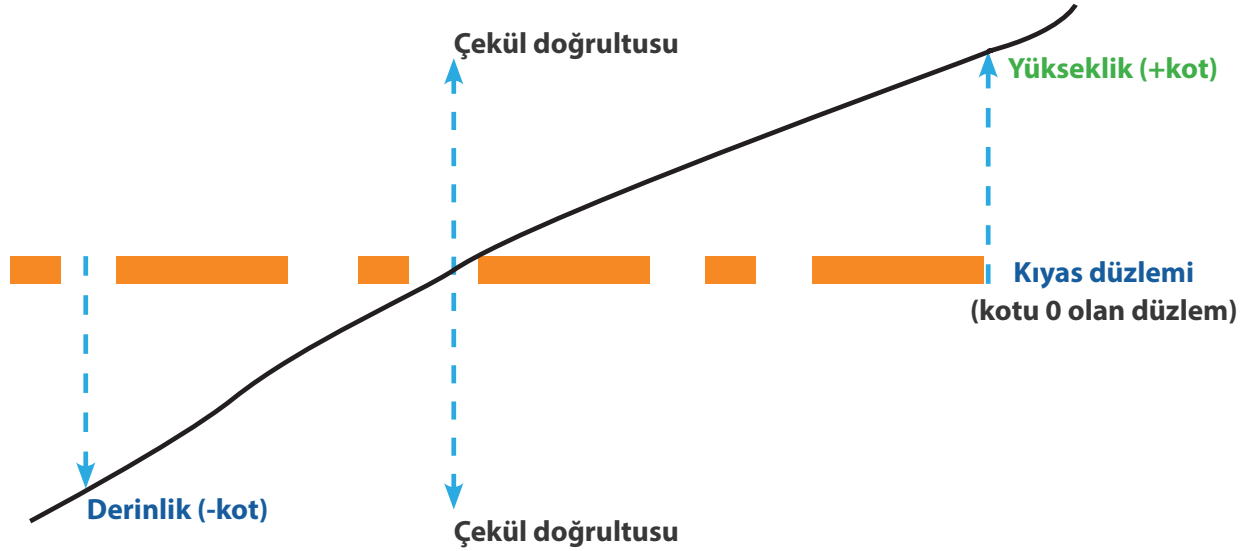
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Nivelman hakkında neler biliyorsunuz? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. NİVELMAN (YÜKSEKLİKLERİN ÖLÇÜLMESİ)

Arazide **yükseklik**, yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktanın deniz seviyesine (0 m) olan düşey uzaklığıdır. Uygulamada deniz seviyesi baz alınabilirken yaklaşık bir yükseklik de kabul edilebilmektedir (Şekil 1.12).

Yeryüzündeki noktaların yüksekliklerinin ya da noktalar arasındaki yükseklik farklarının hesaplanması için yapılan işlemlerin tümüne (çizim, ölçüm) **nivelman** adı verilir. Nivelman ölçmeleri için başlangıç olarak kabul edilen yatay düzleme **kıyas düzlemi** ya da **referans yüzeyi** adı verilir. Bunlardan farklı olarak her ölçmecinin kendi işi için kabul edebileceği geçici kıyas düzlemleri olabilmektedir. Bunlara **geçici** ya da **keyfi kıyas düzlemleri** denir. Kıyas düzleminin altında kalan noktaların çekül doğrultusunda (noktaların yere doğru inen dikey çizgileri) kıyas düzlemine kadar olan düşey uzaklığına ise **derinlik** adı verilir.



Şekil 1.12: Yükseklik ve derinlik



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

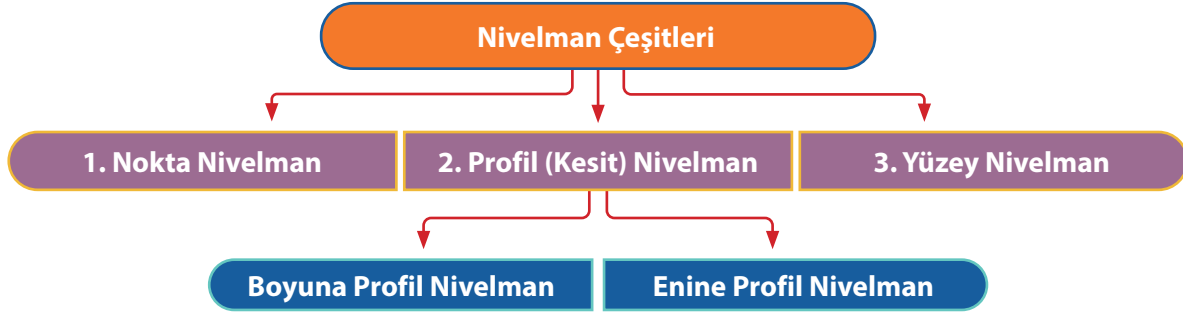
(TUDKA) Türkiye Ulusal Düşey Kontrol, Türkiye genelinde yapılan tüm nivelman çalışmalarına kot vermek yani kıyas düzlemi oluşturmak amacıyla tesis edilmiş noktalar ağıdır.

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Ülkemizin rakım durumuna göre (deniz seviyesi) tüm yüzeyinin yükseltileri tespit edildikten sonra tesviye eğrili haritalar hazırlanmıştır. Bu haritalardan yararlanılarak noktaların deniz seviyesine ya da başka bir noktaya olan düşey mesafeleri de hesaplanmaktadır. Kesin bir hesaplama yapmak için uygulama yapılacak yerin yeni bir nivelmanının yapılması gerekmektedir.

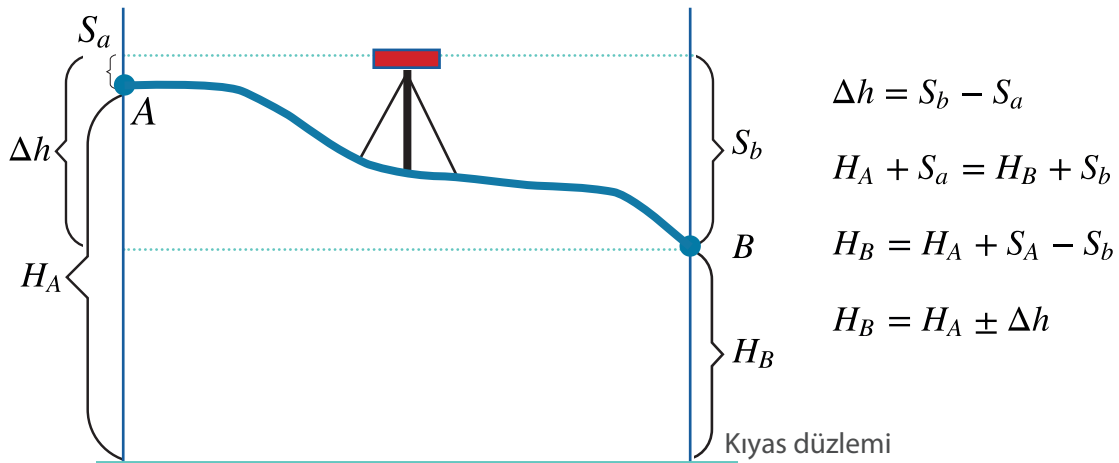
Nivelmanla noktalar arasındaki yükseklik farkları hesaplanmaktadır. Bulunan yükseklik farkları, yüksekliği daha önceden belli olan noktaların yükseltilerine yeni noktaların yükseltileri ilave edilerek bulunur.

Amacına uygun olarak tesis edilmiş, yapılan ölçüm ve hesaplamalarla yükseklikleri belirlenmiş olan noktalara **nivelman noktası** adı verilmektedir.



Nokta Nivelman

İki nokta arasındaki yükseklik farkının bulunması amacıyla yapılan nivelman türüdür (Şekil 1.13-14).



Şekil 1.13: Nokta nivelman

ÖRNEK $H_A=110.000$ m, $S_a=912$ mm, $S_b=1825$ mm, $H_b= ?$

ÇÖZÜM: $H_B=H_A+ (İ_a- İ_b)$

$110.000+(0.912-1,825)=109.087$ m



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Nivelman yapılacak A ve B noktaları arasındaki uzaklık, miranın doğru okunması açısından 50-60 metreyi geçmemelidir. Bu mesafeler aşıldığı takdirde araya nokta konmalı ve bu noktalar numaralandırılmalıdır.

$$\Delta h_1 = g_A - S_1$$

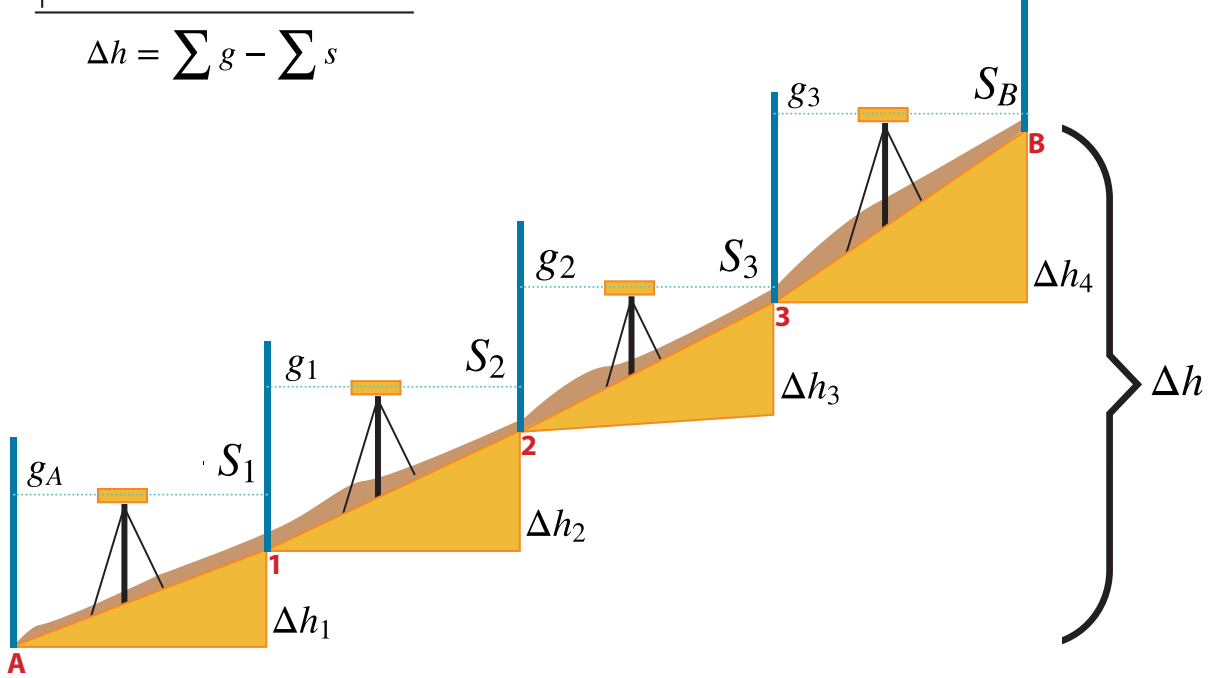
$$\Delta h_2 = g_1 - S_2$$

$$\Delta h_3 = g_2 - S_3$$

$$\Delta h_4 = g_3 - S_B$$

$$+ \frac{\quad}{\quad}$$

$$\Delta h = \sum g - \sum s$$



Δh : Yükseklik farkı

g : Geri

S : İleri

$\sum g$: Toplam geri

$\sum s$: Toplam İleri

H_1 : 1 noktasının yüksekliği

H_2 : 2 noktasının yüksekliği

H_1 : 1 numaralı noktanın deniz seviyesinden yüksekliği

Şekil 1.14: Nokta nivelman yükseklik farkları

Profil (Kesit) Nivelman

Seçilmiş bir hat üzerindeki noktaların yüksekliklerini belirlemek amacıyla yapılan nivelman türüdür.

Ulaşım hatları (demiryolu, karayolu), enerji hatları, kanallar gibi bir çizgisel bir hatta sahip yapıların projelerinde ve bu yapılarla ilgili kazı veya dolgu boyutlarının hesaplanmasında bu nivelman türü kullanılır. Nivelman için bu yapıların hatları boyunca olan alan kesitlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kesitler bir doğrultu boyunca çıkarılıyorsa bunlara **boyuna kesit** veya **profil** denir. Boyuna kesit doğrultusuna dik alınan kesitlere ise **enine kesit profil** denir.

Yüzey Nivelman

Bir alan üzerindeki noktaların yüksekliklerini belirlemek amacıyla yapılan nivelman türüdür.

Yükseklik ölçümleri üç başlık altında incelenmektedir.

1. Barometrik Yükseklik Ölçümleri: Barometre, basıncı ölçen alettir. Bu yükseklik ölçümünde, basınç ile yükseklik arasındaki bağlantıdan faydalanılmaktadır. Yükseklik ile basınç ters orantılıdır.

2. Geometrik Yükseklik Ölçümü: Geometrik yükseklik ölçümünün yapılması için noktalar arasındaki yükseklik farklarının hesaplanması gerekir. Bunun için noktaların yatay düzleme olan düşey uzaklıkları ölçülmeli ve iki değer arasındaki fark hesaplanmalıdır.

3. Trigonometrik Yükseklik Ölçümü: Bu ölçümlerde iki nokta arasında uzunluk ve düşey açı ölçülerek yükseklik belirlenmektedir. Noktalar arasındaki yatay uzunluk ile düşey açı ölçülür. Buradaki yükseklik farkları, bu değerler ile trigonometrik olarak hesaplanmaktadır. Bu teknik genel olarak ışınal arazi ölçümlerindeki noktaların kotlanması ve nirengi noktalarının bulunmasında kullanılmaktadır.

1.2.1. NİVELMAN İŞLERİNDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

Nivelman aletlerinin esası, yatay bir gözlem düzlemini gerçekleştirecek bir düzenden oluşmaktadır. Geometrik nivelmanda yatay bir gözlem düzlemi oluşturmak için genellikle **nivo**, noktaların yatay gözlem düzlemine olan uzaklığını ölçmek amacıyla da **mira** kullanılır.

1.2.1.1. Nivo

Topografyada yükseklik farklarını bulmak ya da hesaplamak için kullanılan optik aletlere **nivo** adı verilir. Daha önce de tanımlandığı gibi bu işleme de **nivelman** adı verilmektedir.

Nivoda yataylığı sağlamak için düzeç ve miradaki okumaları kolaylaştırmak için de **dürbün** kullanılır.

Gözleme eksenlerinin yatay konuma getirilmesi amacıyla kullanılan düzenlere göre farklı nivo türleri bulunmaktadır.

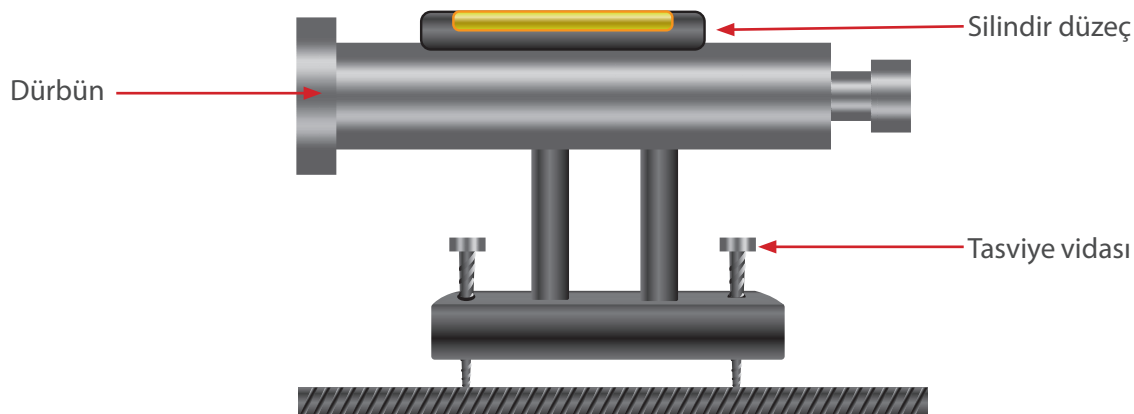
1. Düzeci ve dürbünü sabit nivolar
 - * Fenkelaj vidasız nivolar
 - * Fenkelaj vidalı nivolar
2. Otomatik (kompansatörlü) nivolar
3. Elektronik nivolar

Düzeci ve Dürbünü Sabit Nivolar

Fenkelaj Vidasız Nivolar

Bu tarz nivolarda düzeç, dürbüne tespit edilmektedir. Dürbün de alete tespit edilmektedir. Nivo dürbünü, asal (düşey) ekseninde yatay bir şekilde hareket etmektedir (Görsel 1.36).

Nivonun küresel düzeç kabarcığı (kaba tesviyesi) ortalanma işlemi, tesviye vidalarının her üçünün de kullanılması ile yapılmaktadır. İnce tesviye (silindirik düzeç kabarcığı) ortalanma işlemi de kaba tesviyenin ardından düzeç doğrultusundaki tek tesviye vidası kullanılarak yapılmaktadır.



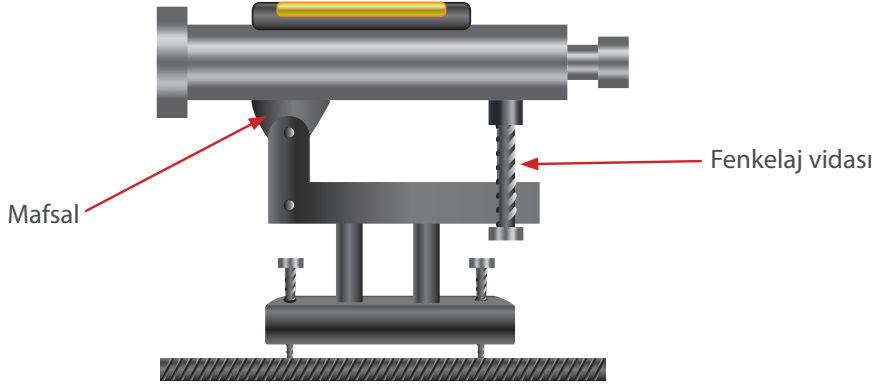
Görsel 1.36: Fenkelaj vidasız nivo

Fenkelaj Vidalı Nivolar

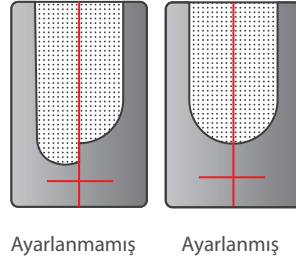
Fenkelaj vidalı nivoların fenkelaj vidasız nivolardan farkı, dürbününün bir mafsal ile alete tespit edilmiş olmasıdır.

Fenkelaj (ince yataylık) vidası ile dürbün küçük bir oranda da olsa düşey hareket edebilmektedir. Bundan dolayı silindir düzeç, tesviye vidaları ile küresel düzeçten bağımsız şekilde fenkelaj vidası ile ortalanır (Görsel 1.37). Silindir düzeçin ortalanması, tesviye vidaları ile yapılan kaba tesviyeden sonra ya doğrudan düzece bakılarak ya da alttaki şekillerde görüldüğü gibi optik bir donanımla çakıştırmalı biçimde yapılır. Böylece silindir düzeç kabarcığının daha hassas ortalanması sağlanır (Şekil 1.15).

Bazı fenkelaj vidalı nivolarda, tesviye vidası ve yatay hareket bağlama vidası bulunmamaktadır. Küresel başlık kullanılarak kaba tesviye yapılmaktadır.



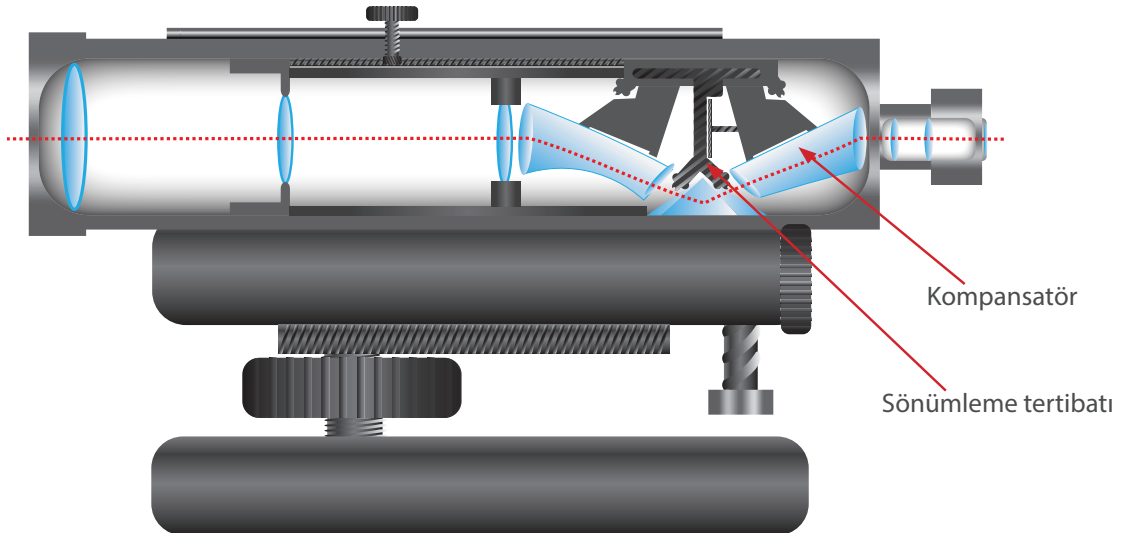
Görsel 1.37: Fenkelaj vidalı nivo



Şekil 1.15: Düzeç ayarları

Otomatik (Kompansatörlü) Nivolar

Otomatik nivolarda kaba tesviyeden sonra optik eksen, kompansatör denilen bir düzen ile otomatik olarak prezisyonlu bir biçimde yatay duruma gelmektedir (Görsel 1.38). Kompansatör, silindir düzeç kabarcığının ortalanmasının unutulmasından kaynaklanan kişisel hataları sıfıra indirmektedir. Ayrıca nivelman hesaplarına büyük bir hız kazandırmaktadır.



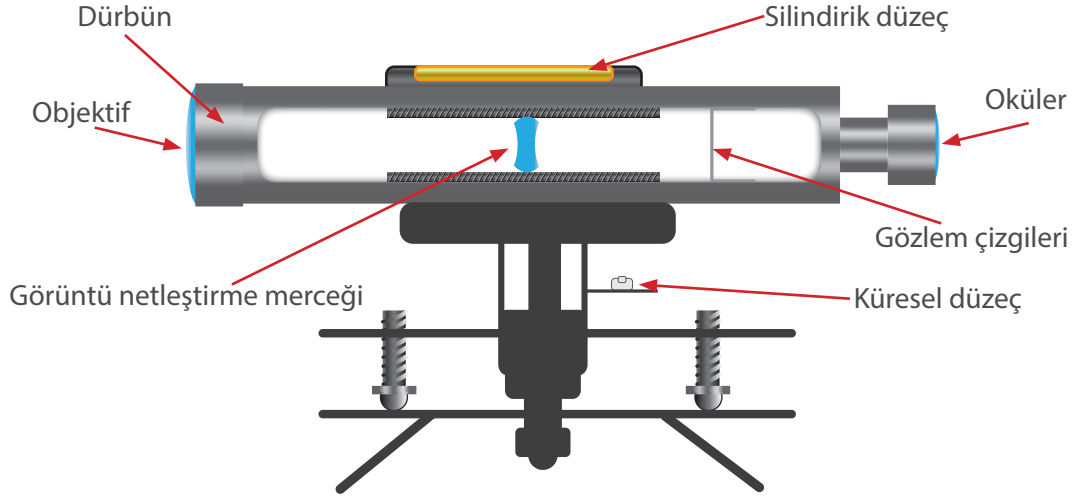
Görsel 1.38: Kompansatörlü nivo

Elektronik Nivelar

Elektronik nivelar otomatiktir yani kompensatörlüdür ve özel miralar vasıtasıyla kullanılmaktadır. Mira üzerindeki rakamlar, barkod okuma düzeni ile okunur ve kaydedilir. Ayrıca elektronik nivelarda bulunan dürbünlerin otomatik netleştirme tertibatlı olanları da bulunmaktadır.

Geometrik yükseklik ölçümünün yapılması için bir nivelman düzleminin meydana getirilmesi gerekmektedir. Nivelman düzleminin özelliği, yatay bir düzlem olmasıdır. Nivelarda nivelman düzlemi, ölçü dürbününün yöneltme eksenini ile temin edilmektedir (Görsel 1.39-40).

Nivonun istenilen yöne çevrilmesini sağlayan bir düşey eksen ve yatay konuma getirilmesi için de üç adet ayağı bulunmaktadır. Nivo ile teodolit sehpaları aynıdır.



Görsel 1.39: Dürbün kaynak bölümleri



Görsel 1.40: Dürbün kaynak



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Nivo, iki nokta arasındaki yükseklik farkını ölçmeye yarayan optik bir alet olup dürbünü sadece yatay düzlemde hareket etmektedir. Teodolit ise hem yatay hem de düşey hareket ederek açı ölçen optik alettir.



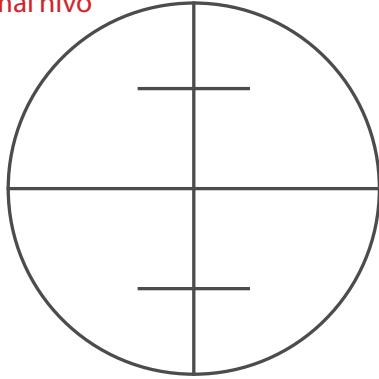
Görsel 1.41: Nivo kullanımı

Günümüzde genellikle nivelman ağlarında, hat nivelmanı, yüzey nivelmanı ve kesit nivelmanı gibi nivelman ölçümlerinde; deformasyon ölçümlerinde, endüstriyel ölçmelerde, kara ve demiryolu, kanalizasyon, içme suyu, tünel ve madencilik çalışmalarında elektronik (sayısal) nivolar kullanılmaktadır (Görsel 1.41).

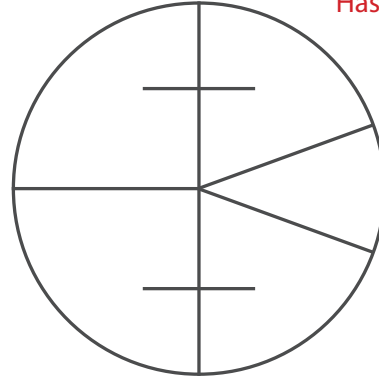
Nivoların Kullanılması

1. Nivo sehпасı açılmalı ve yatay konumlandırılmalıdır. Sehpa ayakları, ölçüyü alacak kişinin boyuna göre ayarlanmalıdır. Nivo, sehpa üzerine konmalı ve bağlama vidasıyla hafif sıkıştırılarak sehpaaya bağlanmalıdır.
2. Alet kürevi, küresel düzeç kabarcığı tam ortaya gelene dek biçimli sehpa üzerinde hareket ettirilmeli ve düzeç ortaya gelince alet sehpaaya sıkıştırılmalıdır.
3. Dürbün, hedefe (miraya) tatbik edilip görüntü netleştirilmelidir (Şekil 1.16).
4. Fenklaj ayarı (dürbünün nivelman düzlemine sokulması) yapılmalı, ardından okuma gerçekleştirilmelidir (Otomatik ve elektronik nivolarla doğrudan mira okuması yapılmaktadır).

Normal nivo



Hassas nivo



Şekil 1.16: Nivolarla yatay ve düşey gözleme çizgileri

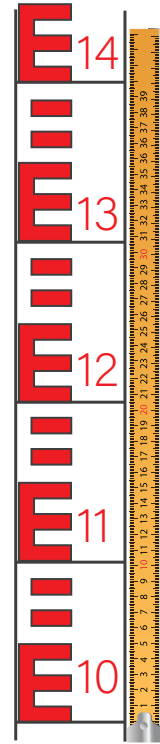
1.2.1.2. Mira

Noktaların nivelman düzlemine olan uzaklığını ölçmede kullanılan miralar, 3-4 metre uzunluğundadır. Metal malzeme ya da ağaçtan üretilir. Noktaların nivelman düzlemine olan uzaklığını ölçmede kullanılır. Miralarda yükseklik, dm (desimetre) cinsinden ifade edilir. Mira üzerindeki rakamlar, bazı nivolar ters görüntü verdiğinden okumanın rahat yapılması için ters yazılmıştır (Görsel 1.42).

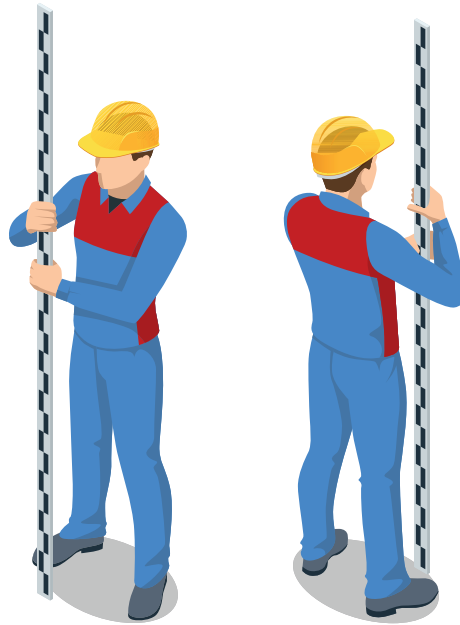
Yatay duruma getirilmiş dürbünün görüş alanında yatay çizgi miranın tam bir bölüm çizgisi üzerindeyse mira okuması bu bölümün çizgi sayısından ibarettir. Yatay çizgi genel olarak tam bir bölüm çizgisine denk gelmez. Bu durumlarda milimetreler, gözleme çizgisi ile üstündeki bölüm çizgisinin arası tahmin edilerek belirlenir.

Görselde bir mira ve üzerinde okuma değerleri bulunmaktadır. Mira üzerinde örnek olarak 12 ile 13 dm arası 12 birimdir. Kırmızı ve beyaz renkli her bir E, 5 cm'ye tekabül etmektedir. E'nin her birimi, 1 cm'dir. Nivonun farklı bakış durumlarına göre okumalar görülmektedir (Görsel 1.43).

Nivelman ölçümleri yapılırken miraların rahatça tutulması, düşeyliğin sağlanması, sallanmasının önlenmesi ve mirayla ölçülen yüksekliğin işaretlenmesi için bazı yardımcı malzemeler kullanılmaktadır. Bunlar; mira altlıkları, mira payandaları ve mira düzeçleridir.



Görsel 1.42: Mira ve şerit metre



Görsel 1.43: Mira ve miranın okunması



5. ETKİNLİK

Nivo ve Mira Öğreniyorum

Araç ve Gereç: Akıllı tahta, bilgisayar, tablet ya da projeksiyondan yararlanabilirsiniz.

Süre: 1 Ders saati

Yer: Sınıf, atölye

Nivo ve mira ile ilgili bir görsel, slayt ya da video hazırlayınız. Çalışmanızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



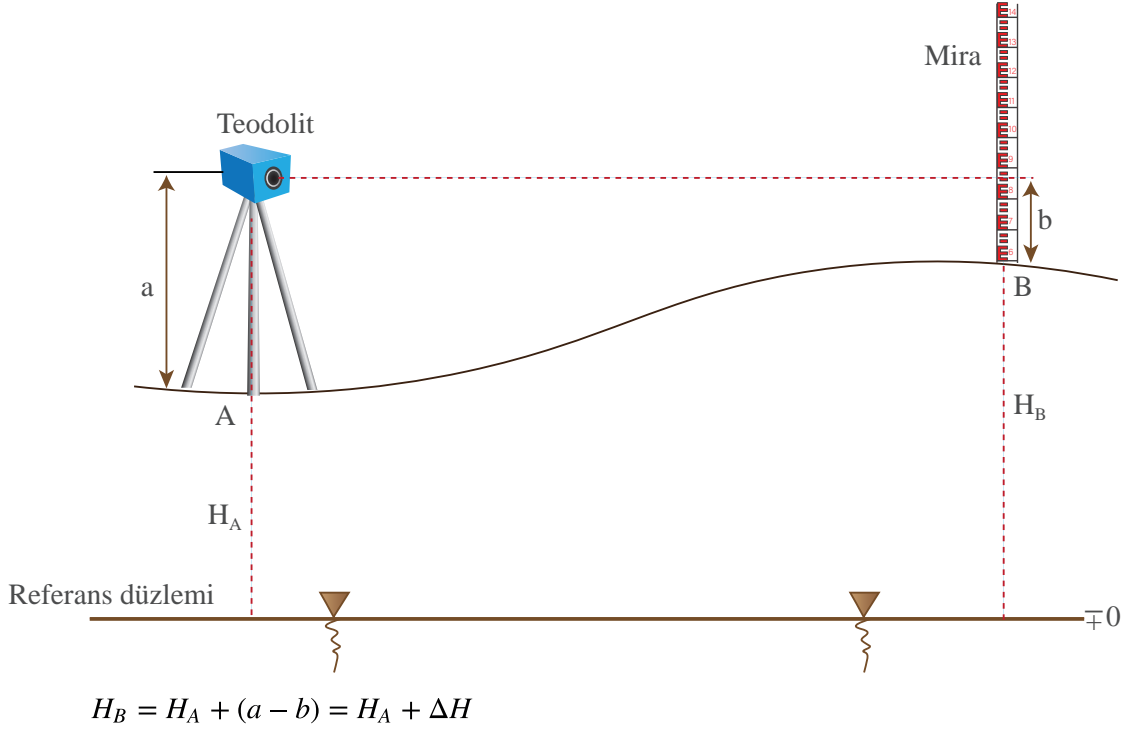
<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21443>

1.2.2. NİVELMAN YÖNTEMLERİ

Yükseklik ölçülerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

1.2.2.1. Geometrik Nivelman

Yüksekliği daha önceden bilinen bir A noktası üzerine kurulan nivo ile B noktası üzerinde düşey olarak tutulan cm bölümlü bir mira üzerinde miranın yatay çizgisinin çakıştığı b okuması yapıldığı takdirde B noktasının yüksekliği (H_B) hesaplanabilir (Şekil 1.17).

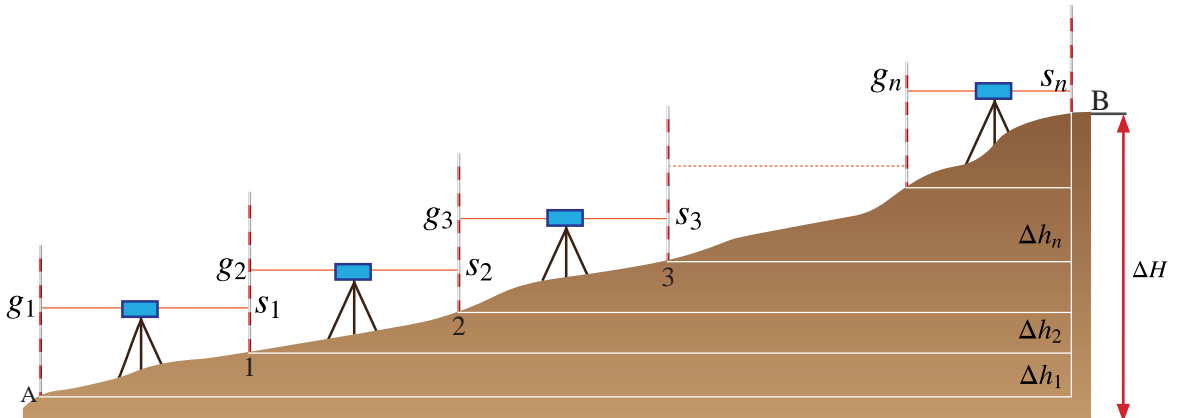


Şekil 1.17: Geometrik nivelman

Nivelmanda hedef, yeni noktaların yükseltilerini hesaplamaktır. Bu hesaplamalar açık, kapalı ve bağlı nivelman şeklinde yapılmaktadır.

🌍 Açık Nivelman

Bu hesaplamada yüksekliği daha önceden bilinen bir noktadan nivelman işlemine başlanır. Nivo aracılığıyla hat boyunca mira tutulan noktalarda ileri ve geri okumalar yapılarak noktalar arasındaki yükseklik farkları hesaplanmaktadır. Bu hesaplamaların kontrolü için ise ileri ve geri okumalardan elde edilen yükseklik ortalamalarından yararlanılmaktadır (Şekil 1.18)



Şekil 1.18: Açık nivelman

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

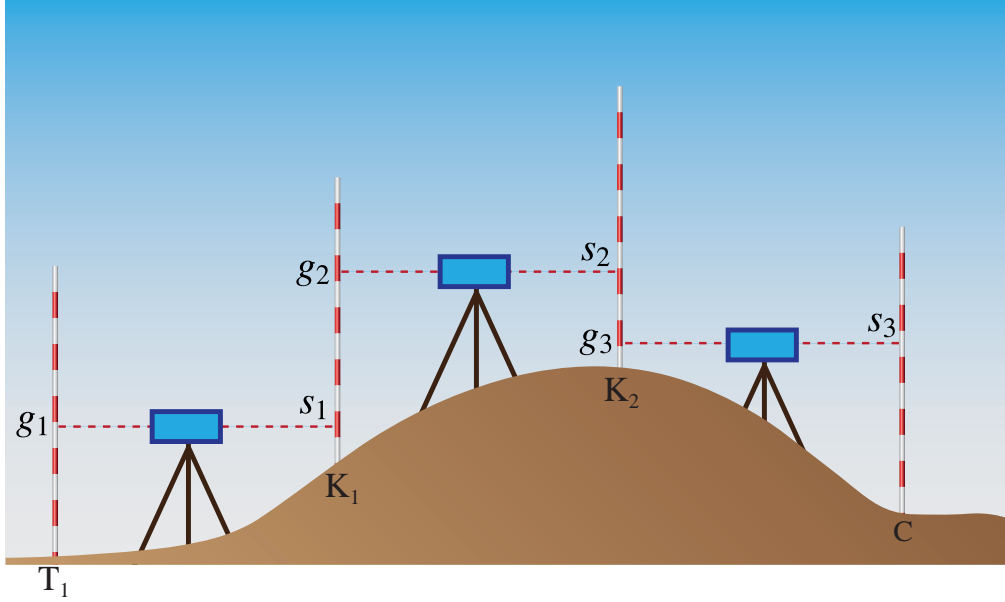
$$\Delta H_1 = g_1 - s_1 \quad H_1 = H_A + \Delta H_1$$

$$\Delta H_2 = g_2 - s_2 \quad H_2 = H_1 + \Delta H_2$$

$$H_B = H_A + \Delta H = H_A + \Sigma g - \Sigma s$$

$$\Delta H = \Sigma g - \Sigma s \quad H_N = H_{N-1} + \Delta h_n$$

Örnek



Nokta No	Mira Okumaları		ΔH (mm) (g-i)	H (m)
	Geri	İleri		
T ₁	3615	-----		184,212
K ₁	3170	705	+ 2910	186,354
K ₂	0616	1134	+ 2036	188,618
C	-----	2839	- 2223	186,935
Σ	7401	4678	2723	

Doğruluk Kontrolleri:

$$\Sigma g - \Sigma s = [\Delta H] = 7401 - 4678 = 2723 \text{ mm} = 2,723 \text{ m}$$

$$H_C - H_{S1} = [\Delta H] = 186,935 - 384,212 = 2723$$



6. ETKİNLİK

Nivelman Tablosu Hazırlıyorum

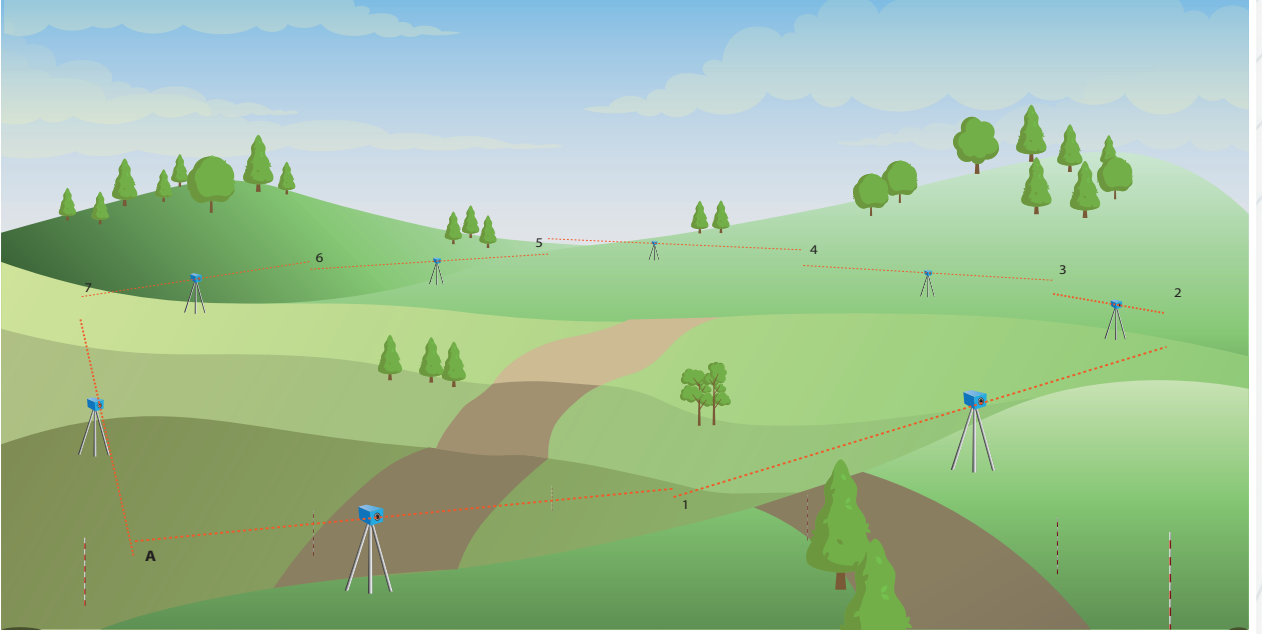
Çizimi, tablosu ve doğruluk kontrolü tamamen size ait bir açık nivelman örneği yapınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21444>

Kapalı Nivelman

Yükseklği önceden belirlenmiş bir A noktasından başlanıp yüksekliği belirlenecek noktalarda ölçümler yapılarak nivelman işleminin tekrar A noktasında tamamlandığı hesaplamaya **kapalı nivelman** adı verilir (Görsel 1.44). Ölçümler tıpkı bağlı nivelmanda olduğu gibi gidiş dönüş hesaplamaları yapılarak bulunur. Δh 'ların toplamı sıfır olmalıdır.

