

ÖLÇME BİLGİSİ (TOPOGRAFYA)



Öğr. Gör. Selçuk USTA

MESLEK YÜKSEKOKULLARI İNŞAAT PROGRAMI

ÖLÇME BİLGİSİ (TOPOGRAFYA)

Öğr. Gör. Selçuk USTA

EKİM 2011

ÖNSÖZ

Bu ders notu, İnşaat sektöründe görev almak üzere yetiştirilmekte olan Teknik Eleman adaylarının Ölçme Bilgisi konularında bilgilendirilmeleri amacıyla hazırlanmıştır. Ancak, Topografya konularının pek çoğu bu ders notunun hacmi içerisinde tüm yönleriyle incelenemeyecek kadar kapsamlıdır. Dolayısıyla, konular İnşaat sektörü ile ilişkilendirilerek genel çerçevesi ile on iki bölümde incelenmiştir.

Birinci ve ikinci bölümlerde; Harita, Kroki, Kartografya ve Topografya Kavramları, Harita Türleri, Haritalarda Kullanılan Özel İşaretler ve Lejant Kavramı, Ülkemizde ve Dünyada Kullanılan Uzunluk, Alan, Hacim, Açı Birimleri ile Harita ve Planların Çizilmesinde Kullanılan Ölçek Türleri ele alınmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde; Doğruların Aplikasyonu, Basit Ölçme Aletleri Kullanılarak Mesafe Ölçümlerinin Yapılması, Mesafe Tahmin Yöntemleri, Ölçme Hataları ve Bu Hataların Giderilme Yöntemleri ile Dik İnme ve Dik Çıkma İşlerinde Kullanılan Ölçme Aletleri ve Ölçme Yöntemleri ele alınmıştır.

Beşinci ve altıncı bölümlerde; Yükseklik Ölçmeleri ve Kullanılan Ölçme Aletleri, Nivelman Türleri, İzohips Eğrilerinin Özellikleri, İzohips Eğrili Haritaların Oluşturulması ve Mevcut İzohips Eğrili Haritaların Kullanımı konuları ele alınmıştır.

Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu bölümlerde; Arazi Yüzeylerinin Doğal Eğimlerinin Belirlenmesi ve Arazi Yüzeylerinin Farklı Amaçlar Doğrultusunda Tesviye Edilmesi konuları ile Alan ve Hacim Hesaplama Yöntemleri ele alınmıştır.

Onuncu bölümde; Poligon ve Poligonasyon Kavramları, Poligon Güzergâhı Çeşitleri, Poligon Güzergâhlarının Tesis Edilerek Gerekli Ölçümlerin Yapılması ve Ölçüm Sonuçlarının Grafikselsel Olarak İfade Edilmesi konuları ele alınmıştır.

On birinci ve on ikinci bölümlerde; Haritaların ve Planların Büyütülmesinde ve Küçültülmesinde Kullanılan Yöntemler, İmar Kanunu ve İlgili Teknik Terimler ile İfraz ve Tevhit Uygulamaları ele alınmıştır.

Meslek Yüksekokullarının İnşaat Programlarında okutulan Arazi Ölçmeleri, Ölçme Bilgisi ve Topografya Derslerinin müfredatlarına uygun olarak hazırlanan bu ders notundan en iyi şekilde istifade edilebilmesi için, konu anlatımlarıyla verilen teorik bilgiler mutlaka arazi uygulamaları ile desteklenmelidir. Ayrıca her bölümün sonunda verilen uygulama problemleri üzerinde önemle durulmalıdır.

Selçuk USTA

İÇİNDEKİLER**Sayfa No.****1. HARİTA, KROKİ, KARTOGRAFYA, TOPOGRAFYA KAVRAMLARI.... 3**

1.1. Harita Çeşitleri	4
1.1.1. Ölçeklerine Göre Harita Çeşitleri.....	4
1.1.2. Kullanım Amaçlarına Göre Harita Çeşitleri	5
1.2. Harita İşaretleri (Lejant)	7
1.3. Haritalarda Yön Kavramı.....	9

2. BİRİMLER, EĞİM ve ÖLÇEK KAVRAMLARI..... 15

2.1. Uzunluk Ölçü Birimleri.....	15
2.2. Alan Ölçü Birimleri	16
2.3. Hacim Ölçü Birimleri	16
2.4. Açı Kavramı ve Açı Ölçü Birimleri	17
2.5. Eğim Ölçüleri	20
2.6. Ölçek	21
2.7. Rakım, Yükseklik, Kot ve Nirengi Noktası Kavramları	23
2.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	24

3. DOĞRULARIN İŞARETLENMESİ ve ÖLÇÜLMESİ 37

3.1. Basit Ölçme Aletleri.....	37
3.2. Doğruların Arazide İşaretlenmesi.....	42
3.2.1. Düz Arazide Doğruların İşaretlenmesi.....	43
3.2.2. Düz Arazide Doğruların Uzantılarının İşaretlenmesi.....	44
3.2.3. Düz Arazide Doğruların Kesişim Noktasının İşaretlenmesi.....	45
3.2.4. Görüşü Kısıtlı ve Engebeli Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi	46
3.3. Doğruların Ölçülmesi	47
3.4. Üzerinde Yürünemeyen ve Görüş Alanı Kısıtlı Olan Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi ve Ölçülmesi	50
3.5. Basit Ölçme Aletleri İle Arazi Yüzeyi Eğimlerinin Belirlenmesi.	53

IV

3.6. Mesafe Tahmin Yöntemleri	54
3.7. Ölçme Hataları	57
3.7.1. Kaba Hatalar	57
3.7.2. Sistematik Hatalar	58
3.7.3. Hata Sınırı	60
3.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	61

4. DOĞRULARDAN DİK ÇIKILMASI ve DOĞRULARA DİK İNİLMESİ ... 67

4.1. Basit Ölçme Aletleri İle Dik İniliş Dik Çıkılması	67
4.1.1. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulardan Dik Çıkılması	67
4.1.2. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulara Dik İnilmesi	68
4.2. Prizmalar İle Dik İniliş Dik Çıkılması	68
4.2.1. Prizma İle Doğruların Arazide İşaretlenmesi	70
4.2.2. Prizma İle Doğrulardan Dik Çıkılması	71
4.2.3. Prizma İle Doğrulara Dik İnilmesi	72
4.2.4. Görüşü Kısıtlı Arazilerde Doğruların Prizma İle İşaretlenmesi	73

5. NİVELMAN (YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ)..... 77

5.1. Nivelman Kavramı	77
5.1.1. Nivelman Aleti	78
5.1.2. Nivelman Miraları	82
5.1.3. Nivo İle Mira Okumalarının Yapılması	82
5.1.4. Nivo İle Yatay Açık Okumalarının Yapılması	84
5.2. Nokta Nivelmanı	85
5.3. Kesit Nivelmanı	86
5.3.1. Kesit Nivelmanı Karnesinin Doldurulması	90
5.3.2. Kesit Görünüşü Çiziminin Yapılması	93
5.4. Işınsal Nivelman	94
5.4.1. Noktalar Arasındaki Yatay Açık Değerlerinin Belirlenmesi	97
5.4.2. Işınsal Nivelman Sonuçlarına Göre Arazi Planlarının Çizilmesi	98

5.5. Yüzey Nivelmanı	99
5.6. Trigonometrik Nivelman	101
5.6.1. Teodolit İle Yatay ve Düşey Açı Okumalarının Yapılması	107
5.6.2. Teodolit İle Yatay Mesafe ve Yükseklik Ölçümlerinin Yapılması	109
5.7. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	116
6. İZOHİPS EĞRİLERİ.....	143
6.1. İzohips Eğrilerinin Özellikleri	143
6.2. İzohips Eğrili Haritaların Çizilmesi	150
6.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	152
7. ARAZİ PARÇALARININ TESVİYE EDİLMESİ.....	167
7.1. Doğal Eğim Değerlerinin Belirlenmesi	167
7.2. Tesviye Kotu Değerlerinin Belirlenmesi.....	168
7.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	172
8. ALAN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ	179
8.1. Üçgenlere Ayırma Yöntemi	179
8.2. Thomson Yöntemi.....	180
8.3. Cross Yöntemi	181
8.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	184
9. HACİM HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	205
9.1. Geniş Yüzeyli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı	205
9.2. Şerit Bıçimli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı.....	212
9.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	214
10. POLİGONASYON.....	249

VI

10.1. Poligon Güzergâhı Çeşitleri	251
10.2. Poligonasyon Çalışmaları	253
10.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri.....	262

11. HARİTALARDA BÜYÜTME ve KÜÇÜLTME TEKNİKLERİ..... 275

11.1. Karelaj (Grafik) Yöntemi.....	276
11.2. Işınsal Yöntem	277

12. İMAR BİLGİSİ..... 281

12.1. İmar Kanununda Kullanılan Bazı Terimler ve Anlamları	281
12.2. İfraz ve Tevhit Uygulamaları	289
12.2.1. Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfraz	289
12.2.2. Bir Kenara Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfraz ..	291
12.3. Parseller Arasındaki Sınırların Düzeltilmesi.....	295
12.3.1. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olacak Şekilde Düzeltilmesi.....	295
12.3.2. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Dik Olacak Şekilde Düzeltilmesi.....	297
12.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri.....	298

KAYNAKLAR 309

EKLER..... 311

1. Kesit Nivelmanı Karnesi	311
2. Trigonometrik Kesit Nivelmanı Karnesi	312
3. Poligon Güzergâhı Karnesi	313
4. Dik Üçgende Trigonometrik Bağlıntılar.....	314
5. Pisagor Teoremi.....	314
6. Öklid Teoremi	314

BÖLÜM - 1

HARİTA, KROKİ, KARTOGRAFYA, TOPOGRAFYA KAVRAMLARI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

1. HARİTA, KROKİ, KARTOGRAFYA, TOPOGRAFYA KAVRAMLARI.... 3

1.1. Harita Çeşitleri 4

1.1.1. Ölçeklerine Göre Harita Çeşitleri..... 4

1.1.2. Kullanım Amaçlarına Göre Harita Çeşitleri 5

1.2. Harita İşaretleri (Lejant) 7

1.3. Haritalarda Yön Kavramı..... 9

1. HARİTA, KROKİ, KARTOGRAFYA, TOPOGRAFYA KAVRAMLARI

Yeryüzünün tamamının veya bir parçasının tam tepeden kuş bakışı görüntüsünün belli bir ölçeğe göre küçültülerek ve belirli işaretler kullanılarak yatay düzlem üzerinde gösterilmesi amacıyla yapılan çizimlere **Harita** adı verilir. Dar alanların belirtilmesi amacıyla kuşbakışı, kabataslak ve ölçeksiz olarak hazırlanan çizimlere ise **Kroki** adı verilir. Harita ile kroki arasındaki en önemli fark, krokinin ölçeksiz olarak çizilmesidir. Bir haritanın hazırlanması sırasında aşağıda verilen hususlara dikkat edilmelidir.

- Bir haritanın bilgi verme görevini tam olarak yerine getirebilmesi için bilgi bakımından eksiksiz, açık ve okunaklı olması gerekir.
- Haritanın kullanım amacına uygun bir çizim yöntemi ve ölçek belirlenmelidir. Haritada küçük bir alan ayrıntılı bir şekilde gösterilmek isteniyorsa haritanın çiziminde büyük bir ölçek kullanılmalıdır. Haritada büyük bir alan daha az ayrıntılı bir şekilde gösterilmek isteniyorsa küçük bir ölçek kullanılmalıdır.
- Haritada gösterilmesi istenen bölge ölçek oranında küçültülmelidir. Ayrıca küçültme oranı haritanın her yanında eşit olmalıdır.
- Haritanın çiziminde tam tepeden kuş bakışı görünüş sağlanmalıdır.
- Harita üzerinde, haritanın oluşturulmasında kullanılan renk, sembol ve işaretler ile ilgili açıklayıcı bilgilerin verildiği bir lejant bulunmalıdır.
- Çok küçük alanları gösteren haritalarda yön oku bulunmalıdır. Paralellerin ve meridyenlerin belirtildiği haritalarda paralellerin doğrultusu doğu ve batı yönlerini, meridyenlerin doğrultusu ise kuzey ve güney yönlerini gösterir. Bu haritalarda yön oku gösterilmeyebilir.

Her türlü konu ve ölçekteki haritaların tasarlanması, üretilmesi, basılması ve kullanılmasına yönelik tekniklerin geliştirilmesini ve geliştirilen bu tekniklerin uygulanmasını kendisine konu edinmiş bilim dalına **Kartografya** adı verilir. Bir arazi yüzeyinin doğal ve yapay ayrıntılarının meydana getirdiği şekillerin belirlenerek, harita veya tablo biçiminde gösterilmesi amacıyla yapılan her türlü ölçme, hesap ve çizim işlerini kendisine konu edinmiş bilim dalına ise **Topografya** adı verilir.

1.1. Harita Çeşitleri

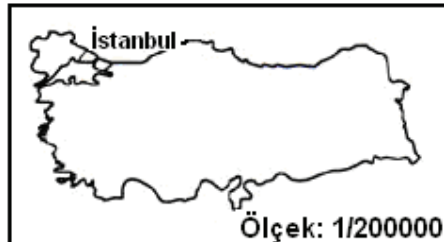
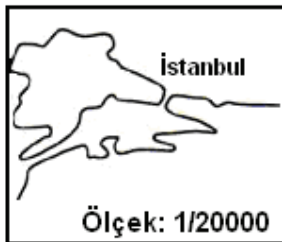
1.1.1. Ölçeklerine Göre Harita Çeşitleri

Bir arazi parçasının veya cismin plan, maket veya harita gibi yöntemlerle ifade edilebilmesi için kullanılan büyültme veya küçültme oranına **Ölçek** adı verilir. Örneğin 1/10000. Ölçeği ifade etmek için kullanılan bu oranda paydaki değer paydadaki değer harita üzerindeki aynı birimden karşılığıdır. Örneğin 1/20000 ölçekli bir harita üzerinde ölçülen 1 cm uzunluk gerçekte yani arazi üzerinde 20000 cm'ye karşılık gelir. Ölçeklerine göre harita çeşitleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.

- **Planlar**
Ölçeği 1/20000'den büyük olan en ayrıntılı haritalardır.
- **Büyük Ölçekli Haritalar**
Ölçeği 1/20000 – 1/200000 arasında olan haritalardır.
- **Orta Ölçekli Haritalar**
Ölçeği 1/200000 – 1/500000 arasında olan haritalardır.
- **Küçük Ölçekli Haritalar**
Ölçeği 1/500000'den küçük olan haritalardır.

Tablo 1.1 Büyük Ölçekli ve Küçük Ölçekli Haritalar Arasındaki Farklar.

Harita özelliği	Büyük ölçekli harita	Küçük ölçekli harita
Ölçek paydası	Küçük	Büyük
Gösterilen alan	Dar	Geniş
Ayrıntı	Fazla	Az
Bozulma	Az	Fazla
Harita alanı (Aynı bölge için)	Geniş	Dar

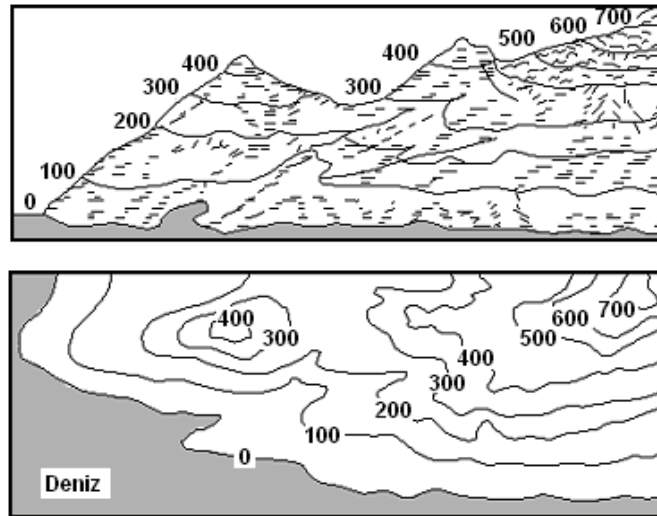


Şekil 1.1 Büyük Ölçekli ve Küçük Ölçekli Haritalar

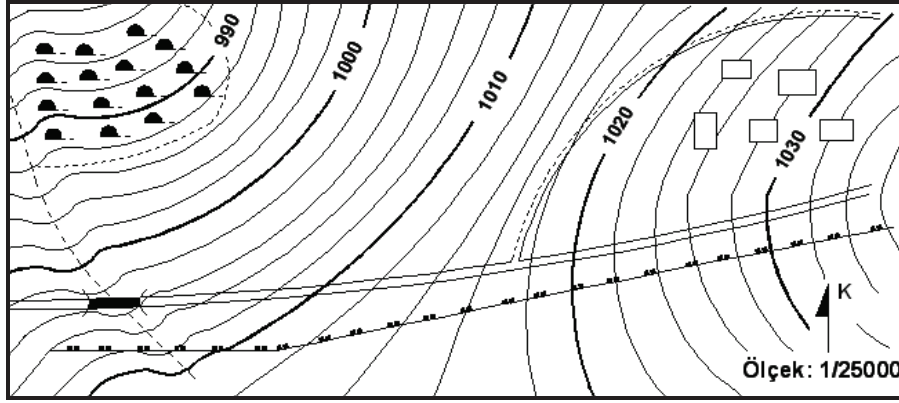
1.1.2. Kullanım Amaçlarına Göre Harita Çeşitleri

- **Topografik (Fiziki) Haritalar**

Doğal ve yapay yeryüzü şekillerinin belirli bir ölçeğe göre küçültülerek bir takım renk, sembol ve işaretler kullanılarak gösterildiği haritalardır. Bu tür haritalarda haritası yapılan bölgede bulunan mevcut yerleşim birimleri ve yapılaşma durumu, karayolu ve demiryolu güzergâhları, köprü, viyadük, enerji nakil hatları, telefon ve telgraf hatları, sulama ve drenaj kanalları gibi yapay ayrıntılar ile engebeler (Dağ, tepe, ova, sırt, yamaç, çukur, plato, vb.), durgun sular (Deniz, göl, gölet, baraj gölü), akarsular (Dere, ırmak, nehir) ve bitki örtüsü gibi doğal ayrıntılar gösterilir. Topografik haritalarda doğal yeryüzü şekillerinin gösterilmesinde izohips eğrileri kullanılır. İzohips eğrileri, deniz seviyesinden yükseklikleri yani rakımları aynı olan arazi noktalarının yatay düzlem üzerindeki izdüşümlerini birleştiren kapalı eğrilerdir. Eş yükselti eğrileri, tesviye eğrileri veya münhani eğrileri olarak da isimlendirilirler. İzohips eğrileri eşit yükseklik farklarıyla çizildiklerinden dolayı arazi parçalarının engebe durumunu en iyi şekilde belirtirler. İzohips eğrilerinin rakım değerleri metre cinsinden ifade edilirler. İzohips eğrileri konusu Altıncı Bölümde detaylı şekilde ele alınmıştır.



Şekil 1.2 İzohips (Tesviye, münhani) Eğrileri



Şekil 1.3 Topografik (Fiziki) Harita Örneği

- **Siyasi (İdari) Haritalar**

Mahalle, köy, ilçe, şehir, bölge ve ülke gibi idari bölünüşleri ve bunların sınırlarını gösteren haritalardır.

- **Beşeri ve Ekonomik Haritalar**

Beşeri haritalar; nüfusun dil, din ve ırklara göre dağılımını gösteren haritalardır. Bölgelere göre gelir dağılımı düzeyini gösteren haritalar ile sanayi bölgelerini ve buralarda yapılan üretimin detayını gösteren sanayi haritaları ekonomik haritaların en önemlileridir.

- **Özel Bir Amaç İçin Düzenlenmiş Haritalar**

Kullanım amacına göre konunun uzmanları tarafından hazırlanan haritalardır. Yerleşim birimlerindeki tarihi mekânlar ile turizm açısından önem arz eden mesire ve dinlenme yerlerini gösteren turizm haritaları, deprem kuşaklarını (Fay hatlarını) gösteren haritalar, iklim ve meteoroloji haritaları, karayolu ağı ve demiryolu ağı haritaları, askeri haritalar, denizcilik haritaları, maden rezervlerinin gösterildiği madencilik haritaları, bölgelere göre yetiştirilen hayvan ve bitki desenlerini gösteren tarım ve hayvancılık haritaları ile bitki örtüsü ve ormancılık haritaları özel bir amaç doğrultusunda hazırlanan haritaların en önemlileridir.

1.2. Harita İşaretleri (Lejant)

Haritalar üzerinde, haritanın gösterdiği yüzeye ait bilgiler bir takım renk, işaret ve semboller ile ifade edilirler. Bu renk, işaret ve semboller ile ilgili açıklayıcı bilgilerin verildiği tablolara **Harita Lejantı** adı verilir.

Lejantlar haritaların kullanım amaçlarına göre farklı şekillerde düzenlenerek haritaların sağ alt köşesinde verilirler. Topografya haritalarının lejantlarında kullanılan bazı işaret ve semboller ile bunların ifade ettikleri nesnelerin isimleri Şekil 1.4(a, b, c, d)'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Sembol	İsim	Sembol	İsim
	Kaynak, pınar (Mavi)		Çam, ardıç, meşe
	Sazlık (Kahverengi)		Bağlık (Yeşil)
	Bataklık (Mavi)		Sivri yapraklı ağaçlar
	Çeltik (Mavi)		Kumluk
	Çalılık (Kahverengi)		Taşlık
	Kamışlık (Kahverengi)		Kayalık
	Geniş yapraklı ağaçlar		

Şekil 1.4(a) Topografik Haritalarda Kullanılan Bazı Sembol ve İşaretler

Sembol	İsim	Sembol	İsim
	Mezarlık		Su değirmeni
	Bina		Yel değirmeni
	Yıkık, harap bina		Hidroelektrik santrali
	Sulu çeşme		Kuyu (Sulu, kuru, serenli)
	Susuz çeşme		Cami

Şekil 1.4(b) Topografik Haritalarda Kullanılan Bazı Sembol ve İşaretler

Sembol	İsim	Sembol	İsim
	Şevli dere, hendek		Yerleşim merkezi
	Kuru dere (Mavi)		Sivil havaalanı
	Sulu dere (Mavi)		Askeri havaalanı
	Su arkı (Mavi)		Sivil-askeri havaalanı
	Tesviye eğrileri		Lim an
	Poligon, nirengi noktası		Heykel, abide
	Maden ocağı		

Şekil 1.4(c) Topografik Haritalarda Kullanılan Bazı Sembol ve İşaretler

Sembol	İsim	Sembol	İsim
	Aplikasyon hattı		Ahşap köprü
	Kamulaştırma sınırı		Taş, beton köprü
	Poligon hattı		Tünel
	Karayolu		Akeşik
	Demiryolu		Yol numarası
	Toprak yüzeyli yol		Devlet sınırı ve sınır taşı
	Patika (Yaya yolu)		Enerji nakil hattı
	Dekovil hattı		Şev (Eğim)
	Telgraf hattı		
	Telefon hattı		
	Dikenli tel		
	Çit		

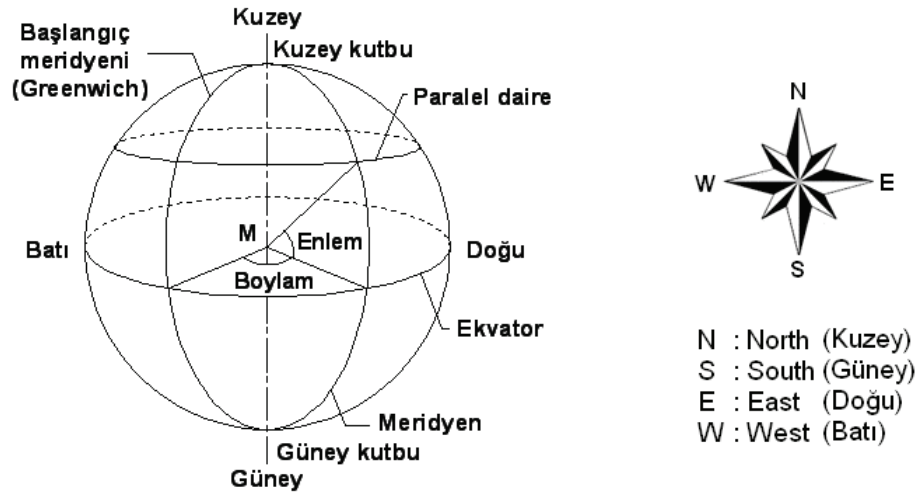
Şekil 1.4(d) Topografik Haritalarda Kullanılan Bazı Sembol ve İşaretler

İzohips eğrilerinin gösterilmediği topografik haritalarda yeryüzü şekillerinin kolayca tanınmasını ve birbirine karışmasını önlemek amacıyla çeşitli renkler kullanılır. Deniz seviyesinden yüksekliği (Rakımı) aynı olan yerler, harita üzerinde aynı renkle ifade edilirler. Rakımı 0 – 500 m arasında olan yeryüzü şekilleri yeşil ve tonlarıyla, rakımı 500 – 1000 m arasında olan yeryüzü şekilleri sarı ve tonlarıyla, rakımı 1000 – 1500 m arasında olan yeryüzü şekilleri turuncu, rakımı 1500 – 2000 m arasında olan yeryüzü şekilleri açık kahverengi, rakımı 2000 m'nin üstünde olan yeryüzü şekilleri ise koyu kahverengi ile ifade edilirler.

Deniz, göl, gölet, baraj gölü, akarsular ile sulama ve drenaj kanalları mavi tonları ile ifade edilirler. Su derinliğinin az olduğu sığ bölgeler açık mavi renk ile gösterilirler. Su derinliği arttıkça mavi rengin tonu koyulaşır. Su derinliği ile orantılı olarak açık maviden koyu maviye doğru bir gösterim şekli kullanılır. Buzullar ise beyaz renk ile ifade edilirler.

1.3. Haritalarda Yön Kavramı

Paralellerin ve meridyenlerin belirtildiği haritalarda, meridyenlerin istikameti kuzey ve güney yönlerini gösterir. Paralellerin istikameti ise doğu ve batı yönlerini gösterir. Paralel ve meridyenlerin gösterilmediği topografik haritalarda, haritanın bir köşesinde sadece kuzey yönü istikameti gösterilir.



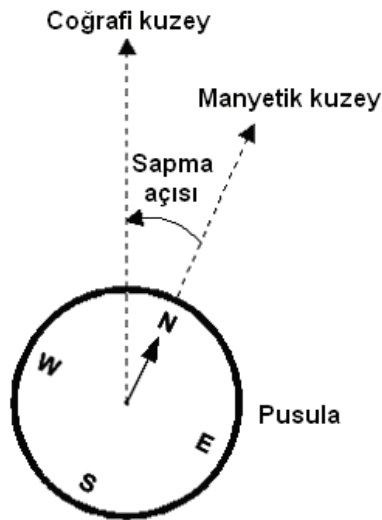
Şekil 1.5 Paralellerin ve Meridyenlerin Belirtildiği Haritalarda Temel Yönler

Topografya uygulamalarında kuzey yönü tayini pusula ile yapılır. Pusula, belli bir eksen etrafında serbestçe dönecek şekilde tasarlanmış küçük bir mıknatıs çubuğundan meydana gelir. Mıknatıs çubuğunun bir kuzey ve bir de güney ucu vardır. Mıknatıs çubuğu dünyanın manyetik kuzeyi tarafından çekilmektedir. Dolayısıyla dünyanın neresinde olursa olsun N (Kuzey) yazılı ucu daima dünyanın manyetik kuzeyini gösterir.



Şekil 1.6 Pusula

Dünyanın manyetik alanından dolayı uygulamalarda iki farklı kuzey yönü ile karşılaşılır. Bunlar; coğrafi (Gerçek) kuzey yönü ve manyetik kuzey yönüdür. **Coğrafi Kuzey**, kuzey kutbu istikameti olup sabittir, değişmez. **Manyetik Kuzey** ise pusula ibresinin gösterdiği kuzey yönü olup coğrafi kuzeyin birkaç derece doğusunda veya batısında bulunur. Manyetik kuzey ile coğrafi kuzey arasındaki sapma olayına **Manyetik Sapma** adı verilir. Manyetik sapma haritanın basıldığı yıl ve gösterdiği bölgeye göre farklı değerlerde olur. Bu farklılıkta haritada belirtilmektedir.



Şekil 1.7 Topografya Uygulamalarında Pusula İle Kuzey Yönü Tayini

Manyetik kuzey ve coğrafi kuzey arasındaki sapma açısına **Doğal Sapma Açısı** adı verilir. Doğal sapma açısının 1990 yılındaki ortalama değerinin $3^{\circ} 14'$, yıllık sapma miktarının ise 0.015° olduğu tespit edilmiştir. Manyetik kuzey her yıl 0.015° batıya doğru kayarak coğrafi kuzeye yaklaşmaktadır. Basım yılı 1990 olan bir haritanın 2006 yılında kullanılması durumunda manyetik kuzey ile coğrafi kuzey arasındaki sapma açısının değeri aşağıda verilen işlemler yapılarak belirlenir.

$$1^{\circ} = 60' = 3600'' \text{ (1 derece = 60 dakika = 3600 saniye)}$$

$$1990 \text{ yılında sapma açısı} \Rightarrow 3^{\circ} 14' = 3.23^{\circ}$$

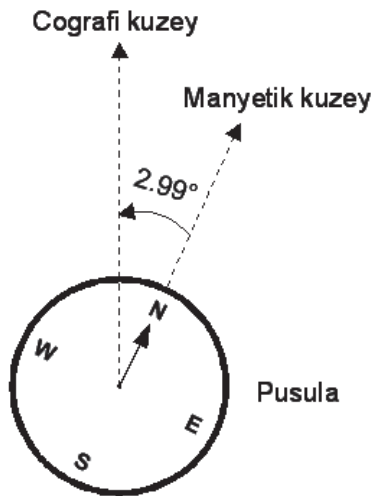
$$\text{Yıllık sapma miktarı} = 0.015^{\circ}$$

$$1990 - 2006 \text{ yılları arasındaki toplam sapma miktarı}$$

$$(2006 - 1990) \times (0.015^{\circ}) = 0.24^{\circ}$$

$$2006 \text{ yılında sapma açısı} \Rightarrow 3.23^{\circ} - 0.24^{\circ} = 2.99^{\circ}$$

Manyetik kuzey her yıl batıya doğru kayarak coğrafi kuzeye yaklaştığından dolayı, 2006 yılında manyetik kuzey ile coğrafi kuzey arasındaki sapma açısı değeri 1990 yılına göre daha küçük olacaktır. Pusula ibresinin gösterdiği manyetik kuzey yönü 2.99° batıya kaydırılarak coğrafi kuzey yani gerçek kuzey yönü belirlenir.



BÖLÜM - 2

BİRİMLER, EĞİM ve ÖLÇEK KAVRAMLARI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

2. BİRİMLER, EĞİM ve ÖLÇEK KAVRAMLARI.....	15
2.1. Uzunluk Ölçü Birimleri.....	15
2.2. Alan Ölçü Birimleri	16
2.3. Hacim Ölçü Birimleri	16
2.4. Açık Kavramı ve Açık Ölçü Birimleri	17
2.5. Eğim Ölçüleri	20
2.6. Ölçek	21
2.7. Rakım, Yükseklik, Kot ve Nirengi Noktası Kavramları	23
2.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	24

2. BİRİMLER, EĞİM ve ÖLÇEK KAVRAMLARI

2.1. Uzunluk Ölçü Birimleri

Bütün dünyada kullanılan metrik sistem esas alındığında yatay, eğik ve düşey uzunluklar metre cinsinden ölçülür. Metrenin üst ve ast katları onar onar artarak ve azalarak elde edilirler. Metrenin üst ve ast katları ile ifade edildikleri kısaltmalar Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Metrenin Üst ve Ast katları

Üst katlar	Kilometre	km	1 km = 1000 m
	Hektometre	hm	1 hm = 100 m
	Dekametre	dam	1 dam = 10 m
Metre	Metre	m	1 m
Ast katlar	Desimetre	dm	1 dm = 0.1 m
	Santimetre	cm	1 cm = 0.01 m
	Milimetre	mm	1 mm = 0.001 m

$1 \text{ m} = 10^1 \text{ dm} = 10^2 \text{ cm} = 10^3 \text{ mm}$
$1 \text{ m} = 10^{-1} \text{ dam} = 10^{-2} \text{ hm} = 10^{-3} \text{ km}$

İngiliz Uluslar Topluluğu ve Amerikan ortak ölçü birim sistemine göre uzunluk birimleri ile ifade edildikleri kısaltmalar ve bunların metrik sistemdeki karşılıkları Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2 İngiliz ve Amerikan Ortak Uzunluk Birimleri

İnç	"	1" = 0.0254 m
Foot	ft	1 ft = 0.3048 m
Yarda	yd	1 yd = 0.914 m

Deniz mili	1Deniz mili = 1853.18 m
Kara mili	1Kara mili = 1609.35 m
Coğrafi mil	1Coğrafi mil = 7420.044 m

Osmanlı İmparatorluğu zamanında ve Türkiye Cumhuriyetin ilk yıllarında kullanılan bazı uzunluk ölçüleri ve bunların metrik sistemdeki karşılıkları Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3 Eski Türk Uzunluk Ölçü Birimleri

Parmak	1 Parmak = 0.0315 m
Hat	1 Hat = 0.0026 m
Arşın	1 Arşın = 0.6858 m
Endaze	1 Endaze = 0.6525 m
Kulaç	1 Kulaç = 1.8945 m
Fersah	1 Fersah = 5685 m

2.2. Alan Ölçü Birimleri

Metrik sistemde kullanılan alan ölçü birimi m^2 'dir. Alan ölçü birimleri yüzer yüzer artarak ve azalarak elde edilirler.

Tablo 2.4 Metrik Sistemde Alan Ölçü Birimleri

$1 m^2 = 10^2 dm^2 = 10^4 cm^2 = 10^6 mm^2$
$1 m^2 = 10^{-2} dam^2 = 10^{-4} hm^2 = 10^{-6} km^2$

Uygulamalarda metrik sistemdeki alan ölçü birimleri dışında, Tablo 2.5'de verilen alan ölçü birimleri de sıkça kullanılmaktadır.

Tablo 2.5 Metrik Sistem Dışındaki Alan Ölçü Birimleri

Ar	1 Ar = $100 m^2$
Dekar	1 Dekar = $1000 m^2$
Hektar	1 Hektar = $10000 m^2$
Dönüm	1 Dönüm = $918.68 m^2$
Evlek	1 Evlek = $229.678 m^2$
Cerip	1 Cerip = $10000 m^2$

2.3. Hacim Ölçü Birimleri

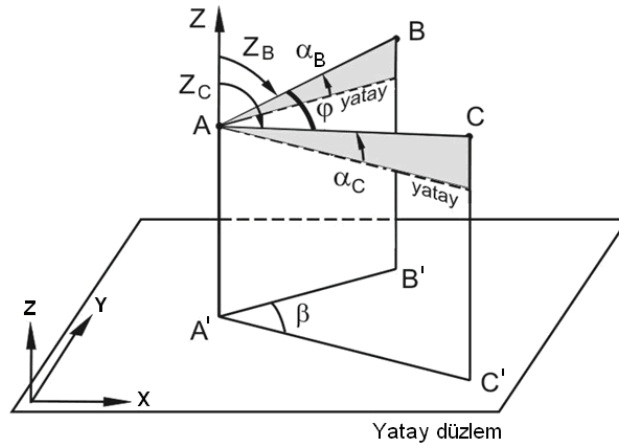
Metrik sistemde kullanılan hacim ölçü birimi m^3 'dür. Hacim ölçü birimleri biner biner artarak ve azalarak elde edilirler. Hacim ölçü birimi olarak m^3 dışında en çok kullanılan birim litredir. Litre çoğunlukla sıvı kütlelerin hacimlerinin belirtilmesinde kullanılır.

Tablo 2.6 Metrik Sistemde Hacim Ölçü Birimleri

$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$
$1 \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ dam}^3 = 10^{-6} \text{ hm}^3 = 10^{-9} \text{ km}^3$
$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ Litre}$

2.4. Açı Kavramı ve Açı Ölçü Birimleri

Kesişen iki doğrultu arasındaki yön farkına **Açı** adı verilir. Topografyada kullanılan başlıca açı çeşitleri; yatay açı, düşey açı, eğim açısı ve pozisyon açısıdır. Şekil 2.1'e göre deniz seviyesinden farklı yüksekliklerde bulunan yani rakımları farklı olan A, B ve C noktaları arasında dört farklı açı mevcut olup bunlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

**Şekil 2.1** Topografya Uygulamalarında Kullanılan Açı Çeşitleri

Yatay Açı

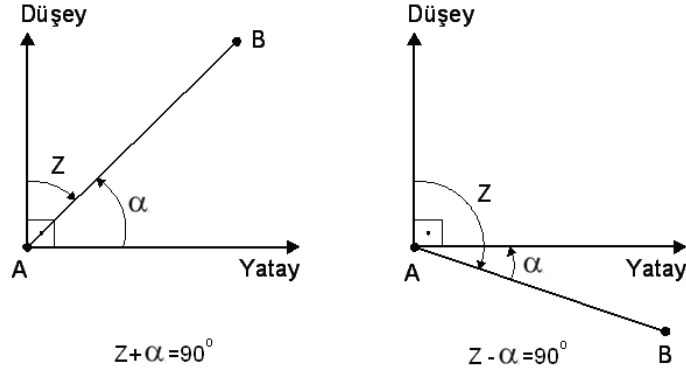
Şekil 2.1'deki IAB ve IAC doğrularından geçen düşey düzlemlerin yatay düzlem ile ara kesitleri olan IA'B' ve IA'C' doğruları arasındaki β açısına yatay açı adı verilir.

Düşey Açı (Zenith Açısı)

Şekil 2.1'deki IAB ve IAC doğrularından geçen düşey düzlemler üzerindeki A noktasından geçen düşey doğrultu ile IAB ve IAC doğruları arasındaki Z_B ve Z_C açılarına düşey açı yada zenith açısı adı verilir.

Eğim Açısı

Şekil 2.1'deki IABI ve IACI doğruları ile A noktasından geçen yatay düzlem arasındaki α_B ve α_C açılarına eğim açısı adı verilir. Düşey açı ile eğim açısı arasındaki ilişki Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Düşey Açısı ile Eğim Açısı Arasındaki İlişki

Pozisyon Açısı

Uzayda kesişen iki doğru arasındaki açıya pozisyon açısı adı verilir. Şekil 2.1'de IABI ve IACI doğruları arasındaki ϕ açısı pozisyon açısıdır.

Topografyada kullanılan başlıca açı ölçü birimleri; derece, radyan, grad ve milyem olmak üzere dört tanedir. Uygulamada en çok kullanılan açı ölçü birimleri ise derece ve graddır.

Derece

Açı ölçümünde en çok kullanılan birimdir. Bir dairenin çevresini oluşturan 360 adet eşit yay parçasından birini merkezde gören açı bir derece (1°) olarak tanımlanır. Her bir yay parçasının iki ucunun daire merkezi ile birleştirilmesi sonucunda bir derecelik açı elde edilir. Derecenin alt birimleri olarak; her derecenin 60 eşit parçaya bölünmesinden dakika, her dakikanın 60 eşit parçaya bölünmesinden de saniye elde edilir. Bir açının derece cinsinden ifade edilişi, $39^\circ 18' 45''$ (Otuz dokuz derece, on sekiz dakika, kırk beş saniye) şeklindedir.

$$1^\circ = 60' = 3600''$$

Radyan

Bir dairenin çevresini oluşturan ve her birinin uzunluğu daire yarıçapına eşit olan 2π adet ($\pi \cong 3.14$ alınırsa, $2\pi = 2.3,14 = 6.28$ adet) eşit yay parçasından birini merkezde gören açı bir radyan olarak tanımlanır.

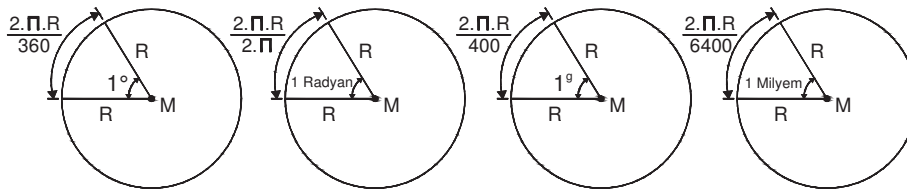
Grad

Bir dairenin çevresini oluşturan 400 adet eşit yay parçasından birini merkezde gören açı bir grad (1^g) olarak tanımlanır. Her bir yay parçasının iki ucunun daire merkezi ile birleştirilmesi sonucunda bir gradlık açı elde edilir. 90 Derecelik açı 100 grada eşittir. Bir gradın 100 eşit parçaya bölünmesinden grad dakikası (Santigrad), bir grad dakikasının 100 eşit parçaya bölünmesinden de grad saniyesi (Santisantigrad) elde edilir. Bir açının grad cinsinden ifade edilişi, $42^g 27^c 54^{cc}$ (Kırk iki grad, yirmi yedi santigrad, elli dört santisantigrad) şeklindedir.

$$1^g = 100^c = 10000^{cc}$$

Milyem

Daha çok askeri amaçlar için kullanılan açı ölçü birimidir. Bir dairenin çevresini oluşturan 6400 adet eşit yay parçasından birini merkezde gören açı bir milyem olarak tanımlanır. Her bir yay parçasının iki ucunun daire merkezi ile birleştirilmesi sonucunda bir milyem değerindeki açı elde edilir.



Şekil 2.3 Derece, Radyan, Grad, Milyem

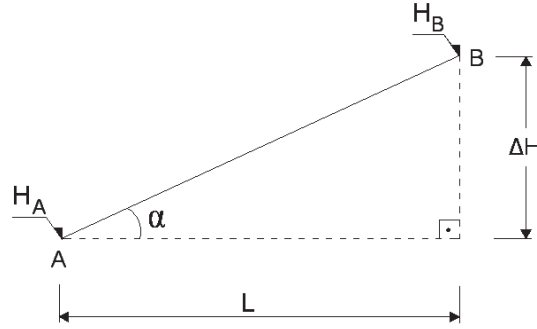
Derece, Radyan, Grad ve Milyem Arasındaki İlişki

$$\frac{\text{Derece}}{360} = \frac{\text{Radyan}}{2\pi} = \frac{\text{Grad}}{400} = \frac{\text{Milyem}}{6400} \quad 2.1$$

$$\frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Radyan}}{\pi} = \frac{\text{Grad}}{200} = \frac{\text{Milyem}}{3200} \quad 2.2$$

2.5. Eğim Ölçüleri

İki nokta arasındaki yükseklik farkının yine bu iki nokta arasındaki yatay mesafeye oranı **Eğim** olarak tanımlanır. Eğim M sembolü ile ifade edilir ve açı ya da yüzde cinsinden hesaplanır. İki nokta arasındaki eğim değerinin belirlenmesinde 2.3, 2.4, 2.5 ve 2.6 Bağlıları kullanılır.



Şekil 2.4 İki Nokta Arasındaki Eğimin İfade Edilmesi

$$M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad 2.3$$

$$\Delta H = H_B - H_A \quad 2.4$$

$$\alpha = \arctan \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \quad 2.5$$

$$M = \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \cdot 100 \quad 2.6$$

Bağıntılarda;

H_A, H_B : A ve B noktalarının kotları

M : Eğim

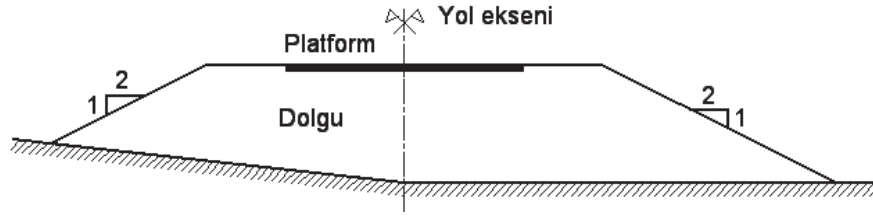
α : Eğim açısı

ΔH : İki nokta arasındaki yükseklik farkı

L : İki nokta arasındaki yatay mesafe

Değerini ifade eder.

Şekil 2.5'de verilen yol en kesitinde dolgu yan yüzeylerinin eğimi $M = 1/2$ 'dir. Düşey eksen üzerinde 1 birim ve yatay eksen üzerinde 2 birim gidilerek dolgu yan yüzeyleri oluşturulur. (Bknz. problem 8.8, 8.9 ve 8.13)



Şekil 2.5 Yol En Kesitlerinde Eğimin İfade Edilmesi

2.6. Ölçek

Plan veya harita üzerinde, görünen uzunluklar ile bunların gösterdiği gerçek uzunluklar arasındaki orana ölçek adı verilir. Uygulamalarda en çok kullanılan ölçek çeşitleri kesir ölçek ve grafik ölçektir.

Kesir Ölçek

Harita üzerindeki 1 birim uzunluğun gerçekte kaç birim uzunluğa eşit olduğunun bir kesirle belirlenmesidir. Örneğin 1/100000 kesirli ölçeğinin kullanıldığı bir haritada 1 cm değerindeki uzunluk gerçekte 100000 cm'ye eşit olur. Başka bir ifadeyle uzunluk değeri 100000 defa küçültülerek haritaya aktarılır. Kesir ölçekte ölçeğin paydasına birim yazılmamasına rağmen, paydanın birimi cm'dir. Dolayısıyla kesir ölçek hesaplamaları daima cm cinsinden yapılır. Ölçeğin paydası büyüdükçe harita küçülür. Ölçeğin paydası küçüldükçe harita büyür. Ölçeğin paydası kadar küçültme yapılır. Kesir ölçek hesaplamalarında 2.7 ve 2.8 Bağıntıları kullanılır.

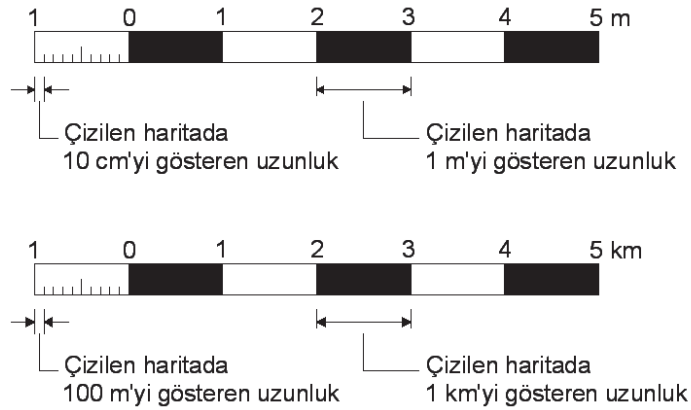
$$\text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad 2.7$$

$$\text{Ölçek}^2 = \frac{\text{Plandaki alan}}{\text{Gerçek alan}} \quad 2.8$$

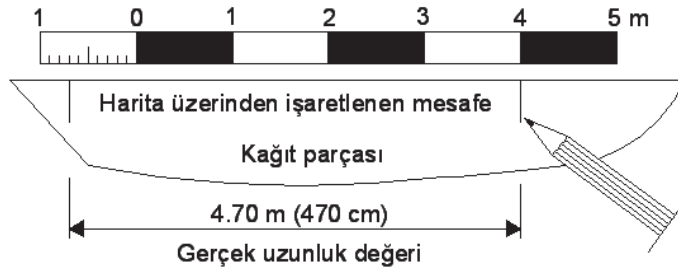
Grafik Ölçek

Bazı haritalar çeşitli nedenlerle küçültülürler (Kitaba basılanlar gibi) veya zamanla fiziki olaylardan dolayı haritanın çiziminde kullanılan resim kâğıdı çok azda olsa boyut değiştirir. Bu gibi durumlar harita üzerinde de boyut değişikliklerinin meydana gelmesine neden olurlar.

Boyutları bozulmuş bir harita üzerinde mesafelerin ya da alanların gerçek değerini belirlemek için sadece haritanın çiziminde kullanılan ölçeğin kullanılması yeterli değildir. Çünkü haritada meydana gelen büyüme ya da küçülme belli bir oran dahilinde olmamıştır. Dolayısıyla böyle durumlarda kullanılmak üzere haritaların sağ alt köşelerinde, çizim ölçeğinin yanında birde grafik ölçek verilir. Grafik ölçek oluşturulması şu şekilde yapılır. Çizilen bir doğru üzerinde bir sıfır noktası alınır. Bu noktanın sağına doğru harita ölçeğinde 1 m ya da 1 km hangi uzunluk aralığı ile gösterilmişse bu aralıklardan birkaç tane işaretlenir. İşaretlenen noktalar üzerine sıra ile rakamlar yazılır. Son rakamın yanına bu rakamların ifade ettiği birim yazılır. Sıfır noktasının sol tarafına da 1 m ya da 1 km değerinin ifade edildiği uzunluk 10 eşit parçaya bölünerek işaretlenir.



Şekil 2.6 Grafik Ölçek Örnekleri



Şekil 2.7 Grafik Ölçek Kullanımı

Harita üzerindeki bir uzunluğun gerçek değeri belirlenirken Şekil 2.7’de verilen işlem uygulanır. İlk olarak uzunluk harita üzerinden cetvelle ölçülür veya bir kâğıt parçasına işaretlenir. Sonra bu uzunluk harita lejantında verilen grafik ölçek üzerine yatırılarak gerçek değeri bulunur.

2.7. Rakım, Yükseklik, Kot ve Nirengi Noktası Kavramları

Rakım

Arazi üzerindeki herhangi bir noktanın ortalama deniz üst yüzeyi seviyesinden, başka bir ifadeyle kıyı çizgisinden olan düşey uzaklığına rakım adı verilir. Deniz kıyısı çizgisinin rakımı sıfır kabul edilir.

Yükseklik

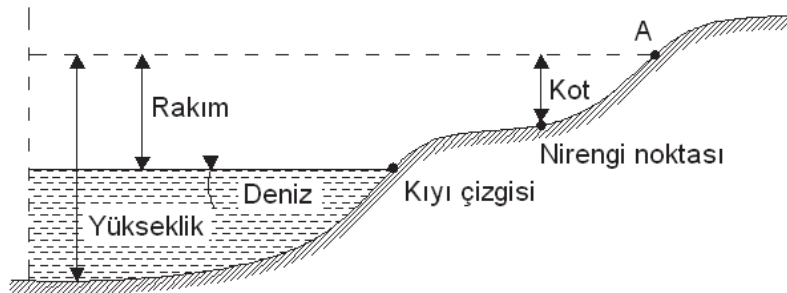
Arazi üzerindeki herhangi bir noktanın ortalama deniz alt yüzeyi seviyesinden olan düşey uzaklığına yükseklik adı verilir.

Kot

Arazi üzerindeki herhangi bir noktanın kıyas düzlemi olarak kabul edilen bir nirengi noktasından olan düşey uzaklığına kot adı verilir.

Nirengi Noktası

Ortalama deniz üst yüzeyi seviyesinden olan düşey uzaklığı yani rakımı ve arazi üzerindeki konumu bilinen noktaya nirengi noktası adı verilir.



Şekil 2.8 Rakım, Yükseklik, Kot ve Nirengi Noktası

2.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 2.1

Büyüklüğü 0.002 km^2 olan bir alanın; m^2 , ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıklarını hesaplayınız.

Çözüm 2.1

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} \quad 1 \text{ km}^2 = 10^3 \cdot 10^3 = 10^6 \text{ m}^2$$

$$0.002 \text{ km}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^3 \text{ m}^2 = 2000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 2000 \text{ m}^2 = \frac{2000}{100} = 20 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 2000 \text{ m}^2 = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 2000 \text{ m}^2 = \frac{2000}{10000} = 0.2 \text{ Hektar}$$

Problem 2.2

Büyüklüğü 250000 m^2 olan bir alanın; ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıklarını hesaplayınız.

Çözüm 2.2

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 250000 \text{ m}^2 = \frac{250000}{100} = 2500 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 250000 \text{ m}^2 = \frac{250000}{1000} = 250 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 250000 \text{ m}^2 = \frac{250000}{10000} = 25 \text{ Hektar}$$

Problem 2.3

150 Litre'lik bir su kütleinin m^3 cinsinden hacmini belirleyiniz.

Çözüm 2.3

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ Litre}$$

$$1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m} \quad 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$150 \text{ dm}^3 = 15 \cdot 10^1 \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 10^{-2} = 0.15 \text{ m}^3$$

Problem 2.4

1/5000 Ölçekli bir haritada büyüklüğü 2000 mm² ölçülen bir alanın gerçek büyüklüğünü m² cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 2.4

$$2.8 \quad \text{Ölçek}^2 = \frac{\text{Plandaki alan}}{\text{Gerçek alan}}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} \quad 1 \text{ mm}^2 = 10^{-1} \cdot 10^{-1} = 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$2000 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^1 \text{ cm}^2 = 20 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{20 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 5 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \quad 1 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$5 \cdot 10^8 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^8 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 50000 \text{ m}^2$$

$$\text{Gerçek alan} = 50000 \text{ m}^2$$

Problem 2.5

Gerçek uzunluğu 0.5 km olan bir mesafenin 1/10000 ölçekli bir harita üzerindeki çizim uzunluğunu cm cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 2.5

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

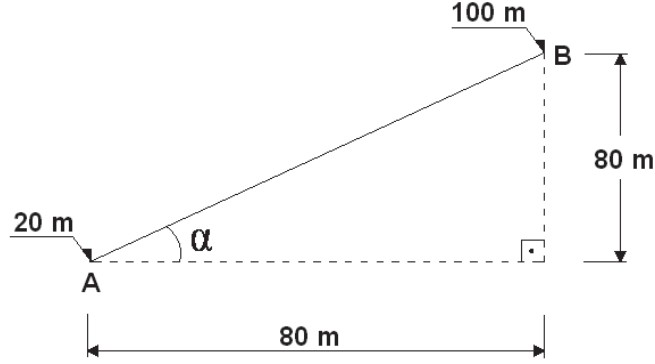
$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} \quad 1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm} \quad 1 \text{ km} = 10^3 \cdot 10^2 = 10^5 \text{ cm}$$

$$0.5 \text{ km} = 5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^5 = 5 \cdot 10^4 \text{ cm} = 50000 \text{ cm}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{10000} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{50000 \text{ cm}} \quad \text{Plandaki uzunluk} = 5 \text{ cm}$$

Problem 2.6

A ve B noktaları arasındaki yatay mesafe 80 metredir. A Noktasının kotu 20 m ve B noktasının kotu 100 m olduğuna göre, bu iki nokta arasındaki eğimi hesaplayarak eğim açısının değerini derece, grad, radyan ve % cinsinden belirleyiniz.

Çözüm 2.6

2.4	$\Delta H = H_B - H_A$	$\Delta H = 100 - 20$	$\Delta H = 80 \text{ m}$
2.3	$M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L}$	$M = \tan \alpha = \frac{80}{80}$	$\tan \alpha = 1$
2.5	$\alpha = \text{Arc Tan} \left(\frac{\Delta H}{L} \right)$	$\alpha = \text{Arc Tan} \left(\frac{80}{80} \right)$	$\alpha = 45^\circ$
2.2	$\frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200}$	$\frac{45^\circ}{180} = \frac{\text{Grad}}{200}$	$\alpha = 50^g$
2.2	$\frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Radyan}}{\pi}$	$\frac{45^\circ}{180} = \frac{\text{Radyan}}{3.14}$	$\alpha = 0.785 \text{ Radyan}$
2.6	$M = \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \cdot 100$	$M = \left(\frac{80}{80} \right) \cdot 100$	$M = \%100$

Problem 2.7

Gerçek uzunluğu 20 km olan bir mesafenin 1/200000 ölçekli bir harita üzerindeki çizim uzunluğunu cm cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 2.7

2.7	$\text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}}$	
	$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$	$1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$
	$1 \text{ km} = 10^3 \cdot 10^2 = 10^5 \text{ cm}$	
	$20 \text{ km} = 2 \cdot 10^1 \cdot 10^5 = 2 \cdot 10^6 \text{ cm} = 2000000 \text{ cm}$	
2.7	$\frac{1}{200000} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{2000000 \text{ cm}}$	$\text{Plandaki uzunluk} = 10 \text{ cm}$

Problem 2.8

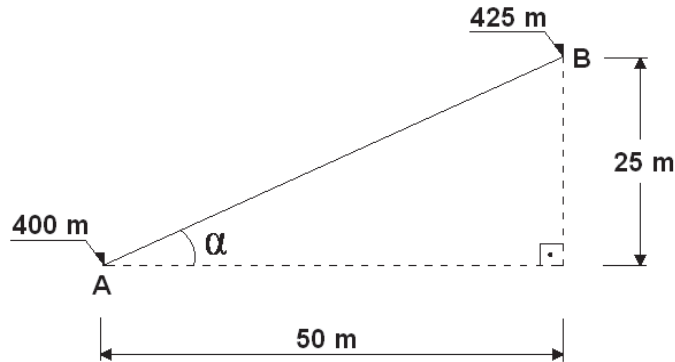
1/1000 Ölçekli bir haritada aralarında 50 mm yatay mesafe bulunan A ve B noktalarından A noktasının kotu 400 m, B noktasının kotu 425 m olduğuna göre, bu iki nokta arasındaki eğimi hesaplayarak eğim açısının değerini derece, grad, radyan ve % cinsinden belirleyiniz.

Çözüm 2.8

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} \quad 50 \text{ mm} = 5 \cdot 10^1 \cdot 10^{-1} = 5 \text{ cm}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{1000} = \frac{5 \text{ cm}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad \text{Gerçek uzunluk} = 5000 \text{ cm} = 50 \text{ m}$$



$$2.4 \quad \Delta H = H_B - H_A \quad \Delta H = 425 - 400 \quad \Delta H = 25 \text{ m}$$

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \tan \alpha = \frac{25}{50} \quad \tan \alpha = 0.5$$

$$2.5 \quad \alpha = \arctan \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \quad \alpha = \arctan \left(\frac{25}{50} \right) \quad \alpha = 26.57^\circ$$

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \frac{26.57^\circ}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \alpha = 29.52^g$$

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Radyan}}{\pi} \quad \frac{26.57^\circ}{180} = \frac{\text{Radyan}}{3.14} \quad \alpha = 0.464 \text{ Radyan}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \cdot 100 \quad M = \left(\frac{25}{50} \right) \cdot 100 \quad M = \%50$$

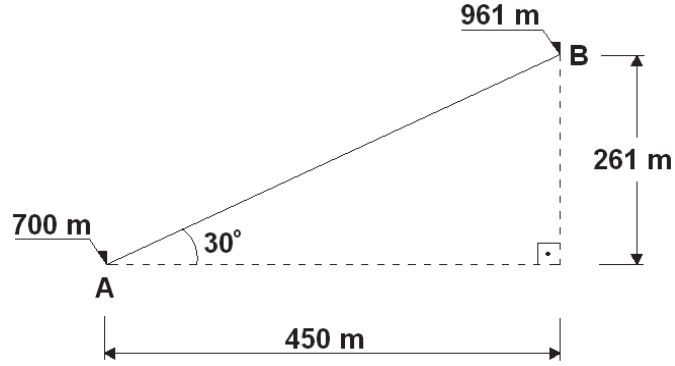
Problem 2.9

Aralarında 450 m yatay mesafe bulunan iki nokta arasındaki eğim 30° ve alçaktaki noktanın kotu 700 m olduğuna göre, bu noktalar arasındaki yükseklik farkını ve yüksekte olan noktanın kotunu hesaplayınız.

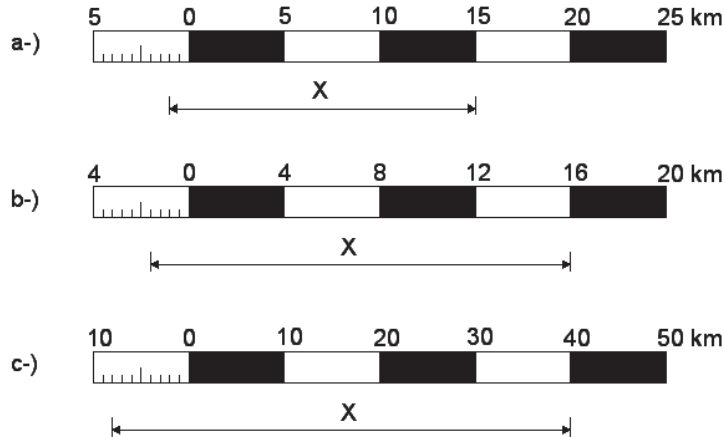
Çözüm 2.9

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \tan 30 = \frac{\Delta H}{450} \quad \Delta H = 261 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H = H_B - H_A \quad 261 = H_B - 700 \quad H_B = 961 \text{ m}$$

**Problem 2.10**

Aşağıda verilen çizgisel ölçeklere göre hazırlanmış haritalardaki x değerlerinin gerçekte ifade ettiği uzunluk değerlerini belirleyiniz.



Çözüm 2.10

$$\begin{aligned}
 \text{a-)} \quad X &= 15 + \left(\frac{5}{10}\right) \cdot 2 & X &= 15 + 1 & X &= 16 \text{ km} \\
 \text{b-)} \quad X &= 16 + \left(\frac{4}{10}\right) \cdot 4 & X &= 16 + 1.6 & X &= 17.6 \text{ km} \\
 \text{c-)} \quad X &= 40 + \left(\frac{10}{10}\right) \cdot 8 & X &= 40 + 8 & X &= 48 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Problem 2.11

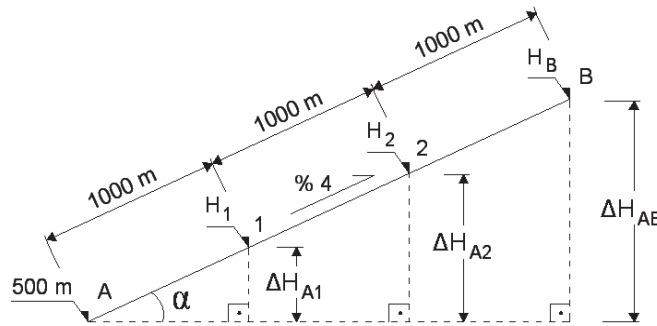
Başlangıç noktasının kotu 500 m olan 3 km uzunluğundaki bir yolun eğimi başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru gidildikçe % 4 artmaktadır. Buna göre, yolun başlangıç noktasından itibaren 1 km, 2 km ve 3 km ilerideki yol kotlarını hesaplayınız.

Çözüm 2.11

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H}{L}\right) \cdot 100 = 4 \quad M = \left(\frac{\Delta H}{L}\right) = 0.04$$

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \tan \alpha = 0.04$$

$$2.5 \quad \alpha = \arctan \left(\frac{\Delta H}{L}\right) \quad \alpha = \arctan (0.04) \quad \alpha = 2.29^\circ$$



$$\sin 2.29 = \frac{\Delta H_{A1}}{1000} = \frac{\Delta H_{A2}}{2000} = \frac{\Delta H_{AB}}{3000}$$

$$\Delta H_{A1} = 40 \text{ m} \quad \Delta H_{A2} = 80 \text{ m} \quad \Delta H_{AB} = 120 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H_{A1} = H_1 - H_A \quad 40 = H_1 - 500 \quad H_1 = 540 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H_{A2} = H_2 - H_A \quad 80 = H_2 - 500 \quad H_2 = 580 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H_{AB} = H_B - H_A \quad 120 = H_B - 500 \quad H_B = 620 \text{ m}$$

Problem 2.12

1/2000 Ölçekli bir harita üzerinde dörtgen biçimli bir arazi parçasının kısa kenarı 35 mm, uzun kenarı ise 40 mm olarak ölçülmüştür. Bu arazi parçasının alanının gerçek büyüklüğünü m^2 , km^2 , ar, dekar ve hektar cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 2.12

Harita üzerinden ölçülen uzunluk değerleri mm cinsindendir.

Bu değerlerin cm cinsinden karşılıkları belirlenir.

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} \quad 35 \text{ mm} = 35 \cdot 10^{-1} \text{ cm} = 3.5 \text{ cm}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} \quad 40 \text{ mm} = 40 \cdot 10^{-1} \text{ cm} = 4.0 \text{ cm}$$

Arazi parçasının gerçek alanı iki şekilde hesaplanabilir.

$$2.7 \quad \frac{1}{2000} = \frac{3.5 \text{ cm}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad \text{Gerçek uzunluk} = 7000 \text{ cm} = 70 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{2000} = \frac{4 \text{ cm}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad \text{Gerçek uzunluk} = 8000 \text{ cm} = 80 \text{ m}$$

$$\text{Gerçek alan} = 70 \cdot 80 \quad \text{Gerçek alan} = 5600 \text{ m}^2$$

$$2.8 \quad \text{Ölçek}^2 = \frac{\text{Plandaki alan}}{\text{Gerçek alan}}$$

$$\text{Plandaki alan} = 3,5 \cdot 4,0 \quad \text{Plandaki alan} = 14 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{2000} \right)^2 = \frac{14 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 56000000 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \quad 1 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$56000000 \text{ cm}^2 = 5,6 \cdot 10^7 \cdot 10^{-4} = 5,6 \cdot 10^3 \text{ m}^2 = 5600 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km} \quad 1 \text{ m}^2 = 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 10^{-6} \text{ km}^2$$

$$5600 \text{ m}^2 = 5600 \cdot 10^{-6} = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$$

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 5600 \text{ m}^2 = \frac{5600}{100} = 56 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 5600 \text{ m}^2 = \frac{5600}{1000} = 5.6 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 5600 \text{ m}^2 = \frac{5600}{10000} = 0.56 \text{ Hektar}$$

Problem 2.13

1/1000 Ölçekli bir haritada büyüklüğü 4000 mm² ölçülen bir alanın gerçek büyüklüğünü m², km², ar, dekar ve hektar cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 2.13

$$2.8 \quad \text{Ölçek}^2 = \frac{\text{Plandaki alan}}{\text{Gerçek alan}}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm} \quad 1 \text{ mm}^2 = 10^{-1} \cdot 10^{-1} = 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$4000 \text{ mm}^2 = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^1 \text{ cm}^2 = 40 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{1000} \right)^2 = \frac{40 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 4 \cdot 10^7 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \quad 1 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$4 \cdot 10^7 \text{ cm}^2 = 4 \cdot 10^7 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^3 \text{ m}^2 = 4000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km} \quad 1 \text{ m}^2 = 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 10^{-6} \text{ km}^2$$

$$4000 \text{ m}^2 = 4000 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$$

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 4000 \text{ m}^2 = \frac{4000}{100} = 40 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 4000 \text{ m}^2 = \frac{4000}{1000} = 4 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 4000 \text{ m}^2 = \frac{4000}{10000} = 0.4 \text{ Hektar}$$

Problem 2.14

20° 42' 54" (20 derece, 42 dakika, 54 saniye) değerindeki açının derece cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.14

$$1^\circ = 60' = 3600'' \quad (1 \text{ derece} = 60 \text{ dakika} = 3600 \text{ saniye})$$

$$42 \text{ dakika derece cinsinde yazılır; } 42' = \frac{42}{60} = 0.70^\circ$$

$$54 \text{ saniye derece cinsinde yazılır; } 54'' = \frac{54}{3600} = 0.015^\circ$$

$$20^\circ 42' 54'' = 20 + 0.70 + 0.015 = 20.715^\circ$$

Problem 2.15

$158^{\circ} 36' 18''$ (158 derece, 36 dakika, 18 saniye) değeriindeki açının derece cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.15

$$1^{\circ} = 60' = 3600'' \text{ (1 derece = 60 dakika = 3600 saniye)}$$

$$36 \text{ dakika derece cinsinde yazılır; } 36' = \frac{36}{60} = 0.60^{\circ}$$

$$18 \text{ saniye derece cinsinde yazılır; } 18'' = \frac{18}{3600} = 0.005^{\circ}$$

$$158^{\circ} 36' 18'' = 158 + 0.60 + 0.005 = 158.605^{\circ}$$

Problem 2.16

358.720° (358.720 derece) değeriindeki açının derece, dakika, saniye cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.16

Açının tam kısmı derece olarak kabul edilir; 358°

Ondalık kısmı ise (0.720°) dakika cinsinden yazılır;

$$1^{\circ} = 60' \quad 0.720^{\circ} = 0,720.60 = 43.20'$$

43.20 dakikanın tam kısmı dakika olarak kabul edilir; $43'$

Ondalık kısmı ise ($0.20'$) saniye cinsinden yazılır;

$$1' = 60'' \quad 0.20' = 0,20.60 = 12''$$

$$358.720^{\circ} = 358^{\circ} 43' 12''$$

Problem 2.17

30.250° (30.250 derece) değeriindeki açının derece, dakika, saniye cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.17

Açının tam kısmı derece olarak kabul edilir; 30°

Ondalık kısmı ise (0.250°) dakika cinsinden yazılır;

$$1^{\circ} = 60' \quad 0.250^{\circ} = 0,250.60 = 15' \quad 30.250^{\circ} = 30^{\circ} 15' 00''$$

Problem 2.18

$65^g 15^c 27^{cc}$ (65 grad, 15 grad dakikası, 27 grad saniyesi) değerindeki açının grad cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.18

$$1^g = 100^c = 10000^{cc}$$

(1 grad = 100 grad dakikası = 10000 grad saniyesi)

$$15^c \text{ grad cinsinde yazılır; } 15^c = \frac{15}{100} = 0.15^g$$

$$27^{cc} \text{ grad cinsinde yazılır; } 27^{cc} = \frac{27}{10000} = 0.0027^g$$

$$65^g 15^c 27^{cc} = 65 + 0.15 + 0.0027 = 65.1527^g$$

Problem 2.19

186.586^g (186.586 grad) değerindeki açının grad, grad dakikası, grad saniyesi cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.19

Açının tam kısmı grad olarak kabul edilir; 186^g

Ondalık kısmı ise (0.586^g) grad dakikası cinsinden yazılır;

$$1^g = 100^c \quad 0.586^g = 0,586.100 = 58.60^c$$

58.60^c tam kısmı grad dakikası olarak kabul edilir; 58^c

Ondalık kısmı ise (0.60^c) grad saniyesi cinsinden yazılır;

$$1^c = 100^{cc} \quad 0.60^c = 0,60.100 = 60^{cc}$$

$$186.586^g = 186^g 58^c 60^{cc}$$

Problem 2.20

60.270° (60.270 derece) değerindeki açının grad cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.20

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \frac{60.270^\circ}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \alpha = 66.966^g$$

Problem 2.21

260.745° (260.745 derece) değerindeki açının grad, grad dakikası, grad saniyesi cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.21

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \frac{260.745^\circ}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \alpha = 289.717^g$$

Açının tam kısmı grad olarak kabul edilir; 289^g

Ondalık kısmı ise (0.717^g) grad dakikası cinsinden yazılır;

$$1^g = 100^c \quad 0.717^g = 0,717 \cdot 100 = 71.70^c$$

71.70^c tam kısmı grad dakikası olarak kabul edilir; 71^c

Ondalık kısmı ise (0.70^c) grad saniyesi cinsinden yazılır;

$$1^c = 100^{cc} \quad 0.70^c = 0,70 \cdot 100 = 70^{cc}$$

$$260.745^\circ = 289.717^g = 289^g 71^c 70^{cc}$$

Problem 2.22

114.750^g (114.750 grad) değerindeki açının derece, dakika, saniye cinsinden karşılığını hesaplayınız.