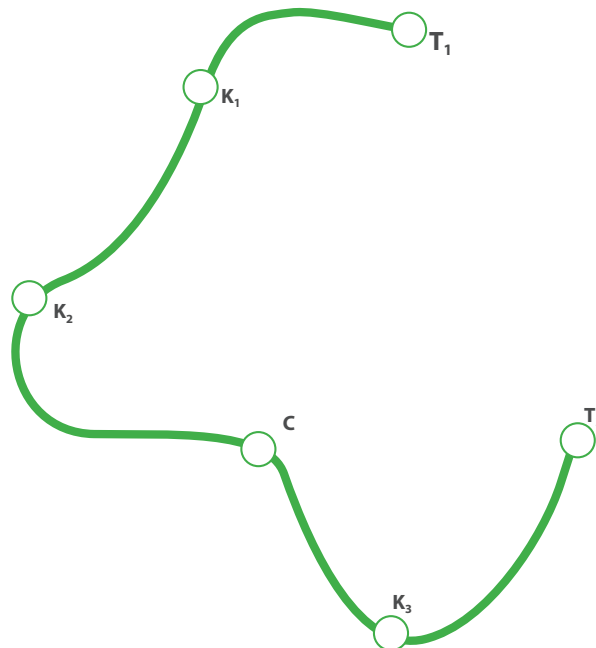


Görsel 1.44: Kapalı nivelman

Bağlı Nivelman

Bu nivelman türünde yüksekliği daha önceden belirlenmiş bir nokta ile işleme başlanıp yine yüksekliği bilinen bir nokta ile işlem sonlandırılır. Bu iki nokta arasındaki yükselti verilecek noktalar kotlandırılır. Ölçüm işlemlerinde yine gidiş dönüş hesaplamaları yapılmaktadır. Böylece hata dağıtımı yapılarak yükseklikler hesaplanır (Şekil 1.19).

Örnek



Şekil 1.19: Bağlı nivelman

1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

Verilenler

$H_{S1}=184,136$

$H_{S2}=182,114$

Ölçülenler

$L=895$ m (engebeli arazi)

Nokta No	Mira Okumaları		ΔH (mm) (g-i)	H (m)
	Geri	İleri		
T ₁	3625	-----		184,255
K ₁	3162	0,814	+ 2821 ⁻²	187,115
K ₂	0,648	1221	+ 1941 ⁻¹	188,236
C	0,916	2926	- 2278 ⁻²	185,654
K ₃	0,437	3210	- 2294 ⁻¹	183,816
T ₂		2466	- 2039 ⁻¹	182,400
Σ	8788	10637	-1849	-1855
		-1849		

Doğruluk Kontrolleri:

$$H_{S2} - H_{S1} = [\Delta H] = 182,400 - 184,255 = -1855 \text{ m}$$

$$dh = -1,855 - (-1849) \Rightarrow dh = -0,006 \text{ m}$$

$$dht = \pm 40\sqrt{0,895} = 37,841 \text{ mm}$$

$$dht = \pm 10\sqrt{5} = \pm 22,36 \text{ mm}$$

$dh < dht$ olduğundan hata sınırları içerisindedir.



7. ETKİNLİK

Nivelman Tablosu İnceliyorum

Yukarıdaki bağlı nivelman örneğini inceleyerek tablo ve çizimi olan, doğruluk kontrolleri yapılmış birkaç bağlı nivelman örneği de siz yapınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21445>



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Nivelman hata sınır formülleri

1) Toplam nivelman uzunluğuna göre nivelman kapanma hata sınırı

$$d_{ht} = \pm 20 \times \sqrt{L} \quad (\text{Engesiz arazi için}) \quad L \text{ Toplam nivelman uzunluğu (km)}$$

$$d_{ht} = \pm 40 \times \sqrt{L} \quad (\text{Engelibeli arazi için}) \quad d_{ht} \text{ hata sınırı } \pm(\text{mm})$$

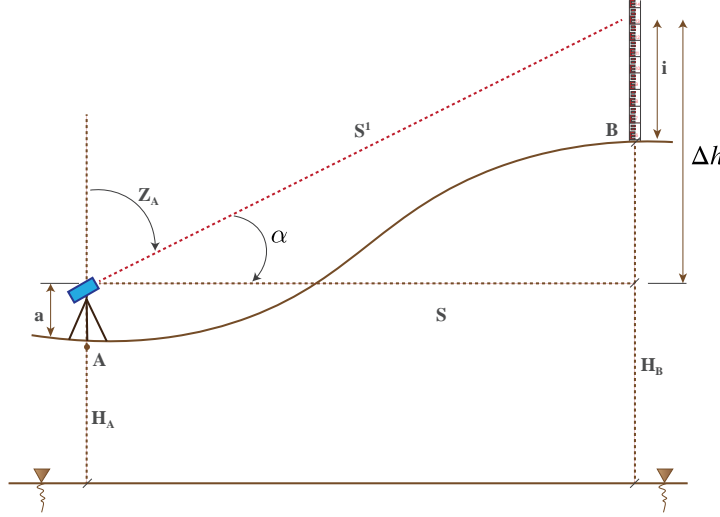
2) Alet kurma sayısına göre nivelman kapanma hata sınırı

$$d_{ht} = \pm 5 \times \sqrt{n} \quad (\text{Engesiz arazi için}) \quad n \text{ alet kurma sayısı}$$

$$d_{ht} = \pm 10 \times \sqrt{n} \quad (\text{Engelibeli arazi için}) \quad d_{ht} \text{ hata sınırı } \pm(\text{mm})$$

1.2.2.2. Trigonometrik Nivelman

Bu nivelman türünde iki nokta arasındaki yükseklik farkı, bu noktalar arasında ölçülen düşey açıdan ve ara mesafeden faydalanılarak trigonometrik olarak hesaplanır. Trigonometrik nivelman daha çok minare, kule vb. yapıların veya çok dik, engelibeli arazilerin yüksekliklerinin hesaplanmasında uygulanır (Şekil 1.20).



Şekil 1.20: Trigonometrik nivelman

Δh : Gözlem eksenini ile aletin yatay düzlemi arasındaki yükseklik farkı

H_A : A noktasının deniz seviyesinden yüksekliği

H_B : B noktasının deniz seviyesinden yüksekliği

a : Alet yüksekliği

i : İşaret yüksekliği

a_A : Eğim açısı

Z_A : A noktasının zenit açısı (Başucu açısı)

Trigonometrik nivelmanda zenit açılarına göre formüller

$$Z < 100g, (grad) \text{ ise} \quad HB = H_A + a + \Delta h - i \quad \Delta h = \delta' \cdot \sin a = \delta' \cdot \cos. Z$$

$$Z > 100g \quad HB = H_A + a - \Delta h - i \quad \Delta h = \delta \cdot \tan a = \delta \cdot \cot. Z$$

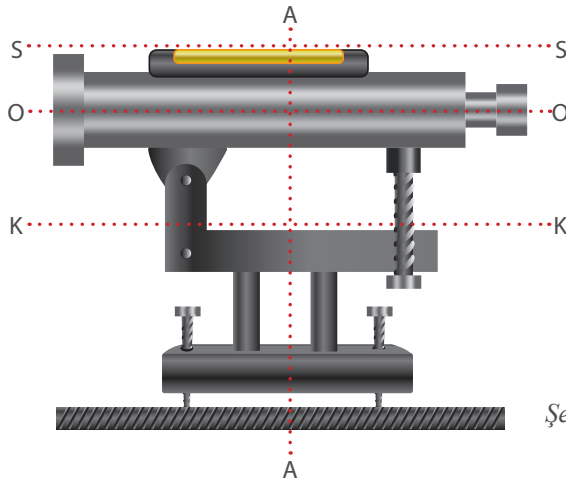
1.2.2.3. Barometrik Nivelman

Bu nivelman türünde, atmosfer basıncının yüksekliğe bağlı olarak değişmesinden faydalanılarak ölçüm yapılmaktadır. Normal atmosfer şartlarında basınç, deniz seviyesinde 760 mmHg su sütunu civarındadır. Yüksekliğe çıktıkça basınç azalır.

Barometrik nivelman, **altimetre** denilen yükseklik ölçerlerle hesaplanır. Altimetrenin direk kadranından yararlanılarak yükseklik değerleri okunur. Altimetre veya barometre ile basınç, termometreyle sıcaklık, higrometrelerle de nem ölçülmektedir.

1.2.3. NİVELMAN YAPILIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Nivelman işlemine başlamadan önce kullanılacak olan nivonun doğru bir şekilde çalışıp çalışmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Kontrolü ve düzenlemesi yapılmayan nivonun doğru sonuçlar vermesi mümkün değildir. Kontrol için ise nivonun eksen koşullarının yerinde olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kısa bir süre içerisinde yapılan bu kontrollerle yapılacak yanlış ölçmelerin önüne geçilir ve arazide meydana gelebilecek zaman kaybı da engellenir.



Nivolarda dört eksen bulunmaktadır (Şekil 1.21).

- * (A) Asal eksen
- * (O) Optik eksen
- * (S) Silindirik düzeç eksenini
- * (K) Küresel düzeç eksenini

Şekil 1.21: Nivo eksenleri

Düzeci ve dürbünü sabit fenkelajsız ve fenkelajlı nivolarda bu eksenler için aşağıdaki koşullar sağlanmış olmalıdır.

- * Optik eksen, silindir düzeç eksenine paralel olmalıdır.
- * Asal eksen, küresel düzeç eksenine dik olmalıdır.
- * Silindir düzeç eksenini, asal eksene dik olmalıdır.
- * Dürbün yatay gözleme çizgisi, asal eksene dik olmalıdır.
- * Nivelmen işlemleri için havanın bulutlu olduğu günler tercih edilmelidir. Nivelman işlemi, sabah erken saatlerde ya da akşamüstü yapılmalıdır.
- * Hava sıcaklığı ve güneş radyasyonunun etkisiyle yeryüzüne yakın hava tabakalarının titreşmesi nedeniyle 0,60 metreden aşağı mira okuması yapılmamalıdır.
- * Rüzgârlı havalarda miranın düşey konumda tutulması zorlaşır. Bu nedenle gözleme aralığı kısa olmalıdır.
- * İleri okumalardan sonra nivo yönüne döndürülmek istenen miranın yumuşak zeminde çukur açmamasına ve kaydırılıp yerinin değiştirilmemesine özen gösterilmelidir.
- * Gerektiğinde mira altlıkları kullanılmalıdır.
- * Arazinin engebeli olması veya çok yoğun bir bitki örtüsüne sahip olması, ölçüm sonucunun güvenilirliğini olumsuz etkiler. Bu nedenle ölçme işlemi, bu tarz arazilerde daha hassas yapılmalıdır.



8. ETKİNLİK

Nivelmana Dikkat Ediyorum

Sınıf arkadaşlarınızla dörder kişilik gruplar oluşturunuz. Nivelman yapılırken dikkat edilmesi gereken hususları tablo hâline getirerek sınıfın duvarlarına asınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21446>



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Engbeli bir arazide ölçüm yapmak durumunda kalsaydınız nasıl bir yöntem kullanırdınız? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız

1.3. OPTİK MESAFE

Arazide mesafenin doğrudan ölçüldüğü durumlarda bazı olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Arazinin engebeli olduğu ve çok sayıda doğrusal ölçüm gerektirdiği durumlarda ölçüm işlemi, zor ve zaman alıcıdır. Optik mesafe ölçüm teknikleri ile ölçme işlemleri daha kısa sürede yapıldığından zaman ve emek tasarrufu sağlar. Optik mesafe ölçümünde en sık kullanılan aletler, teodolit ve takometrelerdir.

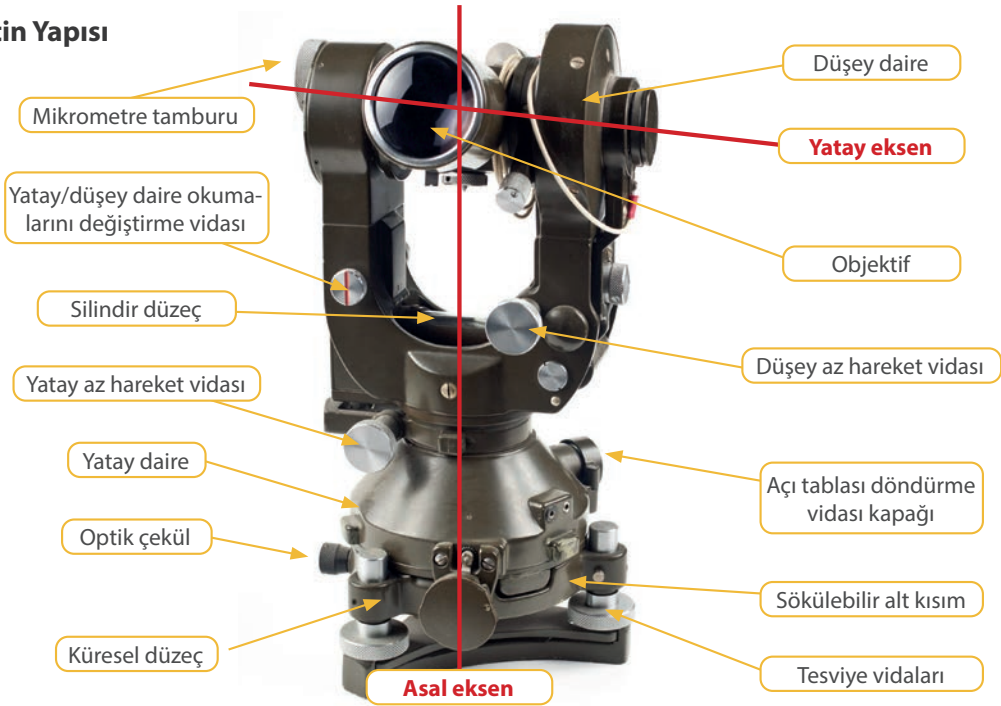
1.3.1. OPTİK MESAFE ÖLÇME ARAÇ VE GEREÇLERİ

Optik mesafe ölçümünde teodolit ve takeometreden faydalanılmaktadır.

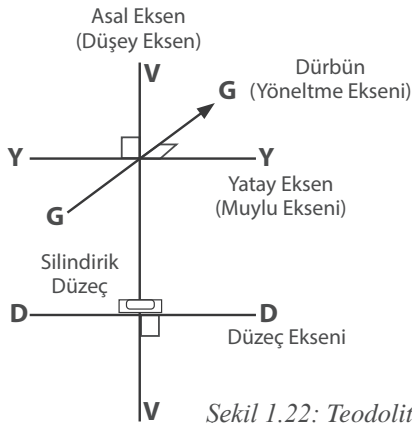
Teodolit

Yatay ve düşey açıları ölçebilen alete **teodolit** denir (Görsel 1.45). Belli başlı parçaları; dürbün, sehpa, küresel düzeç, silindirik düzeç, düşey açı bölüm dairesi ve yatay açı bölüm dairesidir.

Teodolitin Yapısı



Görsel 1.45: Klasik teodolitin yapısı



Şekil 1.22: Teodolitin eksenleri

VV (Düşey Eksen): Teodolitin kendi etrafında dönmesini sağlayan eksenidir.

DD (Düzeç Eksen): Silindirik düzece teğet olan eksenidir. Teodolitin yatay durumunu kontrol etmek için kullanılır.

YY (Yatay Eksen): Dürbünün kendi etrafında dönmesidir.

GG (Gözlem ve Dürbün Eksen): Optik merkez ile gözlem çizgilerinin birlikte kesiştiği eksenidir (Şekil 1.22).

Takeometre

Herhangi bir yerin yatay konumunu ve yüksekliğini aynı anda ölçebilen alete **takeometre** denir. Ölçümü yapılacak noktaların konum ve yüksekliklerinin aynı anda ölçülmesine **takeometrik ölçüm** denir.

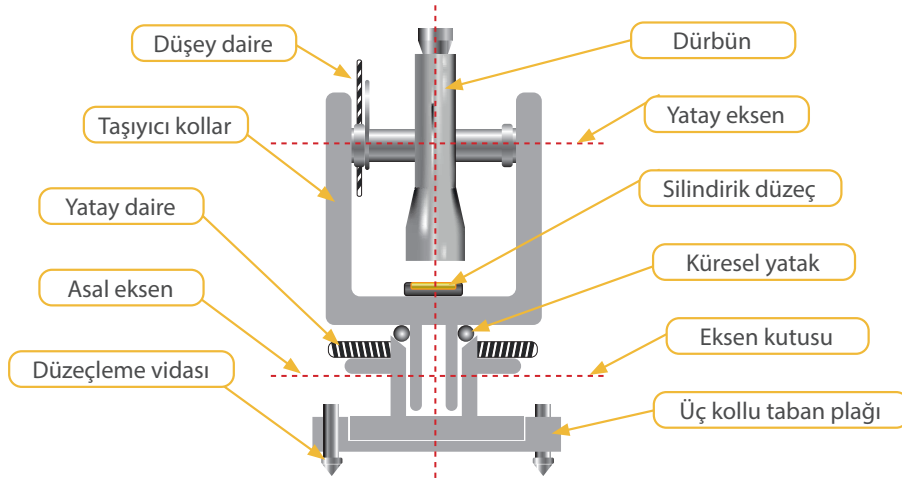
Ölçümlerde klasik ve elektronik takeometreler kullanılabilir. Klasik takeometrelerde yatay ve düşey açılar okunmakta ve mira ölçümleri yapılmaktadır. Klasik takeometre, her 100 metre için yatay uzunluk ölçümünde 2-3 dm, yükseklik ölçümünde ise 1 dm ölçüm hassasiyeti sağlar. Ölçmenin uzunluğu artıkça hata miktarı da artmaktadır.

Elektronik takeometreyle yatay ve düşey açılar okunması ve uzunluk ölçümleri otomatik yapılmaktadır. Noktaların konumlarını belirlemek için prizma veya yansıtıcı kullanılır. Elektronik takeometre, her 100 metre için yatay uzunluk ölçümünde 5 mm, yükseklik ölçümünde ise 3 mm ölçüm hassasiyeti sağlamaktadır.

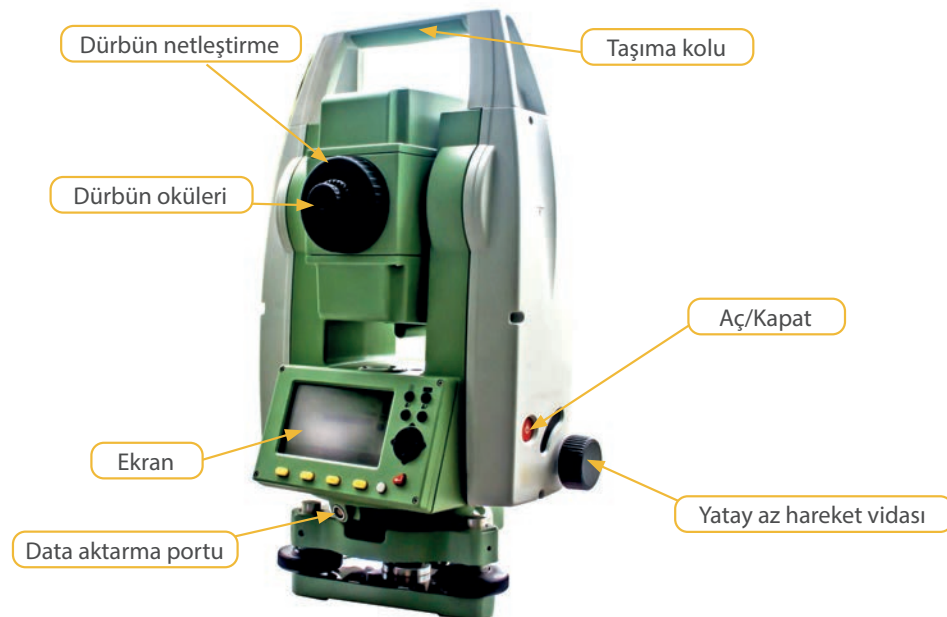
Takeometrik ölçümde amaç, koordinatı ve yüksekliği hesaplanmış poligon noktasına takeometre kullanarak ölçülecek yerin yatay konumunu kutupsal koordinat yöntemi ile düşey konumunu ise trigonometrik hesaplamayla belirlemektir. Takeometrik ölçüm; bir noktanın yatay açı ölçüsü, uzunluk ölçüsü ve yüksekliğini tespit etme işlemlerinden oluşur.

Takeometrenin Yapısı

Teodolit ile benzer parçalara ve yapılara sahiptir. Takeometrede teodolitten farklı olarak açılı ve uzunluğu daha hassas ölçebilen çizgiler (stadimetre çizgileri) bulunmaktadır (Görsel 1.46-47).



Görsel 1.46: Klasik takeometrenin yapısı



Görsel 1.47: Elektronik takeometrenin yapısı

1.3.1.1. Optik Mesafe Ölçümünde Kullanılan Araçların Ortak Özellikleri

Kabarcıklı (küresel) düzeç, dürbün, silindirik düzeç ve açı ölçme donatıları optik mesafe ölçümünde kullanılan araçların ortak parçalarıdır.

1. Kabarcıklı (Küresel) Düzeç

Ölçümlerin yatay ve düşey tutulmalarını sağlayan yardımcı parçadır (Görsel 1.48). Doğru ölçümün yapılması için küresel düzeç içerisindeki kabarcığın küçük dairenin tam ortasına gelmesi gerekmektedir. Bu ortalama işleme **kaba tesviye** denir.



Görsel 1.48: Küresel düzeç

2. Silindirik Düzeç

Silindir boru şeklindedir. Düzeğin üst kısmında milimetrik (2 mm aralıklı) bölümler vardır (Görsel 1.49). Silindirin içindeki hava kabarcığı aralıkların ortasına denk geliyorsa düzeç ayarlanmış demektir. Yapılan bu işleme **ince tesviye** denir.



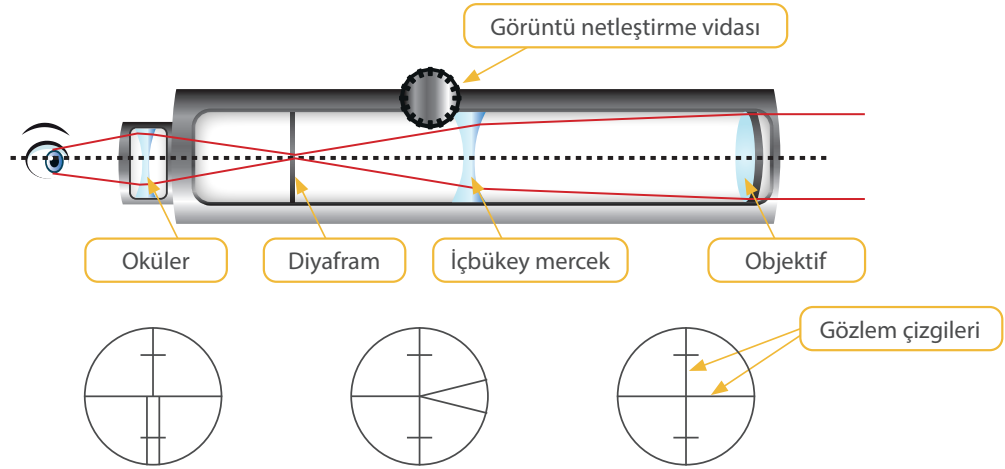
Görsel 1.49: Silindirik düzeç

3. Dürbün

Topografyada kullanılan dürbünler genellikle ters görüntü verirler. Dürbüne bakıldığında göze yakın olan kısma **oküler**, göze uzak olan kısma **objektif** denilmektedir. Oküler tarafındaki borunun içine, boru eksenine dik biçimde bir cam levha yerleştirilmiş ve bu cam levhanın üzerine birbirine dik iki çizgi çizilmiştir. Bu çizgilere **gözleme çizgileri** denilmektedir.

Dürbünü göze uydururken yapmanız gereken şey oküleri göze uydurmak ve görüntüyü netleştirerek paralaksı gidermektir (Görsel 1.50).

Paralaks: Görüntünün gözleme çizgilerine düşmemesi durumuna denir. Paralaks, görüntü netleştirme vidası ile giderilir.

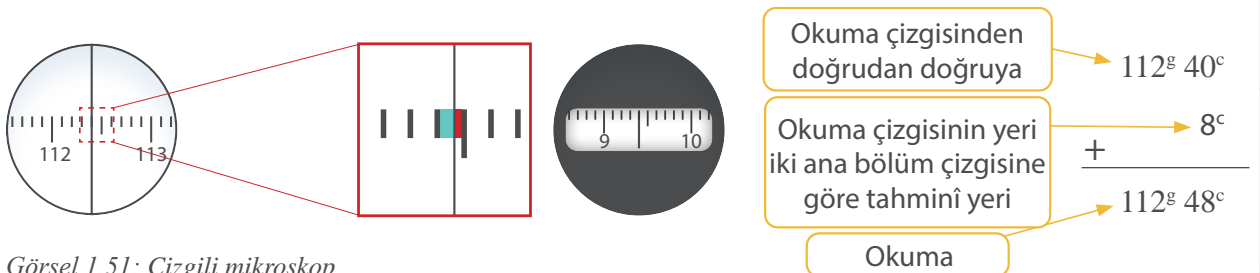


Görsel 1.50: Dürbün

4. Açı Ölçme Donatıları

Açı ölçme donatıları; çizgili, skalalı, optik mikrometrel mikroskop olarak üç başlık altında incelenir.

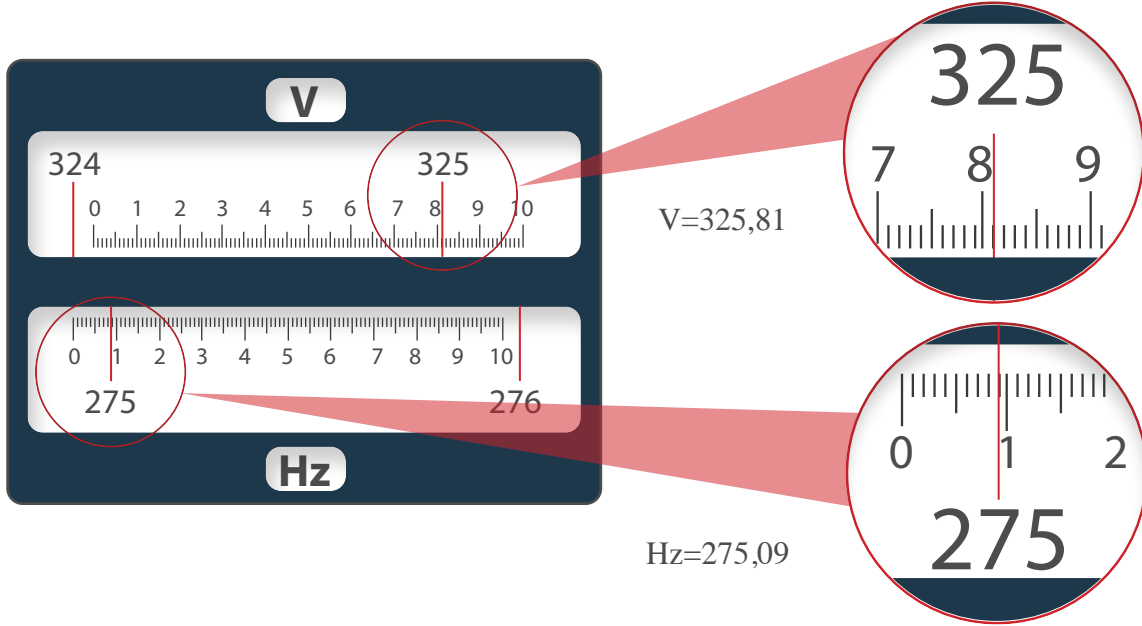
a) Çizgili Mikroskop: En kolay okunabilen açı okuma mikroskopudur. Açı penceresinden bakılarak sabit düşey çizginin bölümlendirmeyi kestiği yer okunur (Şekil 1.51).



Görsel 1.51: Çizgili mikroskop

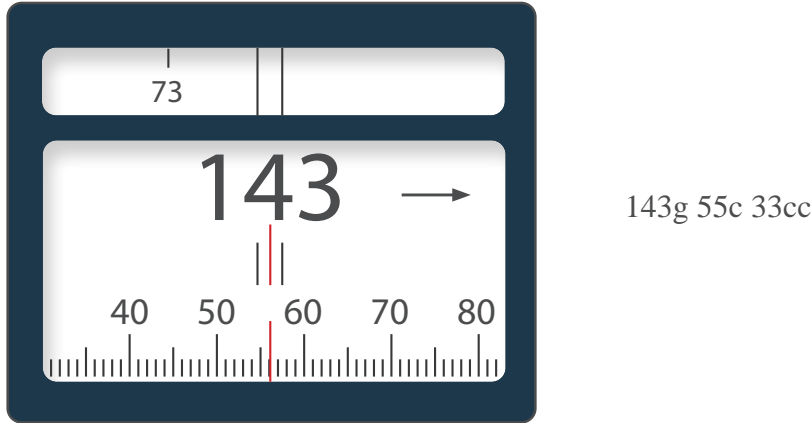
1. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜMLER

b) Skalalı Mikroskop: Açık bölüm dairesinin en küçük bölüm çizgilerine skala denir (Görsel 1.52). Açık penceresine sabit olan skala, bölüm dairesine ve açık penceresine yansıtılır. Skala, açık penceresine sabittir. İlk olarak bölüm dairesinin en küçük değeri okunur. Skalayı kesen bölüm çizgisindeki skal değeri, ilk yapılan işlemdeki değerle toplanarak açık değeri bulunur.



Görsel 1.52: Çizgili mikroskop ile düşey (V) ve yatay (Hz) açı okuması

c) Optik Mikrometrelili Mikroskop: Optik mikrometrelili mikroskopun yatay dairesinden geçen ışınlarla aynı doğrultu yönünde bir cam plaka, mikroskopun döndürülmesiyle bölüm çizgileri üzerine getirilir. Plak döndürülürken çizgiler ötelenir. Bu çizgilerin ötelenme miktarı mikrometreden okunur (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Optik mikrometre



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Optik, Mısır ve Mezopotamyalılar tarafından geliştirilen lenslerle başlamıştır. Modern optik döneminin gelişimi 20. yüzyılda hızlanmıştır.

1.3.2. ARAZİDE TAKEOMETRİK ÖLÇME İŞLERİ

Takeometrik arazi ölçümlerine; krokici, operatör, yazıcı, miracı ve yardımcı elemanlardan oluşan bir ekiple çıkılmaktadır. Kişilerin görev dağılımı şöyledir.

1. Krokici: Arazinin keşfini yapıp istasyon noktalarını belirler. Arazinin krokisini çıkararak miracıların hangi yerlerde olması gerektiğini söyler. Takeometrik ölçümlerin oluşturulmasında en önemli unsur, ölçü krokisidir. Bundan dolayı kroki çizimlerine önem verilmelidir.

2. Operatör: Takeometreyi kullanır. Açı ve mira okumalarını yaparak yazıcıya söyler.

3. Yazıcı: Operatöre yardım eder. Okunan değerleri kaydeder. Okunan mira ve açı okumalarına tekrardan bakarak kontrollerini yapar. Kıl okumalarında farklar eşit değilse operatörü uyarır. 5-10 noktada bir, krokiciyle birlikte nokta numaralarını kontrol eder.

4. Miracı: Krokicinin dediği yerlere miraları yerleştirir.

5. Yardımcılar: Alet ve araçları taşırlar. Ayrıca krokicinin vereceği görevleri yaparlar.

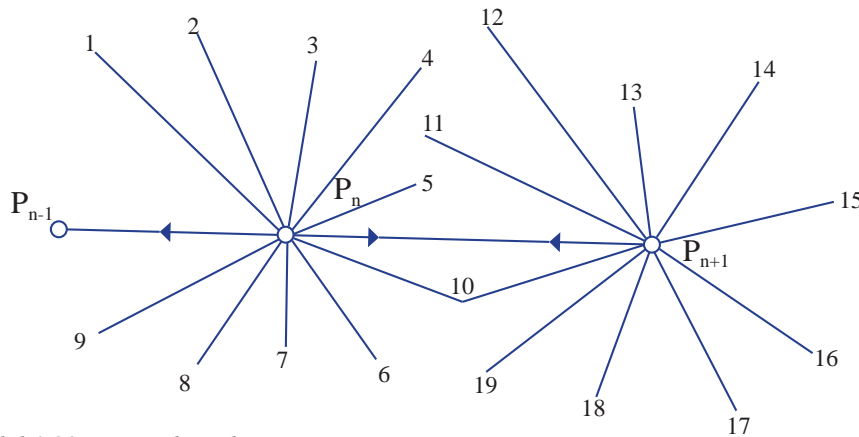
1.3.2.1. Takeometre ile Kroki Hazırlanması

1. Arazi ölçümünden önce krokisi alınacak yerin varsa haritasından yararlanılır. Haritası yoksa arazide 297 x 420 mm şeffaf norm kâğıdına kurşun kalemle ölçü sırasına göre krokisi alınacak yerin çizimi yapılır.
2. Poligon noktaları küçük bir daire ile gösterilip bunlara numara verilir.
3. Mira noktaları, detay noktası şeklinde gösterilir.
4. Su dağıtma çizgileri kırmızı renkle gösterilir.
5. Su toplama çizgileri mavi renkle gösterilir.
6. Arazide bulunan demiryolu, karayolu, tel örgü, ormanlık alan, elektrik direkleri, blok taşlar, dere yatakları, tesis vb. yerler kroki üzerinde gösterilir.
7. Yaklaşık olarak eş yükselti eğrileri (izohips) çizilir.
8. Krokinin üst köşesine kuzey oku yerleştirilir. Krokinin ölçeği yazılır.

Krokinin alt tarafında şu bilgiler yer almalıdır: yer adı, kroki numarası, tarih, poligon numaraları, takeometri defterinin numarası, ilk ve son ölçülen yerlerin detay numaraları.

1.3.2.2. Takeometri Ölçülerinin Yapılması

Takeometrik ölçüm yapılırken poligon noktaları belirlenir. Açık ve uzunluk ölçümleri yapıp ardından poligon noktaları arasındaki yükseklik farkları hesaplanmalı. Ölçümleri yapılan poligon noktası, kutup noktası olarak seçilir. Bu işlem diğer poligon noktalarına da aynı şekilde hesaplanmalıdır (Şekil 1.23).

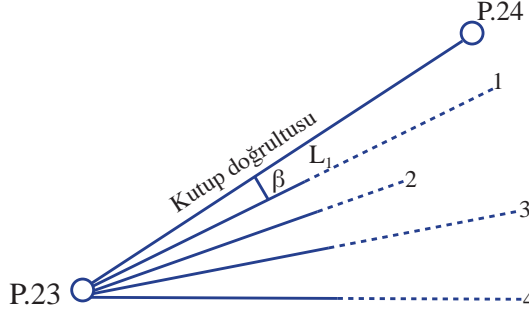


Şekil 1.23: Kutup doğrultusu

Sahadaki detay noktalarının yatay konumları belirlenir. Seçilmiş olan noktaların yatay konumları kutupsal koordinat sistemi içerisinde, düşey konumları ise trigonometrik hesaplama ile tespit edilir. Detay noktalarının yatay ve düşey konumlarını belirlemek için yatay, düşey açı okumaları ve mira okumaları yeterlidir. Böylelikle detay noktasının yatay açısı, uzunluğu (kutupsal koordinat) ve yüksekliği hesaplanır.

Klasik Takeometrelerde Ölçüm

1. Takeometre, poligon noktası üzerine kurulur ve sabitlenir. Gerekli düzeç ayarları yapılır.
2. Takeometrenin yüksekliği (cm) hesaplanır. Hesap çizelgesinde durulan noktanın altına yazılır.
3. Takeometrenin yatay bölüm dairesi sıfıra getirilip bağlanır, dürbün sola (poligon noktasına) döndürülür. Zeminde bulunan işarete veya nokta üzerinde bulunan çeküle düşey kıl uygulanır. Poligon noktasına mira yerleştirilerek üç kılda okuma yapıp düşey açı söylenir (Şekil 1.24).



Şekil 1.24: Kutup doğrultusu

4. Diğer poligon noktalarına takeometre yöneltilerek yatay ve düşey açılarda her üç kılda mira okumaları yapılır. Yatay açılarda 10 cc düşey açılarda 1 c şeklinde okumalar yapılır.
5. Yatay açı bölüm dairesinin sürüklenip sürüklenmediğini kontrol etmek amacıyla poligon kenar uzunluklarına göre uzakta olan birkaç noktaya dürbün uygulanarak yatay açı okuması yapılır. Bu uygulama yapılan noktalara **açı röper noktaları** denir. Bu yatay açı kontrolleri, her 5 ile 10 noktada bir yapılır. Açılar arasındaki fark 2 c'yi geçmemelidir.
6. Detay noktalarının alımına geçilir. Alınan bu mira noktalarının numaraları sağ tarafa büyücek şekilde seçilir. Sırası içten dışa doğru alınarak yapılmalıdır.
7. Detay noktasında düşey olarak tutulan miraya dürbün uygulanır. Düşey az hareket vidası ile üst yatay çizgi, miranın yuvarlak sayılı metre bölümüne 1 metre veya 2 metre getirilir. Ölçümlerde düşey daire düzeci bulunan aletlerde bu düzeç kabarcığının ortalanması gerekir.
8. Yatay ve düşey açı okumaları yapıldıktan sonra mira okumalarına geçilir ve mira okumaları yapılır.
9. Arazinin sadece önemli noktalarına değil uygun bölümlerine de mira tutulması gerekmektedir. Nokta yoğunluğu arazinin koşullarına göre değişmektedir. Nokta sıklığı için aşağıdaki tablo takip edilebilir.