Çözüm 2.22

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{114.750}{200} \quad \alpha = 103.275^\circ$$

Açının tam kısmı derece olarak kabul edilir; 103°

Ondalık kısmı ise (0.275°) dakika cinsinden yazılır;

$$1^\circ = 60' \quad 0.275^\circ = 0,275 \cdot 60 = 16.50'$$

16.50 dakikanın tam kısmı dakika olarak kabul edilir; 16'

Ondalık kısmı ise (0.50') saniye cinsinden yazılır;

$$1' = 60'' \quad 0.50' = 0,50 \cdot 60 = 30''$$

$$114.750^g = 103.275^\circ = 103^\circ 16' 30''$$

BÖLÜM - 3

DOĞRULARIN İŞARETLENMESİ ve ÖLÇÜLMESİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

3. DOĞRULARIN İŞARETLENMESİ ve ÖLÇÜLMESİ	37
3.1. Basit Ölçme Aletleri.....	37
3.2. Doğruların Arazide İşaretlenmesi.....	42
3.2.1. Düz Arazide Doğruların İşaretlenmesi.....	43
3.2.2. Düz Arazide Doğruların Uzantılarının İşaretlenmesi.....	44
3.2.3. Düz Arazide Doğruların Kesişim Noktasının İşaretlenmesi.....	45
3.2.4. Görüşü Kısıtlı ve Engebeli Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi	46
3.3. Doğruların Ölçülmesi	47
3.4. Üzerinde Yürünemeyen ve Görüş Alanı Kısıtlı Olan Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi ve Ölçülmesi	50
3.5. Basit Ölçme Aletleri İle Arazi Yüzeyi Eğimlerinin Belirlenmesi.	53
3.6. Mesafe Tahmin Yöntemleri	54
3.7. Ölçme Hataları.....	57
3.7.1. Kaba Hatalar.....	57
3.7.2. Sistematik Hatalar.....	58
3.7.3. Hata Sınırı	60
3.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	61

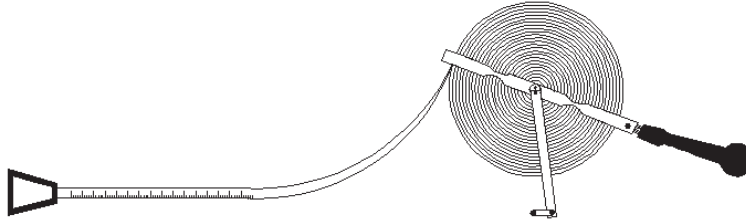
3. DOĞRULARIN İŞARETLENMESİ ve ÖLÇÜLMESİ

3.1. Basit Ölçme Aletleri

Doğruların arazi üzerinde işaretlenmesinde ve ölçülmesinde aşağıda verilen basit ölçme aletleri kullanılır.

Çelik Şerit Metre

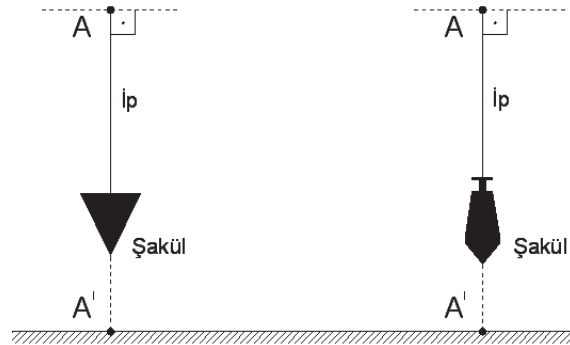
Makara veya muhafaza kutusuna sarılmış; 10 – 50 m uzunluğunda, 0.2 – 0.5 mm et kalınlığında, 12 – 20 mm genişliğinde ve üzerinde m, dm, cm, mm cinsinden uzunluk değerleri işaretlenmiş çelik şerittir.



Şekil 3.1 Çelik Şerit Metre

Şakül (Çekül)

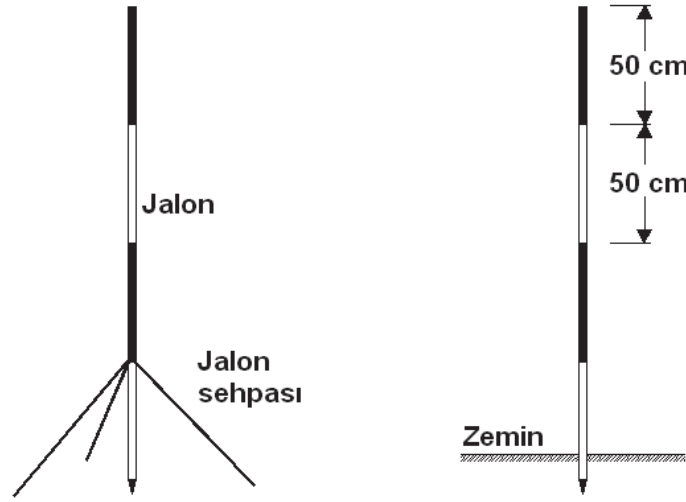
Havadan yapılan ölçümlerde noktaların izdüşümlerinin dik olarak zemin üzerinde işaretlenmesini sağlayan bir aparattır. Çekül olarak da adlandırılır. Genel görünümü koni şeklindedir. Koni tabanına bağlı bir ip vasıtasıyla zemine sarkıtılır ve zeminde noktanın izdüşümü işaretlenir.



Şekil 3.2 Uygulamalarda En Çok Kullanılan Şakül (Çekül) Çeşitleri

Jalon ve Jalon Sehpası

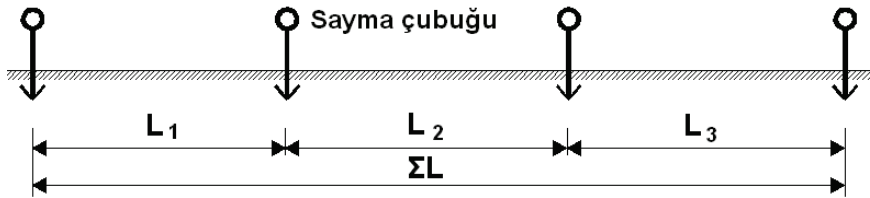
Arazi üzerinde noktaların uzaktan görülebilecek bir şekilde, geçici olarak işaretlenmeleri amacıyla kullanılan ahşap veya madeni çubuktur. Genellikle 2 m boyunda, 2 – 3 cm çapında ve 50 cm aralıklarla kırmızı beyaz ya da siyah beyaz renklerde boyanmış demir boru şeklinde imal edilir. Sert zeminlerde jalonun zemine çakılmadan dengede durmasını sağlamak amacıyla üç ayaklı jalon sehпасı adı verilen aparatlar kullanılır.



Şekil 3.3 Jalon ve Jalon Sehpası

Sayma Çubuğu

Parçalı mesafe ölçümleri sırasında noktaların geçici olarak arazi üzerinde işaretlenmesi amacıyla kullanılan demirden yapılmış aparattır.



Şekil 3.4 Sayma Çubukları

Sayma çubukları, bir kerede ölçülmesi mümkün olmayan uzun mesafelerin ölçülmesinde kullanılır. Uzunluk değeri, farklı değerlerdeki parçalara bölünerek ölçülmüş ise toplam uzunluk hesabında Bağıntı 3.1 kullanılır. Uzunluk değeri, çelik şerit metre boyuna eşit parçalara bölünerek ölçülmüş ise toplam uzunluk hesabında 3.2 ve 3.3 Bağıntıları kullanılır.

$$\Sigma L = L_1 + L_2 + L_3 \quad 3.1$$

$$L_1 = L_2 = L_3 = L \quad 3.2$$

$$\Sigma L = (n - 1) \cdot L \quad 3.3$$

Bağıntılarda;

L : Çelik şerit metrenin uzunluğu

n : Sayma çubuğu sayısı

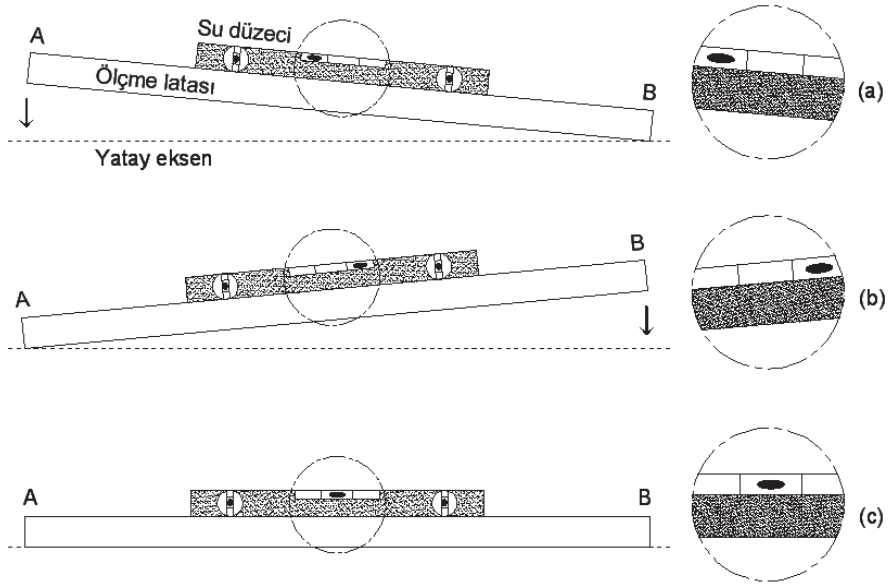
ΣL : Ölçülen toplam uzunluk

Değerini ifade eder.

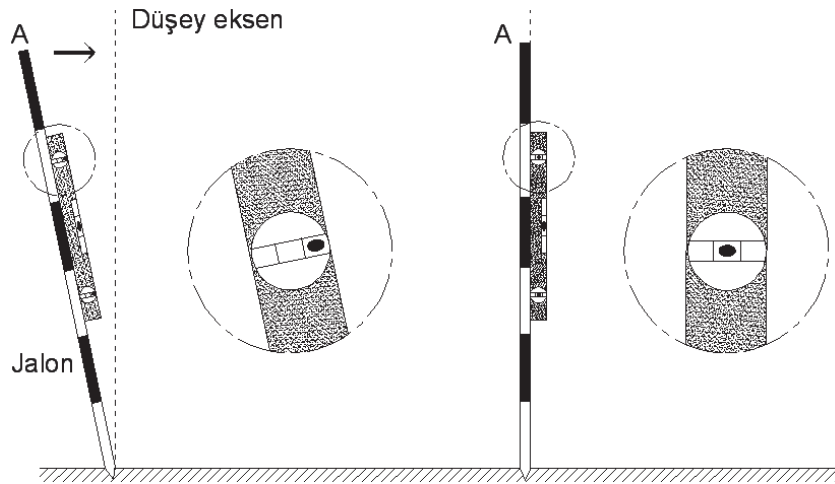
Su Düzeci

Çelik şerit metre ve ölçme latalarının yatay eksene paralel olarak tutulmasını sağlayan ayrıca jalonların düşey eksene paralel olarak zemine yerleştirilmesinde kullanılan bir alettir. Su düzeci ile yapılan işlemlerde, su düzeci içindeki kabarcığın hareketi dikkate alınır. Kabarcık sınır çizgileri arasında tutulmaya çalışılır. Su düzeci içindeki kabarcık ölçme latasının yada çelik şerit metrenin yüksek olduğu kısma doğru kayma eğilimindedir.

Şekil 3.5-a'ya göre ölçme latasının A ucu B ucundan daha yüksektir. Dolayısıyla kabarcık A ucuna doğru kaymaktadır. Ölçme latasının yatay eksene paralel hale getirilebilmesi için A ucunun aşağıya indirilmesi gereklidir. Şekil 3.5-b'ye göre ölçme latasının B ucu A ucundan daha yüksektir. Dolayısıyla kabarcık B ucuna doğru kaymaktadır. Ölçme latasının yatay eksene paralel hale getirilebilmesi için B ucunun aşağıya indirilmesi gereklidir. Şekil 3.5-a ve Şekil 3.5-b'deki ölçme latalarının yüksekte bulunan kısımlarının aşağıya indirilmesi ile Şekil 3.5-c'deki ölçme latalarının yatay eksene paralel olduğu durum elde edilir. Şekil 3.6'da bir jalonun su düzeci ile düşey eksene paralel hale getirilmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Ölçme Latasının Yatay Eksene Paralel Hale Getirilmesi

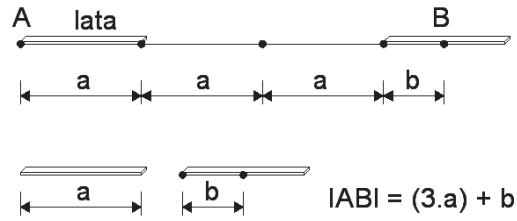


Şekil 3.6 Jalonun Düşey Eksene Paralel Hale Getirilmesi

Ölçme Latası

2 – 4 m Boyunda, 1 – 2 cm kalınlığında ve 3 – 5 cm genişliğinde ahşaptan ya da alüminyumdan yapılmış ölçme aracıdır. Üzerinde ölçü bölümleri bulunmayan bir cetveldir. Çelik şerit metrenin bulunmadığı durumlarda uzunlukların ölçülmesinde kullanılır.

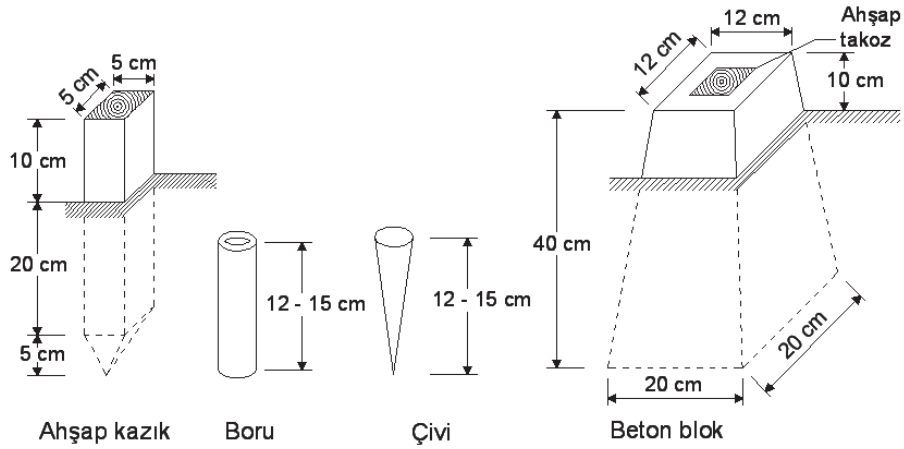
Şekil 3.7’de ölçme latası ile ölçüm yapılmasına ilişkin bir örnek verilmiştir. Şekil 3.7’deki IABI uzunluğunu ölçmek için uzunluğu a birim olan bir ölçme latası kullanılmıştır. Ölçümde kullanılan latanın uzunluğu (a) ölçüm sırasında bilinmediği için daha sonra metre ile ölçülerek değeri belirlenir. Lata uzunluğunun tamamının kullanılmadığı durumlarda, latanın ölçülen uzunluk içerisinde kalan kısmı (b) ölçüm sırasında işaretlenerek daha sonra metre ile ölçülür ve değeri belirlenir.



Şekil 3.7 Ölçme Latası İle Mesafe Ölçümü

Ahşap Kazık, Beton Blok, Madensel Çivi ve Borular

Noktaların, arazi üzerinde kalıcı olarak işaretlenmesi ve istenildiği anda yerlerinin kolaylıkla bulunabilmesi amacıyla kullanılan işaretleme araçlarıdır. Yumuşak zeminlerde noktalar ahşap kazıklar ile, sert zeminlerde ise madensel boru ya da çiviler ile işaretlenirler. Nirengi noktalarının işaretlenmesinde beton bloklar kullanılır.

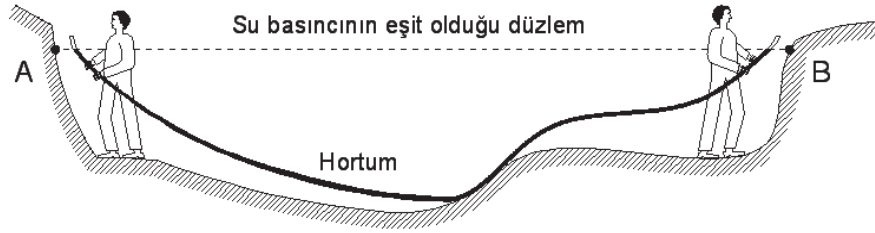


Şekil 3.8 Ahşap Kazık, Beton Blok, Madensel Çivi ve Borular

Hortum Terazi

Hortum terazi; uzunluğu 20 – 30 m, çapı 1 – 2 cm olan ve içi görünen saydam bir hortumdur. Hortum tek başına terazi olarak kullanılamaz. Hortumun terazi olarak kullanılabilmesi için, içine hava boşluğu kalmayacak şekilde su doldurulması gerekir. Hortum terazinin kullanılmasındaki amaç, noktaların aynı yatay düzlem üzerinde olacak şekilde konumlarının belirlenmesini sağlamaktır. Hortum terazinin çalışma prensibi basit manometre prensibidir. Hortumun her iki kolundaki su seviyeleri ve basınçlar birleşik kaplar prensibine göre birbirine eşit olur.

şekil 3.9'a göre A ve B noktalarının aynı yatay düzlem üzerinde olacak şekilde arazi üzerinde işaretlenmeleri amaçlanmaktadır. Bunun için, A noktasındaki kişi hortumu içindeki su seviyesi tam A noktası seviyesinde olacak şekilde tutar. B Noktasındaki kişi ise su seviyesi sabit kalıncaya kadar bekler. Su seviyesi sabit kaldığı anda B noktasını, A noktası ile aynı yatay düzlem üzerinde olacak şekilde arazi üzerinde işaretler.



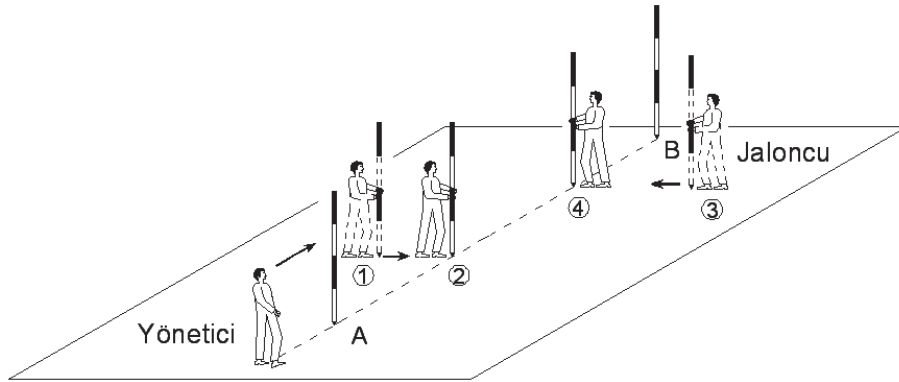
şekil 3.9 Hortum Terazi Kullanımı

3.2. Doğruların Arazide işaretlenmesi

Noktaların ya da doğruların, daha genel anlamıyla kâğıt üzerinde hazırlanan tüm planların arazi üzerine aktarılması işlemine **Aplikasyon** adı verilir. Aplikasyon işlemi arazinin düz ya da eğimli olmasına, arazi üzerindeki görüş mesafesine ve arazi üzerindeki ulaşım durumuna göre farklı şekillerde yapılır. Noktaların ve doğruların arazi üzerinde geçici olarak işaretlenmesinde jalonlar kullanılır. Kalıcı işaretlemede ise ahşap kazık, beton blok, madensel çivi veya borular kullanılır.

3.2.1. Düz Arazide Doğruların İşaretlenmesi

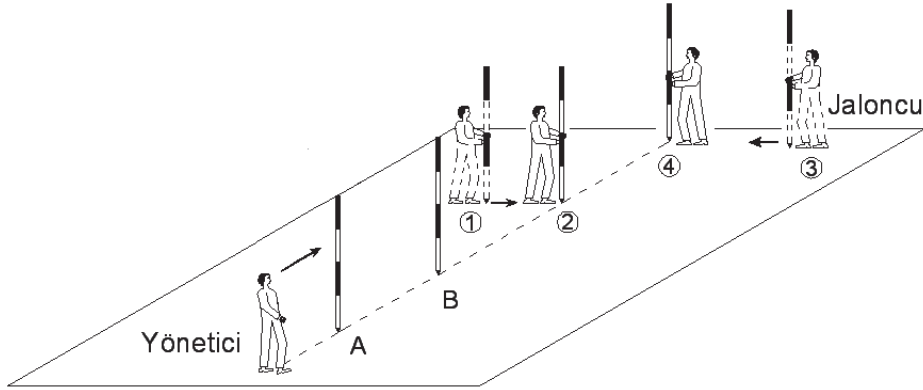
Düz arazide görüş mesafesi açık ve arazi üzerindeki ulaşım kolaydır. Dolayısıyla aplikasyon işlemi için iki kişi yeterlidir. Aplikasyon işini yöneten kişi Yönetici, noktaları yöneticinin talimatları ile araziye işaretleyen kişi ise Jaloncudur. Şekil 3.10'na göre düz arazide doğruların araziye işaretlenmesi işlemi şu şekilde yapılır. Araziye işaretlenecek olan IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Yönetici, A noktasındaki jalonun gerisindeki bir noktada durarak A ve B noktalarında bulunan jalonların doğrultusuna girer. Yani her iki jalonuda üst üste bindirerek tek bir jalonmuş gibi görebileceği bir noktada durur. Burada amaç IABI doğrusunu uzunluğu boyunca yeterli ara noktalar ile arazi üzerinde işaretlemektir. Yönetici ilk olarak 1 noktasında bulunan Jaloncuyu vereceği talimatlar ile IABI doğrultusuna çeker. 1 Noktasındaki Jaloncuya, Jaloncunun konumuna göre ileri – geri türünden yönlendirmelerde bulunur. Yönetici 1 noktasındaki Jaloncunun elindeki jalon ile A ve B noktalarında bulunan jalonları üst üste bindirerek, tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda Jaloncuya jalonu zemine sabitlemesini söyler. Böylelikle 1 konumunda bulunan Jaloncu IABI doğrultusu üzerinde bulunan 2 noktasına yönlendirilerek birinci ara noktanın yeri belirlenmiş olur. Jaloncu başka bir jalon alarak 3 noktasına yakın bir konumda durur. Yönetici yine aynı talimatları vererek Jaloncuyu IABI doğrultusu üzerinde bulunan 4 noktasına yönlendirir ve ikinci ara noktanın yeri belirlenmiş olur. Bu işleme yeterli sayıda ara nokta işaretleninceye kadar devam edilir.



Şekil 3.10 Düz Arazide Doğruların İşaretlenmesi

3.2.2. Düz Arazide Doğruların Uzantılarının İşaretlenmesi

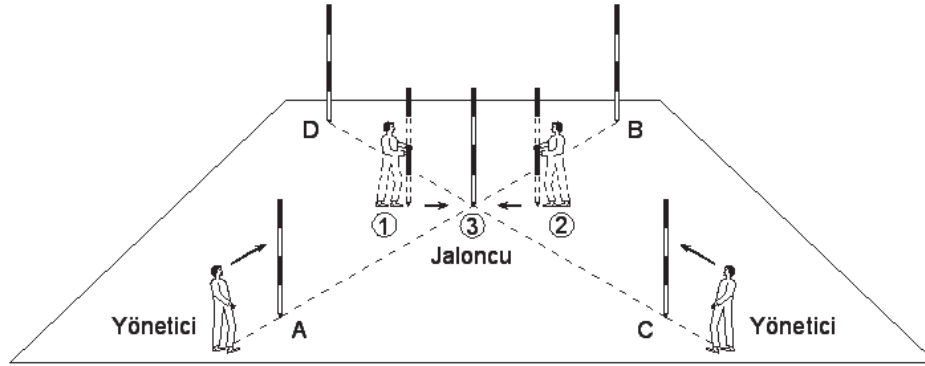
Doğruların uzantılarının arazi üzerine işaretlenmesinde yine Yönetici ve Jaloncu olmak üzere iki kişi yeterlidir. Şekil 3.11'e göre düz arazide doğruların uzantılarının araziye işaretlenmesi işlemi şu şekilde yapılır. Uzantısı araziye işaretlenecek olan IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Yönetici, A noktasındaki jalonun gerisindeki bir noktada durarak A ve B noktalarında bulunan jalonların doğrultusuna girer. Yani her iki jalonuda üst üste bindirerek tek bir jalonmuş gibi görebileceği bir noktada durur. Burada amaç IABI doğrusunun uzunluğu boyunca yeterli miktardaki uzantısını arazi üzerine işaretlemektir. Yönetici ilk olarak 1 noktasında bulunan Jaloncuyu vereceği talimatlar ile IABI doğrultusuna çeker. 1 Noktasındaki Jaloncuya, Jaloncunun konumuna göre ileri – geri türünden yönlendirmelerde bulunur. Yönetici 1 noktasındaki Jaloncunun elindeki jalon ile A ve B noktalarında bulunan jalonları üst üste bindirerek, tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda Jaloncuya jalonu zemine sabitlemesini söyler. Böylelikle 1 konumunda bulunan jaloncu IABI doğrultusu üzerinde bulunan 2 noktasına yönlendirilerek uzantının birinci noktasının yeri belirlenmiş olur. Jaloncu başka bir jalon alarak 3 noktasına yakın bir konumda durur. Yönetici yine aynı talimatları vererek Jaloncuyu IABI doğrultusu üzerinde bulunan 4 noktasına yönlendirir ve uzantının ikinci noktasının yeri belirlenmiş olur. Bu işleme uzantı için yeterli sayıda nokta işaretleninceye kadar devam edilir.



Şekil 3.11 Düz Arazide Doğruların Uzantılarının İşaretlenmesi

3.2.3. Düz Arazide Doğruların Kesişim Noktasının İşaretlenmesi

Doğruların kesişim noktasının arazi üzerine işaretlenmesinde aplikasyon işini gerçekleştirecek iki Yönetici ve Yöneticilerin talimatları ile kesişim noktasını arazi üzerine işaretleyecek olan bir Jaloncu olmak üzere üç kişi yeterlidir. Şekil 3.12'ye göre IABI ve ICDI doğrularının kesişim noktasının arazi üzerine işaretlenmesi şu şekilde yapılır. İlk olarak IABI ve ICDI doğrularının başlangıç (A, C) ve bitiş noktaları (B, D) birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir.

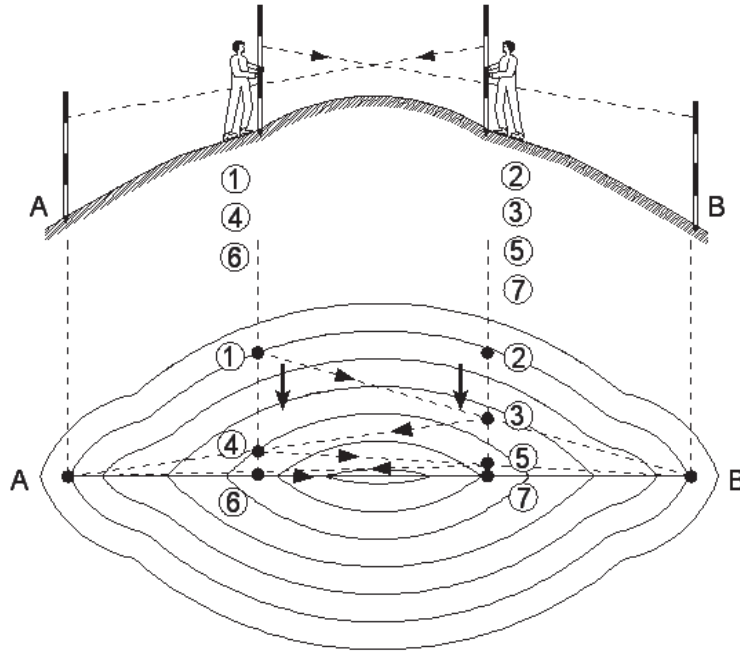


Şekil 3.12 Düz Arazide Doğruların Kesişim Noktasının İşaretlenmesi

Yöneticiler, A ve C noktalarındaki jalonların gerisindeki bir noktada durarak IABI ve ICDI doğru parçalarının doğrultularına girerler. Yani başlangıç (A, C) ve bitiş (B, D) noktalarındaki jalonları üst üste bindirerek tek bir jalonmuş gibi görebilecekleri bir noktada dururlar. Burada amaç IABI ve ICDI doğrularının kesişim noktası olan 3 noktasını arazi üzerine işaretlemektir. A ve C noktalarında bulunan Yöneticiler 1 ya da 2 noktası konumunda bulunan Jaloncuya aynı anda verecekleri talimatlar ile onu IABI ve ICDI doğrularının üzerinde bulunan 3 noktasına getirmeye çalışırlar. Her iki Yöneticide IABI ve ICDI doğrularının başlangıç ve bitiş noktalarında bulunan jalonlar ile Jaloncunun elindeki jalonu üst üste bindirerek, tek bir jalonmuş gibi gördükleri anda Jaloncuya elindeki jalonu zemine sabitlemesini söylerler. Bu işlemler sonucunda IABI ve ICDI doğrularının kesişim noktası olan 3 noktası arazi üzerinde işaretlenmiş olur.

3.2.4. Görüşü Kısıtlı ve Engelibeli Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi

Başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki görüş mesafesi kısıtlı olan engebeli arazilerde doğruların aplikasyonu işlemi için iki kişi yeterlidir. Aplikasyonu gerçekleştirecek kişiler karşılıklı talimatlar vererek birbirlerini yönlendirirler. Şekil 3.13'e göre aplikasyon işlemi şu şekilde yapılır. Araziye işaretlenecek olan IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Aplikasyonu gerçekleştirecek iki kişi ellerine birer jalon alarak, yüzleri birbirine dönük ve her ikisi de A ve B noktalarını görebilecekleri birer noktada dururlar. Şekil 3.13'e göre bu noktalar 1 ve 2 noktalarıdır. İlk olarak 1 noktasında duran kişi IABI doğrultusunda bakarak 2 noktasında bulunan kişiye talimatlar verir. 2 Noktasındaki kişinin IABI doğrultusuna girmesini sağlar. Bu işlemin sonucunda 2 noktasındaki kişi 3 noktasına gelmiş olur. Daha sonra 3 noktasındaki kişi I3AI doğrultusunda bakarak 1 noktasında bulunan kişiye talimatlar verir. 1 Noktasındaki kişinin I3AI doğrultusuna girmesini sağlar. Bu işlemin sonucunda 1 noktasındaki kişi 4 noktasına gelmiş olur.

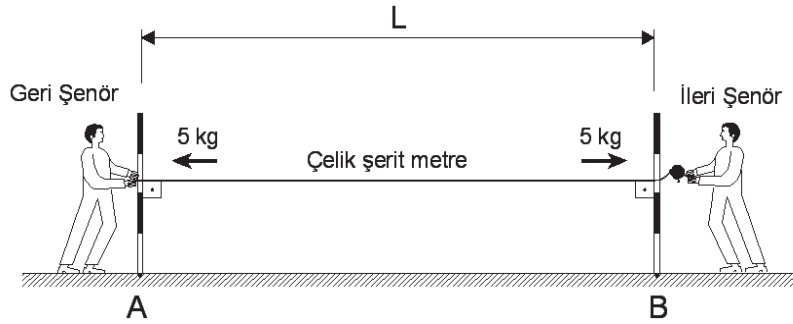


Şekil 3.13 Görüşü Kısıtlı ve Engelibeli Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi

IABI Doğrultusuna yaklaşacak şekilde bu işleme devam edilir. 4 Noktasında bulunan kişi I4BI doğrultusunda bakarak 3 noktasında bulunan kişiyi I4BI doğrultusuna çeker. 3 Noktasındaki kişi 5 noktasına gelmiş olur. 5 Noktasındaki kişi I5AI doğrultusunda bakarak 4 noktasında bulunan kişiyi I5AI doğrultusuna çeker. 4 Noktasındaki kişi IABI doğrultusu üzerinde yer alan 6 noktasına gelmiş olur. En son işlem olarak, 6 noktasında bulunan kişi I6BI doğrultusunda bakarak 5 noktasında bulunan kişiyi I6BI doğrultusuna ve dolayısıyla IABI doğrultusuna çeker. Sonuçta, 6 ve 7 numaralı noktalar IABI doğrultusunun ara noktaları olarak arazi üzerinde işaretlenmiş olur.

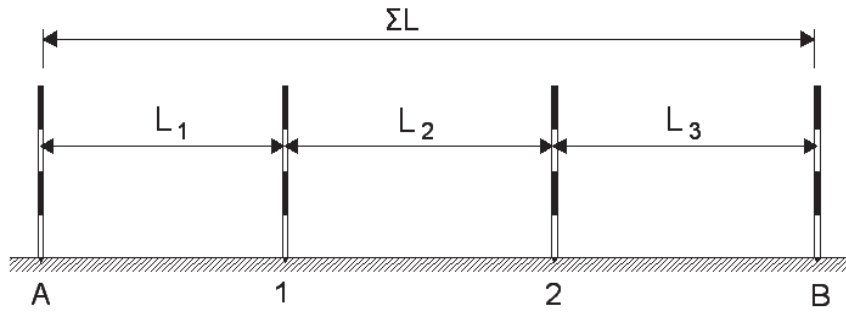
3.3. Doğruların Ölçülmesi

Doğruların belirttiği uzunlukların ölçülmesinde genellikle çelik şerit metre kullanılır. Çelik şerit metrenin yanında, noktaları arazi üzerine işaretlemek amacıyla yeterli sayıda jalon ve sayma çubuğu kullanılır. Doğruların çelik şerit metre ile ölçülmesi işini **Şenaj**, ölçme işini gerçekleştiren kişilere de **Şenör** adı verilir. Ölçme işini yöneten kişi Geri Şenördür. Geri Şenör vereceği talimatlar ile İleri Şenörün ölçülecek doğru parçasının belirttiği doğrultu üzerinde bulunmasını sağlar. Ölçüm sırasında çelik şerit metre yatay düzleme paralel olacak şekilde, zeminden ortalama bel seviyesi kadar yükseklikte ve sarkmayı önleyecek bir gerginlikte tutulur. Çelik şerit metrenin sarkmasını önlemek amacıyla Şenörler yaklaşık olarak 50 N (5 kg) değerindeki bir kuvvet ile çelik şerit metreyi germelidirler.



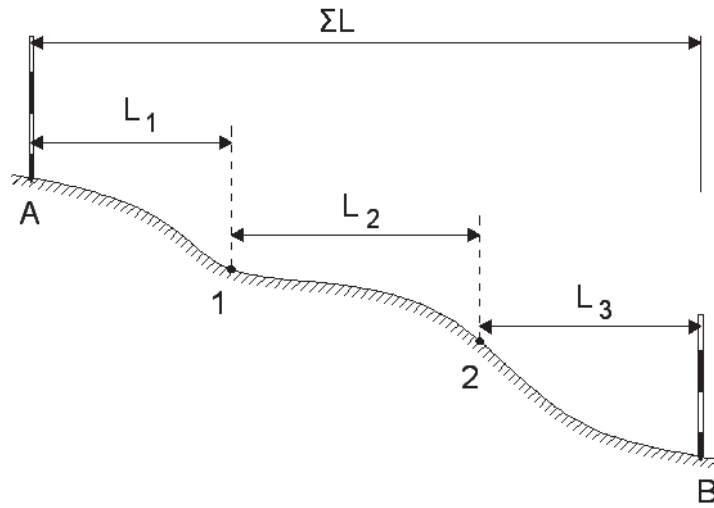
Şekil 3.14 Çelik Şerit Metre İle Mesafelerin Ölçülmesi

Ölçülecek mesafe çok uzun ise veya çelik şerit metrenin boyu uzunluğu bir defada ölçmeye yeterli gelmiyorsa, uzunluğu belirlenecek doğrunun başlangıç ve bitiş noktaları arasında yeterli sayıda ara nokta jalonlar vasıtası ile işaretlenerek, parçalara bölme yöntemi uygulanır. Her bir parçanın uzunluğu (L_1, L_2, L_3) yapılan ölçümler ile belirlenir. Daha sonra bu parçaların uzunlukları toplanarak toplam uzunluk (ΣL) elde edilir.



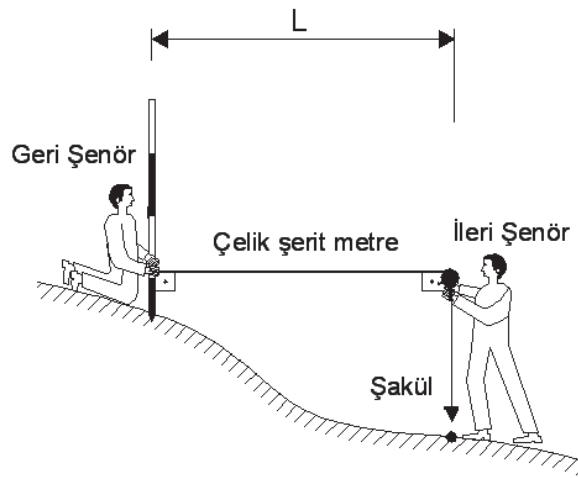
Şekil 3.15 Parçalara Bölme Yöntemi İle Mesafelerin Ölçülmesi

Üzerinde yürünebilen, eğimli ve dalgalı arazilerde yatay uzunluk ölçmeleri basamaklı ölçme yöntemi kullanılarak yapılır.



Şekil 3.16 Basamaklı Ölçme Yöntemi İle Mesafelerin Ölçülmesi

Şekil 3.16'ya göre basamaklı ölçme yöntemi şu şekilde uygulanır. Uzunluğu belirlenecek doğrunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktalarına birer jalon yerleştirilir. Geri Şenör başlangıç noktasında metrenin sıfır ucunu tutar. İleri Şenör ise çelik şerit metrenin diğer ucunu tutarak ölçme işini gerçekleştirir. İleri Şenör metreden okuduğu uzunluk değerini elinde bulunan not defterine yazarak, çelik şerit metrenin yataylığını ve gerginliğini bozmadan ucundan bir şakül sarkıtır ve 1 noktasını arazi üzerinde işaretler.



Şekil 3.17 Eğimli Arazilerde Mesafelerin Ölçülmesi

İleri Şenör işaretlediği 1 noktasına bir sayma çubuğu yerleştirir. Geri Şenör işaretlenen 1 noktasına gelir ve metrenin sıfır ucunu bu noktaya tutar. İleri Şenör yukarıda anlatılan işlemleri 2 ve B noktaları için tekrar eder. Bu şekilde eğim doğrultusunda basamaklar oluşturularak ölçme işlemine devam edilir. Ölçme işlemi sonucunda not defterine yazılan uzunluk değerleri (L_1, L_2, L_3) toplanarak IABI doğrusunun uzunluğu (ΣL) belirlenir.

$$\Sigma L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n \quad 3.4$$

Bağıntıda;

ΣL : Toplam uzunluk

L_n : Parça uzunlukları

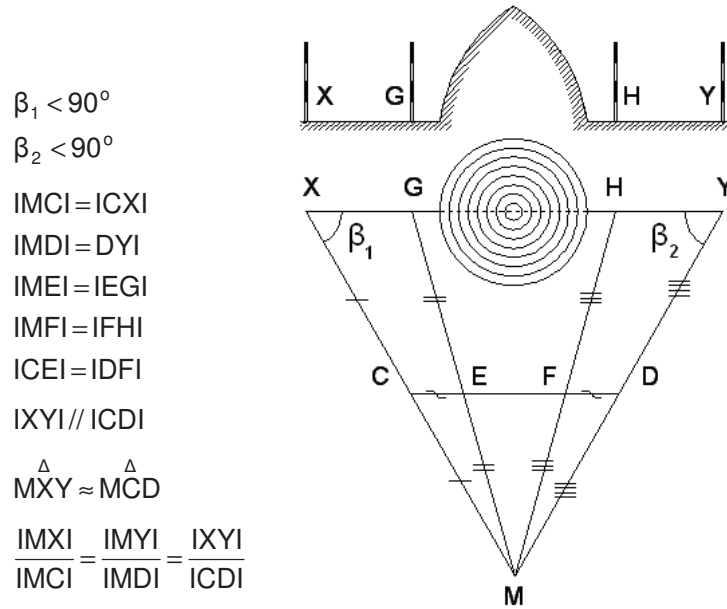
Değerini ifade eder.

3.4. Üzerinde Yürünemeyen ve Görüş Alanı Kısıtlı Olan Arazilerde Doğruların İşaretlenmesi ve Ölçülmesi

Bazı durumlarda arazi üzerinde işaretlenecek veya uzunluğu belirlenecek doğrunun üzerinde yürümeyi ve görüş alanını kısıtlayan bataklık, orman, akarsu, göl ve yapı gibi engeller ile karşılaşılabilir. Bu gibi durumlarda doğruların arazi üzerinde işaretlenmesi ve ölçülmesinde kullanılabilecek yöntemlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

Kutupsal Yöntem

Şekil 3.18'e göre doğrultusu üzerinde başlangıç ve bitiş noktalarının birbirini görmesini engelleyen ve üzerinde yürünemeyen dik bir arazi parçası bulunan IXYI doğrusunun araziye işaretlenebilmesi için, IXYI doğrusu üzerinde yer alan en az iki tane ara noktanın (G, H) yerinin belirlenerek arazi üzerinde işaretlenmesi gerekir. Bu ara noktaların yerlerini tespit edebilmek için şu işlem sırası takip edilir. İlk olarak IXYI doğrusunun başlangıç (X) ve bitiş (Y) noktalarına birer jalon yerleştirilir. Dik arazi parçasının dışında kalacak şekilde bir kutup noktası (M) belirlenir. Kutup noktasının yeri belirlenirken, IMXI ve IMYI doğrularının IXYI doğrusu ile dar açı yapacak şekilde birleşmeleri sağlanmalıdır. IMXI ve IMYI doğrularının orta noktaları (C, D) belirlenir. Ortaya çıkan ICDI doğrusu üzerinde, C ve D noktalarından eşit uzaklıkta olacak şekilde E ve F noktalarının yerleri tespit edilir. E Noktasından itibaren IMEI doğrusunun uzantısında olacak şekilde, IMEI doğrusunun uzunluğu kadar gidilir ve IXYI doğrusu üzerindeki birinci ara noktanın (G) yeri bulunarak arazi üzerine işaretlenir. F Noktasından itibaren IMFI doğrusunun uzantısında olacak şekilde, IMFI doğrusunun uzunluğu kadar gidilir ve IXYI doğrusu üzerindeki ikinci ara noktanın (H) yeri bulunarak arazi üzerinde işaretlenir. Ara noktaların yerleri belirlendikten sonra, dik arazi parçasının her iki yanında da aynı doğrultuda olacak şekilde IABI doğrusu arazi üzerinde işaretlenmiş olur. IXYI Doğrusunun uzunluğu ise bu işlemler sonucunda oluşan üçgenler arasındaki benzerlik bağıntıları kullanılarak belirlenir. Bu yöntem; arazi üzerinde işaretlenerek uzunluğu belirlenecek olan doğrunun üzerinde, görüş alanını kısıtlayan ağaçlık bir bölgenin ya da bir yapının bulunması durumlarında da kullanılabilir.

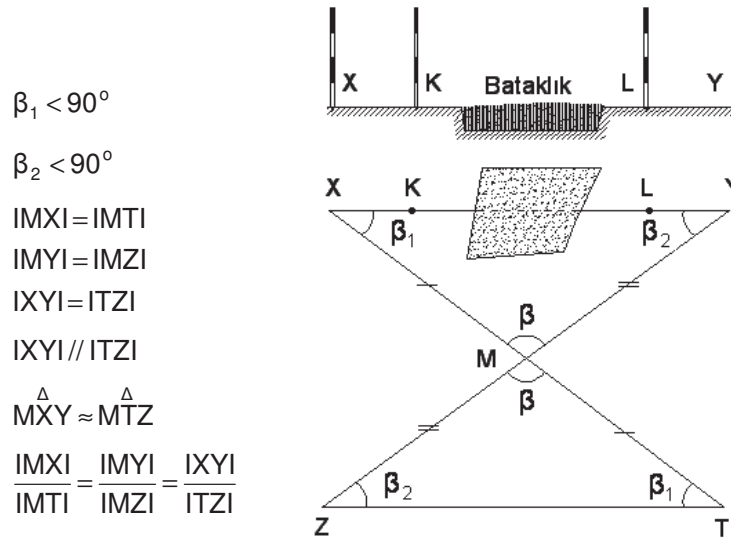


Şekil 3.18 Kutupsal Yöntem

Kesişme Noktası Yöntemi

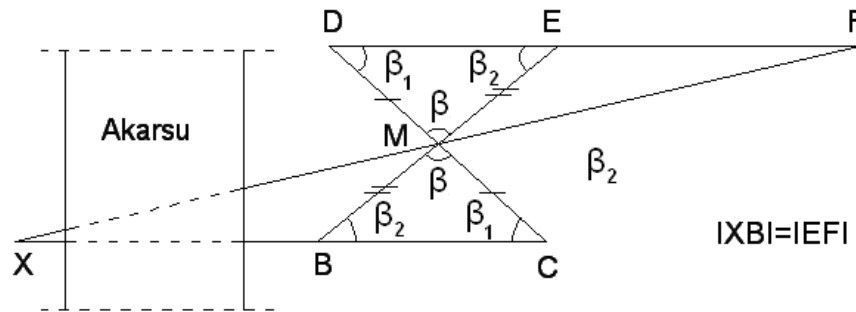
Bu yöntem; görüş alanını kısıtlayan bir durumun bulunmadığı fakat üzerinde yürünemeyen, bataklık türü arazi parçalarından geçen doğruların uzunluklarının belirlenmesinde kullanılır. Arazi üzerinde görüş alanını kısıtlayan bir durum olmadığından, yeterli sayıda ara nokta tespit edilip doğrunun arazi üzerinde işaretlenmesi kolaylıkla yapılır.

Şekil 3.19'a göre IXYI doğrusunun uzunluğu şu şekilde belirlenir. IXYI Doğrusunun başlangıç (X) ve bitiş (Y) noktalarına birer jalon yerleştirilir. Bataklık arazi parçasının dışında bir kesişme noktası (M) belirlenir. Kesişme noktasının yeri belirlenirken, IMXI ve IMYI doğrularının IXYI doğrusu ile dar açı yapacak şekilde birleşmeleri sağlanmalıdır. Kesişme noktasından itibaren IMXI doğrusunun uzantısında olacak şekilde, IMXI doğrusunun uzunluğu kadar gidilerek T noktasının yeri belirlenir ve arazi üzerine işaretlenir. Kesişme noktasından itibaren IMYI doğrusunun uzantısında olacak şekilde, IMYI doğrusunun uzunluğu kadar gidilerek Z noktasının yeri belirlenir ve arazi üzerine işaretlenir. Bu işlemler sonucunda IXYI doğrusunun uzunluğuna eşit olan ITZI doğrusu elde edilmiş olur.



Şekil 3.19 Kesişme Noktası Yöntemi

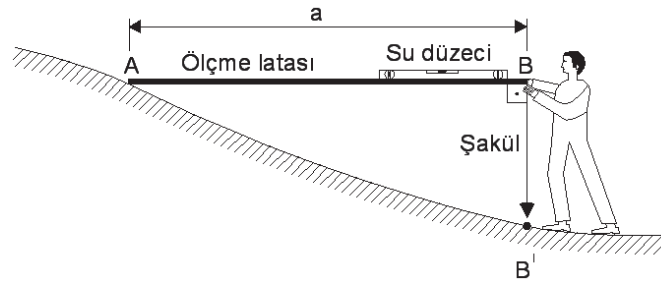
Uzunluğu belirlenecek doğrunun başlangıç ve bitiş noktaları arasında görüşü engelleyen bir durumun bulunmadığı, fakat doğru üzerinde ölçüm yapmanın çok zor olduğu bir akarsuyun bulunduğu durumlarda, uzunluğu belirlenecek doğrunun belli bir uzunluktaki uzantısı üzerinde kesişme noktası yöntemi uygulanabilir. Şekil 3.20'ye göre akarsu üzerinde bulunan IXBI doğrusunun uzunluğu IBCI uzantısı üzerinde kesişme noktası yöntemi uygulanarak belirlenir. IDEI ve IXMI doğrularının ikisinin de uzantısında olan F noktasının yeri belirlenir. Elde edilen IEFI doğrusunun uzunluğu IXBI doğrusunun uzunluğuna eşit olur.



Şekil 3.20 Doğrunun Uzantısında Kesişme Noktası Yöntemi

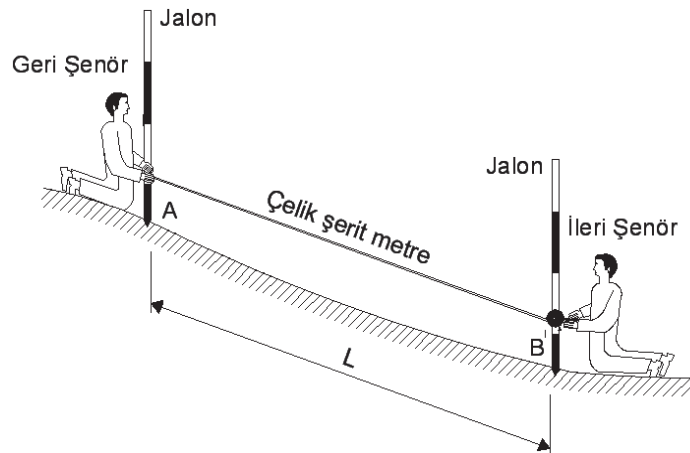
3.5. Basit Ölçme Aletleri İle Arazi Yüzeyi Eğimlerinin Belirlenmesi

Üniform eğimli arazi parçalarının belirli bir uzunluk boyunca eğimlerinin belirlenmesinde; ölçme latası, su düzeci, şakül, jalon ve çelik şerit metre kullanılır. Şekil 3.21, 3.22 ve 3.23'e göre eğim şu şekilde belirlenir. Ölçme latasının A ucu arazi yüzeyine oturtulur, B ucu ise bir kişi tarafından havada tutulur. Ölçme latasının üzerine bir su düzeci koyulur ve yatay eksene paralel hale getirilir. Paralellik sağlandıktan sonra, ölçme latasının B ucundan bir şakül sarkıtılarak B ucunun arazi yüzeyindeki izdüşümü olan B' noktasının yeri belirlenir ve arazi üzerinde işaretlenir.



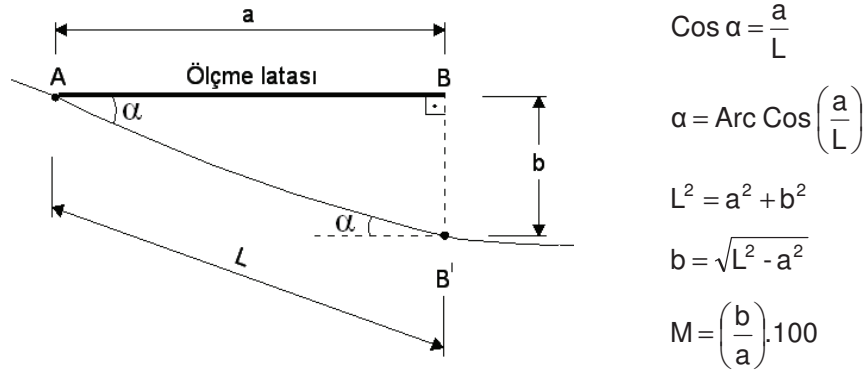
Şekil 3.21 Ölçme Latası İzdüşümünün Arazi Yüzeyinde İşaretlenmesi

A ve B' noktalarına birer tane jalon yerleştirilerek, arazi yüzeyinin uzunluğunu ifade eden L mesafesi çelik şerit metre ile ölçülür. Ölçüm sırasında çelik şerit metre arazi yüzeyine paralel tutulur.



Şekil 3.22 Eğimli Arazi Yüzeyi Uzunluğunun Çelik Şerit Metre İle Ölçülmesi

Yapılan ölçümler sonucunda oluşan dik üçgene göre trigonometrik bağıntılar yazılarak arazi yüzeyinin eğimi açı cinsinden (Derece, grad) belirlenir. Eğimin % cinsinden hesaplanabilmesi için A ve B' noktaları arasındaki yükseklik farkını ifade eden b değerinin belirlenmesi gerekir. Bu yükseklik farkı pisagor teoremi kullanılarak belirlenebilir.



Şekil 3.23 Üniform Eğimli Arazilerde Arazi Yüzeyi Eğiminin Belirlenmesi

3.6. Mesafe Tahmin Yöntemleri

Mesafe tahminlerinde gerçeğe en yakın sonucu elde etmek veya hata miktarını en aza indirmek, tahmini yapacak kişinin mesafe tahmininde ne kadar deneyimli olduğuna bağlıdır. Dolayısıyla mesafe tahminleri tahmin yeteneği gelişmiş deneyimli kişiler tarafından yapılmalıdır. Mesafe tahmininde en çok kullanılan yöntemler, gerçeğe en yakın sonuç verme durumlarına göre aşağıda sıra ile verilmiştir.

Adımlama Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Gerçeğe en yakın sonuçlar veren mesafe tahmin yöntemidir. Adım uzunluğu, bir topuğun yere değdiği nokta ile diğer topuğun yere değdiği nokta arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Normal bir insanın ortalama adım uzunluğu 60 – 80 cm arasında değişir. Uzunluğu tahmin edilecek mesafe başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar adımlanarak toplam adım sayısı belirlenir. Toplam adım sayısı ortalama adım uzunluğu ile çarpılır ve mesafe tahmini olarak belirlenir.

$$L = a.n$$

3.5

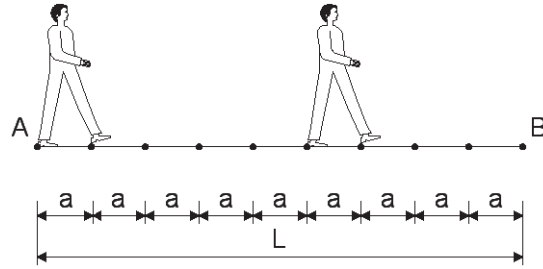
Bağıntıda;

L : Mesafenin tahmini uzunluğu

a : Ortalama adım uzunluğu

n : Adım sayısı

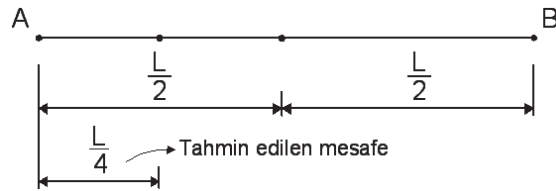
Değerini ifade eder.



Şekil 3.24 Adımlama Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Bölme Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Bu yöntemdeki amaç, mesafeyi uzunluğu kolaylıkla tahmin edilebilir en küçük eşit aralıklara bölmektir. Tahmini yapacak kişi mesafenin başlangıç noktasında durur ve tahmini olarak orta noktanın ($L/2$) yerini belirler. Daha sonra belirlediği bu orta nokta ile kendisi arasında kalan kısmın orta noktasını ($L/4$) belirler. En son belirlediği orta nokta ile kendisi arasında kalan mesafenin yaklaşık olarak uzunluğunu tahmin eder. Bu uzunluk değerini 4 ile çarparak mesafeyi tahmini olarak belirler. Mesafe 8 parçaya bölünerek gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebilir.



Şekil 3.25 Bölme Yöntemi İle Mesafe Tahmini

$$L = \frac{L}{4} \cdot 4$$

3.6

Parmak Atlatma Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Şekil 3.26'ya göre tahmini yapacak kişi IABI doğrusunun başlangıç noktasında (A) durur. Sağ kolunu göğüs hattına dikey olacak şekilde gergince ileri uzatır. Başparmağının ucunu IABI doğrusunun bitiş noktasına (B), sol gözünü kapatıp sağ gözünü ile işaret eder. Sağ kolunu ve başparmağını hiç oynatmadan bu defa sağ gözünü kapatır ve sol gözünü açar. Bu işlem sonucunda başparmak ucunun işaret ettiği yer, mesafenin bitiş noktasından bir miktar sağa doğru kaymış olur. Başparmak ucunun gösterdiği bu yeni nokta (B') ile mesafenin bitiş noktası arasındaki kayma miktarını (a) tahmin eder. Tahmin edilen bu kayma değeri 10 ile çarpılarak, metre cinsinden IABI doğrusunun tahmini uzunluğu (L) belirlenir.

$$L = a.10$$

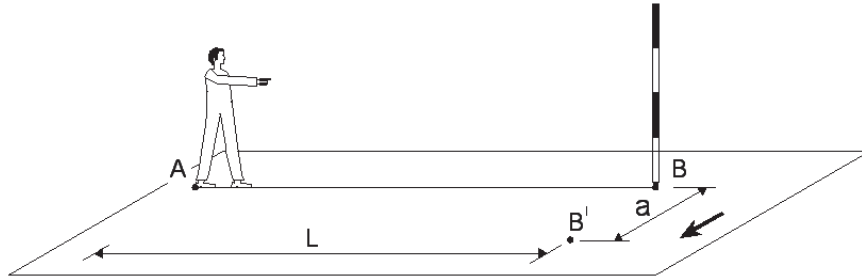
3.7

Bağıntıda;

L : Mesafenin tahmini uzunluğu

a : Sol göz açılıp sağ göz kapatıldığında, başparmak ile işaret edilen bitiş noktasından sağa doğru olan kayma miktarı

Değerini ifade eder.



Şekil 3.26 Parmak Atlatma Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Ortalama Yöntemi İle Mesafe Tahmini

Ortalama yöntemi ile mesafe tahmini, yukarıda verilen mesafe tahmin yöntemleri ile birlikte kullanılan bir yöntemdir. Yukarıda verilen üç yöntemden herhangi bir tanesi kullanılarak belirlenen, birbirinden farklı tahmini mesafe değerlerinin ortalamasını almak suretiyle gerçeğe daha yakın bir mesafe değeri elde edilir.

$$L_{\text{ort}} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n} \quad 3.8$$

Bağıntıda;

L_n : Tahmini mesafe uzunlukları

L_{ort} : Mesafenin ortalama tahmini uzunluğu

n : Yapılan tahmin sayısı

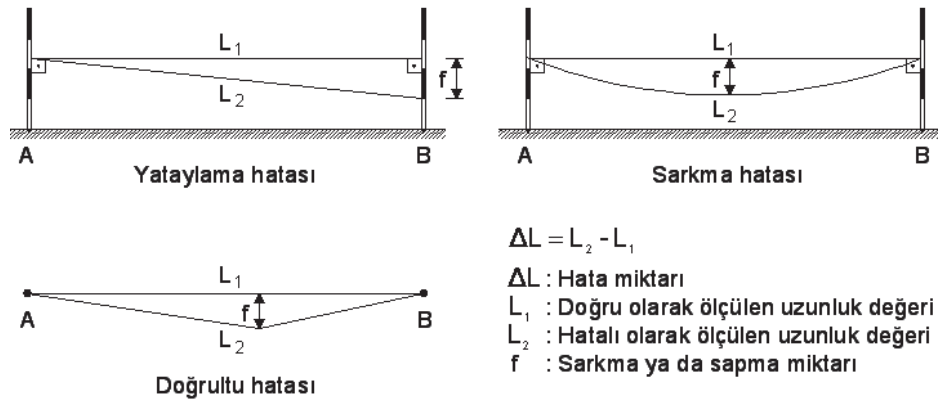
Değerini ifade eder.

3.7. Ölçme Hataları

Uzunluk ölçmelerinde yapılan hatalar; ölçme işini gerçekleştiren kişilerin dikkatsizliğinden kaynaklanan kaba hatalar ve çelik şerit metreden kaynaklanan düzenli (Sistemik) hatalar olmak üzere ikiye ayrılır.

3.7.1. Kaba Hatalar

Ölçme işini yapan Şenörlerin ölçüm sırasında yeterli itina ve hassasiyeti göstermemelerinden kaynaklanan hatalardır. Çelik şerit metrenin yatay düzleme paralel tutulmamasından kaynaklanan yataylama hatası, çelik şerit metrenin gergin tutulmamasından kaynaklanan sarkma hatası ve uzunluğu belirlenecek mesafenin doğrultusundan çıkılmasıyla oluşan doğrultu hatası en çok karşılaşılan kaba hata çeşitleridir.



Şekil 3.27 Kaba Hata Çeşitleri

Yataylama, sarkma ve doğrultu hataları dışında dikkatsizlikten kaynaklanan kaba hatalarda vardır. Parçalara bölmek suretiyle yapılan uzunluk ölçmelerinde bir çelik şerit metre boyunun eksik veya fazla sayılması, uzunluk değerlerinin çelik şerit metre üzerinden yanlış okunması, 35'in 85 okunması gibi hatalar dikkatsizlik sonucu oluşan hatalardır. Kaba hatalar ölçme işlemi sırasında yeterli dikkat ve hassasiyetin gösterilmesi ile önlenabilir. Buna rağmen her ölçümde hata olabileceği göz önüne alınmalı ve ölçümler en az bir kez tekrarlanmak suretiyle yapılmalıdır.

3.7.2. Sistematik Hatalar

Ölçüm sonucunu (+) ya da (-) yönde olmak üzere ve aynı büyüklükte etkileyen hatalardır. Çelik şerit metrenin gerçek uzunluğunun bilinen uzunluk değerinden farklı olması ve aşırı sıcaklık değişimlerinde ısı genleşme yada büzülmeden dolayı çelik şerit metre boyunda meydana gelen uzama yada kısalmadan kaynaklanan hatalardır.

Çelik Şerit Metre Boyunun Hatalı Olması

Çelik şerit metrenin gerçek uzunluğunun bilinen uzunluk değerinden uzun yada kısa olması durumunda, ardı ardına yapılan her ölçümde hata düzenli olarak tekrar edilir. Örneğin; uzunluğu 20 m olarak bilinen bir çelik şerit metrenin uzunluğunun 20 metreden 2 cm eksik ya da fazla olması, bu çelik şerit metre ile ölçülen her 20 m uzunlukta 2 cm hata yapılmasına neden olur. Hata miktarı tespit edilerek ölçülen toplam uzunluk değeri düzeltilmelidir. Çelik şerit metre boyundan kaynaklanan hata miktarı ve ölçülen toplam uzunluk değerinde yapılacak düzeltme miktarı 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12 Bağlıntıları kullanılarak belirlenir.

$$\Delta L = L_2 - L_1 \quad 3.9$$

$$C = \frac{\Delta L}{L_1} \quad 3.10$$

$$\Sigma C = C \cdot L \quad 3.11$$

$$L_G = L + \Sigma C \quad 3.12$$

Bağıntılarda;

ΔL : Çelik şerit metre uzunluğundaki hata miktarı

L_1 : Çelik şerit metrenin bilinen uzunluğu

L_2 : Çelik şerit metrenin gerçek uzunluğu

C : Birim uzunlukta yapılması gereken düzeltme miktarı

ΣC : Toplam uzunlukta yapılması gereken düzeltme miktarı

L_G : Düzeltme yapılarak elde edilen gerçek uzunluk

L : Hatalı çelik şerit metre ile ölçülen toplam uzunluk

Değerini ifade eder.

Sıcaklık Hatası

Çelik şerit metrelerin fabrikalarda üretimlerinin yapıldığı andaki ortam sıcaklığı değerinden farklı bir sıcaklıkta kullanılmaları durumunda, genleşmeden yada büzülmeden dolayı uzunluklarında bir miktar değişim (Uzama-kısalma) olur. Fabrikalardaki ortam sıcaklığı değerine **Ayar Sıcaklığı** adı verilir. Ayar sıcaklığı değeri $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$ olup, çelik şerit metrelerin üzerinde 20°C olarak belirtilir. Çelik şerit metrenin uzunluğundaki uzama yada kısalma miktarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, çeliğin ısı genleşme-büzülme katsayısı değeri $0.0000125\ 1/^\circ\text{C}$ alınır.

$$\Delta L = \alpha \cdot L_1 \cdot \Delta_t \quad 3.13$$

$$\Delta_t = t_2 - t_1 \quad 3.14$$

Bağıntılarda;

ΔL : Çelik şerit metrenin uzunluğundaki değişim miktarı

α : Isıl genleşme-büzülme katsayısı

L_1 : Çelik şerit metrenin değişime uğramadan önceki uzunluğu

Δ_t : Sıcaklıktaki değişim miktarı

t_1 : Çelik şerit metrenin ayar sıcaklığı

t_2 : Ölçüm yapılan ortamdaki hava sıcaklığı

Değerini ifade eder.

3.7.3. Hata Sınırı

Uzunluk ölçmelerinde yapılan hataların belirli sınırlar içerisinde kalması istenir. Hata üst sınır değeri Bağıntı 3.17 kullanılarak belirlenir. Ölçüm esnasında yapılan maksimum hata miktarı ve hata üst sınırı değerleri karşılaştırılarak gerçek uzunluk değeri belirlenir.

$$\Delta L_{\max} = L_{\max} - L_{\min} \quad 3.15$$

$$L_{\text{ort}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}{n} \quad 3.16$$

$$H_S = 0,005 \cdot \sqrt{L_{\text{ort}}} + 0,00015 \cdot L_{\text{ort}} + 0.015 \quad 3.17$$

Bağıntılarda;

H_S : Hata sınırı

$\Delta L_{\max}$: Maksimum hata miktarı

$L_{\max}$: Mesafenin ölçülen en büyük uzunluğu

$L_{\min}$: Mesafenin ölçülen en küçük uzunluğu

L_{ort} : Mesafenin ortalama uzunluğu

L_n : Ölçülen mesafe uzunlukları

n : Yapılan ölçüm sayısı

L_G : Mesafenin gerçek uzunluğu

Değerini ifade eder.

Maksimum hata miktarının hata sınırı değerinden küçük olması durumunda, gerçek uzunluk değeri olarak mesafenin ortalama uzunluk değeri kullanılır.

$$\Delta L_{\max} < H_S \quad \text{ise} \quad L_G = L_{\text{ort}} \text{ alınır.}$$

Maksimum hata miktarının hata sınırı değerinden büyük olması durumunda, ölçme işlemi yeterli itina ve hassasiyet gösterilerek daha dikkatli bir biçimde yeniden yapılır.

$$\Delta L_{\max} > H_S \quad \text{ise ölçme işlemi yeniden yapılır.}$$

3.8. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 3.1

Başlangıç noktası A, bitiş noktası B olan bir IABI doğrusunun uzunluğunu belirlemek için dört defa ölçüm yapılmış ve ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ölçme No.	IABI (m)
1	72.20
2	72.21
3	72.23
4	72.19

Ölçüm sonuçlarına göre, yapılan maksimum hata miktarını hesaplayarak, IABI doğrusunun gerçek uzunluğunu belirleyiniz.

Çözüm 3.1

$$3.15 \quad \Delta L_{\max} = L_{\max} - L_{\min}$$

$$\Delta L_{\max} = 72.23 - 72.19 \quad \Delta L_{\max} = 0.04 \text{ m}$$

$$3.16 \quad L_{\text{ort}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4}$$

$$L_{\text{ort}} = \frac{72.20 + 72.21 + 72.23 + 72.19}{4} \quad L_{\text{ort}} = 72.21 \text{ m}$$

$$3.17 \quad H_S = 0,005 \cdot \sqrt{L_{\text{ort}}} + 0,00015 \cdot L_{\text{ort}} + 0.015$$

$$H_S = 0,005 \cdot \sqrt{72.21} + 0,00015 \cdot 72,21 + 0.015$$

$$H_S = 0.068 \text{ m}$$

$$\Delta L_{\max} < H_S \quad 0.04 < 0.068 \quad L_G = L_{\text{ort}} = 72.21 \text{ m}$$

Problem 3.2

Uzunluğu 20 m olan bir çelik şerit metre ile yapılan parçalı ölçüm sonucunda toplam uzunluk değeri 228 m olarak belirlenmiştir. Daha sonra çelik şerit metre üzerinde kontrol amaçlı yapılan kalibrasyon çalışmalarında, uzunluğunun 20 m değil de 20.03 m olduğu belirlenmiştir. Buna göre, ölçüm sırasında yapılan hata miktarını ve yapılması gereken düzeltme miktarını hesaplayarak, ölçülen gerçek uzunluk değerini belirleyiniz.

Çözüm 3.2

$$3.9 \quad \Delta L = L_2 - L_1 \quad \Delta L = 20.03 - 20.00 \quad \Delta L = 0.03 \text{ m}$$

$$3.10 \quad C = \frac{\Delta L}{L_1} \quad C = \frac{0.03}{20} \quad C = 0.0015 \text{ (birimsiz)}$$

$$3.11 \quad \Sigma C = C.L \quad \Sigma C = 0,0015.228 \quad \Sigma C = 0.342 \text{ m}$$

$$3.12 \quad L_G = L + \Sigma C \quad L_G = 228 + 0.342 \quad L_G = 228.342 \text{ m}$$

Problem 3.3

Uzunluğu 20 m olan bir çelik şerit metre ile 35°C hava sıcaklığında yapılan parçalı ölçüm sonucunda toplam uzunluk değeri 350 m olarak belirlenmiştir. Buna göre, ısı genleşmeden dolayı çelik şerit metre boyunda meydana gelen uzunluk değişimi miktarını ve yapılması gereken düzeltme miktarını hesaplayarak, ölçülen gerçek uzunluk değerini belirleyiniz.

Çözüm 3.3

$$3.14 \quad \Delta_t = t_2 - t_1 \quad \Delta_t = 35 - 20 \quad \Delta_t = 15^\circ \text{ C}$$

$$3.13 \quad \Delta L = \alpha.L_1.\Delta_t \quad \Delta L = 0,0000125.20.15 \quad \Delta L = 0.004 \text{ m}$$

$$3.10 \quad C = \frac{\Delta L}{L_1} \quad C = \frac{0.004}{20} \quad C = 0.0002 \text{ (birimsiz)}$$

$$3.11 \quad \Sigma C = C.L \quad \Sigma C = 0,0002.350 \quad \Sigma C = 0.07 \text{ m}$$

$$3.12 \quad L_G = L + \Sigma C \quad L_G = 350 + 0.07 \quad L_G = 350.07 \text{ m}$$

Problem 3.4

Başlangıç noktası A, bitiş noktası B olan bir IABI doğrusunun uzunluğunu belirlemek için üç defa ölçüm yapılmış ve ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ölçme No.	IABI (m)
1	68.74
2	68.62
3	68.50

Ölçüm sonuçlarına göre, yapılan maksimum hata miktarını hesaplayarak, IABI doğrusunun gerçek uzunluğunu belirleyiniz.