Ölçek	Detay Noktaları Arası
1:500	5 m - 20 m arasında
1:1000	20 m - 30 m arasında

10. Arazideki bütün noktaların yatay açı, düşey açı ve mira okumaları yapılır. Sonrasında kontrol amaçlı dönüş noktası alınır. Dönüş noktasına bir sonraki numara verilebilir. Bir sonraki işlemde dönüş noktası, takeometrenin kurulu olduğu nokta ile bir sonrasında kurulacak takeometrenin noktasını birleştiren kenarın yaklaşık ortalarında ve kenarlarında 40-50 m ilerisinde bir nokta seçilir. En son olarak yatay açı, düşey açı ve mira okumaları yapılır.

Tablo 1.2: Hektar Başına Detay Nokta Sayısı

Ölçek	Hektar Başına Detay Nokta Sayısı		Maksimum Gözleme Uzaklığı
	Çok Engebeli Arazi	Az Engebeli Arazi	
1:500	100	20	100
1:1000	50	10	150
1:2000	20	5-10	200
1:5000	5	1-2	300

Elektronik Takeometrelerde Ölçüm

Son yıllarda klasik takeometreler yerine elektronik takeometreler kullanılmaktadır. Çünkü elektronik takeometrelerle doğruluğu yüksek olan açı gözlemleri ve düşük hassasiyet ölçümleri yapabilmektedir. Ayrıca elektronik takeometrelerde uzunluğu ölçebilen otomatik kayıt örnekleri bulunmaktadır. Elektronik takeometreler aşağıdaki değerleri okur ve hesaplar.

S': Eğik uzunluk

Z: Düşey açı

H: Yatay açı

S: Yatay uzaklık

X: Apsis

Y: Ordinat

Δh : Yükseklik farkı

Elektronik takeometrelerde ölçüm şu şekilde yapılmaktadır:

1. Elektronik takeometre, durulan nokta üzerine sabitlenir.
2. Ölçme modu seçilerek durulan nokta, bakılan nokta numaraları, aletin yüksekliği, basınç ve sıcaklık bilgileri takeometreye girilir.
3. Başlangıç olarak seçilen poligon noktasından başlanarak sırayla detay noktalarının yatay, düşey açıları ve eğik uzunluk açılarının ölçümü yapılır.
4. Uzunlukların elektro optik olarak ölçülebilmesi için hedef olarak detay noktalarına mira yerine prizmalar tutulmakta ve ölçümler bu prizmalarla yapılmaktadır.



SIRA SİZDE

Okulunuzun bulunduğu çevrede takeometre ile ölçüm yaparak ölçü ve hesap çizelgesi oluşturunuz.

1.3.3. AÇI BİRİMLERİ

Açıyı ölçmek için derece, grad, radyan, milyem birimleri kullanılır.

Derece: Dairenin çevresini 360'ta birini gören merkez açıya derece denir. 1° şeklinde gösterilir.

1 tam açı=360 derecedir. 360° şeklinde gösterilir.

1° (derece)=60 dakikadır. $60'$ şeklinde gösterilir.

$1'$ (dakika)=60 saniyedir. $60''$ şeklinde gösterilir.

Açının derece cinsinden yazılışı $26^\circ 45' 32''$ (26 derece 45 dakika 32 saniye) şeklindedir.

Grad: Dairenin çevresini 400'de birini gören merkez açıya grad denir. 1^g şeklinde gösterilir.

1 tam açı=400 graddir. 400^g şeklinde gösterilir.

1g (grad)= 00 grad dakikadır. 100 c şeklinde gösterilir.

1c (grad dakika)=100 grad saniyedir. 100 cc şeklinde gösterilir.

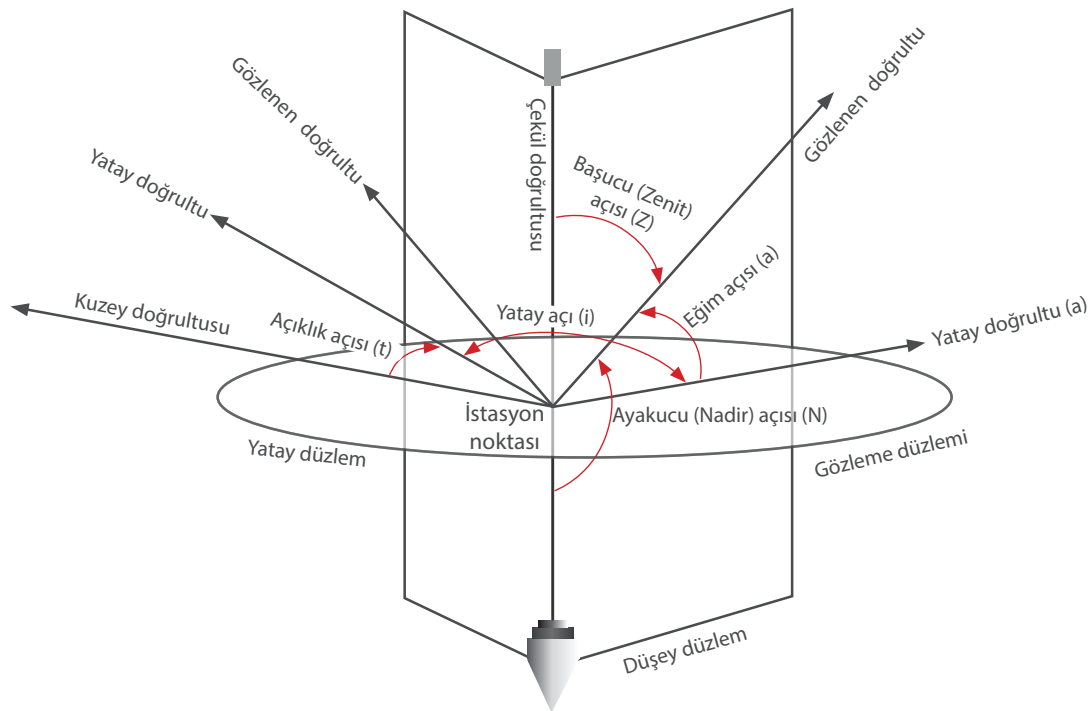
Milyem: Dairenin çevresini 6400'de birini gören merkez açıya milyem denir.

1 milyem=1 km uzaklıktaki 1 metrelik bir yaya karşılık gelir. Bu ölçüm, askerî alanda kullanılmaktadır.

Radyan: Bir dairede yarıçap uzunluğuna, eşit yay boyunu gören merkez açıya radyan denir. Harf ve sayıların üstüne çizgi çizilir veya yanına radyan yazılır. Radyan, R harfi ile gösterilir.

1.3.3.1. Açı Ölçümü

Başlangıç noktası aynı olan iki doğrultu arasındaki farka **açı** denir. Açı ölçümleri, teodolit veya takeometre ile yapılabilmektedir. Teodolit ile sadece açı ölçümleri yapılabilmekteyken takeometre ile uzunluk ve açı ölçümü yapılabilmektedir. Açı ölçümü, düşey ve dikey olarak iki şekilde yapılmaktadır (Şekil 1.25).



Şekil 1.25: Yatay ve düşey açıları

Düşey doğrultu: Yer çekimi ile aynı yöne sahip doğrultudur.

Yatay doğrultu: Yeryüzünün herhangi bir noktasındaki düşey doğrultuya dik olan doğrultudur.

Yatay düzlem: Yeryüzünün herhangi bir noktasındaki düşey doğrultuya dik olan düzlemdir.

Düşey düzlem: Yeryüzünün herhangi bir noktasındaki düşey doğrultu üzerinde bulunan düzlemdir.

Yatay açı: Düşey iki düzlem arasında kalan ve yatay bir düzlem içinde ölçülen açıdır.

Düşey açı: Düşey düzlem içinde ölçülen açıdır.

a (eğim açısı)

$$a+z=100^g$$

z (başucu açısı)

$$z+N=200^g$$

N (ayakucu açısı)

$$N-a=100^g$$

🌐 Yatay Açı Ölçümü

Yatay açılar, teodolitin 1. ve 2. durumuna göre ölçülür.

Teodolitin 1. Durumu: Ölçümün yapıldığı noktada düşey dairenin sol tarafta kalmasıdır. Açı 0-200g arasındadır.

Teodolitin 2. Durumu: Ölçümün yapıldığı noktada düşey dairenin sağ tarafta kalmasıdır. Açı 200-400g arasındadır.

Yatay açı ölçmelerinde göz önünde bulundurulması gereken noktalar şunlardır:

- Teodolitin tesviyesi yapılarak ölçüme geçilir.
- Teodolit, asal eksen etrafında saat yönünde döndürülür.
- Gözleme noktalarında uzak noktalar, düşey tutulan bir jalon ile belirtilmelidir. Yakın noktalar ise bir çekül ile belirtilmelidir.

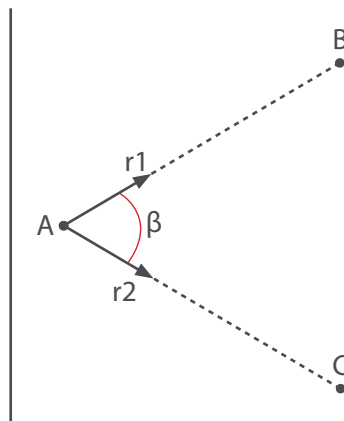
Yatay açı ölçümü; basit, iki yarım silsile ve silsile olarak üç şekilde yapılır.

1. Basit Açı Ölçümü

Basit açı ölçümü, yatay açının dürbün durumunda ölçülmesidir. Ölçüm kabaca yapılmaktadır. Fazla hassaslık isteyen ölçümlerde kullanılmamaktadır (Şekil 1.26).

Basit açı ölçümü şu şekilde yapılır:

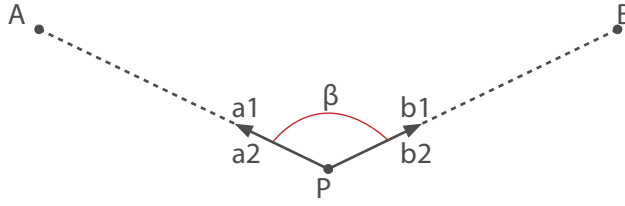
- β açısının ölçümü için alet, A noktası üzerine kurulur ve düzeçlenir.
- Alet, B noktasına döndürülerek dürbünden bakılır ve r_1 doğrultusundaki değer okunur.
- Alet, C noktasına döndürülerek dürbünden bakılır ve r_2 doğrultusundaki değer okunur.
- Açı, iki doğrultunun farkı hesaplanır. ($\beta = r_2 - r_1$)



Şekil 1.26: Basit açı ölçümü

2. Yarım İki Silsile Şeklinde Açı Ölçümü ve Hesabı

İki yarım silsile şeklindeki açı ölçümü işlemi, doğrultular arasındaki açıların iki durumda birer defa basit açı ölçümü ile yapılmasıdır (Şekil 1.27).



Şekil 1.27: Yarım iki silsile şeklinde açı ölçümü

İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü şu şekilde yapılır:

- Alet, P noktasına kurulur. A noktasına döndürülerek dürbünden a1 doğrultusundaki değer okunur.
- Alet, B noktasına döndürülerek b1 doğrultusundaki değer okunur. İki doğru arasındaki açı $\beta = b1 - a1$ 'dir.
- İkinci yarım silsileye başlamadan önce açı tablası bir miktar kaydırılıp alet, ikinci duruma getirilir ve tekrardan A noktasına döndürülerek dürbünden a2 doğrultusundaki değer okunur.
- Alet, B noktasına döndürülerek b2 doğrultusundaki değer okunur. İki doğru arasındaki açı $\beta = b2 - a2$ 'dir.
- Hesaplanan β açıları, hata sınırları arasındaysa iki açının aritmetik ortalaması alınır. Aritmetik

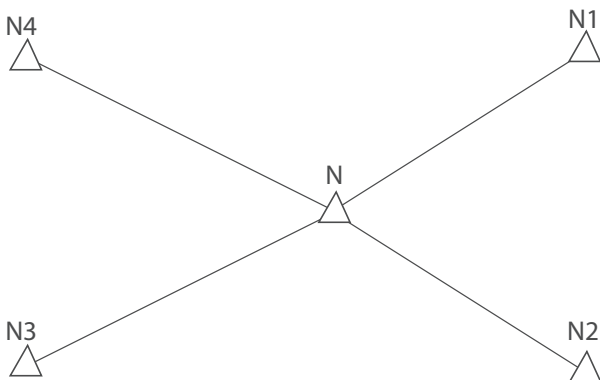
$$\text{ortalama şu şekilde hesaplanır: } \beta = \frac{(\beta_1 + \beta_2)}{2}$$

İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü hesap tablosu şu şekilde doldurulur:

- * Durulan noktaya, aletin kurulduğu noktanın numarası yazılır.
- * Bakılan noktaya, ölçmeleri yapılan noktaların numaraları yazılır.
- * Dürbünün I. durumuna, dürbünün birinci durumunda ölçülen açılar yazılır.
- * Dürbünün II. durumuna, dürbünün ikinci durumunda ölçülen açılar yazılır.
- * Sıfıra indirgenmiş I. ve II. duruma, dürbünün I. ve II. durumundaki ilk açılar birbirinden çıkarılması ile bulunan değerler yazılır.
- * Kesin açığa, sıfıra indirgenmiş I. ve II. durumdaki açılarının ortalaması alınarak bulunan açı değeri yazılır.

3. Silsile Şeklinde Açı Ölçümü ve Hesabı

Silsile şeklinde açı ölçümü şu şekilde yapılır:



Şekil 1.28: Silsile şeklinde açı ölçümü

- Alet, N noktasına kurulur. Dürbün, N1 noktasına döndürülür. Dürbün, saat yönünde döndürülerek N2, N3 ve N4 noktalarına bakılıp doğrultular okunur.
- İlk bakılan N1 noktasına kontrol amaçlı tekrar bakılarak doğrultu okunur. Bulunan değerle ilk okunan değer arasındaki fark çoksa işlem tekrarlanır.
- Dürbün, düşey eksen etrafında 200^g döndürülür. Alet ikinci duruma getirilir. Bakılan son noktaya yani N4 noktasına dürbün doğrultularak doğrultular okunur.
- Alet, bu defa saat yönünün tersine hareket ettirilerek N3, N2 ve N1 noktalarına bakılır. Doğrultular okunur (Şekil 1.28).

- e) Saat yönünde okunan doğrultular, ölçü karnesinde dürbünün I. durumuna yukarıdan aşağıya doğru yazılır.
- f) Saatin tersi yönünde okunan doğrultular, ölçü karnesinde dürbünün II. durumuna aşağıdan yukarıya doğru yazılarak silsilelik açı ölçme işlemi tamamlanmış olur. Bundan sonra hesaplamalar, tablo üzerinden yapılır.

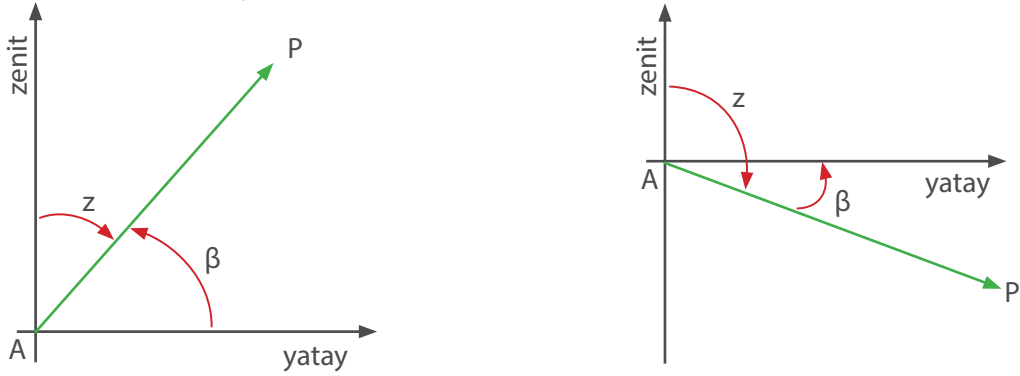
Ölçmelerde hatayı azaltmak için silsileden sonra açı tablası **200/n** kadar kaydırılarak diğer silsilelerin ölçümü yapılır.

Silsile şeklinde açı ölçümü ve hesap tablosu şu şekilde yapılır:

- * I. ve II dürbün durumunda ölçülen açılardan ilk bakılan açı değerleri ayrı ayrı çıkarılır. Hesaplanan değerler, **sıfıra indirgenmiş I. ve II. duruma** yazılır.
- * Bunların ortalaması alınıp indirilmiş ortalama bulunarak sıfıra **indirgenmiş ortalamaya** yazılır.
- * Kesin açılar, bütün silsile değerlerinden bulunan indirilmiş ortalamaların ortalamasıdır ve **silsileler ortalamasına** yazılır.

🌍 Düşey Açı Ölçümü

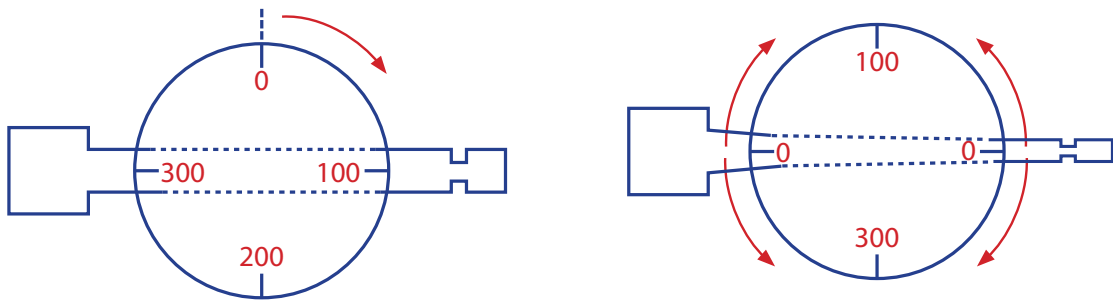
Düşey düzlem üzerinde oluşan açığa **düşey açı** denir. Teodolitlerin düşey açı ölçme düzenleri, zenit açısını ölçmeye daha uygundur. Düşey açı ölçümleri genellikle ışık kırılmalarının az olduğu öğle vaktinde yapılmalıdır. Ölçümler çoğunlukla iki silsile şeklinde yapılmaktadır. Zenit (başucu) açısı ve yükseklik açısı olmak üzere iki çeşit düşey açı vardır (Şekil 1.29).



Şekil 1.29: Düşey açılar

Şekilde görüldüğü gibi **A** noktasında durulduğunu ve bu noktadan **P** gibi bir noktaya bakıldığını düşününüz. **AP** doğrusundan geçen, düşey düzlem içerisinde bulunan ve **A**'dan geçen zenit doğrultusu ile **AP** arasında kalan açığa zenit açısı (**z**) veya **başucu açısı** denir. **AP** doğrusundan geçen, düşey düzlem içerisinde bulunan ve **A**'dan geçen yatay bir doğrultu ile **AP** arasında kalan **β** açısına **yükseklik açısı** denir.

Zenit açısına göre düşey daire, saat ibresi yönünde 0° - 400° arasında sürekli bölümlendirilmiştir. Düşey açıları, zenit açısı cinsinden ölçmektedir. Düşey dairenin bölümlendirildiği durumlarda ölçülen açı, yükseklik açısı cinsindedir (Şekil 1.30).



Şekil 1.30: Düşey açı tablasının konumu

🌍 Düşey Açı Ölçümü ve Hesabı

Düşey açı ölçümü şu şekilde yapılmaktadır:

1. Alet, nokta üzerine kurulur. Gerekli ayarlar yapılarak alet, ölçüm için hazırlanır.
2. Aletin yüksekliği ölçülür. Nokta ile aletin yatay eksenindeki yükseklik farkı ölçülür ve ölçüm tablosundaki durulan nokta, alet yüksekliği bölümüne yazılır.
3. Alet, I. durumda yüksekliği ölçülecek noktaya yöneltilir. Kıl ağı yatay çizgisi, aletin düşey az hareket vidası yardımıyla hedefe getirilir. Belirlenen nokta, düşünceler sütununa işaretlenir. Bakılan nokta ve işaret yüksekliği, II. sütuna yazılır.
4. Zenit açısı (Z1) okunur. Okunan değer, dürbünün I. durumuna yazılır.
5. Alet II. duruma alınır. Aletin dürbünü takla attırılır ve dürbün, saat yönünde ikinci duruma getirilir. Sonrasında Z2 okuması yapılır. $Z1+Z2=400^\circ$ (tablo x) olmalıdır. Okunan açı, dürbünün II. durumuna yazılır. Böylece bir ölçü silsilesi tamamlanmış olur. Düşey açılar, dürbünün iki durumunda da iki defa ölçülür. Bu işlemler her nokta için tekrar edilir (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: Düşey Açı Okuması Örneği

DN	BN	Dürbün Durumu	Okumalar	Düzeltilme	Düşey Açı
O	P ₁	I	80,1925	+11	80,1936
		II	319,8053	+11	319,8064
			399,9978	+22	400,0000

Düşey Açı Hesabı

- * Zenit açı ölçümlerinde, dürbünün I. ve II. durumlarında yapılan okumalar toplamı 400° olmalıdır.
- * Düşey açı, şu formüle göre hesaplanır : $Z=I+\frac{400-(I+II)}{2}$

Örnek

Gözlenen Nokta ve Alet Durumu	Dürbün Daire Okuması (grad)	Başucu Açısı (grad)
A I	90,127	
II	309,879	90,124
	400,006	

$$Z = I + \frac{400 - (I + II)}{2} \quad \text{formülü uygulanarak } \mathbf{Z: 90,124 \text{ grad}} \text{ olarak bulunur.}$$

Düşey Açı Ölçümünde Hassasiyet: Düşey açı ölçümlerinde noktalar arasındaki uzaklık 5 km'den az ise ışığın kırılma hatası küçüktür. Uzaklık arttıkça hata oranı artacaktır. Bundan dolayı açı ölçümünde hassasiyet artırılmalıdır. Uzak noktalardaki bu hataların azaltılması için trigonometrik nivelman yöntemi ile yükseklik ölçümü yapılmalıdır.

1.3.3.2. Alan Ölçümü

Arazide yer alan çeşitli yüzeylerin ölçümlerini yapmak için kullanılan ölçülere **alan ölçüleri** denir. Bu alan hesaplamaları üç şekilde yapılmaktadır.

1. Tahomson Yöntemi: Düzgün arazilerin ölçümünde kullanılan yöntemdir. Bağlama ve dik koordinat yöntemi olarak iki şekilde alan hesaplaması yapılır.

2. Gauss Yöntemi: Bu yöntemde koordinat sistemlerine göre alan hesabı yapılmaktadır. Yamuk ve üçgenlere göre iki şekilde alan hesaplanmaktadır.

3. Planimetre Yöntemi: Düzgün olmayan arazilerin alan ölçümünde kullanılan yöntemdir.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A- Aşağıda verilen boşlukları uygun şekilde tamamlayınız.

1. Ölçü, ölçüm aletleri ve çizim hesaplamaları biliminin incelediği konular arasında yer alır.
2. Yeryüzü düzleme aktarılırken gibi geometrik yüzeyler referans yüzey olarak kabul edilir.
3. Topografik ölçüm aletleri belirlenirken ve ölçümü yapılacak alanın büyüklüğü dikkate alınır.
4. Telifisi mümkün olan ölçme hatalara, kaba hatalar ve denir.
5. Bir ölçme işlemi sonrasında hatanın dağıtılması ve ölçümün dengelenmesi işlemine denir.
6. İki nokta arasındaki yükseklik farkı, bu noktalar arasında ölçülen düşey açıdan ve ara mesafeden faydalanılarak hesaplanmaktadır. Bu nivelman türüne nivelman denir.
7. nivelman türünde yüksekliği daha önceden belirlenmiş bir nokta ile işleme başlanıp yine yüksekliği bilinen bir nokta ile işlem sonlandırılır.
8. Genellikle 3-4 m uzunluğunda olan, metal malzeme ya da ağaçtan üretilir.
9. Yeryüzündeki noktaların yüksekliklerinin ya da noktalar arasındaki yükseklik farklarının bulunması için yapılan işlemlerin tümüne (hesap, çizim, ölçüm) adı verilir.
10. Nivelman ölçmeleri için başlangıç olarak kabul edilen yatay düzleme adı verilir.
11. Yatay ve düşey açıları ölçebilen alete denir.
12. Düşey düzlem üzerinde oluşan açığa denir.
13. Klasik takeometrelerde ölçüm, yatay açılarda..... şeklinde okuma yapılır.
14. Dairenin çevresini 400'de birini gören merkez açığa denir.
15. Klasik takeometrelerde ölçüm, yatay ve düşey açı okumaları yapıldıktan sonra okumalarına geçilir.

B- Aşağıda verilen seçeneklerden uygun olanını işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi yeryüzünün düzleme aktarılması sırasında referans yüzey olarak **alınmaz**?
A) Elips B) Küre C) Düzlem D) Geoit E) Yuvarlak
17. Aşağıda verilen bilim adamlarından hangisi **Dünya'nın şekli ile ilgili bir yorum yapmamıştır**?
A) Thales B) Pisagor C) Anaksimandros D) Newton E) Kant

18. Aşağıda verilen ülkelerin hangisinin harita çiziminde farklı bir referans yüzeyi kullanılır?

- A) Rusya B) Kanada C) Kuzey Amerika D) Çin E) Singapur

19. Aşağıdaki ölçme aletlerinden hangisi basit ölçme aletleri grubunda yer almaz?

- A) Jalon B) Nivo C) Prizma D) Çekül E) Çelik şerit metre

- I. Tesadüfi hatalar
II. Sistematik hatalar
III. Kaba hatalar

20. Yukarıdakilerden hangileri, ölçme sonucu ortaya çıkan hataların giderilmesi için ölçümlerin tekrar edilerek ortalamasının alınması yöntemidir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

21. Aşağıdakilerden hangisi bağlama yönteminin özelliklerinden biri değildir?

- A) Ölçme işleminde basit ölçme aletleri kullanılır.
B) Yüzölçümünün küçük olduğu alanlarda uygulanır.
C) Yüzölçümünün büyük olduğu alanlarda kullanılır.
D) Ölçme işleminde üçgen metodu kullanılır.
E) Ölçme işlemi kolay ve hızlıdır.

22. Aşağıdakilerden hangisi kutupsal alım yönteminin ekip elemanlarından biri değildir?

- A) Krokici B) Operatör C) Miracı D) Yazıcı E) Jaloncu

23. Aşağıdaki kavramlardan hangisi fotogrametri yöntemine ait bir kavram değildir?

- A) İHA B) Analog C) Ortofoto D) Grafik E) Planimetre

24. Ölçme bilgisi ile ilgili verilen cümlelerden hangisi doğrudur?

- A) Ölçme bilgisi yalnız mühendislik alanlarını ilgilendiren bir alandır.
B) Ölçme bilgisi 19. yy. da ortaya çıkmış bir kavramdır.
C) Ölçme bilgisi birçok teknik aletin kullanımını gerektirmektedir.
D) Ölçme bilgisi yalnız arazi uzunluk ölçümünde kullanılır.
E) Teknolojik gelişmeler ölçme bilgisine olan ihtiyacı azaltır.

25. Aşağıdakilerden hangisi ölçme hataları ile ilgili bir kavram değildir?

- A) Kaba
B) Gerçek
C) Görünen
D) Görünmeyen
E) Olası

26. Aşağıdakilerden hangisi nivelman yapılırken kullanılması gereken araç ve gereçlerden biri değildir?
- A) Mira B) Nivo C) Dürbün D) Teodolit E) Fotoğraf makinesi
27. Yüksekliği daha önceden bilinen bir noktadan hat boyunca ileri ve geri okumalar yapılmasıyla gerçekleştirilen hesaplama türüne ne ad verilir?
- A) Kapalı nivelman
B) En kesit nivelman
C) Boy kesit nivelman
D) Açık nivelman
E) Bağlı nivelman
28. Aşağıdakilerden hangisi nivonun kurulması ve işleme hazır hâle getirilmesi için yapılması gerekenlerden biri değildir?
- A) Nivo sehpaı açılıp yatay konumlandırılmalıdır.
B) Sehpa ayaklarının uzunlukları 1,5 metre olmalıdır.
C) Nivo kurulmadan önce fenklaj ayarı yapılmalıdır.
D) Dürbün, hedefe (miraya) tatbik edilip görüntü netleştirilmelidir.
E) Nivo, bağlama vidasıyla hafif sıkıştırılarak sehpaı bağlanmalıdır.
29. En kolay okunabilen açı okuma mikroskobudur. Açı penceresinden bakılarak sabit düşey çizginin bölümlendirmeyi kestiği yer okunur. Tanımı yapılan açı ölçme donatımı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Skalalı mikroskop
B) Optik mikrometreli mikroskop
C) Çizgili mikroskop
D) Dürbün
E) Silindirik düzeç
30. Arazide takeometrik ölçme işlerinde arazinin keşfini yapıp istasyon noktalarını belirler. Arazinin krokisini çıkararak miracıların hangi yerlerde olması gerektiğini söyleyen görevli kişi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Operatör B) Yazıcı C) Miracı D) Krokici E) Yardımcılar
31. Takeometre ölçü krokisinin düzenlenmesi yapılırken su dağıtım çizgileri hangi renkle gösterilir?
- A) Yeşil B) Kırmızı C) Mavi D) Beyaz E) Sarı

32. Krokinin alt tarafında bulunması gereken bilgilerin hangisi yanlış verilmiştir?

- A) Yer adı
- B) Kroki numarası
- C) Tarih
- D) Poligon numarası
- E) Ölçü aletinin model yılı

33.

- IV. Teodolit, ölçümü yapılacak noktaya kurulur.
- V. Teodolitin tesviyesi yapılarak ölçüme geçilir.
- VI. Teodolit, asal eksen etrafında saat yönünde döndürülür.
- VII. Gözleme noktalarında uzak noktalar, düşey tutulan bir jalon ile belirtilmelidir.

Yukarıda yatay açı ölçmelerinde göz önünde bulundurulması gereken noktalar ile ilgili verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

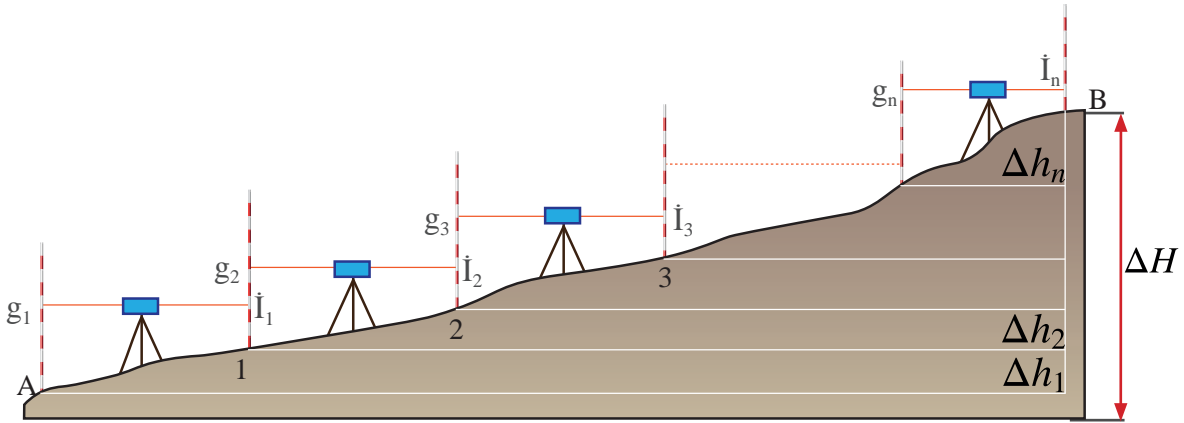
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I, II ve III
- E) I, II, III ve IV

34.

- I. Yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktanın deniz seviyesine (0 m) olan düşey uzaklığına yükseklik denir.
- II. Barometrik nivelmanda, altimetre kullanılarak ölçüm yapılır.
- III. Rüzgârlı havalarda nivelman ölçmeleri daha iyi yapılmaktadır.
- IV. Seçilmiş bir hat üzerindeki noktaların yüksekliklerini belirlemek amacıyla yapılan nivelman türüne profil (kesit) nivelman adı verilir.

Yukarıdaki numaralı cümlelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I, II ve III
- E) I, II ve IV



Yukarıda görülen nivelman türü hangisidir?

- A) Açık
- B) Kapalı
- C) Bağlı
- D) Trigonometrik
- E) Barometrik

35.

36. Nivelman hesaplamalarında birçok simge kullanılmaktadır. Aşağıdaki simge ve özelliklerinden hangisi yanlıştır?

- L
A) $\frac{L}{n}$ = Toplam nivelman uzunluğu
B) $\Delta \bar{h}$ = Toplam nivelman alanı
C) $\sum i$ = Yükseklik farkı
D) dht = Toplam ileri
E) \pm = Hata sınırı

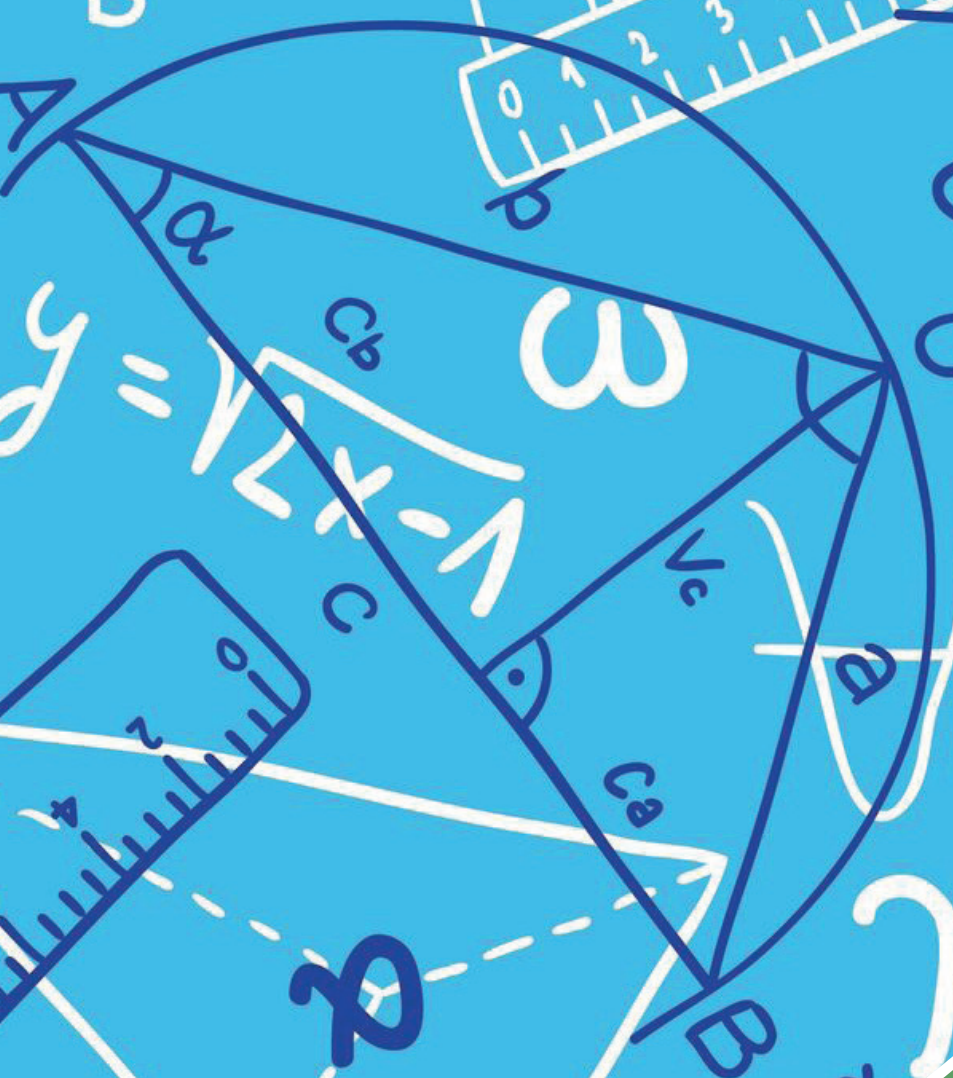
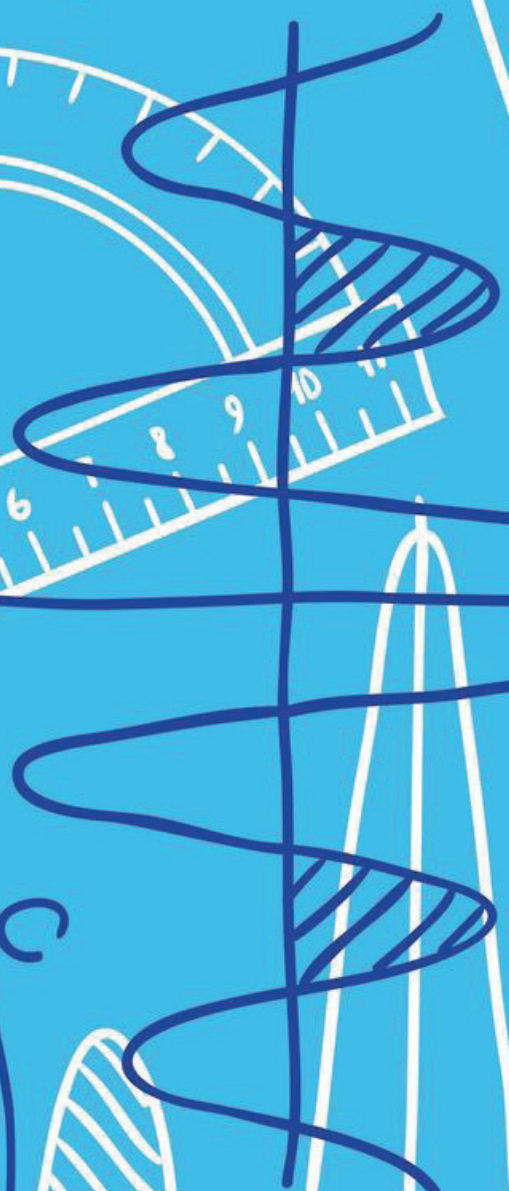
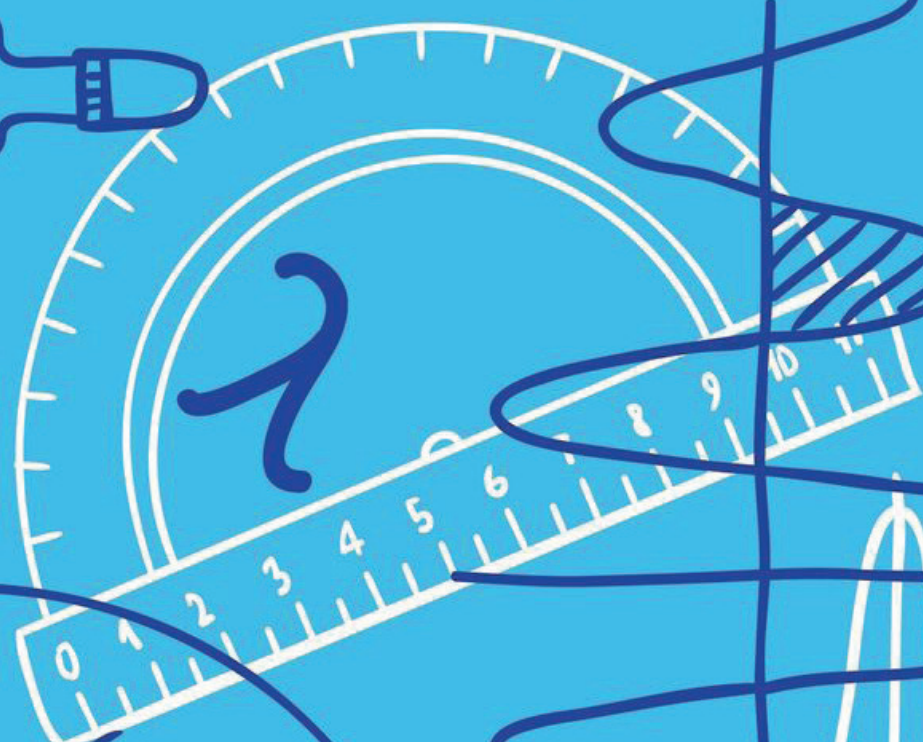
C- Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

37. Yeryüzünün tamamının veya bir bölümünün düzleme aktarılması sırasında yeryüzünün şeklinin farklı referans yüzeyleri olarak alınmasının temel nedenini belirtiniz.
38. Harita çizimlerinde jeoid yüzeyinin referans yüzey olarak alınmamasının temel nedenini belirtiniz.
39. Eratosthenes, çoğu bilim çevrelerince ölçme biliminin kurucusu olarak kabul edilmektedir. Eratosthenes'in yaptığı çalışmaları göz önünde bulundurarak bu yargıyı destekleyen bir örnek veriniz.
40. Jalonun kullanım amacını belirtiniz.
41. $10^{\circ} 5' 20''$ kaç grad eder?
42. GNSS sisteminin genel amacını belirtiniz.
43. Ölçmede meydana gelen kaba hatalara bir örnek veriniz.
44. Bir uzunluk ölçümünde ölçme işlemi 4 kez tekrar edilmiş ve aşağıda verilen ölçü değerleri elde edilmiştir.
- $L_1=120,59$ m
 $L_2=120,60$ m
 $L_3=120,57$ m
 $L_4=120,56$ m
- Kesin değeri hesaplayarak $[V]=0$ kontrolünü yapınız.
45. Topografik ölçme yöntemleri belirlenirken dikkat edilecek hususlar nelerdir? Belirtiniz.
46. Ölçme bilgisine ihtiyaç duyulan uygulama alanlarından iki tanesine örnek veriniz.
47. Takeometre nedir?
48. Silindirik düzeci açıklayınız.
49. Paralaks nedir?
50. Arazide yapılan takeometrik ölçümlerde krokicinin görevleri nelerdir?
51. Klasik takeometrelerde ölçüm nasıl yapılmaktadır? Açıklayınız.
52. Tahomson yöntemi ile planimetre yöntemi arasındaki fark nedir?



$$a + b^2$$

π



$$y = \sqrt{x^2 - 1}$$

α

$$\sin x$$

$$a \neq b$$





2. ÜNİTE

TOPOGRAFİK ÖLÇÜM, HESAPLAMALAR VE ÇİZİM

KONULAR

2.1. YERALTI ÖLÇME VE HESEPLAMALARI

2.2. AÇIK İŞLETMEDE ÖLÇME VE HESAPLAMALAR

2.3. TOPOGRAFİK ÇİZİM UYGULAMALARI



Görsel 2.1: Yeraltında ölçüm



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Madencilikte neden ölçüm yapılmaktadır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1. YERALTI ÖLÇME VE HESEPLAMALARI

Ölçme; çevremizde gördüğümüz doğal ve insan yapımı unsurların boyutları, konumları, hacimleri, ağırlıkları, uzunlukları hakkında detaylı ve gerçek bilgilerin elde edilmesi için yapılan bir işlemdir (Görsel 2.1). Bu işlemin sonucunda ölçümü yapılan objelerle ilgili grafiksel ve sayısal bilgiler elde edilir. Ölçme, jeodezik ve düzlem ölçmeleri olarak ikiye ayrılır. Yeryüzünün küresel şekli göz önüne alınmadan küçük arazi parçalarında yapılan ölçmelere **düzlem ölçme** denir. Bu ölçme tekniğinde, yatay izdüşüm düzlemi kullanılır. Yeryüzünün küreselliği göz önüne alınarak büyük arazi parçaları üzerinde yapılan ölçmelere ise **jeodezik ölçme** denir. Bu ölçmede yeryüzünün gerçek şekli göz önüne alınır. Ölçme işlemleri için temel verilerin elde edilmesinde arazi çalışmaları büyük önem taşır. Arazi çalışmaları; ölçüm aletlerinin ayarlanması ve bakımı, yatay, düşey mesafelerin ve açıların ölçülmesi, arazi kayıt defterine ölçme sonuçlarının kaydedilmesini kapsar. Ölçme işlemlerinde, özel topografya aletleri ve metotları kullanılır. Ölçme işlemleri sonucunda elde edilen bilgiler, belirli yöntem ve teknikler yardımıyla haritalara aktarılır.

2.1.1. YERALTI ÖLÇME PRENSİPLERİ

Madencilikte yeraltı işletmeciliği sırasında yapılan kazı işlemlerinin sorunsuz yürütülebilmesi için yeraltı ölçümleri yapılır. Yeraltı ölçmeleri sırasında temel amaç, yeraltı madenciliği için yapılan tüm işlemlerin belirli bir sisteme göre bir plan üzerinde göstermektir. Yeraltı madencilik çalışmalarında, yaşanması muhtemel bir göçük, çökme, patlama vb. sorunları en aza indirmek için yeraltı ölçmeleri büyük önem taşımaktadır. Yerüstü ölçmeleri için kullanılan yöntem ve hesaplamalar yeraltı madencilik çalışmaları için de kullanılmaktadır. Ancak yeraltında madencilik işletmeciliğinde çalışma ortamının yerüstü madenciliğine göre farklı olmasından dolayı yeraltı madencilik ölçmelerinde bazı özel yöntemler ve aletler kullanılır. Yeraltı ölçmelerini yerüstü ölçmelerinden ayıran başlıca özellikler şunlardır:

Karanlıkta ortamda çalışma: Yeraltında madenciliğinde çalışma ortamları aydınlatılmasına rağmen yerüstü madenciliğine göre sınırlı bir görüş mesafesine sahiptir. Bu nedenle yeraltı çalışma ortamlarında yapılan işleri kolaylaştırmak için karanlık ve loş ortamlarda ölçme yapabilen özel aletler kullanılmaktadır. Yeraltında sağlıklı bir gözlem yapılabilmesi için aydınlatmanın iyi olması gerekir. Bunun için özel lambalı çeküller veya uzun mesafelerin ölçümüne olanak sağlayacak şekilde imal edilen aydınlatma lambaları olması gerekir. Bununla birlikte ölçmede kullanılan aletlerin gözlem çizgileri ve açı okuma düzenekleri aydınlatılabilir özellikte olmalıdır.

Yeraltında basınç durumu: Yeraltında basınç, derinliğe bağlı olarak değişir. Derinlik arttıkça her 100 metrede basınç, 9 mm cıva miktarında artmaktadır. Bu özellikten dolayı yeraltında barometrik nivelman uygulanır.

Yeraltında nem durumu: Nem oranı galerilerde yüksek olduğu için yeraltında kullanılan ahşap ve madenî aletlerin çürüme ve oksitlenmeye karşı korunması gerekmektedir. Yeraltına kurulan noktalar, buldukları yerde uzun süre kalırlar. Bu durum, noktaların paslanmasına ve zarar görmesine neden olur. Bu yüzden noktalar genellikle kromlu çelikten yapılır. Ölçümlerde kullanılan diğer aletlerin paslanmasını önlemek için alet kutularının nemden korunması gerekmektedir.

Tozlu ortamda ölçüm: Yeraltı kazı işlemleri sırasında ortamda biriken tozun ölçüm aletlerine zarar vermemesi için bu aletlerin ölçüm sonrasında bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Ölçme işlemlerinin farklı ortamlarda yapılması: Yeraltında ölçme işlemleri (galeri, kuyu, bür, vs.) çalışma şartlarının zor olduğu ortamlarda yapılmaktadır. Hatalı açılan dar ve alçak galeri kuyu veya bacalarda, ölçme işlemi daha da zor bir hâle gelmektedir.

Ölçüm noktalarının tavandan alınması: Yeraltında ölçüm noktalarının kaybolmaması ve daha kolay gözlenebilmesi için genellikle tavandan alınır.

Ölçmelerin hassas yürütülme zorunluluğu: Yeraltında ölçme işlemleri, yerüstü ölçme işlemlerine göre daha fazla dikkat gerektirmektedir. Çalışma güzergâhları 3–5 m gibi kısa kenarlı ve çok dik eğimli olabildiğinden gözlemlerde ölçü hataları ve bu hataların etkileri de fazla olmaktadır.

Ölçmelerin zamanında yapılması: Çalışma ortamında işlemlerin aksamasını önlemek için ölçümlerin ve ölçümlere bağlı periyodik kontrollerin zamanında yapılarak plana işlenmesi gerekir.



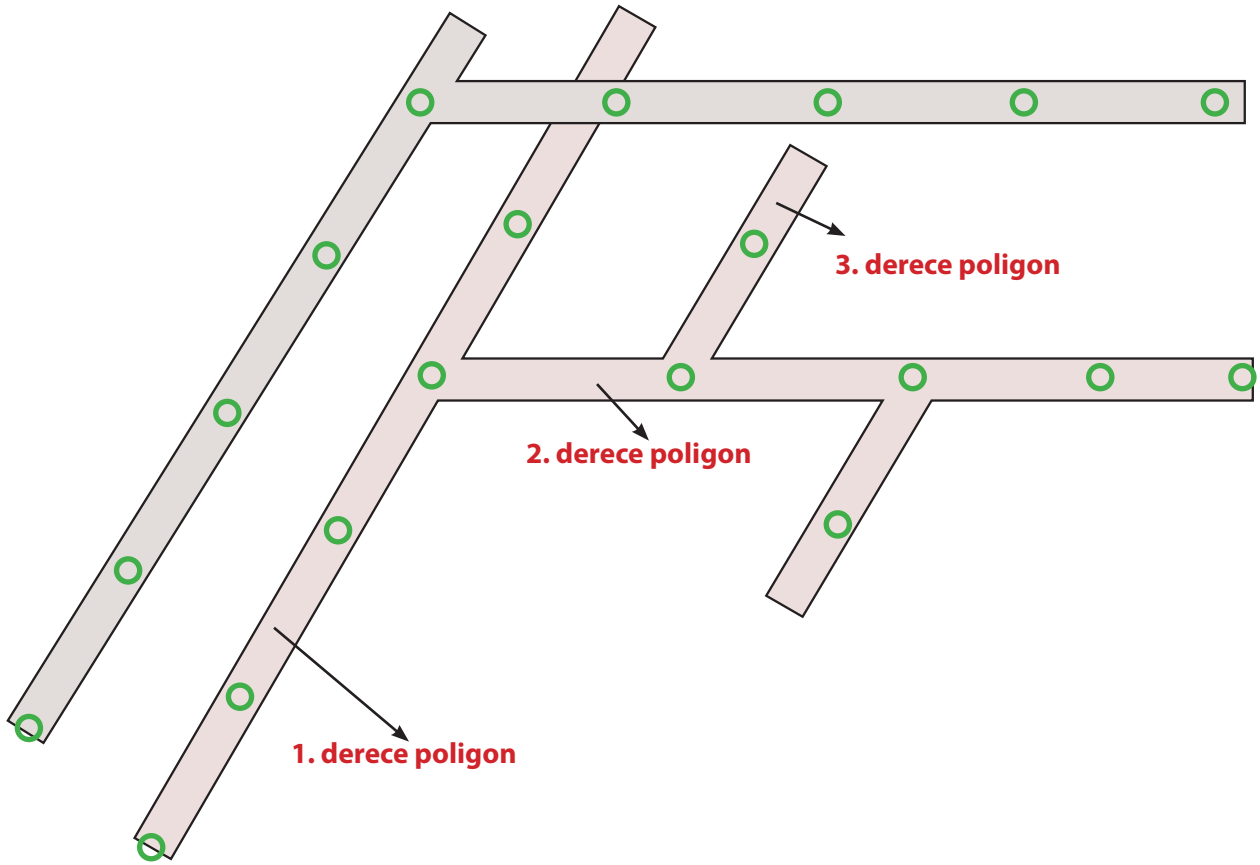
SIRA SİZDE

Yeraltı ölçümlerini etkileyen diğer faktörleri araştırarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1.2. YERALTI ÖLÇME NOKTALARININ TESPİT EDİLMESİ

Madencilikte ölçme işlemlerinde nokta, en temel unsurdur. Ölçüm noktalarının sabit bir konumda olması büyük önem taşır. Ölçme işlemlerini kolaylaştırması açısından ölçüm noktalarında yer seçimine dikkat edilmesi gerekir. Noktalar ya geçici olarak ya da işaretlendiği yerde devamlı kalacak şekilde inşa edilir. Yeraltı çalışma ortamları ile ilgili planların hazırlanmasında ve farklı amaçlara yönelik topografik ölçümlerin yapılmasında, yeraltı çalışma alanları için oluşturulan poligon ve nivelman röper noktalarından yararlanır. Yeryüzünden yerin derinliklerine doğru farklı katmanlar içinde açılan galeri ve üretim boşluklarına yön, koordinat ve kot taşınması, buralardaki kazı çalışmalarının sorunsuz bir şekilde yönlendirilmesi; poligon nokta ve geçkilerinden (güzergâh) yararlanılarak sağlanır.

Poligon noktaları, ara noktalar, kot röper noktalarının belirlenmesinde farklı işaretler kullanılır. Örneğin poligon noktaları daire, ara noktalar artı, kot röper noktaları da kare ile gösterilebilir. Bu işaretler kırmızı, siyah, beyaz vb. renkler ile boyanır. Her istasyona bir numara verilir. Noktaların numaralandırılmasında, sistematik numaralandırma ve sürekli numaralandırma yöntemlerinden yararlanır. Sistematik numaralamada katlara 1'den başlanarak numara verilir. Ayrıca her kattaki nokta yine 1'den başlanarak numaralanır. Nokta numarası yazılırken önce kat numarası, sonra kat içindeki o noktanın numarası yazılır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Poligon noktaları geçkileri

○ 413

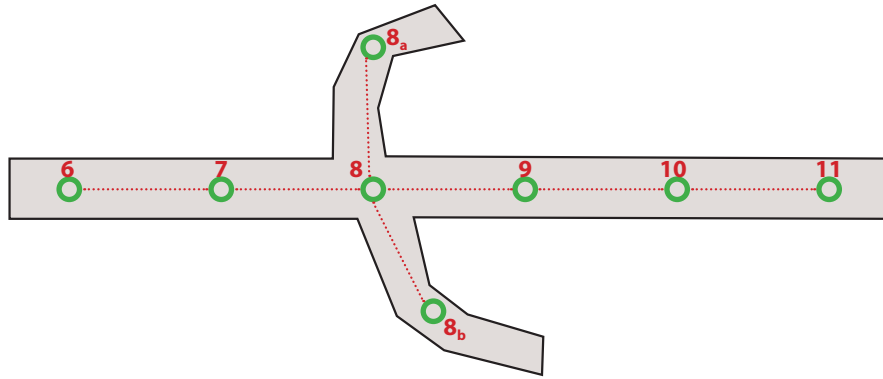
4. kat numarası

13. kattaki noktanın numarası

Sürekli numaralandırmada noktalar, katlar göz önüne alınmadan 1'den 1000'e kadar numara verilir. Ancak bu durumda noktanın yerini gösteren bir kroki defteri tutulması gerekir.

Nokta Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

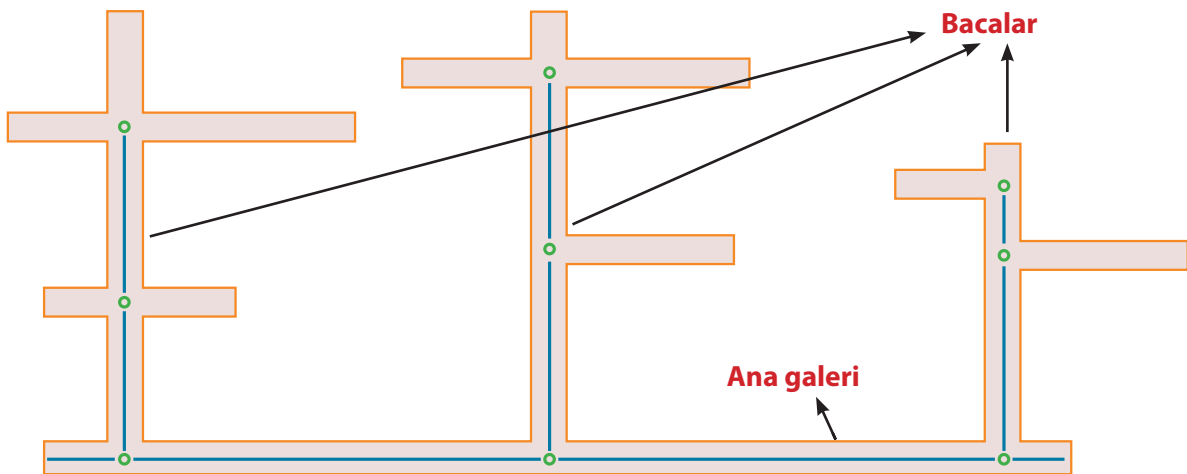
- * Noktalar, ölçüler için en uygun yerlere inşa edilmelidir. Herhangi bir çıkıntı, bel vermiş veya kırılmış bir direk veya kama; ölçüm işlemlerini engellememelidir.
- * Noktalar, kolay ulaşılabilen güzergâhlarda bulunmalıdır.
- * Noktalar için ortamdaki hareket ve titreşimlerden korunabilen, sürekli olarak sabit kalabilecekleri yerler seçilmelidir.
- * Poligon noktaları yatay doğrultuda, nivelman röperleri ise düşey doğrultuda yer değiştirmemelidir. Bir ölçme süresince yararlanılan geçici noktalar için sabitlik şartı önemli olmadığından bu gibi noktalar; tavanda, tabanda veya kolaylıkla tesis edilebilecekleri en uygun yerlerde alınabilir.
- * Galerilerin kavşak noktalarına bir poligon noktası işaretlenmelidir.
- * Galerilerin kesişme noktalarında kurulan noktaların seçim yerleri, kol galerilerinin içine doğru gözlemin kolay yapılmasına olanak sağlayacak şekilde olmalıdır.



Şekil 2.2: Kavşak noktasında istasyon noktası seçme

Şekil 2.2 ana galeri üzerindeki 8 numaralı kavşak noktasından, kol galerileri içindeki 8a ve 8b noktaları, bir engelle karşılaşmadan rahatlıkla gözlenebilmelidir.

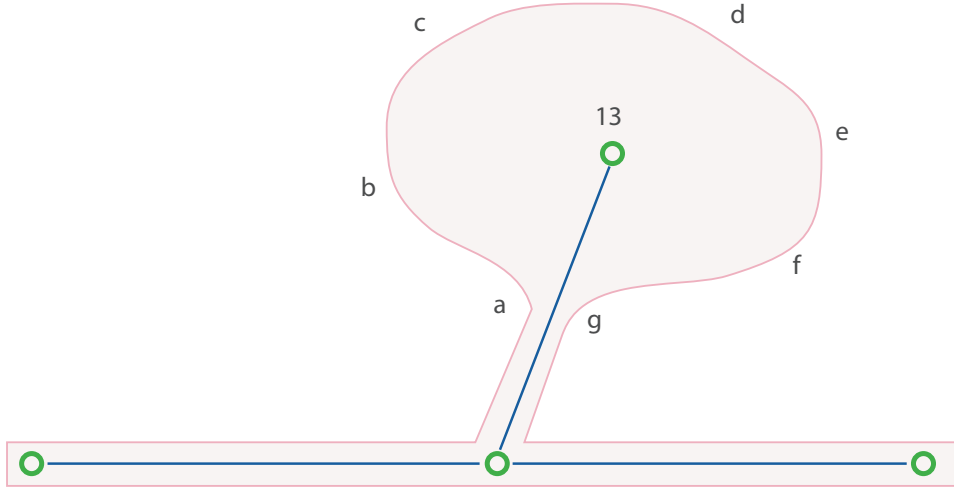
- * Noktalar arasındaki mesafe, yeterli uzunluk ve büyüklükte olmalıdır. Ölçme ve hesaplama işlerine zaman kazandırması açısından aynı doğrultuda uzayan bir galeride ara noktalar, uzun gözlemler sağlanacak şekilde olmalıdır. Bu durum damar içinde açılmış galeriler için geçerli değildir. Çünkü damarın düzgün bir doğrultu ve eğim takip etmeden kıvrımlı bir şekilde açılması, ölçüm noktalarının birbirine daha yakın olmasını gerektirmektedir.
- * Ana galerilerde poligon noktaları mümkünse bir doğrultu üzerinde olmalıdır. Bu durum yine ölçme ve hesaplama işlerinde zamandan kazandırır.



Şekil 2.3: Galerilerde ölçüm noktalarının aynı doğru üzerinde alınması

Şekil 2.3'teki gibi ana galeri üzerinde birbirinden bağımsız olarak ölçülmesi gereken birçok baca bulunduğu durumlarda, bu bacaların ve alınacak noktaların aynı doğrultu üzerinde bulunması gerekir.

- * Detay alınacak noktaların herhangi bir engelle karşılaşmadan kolaylıkla gözlenebilmesi gerekir.
- * Şekil 2.4'te 13 noktasından 13a, 13b, 13c ... detay noktaları, bir engelle karşılaşmadan kolaylıkla gözlenebilmelidir.
- * Poligon noktaları galerinin ortasına değil çalışmalarını aksatmayacak yerlere işaretlenmelidir.



Şekil 2.4: Detay ölçmede nokta yeri belirleme

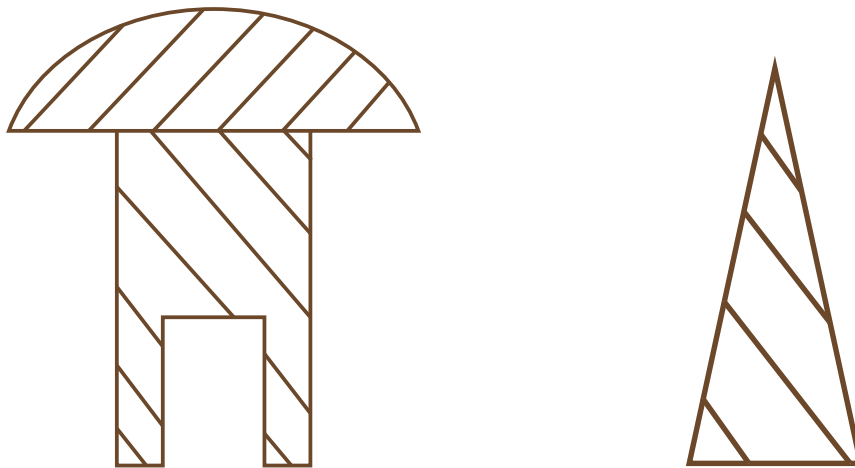
1.1.2.1. Taban ve Tavan Noktaları

🌍 Taban Noktaları

Galerilerin tabanında işaretlenen noktalara **taban noktalar** denir. Bu noktalar geçici olarak inşa edilir. Ancak gerekli durumlarda özellikle tavanın fazla yüksek olduğu yerlerde, tabanda sabit noktalar tesis edilebilir. Galerideki yoğun çalışma ortamı nedeniyle tavadan dökülen toz ve topraklarla bu noktalar kapanabilir. Bu nedenle poligon noktası, nivelman röperi gibi önemli noktalar zorunlu olmadıkça tabandan alınmaz. Sabit noktalar için taban taşına perçin çivisine uygun bir delik açılarak kama çivinin deliğe sıkıca yerleşmesi sağlanır (Şekil 2.5). Gerekli işaret, çiviye işaretlenir.

🌍 Tavan Noktaları

Poligon noktaları genellikle tavan noktası şeklinde inşa edilir. Noktaların kurulması için tavanda delik açılarak bu deliğe bir ağaç takoz yerleştirilir. Kullanılan takozlar sağlam, kuru ve fırınlanmış olmalıdır. Tavanda işaretlenen bir nokta, düşey doğrultuda kolayca yer değiştirebilir. Buna karşılık yatay yer de

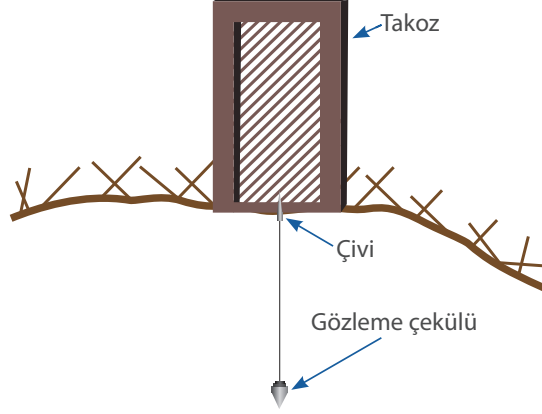


Şekil 2.5: Yarık perçin çivisi ve kaması

tirme olasılığı çok azdır. Takoz tavana çakıldıktan sonra takoza gözleme çekülü asmak için özel bir çivi çakılır (Şekil 2.6). Takozun başı, delikle aynı düzeye yerleştirilmelidir.

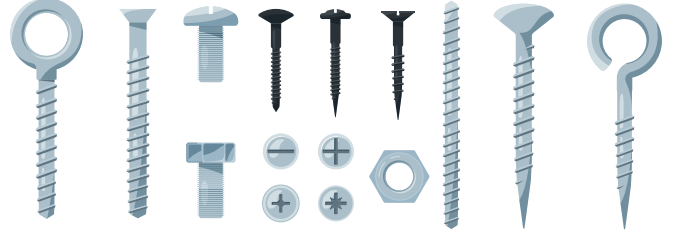
Kullanılan çiviler paslanmaya karşı dirençli olmalıdır. Büyük maden işletmelerinde bakır, bronz, çinko, pirinç, kromlu çelikten yapılmış özel çiviler kullanılır (Görsel 2.2).

🌐 Dikme Noktaları



Şekil 2.6: Tavanda sabit nokta tesisi

Bu noktalar, galerinin yan duvarına işaretlenen noktalardır. Dikme noktalarında düşey doğrultuda yer değiştirme olmayacağından nivelman röper noktaları genellikle dikme






Görsel 2.2: Tavan noktaları için çeşitli çiviler

noktası olarak belirlenerek zemine işaretlenir. Bu noktaların kurulmasında özel olarak imal edilmiş civatalar kullanılır. Civataların yan duvar zeminine çimento ile sabitlenmesi gerekmektedir.

Noktaların Numaralandırılması

Galerilerde tesis edilen noktaların yeraltı çalışma ortamında kolaylık sağlaması ve kurulan noktaların birbirleri ile karışmasının engellenmesi için düzenli ve sistematik olarak numaralandırılması gerekir. Noktalar, levhalar şeklinde numaralandırılarak birbirlerinden üç şekilde ayrılır.

- Pusula Poligonu 
- Teodolit Poligonu 
- Nivelman Röperi 

Ayrıca levhanın üzerine noktanın cinsini belirten harfler yazılır.

Nokta numaralarının verilmesinde de iki farklı düzen mevcuttur.

1. Sistemik Numaralandırma: Bu tip numaralamada, katlara 1'den başlanarak numara verilir. Nokta numarası verilirken önce kat numarası daha sonra noktanın o kattaki numarası yazılır.

Örnek T.P.

317

T.P. : Teodolit poligonu

3 : Kat numarası

17 : Kattaki nokta numarası

2. Sürekli Numaralandırma: Bu tip numaralamada katlar göz önüne alınmadan noktalara 1'den başlanarak 1000'e kadar numara verilir. Verilen numaralar, noktaların yerini gösteren kroki üzerinde işaretlenir.

2.1.3. YERALTINDA UZUNLUKLARIN ÖLÇÜLMESİ

Yeraltında madencilik işlemleri, yerüstü madenciliğine oranla daha zor şartlar altında yapılmaktadır. Çalışma ortamının zorlu olması, ölçme işlemlerini de doğrudan etkiler. Örneğin uzun ve dar tüneller, galeriler ve eğimli alanlarda yapılan ölçümlerde modern ölçüm aletlerine rağmen uzun mesafeli ölçüm yapmak her zaman mümkün olmaz. Dolayısıyla bu modern aletlerden yararlanma olanağı kısıtlıdır. Uzunluklar genellikle yatay düzlem üzerinde, galerilerin eğim durumuna göre doğrudan veya dolaylı olarak ölçülür. Çalışma ortamının durumuna göre en uygun ve hassas ölçüm yöntemi, doğrudan ölçümdür. Ancak uzunluklar, doğrudan ölçümün mümkün olmadığı durumlarda eğimli kesimler üzerinde ölçülür ve eğim dikkate alınarak yatay uzunluğa çevrilir.

2.1.3.1. Yatay Uzunluk Ölçümü

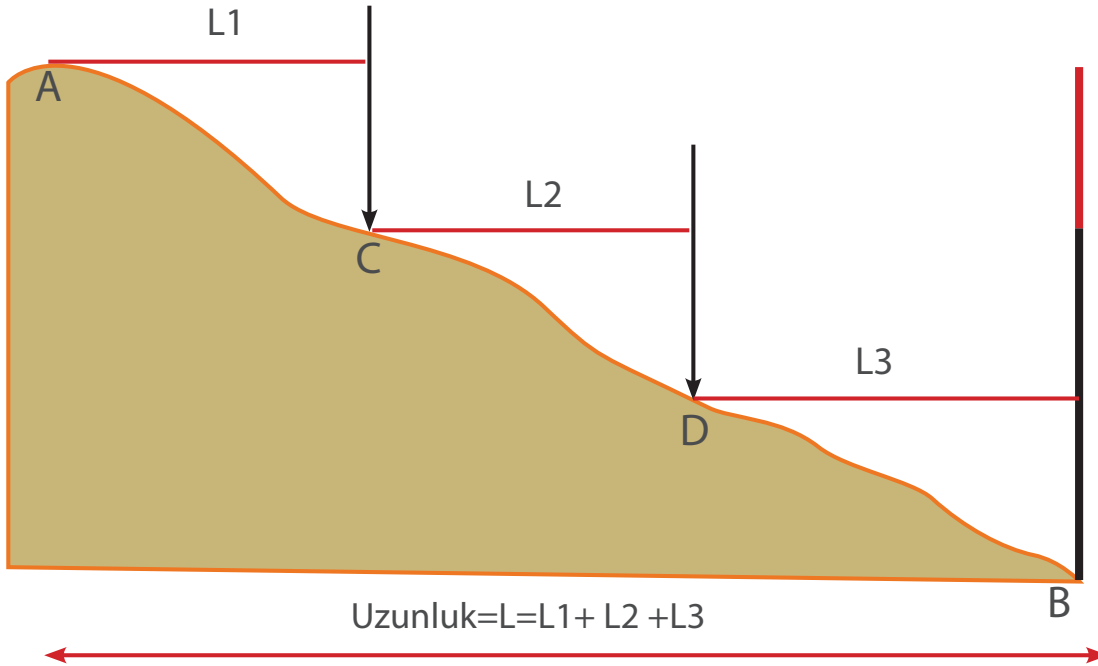
Yeraltında yatay uzunluk ölçümü (L), yerüstü ölçümlerine benzer yöntemle yapılır. Ölçüm işleminde şerit metre kullanılmaktadır. Şerit metre, P1 ve P2 poligon kenarları üzerinde yatay olarak tutulur. Her bölüm ayrı ayrı ölçülerek uzunluk elde edilir (Şekil 2.7).

Yatay uzunluk ölçümü, en sık kullanılan uzunluk ölçme yöntemidir. Yeraltında yatay uzunluk ölçümü (L), yerüstü ölçümlerine benzer yöntemle yapılır. Ölçüm işleminde şerit metre kullanılmaktadır. Ölçüm sırasında şerit metrenin yatay tutulması çok önemlidir.

Örnek

A ve B noktalarını birleştiren doğru ölçülecektir. Ölçüm için aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir.

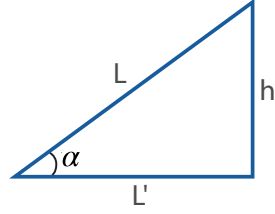
- * Ölçüm işlemine A noktasından başlanır. Çelik şerit metrenin sıfır çizgisi, A noktasında tutulur. Metre tam yatay durumda iken A noktasındaki ölçücünün vereceği doğrultuyla B yönüne doğru gerilir. Çelik şerit metrenin 20 m çizgisinden çekül sarkıtılır ve C noktası belirlenerek işaretlenir.
- * Kolay bulunabilmesi için işaretlenen noktanın yanına sayma fişi de eklenebilir. Aynı işlemler diğer noktalar için de yapılır.
- * Çekülün izdüşüm noktalarını göstermek için kullanılan sayma fişleri toplanır. Toplanan sayma fişlerinin sayısı, ölçülmüş olan tam şerit boylarının sayısını verir.



Şekil 2.7: Yeraltında yatay uzunluk ölçümü

2.1.3.2. Eğik Ölçme Yöntemi

Eğimli ve engebeli alanlarda uzunluk ölçümü yapılırken hatalar meydana gelebilir. Bu hataları en aza indirmek için uzunluk, eğik ölçülür ve yükseklik farkları dikkate alınarak yatay uzunluğa çevrilir.



$$L' = L \cos \alpha$$

$$L' = L \cos \alpha \quad \alpha = L - L'$$

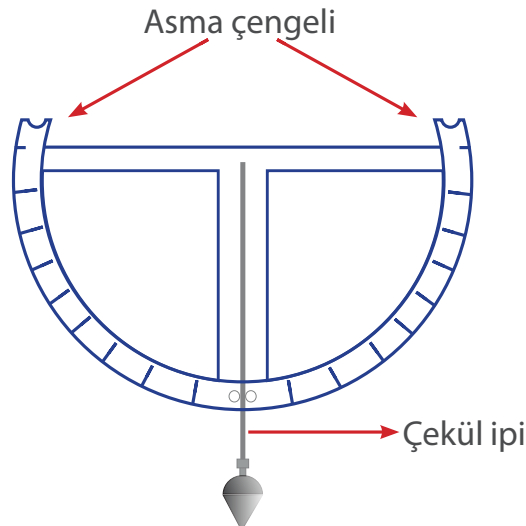
- * Yatay uzunluk ölçümünü en az hatayla yapabilmek için üç kişiye ihtiyaç vardır.
- * Ölçümü gerçekleştirecek birinci kişi, şerit metrenin sıfır ucunu tutar ve diğer ölçücüye doğrultu vererek onun tam doğru üzerinde olmasını sağlar.
- * Ölçümde görevli ikinci kişi, verilen doğrultu yönünde çelik şeridi gerer ve şeridin ucunun izdüşümünü bularak işaretler.
- * Ölçümde görevli üçüncü kişi; ölçüm noktalarına jalonlar diker, çekülle belirlenen izdüşüm noktalarını gösterir ve gerektiğinde çelik şerit metrenin yatay tutulmasını sağlar.

Yatay Uzunluk Ölçmede Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

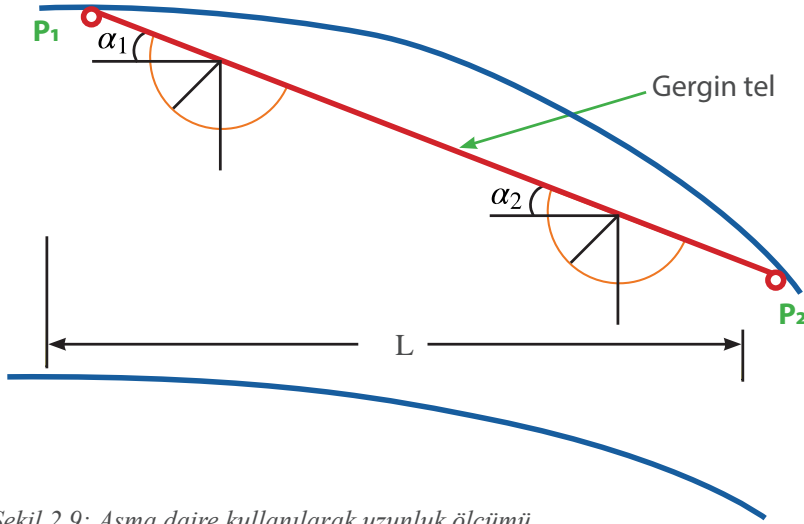
- * Şerit metre, ölçüm noktasına doğru bir şekilde konumlandırılmalıdır. Bu durum, metreyi sıfır çizgisinde tutan kişinin verdiği doğrultunun güvenilirliğine bağlıdır.
- * Ölçüm sırasında çelik şerit metrenin yeterli şekilde gerilmesi önem taşır. Bu işlem için yaklaşık 10 kg'lık bir kuvvete ihtiyaç duyulur.
- * Ölçüm sırasında çelik şerit metrenin yatay tutulması gerekir. Bu durum ölçmede görevli kişilerden birinin ölçüm noktalarına yan kenarlardan bakmasıyla sağlanır.
- * Ölçüm sırasında şerit metre, ölçümü yapacak kişinin omuz hizasını geçmemelidir.
- * Fazla eğimli yerlerde şerit metrenin boyu (5-15 metre gibi) kısa tutularak ölçüm yapılmalıdır.
- * Ölçümün yapılacağı alan, yukarıdan başlanarak aşağıya doğru ölçülmelidir.

Asma Daire ile Ölçüm

Asma daire, yeraltı çalışmalarında eğim açılarının ölçülmesinde kullanılan bir açı ölçme aletidir (Şekil 2.8-9). Asma daire ile açı ölçümünde, poligon noktaları arasına teller gerilerek eğik tel uzunlukları ölçülür. Asma dairenin iki konumunda da telin eğim açısı ölçülür ve açıların ortalaması alınır. Teller, ölçümün en az hatayla yapılabilmesi için yeterince gerilmelidir. Bunun için tel uzunlukları 10 metreyi geçmemelidir.



Şekil 2.8: Asma daire



Şekil 2.9: Asma daire kullanılarak uzunluk ölçümü

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$

ℓ - Eğik uzunluk

L- Yatay uzunluk

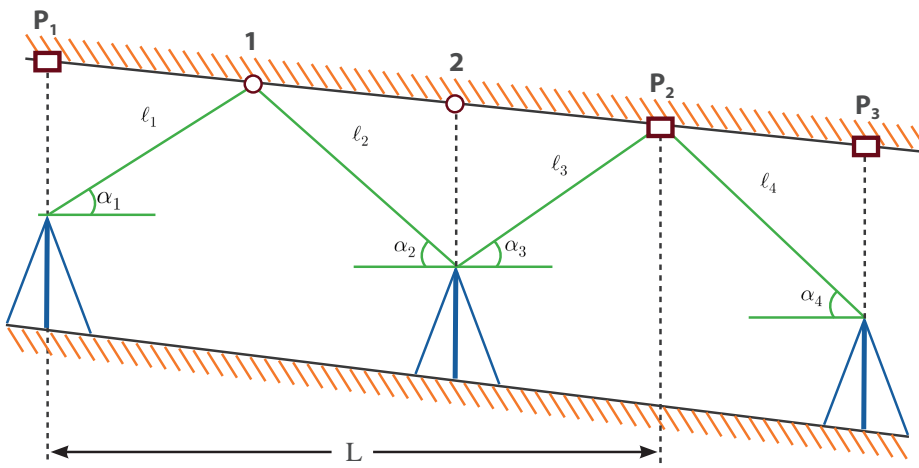
$L = \ell \times \cos \alpha$ eşitliğinden yatay uzunluk bulunur.