Çözüm 3.4

$$3.15 \quad \Delta L_{\max} = L_{\max} - L_{\min}$$

$$\Delta L_{\max} = 68.74 - 68.50 \quad \Delta L_{\max} = 0.24 \text{ m}$$

$$3.16 \quad L_{\text{ort}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3}$$

$$L_{\text{ort}} = \frac{68.74 + 68.62 + 68.50}{3} \quad L_{\text{ort}} = 68.62 \text{ m}$$

$$3.17 \quad H_S = 0,005 \cdot \sqrt{L_{\text{ort}}} + 0,00015 \cdot L_{\text{ort}} + 0.015$$

$$H_S = 0,005 \cdot \sqrt{68.62} + 0,00015 \cdot 68,62 + 0.015$$

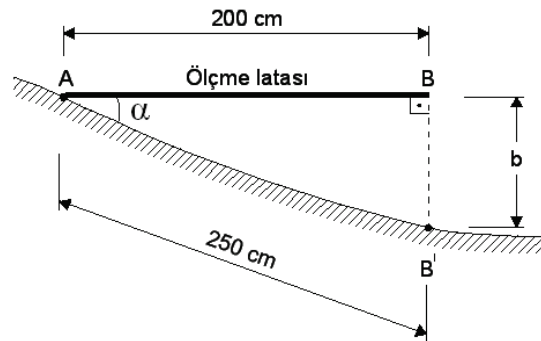
$$H_S = 0.066 \text{ m}$$

$$\Delta L_{\max} > H_S \quad 0.24 > 0.066$$

Hata sınırı aşıldığından dolayı, IABI doğrusunun uzunluğu yeterli itina ve hassasiyet gösterilerek daha dikkatli bir biçimde yeniden ölçülür.

Problem 3.5

Üniform eğimli bir arazi yüzeyinin eğimini belirlemek amacıyla uzunluğu 200 cm olan bir ölçme latası kullanılmıştır. Ölçme latasının bir ucu arazi yüzeyine oturtularak havadaki diğer ucundan şakül sarkıtılmış ve arazi yüzeyi üzerindeki izdüşümü işaretlenmiştir. Daha sonra eğimli arazi yüzeyi uzunluğu 250 cm olarak ölçülmüştür. Buna göre, arazi yüzeyinin eğimini derece ve % cinsinden hesaplayınız.

Çözüm 3.5

$$\cos \alpha = \frac{200}{250} = 0.80$$

$$\alpha = \text{Arc Cos} (0.80)$$

$$\alpha = 36.87^\circ$$

$$b = \sqrt{250^2 - 200^2}$$

$$b = 150 \text{ cm}$$

$$M = \left(\frac{150}{200} \right) \cdot 100 \quad M = \% 75$$

Problem 3.6

Uzunluğu 20 m olan bir çelik şerit metre ile yapılan parçalı ölçüm sonucunda toplam uzunluk değeri 350 m olarak belirlenmiştir. Daha sonra çelik şerit metre üzerinde kontrol amaçlı yapılan kalibrasyon çalışmalarında, uzunluğunun 20 m değil de 19.96 m olduğu belirlenmiştir. Buna göre, ölçüm sırasında yapılan hata miktarını ve yapılması gereken düzeltme miktarını hesaplayarak, ölçülen gerçek uzunluk değerini belirleyiniz.

Çözüm 3.6

$$3.9 \quad \Delta L = L_2 - L_1 \quad \Delta L = 19.96 - 20.00 \quad \Delta L = -0.04 \text{ m}$$

$$3.10 \quad C = \frac{\Delta L}{L_1} \quad C = \frac{-0.04}{20} \quad C = -0.002 \text{ (birimsiz)}$$

$$3.11 \quad \Sigma C = C.L \quad \Sigma C = -0.002.350 \quad \Sigma C = -0.70 \text{ m}$$

$$3.12 \quad L_G = L + \Sigma C \quad L_G = 350 + (-0.70) \quad L_G = 349.30 \text{ m}$$

Problem 3.7

Uzunluğu 20 m olan bir çelik şerit metre ile 0°C hava sıcaklığında yapılan parçalı ölçüm sonucunda toplam uzunluk değeri 240 m olarak belirlenmiştir. Buna göre, ısı genleşmeden dolayı çelik şerit metre boyunda meydana gelen uzunluk değişimi miktarını ve yapılması gereken düzeltme miktarını hesaplayarak, ölçülen gerçek uzunluk değerini belirleyiniz.

Çözüm 3.7

$$3.14 \quad \Delta t = t_2 - t_1 \quad \Delta t = 0 - 20 \quad \Delta t = -20^\circ \text{C}$$

$$3.13 \quad \Delta L = \alpha.L_1.\Delta t \quad \Delta L = 0.000125.20.(-20) \quad \Delta L = -0.005 \text{ m}$$

$$3.10 \quad C = \frac{\Delta L}{L_1} \quad C = \frac{-0.005}{20} \quad C = -0.00025 \text{ (birimsiz)}$$

$$3.11 \quad \Sigma C = C.L \quad \Sigma C = -0.00025.240 \quad \Sigma C = -0.06 \text{ m}$$

$$3.12 \quad L_G = L + \Sigma C \quad L_G = 240 + (-0.06) \quad L_G = 239.94 \text{ m}$$

BÖLÜM - 4

DOĞRULARDAN DİK ÇIKILMASI ve DOĞRULARA DİK İNİLMESİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

4. DOĞRULARDAN DİK ÇIKILMASI ve DOĞRULARA DİK İNİLMESİ ... 67

- 4.1. Basit Ölçme Aletleri İle Dik İniliş Dik Çıkılması 67
 - 4.1.1. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulardan Dik Çıkılması 67
 - 4.1.2. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulara Dik İnilmesi 68
- 4.2. Prizmalar İle Dik İniliş Dik Çıkılması 68
 - 4.2.1. Prizma İle Doğruların Arazide İşaretlenmesi 70
 - 4.2.2. Prizma İle Doğrulardan Dik Çıkılması 71
 - 4.2.3. Prizma İle Doğrulara Dik İnilmesi 72
 - 4.2.4. Görüşü Kısıtlı Arazilerde Doğruların
Prizma İle İşaretlenmesi 73

4. DOĞRULARDAN DİK ÇIKILMASI ve DOĞRULARA DİK İNİLMESİ

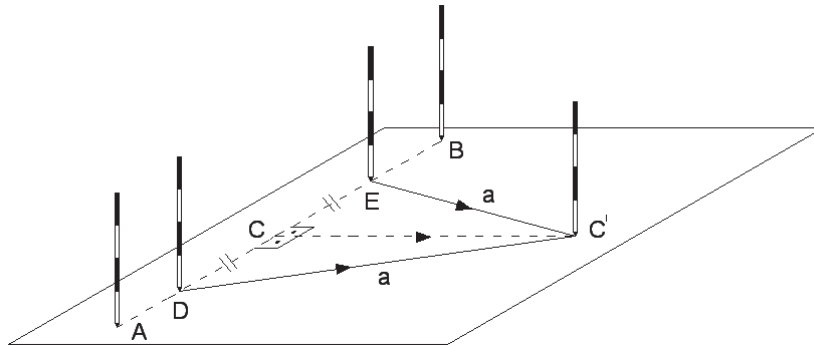
Doğrulardan dik çıkılması ve doğrulara dik inilmesi işlemleri basit ölçme aletleri kullanılarak yapılabileceği gibi, sadece bu uygulamalar için üretilen özel prizmalar kullanılarak da yapılabilmektedir.

4.1. Basit Ölçme Aletleri İle Dik İniliş Dik Çıkılması

Dik inme ve dik çıkma işlerinde kullanılan basit ölçme aletleri; noktaların arazi üzerinde işaretlenmesinde kullanılan yeterli sayıda jalon ve doğruların uzunluklarının ölçülmesinde kullanılan çelik şerit metredir.

4.1.1. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulardan Dik Çıkılması

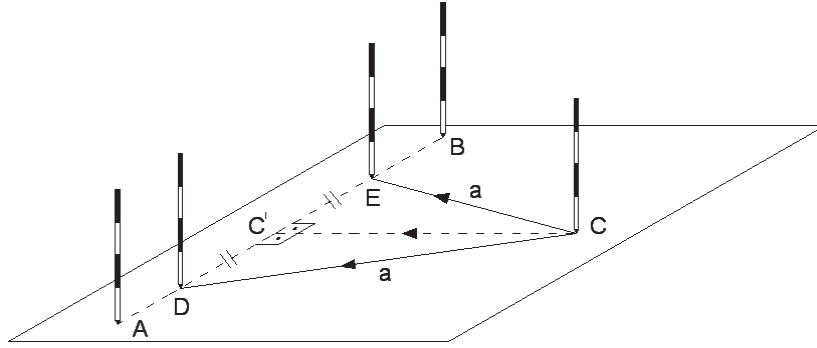
Şekil 4.1'e göre IABI doğrusu üzerindeki C noktasından dik çıkılması işlemi şu şekilde gerçekleştirilir. IABI Doğrusu, başlangıç ve bitiş noktalarına yerleştirilen jalonlar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Dik çıkılacak C noktasının her iki yanından itibaren çelik şerit metre ile eşit mesafeler ölçülerek D ve E noktalarının yerleri belirlenir ve arazi üzerinde işaretlenir. D ve E noktalarından itibaren iki adet çelik şerit metre eşit uzunluklarda (a) açılarak, IABI doğrusu dışındaki bir noktada kesiştirilirler. Belirlenen bu kesişim noktası, IABI doğrusu üzerindeki C noktasından dik çıkılarak elde edilen C' noktasıdır. C ve C' noktalarının birleştirilmesi ile IABI doğrusuna dik olan ICC'I doğrusu elde edilmiş olur.



Şekil 4.1 Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulardan Dik Çıkılması

4.1.2. Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulara Dik İnilmesi

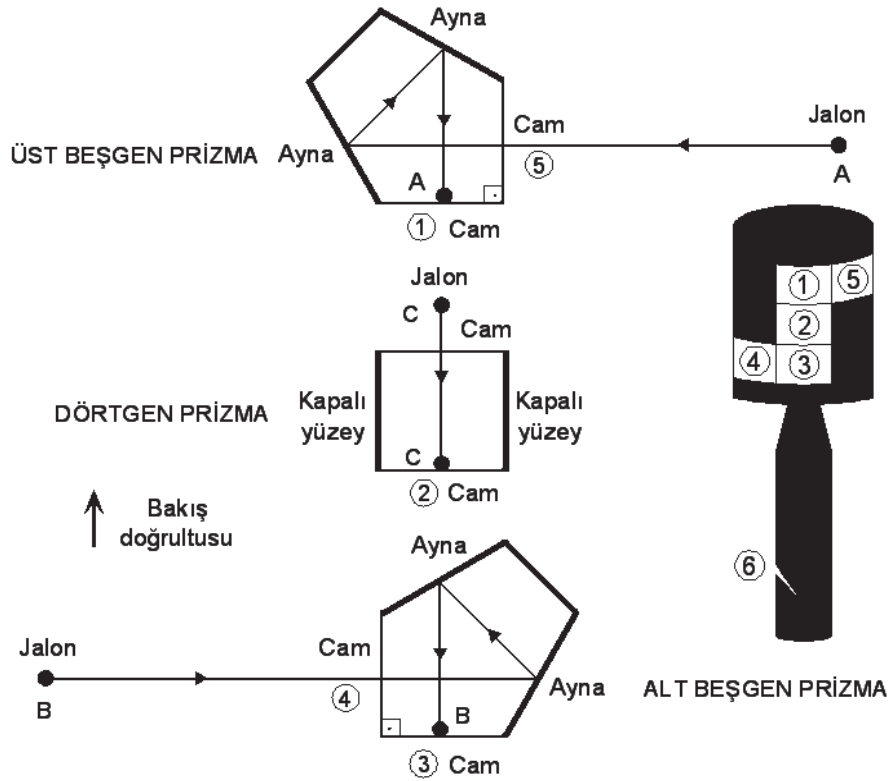
Şekil 4.2'ye göre IABI doğrusu dışındaki C noktasından IABI doğrusuna dik inilmesi işlemi şu şekilde gerçekleştirilir. IABI Doğrusu başlangıç ve bitiş noktalarına yerleştirilen jalonlar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Dik inilecek C noktasının her iki yanından iki adet çelik şerit metre IABI doğrusunu kesecek şekilde eşit uzunluklarda (a) açılarak, IABI doğrusu üzerindeki D ve E noktalarının yerleri belirlenir ve arazi üzerinde işaretlenir. Elde edilen IDEI doğrusunun uzunluğu çelik şerit metre ile ölçülerek, tam orta noktası belirlenir. Belirlenen bu orta nokta C noktasından IABI doğrusuna dik inilerek elde edilen C' noktasıdır. C' ve C noktalarının birleştirilmesi ile IABI doğrusuna dik olan IC'CI doğrusu elde edilmiş olur.



Şekil 4.2 Basit Ölçme Aletleri İle Doğrulara Dik İnilmesi

4.2. Prizmalar İle Dik İniliş Dik Çıkılması

Prizmalar, yüzeyleri cam ve aynalardan oluşan optik ölçme aletleridir. Üçgen ve beşgen prizmalar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Prizmaların çalışma prensipleri; bakış doğrultusuna dik doğrultudaki konumlarda bulunan jalonların görüntülerinin cam olan yan yüzeylerden alınıp, aynalardan yansıtılarak görülmesi ilkesine dayanır. Beşgen prizma, üstte ve altta bulunan iki adet beşgen prizma ve ortada bulunan bir adet dörtgen prizmadan meydana gelir. Genel olarak bir beşgen prizmanın görünümü, bölümleri ve çalışma prensibi Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3 Beşgen Prizmanın Görünümü, Bölümleri ve Çalışma Prensibi

Şekil 4.3'e göre beşgen prizmanın çalışma prensibi şöyledir. Üstteki beşgen prizma ile, beşgen prizmanın bakış doğrultusuna dik doğrultudaki A noktasında bulunan jalonun görüntüsü takip edilir. Jalonun görüntüsü 5 numaralı cam yüzey ile alınıp, aynalardan yansıtıldıktan sonra 1 numaralı üst pencerede görüntülenir. Alttaki beşgen prizma ile, beşgen prizmanın bakış doğrultusuna dik doğrultudaki B noktasında bulunan jalonun görüntüsü takip edilir. Jalonun görüntüsü 4 numaralı cam yüzey ile alınıp, aynalardan yansıtıldıktan sonra 3 numaralı alt pencerede görüntülenir. Üst ve alt beşgen prizmaların arasında bulunan dörtgen prizma ile, beşgen prizmanın bakış doğrultusunda yani karşısında bulunan C noktasındaki jalonun görüntüsü takip edilir. Dörtgen prizmanın bakış doğrultusuna paralel olan yüzeyleri kapalıdır. C Noktasındaki jalonun görüntüsü cam yüzey ile alınıp 2 numaralı orta pencerede görüntülenir.

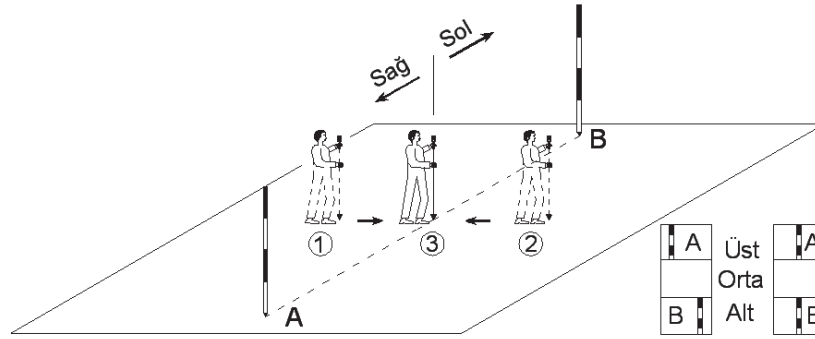
Şekil 4.3'e göre, bir beşgen prizmanın bölümleri ve bu bölümlerin görevleri aşağıda verilmiştir.

1. Üst pencere; beşgen prizmanın bakış doğrultusuna göre sağ tarafında bulunan jalonların görüntülerinin takip edilmesini sağlar. Sağ taraftaki jalonların görüntüleri 5 numaralı cam yüzey ile alınıp, aynalardan yansıtılarak üst pencereye iletilir.
2. Orta pencere; beşgen prizmanın bakış doğrultusunda bulunan jalonların görüntülerinin takip edilmesini sağlar.
3. Alt pencere; beşgen prizmanın bakış doğrultusuna göre sol tarafında bulunan jalonların görüntülerinin takip edilmesini sağlar. Sol taraftaki jalonların görüntüleri 4 numaralı cam yüzey ile alınıp, aynalardan yansıtılarak alt pencereye iletilir.
4. Cam yüzey; sol taraf görüntüsünün aynalara iletilmesini sağlar.
5. Cam yüzey; sağ taraf görüntüsünün aynalara iletilmesini sağlar.
6. Çentik; şakül ipinin prizmaya bağlanmasını sağlar.

Prizma şakül ile birlikte kullanılır. Prizmayı kullanan kişi prizmanın üst, orta ve alt pencerelerinde gerekli görüntüyü yakalandığı anda, kendisinin ve prizmanın konumunu bozmadan, prizmayı ve ona bağlı olan şakülü zemine doğru indirerek arazi üzerinde işaretleme yapar.

4.2.1. Prizma İle Doğruların Arazide İşaretlenmesi

Prizma ile doğruların arazi üzerinde işaretlenmesi Şekil 4.4'e göre şu şekilde yapılır. İlk olarak IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerine işaretlenir. Elinde prizma ile 1 ya da 2 konumunda bulunan ve prizmayı kullanan kişi, prizmanın üst ve alt pencerelerinden A ve B noktalarında bulunan jalonların görüntüsünü takip ederek IABI doğrultusuna girmeye çalışır. Prizmanın üst penceresinden sağ tarafındaki A noktasında bulunan jalonun görüntüsünü, alt penceresinden ise sol tarafındaki B noktasında bulunan jalonun görüntüsünü takip eder. Gerekli görüntüyü yakalayabilmek için, 1 – 2 konumunda ileri – geri hareket ederek IABI doğrultusu üzerindeki 3 noktasına girmeye çalışır.

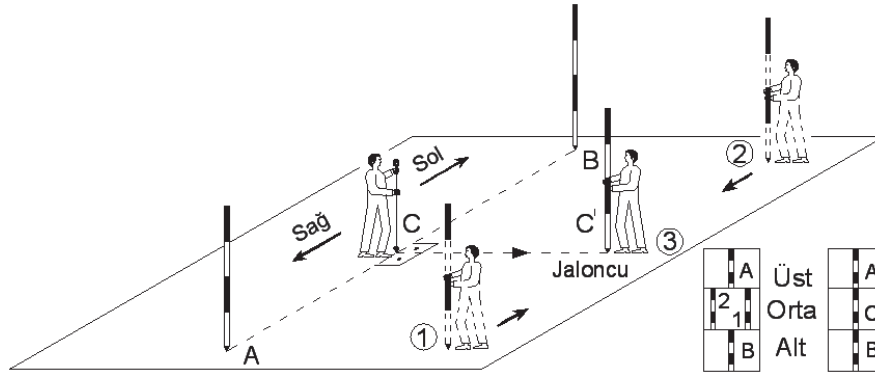


Şekil 4.4 Prizma İle Doğruların Arazi Üzerinde İşaretlenmesi

Prizmayı kullanan kişi, prizmanın üst ve alt pencerelerinde A ve B noktalarında bulunan jalonların görüntüsünü birbirinin devamı şeklinde tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda IABI doğrultusuna girmiş olur. IABI Doğrultusuna girdiği anda, kendisinin ve prizmanın konumunu bozmadan, prizmayı ve ona bağlı olan şakülü zemine doğru indirerek IABI doğrusunun ara noktası olan 3 noktasını arazi üzerinde işaretler. Yukarıda anlatılan işlemler IABI doğrusunun arazi üzerinde işaretlenmesi için yeterli sayıda ara nokta elde edilinceye kadar tekrar edilir.

4.2.2. Prizma İle Doğrulardan Dik Çıkılması

Prizma ile doğrulardan dik çıkılması, prizmayı kullanarak aplikasyon işini yöneten Yönetici ve noktaları arazi üzerinde işaretleyen Jaloncu tarafından gerçekleştirilir.

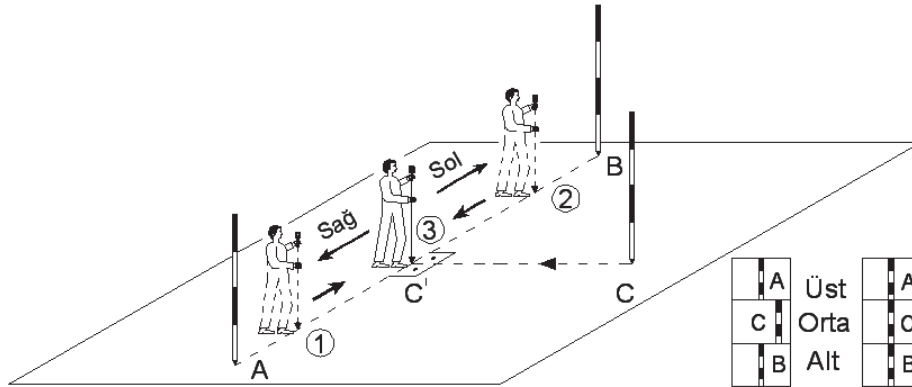


Şekil 4.5 Prizma İle Doğrulardan Dik Çıkılması

Prizma ile dik çıkılması işlemi Şekil 4.5'e göre şu şekilde yapılır. İlk olarak IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Yönetici prizmayı eline alarak dik çıkılacak C noktası üzerinde IABI doğrultusuna girmeye çalışır. Prizmanın üst penceresinden sağ tarafındaki A noktasında bulunan jalonun görüntüsünü, alt penceresinden ise sol tarafındaki B noktasında bulunan jalonun görüntüsünü takip eder. Üst ve alt pencerelerde A ve B noktalarında bulunan jalonların görüntüsünü birbirinin devamı şeklinde tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda IABI doğrultusuna girmiş olur. Yönetici C noktası üzerinde IABI doğrultusuna girdiği anda, elindeki jalon ile 1 ya da 2 konumunda bulunan Jaloncuya sağa – sola türünden yönlendirmelerde bulunarak onu C noktasının dikine yani 3 noktasına çekmeye çalışır. Yönetici prizmanın orta penceresinden Jaloncunun elindeki jalonu takip ederek, üst ve alt pencerelerden gördüğü A ve B noktalarındaki jalonların görüntüsü ile birlikte birbirinin devamı şeklinde tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda, Jaloncuya elindeki jalonu zemine sabitlemesini söyler. Böylelikle C noktasının dik olan C' noktası arazi üzerinde işaretlenerek, IABI doğrusuna dik olan ICC'I doğrusu elde edilmiş olur.

4.2.3. Prizma İle Doğrulara Dik İnilmesi

Doğru dışındaki bir noktadan prizma ile doğruya dik inilmesi Şekil 4.6'ya göre şu şekilde yapılır. İlk olarak IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları ile dik inilecek C noktası birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Prizmayı kullanan kişi prizmanın üst penceresinden sağ tarafındaki A noktasında bulunan jalonun görüntüsünü, alt penceresinden ise sol tarafındaki B noktasında bulunan jalonun görüntüsünü takip ederek IABI doğrultusuna girmeye çalışır. Üst ve alt pencerelerde A ve B noktalarında bulunan jalonların görüntüsünü birbirinin devamı şeklinde tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda, IABI doğrultusuna girmiş olur. Bundan sonra IABI doğrultusu üzerinde sağa – sola hareket ederek C noktasındaki jalonu prizmanın orta penceresinde görmeye çalışır.



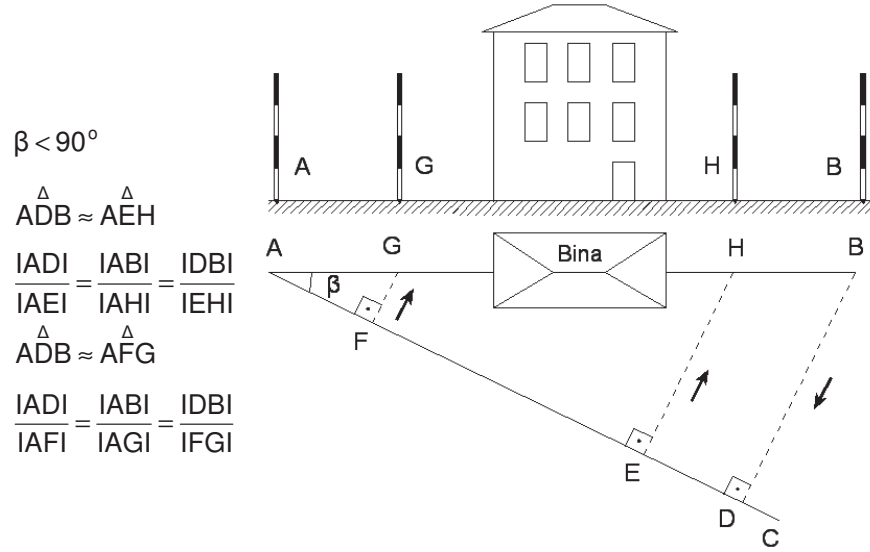
Şekil 4.6 Prizma İle Doğrulara Dik İnilmesi

IABI Doğrultusu üzerinde 1 ya da 2 konumunda bulunan prizmayı kullanan kişi, IABI doğrultusundan çıkmadan sağa – sola hareket ederek prizmanın orta penceresinden C noktasını görmeye çalışır. C Noktasında bulunan jalonu A ve B noktalarındaki jalonların görüntüsü ile birlikte birbirinin devamı şeklinde tek bir jalonmuş gibi gördüğü anda 3 noktasına gelmiş olur. Kendisinin ve prizmanın konumunu bozmadan, prizmayı ve ona bağlı olan şakülü zemine doğru indirerek C' noktasını arazi üzerinde işaretler. Böylelikle IABI doğrusuna dik olan IC'CI doğrusu elde edilmiş olur.

4.2.4. Görüşü Kısıtlı Arazilerde Doğruların Prizma İle İşaretlenmesi

Şekil 4.7'ye göre IABI doğrusu arazi üzerinde işaretlenerek uzunluğu belirlenecektir. İlk olarak IABI doğrusunun başlangıç (A) ve bitiş (B) noktaları birer jalon vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Daha sonra görüş alanını kısıtlayan binanın dışından geçecek şekilde bir IACI doğrusu geçirilerek arazi üzerinde işaretlenir. IABI Doğrusunun bitiş noktasından (B) prizma ile IACI doğrusuna dik inilerek D noktasının yeri belirlenir. Oluşan IDBI doğrusunun uzunluğu çelik şerit metre ile ölçülerek belirlenir. IACI doğrusu üzerinde E ve F noktaları işaretlenir. E ve F noktalarının yerleri belirlenirken, bu noktalardan IABI doğrusuna dik çıkılarak elde edilecek IEHI ve IFGI doğrularının bina üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir.

IACI Doğrusu üzerindeki IAFI, IFEI ve IEDI doğrularının uzunlukları çelik şerit metre ile ölçülerek belirlenir. IEHI ve IFGI doğrularının uzunlukları ise oluşan dik üçgenler arasındaki benzerlik bağıntıları kullanılarak hesaplanır. E ve F noktalarından IABI doğrusuna doğru IEHI ve IFGI doğrularının uzunlukları kadar prizma ile dik çıkılarak, IABI doğrusunun ara noktaları olan G ve H noktalarının yerleri belirlenir ve arazi üzerinde işaretlenir. IABI Doğrusunun uzunluğu ise yine dik üçgenler arasındaki benzerlik bağıntıları kullanılarak hesaplanır.



Şekil 4.7 Görüşü Kısıtlı Arazilerde Doğruların Prizma İle İşaretlenmesi

Prizma kullanılarak gerçekleştirilen bu yöntem; arazi üzerinde işaretlenerek uzunluğu belirlenecek olan IABI doğrusu üzerinde görüş alanını kısıtlayan veya yürümeyi engelleyen bataklık, orman ve göl gibi engellerin bulunması durumlarında da kullanılabilir.

BÖLÜM - 5

NİVELMAN (YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ)

İÇİNDEKİLER

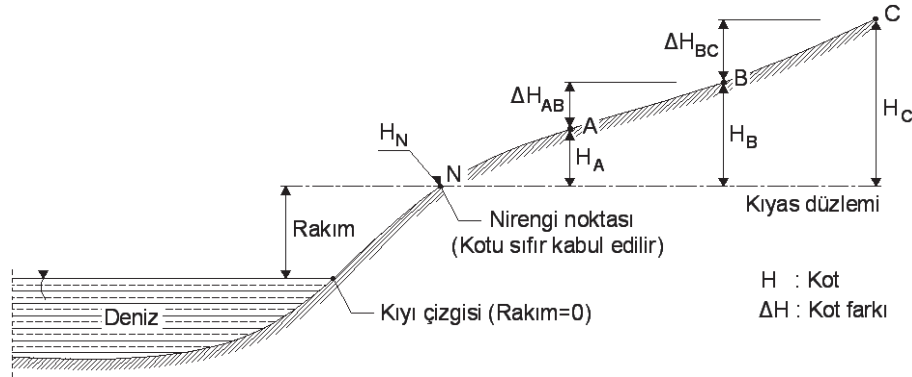
Sayfa No.

5. NİVELMAN (YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ).....	77
5.1. Nivelman Kavramı	77
5.1.1. Nivelman Aleti.....	78
5.1.2. Nivelman Miraları.....	82
5.1.3. Nivo İle Mira Okumalarının Yapılması.....	82
5.1.4. Nivo İle Yatay Açık okumalarının Yapılması	84
5.2. Nokta Nivelmanı	85
5.3. Kesit Nivelmanı	86
5.3.1. Kesit Nivelmanı Karnesinin Doldurulması.....	90
5.3.2. Kesit Görünüşü Çiziminin Yapılması	93
5.4. Işınsal Nivelman	94
5.4.1. Noktalar Arasındaki Yatay Açık Değerlerinin Belirlenmesi	97
5.4.2. Işınsal Nivelman Sonuçlarına Göre Arazi Planlarının Çizilmesi	98
5.5. Yüzey Nivelmanı	99
5.6. Trigonometrik Nivelman	101
5.6.1. Teodolit İle Yatay ve Düşey Açık Okumalarının Yapılması.....	107
5.6.2. Teodolit İle Yatay Mesafe ve Yükseklik Ölçümlerinin Yapılması	109
5.7. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	116

5. NİVELMAN (YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ)

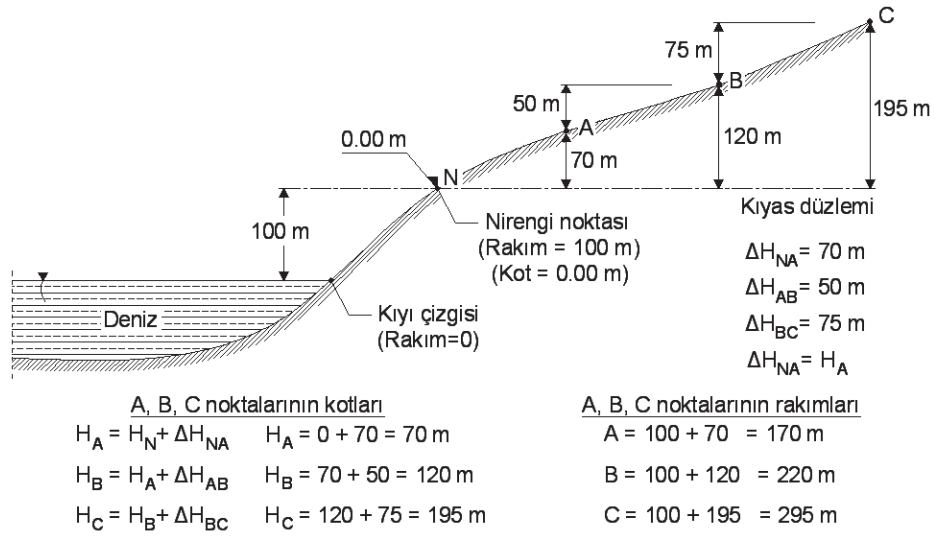
5.1. Nivelman Kavramı

Kabul edilen bir kıyas düzlemine göre, belirli iki nokta arasındaki düşey mesafenin ölçülmesi işlemine **Nivelman (Yükseklik Ölçmesi)** adı verilir. Düşey doğrultudaki ölçmelerin asıl amacı noktalar arasındaki yükseklik farklarını belirlemektir. Yükseklik ölçmelerinde dikkate alınan kıyas düzlemi genellikle ortalama deniz üst yüzeyi seviyesi yada deniz kıyısı çizgisidir. Bazı durumlarda deniz seviyesine göre yükseklikleri yani rakımları daha önceden yapılmış ölçmelerle belirlenen noktalar kıyas düzlemi olarak kabul edilir. Ortalama deniz üst yüzeyi seviyesinden yüksekliği bilinen ve arazi üzerindeki konumu belli olan noktaya **Nirengi Noktası** adı verilir. Arazi üzerindeki herhangi bir noktanın, kıyas düzleminden veya nirengi noktasından olan düşey uzaklığına **Kot** adı verilir.



Şekil 5.1 Rakım, Nirengi Noktası, Kıyas Düzlemi ve Kot Arasındaki İlişki

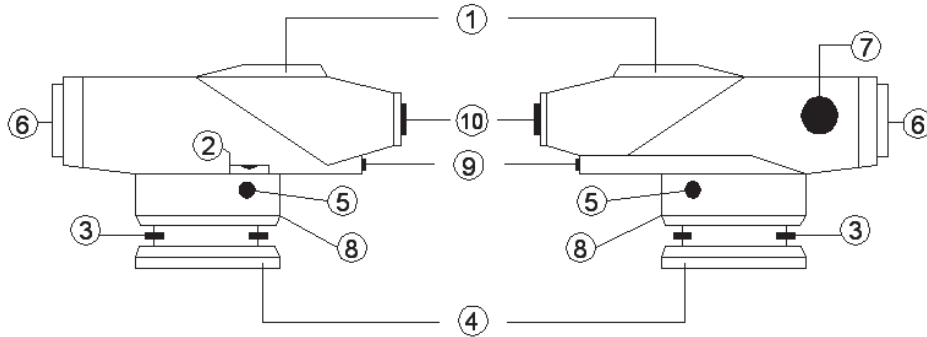
Rakımı yüksek olan bölgelerde yapılan nivelman uygulamalarında deniz kıyısı çizgisinin kıyas düzlemi olarak kabul edilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla rakımı ve arazi üzerindeki konumu belli olan bir nirengi noktası kıyas düzlemi olarak kabul edilir. Nirengi noktasının kotu sıfır kabul edilerek, noktaların kıyas düzleminden olan düşey uzaklıkları yani kotları belirlenir. Şekil 5.2'de, kıyas düzlemi olarak kabul edilen bir nirengi noktasına göre kot ve rakım değerlerinin belirlenmesi ile ilgili bir örnek verilmiştir.



Şekil 5.2 Kıyas Düzlemine Göre Kot ve Rakım Değerlerinin Belirlenmesi

5.1.1. Nivelman Aleti

Yükseklik ölçmelerinde kullanılan alete **Nivelman Aleti** adı verilir. Uygulamada en çok kullanılan nivelman aletleri nivo ve teodolittir. Teodolit daha çok trigonometrik nivelman uygulamalarında kullanılır. Bu bölümde sadece nivo hakkında bilgi verilmiştir. Genel olarak bir nivonun görünümü ve bölümleri Şekil 5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.3 Genel Olarak Bir Nivonun Görünümü ve Bölümleri

Şekil 5.3'e göre, genel olarak bir nivonun bölümleri ve bu bölümlerin görevleri aşağıda verilmiştir.