Teodolit ile Ölçüm

Yeraltında yatay uzunlukların ölçümü yapılırken kullanılan aletlerden biri de teodolittir. Teodolit kullanılarak eğim açıları ve eğik uzunluklar ölçülür. Bu ölçme işleminde en sık kullanılan yöntemler şunlardır:

Nokta Atlama Yöntemi

Teodolit ölçüm noktasına yöneltilerek şerit dürbünü gözlem doğrultusunda gerilir $\ell_1, \ell_2 \dots \ell_n$ ve eğik uzunluklar ölçülür. Şerit, aletin yatay eksenine ile gözlenen nokta arasında havada gerilir. Eğim açıları okunur. Ölçüm sırasında iki nokta arasındaki mesafe, şerit boyunu geçmemelidir. Uzunluğun şerit boyunu geçtiği durumlarda ölçü için ara nokta alınır. Ara noktalar işaretlendikten sonra birer nokta atlanarak teodolit kurulur. Bir önceki ve bir sonraki noktalar gözlenerek ℓ_i ve α_i değerleri ölçülür. Hataları en aza indirmek için ölçüler, gidiş dönüş olarak tekrarlanır. Teodolit, dönüş sırasında ölçümün yapılmadığı noktalara kurulur. Böylece uzunluk iki kez ölçülmüş olur (Şekil 2.10). Teodolit ölçümlerinde hatayı en aza indirmek için şeridin tam olarak gerdirilmesi ve kaymasının önlenmesi gerekmektedir. Ölçümü gerçekleştirecek kişilerin tecrübeli ve dikkatli olmaları önemlidir.



$$L_g = \ell_g \cos \alpha$$

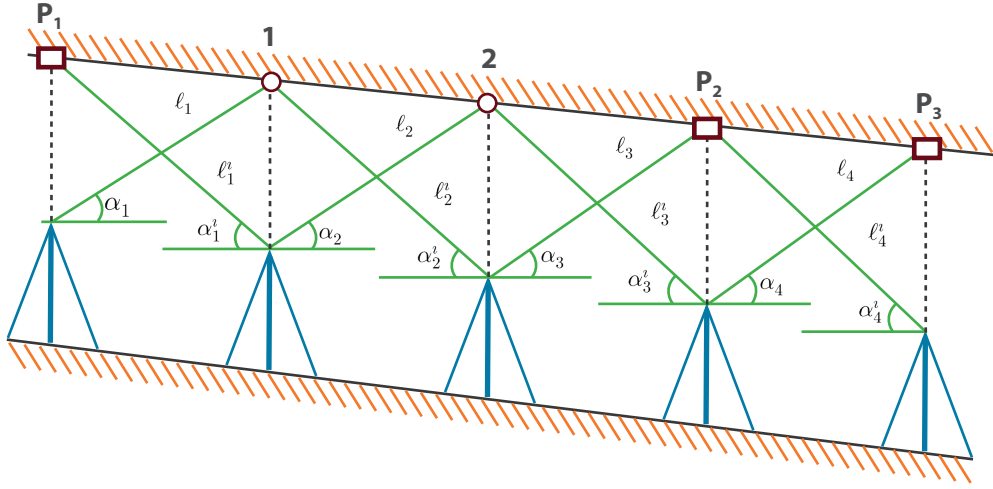
$$L_d = \ell_d \cos \alpha$$

$$L = \frac{L_g + L_d}{2}$$

Şekil 2.10: Nokta atlama yöntemi ile ölçüm

Kesişen Doğrular Yöntemi

Bu yöntemde ara noktalar işaretlenerek her noktaya teodolit kurulur. Her noktanın tel uzunlukları ve eğim açıları ölçülerek her parça için iki değer elde edilir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Kesişen doğrular yöntemi

$$L = \ell \cos \alpha$$

$$L^1 = \ell^1 \cos \alpha^1$$

$$L_{ort} = \frac{L + L^1}{2} \text{ eşitliğinden bulunur.}$$

Yeraltında uzunlukların ölçülmesinde kullanılan bu yöntemlerden kesişen doğrular yöntemi, büyük ölçüm hatalarını en aza indirdiği ve çalışma hızını artırdığı için daha fazla tercih edilmektedir.

2.1.4. YERALTINDA AÇI ÖLÇMELERİ

Açı ölçümü bir geometrik şeklin belirlenmesinde yararlanılan yöntemlerdendir. Yeraltı açı ölçme çalışmalarında kullanılmak üzere bazı araçlar geliştirilmiştir. Bu araçlar, yerüstü ölçme araçlarına göre daha küçük ve hafiftir. Yeraltı topografik ölçümlerinde kullanılan araçların seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar vardır.

- * Aletler, kullanım açısından kolay olmalıdır.
- * Aletler, hafif ve yeraltı çalışma koşullarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- * Aletlerin kullanıcıdan kaynaklanan hatalara karşı uyarı ve kontrol sistemlerine sahip olması gerekir.
- * Aletlerin kolay temin edilebilmesi ve servis imkânlarının iyi olması gerekir.

Yeraltında açıların ölçülmesi için kullanılan aletler şunlardır.

Teodolitler

Yeraltında yatay ve düşey açıların ölçülmesinde en sık kullanılan aletlerden biri teodolittir. Teodolit ile yapılan ölçmeler ile doğrultular belirlenir ve iki doğrultu arasındaki açı değeri hesaplanır. Teodolitlerde yatay düzlem, aletin yatay açı bölüm dairesinden geçen düzlemdir. Yatay açıları, noktaların yataydaki konumlarının belirlenmesinde kullanılır.

Yerüstü madencilik çalışmalarında kullanılan teodolitler, yeraltındaki çalışma koşullarına uygun olarak düzenlenmiş ve madenci teodolitler geliştirilmiştir. Yeraltında kullanılan teodolitlerin açı daireleri ve gözlem çizgilerini gösteren bölümleri aydınlatılabilir özelliklere sahiptir. Teodolitlerin üzerine kuruldukları sehpa sürgülüdür. Ölçme işleminin yapıldığı ortamın özelliğine göre teodolit sehpa kullanılmadığı durumlarda asma teodolitler de kullanılmaktadır (Görsel 2.3).

Teodolitle yapılan açı ölçümlerinin hatasız olması için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- * Teodolit sehpa başlığının düşmesinin önlenmesi ve sehpa başlığının yatay olması gerekir.
- * Sehpa başlığı üzerine yerleştirilen teodolit hareket etmemesi için sehpa sıkıca vidalanması gerekmektedir.
- * Teodolit düşey eksenini, nokta üzerine denk getirilmelidir. Bu işlem için teodolitte yer alan çekülden yararlanır.



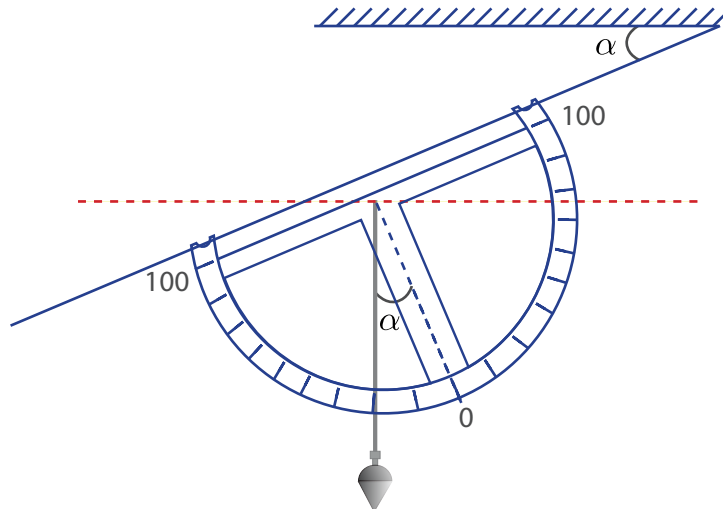
Görsel 2.3: Teodolit

Asma Daire

Yeraltı madencilik ölçüm çalışmalarında, doğruların yatayla oluşturduğu eğim açılarının ölçülmesinde asma daire kullanılmaktadır. Asma daire, tavan noktaları arasında gerilen tellerin eğim açılarının ölçülmesinde kullanılır. Asma dairenin iki ucunda asma çengelleri bulunur. Asma daire, bu çengellerin yardımı ile tele asılarak çekülün gösterdiği tel doğrultusunun eğim açısı okunur (Şekil 2.12).

Asma daire ile yapılan açı ölçümlerinin hatasız olması için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- * Ölçümün hatasız olması için iki tavan noktası arasındaki telin gergin olması gerekmektedir. Yeraltındaki nemli çalışma ortamları, ölçülen tellerin bir müddet sonra gevşemesine neden olur. Bu nedenle ölçüm yapılmadan önce teller kontrol edilerek ölçüme hazır hâle getirilmelidir.
- * Yeraltında ölçme işlemi, ölçüm aletlerine göre belirli bir sıra hâlinde yapılmalıdır. Örneğin asma daire, diğer ölçüm aletlerine göre daha hafiftir. Bu nedenle asma daireden daha ağır olan ölçüm aletleri, ölçüm tellerinde gevşemeye neden olduklarından daha sonra kullanılmalıdır.
- * Ölçüm sırasında asma daireden kaynaklanan sistematik hata varsa düzeltilmelidir.



Şekil 2.12: Asma dairesi ile açı ölçümü

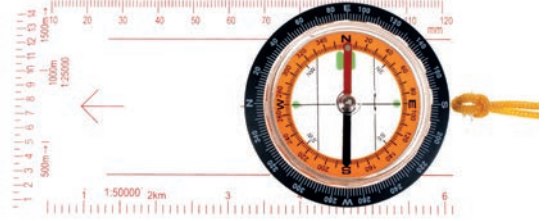
Asma Pusula

Yeraltı çalışma koşullarının zor olmasından dolayı kullanılan ölçüm araçları bu koşullara göre düzenlenir. Örneğini çok dar ve basık olan galerilerde ölçüm için sehpa kurulması zordur. Böyle durumlarda, gerili tellere asılabilen ve manyetik açıklık açısı gösteren asma pusulalar kullanılır (Görsel 2.4-5).

Asma pusula, 0g ile 400g arasında bölümlendirilmiştir. Kadranın merkezinde, serbest dönebilen bir mıknatıs iğnesi bulunur. Kadran üstündeki bölümlendirme, saat göstergesinin ters istikametinde artar. Pusula, gerili tele asılarak kullanılır. Asıldığı telin eğimi ne olursa olsun, kendiliğinden yatay duruma gelir.



Görsel 2.4: Açı ölçer



Görsel 2.5: Asma pusula

Açıların Ölçülmesi

Yeraltında ölçme işlemlerinin en az hatayla tamamlanması için tüm ölçüm işlemleri genellikle tek seferde yapılmaktadır. Ölçüm için kurulan aletin ölçüm noktasındaki poligon açısı, gözlenen noktalara olan eğik veya yatay uzaklığı, düşey açılar, ölçüm aracının tavana ve tabana; galeri yan duvarlarına olan mesafesi ile aletin kurulduğu noktadan ölçülebilecek detay noktaları aynı anda ölçülmektedir. Ölçüm işlemlerinden elde edilen bilgiler, ölçüm defterine yazılır ve ölçüm alanlarını gösteren krokiler üzerinde gösterilir. Açılı ölçümlerinde en sık kullanılan yöntemler şunlardır.

- Sehpa Metodu (Tepe açılarının ölçülmesi)
- Açıklık Açısı (Azimut) Metodu
- Topografya Açısı Metodu
- Yan Yardımcı Dürbünler ile Açılı Ölçülmesi
- Üst Yardımcı Dürbünler ile Açılı Ölçülmesi

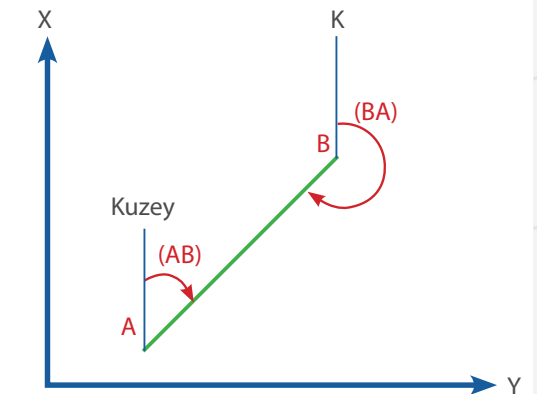
Sehpa Yöntemi (Tepe Açılı Ölçülmesi)

Yeraltı açı ölçümlerinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Yüksek tavanlı galerilerde ölçümün daha kolay yapılmasını kolaylaştırır. Ölçüm aletinin kurulması ve ölçüme hazır hâle getirilmesi açısından zaman tasarrufu sağlar. Ölçüm sonrası okumaların yapılmasında tek operatör yeterlidir. Ölçüm sırasında yapılan hatalar (düşey açı, mesafe, alet ve nokta yüksekliği vb.) varsa bunun kontrolü, ölçüm aracının bir sonraki noktaya taşınması sırasında sağlanabilir. Yeraltı ölçmelerinde özellikle anayol galerileri için en uygun yöntemdir. Bu avantajlarının yanı sıra kullanılan malzemenin pahalı olması ve ölçme sonrası hesaplama işlemlerinin nispeten fazla olması gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır.

Açıklık Açısı (Azimut/Semt) Yöntemi

Dik koordinat sisteminde herhangi bir doğrunun +X ekseninden başlayarak saat ibresinin hareketi yönünde oluşturduğu açıya, o doğrunun **açıklık (semt) açısı** ya da kısaca **açıklığı (semti)** denilir (Şekil 2.13).

Şekilde A ve B noktalarından X eksenine paralel diklerden A-B noktaları arasındaki doğruya inen açı, azimut (semt) açısını verir ve (AB) şeklinde gösterilir. Azimut açısı, ΔY ve ΔX 'in işaretlerine bağlı olarak belirlenir. Uygulanması hızlı ve basit bir yöntemdir ayrıca fazla hassasiyet gerektirmeyen ölçmeler için uygulanır. Ölçüm için kullanılan aracın düzenli olması gerekmektedir. Bu yöntemde ölçme, hesaplama ve çizim işleri basittir.

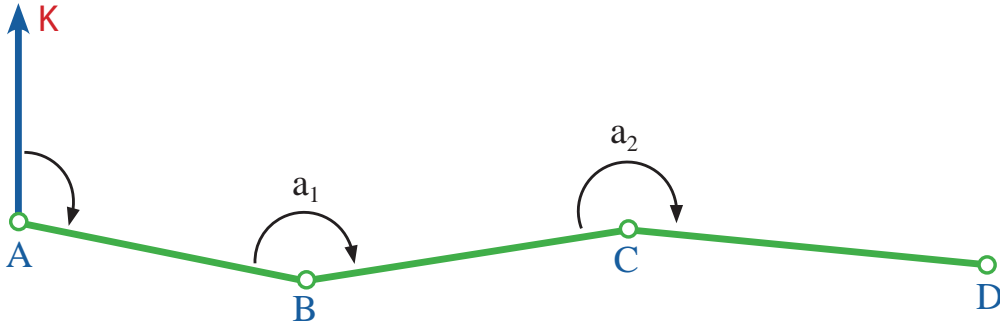


Şekil 2.13: Azimut (semt) açısı

Topografya Açısı Yöntemi

Topografya açısı yönteminde, doğrultular arasındaki açılar $\alpha_1, \alpha_2 \dots$ ölçülerek ilk azimut açısına göre bir sonraki azimut hesaplanır. Hassasiyet gerektiren ölçmelerde bu yöntem kullanılmaktadır (Şekil 2.14). Aşağıdaki şekle göre ilk doğrultunun azimutu biliniyorsa ikinci doğrultunun azimutu şöyle hesaplanır:

$$\vec{AzBC} = \vec{AzAB} + a_1 \mp 200^g$$



Şekil 2.14: Topografya açısı metodu

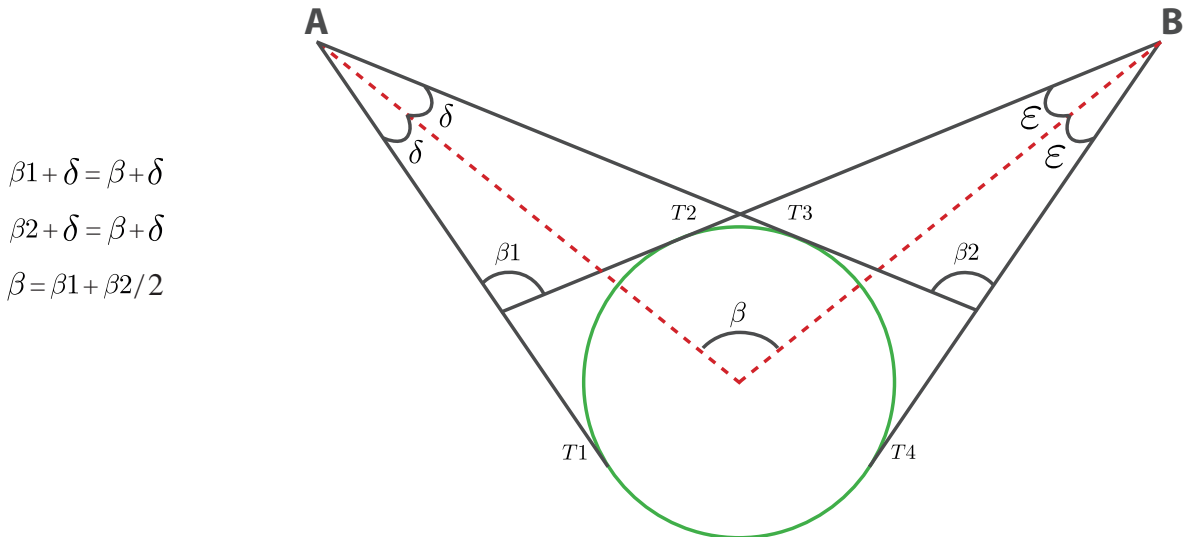
Bu yöntemde ölçüm genellikle tekrarlanarak yapılır. Okuma hataları, ölçüm dürbününden yapılan ikinci ölçümde azaltılmış olur. Tekrarlanan ölçümler sayesinde özellikle dik eğimli yerlerde ölçme aracından kaynaklanan sistematik hatalar azaltılır. Ölçüm ve hesaplama yükünün fazla olması, bu yöntemin olumsuz yönlerinden biridir (Şekil 2.15).

Yardımcı Dürbünler ile Açıların Ölçülmesi

Yeraltı ölçüm çalışmaları sırasında özellikle eğimin fazla olduğu yerlerde açı ölçümleri için bazı farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan biri yardımcı dürbünlerle açı ölçmedir. Eğimli kuyularda ölçümlerin en az hatayla yapılması için teodolite monte edilen yardımcı dürbünlere ihtiyaç duyulur. Yardımcı dürbünün ana dürbüne uzaklığı, yatay daire çapının 1.5 katıdır. Yardımcı dürbün teodolite monte edilirken ana dürbün ile gözlem eksenlerinin paralel olmasına dikkat edilmelidir.

Yan Yardımcı Dürbünler ile Açıların Ölçülmesi

Düşey açılar doğrudan ölçülmesinde yan yardımcı dürbün kullanılmaktadır. Ancak yan yardımcı dürbünle ölçülen yatay açılar, merkez açığa dönüştürülür. Aşağıda verilen örnekte teodolitinin birinci durumunda yan dürbün, ana dürbünün sağında; ikinci durumunda ise solundadır. Yan yardımcı dürbünle teodolitinin birinci ve ikinci durumda β_1 ve β_2 açıları ölçülür.



$$\beta_1 + \delta = \beta + \delta$$

$$\beta_2 + \delta = \beta + \delta$$

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 / 2$$

Şekil 2.15: Teodolitinin her iki durumunda ölçüm yapılması

Üst Yardımcı Dürbünler ile Açıların Ölçülmesi

Ana dürbün kullanılan yatay açıların ölçülmesi, üst yardımcı dürbün kullanılarak da yapılmaktadır. Açı ölçümü sırasında yardımcı dürbün yukarıda olmalıdır. Teodolitin ikinci duruma getirildiği sırada üst dürbün, ana dürbünün altına getirilerek ölçüm yapılır. Böyle durumlarda yardımcı dürbünde görüş açısı sınırlıdır. Yatay açıların her iki durumda da ölçülmesi gerektiğinde üst yardımcı dürbün kullanılmamaktadır. Üst yardımcı dürbün ile yapılan düşey açı ölçümleri dış merkez olduğundan ana dürbün, gözlem eksenine dönüştürülmelidir (Şekil 2.16).

Buna göre:

α^1 = Üst yardımcı dürbün ile ölçülen eğim açısı

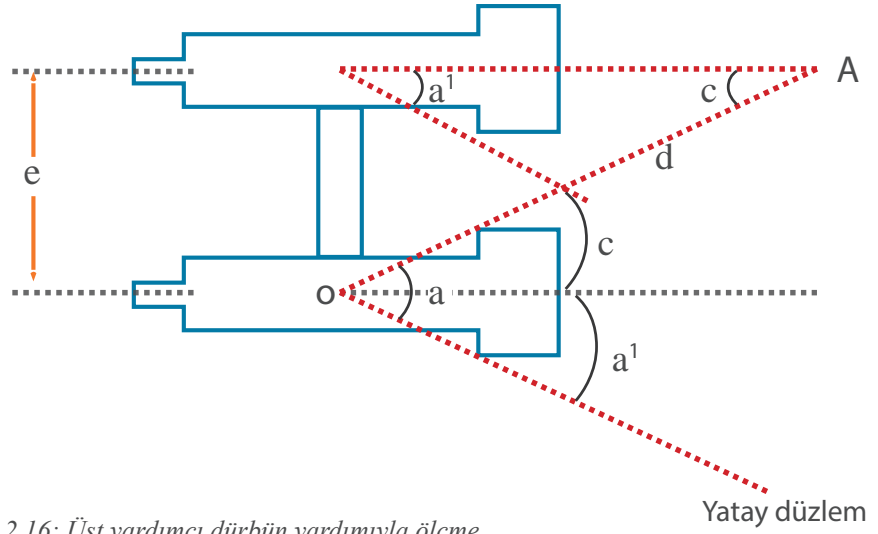
α = Ana dürbünle ölçülen eğim açısı

e = Ana ve yardımcı dürbün arasındaki mesafe

$$\alpha = \alpha^1 + C$$

$$\sin c = \frac{e}{d}$$

$$C = \frac{e}{d} X \rho$$



Şekil 2.16: Üst yardımcı dürbün yardımıyla ölçme



SIRA SİZDE

Üst dürbün ile yapılan ölçümde, düşey açı değeri $\alpha^1=6\text{grad} \times 1620$ olarak bulunmuştur. $e=18,00\text{ cm}$, $d=12,40\text{ m}$ olduğuna göre ana dürbün ile ölçülmesi gereken düşey açı değerini hesaplayınız.



1. ETKİNLİK

Ölçüm Yapıyorum

İki gruba ayrılarak okul sınırları içinde (bahçe, koridor, merdiven) oluşturabileceğiniz uygun bir çalışma alanı (galeri) belirleyiniz. Belirlediğiniz alanın açısını ölçmek için açı ölçme yöntemlerinden ve açı ölçümünde kullanacağınız araçlardan yararlanarak ölçme işlemini gerçekleştiriniz. Uygulama sırasında ve sonrasında yaşananları ve uygulamanın size kazandırdıklarını arkadaşlarınızla paylaşınız.



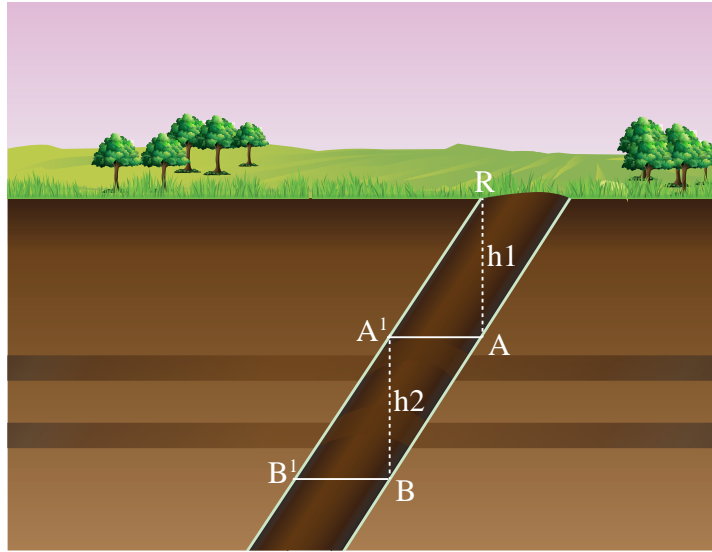
<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21447>

2.1.5. YERALTINDA KUYU DERİNLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Yeraltı madencilik çalışmalarında kuyular açılırken ve açıldıktan sonra birtakım ölçüm çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

2.1.5.1. Eğik Kuyularda Derinliklerin Ölçülmesi

Kuyu girişlerinde sabit noktalar belirlendikten sonra bu noktaların kolay bulunabilmesini sağlayan merkez noktalardan (R-röper) başlanarak çelik şerit metre yardımıyla kuyu kenarlarında karşılıklı olarak yatay doğrultuda ölçüm noktaları işaretlenir. Şerit metre veya asma daire kullanılarak yapılan ölçümlerde kuyu ağzında belirlenen röper noktası merkez alınarak ilk ölçüm noktası (A noktası) işaretlenir ve R-A arası ölçülür. Ölçülen A noktasının yatay (A'') karşılığı hesaplanır. A ve A'' noktaları arasına ip gerilir ve gerilen ip uzunluğu (I) ve bu iki nokta arasındaki eğim açısı (α) ölçülerek eğik kuyuların derinliği hesaplanır (Şekil 2.17-18).

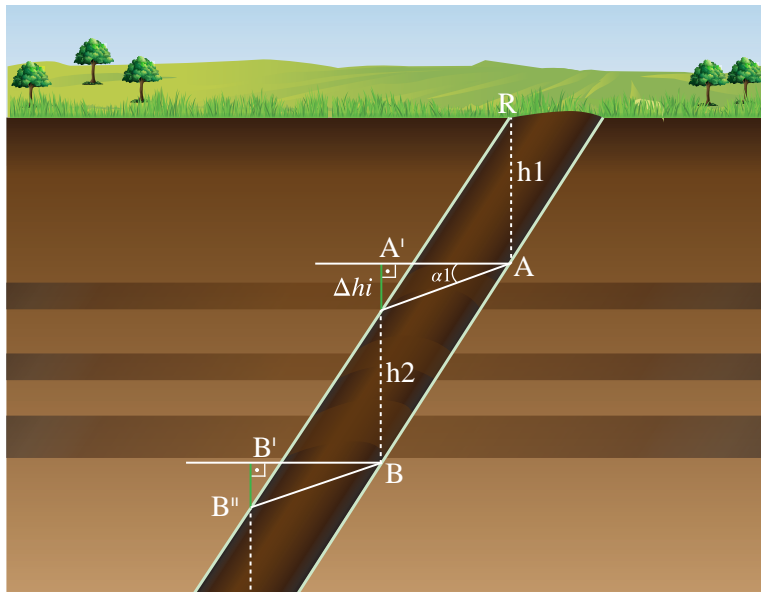


Şekil 2.17: Eğik kuyularda basamaklı ölçme yöntemi-1

$$\sin\alpha_1 = \frac{\Delta h_1}{I_1}$$

$$\Delta h_1 = I_1 \times \sin\alpha_1$$

Toplam kuyu derinliği; $H = RA + A''B + B''C + \dots + \sum \Delta h$



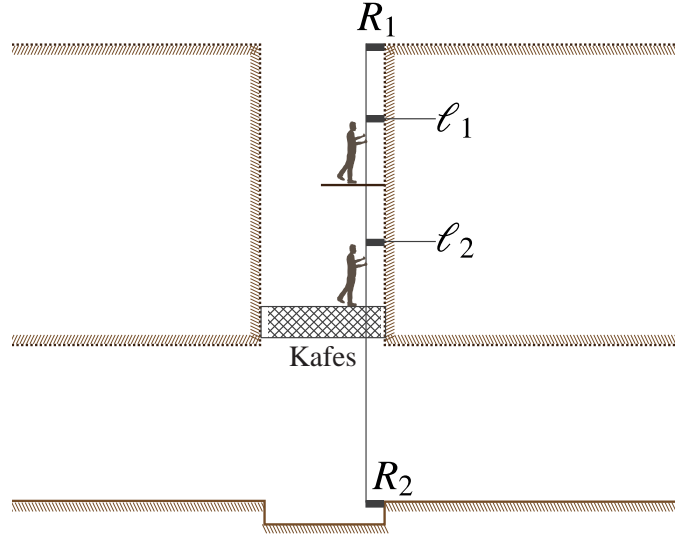
Şekil 2.18: Eğik kuyularda basamaklı ölçme yöntemi-2

2.1.5.2. Düşey Kuyularda Derinliklerin Ölçülmesi

Düşey kuyularda derinliklerin ölçülmesi, kuyuların derinliklerine bağlı olarak farklı ölçüm araçları kullanılarak yapılmaktadır. Bu kuyularda derinlik dört farklı şekilde ölçülmektedir.

🌐 Çelik Şerit Metre Kullanılarak Derinliklerin Ölçülmesi

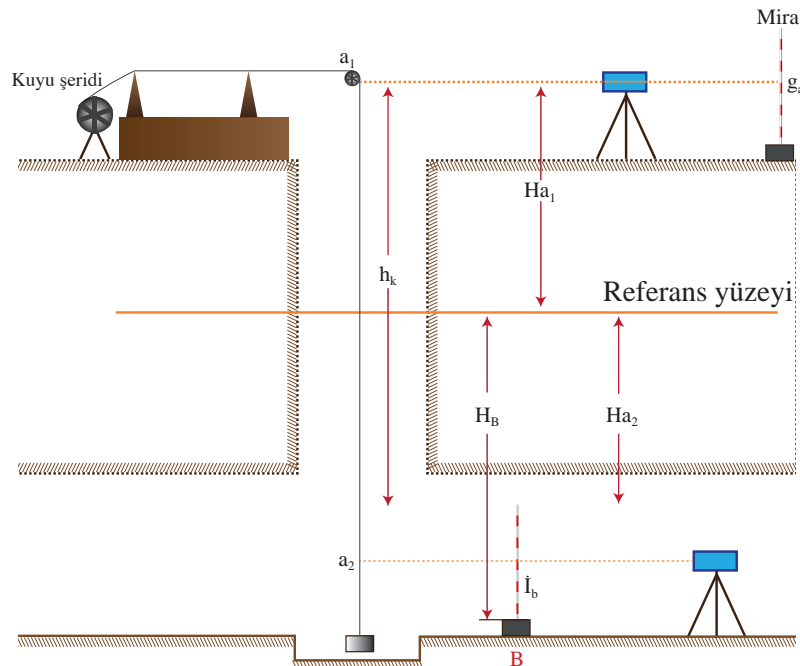
Derinliğin yaklaşık 40-50 metre olduğu kuyularda şerit metre ile ölçüm yapılmaktadır. Ölçüm yapılmadan önce kuyu girişinde R1 ve kuyu dibinde R2 röper noktaları belirlenir. Şerit metreye bir ağırlık bağlanır ve şerit metre, yükseltisi bilinen bir R1'e asılarak kuyu boyunca sarkıtılır. Böylece R1 ve R2 noktaları arasındaki yükseklik farkı ölçülür. Kuyu derinliklerinin şerit metre boyundan fazla olduğu durumlarda ise kuyunun iç duvarlarına ardışık şekilde çakılan çiviler arası yükselti farkı ölçülerek kuyu derinlikleri hesaplanır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Çelik şerit metre ile derinlik ölçümü

🌐 Kuyu Şeridi Kullanılarak Derinliklerin Ölçülmesi

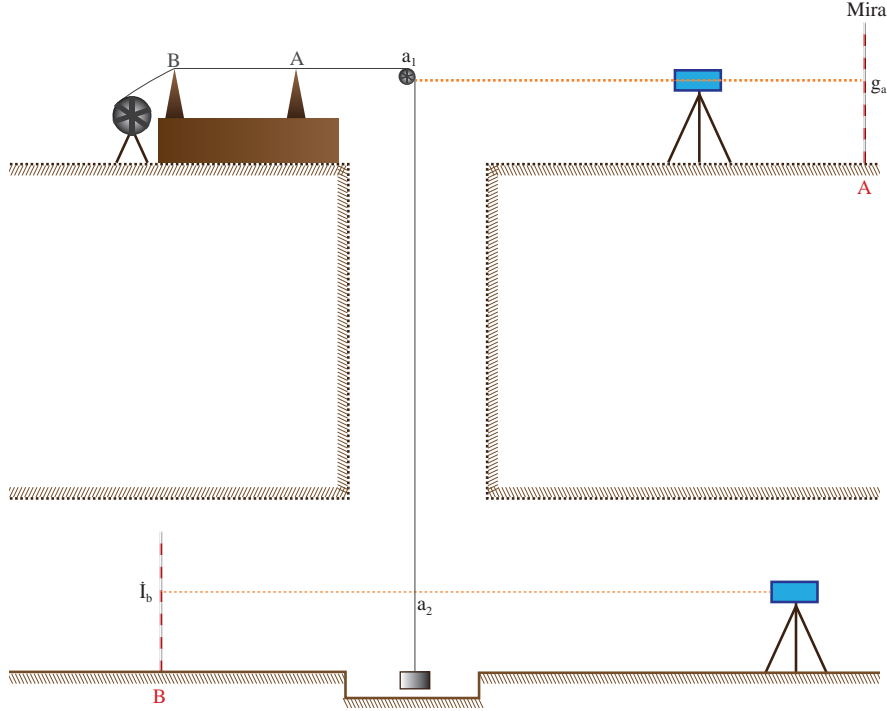
Kuyularda derinlik ölçümü, uzunlukları 1000 metreyi bulan kuyu şeritleri kullanılarak da yapılmaktadır. Bu yöntemde derinlik ölçümü yapılacak kuyunun başında (A noktası) ve dibinde (B noktası) nivelman röper noktaları belirlenir. Kuyu şeridi düşey doğrultuda sarkıtılıp kuyunun başında ve kuyu dibinde şerit okuması yapılarak derinlikler ölçülür (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Kuyu şeridi ile derinlik ölçümü

Özel Ölçü Telleri Kullanılarak Derinliklerin Ölçülmesi

Yeraltı madenciliğinde kuyu derinliklerinin ölçülmesi için kullanılan kuyu şeritlerinin pahalı olması nedeniyle kuyu şeritlerine alternatif olarak özel tamburalara sarılmış çelik teller de kullanılmaktadır. Kalınlıkları 1-2 mm ve ağırlıkları yaklaşık 15 kg olan çelik teller, kuyuların giriş kısmına kurulan makara sistemleri ile kuyu boyunca düşey doğrultuda sarkıtılır. Sarkıtılan tel yukarı çekilirken uzunluğu ölçülerek kuyu derinliği hesaplanır. Ölçüm işleminin en az hatayla yapılması için kuyu girişlerinde A ve B noktaları belirlenir ve bu belirleme işlemi milimetre hassasiyetinde yapılır. İşaretlenen bu iki nokta arasındaki mesafe, ölçü birimi olarak alınır (Şekil 2.21).



Şekil 2.21: Özel ölçü telleri kullanılarak derinliklerin ölçümü

Kuyu başında ve kuyu dibinde, nivo gözlem düzeyi (a_1 , a_2) tel üzerinde işaretlenerek yeraltı ve yerüstü röper noktalarında g_A ve g_B mira okumaları yapılır.

Buradan; $H_B = H_A + g_A - (a_2 - a_1) - g_B$ hesapla bulunur.

Elektronik Aletler ile Derinliklerin Ölçülmesi

Teknolojideki ilerlemeler, madencilik sektöründe kullanılan araçların gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Elektronik uzunluk ölçme araçları, bu aletler ile yapılan ölçümlerin doğruluk düzeyinin yüksek olması ve bu aletlerin kullanım açısından kolay olması nedenleri ile son yıllarda daha fazla tercih edilmektedir.

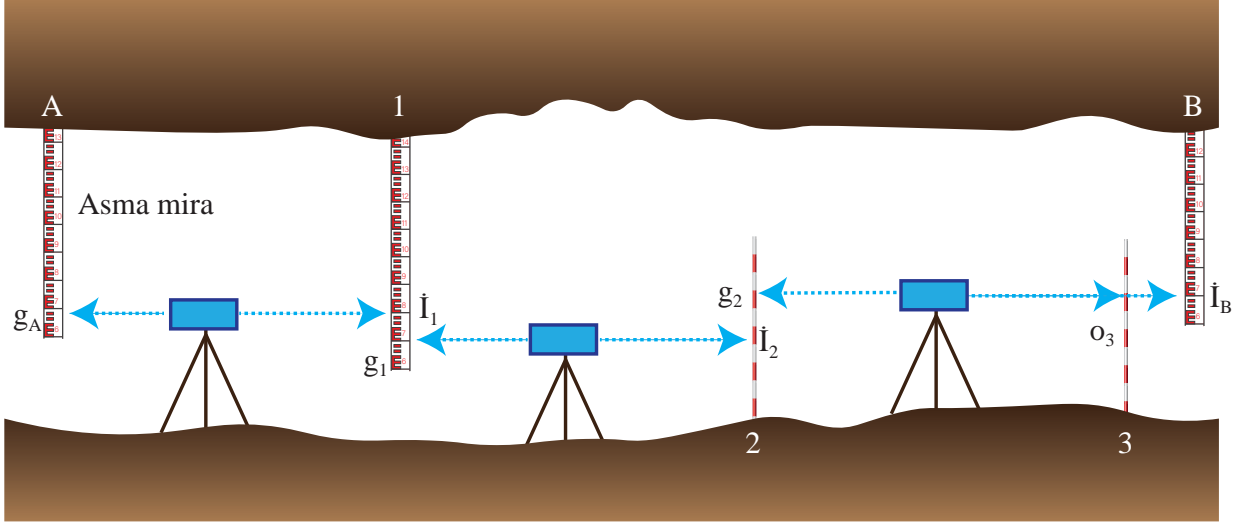
2.1.6. YERALTINDA NİVELMAN

Yeraltındaki nivelman uygulamalarında genellikle geometrik nivelman yöntemi kullanılmaktadır. Trigonometrik nivelman ise yeraltında en az kullanılan yöntemdir.

2.1.6.1. Yeraltında Geometrik Nivelman

Yeraltı madencilik ölçümlerinde geometrik nivelman genellikle ana nakliyat galerileri, önemli bağlantı yerleri gibi hassasiyet gerektiren ölçmeler için uygulanmaktadır. Geometrik nivelman uygulaması, galeri taban ve tavanlarından alınan noktalarda yapılır. Galeri tabanlarında nivelman uygulaması, yerüstünde yapılan geometrik nivelman uygulamasına benzerdir. Galeri tavan noktalarında uygulanan nivelman işlemlerinde ise ölçüm dikkatli yapılmalıdır. Ölçüm için miranın kullanıldığı durumlarda miranın sıfır ucunun ölçüm noktalarına temas etmesi gerekmektedir.

Nivo kullanılarak yapılan ölçümlerde ise nivonun yeraltı çalışma şartlarına uygun aydınlatma düzeneği-ne sahip olmasına, neme, toza ve suya karşı korunaklı olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 2.22).



Şekil 2.22: Yeraltında geometrik nivelman uygulaması

A noktası, yüksekliği bilinen poligon noktası olmak üzere diğer noktalara yükseklikler aşağıdaki bağıntılarla taşınır.

$$H_1 = H_A - g_A + \dot{I}_1$$

$$H_2 = H_1 - g_1 - \dot{I}_2$$

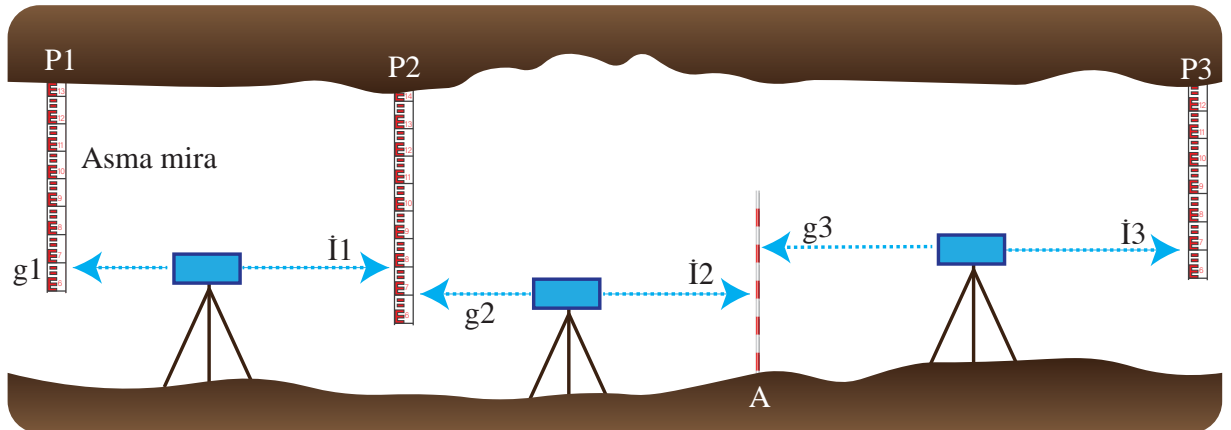
$$H_3 = H_2 + g_2 - O_3$$

$$H_B = H_2 + g_2 - \dot{I}_B$$



SIRA SİZDE

A noktası, yüksekliği bilinen poligon noktası ve HP.1=-160.00 m olmak üzere verilen ölçü değerlerine göre P2 ve P3 noktalarının yüksekliklerini hesaplayınız.

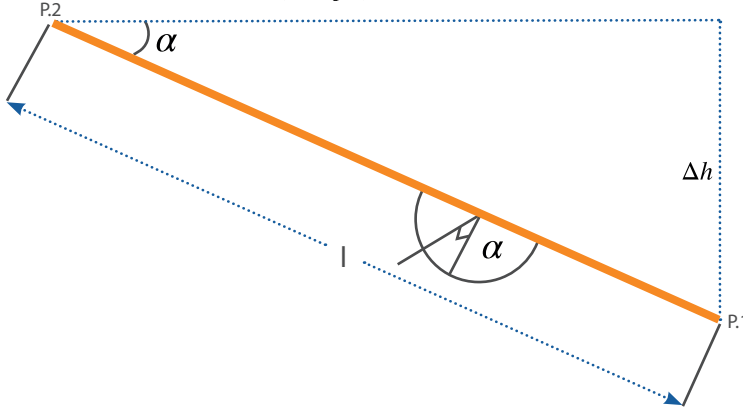


2.1.6.2. Yeraltında Trigonometrik Nivelman

Ölçüm noktaları arasındaki eğik veya yatay mesafe ile düşey açı değerlerinin ölçülmesinde trigonometrik nivelman yöntemi uygulanır. Trigonometrik nivelman ölçümü, asma daire ile yapılmaktadır. Bu yöntemde 10 metreyi aşmayan poligon kenarlarında, P.1 ve P.2 poligon noktaları arasındaki eğim açısı ve bu iki nokta arasındaki eğik mesafe ölçülürken çelik şerit metre kullanılır.

Bu ölçü değerlerine göre P.1 ve P.2 noktaları arasındaki yükseklik farkı,

$$\Delta_{H(P1-P2)} = l \sin \alpha$$



ile hesaplanır.

2.1.6.3. Teodolit Kullanılarak Trigonometrik Nivelman

Tavanda bulunan iki nokta arasındaki (A ve B) yükseklik farkını bulmak için A noktasının altına teodolit kurulur. Teodolit yatay ekseninden A noktasına kadar olan mesafesi (a), çelik şerit metre ile ölçülür. B noktasına bir çekül asılarak teodolit dürbünü ile çekülün ipi gözlemlenir. Düşey açı (Z) okunur. Ayrıca eğik uzunluk mesafesi (l) de ölçülür. B noktasından sarkıtılan çekülün uzunluğu (t) ölçülür.

Buna göre:

$$\Delta_h = t + H - \alpha$$

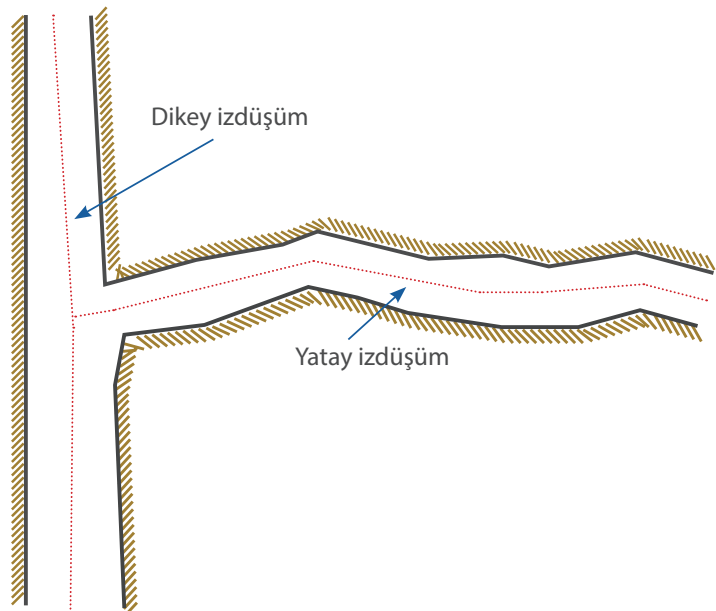
$$H = l \cos Z$$

$$\Delta_h = t + l \cos Z - \alpha$$

2.1.7. YERALTINDA YÖNELME (ORYANTASYON)

Yeraltı madencilik ölçümleri sonucunda hazırlanan planların doğruluk kontrolleri için yerüstü yükseklik, koordinat ve konum birliğinin sağlanması gerekmektedir. Yeraltı ölçmelerinin yerüstü konumlarına bağlanması işlemine **yönelme** ya da **oryantasyon** denir. Yeraltında ölçümlerin yerüstü koordinatlarına bağlanmasında kullanılan yöntemler şunlardır:

Eğik Galerilerde Yönelme: Yerüstüne eğimli bir şekilde bağlanan yeraltı galerisinde uygulanan bu yöntemde yerüstünde oluşturulan poligon noktaları, yeraltı galerilerine doğru poligon dizileriyle bağlanır. Bu yöntemin uygulanmasında açık poligon hesabı yapılmaktadır. Eğimi 60 grada kadar olan galerilerde uygulanan bu yöntemde ölçmeler için yardımcı dürbünler kullanılır (Şekil 2.23).

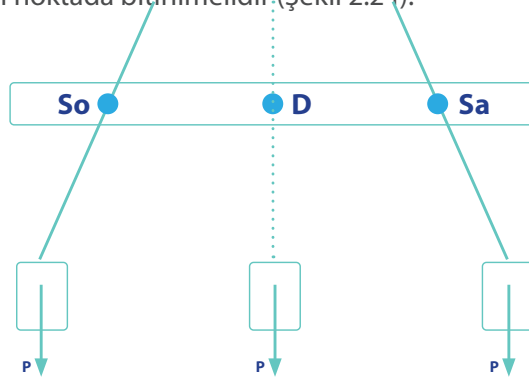


Şekil 2.23: Eğik galeriler ile yönelme

Kuyularla Yönelme: Bu yöntemde yeraltında yapılan ölçümleri yerüstüne bağlamak için ölçüm noktalarının bir kuyudan düşey doğrultuda yeraltına indirilmesi gerekir. Bu işleme **nokta çeküllemesi** denir. Yeryüzünde azimut (semt/açıklık) açısı bilinen bir doğrultuyu yeraltına indirmek için bu doğrultunun en az iki noktasının yeraltına indirilmesi gerekir. Bunun için farklı yöntemler kullanılmaktadır.

2.1.7.1. Mekanik Yöntemler

Kuyu girişlerinde yerüstü ölçme ağına göre koordinatları hesaplanmış noktalar, mekanik yöntemler kullanılarak yeraltına bağlanır. Çeküller, koordinatları hesaplanmış noktalardan düşey doğrultuda sarkıtılarak bağlantısı yapılacak katlara indirilir. Kuyudaki hava akımı telin sallanmasına neden olur. Bu sallanım gözlenerek sarkacın denge konumu hesaplanır. Hesaplama işlemleri için birtakım yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan biri, salınımların gözlenmesi yöntemidir. Bu yöntemde çekül telinin arkasına salınım doğrultusuna paralel bir yatay cetvel yerleştirilerek çekül telinin ön tarafına teodolit kurulur. Teodolit ile sarkacın hareketleri gözlemlenerek sarkaç hareketinin dönüm noktaları, cetvel üzerindeki bölümlerden veya teodolit yataç açısı tablasından okunur. Ölçümün yüksek hassasiyette yapılabilmesi için kuyudaki hava akımı hızının 1 m/sn'den daha az olması gerekmektedir. Ölçmeler hangi dönüm noktasında başlamış ise yine aynı noktada bitirilmelidir. (Şekil 2.24).



Şekil 2.24: Salınımların gözlenmesi

Şekildeki Sa, sağ dönüm noktasını; So, sol dönüm noktasını ve D ise denge durumunu göstermektedir. Sol dönüm noktasında okunan değerler "l", sağ dönüm noktasında okunan değerler "r" ve çekül denge konumuna geldiğinde teodolit ile gözlenen çekül telinin örtmesi gereken cetvel bölümü "d" ile gösterilmektedir. Ölçümler genellikle tek grup olarak yapılmaz. Birkaç grup ölçüm yapılır ve her grup için denge konumu hesaplanır. Hepsinin ortalaması, telin kesin denge konumunu vermektedir.

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}$$

Denge konumunu hesaplamak için iki bağıntı kullanılmaktadır.

Düzenli Salınımlar için Schuler Formülü

Derinliği az olan kuyularda hava akımının sabit olması durumunda kullanılır.

$$d = \frac{1}{2}x\left(\frac{\sum l}{n} + \frac{\sum r}{n-1}\right)$$

Genellikle kuyularda hava akımı hızı sabit değildir. Kuyularda hava akımının sürekli değişmesi durumuna **zorlanmış salınımlar** denir. Zorlanmış salınımlar için aşağıdaki bağıntı kullanılmaktadır.

$$U_1 = \frac{1_1 + r_1}{2}, U_2 = \frac{1_2 + r_1}{2}, U_3 = \frac{1_2 + r_2}{2}, \dots, U_{2(n-1)} = \frac{1_n + r_{n-1}}{2},$$

toplam $2(n-1)$ olmak üzere

$$d = \frac{\sum U}{2x(n-1)}$$

Uygulama:

Sol l (cm)	Sağ r (cm)	l+r	U=(l+r)/2
20,0		51,2	25,60
20,8	31,2	52,0	26,00
20,2	32,2	52,4	26,20
21,3	32,1	53,5	26,75
21,2	32,0	53,2	26,60
20,1	32,3	53,4	26,70
		54,2	27,10
		55,1	27,55
		55,3	27,65
		56,2	28,10
105,4	159,8		267,25

Düzenli Salınlara Göre

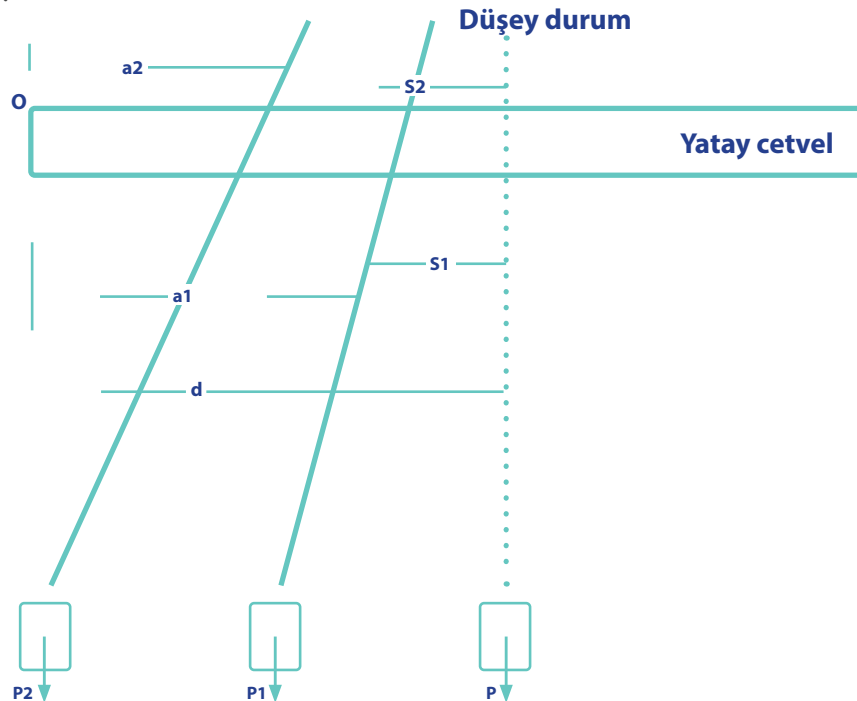
$$d = \frac{1}{2}x \left(\frac{\sum l}{n} + \frac{\sum r}{n-1} \right) = \frac{1}{2}x \left(\frac{105,4}{6} + \frac{159,8}{6-1} \right) = 24,76 \text{ cm}$$

Zorlanmış Salınlara Göre

$$d = \frac{\sum U}{2x(n-1)} = \frac{267,25}{2x(6-1)} = 26,725 \text{ cm}$$

Farklı Ağırlıklar Kullanılarak Çekülleme Yöntemi

Çekülün denge konumundan ayrılması, ucundaki ağırlıklarla ters orantılıdır. Bu yöntem **Wilski yöntemi** denir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: Wilski yöntemi

$$P_1 S_1 = P_2 S_2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{S_2 - S_1}{S_2} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

$$S_2 - S_1 = a_1 - a_2$$

$$\frac{a_1 - a_2}{S_2} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

$$S_2 = \frac{P_1}{P_1 - P_2} x (\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$S_1 = \frac{P_2}{P_1 - P_2} x (\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$d = \alpha_1 + S_1 = \alpha_2 + S_2$$

Farklı ağırlıklarla çekülleme yapılması işlemi, düzenli salınımlar uygulaması ile benzerlik gösterir.

Bu yöntemde çekül salınımı gözlenerek yalnızca bir dönüm noktasındaki cetvel okuması yapılır. Örneğin şekildeki gibi sol dönüm noktalarında okuma yapılması durumunda, gözlemler sırasında en az beş okuma yapılması gerekir. Daha sonra bu okumaların ortalamaları alınır.

P1

$l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ toplam n adet okuma $a_1 = \frac{[L]}{n}$ formülü ile hesaplanır.

Bir sonraki işlemde çekülün ucundaki ağırlık değiştirilerek yeni ağırlık takılır ve ikinci kez okuma yapılır.

P2

$l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ toplam n adet okuma $a_2 = \frac{[L]}{n}$

S1 ve S2 hesaplanarak denge konumu kontrollü olarak bulunur.

$$P_1 = 40 \text{ kg}$$

$$P_2 = 60 \text{ kg}$$

$$a_1 = 90,4 \text{ cm}$$

$$a_2 = 96,6 \text{ cm}$$

$$d = ?$$

$$S_1 = \frac{P_2}{P_1 - P_2} x (a_1 - a_2) = \frac{60}{40 - 60} x (90,4 - 96,6) = 18,6 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{P_1}{P_1 - P_2} x (a_1 - a_2) = \frac{30}{40 - 60} x (90,4 - 96,6) = 9,3 \text{ cm}$$

$$d = a_1 + S_1 = 90,4 + 18,6 = 109 \text{ cm}$$

$$d = a_2 + S_2 = 96,6 + 9,3 = 105,9 \text{ cm}$$



2. ETKİNLİK

Hesaplama Yapıyorum

$$P_1=10 \text{ kg}$$

$$P_2= 25 \text{ kg}$$

$$a_1=60,42 \text{ cm}$$

$$a_2=76,86 \text{ cm} \text{ ise } d \text{ kaçtır? Hesaplayınız.}$$

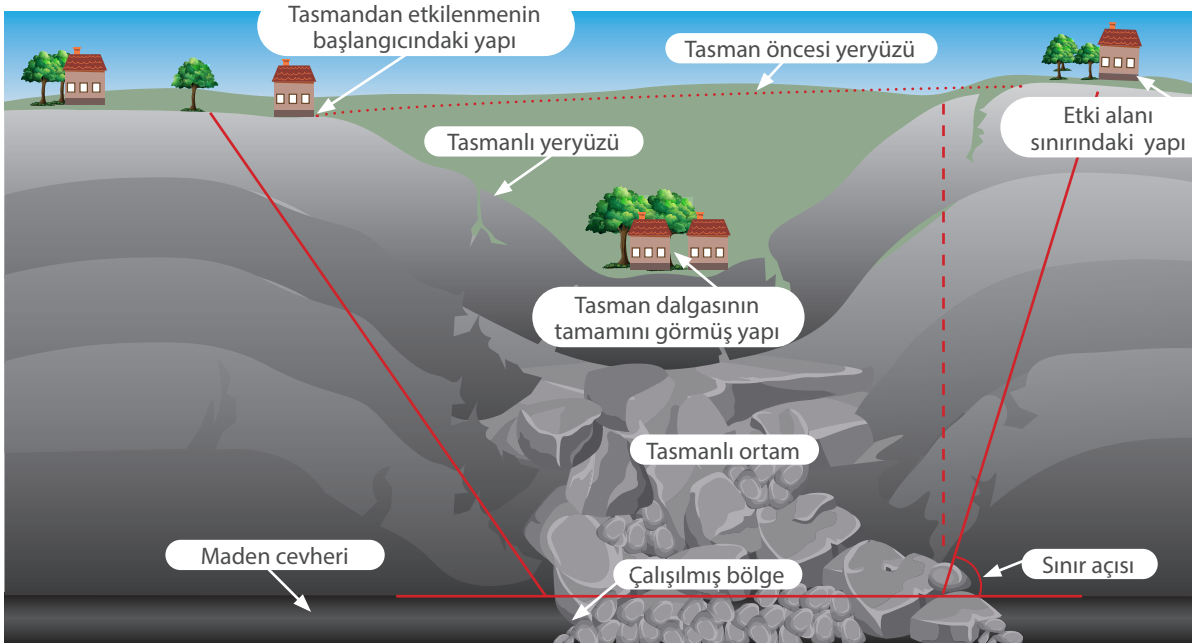


<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21448>

2.1.8. MADENCİLİKTE TASMAN

Yeraltında maden üretimi yapmak için zeminde boşluklar açılır. Bu boşlukların üzerinde yer alan katmanlar, zaman içinde çöker. Bu olaya tasman denir. Yeraltında açılan üretim boşlukları, yeryüzüne hacimsel olarak % 80-90 oranında çöküntü kuvveti olarak yansımaktadır. Tasmandan kaynaklı zemin hareketleri nedeniyle birtakım sorunlar ortaya çıkmaktadır (Görsel 2.6).

- * Tasmandan etkilenen bölgede meydana gelen zemin hareketleri ve çöküntüler, madencilik tesisleri başta olmak üzere pek çok yerde çeşitli hasara, üretim maliyetlerinin artmasına ve üretimin çeşitli sorunlarla karşılaşmasına neden olmaktadır.
- * Yeryüzünün doğal dengesi, eğimi ve konumu değişir.
- * Zeminde oluşan deformasyonlar nedeniyle aşınma ve taşınma olayları artar.
- * Yerüstü ve zemin içinde hidrolojik denge değişir.
- * Tasmanlı bölgeye yakın olan yapılar zarar görür. Doğal çevrede özellikle bitki örtüsünde zaman içinde değişme meydana gelir.



Görsel 2.6: Zemin içi yeryüzü madencilik tasmanı



3. ETKİNLİK

Madencilikte Tasmanı Öğreniyorum

Madencilikte tasmandan kaynaklanan çevresel sorunlar ve bu sorunlara yönelik alınması gereken önlemlerle ilgili bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21448>



HAZIRLIK ÇALIŞMALARARI

Yerüstü ölçme yöntemleri ile yeraltı ölçme yöntemleri arasında ne gibi farklılıklar vardır? Tartışınız.

2.2. AÇIK İŞLETMEDE ÖLÇME VE HESAPLAMALAR

Yerüstü madenciliğinde ölçme işlemleri, yeryüzüne yakın cevherin ya da endüstriyel bir hammadde nin elde edilmesi için yapılan hazırlık çalışmalarını kapsar. Maden aramaları sonucunda işletme hâline gelebilecek bir maden yatağı varlığının tespit edilmesi durumunda, maden yatağının bulunduğu sahanın ülke nirengi ağına bağlı olarak ve Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ile belirlenmiş kurallara uygun olarak 1/500, 1/1000 veya 1/2000 ölçekli sayısal topografik haritası yapılır. Maden işletme sahasının ölçüm ve hesapları için maden sahasının da dışına çıkacak şekilde nirengi ağı kurulur.

2.2.1. NİRENGİ NOKTALARI

Nirengi; uzunluğu, yüksekliği veya koordinatı bilinmeyen bir alanın konumunu bulmak için o alanda belirli sayıda noktalardan üçgenler oluşturarak yapılan hesaplama işlemidir. Nirengi hesabında kullanılan referans noktalarına **nirengi noktası** veya **nirengi** denir. Konumları kesin olarak bilinen nirengi noktalarından birbirlerini gören ve birbirlerine üçgen şeklinde bağlı olan noktalar, nirengi şebekelerini oluşturur. Nirengi şebekelerini oluşturan üçgenlerin bir nokta etrafında toplandığı şebekeye **santal şebeke**, bir zincir şeklinde birbirine bağlanmış şebekelere **zincir şebeke** denir. Nirengi şebekelerini oluşturan üçgenlerin köşegenleri birbirini gören dörtgen şeklini oluşturduğu şebekelere de **dörtgen şebeke** denir. Bu şebekelerin birlikte oluşturdukları şebekeye ise **karışık şebeke** denir. Nirengi noktaları belli aralıklarla bulunur. Kurulan ana nirengi noktaları arasındaki mesafe genelde birkaç kilometredir ancak poligon güzergâhlarının bağlanması için noktalar arasındaki mesafe yaklaşık 1 km olmalıdır. Böyle durumlarda ana nirengi noktaları aralarındaki mesafenin azaltılması için nokta sıklığı artırılarak yeni noktalar oluşturulur. Oluşturulan bu noktalara **dolgu noktaları** denir. Dolgu noktaları, ileriden kestirme veya geriden kestirme yöntemiyle ölçülerek hesaplanır.

İleriden Kestirme Yöntemi: Konumu kesin olarak bilinen iki noktadan örneğin B ve C noktalarından, koordinatları hesaplanmak istenen noktaya bakılarak α ve β açılarının ölçme yöntemidir.

Koordinatı bilinen iki nokta : (B-C)

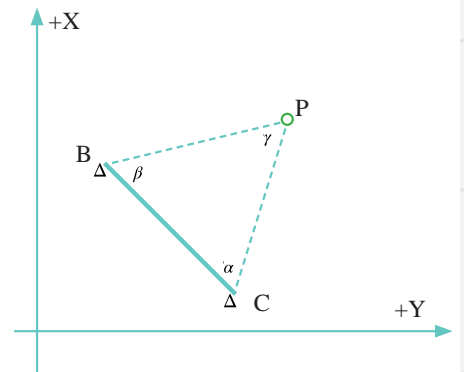
Hesaplanmak istenen nokta: (P)

Ölçülen açılar : α ve β

İleriden kestirme yönteminde, koordinatları bilinen B ve C noktalarındaki açılar ölçüldükten sonra ölçülen açılar doğruluğunu kontrol edebilmek için koordinatları hesaplanacak P noktasındaki γ açısı da ölçülür. γ açısının ölçülmediği durumlarda α ve β açıları toplamının 200 grada tamamlanmasıyla bulunur.

Örnek

- * B, C noktalarının koordinatlarından yararlanılarak (BC) semti/azimut ve BC uzunluğu hesaplanır.
- * (BC) semti ve β açısı kullanılarak (CP) semti bulunur.
- * $(BC) = (CB) \pm 200$ grad kuralından (BC) hesaplanır.
- * (BC) semti ve α açısı kullanılarak (BP) semti hesaplanır.
- * $BC/\sin\gamma = CP/\sin\alpha = BP/\sin\beta$ formülünden, CP ve BP uzunlukları hesaplanır.



Geriden Kestirme Yöntemi: Koordinatları bilinen iki noktadan ölçüm aracının kurulduğu noktanın koordinatları hesaplanırken geriden kestirme yöntemi uygulanır. Bu yöntemde koordinatı bilinmeyen noktalardan en az üç noktaya bakılarak açılar ölçülür. Ancak ölçümün hatasız yapılması için koordinatları bilinen en az dört noktaya bakılarak bu noktaların aralarındaki açılar ölçülmelidir. Geriden kestirme yönteminde, çevredeki koordinatlı noktalar referans alınarak konumu bilinmeyen noktanın koordinatlarının hesaplanması amaçlanmaktadır.

Nirengi noktaları, yatay kontrol noktalarıdır. Yatay kontrol noktalarının koordinatları, ülke nirengi sisteminin Gauss Krüger projeksiyonunda üç derecelik dilim esasına göre belirlenir.

Nirengi Ağı Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

1. Nirengi ağı, ölçülecek arazinin tamamını içine alacak ve muhtemel genişlemeleri de kapsayacak şekilde geniş bir alanda oluşturulmalıdır.
2. Nirengi noktalarının oluşturulacağı yerlerde zeminin jeolojik olarak sağlam yapıda olması gerekmektedir.
3. Nirengi noktaları, görüş açısının geniş olduğu yüksek yerlere kurulmalıdır.
4. Kestirme noktalarının hesaplanması için en az üç nirengi noktasının koordinatları bilinmelidir.
5. Oluşturulacak dizi nirengi güzergâhları, dengelenmiş nirengi noktaları arasında oluşturulmalıdır.
6. Nirengi ağlarının üçgen kenarları, eşkenar üçgene yakın bir yapıda olmalı ve üçgenin açısı 36 graddan daha küçük olmamalıdır.



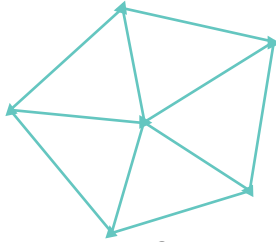
4. ETKİNLİK

Nirengi Ağı Oluşturuyorum

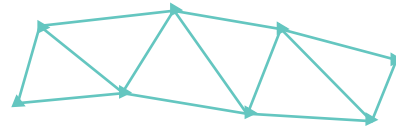
Gruplara ayrılarak okulunuzun bahçesinde iki farklı nirengi oluşturunuz. Nirengi ağı içerisinde dolgu noktaları belirleyerek $\alpha + \beta$ yatay açıları ölçmek için elektronik teodolit, teodolit sehpası, iki jalon ve jalon sehpası bulundurunuz. İleriden kestirme yöntemi ile nirengi noktalarının koordinatlarını hesaplayınız. Uygulamanın ardından deneyimlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21450>



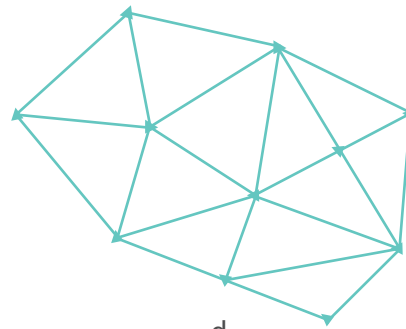
a



b



c

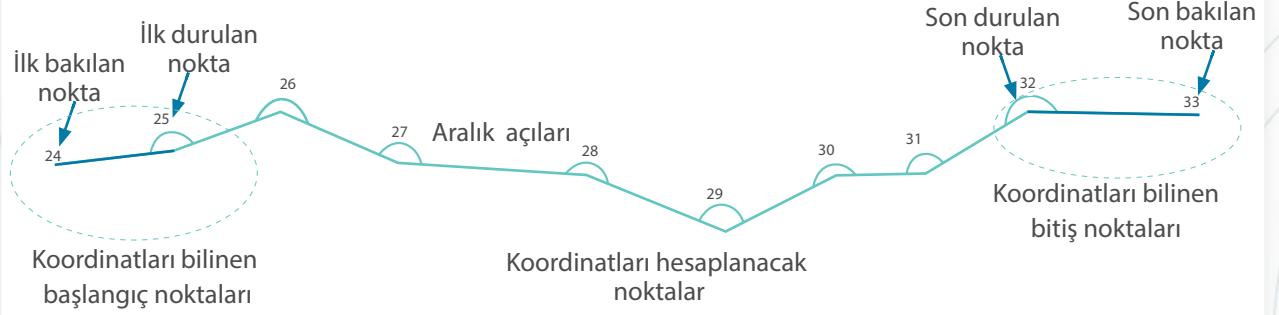


d

- a) Santral şebeke
- b) Zincir şebeke
- c) Dörtgen şebeke
- d) Karışık şebeke

2.2.2. POLİGON NOKTALARI

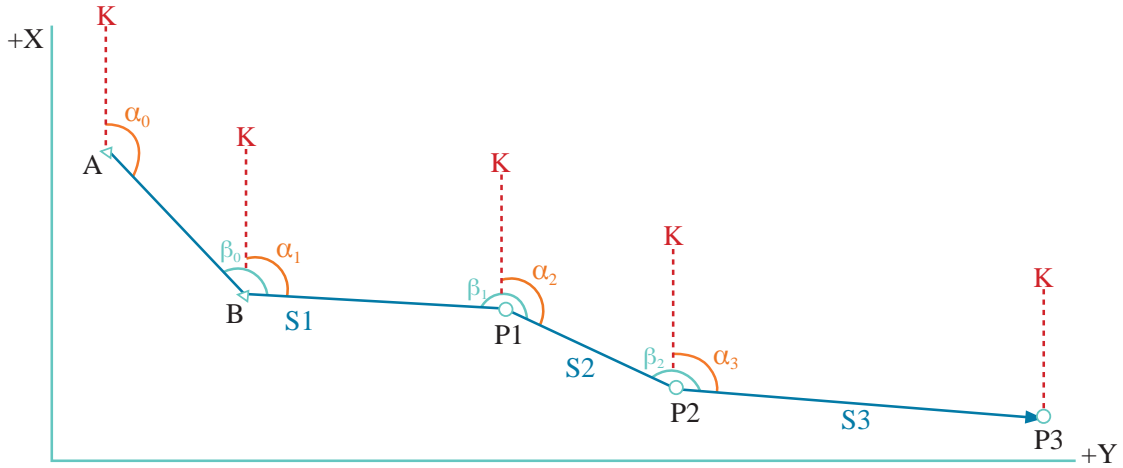
Nirengi noktaları arasındaki mesafenin azaltılması ve koordinatları bilinen nirengi noktalarının sıklaştırılması amacıyla hesaplanan noktalar. Poligon noktalarının birleştirilmesiyle oluşturulan güzergâha **poligon geçkisi**, poligon geçkilerinin oluşturduğu şebekeye **poligon şebekesi (poligon ağı)** denir. Poligon noktalarını birleştiren doğrulara **poligon kenarı**, bitişik kenarlar arasında kalan açıya da **poligon açısı** veya **kırılma açısı** adı verilir. Poligon güzergâhları (geçkileri) açık, dayalı ve kapalı olmak üzere üçe ayrılır.



Poligon noktalarının oluşturulması için yapılan hesap ve ölçümler nirengi noktalarında olduğu gibi Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ile belirlenmiş kurallara göre yapılır. Poligon noktaları için hazırlanan kanavalar, 1/5000 veya 1/2000 ölçeğindedir. Poligon güzergâhlarının hesaplanması için yeterli ve gerekli sayıda poligon noktasının oluşturulması gerekmektedir.

2.2.2.1. Açık Poligon Geçkisi

Açık poligon geçkisi (güzergâhı), koordinatları bilinen bir nirengi veya poligon noktasından başlar ve koordinatları bilinmeyen bir noktada sona erer. Bu poligon geçkilerinin hesabını kontrollü bir şekilde yapmak güçtür. Bu yüzden zorunlu bir durum olmadığı sürece açık poligon geçkisi kullanılmaz. Açık poligonların kullanıldığı durumlarda kenar ve açı ölçümleri sırasında ortaya çıkan hatalar bertaraf edilerek dikkatli ve kontrollü ölçüm yapılmalıdır. Ölçümlerin en az iki kez tekrar edilerek yapılması, hesaplamaların ise iki farklı kişi tarafından yapılarak karşılaştırılması önemlidir (Şekil 2.26).



Şekil 2.26: Açık poligon geçkisi

Koordinatları bilinen bir B noktasından itibaren üç noktalı bir açık poligon geçkisi (güzergâhı) hesaplanmak istendiğinde (Şekil 2.25) P1, P2 ve P3 poligon noktalarının koordinatlarının hesaplanabilmesi için semt açıları ve kenar uzunluklarının bilinmesi gerekir. Ölçümün yapılacağı alanda poligonun $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ kırılma açıları ile S_1, S_2, S_3 uzunlukları ölçülür.

Koordinat hesabı için aşağıdaki formül uygulanır.

$$Y_1 = Y_B + S_1 \times \sin(\beta_1)$$

$$X_1 = X_B + S_1 \times \cos(\beta_1)$$



5. ETKİNLİK

Nirengi Konumlarını Hesaplıyorum

Koordinatları bilinen N1 ve N2 nirengi noktalarının semt açıları hesaplanmıştır. N2, P1 ve P2 noktalarına ilişkin β_0 , β_1 ve β_2 kırılma açıları doğrultular ölçülerek bulunmuş ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir. İki gruba ayrılınız. Verilen değerlerden yola çıkarak P1, P2 ve P3 poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuçları diğer grupla karşılaştırınız.

Verilen Değerler

$N1-N2=\alpha_0=185,1732$ g
 $\beta_0=117,3084$ g
 $\beta_1=196,1128$ g
 $\beta_2=265,3621$ g
 $S1=193,61$ m
 $S2=201,62$ m
 $S3=87,76$ m
 $YN2=1432,54$ m
 $XN2=2843,16$ m

İstenen Değerler

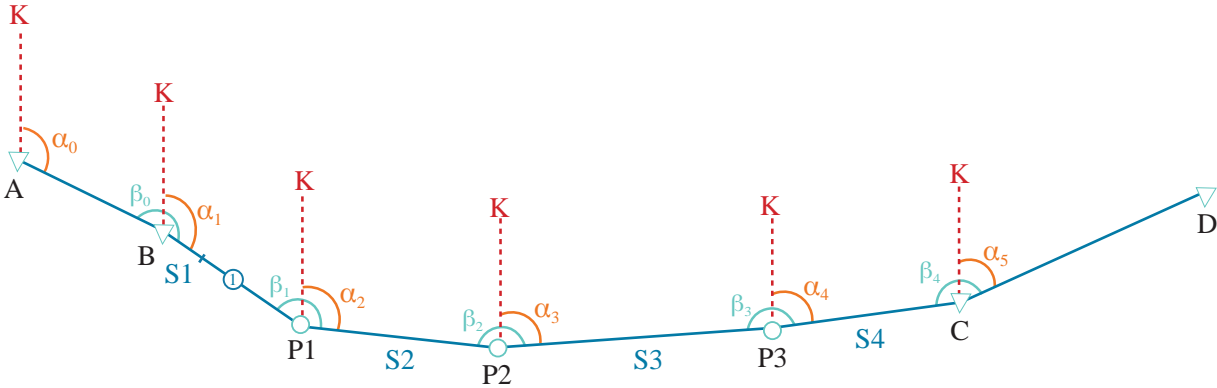
YP1, XP1
 YP2, XP2
 YP3, XP3



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21451>

2.2.2.2. Bağlı (Dayalı) Poligon Geçkisi

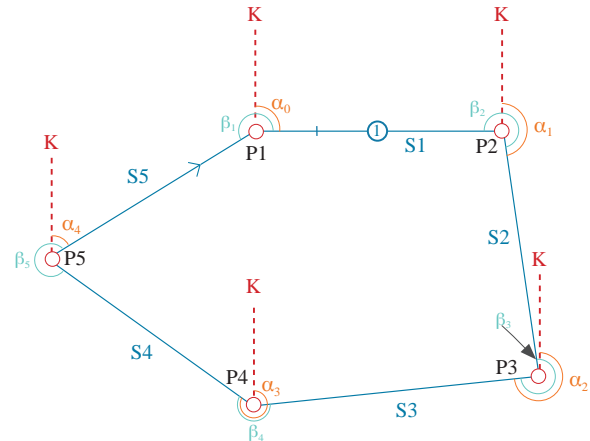
Bağlı poligon geçkisi hesabı, açık poligon geçkisi hesabına göre daha kontrollü yapılır. Kontrollü ölçüm yapabilmek için koordinatı bilinen dört noktanın kırılma açıları ve kenar açıları yardımıyla dayalı poligon hesabı yapılır. Dayalı poligon güzergâhı, poligon noktalarının bir önceki ve bir sonraki noktaları görebileceği şekilde oluşturulur (Şekil 2.27).



Şekil 2.27: Bağlı poligon geçkisi

2.2.2.3. Kapalı Poligon Geçkisi

Poligon hesabı yapılırken koordinatı bilinen noktalara ihtiyaç duyulur. Kapalı poligon, çevrede koordinatı bilinen poligon noktası bulunmadığı durumlarda kullanılır. Kapalı poligon güzergâhı aynı başlangıç noktasında son bulur (Şekil 2.28). Koordinatları bilinen bu noktaların hesap kontrolü yapılabilir. Kapalı poligon hesaplanırken kırılma açıları ve kenar ölçüleri kontrol edilir. Bu geçkiler (güzergâh) genellikle nirengi ağı kurulamayan küçük alanların ölçülmesinde ana poligon ağı olarak kullanılır.

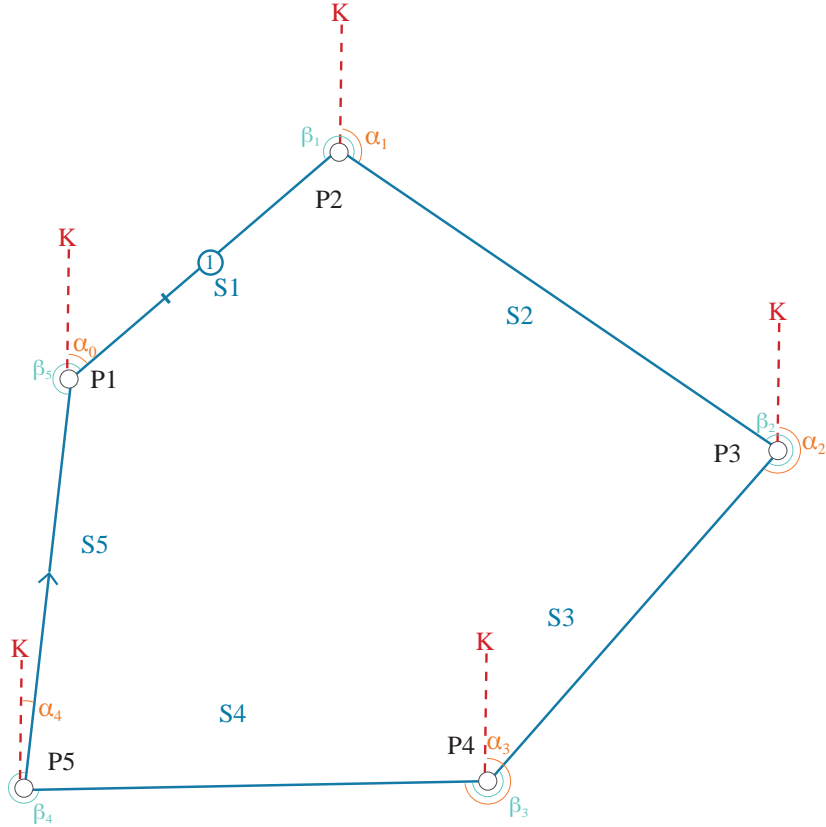


Şekil 2.28: Kapalı poligon geçkisi



SIRA SİZDE

P1 poligon noktasının koordinatları ve P 1, P 2 semt açısı bilinmektedir. P1, P2, P3, P4 ve P 5 noktalarına ilişkin $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ kırılma açıları doğrultular ölçülerek bulunmuştur. P2, P3, P4 ve P5 poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayınız.