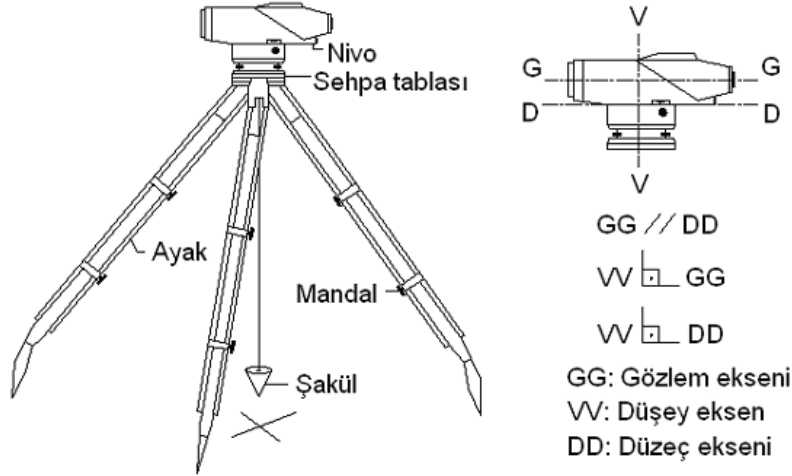
1. Nişan alma tertibatı; nivonun hedefe yönlendirilmesini sağlar.
2. Küresel düzeç; nivo dürbününün yatay düzleme paralel hale getirilmesini, bir başka ifadeyle düşey düzleme dik hale getirilmesini sağlar.
3. Tefsiye vidaları; küresel düzecin ayarlanmasını sağlarlar.
4. Taban plakası; nivonun sehpa tablasına bağlanmasını sağlar.
5. Yatay az hareket vidası; dürbünün yatay düzlem üzerindeki hareketinin kontrol edilmesini sağlar.
6. Objektif; nivo dürbününün belli bir noktaya yönlendirilmesini ve görüntünün alınmasını sağlar.
7. Görüntü netlik ayarı vidası; görüntünün yakınlaştırılarak veya uzaklaştırılarak net bir biçimde okülerde görünmesini sağlar.
8. Yatay açı tablası; dürbünün üzerinde hareket ettirildiği düzlemdir.
9. Yatay açı okuma dürbünü; yatay açıların okunmasını sağlar. Baş tarafında yatay açı okuma ekranı netleştirme vidası bulunur.
10. Oküler (Dürbün); objektiften alınan görüntünün yansıdığı ekrandır. Mira okumalarının yapılmasını sağlar. İçerisinde kıl ağı sistemi ve baş tarafında kıl ağı netleştirme vidası bulunur.

Nivo üzerinde aletin kurulumunu ve kullanımını kolaylaştıran üç adet eksen bulunur. Bunlar, düşey eksen, gözlem (Kolimasyon, dürbün, nişan) ekseni ve düzeç ekseni. Nivo ile hatasız olarak ölçüm yapılabilmesi için, bu eksenler arasında aşağıda verilen şartların sağlanması gerekir.

- Gözlem ekseni düzeç ekseniyle paralel olmalıdır.
- Düşey eksen gözlem ekseniyle dik olmalıdır.
- Düşey eksen düzeç ekseniyle dik olmalıdır.

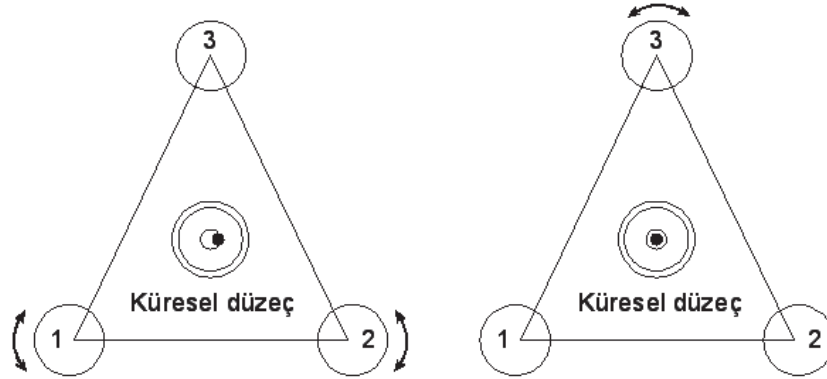
Nivo üzerindeki eksenler ve bu eksenler arasında sağlanması gereken şartlar Şekil 5.4'de verilmiştir. Bir nivonun istenilen nokta üzerine kurulması demek, nivo düşey eksenin zemindeki noktanın merkezinden geçecek şekilde nivonun nokta üzerine yerleştirilmesi demektir.

Nivonun kurulumuna ilk olarak nivo sehpaasının kurulumu ile başlanır. Sehpa nivonun kurulacağı nokta üzerine getirilir. Sehpanın ayakları üzerinde bulunan mandallar gevşetilerek, nivoyu kullanacak kişi tarafından kendi çene altı seviyesine kadar kaldırılır ve mandallar sıkıştırılır. Sehpanın bir ayağı zemine sabitlenerek diğer iki ayağı el ile tutulup geri çekilir ve ayaklar zemine sabitlenir. Sehpa tablasının alt kısmından ipe bağlı bir şakül sarkıtılarak, sehpanın istenilen nokta üzerine tamamen oturtulması sağlanır. Daha sonra sehpanın mandalları açılır, ayaklar aşağı – yukarı hareket ettirilerek kaba ayar yapılır. Sehpa tablasının kaba olarak gözlem eksenine paralel ve düşey eksene dik hale getirilmesi işlemine **Kaba Ayar** adı verilir.



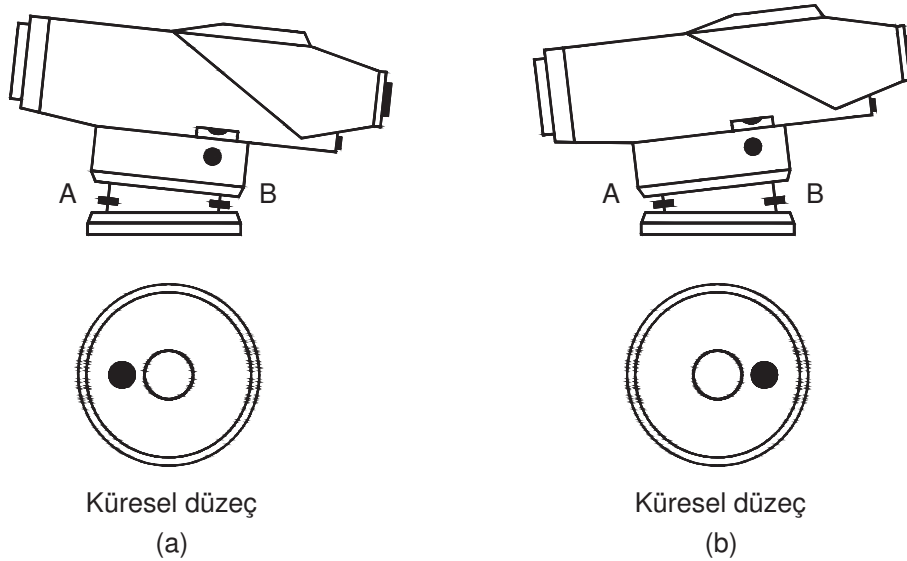
Şekil 5.4 Nivo Eksenleri ve Nivonun Kurulumu

Sehpanın kurulumu tamamlandıktan sonra, nivo sehpa tablası üzerine oturtularak tabla altında bulunan sabitleme vidası sıkıştırılır ve nivonun ince ayarı yapılır. Gözlem ekseninin düzeç eksenine paralel ve düşey eksene dik hale getirilmesi işlemine **İnce Ayar** adı verilir. Nivo üzerinde bulunan üç adet tefsiye vidası kullanılarak yapılır. Şekil 5.5'e göre ince ayar şu şekilde yapılır. İlk olarak 1 ve 2 numaralı tesviye vidaları aynı anda içe veya dışa doğru çevrilerek, küresel düzeçteki kabarcık daire içine alınmaya çalışılır. Daha sonra 3 numaralı tesviye vidası içe veya dışa doğru çevrilir, kabarcık tamamen daire içine alınarak ince ayar tamamlanmış olur.



Şekil 5.5 Küresel Düzgeç ile Nivo İnce Ayarının Yapılması

İnce ayar yapıldıktan sonra, nivo dürbünü saatin dönüş yönünde bir tur döndürülerek küresel düzeçteki kabarcığın daire dışına çıkıp çıkmadığı kontrol edilir. Kabarcık daire dışına çıkmış ise küresel düzeç ayarı bozulmuş demektir. Bu durumda aynı tesviye işlemine kabarcık daire içine girinceye kadar devam edilir. İnce ayar yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, küresel düzeçteki kabarcığın bulunduğu konumdur. Kabarcık, daima nivo gövdesinin yüksek olduğu tarafa doğru kayma eğilimindedir.



Şekil 5.6 Küresel Düzgeç Kabarcığının Konumundaki Değişim

Şekil 5.6-a'ya göre nivo gövdesinin A noktası ile belirtilen kısmı daha yüksektedir. Dolayısıyla, kabarcıkta A noktasına doğru bir kayma meydana gelir. Kabarcığın küresel düzeye bulunan daire içerisine getirilebilmesi için, A kısmının alçaltılarak B seviyesine indirilmesi veya B kısmının yükseltilecek A seviyesine çıkartılması gerekir. Alçaltma ve yükseltme işlemleri A ve B kısımlarındaki tesviye vidaları kullanılarak yapılır.

Şekil 5.6-b'ye göre nivo gövdesinin B noktası ile belirtilen kısmı daha yüksektedir. Dolayısıyla, kabarcıkta B noktasına doğru bir kayma meydana gelir. Kabarcığın küresel düzeye bulunan daire içerisine getirilebilmesi için, B kısmının alçaltılarak A seviyesine indirilmesi veya A kısmının yükseltilecek B seviyesine çıkartılması gerekir.

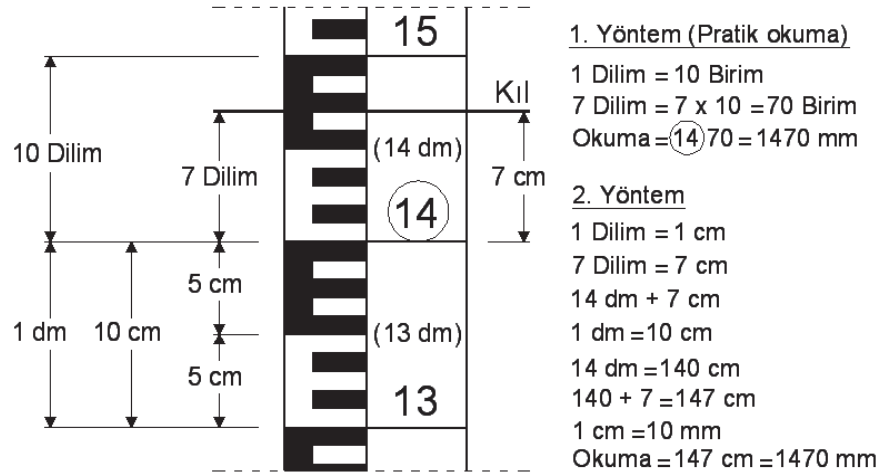
Nivo, kurulumu tamamlandıktan sonra hedefteki miraya yönlendirilir. Mira okülerde belirlediği anda görüntü netlik ayarı vidası ile, net bir şekilde görünürlülüğü sağlanır. Daha sonra okülerin baş tarafında bulunan kıl ağı netleştirme vidası ile, kıl ağının net bir şekilde görünürlülüğü sağlanır. Bu işlemlerin sonucunda nivo okuma yapmaya hazır duruma getirilmiş olur.

5.1.2. Nivelman Miraları

Nivo ve teodolit ile yükseklik ve yatay mesafe ölçümlerinde kullanılan, 2 – 3 cm kalınlığında, 10 cm genişliğinde, 3 – 5 m boyunda, üzerinde m, dm, cm bölümleri bulunan ahşaptan veya plastikten yapılmış cetvele **Mira** adı verilir. Üzerinde bir küresel düzeye bulunur. Küresel düzeye, miranın yatay eksene dik ve düşey eksene paralel olarak tutulmasını sağlar.

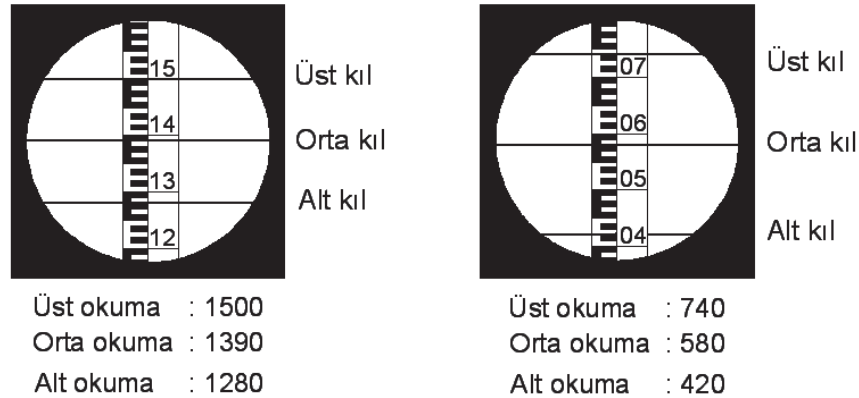
5.1.3. Nivo İle Mira Okumalarının Yapılması

Nivo dürbünü ilgili nokta üzerine tutulan miraya yönlendirilerek üst, orta ve alt okuma değerleri ile yatay açı değerleri belirlenir. Üst, orta ve alt okuma değerleri mm cinsinden, yatay açı değerleri ise grad cinsinden okunur. Nivo ile yapılan ölçümlerde; nivoyu kullanan kişiye **Nivo Operatörü**, mirayı tutan kişiye ise **Miracı** adı verilir. Mira okumalarında okülerde bulunan üst, orta ve alt kıl çizgilerinin belirtildiği kıl ağı sistemi kullanılır.



Şekil 5.7 Mira Okumalarının Yapılmasında Kullanılan Yöntemler

Mira üzerindeki sayısal değerler, mira tabanı ile ilgili kıl çizgisi arasındaki yüksekliği desimetre cinsinden ifade ederler. E Şekilleri, her birinin yüksekliği 1 cm olan 10 eşit dilimden meydana gelirler. Mira okumalarında kullanılan yöntemler Şekil 5.7’de verilmiştir. Pratik okuma yöntemine göre mira okumaları şu şekilde yapılır. İlk olarak kıl çizgisinin içinde bulunduğu bölgedeki sayısal değer (Alt sınır) okunur. Daha sonra kıl çizgisinin bu bölgede bulunan E şekilleri üzerinde hangi seviyede olduğu belirlenir. E Şekilleri üzerindeki her bir dilimin 10 birim olduğu dikkate alınarak, kıl çizgisinin seviyesi belirlenir. Seviye değeri başlangıçta okunan sayısal değer yanına yazılır ve okuma değeri milimetre cinsinden elde edilir. Şekil 5.8’de mira okumaları ile ilgili örnekler verilmiştir.



Şekil 5.8 Mira Okumaları İle İlgili Örnekler

Nivo ile mira üzerinden okunan üst, orta ve alt okuma değerleri arasında daima aşağıda verilen eşitlik geçerlidir.

$$[(\text{Üst okuma}) - (\text{Orta okuma})] = [(\text{Orta okuma}) - (\text{Alt okuma})]$$

Mira üzerinden okunan üst, orta ve alt okuma değerlerine göre, nivo ile mira tutularak okuma yapılan nokta arasındaki yatay mesafe 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağlıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir.

$$L = [(\text{Üst okuma}) - (\text{Alt okuma})] \cdot 100 \quad 5.1$$

$$L = [(\text{Üst okuma}) - (\text{Orta okuma})] \cdot 200 \quad 5.2$$

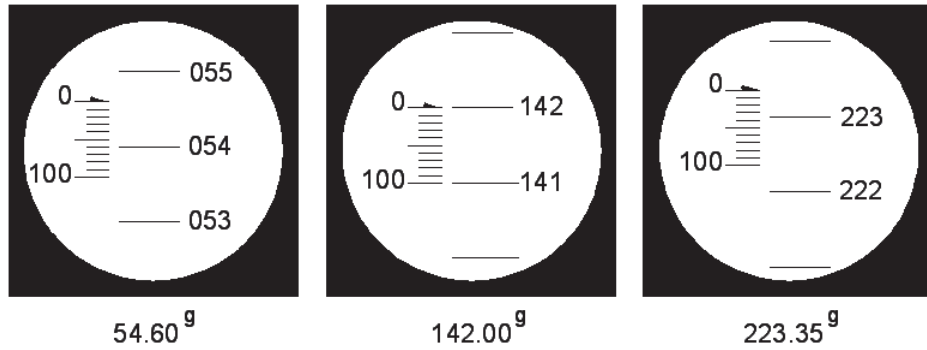
$$L = [(\text{Orta okuma}) - (\text{Alt okuma})] \cdot 200 \quad 5.3$$

Bağlıntılarda;

L : Nivo ile okuma yapılan mira arasındaki yatay mesafe Değerini ifade eder.

5.1.4. Nivo İle Yatay Açı Okumalarının Yapılması

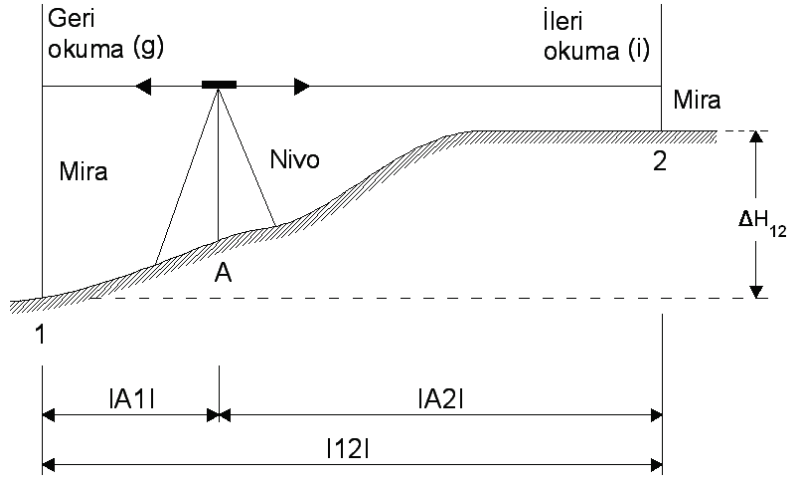
Nivo ile sadece yatay düzlem üzerindeki açılar yani yatay açılar okunur. Açı okumaları saatin dönüş yönünde ve grad cinsinden yapılır. Açı okuma skalası, nivoları göre farklı şekillerde olabilir. Uygulamada en çok karşılaşılan açı okuma skalasına ilişkin bazı örnekler Şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9 Nivo İle Yatay Açı Okumalarının Yapılması

5.2. Nokta Nivelmanı

İki nokta arasındaki yükseklik farkını ve yatay mesafeyi belirlemek amacıyla yapılan nivelmana **Nokta Nivelmanı** adı verilir ve şu şekilde yapılır. Nivo aralarındaki yükseklik farkı ve yatay mesafe belirlenecek olan noktalar arasında, bu iki noktayı da görebilecek bir yere kurulur. Sıra ile her iki noktadaki mira okumaları yapılır. Yapılan mira okumalarına göre 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4 Bağlantıları kullanılarak noktalar arasındaki yatay mesafe değerleri belirlenir. Noktalar arasındaki yükseklik farkı ise, noktalara tutulan miralardan okunan orta kıl değerleri ile Bağıntı 5.5 kullanılarak belirlenir.



Şekil 5.10 Nokta Nivelmanı

$$I12I = IA1I + IA2I \quad 5.4$$

$$\Delta H_{12} = g - i \quad 5.5$$

Bağıntılarda;

IA1I : Nivo ile 1 noktası arasındaki yatay mesafe

IA2I : Nivo ile 2 noktası arasındaki yatay mesafe

I12I : 1 ve 2 noktaları arasındaki yatay mesafe

ΔH_{12} : 1 ve 2 noktaları arasındaki yükseklik farkı

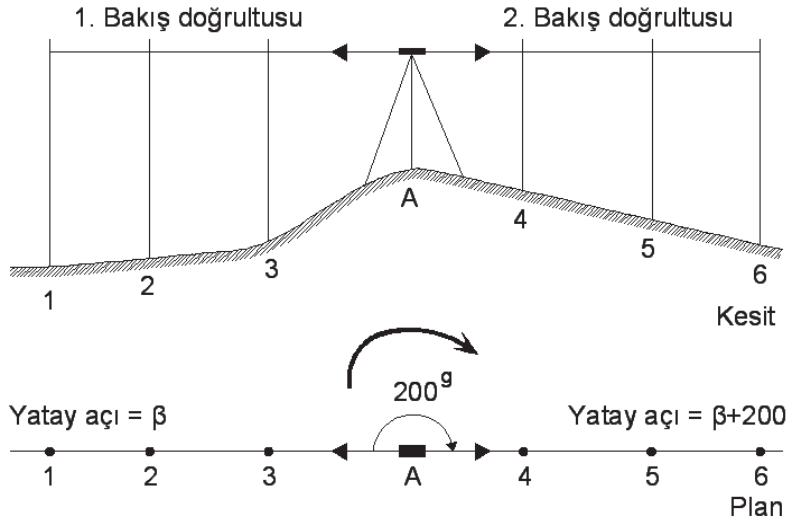
g : 1 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (Geri okuma)

i : 2 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (İleri okuma)

Değerini ifade eder.

5.3. Kesit Nivelmanı

Arazi üzerinde belirli uzunluktaki bir doğrunun, uzunluğu boyunca yapılan nivelmana **Kesit Nivelmanı** adı verilir. Karayolu, demiryolu, sulama ve drenaj kanalı güzergâhları ile kanalizasyon, içme suyu, akaryakıt ve doğalgaz hattı projelerinin hazırlanmasından önce arazide yapılan etüt çalışmalarında ve hazırlanan projelerin araziye aktarılması amacıyla yapılan aplikasyon çalışmalarında kesit nivelmanı kullanılır.

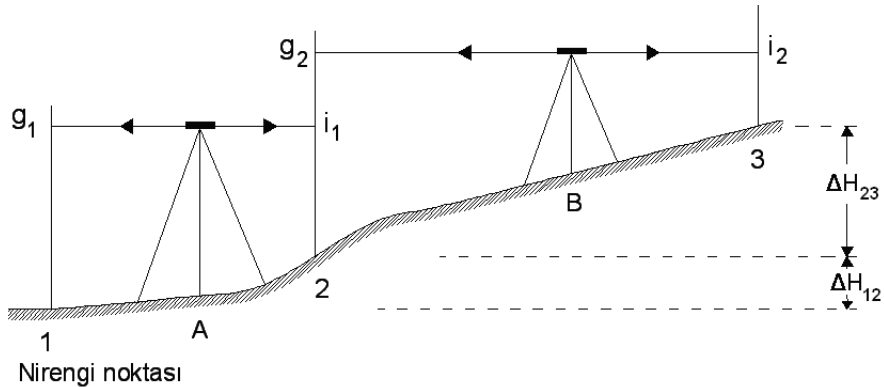


Şekil 5.11 Kesit Nivelmanı Uygulamalarında İşlem Basamakları

Üzerinde kesit nivelmanı çalışması yapılacak doğrunun uzunluğu boyunca tüm kritik noktalar arazi üzerinde işaretlenir. Kıyas düzlemi olarak kabul edilen nirengi noktasına göre tüm noktaların kot değerleri ve noktalar arasındaki yatay mesafe değerleri belirlenir. Noktaların kotları ve aralarındaki yatay mesafeler kullanılarak, yatay ve düşey doğrultularda belirlenen ölçeklere göre arazinin kesit görünüşü çıkarılır.

Şekil 5.11'e göre kesit nivelmanı şu şekilde yapılır. Üzerinde kesit nivelmanı çalışması yapılacak I16I doğrusunun başlangıç (1) ve bitiş (6) noktaları birer jalon vasıtasıyla arazi üzerinde işaretlenir. Nivo I16I doğrusu üzerinde olacak şekilde, başlangıç ve bitiş noktaları ile bu noktalar arasında işaretlenecek tüm ara noktaları gören bir noktaya (A) kurulur.

Mira okumalarının yapılmasına ilk olarak 1. bakış doğrultusu üzerindeki 1, 2 ve 3 noktalarından başlanır. Daha sonra nivo dürbünü saatin dönüş yönünde 200^g döndürülerek 2. bakış doğrultusu getirilir ve bu doğrultu üzerindeki 4, 5 ve 6 noktalarında mira okumaları yapılır. Nivo dürbünü 1. bakış doğrultusunda yatay açı okunur. Daha sonra nivo dürbünü saatin dönüş yönünde 200^g döndürülerek 2. bakış doğrultusuna getirilir. Örneğin, 1. bakış doğrultusunda okunan yatay açı 60^g ise 2. bakış doğrultusundaki yatay açı $60^g + 200^g = 260^g$ olmalıdır. Kesit nivelmanı sırasında I16I doğrusunun başlangıç (1) ve bitiş (6) noktaları ile nivelmanın kurulduğu A noktasının konumu sabittir. Ara noktaların (2, 3, 4, 5) konumları ise bu sabit noktalara göre belirlenir. Nivo Operatörü nivo dürbünü sırasıyla başlangıç (1) ve bitiş (6) noktalarına yönlendirir. Operatör dürbüne bakarak vereceği talimatlar ile Miracıyı ve onun tuttuğu mirayı I16I doğrusu üzerine çekmeye çalışır. Bu işlem belirli ara mesafeler ile tekrarlanarak, I16I doğrusu üzerinde bulunan tüm ara noktalardaki mira okumaları yapılır.



Şekil 5.12 Kesit Nivelmanı Değişkenleri

Kesit nivelmanı hesaplamalarında kesit nivelmanı karnesi kullanılır. Her bir nokta için, ilgili noktaya tutulan miradan okunan üst, orta ve alt kıl değerleri karneye yazılır. Şekil 5.12'ye göre noktalar arasındaki yatay mesafeler 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağlıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir. Yükseklik farklarının belirlenmesinde 5.6 ve 5.7 Bağlıntıları kullanılır. Noktaların kotları ise 5.8 ve 5.9 Bağlıntıları kullanılarak belirlenir.

$$\Delta H_{12} = g_1 - i_1 \quad 5.6$$

$$\Delta H_{23} = g_2 - i_2 \quad 5.7$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{12} \quad 5.8$$

$$H_3 = H_2 + \Delta H_{23} \quad 5.9$$

Bağıntılarda;

ΔH_{12} : 1 ve 2 noktaları arasındaki yükseklik farkı

ΔH_{23} : 2 ve 3 noktaları arasındaki yükseklik farkı

g_1 : 1 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (Geri okuma)

i_1 : 2 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (İleri okuma)

g_2 : 2 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (Geri okuma)

i_2 : 3 Noktasındaki miradan okunan orta kıl değeri (İleri okuma)

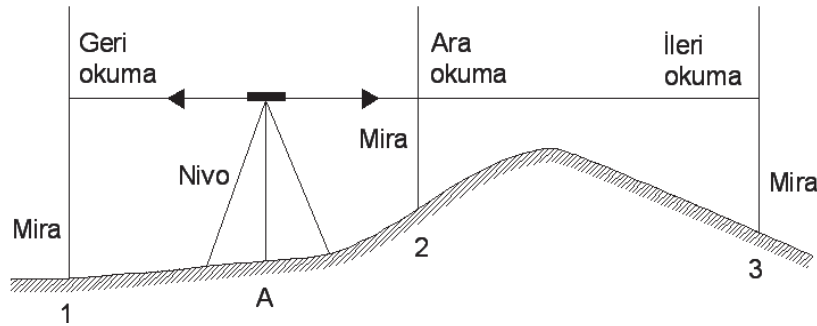
H_1 : Nirengi noktasının kotu

H_2 : 2 Noktasının kotu

H_3 : 3 Noktasının kotu

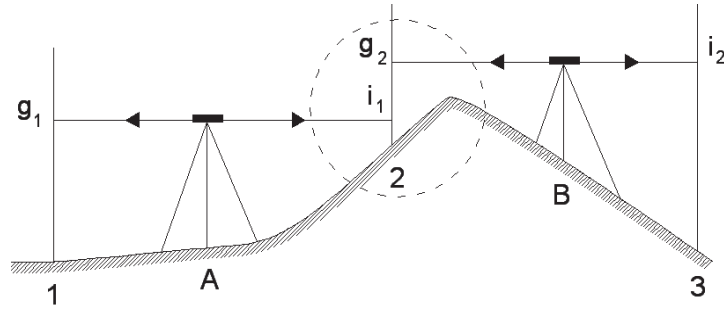
Değerini ifade eder.

Nivonun konumuna göre mira orta okuma değerleri geri, ara ve ileri okuma olarak adlandırılırlar. İlk mira okumasının yapıldığı noktadaki orta okuma değeri **Geri Okuma**, son mira okumasının yapıldığı noktadaki orta okuma değeri ise **İleri Okuma** olarak adlandırılır. Nivonun herhangi bir konumunda ilk ve son okumaların yapıldığı noktalar arasındaki tüm noktalardan okunan orta okuma değerleri **Ara Okuma** olarak adlandırılır



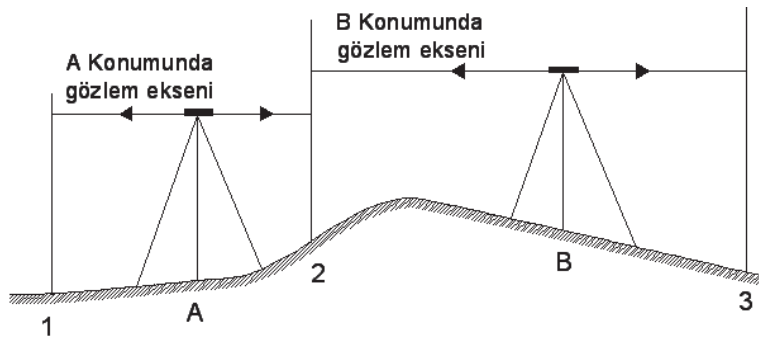
Şekil 5.13 Nivonun Konumuna Göre Mira Okumalarına Verilen İsimler

Nivo konumunun değiştirildiği durumlarda; nivo'nun bulunduğu bir önceki konumda okuma yapılan son nokta, nivo'nun yeni konumunda okuma yapılan ilk nokta olur. Bunun gibi geçiş bölgelerinde bulunan noktalara **Geçiş Noktası** adı verilir. Şekil 5.14'de görüldüğü gibi bu noktalarda iki tane orta kıl değeri okunur. Okumalardan birincisi nivo'nun ilk konumundaki ileri okuma değeri, ikincisi nivo'nun ikinci konumundaki geri okuma değeridir.



Şekil 5.14 Geçiş Noktalarında Mira Okumaların Yapılması

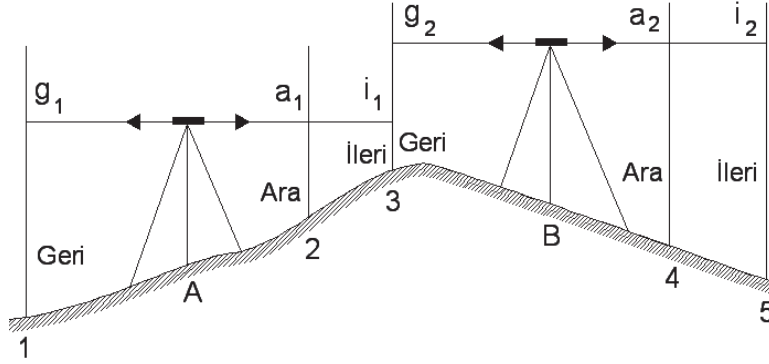
Nivo ile mira okumalarının yapıldığı bakış doğrultusu boyunca uzanan eksene **Gözlem Ekseni**, bu eksen üzerindeki kot değerlerine ise **Gözlem eksen Kotu** adı verilir. Kesit üzerindeki her bir noktanın gözlem eksen kotu, ilgili noktada okunan orta okuma değeri ile noktanın kot değerinin toplamına eşittir. Geçiş bölgelerinde iki tane orta kıl değeri okunduğu için, bu noktalarda gözlem eksen kotu değeri de iki tane olur. Her iki gözlem eksen için ayrı ayrı iki gözlem eksen kotu hesaplanarak değerleri nivelman karnesinde belirtilir.



Şekil 5.15 Nivo'nun Farklı Konumlarında Gözlem Ekseni

5.3.1. Kesit Nivelmanı Karnesinin Doldurulması

Nivelman karnesinin doldurulması sırasında yapılan işlemler, Şekil 5.16'ya göre hazırlanan Tablo 5.1 üzerinde verilmiştir.



Şekil 5.16 Kesit Nivelmanı Uygulaması

Yatay mesafe değerleri 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir. Mira okumaları, noktalara tutulan miralardan okunan orta okuma değerleridir. Kesit nivelmanı sonucunda elde edilen ölçüm değerleri, nivo'nun A ve B konumları dikkate alınarak nivelman karnesine yazılır. Nivo A konumundayken 1, 2 ve 3 noktalarındaki okumalar yapılır. 1 Noktası, A noktasındaki nivo ile okuma yapılan ilk nokta olduğundan ve nivo'nun en gerisinde bulunduğundan geri okumadır. 3 Noktası, A noktasındaki nivo ile okuma yapılan son nokta olduğundan ve nivo'nun en ilerisinde bulunduğundan ileri okumadır. 2 Noktası ise geri ve ileri noktaları arasında olduğundan ara okumadır. Nivo B konumundayken 3, 4 ve 5 noktalarındaki okumalar yapılır. 3 Noktası, B noktasındaki nivo ile okuma yapılan ilk nokta olduğundan ve nivo'nun en gerisinde bulunduğundan geri okumadır. 5 Noktası, B noktasındaki nivo ile okuma yapılan son nokta olduğundan ve nivo'nun en ilerisinde bulunduğundan ileri okumadır. 4 Noktası ise geri ve ileri noktaları arasında olduğundan ara okumadır. 3 Noktası bir geçiş noktası olup, nivo'nun her iki konumunda da okuma yapılan tek noktadır. Nivo A konumundayken 3 noktasında ileri okuma yapılır. Nivo B konumundayken 3 noktasında geri okuma yapılır. Nivelman karnesine 3 noktası için iki farklı gözlem ekseni kotu yazılır.

Yükseklik farkı değerleri, okuma yapılan ilk noktadan başlamak koşulu ile son noktaya kadar (Geri okuma - İleri okuma) bağıntısı uygulanarak belirlenir. Yükseklik farkı değerinin negatif olması durumunda, değer karnedeki negatif sütununa yazılır.

Gözlem ekseni kotu değerleri, her bir nokta için okunan orta kıl değeri ile noktanın kot değerinin toplanması sonucunda elde edilirler. 3 Numaralı nokta geçiş noktasıdır. Dolayısıyla bu noktada nivonun her iki konumu için iki adet gözlem ekseni kotu değeri hesaplanır.

Noktaların kot değerleri, kot değeri bilinen nirengi noktasından yani 1 noktasından yola çıkılarak belirlenir. Nirengi noktasının kot değerine sıra ile yükseklik farkı değerleri ilâve edilerek noktaların kot değerleri belirlenir.