**Verilen Değerler**

$P1-P2=\alpha_0=63,0000$ g
 $\beta_1=324,5127$ g
 $\beta_2=308,4833$ g
 $\beta_3=416,1689$ g
 $\beta_4=310,8625$ g
 $\beta_5=317,1068$ g
 $S1=136,41$ m
 $S2=200,37$ m
 $S3=214,68$ m
 $S4=136,44$ m
 $S5=236,14$ m
 $YP1=1000,00$ m
 $XP1=1000,00$ m

İstenen Değerler

$YP2, XP3$
 $YP3, XP3$
 $YP4, XP4$
 $YP5, XP5$

2.2.3. REZERV HESAPLAMALARI

Bir bölgede maden yatağı keşfedildikten sonra işletilmeye açılabilmesi için o maden yatağına ilişkin bir takım çalışmalar yapılması gerekir. Madencilik çalışmaları gerek yeraltı gerekse yerüstü işletmeleri açısından önemli oranda yatırım gerektirir. Bu yatırımların doğru şekilde yapılması için işletilmek üzere açılması planlanan maden yatağına ilişkin rezerv miktarı boyutunun hesaplanması büyük önem taşır. Maden yatağının rezervi, özellikle üretime geçebilmek için yapılacak yatırımların büyüklüğünü belirlemek açısından önemlidir. Rezerv hesabı, işletmeye açılacak olan maden yatağına ilişkin ortalama tenör oranının hesaplandığı çalışmalar ile ön değerlendirme çalışmaları için temel adımı oluşturur. Fizibilite çalışmaları sonucunda yapılan doğru rezerv hesaplamaları, maden yatağı için en uygun işletme yönteminin seçilmesine ve yapılacak yatırımların hatasız planlanmasına katkı sağlayarak ekonomik açıdan yaşanabilecek kayıpları önler. Bu nedenle kullanılacak rezerv hesaplama yöntemini iyi seçmek gerekir. Rezerv miktarının doğru hesaplanabilmesi için maden yatağının boyutu, şekli ve mineralin yataklanma biçimi ile ilgili bilgilerin elde edilmesi gerekir.



SIRA SİZDE

Prognostik rezerv, jeolojik rezerv, mümkün rezerv, muhtemel rezerv ve görünür rezerv kavramlarını araştırınız.

2.2.3.1. Maden Yatağında Damar Kalınlığının Belirlenmesi

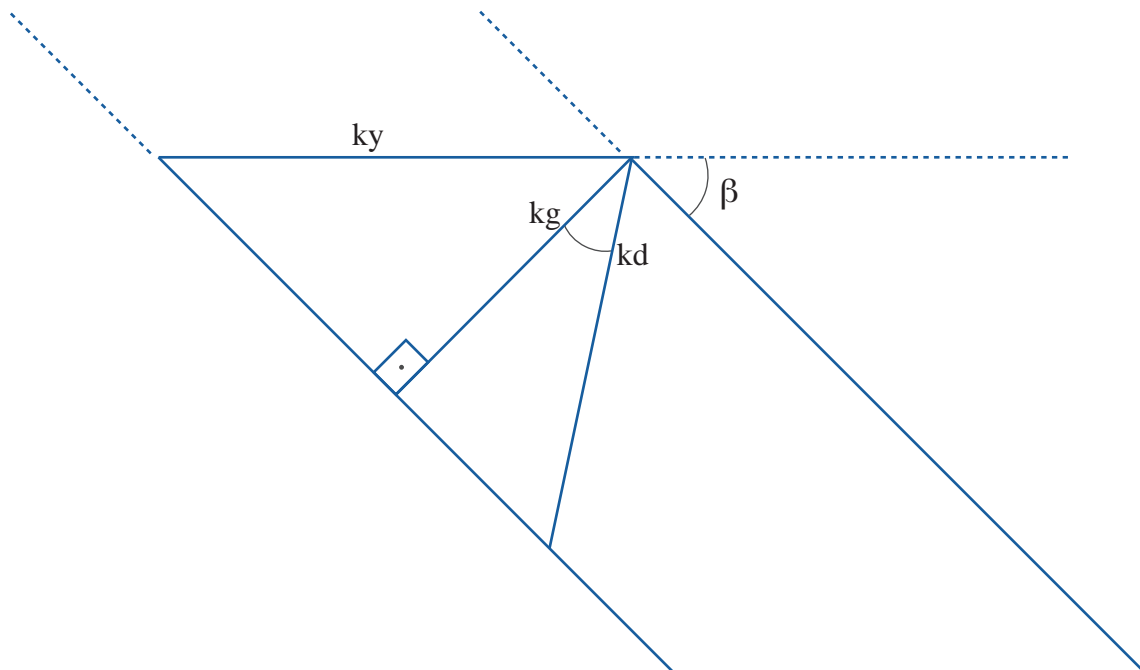
Maden damarları belirli bir eğimde uzanır. Bu damarlara ait gerçek, yatay ve düşey kalınlıklar ölçülür (Şekil 2.29). Bunlar;

kg : Gerçek kalınlık,

ky : Yatay kalınlık,

kd : Düşey kalınlık,

$kg = kd \cos \beta = ky \sin \beta$ damar kalınlıkları bağıntısıyla hesaplanır.

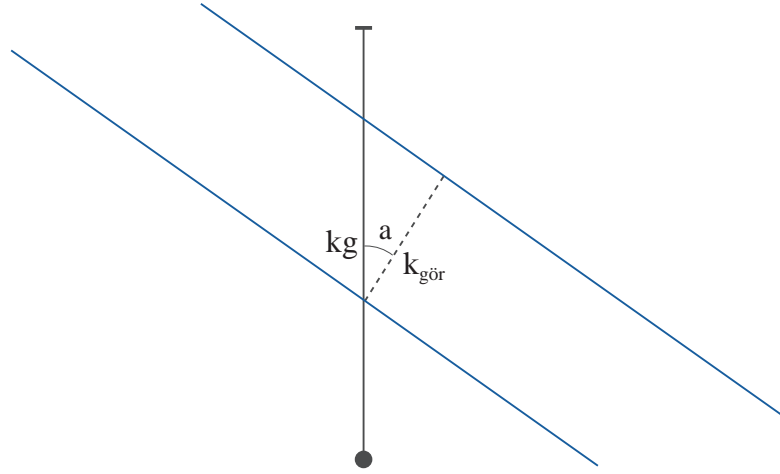


Şekil 2.29: Maden damarının yatay, düşey ve gerçek kalınlıkları

Damar kalınlığının doğrultuya çarpaz bir açı ile ölçüldüğü durumlarda damar kalınlığı hesaplanırken ortaya çıkan hataları düzeltmek için **görünür kalınlık** ($k_{gör}$) $\cos \alpha$ ile çarpılır.

$$k_g = k_{gör} \times \cos \alpha$$

a: Görünür kalınlık düzlemi ile doğrultuya dik düzlem arasındaki açıdır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30: Damar kalınlığının doğrultuya çarpaz olması

Damar kalınlığının çarpaz açı ile ölçüldüğü durumlarda gerçek kalınlık k_g , yatay kalınlık k_d ve düşey kalınlık k_y için

$$k_g = k_{gör} \sin(\beta + \theta)$$

$$k_y = k_{gör} \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin \beta}$$

$$k_d = k_{gör} \frac{\sin(\beta + \theta)}{\cos \beta} \text{ bağıntılarıyla bulunur.}$$

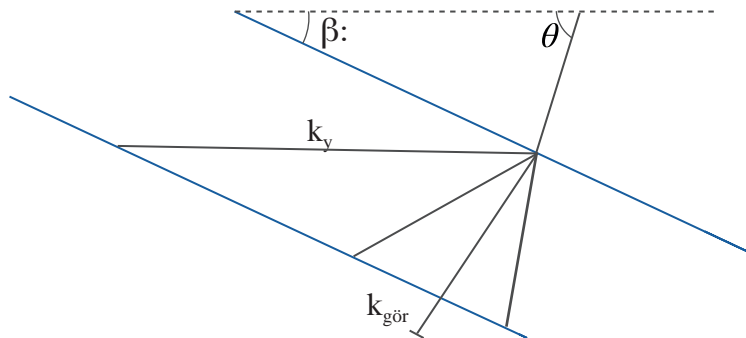
Burada

θ : Sondajın eğim açısı

β : Damarın yatım açısı

$k_{gör}$: Görünür kalınlık

Damar eğiminin sondaj eğimi ile uyumsuz olduğu durumlarda damarı kesen sondaj, doğrultuya ve eğime keskin bir açı oluşturuyor ise



$$k_g = k_{gör} \cos \beta \cos \theta (\cos \alpha \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \theta) \text{ veya}$$

$$= k_{gör} (\cos \alpha \sin \beta \cos \theta + \sin \theta)$$

$$k_y = k_{gör} (\cos \alpha \cos \theta + \operatorname{ctg} \beta \sin \theta)$$

$$k_d = k_{gör} \cos \theta (\cos \alpha \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \theta) \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

α : Sondajın bulunduğu düşey düzlemi ile doğrultu düzlemi arasındaki açı

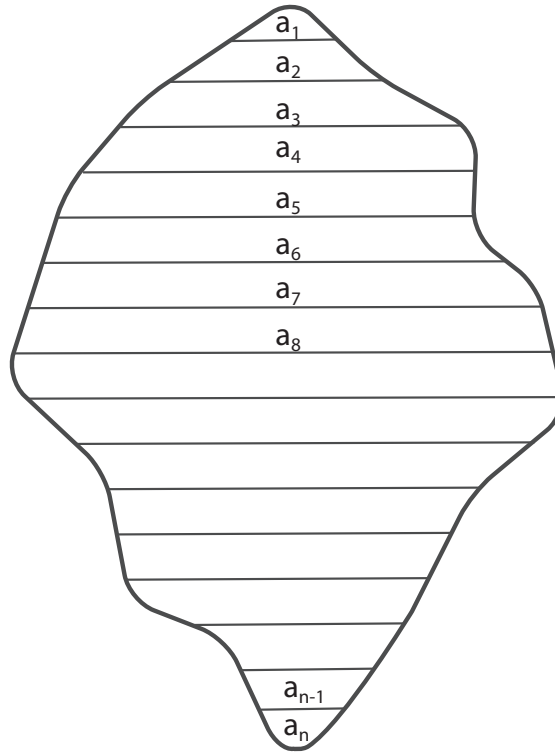
θ : Damarı kesen sondajın eğim açısı

Rezerv miktarı, maden yatağının saptanan yüzeyi ile ortalama kalınlığı ve yoğunluğunun çarpılmasıyla bulunur. Maden yatağının rezervi hesaplanırken maden yatağının şeklinin ve hacminin sondaj işlemine etkisini doğru bir şekilde belirlemek önemlidir.

2.2.3.2. Maden Yatağının Kalınlığının Ve Alanının Bulunması

Bir yatağın farklı yerlerindeki kalınlıkları t_1, t_2, \dots, t_n ise ortalama kalınlık $t_{ort} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$ formülü aritmetik ortalamanın hesaplanması sonucunda bulunur. Planimetre veya milimetrik kâğıt kullanılarak alan hesaplanır. Ayrıca alan, yüzeyi eşit aralıklı paralel çizgilere bölünerek oluşturulan yamukların toplam alanı bulunarak da hesaplanır (Şekil 2.31).

Burada alan



Şekil 2.31: Ayrırma yöntemi ile alan bulma

$$S = \frac{a_1 + a_2}{2} h + \frac{a_2 + a_3}{2} h + \dots + \frac{a_{n-1} + a_n}{2} h$$

$$= 1 \left[\frac{a_1 + a_n}{2} + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} \right] \text{ şeklinde hesaplanır.}$$



SIRA SİZDE

Bir maden yatağının farklı yerlerinde ölçülen kalınlıklara örnek vererek o maden yatağının ortalama kalınlığını hesaplayınız.

2.2.3.3. Düzensiz Bir Maden Yatağının Rezerv Miktarının Hesaplanması

Belirli bir geometrik şekle sahip olmayan bir maden yatağının rezervi hesaplanırken kesitlere ayırma yöntemi uygulanır. Kesitlere ayırma yöntemi; standart yöntem, lineer yöntem ve eşdeğer çizgiler yöntemi olarak üç gruba ayrılır.

Standart Yöntemler

Ortalama alan eşitliği, piramit eşitliği, kesik koni eşitliği ve prizmatik eşitlik olarak dörde ayrılır.

Ortalama Alan Eşitliği: Maden yatağının rezerv miktarının birbirine paralel iki kesit arasında kalan hacmin hesaplanmasıyla bulunduğu yöntemidir.

V: Hacim (m³)

Q: Rezerv (ton)

g: Yoğunluk (ton/m³)

H: Kesitler arası mesafe (m²)

A1, A2: Birbirini takip eden kesitlerin alanları (m²)

Buna göre

$$V_1 = \frac{A_1 + A_2}{2} H_1$$

$$Q_1 = V_1 \times g$$

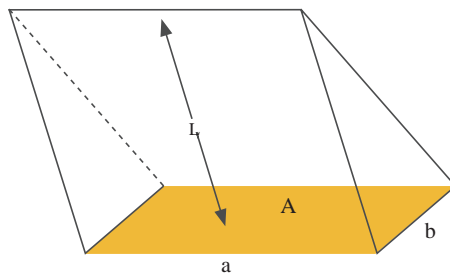
Q₁ hesaplanan ilk rezervi temsil ettiği için toplam rezerv şu formülle hesaplanır:

$$\sum_{i=1}^n Q = \left[\frac{A_1 + A_2}{2} H_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} H_2 + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} H_{n-1} \right] g$$

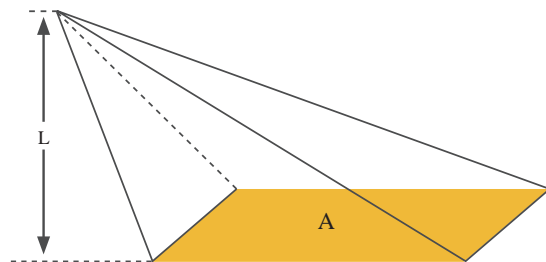
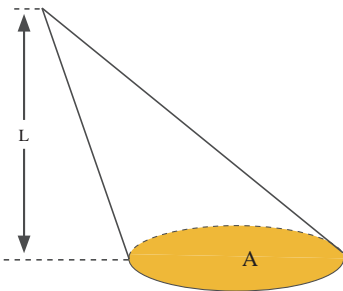
Piramit Eşitliği: Maden yatağının şeklinin koni ya da prizma olduğu durumlarda kullanılan rezerv hesaplama yöntemidir.

Maden yatağının **prizma şeklinde** olduğu durumlarda: $V = \frac{A}{2} H$

Maden yatağının **koni şeklinde** olduğu durumlarda: $V = \frac{A}{3} H$ bağıntılarıyla rezerv hesaplanır (Şekil 2.32-33).

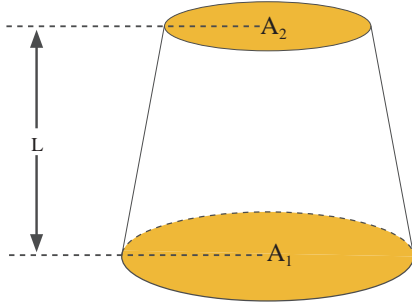


Şekil 2.32: Prizma şekilli maden yataklarının hacminin hesaplanması



Şekil 2.33: Koni şekilli maden yataklarının hacminin hesaplanması

Kesik Koni Eşitliği: Paralel yatay kesitlerin alanlarının A_1 ve A_2 olduğu durumlarda cevher bloğunun hacmi şu bağıntı ile hesaplanır (Şekil 2.34).



$$V = \frac{L}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

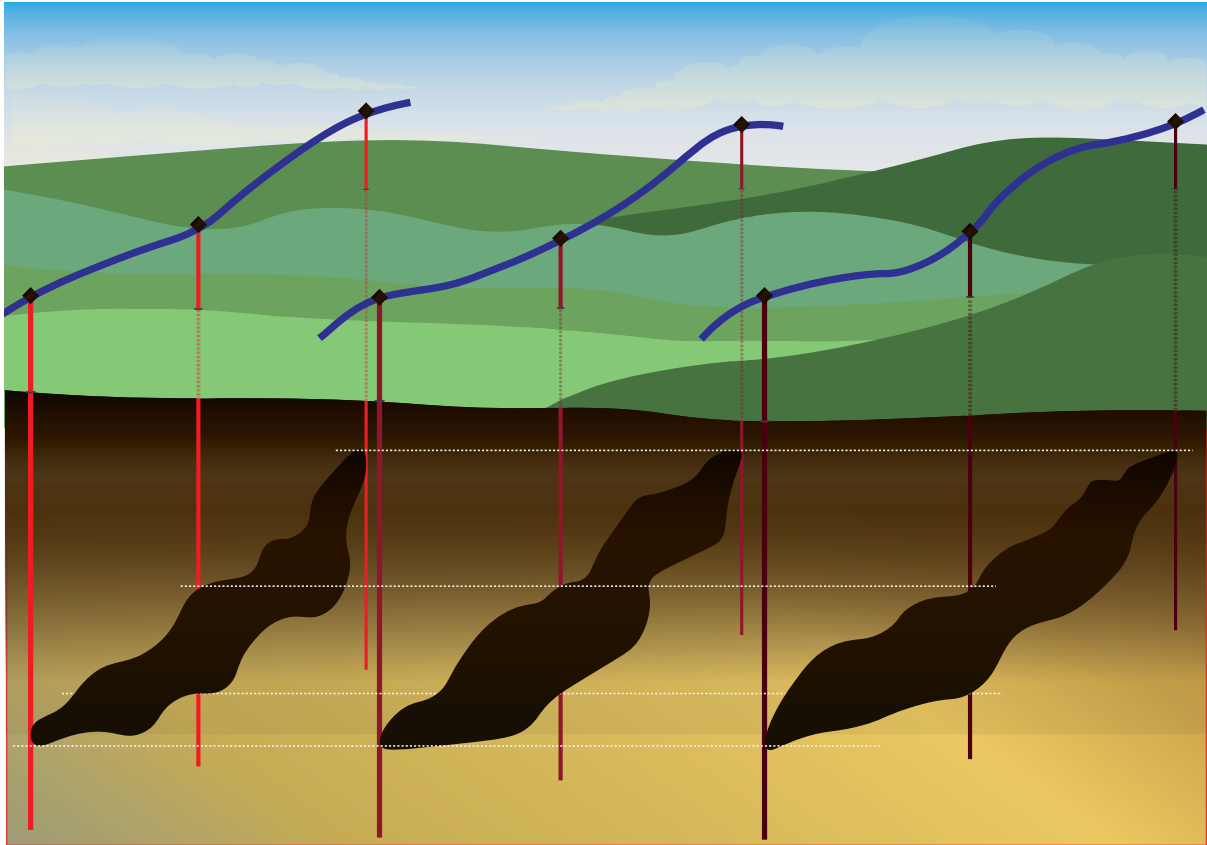
Şekil 2.34: Kesik koni şekilli maden yataklarının hacminin hesaplanması

Prizmatik Eşitlik: Maden yatağının düzenli olmadığı durumlarda yatağın yan alanları düzenli bir hâle getirilir ve Simpson eşitliğinden türetilen $V = (A_1 + 4c + A_2) \frac{L}{6}$ eşitliği uygulanarak rezerv hesaplanır. Burada c ; A_1 ve A_2 kesitleri arasındaki ortalama alanı gösterir ve formülü şu şekildedir:

$$c = \frac{(x_1 + x_2)}{2} + \frac{(y_1 + y_2)}{2}$$

Linear Yöntemler

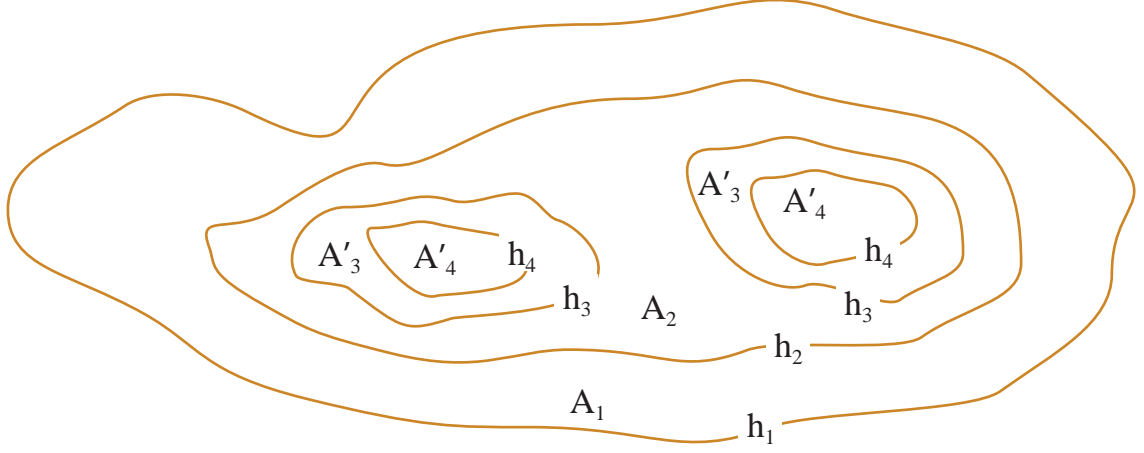
Bu yöntemde birbirine paralel düşey kesitlerin alanları hesaplanır. Bu kesitler arasındaki uzaklıklara göre maden kütlelerinin hacmi bulunarak rezervi hakkında bilgi elde edilir. Linear yöntem özellikle plaser (kırıntılı) maden yataklarının rezervinin hesaplanmasında kullanılır (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Paralel kesitlerin birleştirilmesi

🌍 Eşdeğer Çizgiler Yöntemi

Eşdeğer çizgiler yönteminde cevher kütesinden aynı düzeye sahip kısımlar, eşdeğer çizgiler ile işaretlenerek bu çizgilerin arasında kalan kısımların hacmi hesaplanır ve maden yatağının rezerv miktarı bulunur (Şekil 2.35).



Şekil 2.35: Eşdeğer çizgi yöntemi

A2 alanı üzerinde kalan A'_3 A''_3 kısmının hacmi şu şekilde olur:

$$V = h \frac{A_2 + (A'_3 + A''_3)}{2}$$

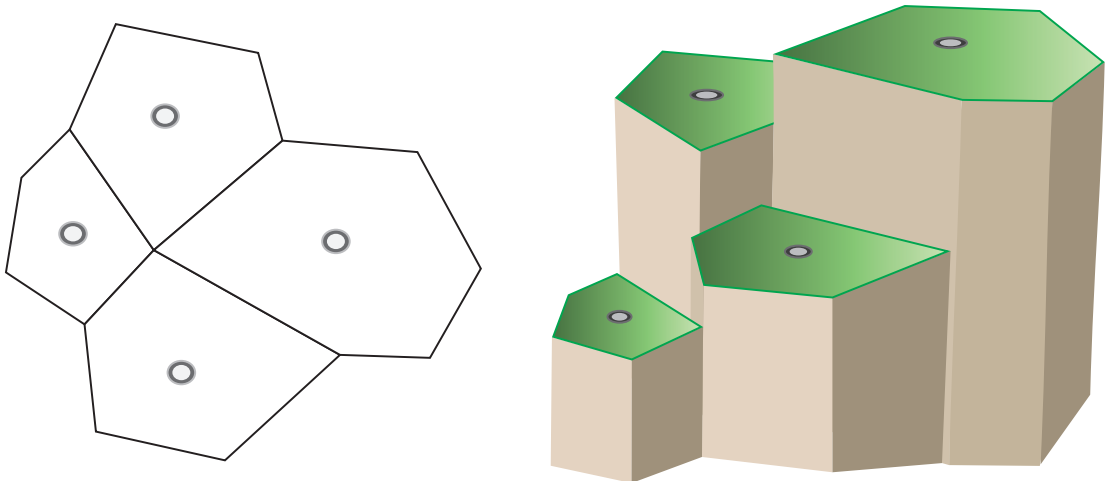
h, eşdeğer çizgileri arasındaki uzaklığı gösterir. A3 alanlarının üzerindeki kısmın hacmi şu formülle hesaplanır:

$$V = \frac{h}{2} [(S'_3 + S''_3) + (S'_4 + S''_4)]$$

Yapılan sondajlar cevher kütesini farklı derinliklerde kestiği durumlarda cevherin hacmi veya ağırlığının hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılır.

🌍 Poligon Yöntemi

Bu yöntemde açılan sondaj koordinatlarından yararlanılarak poligonlar çizilir ve bu poligon alanları, üçgenlere bölünerek hesaplanır. Oluşturulan poligon prizmaların yüksekliği, sondajdan alınan numunelerin aralıkları kadardır. Poligon prizmanın içinden geçen sondajın numune değeri, poligon değerini oluşturur. Prizmaların hacimleri ve değerleri belirlendikten sonra rezerv hesaplanır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36: Oluşturulan poligonların son hâli

Poligonların toplam alanı $\sum_{i=1}^n A$ ve toplam hacmi $\sum_{i=1}^n V$ olduğuna göre ortalama kalınlık şu şekilde hesaplanır:

$$t_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n V}{\sum_{i=1}^n A}$$

Burada cevher rezervi ise prizmaların rezervlerinin toplamıdır.

$\sum_{i=1}^n Q$ eşitliğinden yararlanılarak bulunur.



BUNU BİLİYOR MUSUNUZ?

Poligon yöntemi, rezerv hesaplamada kullanılan en eski yöntemlerdendir.

Üçgen Yöntemi

Üçgen yönteminde, açılan sondaj kuyularının birleştirilmesiyle üçgenler oluşturulur. Oluşturulan üçgenlerin köşelerindeki sondaj ve tenör değerlerinin aritmetik ortalaması, üçgenin tenör değerini belirler. Üçgen prizmaların yüksekliği de sondajlardan alınan numune derinliklerine bağlıdır. Bu yöntemde ilk olarak üçgenler belirlenir ve bu üçgenlerin alanları hesaplanarak prizmalar oluşturulur. Prizmaların tenör oranları tespit edildikten sonra rezerv hesabı yapılır.

Bu yöntemde cevher kitlesi, üçgen prizmalara ayrılarak hesap yapılır. Üçgenin üç köşesindeki kalınlıklar k_1, k_2, k_3 ve üçgenin alanı A ise cevher hacmi şu şekildedir:

$$V = \frac{1}{3}(t_1 + t_2 + t_3)A$$

Bu şekilde hesaplanan alan ve hacimlerden cevher kitlesinin ortalama kalınlığı $t_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n V}{\sum_{i=1}^n A}$ formülü ile bulunur.

Rezerv ise $\sum_{i=1}^n Q$ formülünden çeşitli ünitelerdeki rezervlerin ($i=1$) ayrı ayrı toplamı olarak bulunur.



6. ETKİNLİK

Rezerv Hesaplıyorum

Ülkemizde en sık kullanılan rezerv hesaplama yöntemlerini ve rezerv hesaplamalarında dikkat edilmesi gereken unsurları araştırarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21452>

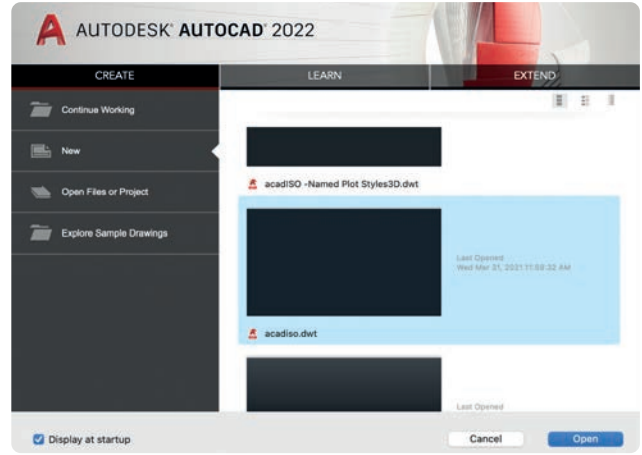


HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

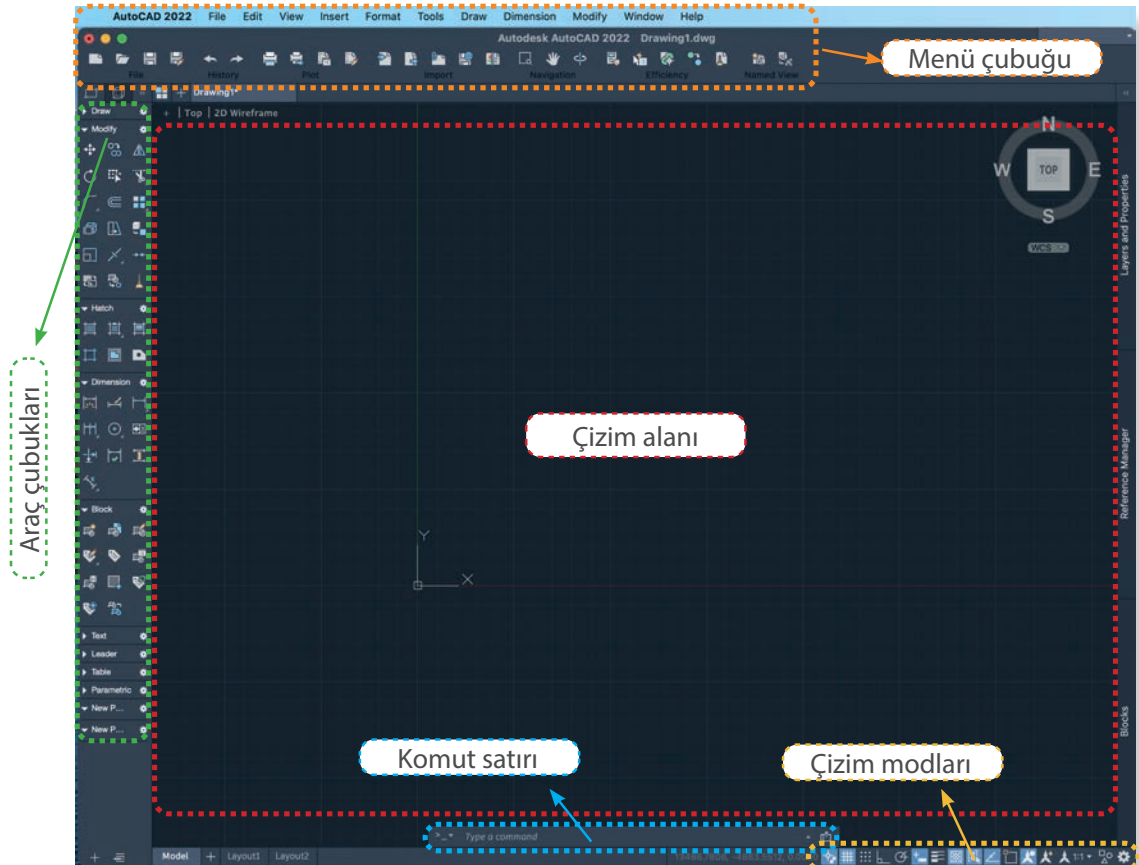
Bilgisayar destekli çizimlerin madencilik uygulamalarına etkileri neler olabilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız

2.3. TOPOGRAFİK ÇİZİM UYGULAMALARI

Yeraltı ve yerüstü madenciliğinde arazide yapılan ölçüm ve hesaplamaların belirli bir düzende işlenmesi gerekir. Bunun için madencilik ve birçok mühendislik dalında kullanılan bazı yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlarda genellikle çizim programlarının **C, A, D** harflerinin yer aldığı görülür. CAD, bilgisayar destekli tasarım anlamına gelen "Computer Aided Desing" kelimelerinin ilk harfleri ile oluşturulmuş bir kısaltmadır. Madencilik ölçümlerinden elde edilen veriler, bu programlar yardımıyla işlenir. Bu programlardan Autocad, madencilikte sıklıkla kullanılır. Başlat menüsünden Tüm Programlar/Autodesk/CAD ikonuna tıklanarak açılır (Görsel 2.8). Çizim ekranı, programın ara yüzünü oluşturan bölümlerden biridir. Kullanıcılar, bu pencerede çizim ve grafik alanı oluşturarak çizimlerini yapmaktadır. Programın ara yüzünü oluşturan bölümde araç çubukları (toolbar), çizim alanının yukarısına veya kullanıcıların tercihlerine göre sağ veya sol kenarlara taşınabilir (Görsel 2.9).



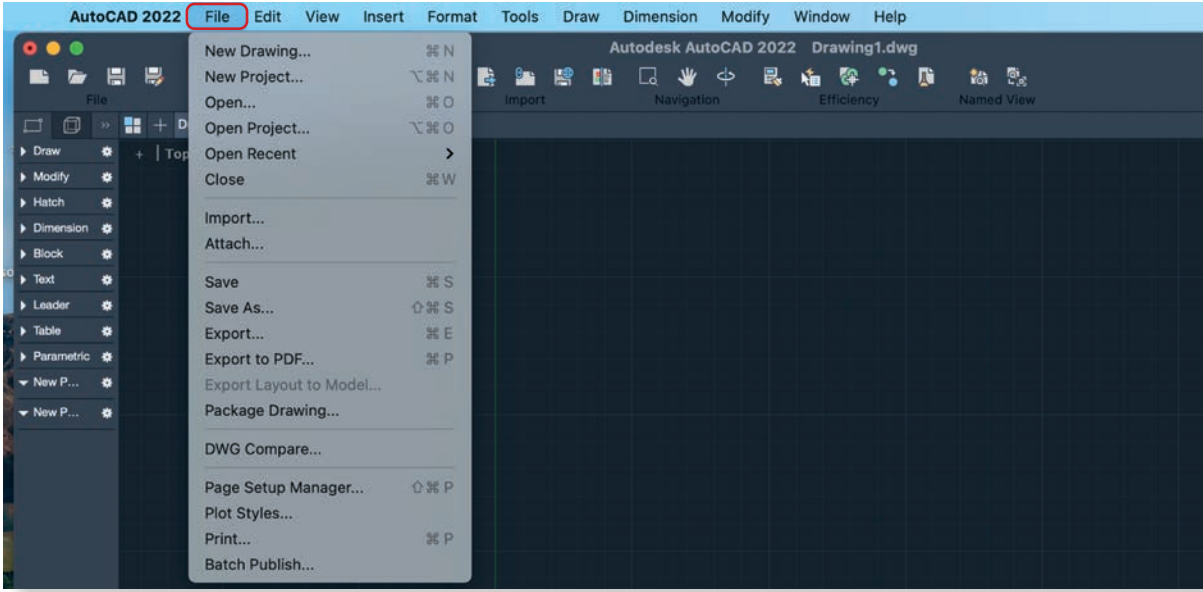
Görsel 2.8: CAD programının başlangıç sayfası



Görsel 2.9: Programın ara yüzü

2. ÜNİTE: TOPOGRAFİK ÖLÇÜM, HESAPLAMALAR VE ÇİZİM

Menü çubuğu üzerinde farklı komut gruplarına ait sekmeler bulunmaktadır. Bu sekmeler üzerinde (tıklandığında açılan pencerelerde) yapılmak istenen işlemlerle ilgili bölümler yer alır.

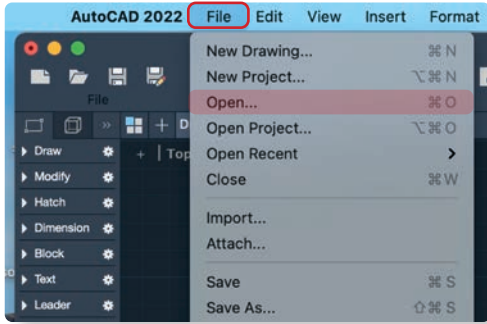


Görsel 2.10: Menü çubuğunda komutun bulunduğu sekmeyi tıklama

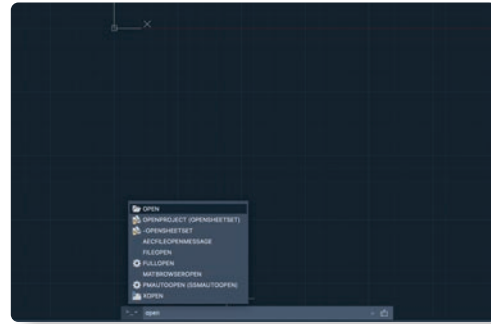
CAD programında farenin (mause) sol tuşuna tıklanarak istenilen komuta ulaşılır. Komutların kısa yollarına ulaşmak için komut satırına komut isimleri yazılırken Türkçe karakter kullanılmamalıdır.

Dosya Açma/Kapama

Program çalıştırdıktan sonra önceden kayıtlı bir dosya açılmak isteniyorsa sırayla şunlar yapılır: Komut satırı-OPEN yazarak File menüsünden Open'a tıklanır ya da Ctrl+O (Görsel 2.10-2.11) butonlarına basılır.

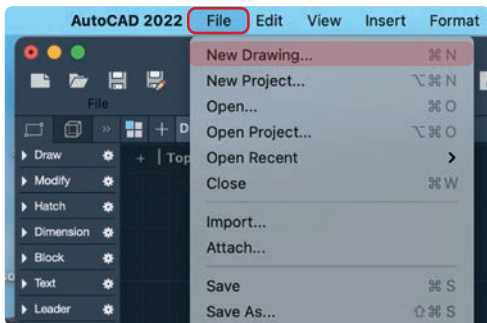


Görsel 2.11: Menü çubuğunda dosya açma

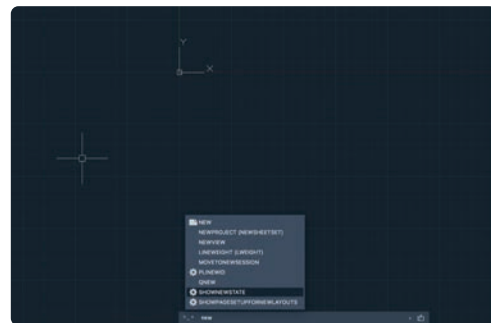


Görsel 2.12: Komut satırından dosya açma

Yeni bir dosya açılmak isteniyorsa sırasıyla şunlar yapılır: Komut satırı-NEW yazarak File menüsünden New Drawing'e tıklanır ya da Ctrl+N (Görsel 2.13-2.14) butonlarına basılır.



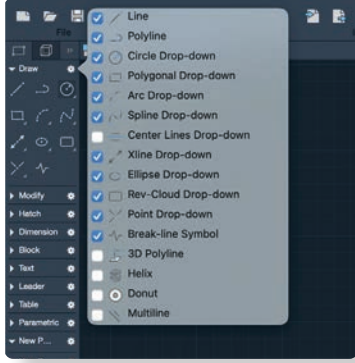
Görsel 2.13: Menü çubuğunda yeni sayfa açma



Görsel 2.14: Komut satırından yeni sayfa açma

Temel Çizim Komutları

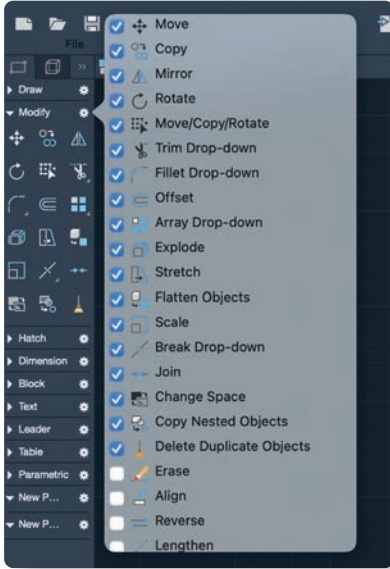
Bilgisayar destekli çizim programlarında çizim işlevlerini yerine getiren komutlar genellikle Ribbon bar üzerindeki Home sekmesinin Draw menüsünde toplanmıştır (Görsel 2.13-14).



Görsel 2.15: Draw menüsü

Draw (Çizim) Menüsü (Görsel 2.15)

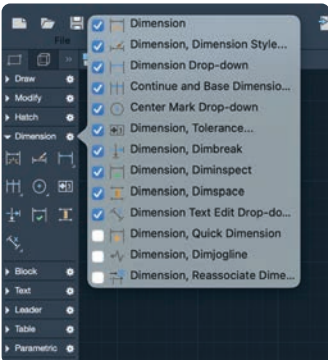
- **Line:** Başlangıç ve bitiş noktası belli olan doğru çizer.
- **Polyline:** Birbiri ardına birçok doğru ve yay çizer.
- **Circle:** En az iki özelliği bilinen daire çizer.
- **Polygon:** Kenar sayısı 3-1024 arasında değişen düzgün çokgenler çizer.
- **Arc:** Üç özelliği belirli yay çizer.
- **Spline:** Belirlenen noktalardan eğri geçirmemizi sağlar.
- **Ellipse:** Merkezi ve uç noktaları bilinen elips çizer.
- **Point:** Değişik stiller ve büyüklüklerde noktalar yerleştirir.



Görsel 2.16: Modify menüsü

Modify (Düzenleme) Menüsü (Görsel 2.16)

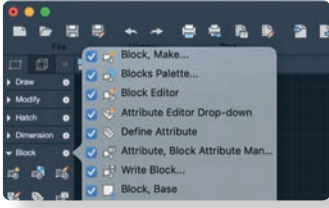
- **Move:** Seçilen nesnelere, buldukları yerden başka bir yere taşır.
- **Copy:** Seçilen nesnelere kopyalarını, belli bir mesafe öteye alır.
- **Mirror:** Seçilen nesnelere bir eksene göre simetriğini alır.
- **Rotate:** Seçilen nesnelere, bir noktanın etrafında döndürür.
- **Trim:** Seçilen nesnelere, kesişme noktalarından itibaren budar.
- **Fillet:** İki köşeyi Radius ile birleştirir ve yuvarlak yapar.
- **Offset:** Bir nesneyi, kendisinden belli bir mesafe öteye paralelini alarak kopyalar.
- **Array Drop-down:** Seçilen nesnelere istenilen sayıda, istenilen aralıkla dikdörtgen veya dairesel bir yörünge etrafında çoğaltır.
- **Explode:** Bir polyline ya da bloğu patlatarak doğrular, yaylar ve çemberlere ayırır.
- **Stretch:** Seçilen nesnelere, bir noktadan tutup sürdürerek uzatıp kısaltır.
- **Scale:** Seçilen nesnelere, bir noktanın etrafında büyütüp küçültür.
- **Break Drop-down:** Bir nesne üzerindeki iki noktanın arasını koparmak veya nesneyi bir noktadan itibaren bölmek için kullanılır.
- **Join:** İki noktayı birleştirir.
- **Erase:** Seçilen nesnelere siler.



Görsel 2.17: Draw menüsü

Dimension (Ölçülendirme) Menüsü (Görsel 2.17)

- **Dimension:** Doğrusal ölçülendirme yapar.
- **Dimension Drop-down:** İki nokta arasını ölçer.
- **Continue and Base Dimension:** Referans noktasına göre ölçülendirme yapar.
- **Center Mark Drop-down:** Çember ve yayların merkez noktalarını bir simge ile gösterir.



Görsel 2.18: Blok menüsü

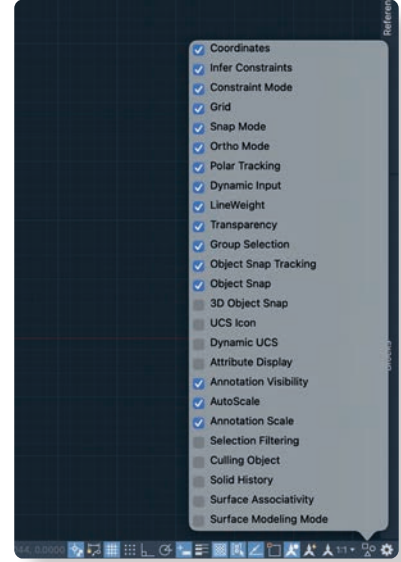
Bloklar (Görsel 2.18)

- **Block, Make:** Blok oluşturur.
- **Block Palette:** Oluşturulan bloğu çizime ekler.
- **Define attributes:** Bloklara nitelik ekler.

Çizim Modları (Görsel 2.19)

Çizim modları, çizim komutlarının daha pratik kullanılmasını sağlayan yardımcı araç çubuklarıdır. En sık kullanılan yardımcı modlar şunlardır:

- **Snap Mode:** Farenin belirli aralıklara kilitlemesini sağlar. Normalde bu mesafe, x ve y'de 10 birimdir. Bu durumda fare yatayda ve dikeyde 10'ar birim aralıklarla zıplayarak hareket eder, serbestçe hareket ettirilemez. Bu mesafeleri değiştirmek için Snap Mode'un üzerinde sağ tuş-Settings'e girilir. Açılan pencerenin sol üst tarafındaki Snap X spacing ve Snap Y spacing kısmına istenilen değer yazılır.
- **Grid:** Ekranda yatayda ve dikeyde belirli aralıklarla ızgara adını verilen noktaların görünmesini sağlar. Böylelikle ekran, milimetrik kâğıt gibi görünür. Normalde bu mesafe, x ve y'de 10 birimdir. Bu mesafeleri değiştirmek için Grid'in üzerinde sağ tuş-Settings'e girilir. Açılan pencerenin sol üst tarafındaki Grid X spacing ve Grid Y spacing kısmına istenilen değer yazılır.
- **Ortho Mode:** Diklik modudur. Farenin çizim ve düzenleme işlemleri yaparken sadece yatay ve dikeyde hareket etmesini sağlar. Düz çizgiler çizerken, düz bir şekilde taşıma ve kopyalama yaparken açılır. Sonra da işlem bittikten sonra kapatılır.
- **Polar Tracking:** Bellirli bir açı ve onun katları olan doğrultularda kesikli eksen çizgileri çıkmasını sağlar. Bu sayede çizim ve düzenleme işlemleri yapılırken bu doğrultular için @x,y şeklinde koordinat girmek yerine doğrudan mesafe girilebilir. Hangi açının katlarında eksen çizgileri çıkacağını ayarlamak için Polar'ın üzerinde sağ tuş-Settings'e girilir. Açılan pencere-deki Increment Angle kısmından istenilen eksen çizgisi seçilir.



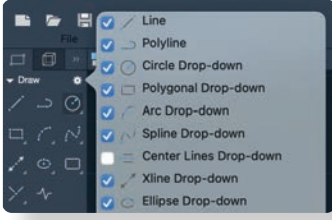
Görsel 2.19: Çizim modları menüsü

Koordinat Sistemi

Çizimler, koordinat sistemine göre yapılır. Orijin, program ilk açıldığında genellikle çizim ekranının sol alt köşesindedir. x ve y değerleri, sağa ve üste doğru gidildikçe artar, sola ve alta doğru gidildikçe azalır. Bu, ekranın sol altında bulunan koordinat göstergesinden de anlaşılabilir. Orijinin sol ve alt tarafında x ve y değerleri negatiftir. x ve y değerleri; sol alt köşeye yaklaştıkça azalır, sol alt köşeden uzaklaştıkça artar. Bu değerler, imlecin o anda bulunduğu koordinat değerleridir. Bir noktanın koordinatı belirtilirken ilk önce x, daha sonra da y değeri söylenir ya da yazılır. Koordinatı belirten x ve y değerlerinin aralarına virgül konur (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Komut satırına koordinat girişi



Görsel 2.21: Çizgi çekme araç çubukları

Line-Polyline (Görsel 2.21)

Çizgi çizmek için kullanılır. Aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek çizgi çizilir.

- Command: Programa bir komut girilmesi gerekir.
- Command: Line-polyline çizgi komutu girilir.
- Specify first point: Çizginin başlangıç noktası belirlenir.
- Specify next point or *Undo+: Çizginin bitiş noktası belirlenir.
- Specify next point or *Close/Undo+: Noktayı belirledikten sonra Enter veya Esc tuşları ile komut sonlandırılır.

Close seçeneği: İlk nokta ile son noktayı birleştirerek kapalı bir alan oluşturmak için kullanılır.

Undo seçeneği: Çizimin herhangi bir anında yaptığınız işlemi geri almak için kullanılır.

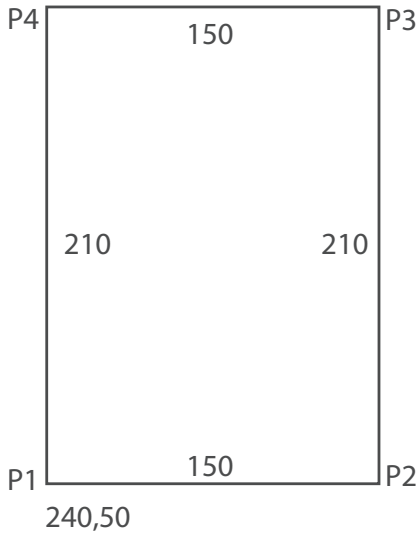
Not: Çizim yaparken nesnelere ekrana sığmadığı zaman farenin ortasındaki Scroll (kaydırma) tuşunu kendinize doğru çekerek ekrandan uzaklaşıp, ileri doğru iterek ekrana hızlı bir şekilde yakınlaşabilirsiniz. Ayrıca Scroll tuşuna basıp çekerek de ekranı kaydırabilirsiniz.

Autocad'de Koordinat Sistemlerini Tanıma ve Nokta Koordinatı Belirleme Yöntemleri

1. Mutlak koordinatlar: Noktanın koordinatı (0,0) *x=0, y=0+ şeklinde komut satırından girilir.

2. Bağıl koordinatlar: Bir önceki noktaya göre koordinat girilerek yeni noktanın koordinatı belirlenir.

ÖRNEK Köşe koordinatlarını girerek dikdörtgen oluşturma.



Komut satırında sırasıyla aşağıdaki işlemleri yapın.

(Not: ↵ işareti belirtildiği gibi **Enter** anlamına gelmektedir.)

- Command: line ↵
- Specify first point: 240,50 ↵ (Başlangıç P1 noktasının koordinatları girildi.)
- Specify next point or [Undo]: @150,0 ↵ (P2 noktasının koordinatları P1 noktasına bağlı olarak girildi.)
- Specify next point or [Undo]: @0,210 ↵ (P3 noktasının koordinatları P2 noktasına bağlı olarak girildi.)
- Specify next point or [Close/Undo]: @-150,0 ↵ (P4 noktasının koordinatları P3 noktasına bağlı olarak girildi.)
- Specify next point or [Close/Undo]: @0,-210 ↵ (P1 noktasının koordinatlarını P4 noktasına göre girerek dikdörtgen kapatıldı.)

Örnekte görüldüğü gibi @ işareti ile başlayan bir koordinat değeri girildiğinde autocad çizginin başlangıç noktasını bir önceki noktanın koordinatı olarak seçti. Yani @150,0 yazıldığında çizginin başlangıç noktası, bir önce işaretlenen nokta olan P1 noktası olarak seçildi ve bu noktadan x yönünde 150 birim ve y yönünde 0 birim gidilerek çizginin bitiş noktası belirlendi.



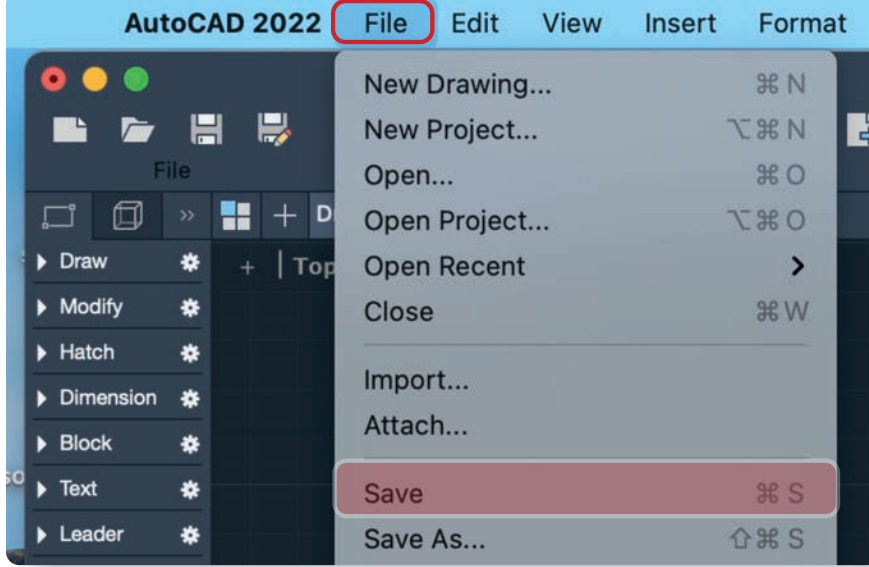
SIRA SİZDE

AutoCad programında kullanım kolaylığı sağlaması için kullanmayacağınız araç çubuklarını ve padleri kapatıp, sık kullanacaklarınızı öne çıkararak uygulamayı kişiselleştirin.

Dosya Kaydetme ve Çıktı Alma

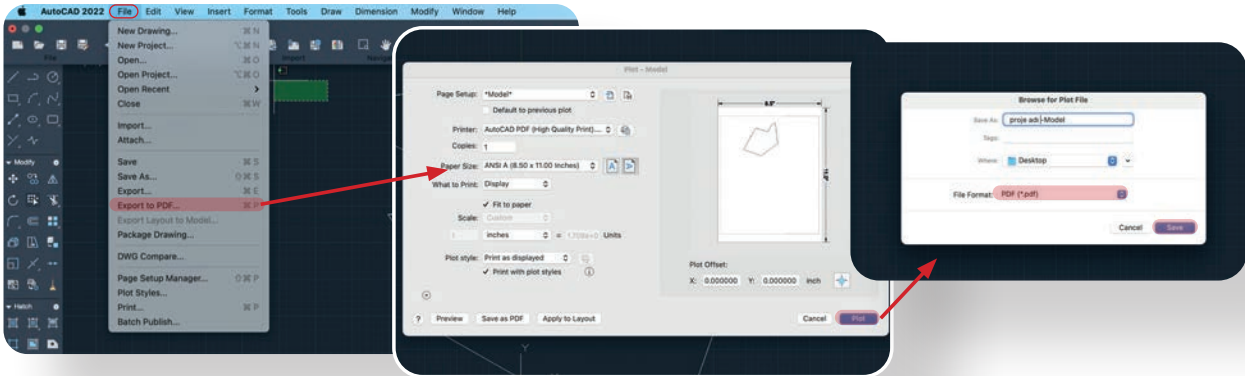
Save (Kaydet) komutu, yapılan çizimlerin yeni bir dosyaya ilk defa kaydedilmesi veya son değişikliğin mevcut dosyaya kaydedilmesi için kullanılır. Save komutuna aşağıdaki yollardan ulaşılır.

- Komut satırına **SAVE** veya **QSAVE** yazılır ve Enter tuşuna basılır.
- Klavyeden **Ctrl/Command+S** tuşlarına birlikte basılır.
- File Menu-Save (Görsel 2.22)



Görsel 2.22: Projeyi File menüsünden kaydetme

Çizimini tamamladığınız projeyi **Export to PDF → Plot → Save** (Görsel 2.23) adımlarını takip ederek pdf uzantılı kaydedebilirsiniz. Kaydettiğiniz belgenin çıktısını **CTRL/Command P** kısa yolu ya da belgeye **sağ tuş+Yazdır** seçeneklerini tıklayarak alabilirsiniz (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: Projenin PDF uzantılı kaydedilmesi

7. ETKİNLİK

Programa Veri Giriyorum

Okulunuzun bulunduğu yerin koordinatlarını ölçerek AutoCad programına giriniz. Elde ettiğiniz verilerin çıktısını alarak sınıfınızdaki arkadaşlarınızla karşılaştırınız.



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21453>

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A- Aşağıda verilen boşlukları uygun şekilde tamamlayınız.

1. Sürekli numaralamada noktalara katlar göz önüne alınmadan kadar numara verilir.
2. Yeraltında yatay ve düşey açıların ölçülmesinde en sık kullanılan aletlerden biri
3. Dik koordinat sisteminde herhangi bir doğrunun +X ekseninden başlayarak saat ibresinin hareketi yönünde oluşturduğu açıya, o doğrunun denir.
4. Yeraltında belirlenen noktalar arasında yükseklik farkının ölçülmesinde yararlanılan nivelman uygulamalarında genellikle yöntemi kullanılmaktadır.
5. Yeraltı ölçmelerinin yerüstü konumlarına bağlanması işlemine denir.
6. Yeraltında yapılan ölçümleri yerüstüne bağlamak için yerüstündeki ölçüm noktalarının bir kuyudan yeraltına düşey doğrultuda indirilmesi işlemine denir.
7. Kuyularda hava akımı hızı sabit değildir. Kuyularda hava akımının sürekli değişmesi duruma denir.
8. Nirengi hesabında kullanılan referans noktalarına denir.
9. Birbirine paralel düşey kesitlerin alanları hesaplanır. Bu kesitler arasındaki uzaklıklara göre maden kütlesinin hacmi bulunarak rezervi hakkında bilgi elde edilir. Rezerv hesaplamalarında kullanılan bu yöntemin adı
10. Maden yatağının şeklinin koni ya da prizma olduğu durumlarda kullanılan rezerv hesaplama yöntemi
11. Yeraltında basınç, derinliğe bağlı olarak değişir. Derinlik arttıkça her 100 metrede basınç mm civa yüksekliğinde artmaktadır.
12. Küçük arazi parçalarında uygulanan ve yeryüzünün küreselliği göz önüne alınmadan yapılan ölçmelere denir.
13. Yeraltında ölçüm noktaları, kaybolmamaları ve daha kolay gözlenebilmeleri için genellikle alınır.
14. Çizimler, sistemine göre yapılır.
15. komutu, yapılan çizimlerin, yeni bir dosyaya ilk defa kaydedilmesi veya son değişikliklerin mevcut dosyaya kaydedilmesi için kullanılır.
16. Dışa aktar (Export) menüsünde bulunur.

B- Aşağıda verilen seçeneklerden uygun olanını işaretleyiniz.

17. Yeryüzünün küresel şekli göz önüne alınmadan küçük arazi parçalarında yapılan ölçme türü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Jeodezik ölçme
- B) Düzlem ölçme
- C) Topografik ölçme
- D) Yatay uzunluk ölçme
- E) Hidrografik ölçüm

18. Aşağıdakilerden hangisi yeraltı ölçüm işlemlerinin zorluklarından değildir?

- A) Karanlık ortamda çalışma
- B) Yeraltındaki basınç
- C) Uzun ve dar tüneller
- D) Tozlu ortam
- E) Nirengi noktalarının bulunması

19.

- I. Pusula poligonu
- II. Teodolit poligonu
- III. Nivelman röperi

Yukarıdakilerden hangileri, ölçüm noktalarını levhalar şeklinde numaralandırma sistemlerindedir?

- A)Yalnız I B) I ve III C) I ve II D) II ve III E)I, II ve III

20. Yerüstündeki bir noktanın düşey doğrultuda yeraltına indirilmesi işlemine verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Nokta çeküllemesi
- B) Trigonometrik nivelman
- C) Asma pusula
- D) Geometrik nivelman
- E) Poligonasyon

21. Aşağıdakilerden hangisi yeraltında uygulanan açı ölçme yöntemlerinden biri değildir?

- A) Azimut açısı yöntemi
- B) Topografya açısı yöntemi
- C) Kesişen doğrular yöntemi
- D) Sehpa yöntemi
- E) Semt yöntemi

22. Aşağıdakilerden hangisi düşey kuyularda derinlik ölçme araçlarından biri değildir?

- A) Çelik şerit metre
- B) Özel ölçü telleri
- C) Elektronik aletler
- D) Lazermetre
- E) Kuyu şeridi

23. Yeraltında maden üretimi yapmak için zeminde boşluklar açılır. Açılan bu boşlukların civarındaki katmanların çökmesine tasman denir.

Aşağıdakilerden hangisi tasmanın çevreye zararlardan biri değildir?

- A) İklimin değişmesine neden olur.
- B) Yeryüzünün doğal dengesi ve konumu değişir.
- C) Zeminde deformasyonlar meydana gelir.
- D) Yeraltındaki hidrolojik denge değişir.
- E) Bitki örtüsünde değişim meydana gelir.

24. Uzunluğu, yüksekliği veya koordinatı bilinmeyen bir alanın konumunu bulmak için o alanda belirli sayıda noktalardan üçgenler oluşturarak yapılan hesaplama işlemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Poligon noktası
- B) Nirengi noktası
- C) Santral şebeke
- D) Zincir şebeke
- E) Dolgu noktaları

25. Aşağıdakilerden hangisi düzensiz maden yataklarında rezerv hesaplama yöntemlerinden biridir?

- A) Poligon yöntemi
- B) Üçgen yöntemi
- C) Çember yöntemi
- D) Standart yöntem
- E) Semt yöntemi

26. Aşağıdakilerden hangisi AutoCad programının Draw (Çizim) menüsü altında yer alır?

- A) Erase
- B) Copy
- C) Fillet
- D) Polyline
- E) Rotate

27. **Modify (Düzenleme) menüsü altında yer alan ve bir nesne üzerindeki iki noktanın arasını koparmak veya nesneyi bir noktadan itibaren bölmek için kullanılan araç çubuğu aşağıdakilerden hangisidir?**

- A) Break Drop-down
- B) Array Drop-down
- C) Trim
- D) Scale
- E) Offset

28. **Aşağıdakilerden hangisi AutoCad programının standart dosya uzantılarından biridir?**

- A) psd
- B) dcr
- C) ai
- D) eps
- E) dwg

29. **Aşağıdakilerden hangisi çizim modlarından birisi değildir?**

- A) Draw
- B) Snap modu
- C) Grid
- D) Ortho mode
- E) Polar tracking

30. **Aşağıdaki AutoCad programındaki kısayol eşleştirme tuşlarından hangisi yanlıştır?**

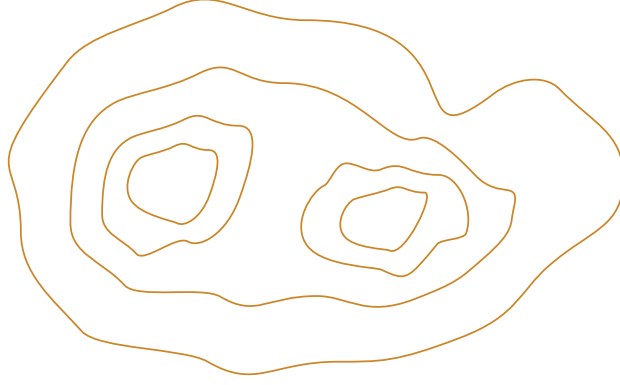
- A) Ctrl/Command + S=kaydet
- B) Ctrl/Command + P=PDF kaydet
- C) Ctrl/Command + W=kapat
- D) Ctrl/Command + E=Sil
- E) Ctrl/Command + O=open

31. Bu yöntemde birbirine paralel düşey kesitlerin alanları hesaplanır. Bu kesitler arasındaki uzaklıklara göre maden kütlesinin hacmi bulunarak rezervi hakkında bilgi elde edilir.

Yukarıda bahsedilen düzensiz maden yataklarında rezerv hesaplama yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Eşdeğer çizgiler yöntemi
- B) Lineer yöntemi
- C) Üçgen yöntemi
- D) Poligon yöntemi
- E) Standart yöntem

32.



Yukarıda şekli verilen rezerv hesaplama yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Eşdeğer çizgiler yöntemi
- B) Lineer yöntemi
- C) Üçgen yöntemi
- D) Poligon yöntemi
- E) Standart yöntem

33. AutoCad programındaki kısayolu Ctrl/Command + N ile yapılan işlem aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Tümünü seç
- B) Dosyayı kaydet
- C) Yapılan işlemi geri al
- D) Yeni dosya aç
- E) Çıktı al

C- Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 34. Yeraltı madenciliği işletiyor olsaydınız, çalışma koşullarını nasıl düzenlerdiniz?
- 35. Yeraltı galerilerde sistematik numaralandırma nasıl yapılır? Yazınız.
- 36. Yeraltı galerilerinde açılı ölçme araçları nelerdir? Yazınız.
- 37. Açılı ölçümlerinde en sık kullanılan yöntemler nelerdir? Yazınız.
- 38. Tasman nedir? Tasmandan kaynaklanan sorunlar nelerdir? Yazınız.
- 39. Nirengi noktaları nelerdir? Yazınız.
- 40. Maden rezervi hesaplama yöntemlerinden üç tanesini yazınız.
- 41. AutoCad programında koordinat girerek altı poligon noktası olan bir çizim yapınız.
- 42. AutoCad programında Save komutunun işlevi nedir?

1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. Topografya (ölçme bilgisi)
2. Elipsoid, Küre, Düzlem
3. Ölçümün amacı
4. Düzenli (sistemik) hatalar
5. Düzeltme
6. Trigonometrik nivelman
7. Bağlı nivelman
8. Mira
9. Nivelman
10. Referans düzlemi
11. Teodolit
12. Düşey açı
13. 10cc
14. Grad
15. Mira
16. D 17. E 18. E 19. B 20. A 21. C 22. E 23. E 24. C 25. D 26. E
27. D 28. B 29. C 30. D 31. B 32. E 33. E 34. E 35. A 36. B
37. Haritası çizilecek alanın çizim hatalarını en aza indirmek için yüzölçümlerine göre farklı referans yüzeyleri alınır.
38. Jeoid, geometrik bir şekil olmadığı için düzleme aktarılamaz.
39. Dünya'nın yarıçapını bugünkü değere çok yakın olarak hesaplamıştır.
40. Arazide işaretlenen noktaların uzaktan görülebilmesi için kullanılır.
41. Yaklaşık 11,2 grad eder.
42. Her zaman ve her yerde doğru, güvenilir ve kolay ulaşılan konum üretmek.
43. 45 sayısını 54 okumak.
44. 120,58 kesin değeri bulunarak $v = x - l$ formülünden $v = 0$ kontrolü yapılır.
45. Ölçme işleminin amacı ve ölçümü yapılacak arazinin büyüklüğü göz önünde bulundurulur.
46. Yol yapımı, madencilik
47. Herhangi bir yerin yatay konumunu ve yüksekliğini aynı anda ölçebilen alete takeometre denir.
48. Silindirik boru şeklindedir. Düzecin üst kısmında milimetrik (2 mm aralıklı) bölümler vardır. Silindirin içindeki hava kabarcığı aralıkların ortasına denk geliyorsa düzeç ayarlanmış demektir. Yapılan bu işleme ince tesviye denir.
49. Görüntünün gözleme çizgilerine düşmemesi durumuna denir.
50. Arazinin keşfini yapıp istasyon noktalarını belirler. Arazinin krokisini çıkararak miracıların hangi yerlerde olması gerektiğini söyler.
51. Takeometre, poligon noktası üzerine kurulur. Takeometrenin yüksekliği (cm) hesaplanır. Takeometrenin yatay bölüm dairesi sıfıra getirilip bağlanır, dürbün sola (poligon noktasına) döndürülür. Diğer poligon noktalarına takeometre yöneltilerek yatay ve düşey açılarda her üç kılda mira okumaları yapılır. Yatay açı bölüm dairesinin sürüklenip sürüklenmediğini kontrol etmek amacıyla poligon kenar uzunluklarına göre uzakta olan birkaç noktaya dürbün uygulanarak yatay açı okuması yapılır. Detay noktalarının alımına geçilir. Detay noktasında düşey olarak tutulan miraya dürbün uygulanır. Yatay ve düşey açı okumaları yapıldıktan sonra mira okumalarına geçilir ve mira okumaları yapılır. Arazinin sadece önemli noktalarına değil uygun bölümlerine de mira tutulması gerekmektedir. Arazideki bütün noktaların yatay açı, düşey açı ve mira okumaları yapılır. Sonrasında kontrol amaçlı dönüş noktası alınır.
52. Tahomson yöntemi, düzgün arazilerin ölçümünde kullanılır. Planimetre yöntemi ise düzgün olmayan arazilerin alan ölçümünde kullanılır.

2. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. 1'den 1000'e
 2. Teodolit
 3. Açıklık (semt) açısı ya da açıklığı (semti)
 4. Geometrik nivelman
 5. Yönelme ya da oryantasyon
 6. Nokta çeküllemesi
 7. Zorlanmış salınımlar
 8. Nirengi noktası veya nirengi
 9. Liner yöntemler
 10. Piramit eşitliği yöntemi
 11. 9
 12. Düzlem ölçmesi
 13. Tavandan
 14. Koordinat
 15. Save
 16. File
- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 17. B | 18. E | 19. E | 20. A | 21. C | 22. D |
| 23. A | 24. B | 25. D | 26. D | 27. A | 28. E |
| 29. A | 30. D | 31. B | 32. A | 33. D | |
34. 1. Karanlık ortamda çalışma 2. Tozlu ortamda ölçüm yapılması 3. Yeraltındaki sıcaklık ve basınç koşullarının farklı olması
 35. Sürekli numaralamada noktalara katlar göz önüne alınmadan 1'den 1000'e kadar numara verilir. Nokta numarası yazılırken önce kat numarası, sonra o kat içindeki o noktanın nokta numarası yazılır.
 36. Teodolit, asma daire, asma pusula
 37. Sehpa metodu (Tepe açılarının ölçülmesi)
 38. Madencilikte yeraltında üretim yapmak için zemin içinde açılan boşlukların üzerinde yer alan katmanların zaman içinde çökmesi sonucunda yeryüzünde oluşan çöküntülere denir.
 39. Uzunluğu, yüksekliği veya koordinatı bilinmeyen bir alanın konumunu bulmak için o alanda belirli sayıda noktalardan üçgenler oluşturularak yapılan hesaplama işlemidir.
 40. 1. Ortalama Alan 2. Eşitliği Piramid 3. Eşitliği Kesik Koni Eşitliği
 41. Verilen koordinatın değerine göre şekiller birbirinden farklı olacaktır. Koordinat değerleri öğrencinin tercihine bırakılmıştır.
 42. Dosyayı kaydetme işlevini görür.

- Altınok, N. Topografya ve Tatbikatı, Ankara, 1964.
- Asri, İ. Bayrak T. Ölçme Bilgisi, Gümüşhane, 2011.
- Atasoy, V. Arazi Ölçmeleri, 2020.
- Avcioğlu, M. Uygulamalı Ölçme Bilgisi (Topografya), İstanbul, 2012.
- Aydın, Ö. Yeraltı Ölçmeleri, İstanbul, 1981.
- Aydın, Ö. Ölçme Bilgisi 1, Kurşit Matbaası, İstanbul, 1984.
- Aydın, Ö. Madencilik Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 2000.
- Aytaç, M. Tatbiki Topografya, İstanbul, 1968.
- Baş, H. Gazi, Topografya, İstanbul, 2009.
- Bayrak, T. ve Asri, İ. İnşaat Mühendisleri için Ölçme Bilgisi Ders Notları, Gümüşhane, 2011.
- Bayrak, T. Asri, İ. İnşaat Mühendisleri için Ölçme Bilgisi Ders Notları, Gümüşhane Üniversitesi, 2011.
- Bektaş, S. Ölçme Bilgisi Topografya, Ankara, 2020.
- Bektaş, S. Ölçme Bilgisi (Topografya), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2020.
- Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 15 Temmuz 2005 tarih 25876 sayılı resmi gazete.
- Büyük Ölçekli Haritalar ve Harita Bilgilerinin Üretim Yönetmeliği, 2018.
- Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, 1989.
- Büyükcangaz, H. Yaslıoğlu, E. Ölçme Bilgisi Ders Notları, 2009.
- Ceylan, A. Tombaklar, Ö. Halis, Ölçme Bilgisi, Konya, 2013.
- Ceylan, A. ve Tombaklar, Ö. Halis, Ölçme Bilgisi (Topografya), Konya, 2006.
- Dişçi, S. Harita Çizimi ve Uygulaması, Devlet Kitapları, İstanbul, 1999.
- Erkaya, H. Yükseklik Ölçmeleri, Ders Notları, İstanbul, 2006.
- Ersöz, Zeki, Topografya, Ankara, 1948.
- Gündoğdu, M. Topografya Ölçme Bilgisi, İtÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 1990.
- Gündoğdu, Ö. Topografya (Ölçme Bilgisi), Atlas Kitabevi, İtÜ. Matbaası, İstanbul, 1993.
- Horzum, T. Fikret, Ölçme Bilgisi Ders Notları, Akdeniz Üniversitesi.
- İlçi, V. Ölçme Bilgisi II Poligon Noktaları Hesapları Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- İnal, C. Baybura, T. Ölçme Bilgisi I/II, Selçuk Üniversitesi Yayınları, 2001.
- İnal, C. Erdi, A. ve Yıldız, F. Topografya Ölçme Bilgisi, Ankara, 2019.
- Kabasakaloğlu, S. Ölçme Bilgisi, MEB, İstanbul, 2002.
- Koç, İ. Ölçme Bilgisi 1, İstanbul, 2012.
- Koç, İ. Ölçme Bilgisi 1, Gökhan Matbaası, İstanbul, 1998.
- Kulaksız, H. Beyaz, M. Yeraltı Topografyası, İtÜ. İstanbul, 1975.
- Kuşçu, Ş. Madenlerde Ölçme ve Plan (Madencilik Topografyası), Filiz Kitabevi, İstanbul, 1997.

- Kuşçu, Ş. Madenlerde Ölçme ve Plan(Madencilik Topografyası, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1997.
- Kuşçu, Ş. Koçak, E. Taşkömürü Havzasında Madencilikten Kaynaklanan Çevresel Sorunlar ve Uzaktan Algılamadan Beklentiler, Kara Elmas Üniversitesi.
- Küçük, K. Maden Mühendisleri için Ölçme Tekniği, İzmir, 2004.
- Nasuf, E. Rezerv Hesaplamalarında İstatiksel Yöntemler ve Bilgisayar Uygulamaları, İtü Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Onargan, T. Küçük, K. Maden Mühendisleri için Ölçme Tekniği, Deü Mühendislik Fakültesi Yayınları, no:312.
- Orman, M. Özen, H. ve Öksüzoğlu, H. Ölçme Bilgisi Topografya, Ankara, 1969.
- Öngen, Ö. Madencilikte Bilgisayar Uygulamaları ve Surpac Yazılımı ile Bir Ocak Planlaması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Özbenli, E. ve Tüdeş, T. Ölçme Bilgisi Pratik Jeodezi, İstanbul, 1972.
- Özgen, G. Madencilik Topografyası 1, İstanbul, 1965.
- Özgen, G. Madencilik Topografyası 2, İstanbul, 1967.
- Özgen, G. Mühendis ve Mimarlar için Topografya, İstanbul, 1993.
- Özgen, G. Topografya Ölçme Bilgisi 1, İstanbul, 1984.
- Özgen, G. ve Tekin, E. Madencilik Ölçmeleri, İstanbul, 1986.
- Öznur, S. Topografya Ölçme Bilgisi, Ankara,1974.
- Sipahioğlu, B. Büyük Topografya, Ankara, 1952.
- Songu, C. Ölçme Bilgisi I/II, Birsen Yayınevi, 2003.
- Songu, C. Ölçme Bilgisi, Birsen Yayın Evi, Cilt 2, Ankara, 1981.
- Songu, C. Şerbetçi, M. ve Gülal, E. Ölçme Bilgisi 1. cilt, İstanbul, 2009.
- Şansan, M. Topografya, İstanbul, 1988.
- T.C. MEB Ortaöğretim Projesi, Harita, Tapu ve Kadastro Yükseklik Ölçme 581MSP089, Ankara, 2011.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Nokta Konumları, Harita-Tapu-Kadastro, Ankara, 2011.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Poligon Hesapları, Harita-Tapu-Kadastro, Ankara, 2011.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Uzunluk Ölçme, Harita-Tapu-Kadastro, Ankara,2011.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Yeraltı Ölçmeleri, Harita-Tapu-Kadastro, Ankara, 2011.
- Tansuğ, B. Ölçme Bilgisi Topografya, İstanbul, 1962.
- Tardı, P. çev. Şarman, F. Jeodezi, İstanbul,1949.
- Yakar, M. Ünel, Fatma B. ve Kuşak, L. Ölçme Bilgisi 1, Konya, 2019.
- Yakar, M. Ünel, Fatma B. ve Kuşak, L. Ölçme Bilgisi 2, Konya, 2019.
- Yakar, M. ve Fidan, Ş. Topografya, Konya, 2019.
- Yaşar, S. Mühendislikte Topografya 1, İstanbul, 1968.
- Yaşar, S. Mühendislikte Topografya 2, İstanbul, 1970.

Genel Ağ Kaynakçası

<https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA8825>

HRT 105 HARİTA MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ - PDF Ücretsiz indirin (docplayer.biz.tr) 07.02.2021 saat 02:15

Ders Notları - İnşaat Mühendisliği - Bartın Üniversitesi (bartin.edu.tr) 08.02.2021 saat 19:29

Ölçme Bilgisi DERS 4. Basit Ölçme Aletleri ve Arazi Ölçmesi. Kaynak: İ.ASRİ - PDF Free Download (docplayer.biz.tr) 03.03.2021 saat 06.00

ÖLÇME BİLGİSİ ALANLARIN ÖLÇÜLMESİ - PDF Free Download (docplayer.biz.tr) 03.03.2021 saat 06.00

PLANİMETRE İLE ALAN ÖLÇMESİ - ppt video online indir (slideplayer.biz.tr) 05.03.2021 saat: 00:16

DENGELEME HESABI DERS NOTLARI - PDF Free Download (docplayer.biz.tr) 10.03.2021 saat: 12:58

İha İle Fotogrametrik Veri Üretimi İlgin Özemir, Melis Uzar İHA İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ - PDF Free Download (docplayer.biz.tr)

www.web.itü.edu.tr

www.erbakan.edu.tr

<http://www.tkgm.gov.tr/>

<http://www.megep.gov.tr/>

[PDF] 2. FOTOGRAMETRİ. 2.1 Fotogrametrinin Sınıflandırılması. Fotogrametri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır. - Free Download (silo.tips) 06.03.2021 saat: 02:48

yuksekkolcmeleri_halilerkaya.pdf (wordpress.com) 07.02.2021 saat 00:33

Microsoft Word - 79.doc (hkmo.org.tr) 07.02.2021 saat 00:08

1 Ölçü Birimleri (hacettepe.edu.tr) 07.02.2021 saat 00:42

Ölçme Teknikleri ve Fotogrametri (gokturkharita.com) 08.02.2021 saat 21:29

PowerPoint Sunusu (docplayer.biz.tr) 08.02.2021 saat 21:48

<https://mevzuat.gov.tr> 04.03.2021 saat: 23:30

Görsel Kaynakçası



Görsel kaynakçaya ulaşmak için bu karekodu okutunuz.

EK-1: Etkinlik Değerlendirme Formu

Öğrencinin Adı ve Soyadı					Sınıfı ve Numarası		
ÖLÇÜTLER	Performans Düzeyi						
	5 (Çok iyi)	4 (İyi)	3 (Orta)	2 (Zayıf)	1 (Çok zayıf)		
A) ETKİNLİK HAZIRLAMA							
1. Etkinliği farklı kaynaklardan araştırma yaparak hazırladı.							
2. Etkinliği farklı materyaller kullanarak hazırladı.							
B) UYGULAMA BECERİSİ							
3. Uygulamaya amaç ve hedefleri içeren bir girişle başladı.							
4. Konuyu uygun örneklerle açıkladı.							
5. Konular arası geçişi düzenli şekilde gerçekleştirdi.							
6. Genel bir değerlendirmeyle sunumu sonlandırdı.							
C) İLETİŞİM BECERİSİ							
7. Türkçeyi akıcı bir şekilde kullandı.							
8. Dinleyiciler ile göz teması kurdu.							
9. Anlatımını beden diliyle destekledi.							
D) PLANLAMA							
10. Uygulamayı verilen sürede tamamladı.							
SÜTUN TOPLAMLARI							
TOPLAM PUAN							
<p>Ölçek Puanını 100'lük Sisteme Dönüştürme İşlemi: Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 50, en düşük puan 10'dur. $PUAN = [(Genel\ puan\ toplamı \times 100) / Alınabilecek\ en\ yüksek\ toplam\ puan\ formülü\ uygulanarak\ 100'lük\ sisteme\ dönüştürülür.]$ 100 üzerinden 70 puan aldıysanız başarınız yeterli düzeydedir. 69 veya altı puan almışsanız yetersizdir, çalışmanızı gözden geçiriniz.</p>							

NOT: Öneri olarak hazırlanmıştır. Konu içeriğine göre düzenlenebilir.

NOTLAR

A large rectangular area with a blue border, containing numerous horizontal orange dotted lines for writing notes.