Nivelman karnesinde yapılan işlemlerin doğruluğu, karnenin en alt satırında verilen Bağıntı 5.10 kullanılarak kontrol edilir.

$$\Sigma (\text{Geri}) - \Sigma (\text{İleri}) = \Sigma \Delta H(+) - \Sigma \Delta H(-) = H_{\text{Son}} - H_{\text{İlk}} \quad 5.10$$

Bağıntıda;

$\Sigma (\text{Geri})$: Geri okuma değerlerinin toplamı

$\Sigma (\text{İleri})$: İleri okuma değerlerinin toplamı

$\Sigma \Delta H(+)$: Pozitif yükseklik farkı değerlerinin toplamı

$\Sigma \Delta H(-)$: Negatif yükseklik farkı değerlerinin toplamı

H_{Son} : Okuma yapılan son noktanın kotu

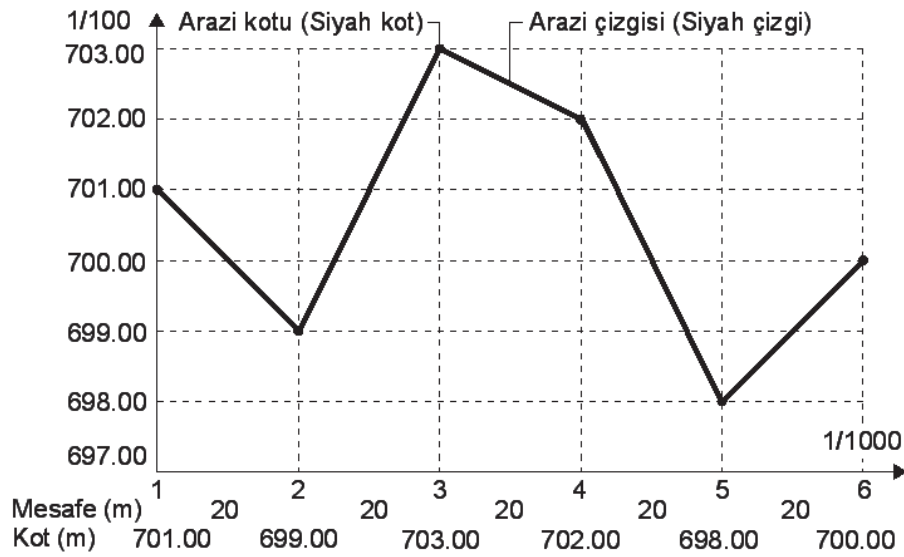
$H_{\text{İlk}}$: Okuma yapılan ilk noktanın kotu

Değerini ifade eder.

Nivelman karnesinin doldurulması ile elde edilen, nokta kotları ve noktalar arasındaki yatay mesafe uzunlukları kullanılarak arazinin kesit görünüşü çizilir. Kesit görünüşü çiziminin arazinin topografik (Engebe) durumu hakkında daha detaylı bilgi vermesinin istendiği durumlarda, nivonun kurulduğu noktalarında kesit görünüşünde gösterilmesi gerekebilir. Bu durumda nivonun kurulum yüksekliği değeri, nivonun kurulduğu noktadaki orta okuma değeri yerine geçer ve nivelman karnesinde ilgili nokta numarasının bulunduğu satırda ara sütununa yazılır.

5.3.2. Kesit Görünüşü Çiziminin Yapılması

Nivelman karnesinde yapılan işlemler sonucunda elde edilen kot değerleri ve noktalar arasındaki yatay mesafe değerleri kullanılarak, arazi kesitine ait kesit görünüşü çizimi yapılır. Kesit görünüşü çiziminde yatay ve düşey ekseninde farklı ölçekler kullanılır. Yatay ekseninde $1/500 - 1/5000$ arasında bir ölçek kullanılır. Düşey ekseninde ise yatay ölçeğin $1/10$ 'nu oranında olacak şekilde $1/50 - 1/500$ arasında bir ölçek kullanılır.



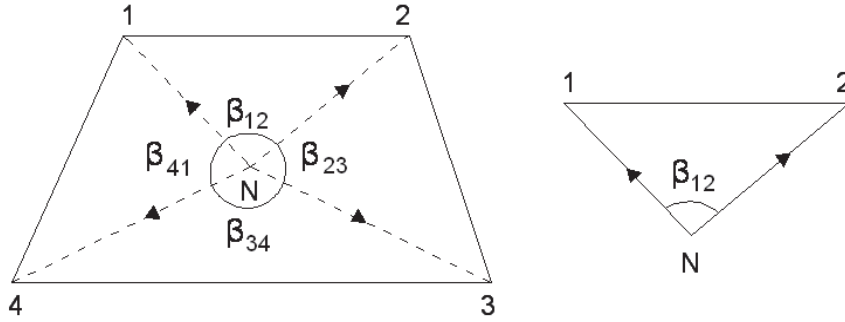
Şekil 5.17 Kesit Görünüşü Çizimi

Noktalar arasındaki yatay mesafe değerleri dikkate alınarak tüm noktalar yatay eksen üzerinde işaretlenir. Düşey eksen üzerinde ise tüm noktaların kot değerleri ölçek dahilinde işaretlenir. Yatay eksen üzerindeki nokta numaraları ile düşey eksen üzerindeki kot değerlerinin kesiştirilmesi sonucunda noktaların kesit görünüşündeki yerleri belirlenir. Bu noktaların birleştirilmesiyle de arazi çizgisi elde edilmiş olur.

Kesit görünüşü çiziminde arazinin topografik yapısını yani engebe durumunu gösteren çizgiye **Arazi Çizgisi (Siyah Çizgi)** adı verilir. Arazi çizgisi üzerindeki her bir noktaya da **Arazi Kotu (Siyah Kot)** adı verilir. Kesit görünüşü çiziminde yatay ve düşey ekseninde kullanılan ölçekler ile noktalar arasındaki yatay mesafeler ve noktaların kot değerleri gösterilir.

5.4. Işınsal Nivelman

Arazi parçalarının ölçülerek, kuşbakışı planlarının oluşturulması ve alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan nivelmana **Işınsal Nivelman** adı verilir. Genel olarak şu şekilde yapılır. İlk olarak ölçümü yapılacak arazi parçasının sınırlarını belirleyen tüm köşe noktaları jalonlar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Nivo arazi parçasının içinde ya da dışındaki bir noktaya, tüm köşe noktalarını rahatlıkla görebilen bir noktaya kurulur. Üzerinde bataklık ve su birikintisi gibi ölçüm yapmayı engelleyen durumların bulunduğu arazi parçalarında nivo arazi parçası dışında bir yere kurulur. Saatin dönüş yönünde sıra ile tüm köşe noktalarına mira tutulur. Miralardan üst, orta ve alt kıl değerleri ile yatay açı değerleri okunur. Yapılan mira okumalarından elde edilen yatay mesafe ve yatay açı değerlerine göre, belirli bir ölçek kullanılarak arazi parçasının planı çizilir.



Şekil 5.18 Arazi Parçası İçine Kurulan Nivo İle Işınsal Nivelman Yapılması

Nivo ile arazi parçasının tüm köşe noktaları arasındaki yatay mesafeler, 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağlıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir. Yatay açı değerlerinin kâğıt üzerinde belirtilmesinde açıölçer kullanılır. Çizilen plan ve ışınsal nivelman sonucunda elde edilen veriler kullanılarak, sinüs teoremine göre arazi parçasını oluşturan üçgenlerin alan hesaplamaları yapılır. Sinüs teoremi, iki kenar uzunluğu ve bu kenarları arasındaki açı değeri bilinen üçgenlerin alan hesaplamalarında kullanılan bir teoremdir. Işınsal nivelman sonucu üçgenlere bölünen arazi parçasının toplam alanı, oluşan üçgenlerin alanları toplamına eşit olur. Şekil 5.18'de planı verilen arazi parçasının alan hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılır.

$$F(N12) = IN1I.IN2I. \frac{\sin \beta_{12}}{2} \quad 5.11$$

$$F(N23) = IN2I.IN3I. \frac{\sin \beta_{23}}{2} \quad 5.12$$

$$F(N34) = IN3I.IN4I. \frac{\sin \beta_{34}}{2} \quad 5.13$$

$$F(N41) = IN4I.IN1I. \frac{\sin \beta_{41}}{2} \quad 5.14$$

$$\Sigma F = F(N12) + F(N23) + F(N34) + F(N41) \quad 5.15$$

Bağıntılarda;

$F(N12)$: $N12$ Üçgeninin alanı

$F(N23)$: $N23$ Üçgeninin alanı

$F(N34)$: $N34$ Üçgeninin alanı

$F(N41)$: $N41$ Üçgeninin alanı

$IN1I$: Nivo ile 1 noktası arasındaki yatay mesafe

$IN2I$: Nivo ile 2 noktası arasındaki yatay mesafe

$IN3I$: Nivo ile 3 noktası arasındaki yatay mesafe

$IN4I$: Nivo ile 4 noktası arasındaki yatay mesafe

β_{12} : 1 ve 2 noktaları arasındaki yatay açı

β_{23} : 2 ve 3 noktaları arasındaki yatay açı

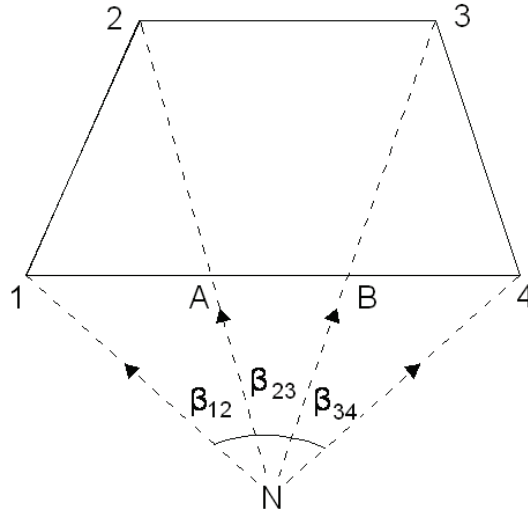
β_{34} : 3 ve 4 noktaları arasındaki yatay açı

β_{41} : 4 ve 1 noktaları arasındaki yatay açı

ΣF : Arazi parçasının toplam alanı

Değerini ifade eder.

Üzerinde bataklık ve su birikintisi gibi ölçüm yapmayı engelleyen durumların bulunduğu arazi parçalarının ölçümleri yapılırken, nivo arazi parçası dışında tüm köşe noktalarını rahatlıkla görebilen bir noktaya kurulur. Alan hesaplamaları yapılırken, ölçüm sırasında uzunluk değerleri belirlenemeyen bazı doğruların uzunlukları çizilen plan üzerinden belirlenir.



Şekil 5.19 Arazi Parçası Dışına Kurulan Nivo Işınsal Nivelman Yapılması

$$F(N12) = IN1I \cdot IN2I \cdot \frac{\sin \beta_{12}}{2} \quad 5.16$$

$$F(N23) = IN2I \cdot IN3I \cdot \frac{\sin \beta_{23}}{2} \quad 5.17$$

$$F(N34) = IN3I \cdot IN4I \cdot \frac{\sin \beta_{34}}{2} \quad 5.18$$

$$F(N1A) = IN1I \cdot INAI \cdot \frac{\sin \beta_{12}}{2} \quad 5.19$$

$$F(NAB) = INAI \cdot INBI \cdot \frac{\sin \beta_{23}}{2} \quad 5.20$$

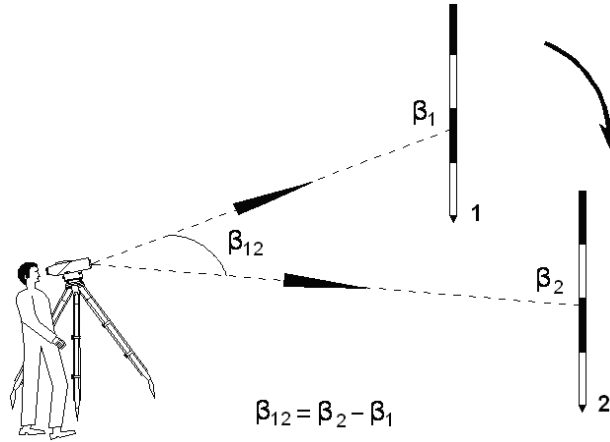
$$F(NB4) = INBI \cdot IN4I \cdot \frac{\sin \beta_{34}}{2} \quad 5.21$$

$$\Sigma F = \left[F(N12) + F(N23) + F(N34) \right] - \left[F(N1A) + F(NAB) + F(NB4) \right] \quad 5.22$$

Şekil 5.19'a göre ışınsal nivelman sırasında uzunlukları belirlenemeyen INAI ve INBI doğrularının uzunluk değerleri, arazi parçasının belirli bir ölçek dahilinde planı çizildikten sonra plan üzerinden ölçülerek belirlenir. Bu doğruların uzunlukları belirlenirken planın ölçeği dikkate alınır. Bağıntı 2.7 kullanılarak gerçek uzunluk değerleri belirlenir.

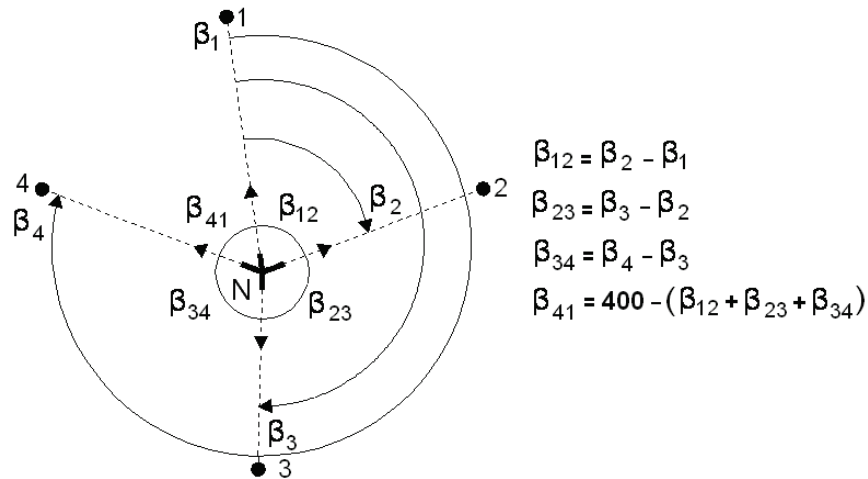
5.4.1. Noktalar Arasındaki Yatay Açı Değerlerinin Belirlenmesi

Saatın dönüş yönünde sıra ile birinci ve ikinci noktalardaki yatay açı değerleri okunur. İki nokta arasındaki yatay açı değeri, ikinci noktada okunan yatay açı değerinden birinci noktada okunan yatay açı değerinin çıkartılması ile elde edilir.



Şekil 5.20 İki Nokta Arasındaki Yatay Açı Değerinin Belirlenmesi

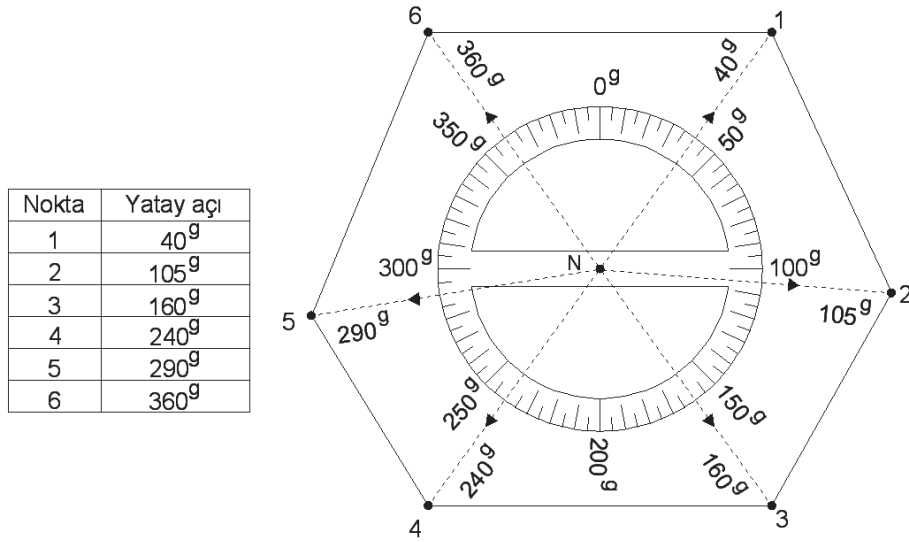
İkiden fazla nokta olması durumunda, açı okumaları silsile yani toplam şeklinde yapılır. Noktalar arasındaki yatay açı değerleri, noktalardaki açı değerlerinin birbirlerinden farklarının alınması sonucunda belirlenir.



Şekil 5.21 Yatay Açı Değerlerinin Silsile Şeklinde Okunması

5.4.2. Işınsal Nivelman Sonuçlarına Göre Arazi Planlarının Çizilmesi

Işınsal nivelman sonuçlarına göre, arazi parçalarının planlarının çizilmesinde açıölçer ve cetvel kullanılır. Arazi üzerinde noktalardaki mira değerlerinin okunmasında kullanılan nivonun görevini, plan çizimi sırasında açıölçer yapar. Plan çizilirken açıölçerin merkezi, arazide nivo kurulan N noktasının yerine geçer. N Noktası merkez kabul edilerek, tüm yatay açı değerleri açıölçer üzerinden okunur ve kâğıt üzerine aktarılır.



Şekil 5.22 Işınsal Nivelman Sonuçlarına Göre Arazi Planlarının Çizilmesi

Arazi parçasının köşe noktalarının bulunduğu doğrultular açı ölçer ile belirlendikten sonra, kabul edilen ölçek dahilinde arazinin planı çizilir. Nivo ile köşe noktaları arasındaki yatay mesafe uzunlukları; 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağlıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir. Belirlenen uzunluk değerleri, 2.6 Bağlıntısı kullanılarak ölçek oranında küçültülür ve kâğıt üzerinde aktarılır. Bu işlem sonucunda arazi parçasının tüm köşe noktaları elde edilmiş olur. Köşe noktalarının birleştirilmesiyle de arazi parçasının planı ortaya çıkarılmış olur. Işınsal nivelman sırasında nivonun kurulduğu noktanın arazi parçasının içinde veya dışında olması durumları dikkate alınarak, 5.11 – 5.22 Bağlıntılarına göre arazi parçasının alanı hesaplanır.

5.5. Yüzey Nivelmanı

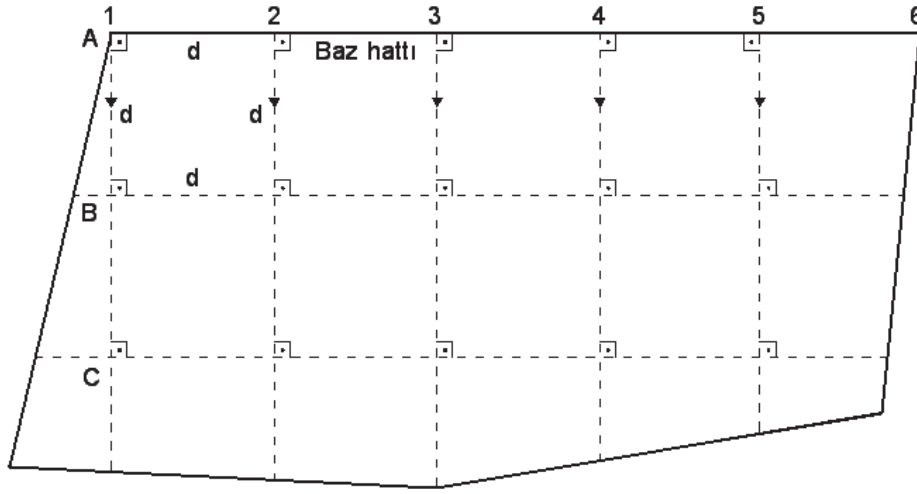
Arazi parçalarının plan kote adı verilen kotlu planlarının hazırlanması amacıyla yapılan nivelmana **Yüzey Nivelmanı** adı verilir. Kot değeri bilinen herhangi bir kıyas düzlemine göre, belirli aralıklarla kot değerlerinin belirtildiği ölçekli planlara ise **Plan Kote** adı verilir. Arazi parçalarının izohips eğrili haritalarının çizilmesinde, doğal eğim değerlerinin belirlenmesinde ve arazi üzerinde yapılabilecek tesviye çalışmaları sırasında oluşacak yarma (Kazı) ve dolgu (İmla) miktarlarının belirlenmesinde yüzey nivelmanı sonucunda oluşturulan plan kote çizimleri kullanılır.

	1	2	3	4	5
A	106.00	103.00	107.00	103.00	106.00
B	103.00	107.00	109.00	107.00	103.00
C	101.00	104.00	106.00	104.00	101.00
D	105.00	108.00	110.00	108.00	105.00

Karelaj: 50 X 50 m

Şekil 5.23 Plan Kote

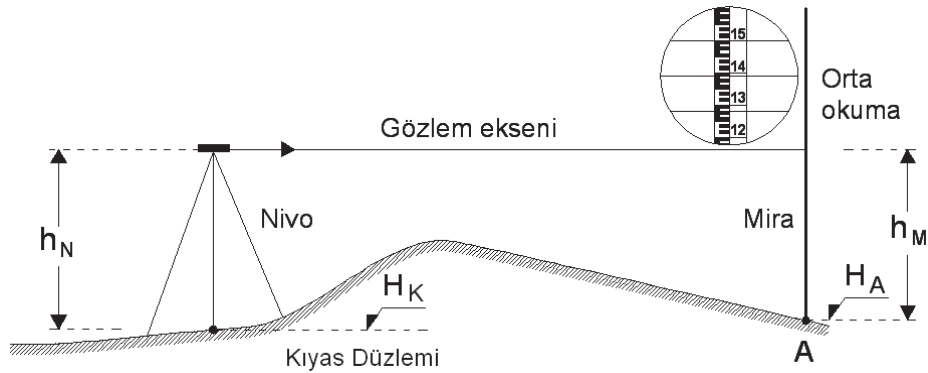
Yüzey nivelmanında arazi parçası 5 x 5 m – 50 x 50 m boyutlarındaki karelere bölünür. Arazi parçasının karelere bölünmesi işlemine **Karelajlama (Kareler Ağı)** adı verilir. Karelajlamada kullanılacak kare boyutları arazi parçasının topografik yapısı ve sınır çizgilerinin konumları dikkate alınarak belirlenir. Arazi parçasının çok engebeli bir yapıya sahip olması durumunda karelaj boyutu küçülür. Düz arazilerde ise karelaj boyutu büyük alınabilir. Karelajlamada arazi parçasının en uzun sınır çizgisi başlangıç doğrusu alınır. En uzun sınır çizgisine **Baz Hattı** adı verilir.



Şekil 5.24 Karelajlama İşleminin Yapılması

Karelajlama işlemine baz hattı üzerinden başlanır. Seçilen karelaj boyutuna göre baz hattı doğrultusunda noktalar arazi üzerine işaretlenir. İşaretlenen bu noktalara 1, 2, 3 şeklinde sıra ile numaralar verilir. Noktaların araziye işaretlenmesinde ahşap kazık, madensel çivi ya da borular kullanılır. Baz hattı üzerinde işaretlenen her bir noktadan sıra ile dikler çıkılır. Çıkılan dikler üzerinde de karelajlama işlemine devam edilir. Karelajlama işlemi sonucunda baz hattına paralel olacak şekilde doğrultular elde edilir ve bu doğrultular A, B, C şeklinde sıra ile isimlendirilirler.

Karelajlama işlemi bitirildikten sonra, kot değeri bilinen herhangi bir kıyas düzlemi belirlenir. Kıyas düzlemi üzerindeki bir noktaya kurulan nivo ile, kare köşe noktalarına sıra ile tutulan miradan orta kıl değerleri milimetre cinsinden okunur. Kıyas düzleminin kotu, belirlenen orta okuma değerleri ve nivo'nun kurulum yüksekliği dikkate alınarak, noktaların kot değerleri metre cinsinden belirlenir. Noktaların kot değerlerinin belirlenmesinde Şekil 5.25'e göre yazılan Bağıntı 5.23 kullanılır. Arazi parçası üzerindeki bütün noktaların kot değerleri belirlendikten sonra plan kote çizimi yapılır. Karelaj boyutu dikkate alınarak belli bir ölçek dahilinde plan kote çizilir. Plan kote çizimleri üzerinde; karelajlama işlemi sonucunda elde edilmiş bütün noktaların metre cinsinden kot değerleri ile karelaj boyutu belirtilir.



Şekil 5.25 Plan Kote Üzerindeki Noktaların Kotlarının Belirlenmesi

$$H_A = H_K + h_N - h_M \quad 5.23$$

Bağıntılarda;

H_A : A Noktasının kotu

H_K : Kıyas düzleminin kotu

h_N : Nivo yüksekliği

h_M : A Noktasına tutulan miradaki orta okuma yüksekliği

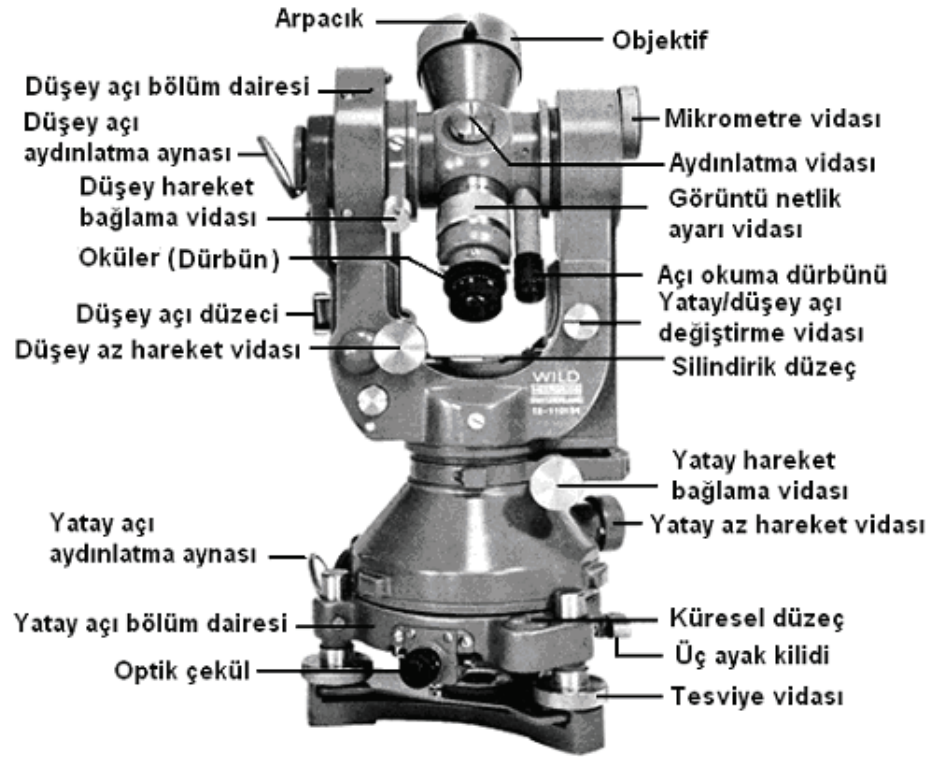
Değerini ifade eder.

5.6. Trigonometrik Nivelman

Eğik doğrultuda yapılan gözlemler ile noktalar arasındaki yükseklik farkı ve yatay uzunlukların belirlenmesi işlemine **Trigonometrik Nivelman** adı verilir. Trigonometrik nivelman teodolit adı verilen ölçü aleti kullanılarak yapılır. Teodolit; noktalar arasındaki yatay ve düşey açılar, yükseklik farkları ve yatay mesafe uzunluklarının ölçülmesinde kullanılan ölçü aletidir.

Aralarındaki yükseklik farkı nivo ile ölçülemeyecek kadar büyük olan noktalar arasındaki yatay mesafe ve yükseklik farkının belirlenmesinde teodolit kullanılır. Teodolit ile nivo arasındaki en önemli fark, teodolit dürbününün hareketli olması ve düşey eksen etrafında 360° dönebilmesidir. Nivo dürbünü ise yatay eksene paralel konumda sabittir. Nivo ile belli bir yükseklik sınırına kadar ve yatay eksene paralel tek bir gözlem ekseninde ölçüm yapılabilir. Teodolit kullanılarak daha büyük yükseklik farklarında birden fazla eğik gözlem ekseninde ölçüm yapılabilir.

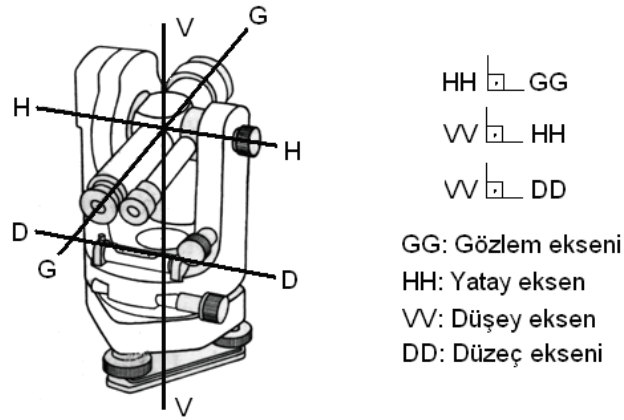
Teodolit ile aynı anda hem yatay düzlem hem de düşey düzlemde ölçüm yapılabilir. Düşey açı değeri 100 grada sabitlenip dürbün eksenini yatay eksene paralel, düşey eksene dik hale getirildikten sonra nivo olarak da kullanılabilir. Teodolitlerin farklı tiplerde üretilmiş çeşitleri mevcuttur. Genel olarak bir teodolitin görünümü ve bölümleri Şekil 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.26 Genel Olarak Bir Teodolitin Görünümü ve Bölümleri

Teodolit üzerinde kurulumunu ve kullanımını kolaylaştıran dört adet eksen bulunur. Bunlar; düşey eksen, yatay (Muylu) eksen, gözlem (Kolimasyon, dürbün, nişan) eksenini ve düzeç eksenidir. Teodolit ile hatasız olarak ölçüm yapılabilmesi için, bu eksenler arasında aşağıda verilen şartların sağlanması gerekir.

- Yatay eksen gözlem eksenine dik olmalıdır.
- Düşey eksen yatay eksene dik olmalıdır.
- Düşey eksen düzeç eksenine dik olmalıdır.



Şekil 5.27 Teodolit Eksenleri ve Eksen Koşulları

Yatay (Muylu) eksen, düşey açı bölüm dairesini taşıyan ve dürbünün aşağı – yukarı hareket etmesini sağlayan eksendir. Yatay eksen, dürbünün tam ortasından geçer ve dürbünün yatay eksen etrafında takla atmasını sağlayacak şekilde gözlem eksenine ve düşey eksene dik olarak yerleştirilir.

Düşey eksen, teodolit gövdesinin etrafında döndürüldüğü eksendir. Teodolitin gövdesini taşır. Teodolit gövdesinin dönme eksenini ile yatay açı bölüm dairesinin merkezini birleştirir.

Gözlem (Kolimasyon, dürbün, nişan) eksenini, objektif merkezi ile kıl ağı merkezini birleştiren eksendir.

Düzey eksenini, silindirik düzece teğet olan eksendir. Düşey eksenini düşeyliğini ve teodolit gövdesinin yataylığını sağlamak için kullanılır.

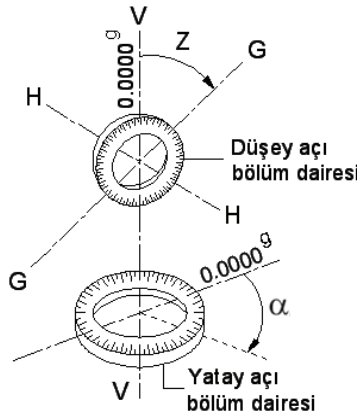
Şekil 5.26'ya göre, genel olarak bir teodolitin bölümleri ve bu bölümlerin görevleri aşağıda verilmiştir.

Yatay Açı Bölüm Dairesi

Dürbünün düşey eksen etrafındaki dönme miktarını yani yatay açığı ölçmeye yarayan, merkezi düşey eksen üzerinde olan ve çevresinde açı bölümleri bulunan bir dairedir. Açı birimi grad olup, açı artış yönü yatay açı bölüm dairesine paralel tutulan saatin dönüş yönündedir. Teodolitlerde yatay açı, açı okuma dürbününden okunur. Yatay açı değerinin tam olarak belirlenmesinde mikrometre vidası kullanılır.

Düşey Açı Bölüm Dairesi

Dümbünün yatay eksen etrafındaki dönme miktarını yani düşey açıyı ölçmeye yarayan, merkezi yatay eksen üzerinde olan ve çevresinde açı bölümleri bulunan bir dairedir. Yatay açı bölüm dairesinden daha küçüktür. Açı birimi grad olup, açı artış yönü düşey açı bölüm dairesine paralel tutulan saatin dönüş yönündedir. Düşey açı, açı okuma dümbünüden okunur. Düşey açı değerinin tam olarak belirlenmesinde mikrometre vidası kullanılır.



Şekil 5.28 Yatay Açı ve Düşey Açı Bölüm Daireleri

Objektif

Objektif, teodolit dümbünün belli bir noktaya yönlendirilmesini ve görüntünün alınmasını sağlar.

Oküler (Dümbün) ve Açı Okuma Dümbünü

Objektiften alınan görüntülerin yansıdığı ekranlardır. Mira ve açı okumalarının yapılmasını sağlarlar. Baş taraflarında kıl ağı ve açı okuma ekranı netleştirme vidaları bulunur.

Düşey Açı ve Yatay Açı Aydınlatma Aynaları

Düşey ve yatay açı okuma penceresinin aydınlatılmasını sağlarlar.

Yatay Hareket Bağlama Vidası

Teodolit gövdesinin yatay eksen üzerindeki hareketini durdurarak, gövdenin okuma yapılacak nokta üzerinde sabitlenmesini sağlar.

Düşey Hareket Bağlama Vidası

Teodolit dürbününün düşey eksen üzerindeki hareketini durdurarak, dürbünün okuma yapılacak nokta üzerinde sabitlenmesini sağlar.

Düşey Az Hareket ve Yatay Az Hareket Vidaları

Düşey az hareket vidası, dürbünün düşey eksen üzerindeki dönme hareketinin kontrol edilerek küçük miktarlarda yapılmasını sağlar. Yatay az hareket vidası ise, teodolit gövdesinin yatay eksen üzerindeki dönme hareketinin kontrol edilerek küçük miktarlarda yapılmasını sağlar.

Görüntü Netlik Ayarı Vidası

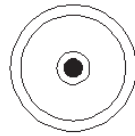
Görüntünün yakınlaştırılarak veya uzaklaştırılarak net bir biçimde okülerde görünmesini sağlar.

Mikrometre Vidası

Açı okuma dürbünündeki bölüm çizgisinin hareket ettirilmesini ve en yakın açı gösterge çizgisi ile karşılaştırılmasını sağlar.

Küresel Düzeç

Teodolitin kaba olarak düzeçlenmesini sağlar. İç yüzü küresel olarak tıraşlanmış dairesel bir cam tüp olup, içi bir kabarcık kalacak şekilde sıvı ile doldurulmuştur. Küresel düzeç, teodolit sehpa ayaklarının aşağı – yukarı hareket ettirilmesi ile ayarlanır.



Küresel düzeç



Silindirik düzeç

Şekil 5.29 Küresel Düzeç ve Silindirik Düzeç

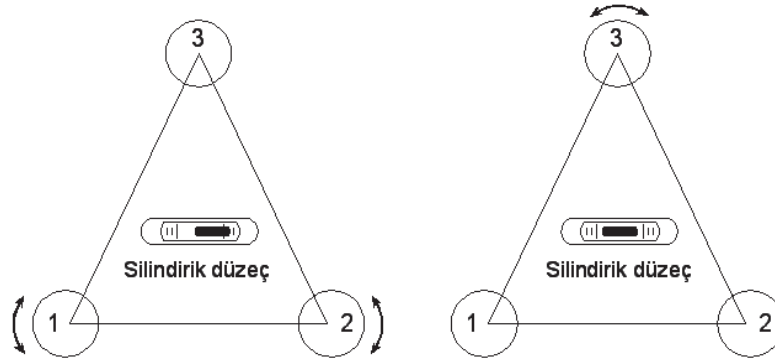
Silindirik Düzeç

Teodolitin hassas olarak düzeçlenmesini sağlar. İki ucu kapalı, üst iç yüzeyi boyuna kesitte bir daire yayı meydana getiren silindir şeklinde bir borudur. Silindirik düzecin üst yüzeyinde 2 mm aralıklı bölmeler bulunur. Silindirik düzeç tesviye vidaları kullanılarak ayarlanır.

Tesviye Vidaları, Üçayak Kilidi ve Optik Çekül

Teodolitte üç adet tesviye vidası bulunur. Bu vidalar küresel düzeç ile silindirik düzecen düzeç eksenine ve yatay eksene paralel, düşey eksene dik hale getirilmesini sağlarlar. Üçayak kilidi, tesviye vidalarının bulunduğu alt yapı kısmının teodolit gövdesi ile bağlantısını sağlar. Optik çekül, teodolitin istenilen nokta üzerine kurulmasını sağlar.

Teodolitin kurulumu sonunda, düşey hale getirilmiş teodolit düşey ekseninin zemindeki noktanın merkezinden geçecek şekilde teodolitin nokta üzerine yerleştirilmiş olması gerekir. Ayrıca optik çekülünden bakıldığında zemindeki noktanın merkezi ile optik çekül göstergesi merkezinin üst üste çakışması ve teodolit düzeçlerinin ayarlanmış olması gerekir.



Şekil 5.30 Silindirik Düzec İle Teodolit İnce Ayarının Yapılması

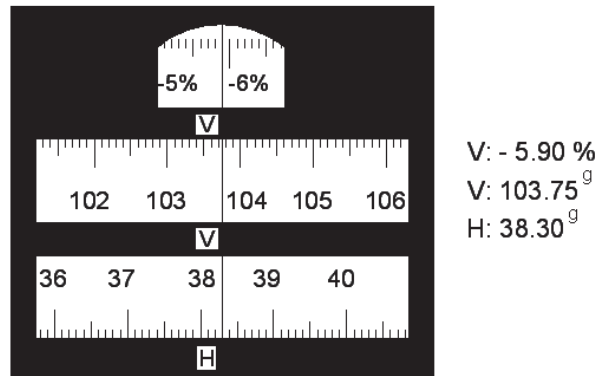
Teodolitin kaba ayarı küresel düzeç ile yapılır. Küresel düzeç, teodolit sehpa ayaklarının aşağı – yukarı hareket ettirilmesi ile ayarlanır. Teodolitin ince ayarı ise silindirik düzeç ile yapılır. Silindirik düzecen ayarlanmasında üç adet tesviye vidası kullanılır. Şekil 5.30'a göre 1 ve 2 numaralı tesviye vidaları aynı anda içe veya dışa doğru çevrilerek, silindirik düzeçteki kabarcık aralık çizgileri arasına alınmaya çalışılır. Daha sonra tek kalan 3 numaralı tesviye vidası içe veya dışa doğru çevrilerek, kabarcık tamamen aralık çizgileri arasına alınır ve ince ayar tamamlanmış olur. Küresel düzeç ve silindirik düzeçte bulunan kabarcıklar daima teodolit gövdesinin yüksek olduğu tarafa doğru kayma eğilimindedir.

5.6.1. Teodolit İle Yatay ve Düşey Açı Okumalarının Yapılması

Teodolit ile yatay ve düşey açı değerleri aynı anda okunabilmektedir. Yatay açı değerleri, Türkçe karşılığı yatay olan İngilizce horizontal sözcüğünün ilk harfi (H) ile düşey açı değerleri ise, Türkçe karşılığı düşey olan İngilizce vertical sözcüğünün ilk harfi (V) ile ifade edilirler. Teodolitlerde açılar, nivoda olduğu gibi grad cinsinden okunur. Açı okumaları, $1 \text{ Grad} = 10 \text{ Desigrad} = 100 \text{ Santigrad} = 1000 \text{ Miligrad}$ eşitliği dikkate alınarak yapılır. Klasik teodolitlerde açılar çeşitli açı okuma düzenleri yardımıyla okunur. En çok kullanılan açı okuma düzenleri aşağıda verilmiştir. Elektronik teodolitlerde ise açılar bir tuşa basılmak suretiyle ekranda görüntülenir.

Çizgili Açı Okuma Düzeni

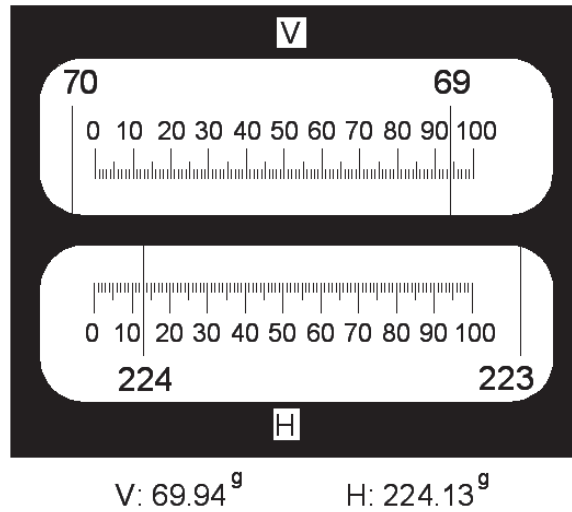
Açı değerlerinin kolaylıkla belirlendiği en basit açı okuma düzenidir. Açı okuma penceresinde, düşey açının % ve grad cinsinden okunduğu bölümler ile yatay açı bölümü bulunur. Yatay ve düşey açı değerleri 1 grad aralıklarla yerleştirilmiş bölüm çizgileri üzerinde gösterilir. İki bölüm çizgisi arası, her biri 10 santigrad değerindeki açıya eşdeğer 10 eşit aralığa bölünmüştür. Teodolit döndürüldükçe bölüm çizgileri ve açı değerleri hareket ederler. Açı okuma penceresinde düşey konumda bir sabit gösterge çizgisi bulunur. Gösterge çizgisinin yatay ve düşey açı bölümlerini kestiği yerlerdeki açı değerleri okunur. Gösterge çizgisinin iki bölüm çizgisi arasında kaldığı durumlarda ara değerler yaklaşık olarak tahmin edilir.



Şekil 5.31 Çizgili Açı Okuma Düzeni

Skalalı Açı Okuma Düzeni

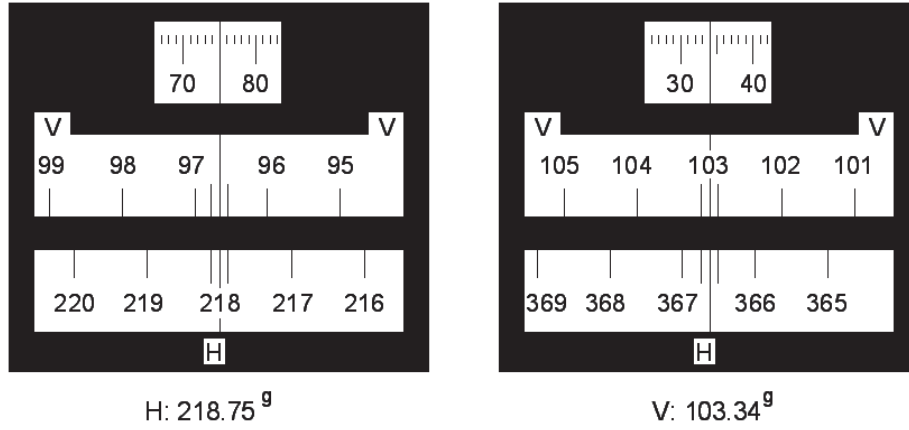
Açı okuma penceresi, düşey ve yatay açının okunduğu bölümlerden oluşur. Her iki bölümde de birer sabit skala bulunur. Skalalar, her biri 10 miligrad değerindeki açıya eşdeğer 100 eşit aralığa bölünmüştür. Teodolit döndürüldükçe bölüm çizgileri ve üzerlerindeki açı değerleri skalanın artış yönüne ters yönde artarak hareket ederler. Skalalar üzerine düşen bölüm çizgilerindeki yatay ve düşey açı değerleri okunur.



Şekil 5.32 Skalalı Açı Okuma Düzeni

Optik Mikrometrelili Çizgili Açı Okuma Düzeni

Skalalı açı okuma düzenine benzer bir açı okuma düzenidir. Aralarındaki tek fark, bu açı okuma düzeninde mikrometre vidası ile hareket ettirilen düşey konumda çift çizgili bir gösterge çizgisinin bulunmasıdır. Açı okuma penceresi, bir skala ile yatay ve düşey açı değerlerinin okunduğu bölümlerden oluşur. Skala, her biri 10 miligrad değerindeki açıya eşdeğer 100 eşit aralığa bölünmüştür. Açı değerleri okunurken mikrometre vidası döndürülerek, gösterge çizgisi en yakın bölüm çizgisi ile üst üste çakıştırılır. Bu bölüm çizgisi üzerindeki açı değeri okunur ve okunan açı değerine skaladan okunan değer ilave edilerek açı değeri belirlenir. Çakıştırma işlemi yatay ve düşey açı için ayrı ayrı yapılır. Gösterge çizgisi istenilen bölüm çizgisi ile çakıştırılamaz. Çünkü, gösterge çizgisi sadece en yakınında bulunan bölüm çizgisini içine alacak kadar hareket ettirilebilir.



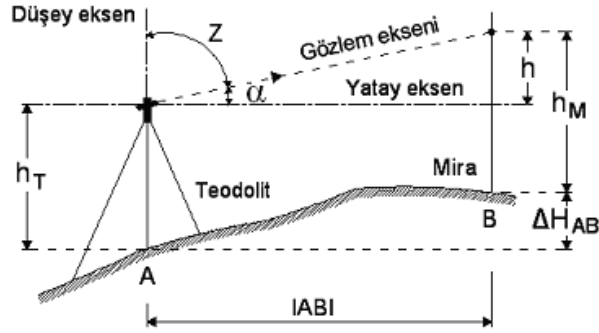
Şekil 5.33 Optik Mikrometreli Çizgili Açık Okuma Düzeni

5.6.2. Teodolit İle Yatay Mesafe ve Yükseklik Ölçümlerinin Yapılması

Teodolit, nivo kullanılarak yapılan tüm yatay mesafe ve yükseklik ölçmelerinde kullanılabilir. Dürbünün hareketli olması nedeniyle nivodan daha kullanışlı ve avantajlıdır. Nivo, daha çok engebeleri az ya da hiç olmayan düz arazilerde kullanılmaya elverişlidir. Engeli arazilerde kullanılması durumunda sık sık yerinin değiştirilmesi gerekir. Nivo dürbünün sabit olması nedeniyle sadece bir gözlem ekseni üzerinde okuma yapılabilir. Teodolitte ise, dürbün hareketliliğinden dolayı aletin yeri değiştirilmeden çok sayıda eğik gözlem ekseni üzerinde okuma yapılabilir. Teodolit, nivo kullanılarak yapılan tüm nokta nivelmanı, kesit nivelmanı, ırsal nivelman ve yüzey nivelmanı çalışmalarında kullanılabilir. Nivelman çalışmalarında teodolitin kullanılması durumunda, aletin yerinin sık sık değiştirilmesine gerek kalmayacağından çalışmalar daha kısa sürelerde bitirilebilir.

Teodolit ile yapılan mesafe ve düşey açı ölçmelerinde, okuma yapılacak noktaya tutulan mira üzerindeki üst, orta ve alt kıl değerleri ile düşey açı değerinin okunduğu noktanın, teodolit yatay ekseninden yukarıda ya da aşağıda olması durumları dikkate alınır. Düşey açı değeri 100^g'dan küçükse, mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden yukarıdadır. Düşey açı değeri 100^g'dan büyükse, mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden aşağıdadır.

Noktanın teodolit yatay ekseninden yukarıda olması durumunda yatay mesafe ve yükseklik farkı hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.34 Noktanın Yatay Eksenden Yukarıda Olması Durumu

$$Z + \alpha = 100^g \quad 5.24$$

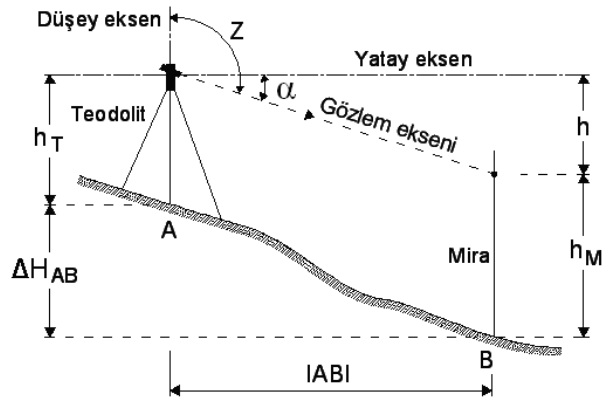
$$IAB = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \cos^2 \alpha \quad 5.25$$

$$h = IAB. \tan \alpha = \frac{1}{2} [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \sin 2\alpha \quad 5.26$$

$$\Delta H_{AB} = h_T + h - h_M \quad 5.27$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} \quad 5.28$$

Noktanın teodolit yatay ekseninden aşağıda olması durumunda yatay mesafe ve yükseklik farkı hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.35 Noktanın Yatay Eksenden Aşağıda Olması Durumu

$$Z - \alpha = 100^\circ \quad 5.29$$

$$\Delta H_{AB} = h_M + h - h_T \quad 5.30$$

$$H_B = H_A - \Delta H_{AB} \quad 5.31$$

Bağıntılarda

Z : Düşey açı

α : Eğim açısı

$|ABI|$: A ve B noktaları arasındaki yatay mesafe

h : Yatay eksen ile orta okuma arasındaki yükseklik farkı

ΔH_{AB} : A ve B noktaları arasındaki yükseklik farkı

h_M : B Noktasına tutulan miradaki orta okuma yüksekliği

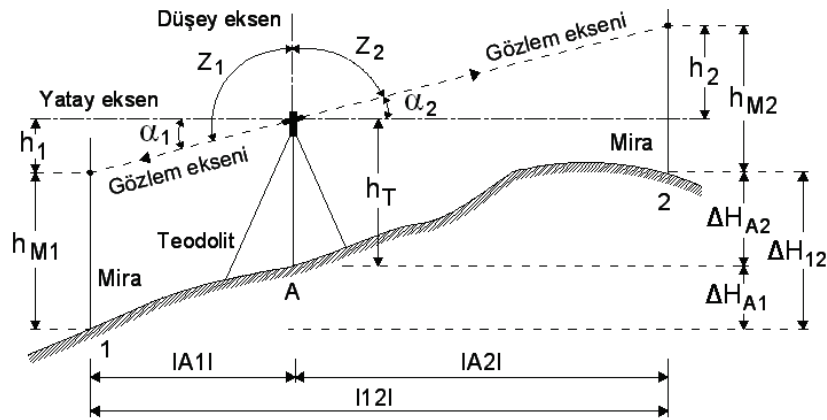
h_T : A Noktasına kurulan teodolit yüksekliği

H_A : A Noktasının kotu

H_B : B Noktasının kotu

Değerini ifade eder.

Kotu bilinen bir noktaya kurulan teodolit ile iki nokta arasındaki yatay mesafe, yükseklik farkı ve nokta kotlarının belirlenmesi Şekil 5.36'ya göre aşağıda verilen işlem sırası takip edilerek yapılır.



Şekil 5.36 Teodolit İle İki Nokta Arasında Ölçüm Yapılması

A Noktasına kurulan teodolit, sırasıyla 1 ve 2 noktalarına yönlendirilir. Noktalara tutulan miralardan üst, orta ve alt kıl değerleri ile düşey açı okumaları yapılır. Noktalarda okunan Z_1 ve Z_2 düşey açı değerlerine göre, 5.24 ve 5.29 Bağlıntıları kullanılarak α_1 ve α_2 eğim açıları belirlenir. Daha sonra üst, orta, alt kıl okumaları ve α_1 , α_2 eğim açılarına göre, 5.25, 5.26 ve 5.32 Bağlıntıları kullanılarak $IA1$, $IA2$ ve $I12$ yatay mesafeleri ile h_1 , h_2 yükseklikleri belirlenir. Noktalar arasındaki yükseklik farkları ve noktaların kot değerleri ise 5.33 – 5.37 Bağlıntıları ile belirlenir.

$$I12I = IA1I + IA2I \quad 5.32$$

$$\Delta H_{A1} = h_{M1} + h_1 - h_T \quad 5.33$$

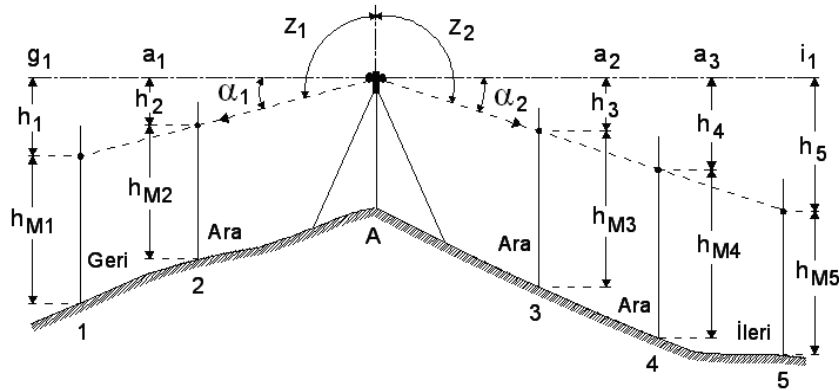
$$\Delta H_{A2} = h_T + h_2 - h_{M2} \quad 5.34$$

$$\Delta H_{12} = \Delta H_{A1} + \Delta H_{A2} \quad 5.35$$

$$H_1 = H_A - \Delta H_{A1} \quad 5.36$$

$$H_2 = H_A + \Delta H_{A2} \quad 5.37$$

Teodolit kullanılarak yapılan kesit nivelmanına **Trigonometrik Kesit Nivelmanı** adı verilir. Kesit nivelmanında trigonometrik nivelman karnesi kullanılır. Trigonometrik nivelman karnesinin doldurulması sırasında yapılan işlemler, Şekil 5.37'ye göre hazırlanan Tablo 5.2 üzerinde verilmiştir.



Şekil 5.37 Trigonometrik Kesit Nivelmanı Uygulaması

Noktalar arasındaki yatay mesafe değerleri Bağıntı 5.25 kullanılarak belirlenir. Noktalara tutulan miralardan okunan düşey açı değerlerine göre, eğim açısı değerleri belirlenir. Düşey açı değeri 100^g 'dan küçükse Bağıntı 5.24, 100^g 'dan büyükse Bağıntı 5.29 kullanılarak eğim açısı değerleri belirlenir. Noktalara tutulan miralardan okunan üst, orta, alt kıl değerleri ve eğim açısı değerlerine göre, mira orta okuma yükseklikleri ile teodolit yatay eksenini arasındaki yükseklik farkları Bağıntı 5.26 kullanılarak belirlenir.

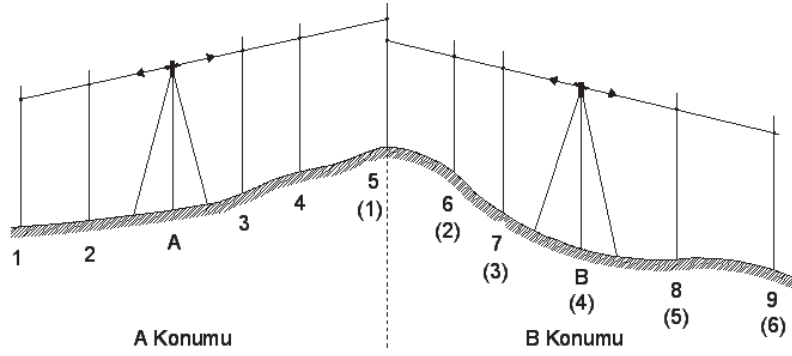
Mira üzerinde okumaların yapıldığı noktaların, teodolit yatay eksenine göre yukarıda ya da aşağıda olması durumları dikkate alınarak $h_M \mp h$ yükseklikleri hesaplanır. Mira üzerindeki noktada okunan düşey açı değeri 100^g 'dan küçükse $h_M - h$, 100^g 'dan büyükse $h_M + h$ bağıntısı kullanılır. Hesaplanan bu değerler teodolitin konumuna göre, kesit nivelmanı karnesindeki geri, ara ve ileri sütunlarında nokta ile ilgili olan satıra yazılır. Teodolitin gerisinde bulunan ve ilk okuma yapılan nokta **Geri Okuma**, son okuma yapılan nokta ise **İleri Okuma** olarak adlandırılır. Geri ve ileri okuma noktaları arasındaki tüm noktalar **Ara Okuma** olarak adlandırılır.

Teodolitin kurulduğu nokta, okuma yapılan herhangi bir nokta gibi işleme katılmak isteniyorsa, mira orta okuma yüksekliği olarak teodolitin yüksekliği dikkate alınır ($h_M = h_T$). Bu noktada $Z = 0^g, \alpha = 100^g, h = 0$ olduğundan dolayı, $h_M \mp h$ değeri teodolitin kurulum yüksekliğine eşit olur ($h_M \mp h = h_T$). h_T Değeri ara sütunundaki ilgili satıra yazılır.

Noktalar arasındaki yükseklik farkı değerleri, okuma yapılan ilk noktadan başlamak koşulu ile son noktaya kadar (Geri okuma – İleri okuma) bağıntısı uygulanarak belirlenir. Yükseklik farkı değerinin negatif olması durumunda, değer karnedeki negatif sütununa yazılır.

Yatay eksen kotu değerleri, $h_M \mp h$ yükseklikleri ile nokta kotlarının toplamına eşittir. Teodolitin konumu değiştirilmediği sürece tüm noktaların yatay eksen kotu değerleri birbirine eşit olur. Noktaların kot değerleri, nirengi noktasının kot değerine sıra ile yükseklik farkı değerleri ilâve edilerek belirlenir. Nivelman karnesinde yapılan işlemlerin doğruluğu, karnenin en alt satırında verilen Bağıntı 5.10 kullanılarak kontrol edilir.

Trigonometrik kesit nivelmanında teodolitin konumu değiştirildiğinde, ilk konumda okuma yapılan son nokta ikinci konumda okuma yapılan ilk nokta olur. Geçiş noktası olarak adlandırılan bu noktada, teodolitin her iki konumu için birbirinden farklı üst, orta, alt kıl okumaları ile düşey açı okumaları yapılır. Yapılan okumalardan elde edilen değerler, nivelman karnesinde birbirini takip eden iki ayrı satıra yazılır.



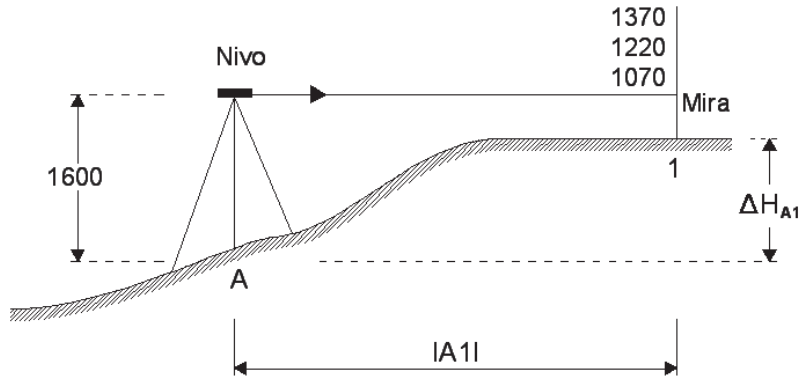
Şekil 5.38 Teodolitin Farklı Konumları İçin Okuma Düzeni

Şekil 5.38'de verilen trigonometrik kesit nivelmanı uygulamasında, teodolit A konumundayken son okumanın yapıldığı 5 numaralı nokta, teodolit B konumuna alındığında okuma yapılan ilk nokta olur. 5 Numaralı noktanın kotu teodolit A konumundayken yapılan hesaplamalar ile belirlenir. Teodolit B konumuna alındığında 5 numaralı noktanın kotundan yola çıkılarak, B konumunda okunan noktaların kot değerleri belirlenir.

5.7. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 5.1

Kurulum yüksekliği 160 cm olan bir nivo ile 1 noktasındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. Buna göre, nivo'nun kurulduğu A noktası ile 1 noktası arasındaki yükseklik farkını ve yatay mesafeyi hesaplayınız.

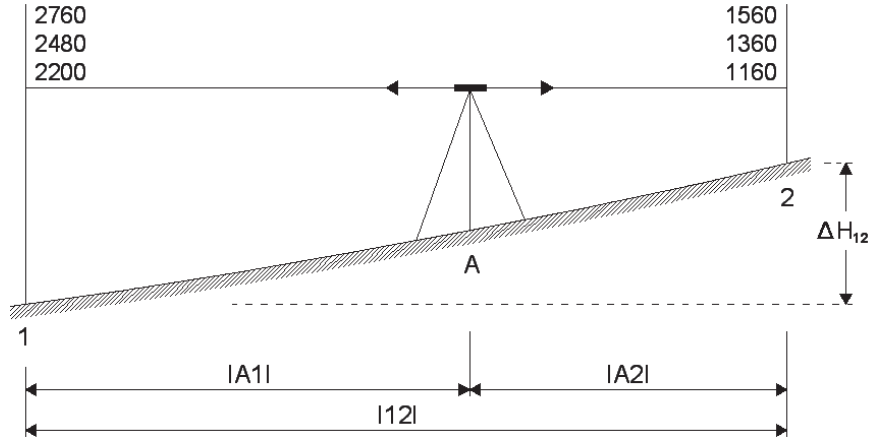


Çözüm 5.1

- 5.1 $L = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] \cdot 100$
 $|A1| = [(1370) - (1070)] \cdot 100 \quad |A1| = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$
- 5.2 $L = [(Üst okuma) - (Orta okuma)] \cdot 200$
 $|A1| = [(1370) - (1220)] \cdot 200 \quad |A1| = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$
- 5.3 $L = [(Orta okuma) - (Alt okuma)] \cdot 200$
 $|A1| = [(1220) - (1070)] \cdot 200 \quad |A1| = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$
- 5.5 $\Delta H_{A1} = g - i$
 $\Delta H_{A1} = 1600 - 1220 \quad \Delta H_{A1} = 380 \text{ mm} = 0.38 \text{ m}$

Problem 5.2

A Noktasına kurulan bir nivo ile 1 ve 2 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. Buna göre, 1 ve 2 noktaları arasındaki yükseklik farkını ve yatay mesafeyi hesaplayınız.



Çözüm 5.2

$$5.1 \quad L = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] \cdot 100$$

$$|IA1| = [(2760) - (2200)] \cdot 100 \quad |IA1| = 56000 \text{ mm} = 56 \text{ m}$$

$$|IA2| = [(1560) - (1160)] \cdot 100 \quad |IA2| = 40000 \text{ mm} = 40 \text{ m}$$

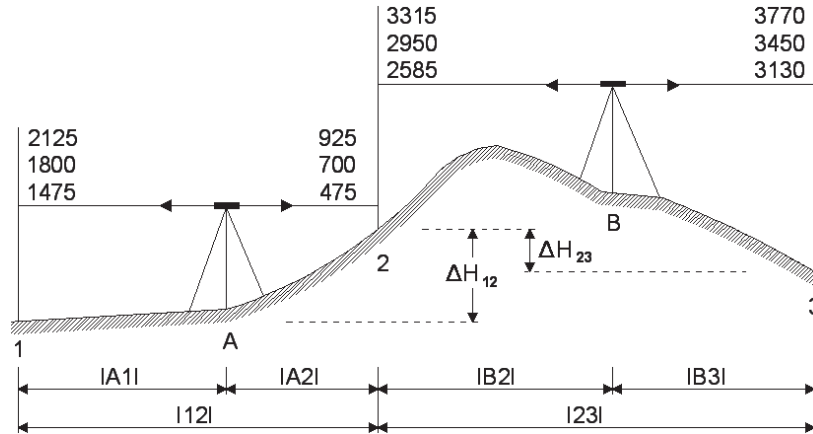
$$5.4 \quad |I12| = |IA1| + |IA2| \quad |I12| = 56 + 40 = 96 \text{ m}$$

$$5.6 \quad \Delta H_{12} = g_1 - i_1$$

$$\Delta H_{12} = 2480 - 1360 \quad \Delta H_{12} = 1120 \text{ mm} = 1.120 \text{ m}$$

Problem 5.3

Sırasıyla, A ve B noktalarına kurulan bir nivo ile 1, 2 ve 3 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. 1 Noktasının kotu 100.000 m olduğuna göre, noktalar arasındaki yatay mesafeleri ve noktaların kotlarını hesaplayınız.



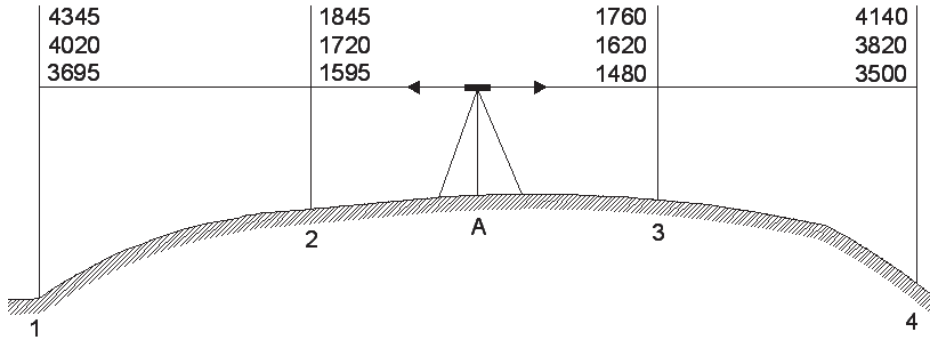
Çözüm 5.3

$$\begin{aligned}
5.1 \quad L &= [(Üst okuma) - (Alt okuma)].100 \\
IA1I &= [(2125) - (1475)].100 \quad IA1I = 65000 \text{ mm} = 65 \text{ m} \\
IA2I &= [(925) - (475)].100 \quad IA2I = 45000 \text{ mm} = 45 \text{ m} \\
5.4 \quad I12I &= IA1I + IA2I \quad I12I = 65 + 45 \quad I12I = 110 \text{ m} \\
5.1 \quad L &= [(Üst okuma) - (Alt okuma)].100 \\
IB2I &= [(3315) - (2585)].100 \quad IB2I = 73000 \text{ mm} = 73 \text{ m} \\
IB3I &= [(3770) - (3130)].100 \quad IB3I = 64000 \text{ mm} = 64 \text{ m} \\
5.4 \quad I23I &= IB2I + IB3I \quad I23I = 73 + 64 \quad I23I = 137 \text{ m} \\
5.6 \quad \Delta H_{12} &= g_1 - i_1 \\
\Delta H_{12} &= 1800 - 700 \quad \Delta H_{12} = 1100 \text{ mm} = 1.100 \text{ m} \\
5.7 \quad \Delta H_{23} &= g_2 - i_2 \\
\Delta H_{23} &= 2950 - 3450 \quad \Delta H_{23} = -500 \text{ mm} = -0.500 \text{ m} \\
5.8 \quad H_2 &= H_1 + \Delta H_{12} \quad H_2 = 100.000 + 1.100 \quad H_2 = 101.100 \text{ m} \\
5.9 \quad H_3 &= H_2 + \Delta H_{23} \quad H_3 = 101.100 - 0.500 \quad H_3 = 100.600 \text{ m}
\end{aligned}$$

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Mira okumaları (m)			Yükseklik farkı (m)		Gözlem eksen kotu (m)	Kot (m)
		Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1	110	1.800	-	-	1.100	-	101.800	100.000
2		137	2.950	-			0.700	101.800
3	-		-	3.450	-	0.500	104.050	
Toplam	247	4.750	-	4.150	1.100	0.500	104.050	100.600
Kontrol		4.750 - 4.150 0.600			1.100 - 0.500 0.600		100.600 - 100.000 0.600	

Problem 5.4

A Noktasına kurulan bir nivo ile sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. 1 Noktasının kotu 800.000 m olduğuna göre, arazi kesitine ait nivelman karnesini doldurarak noktaların kotlarını belirleyiniz.



Çözüm 5.4

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Mira okumaları (m)			Yükseklik farkı (m)		Gözlem eksen kotu (m)	Kot (m)
		Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1	40	4.020	-	-	2.300	-	804.020	800.000
2		-	1.720	-	0.100	-	804.020	802.300
3	53	-	1.620	-	-	2.200	804.020	802.400
4	36	-	-	3.820	2.400	2.200	804.020	800.200
Toplam	129	4.020	-	3.820	2.400	2.200	800.200 - 800.000 0.200	
Kontrol		4.020 - 3.820 0.200			2.400 - 2.200 0.200			

$$5.1 \quad IA1I = [(4345) - (3695)] \cdot 100 \quad IA1I = 65000 \text{ mm} = 65 \text{ m}$$

$$5.1 \quad IA2I = [(1845) - (1595)] \cdot 100 \quad IA2I = 25000 \text{ mm} = 25 \text{ m}$$

$$I12I = IA1I - IA2I \quad I12I = 65 - 25 \quad I12I = 40 \text{ m}$$

$$5.1 \quad IA4I = [(4140) - (3500)] \cdot 100 \quad IA4I = 64000 \text{ mm} = 64 \text{ m}$$

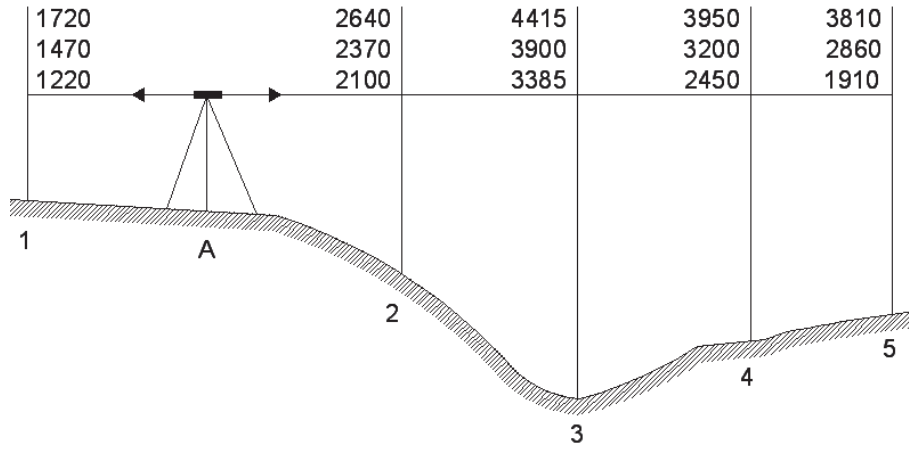
$$5.1 \quad IA3I = [(1760) - (1480)] \cdot 100 \quad IA3I = 28000 \text{ mm} = 28 \text{ m}$$

$$I34I = IA4I - IA3I \quad I34I = 64 - 28 \quad I34I = 36 \text{ m}$$

$$I23I = IA2I + IA3I \quad I23I = 25 + 28 \quad I23I = 53 \text{ m}$$

Problem 5.5

A Noktasına kurulan bir nivo ile sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. 1 Noktasının kotu 50.000 m olduğuna göre, arazi kesitine ait nivelman karnesini doldurarak noktaların kotlarını belirleyiniz.



Çözüm 5.5

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Mira okumaları (m)			Yükseklik farkı (m)		Gözlem eksen kotu (m)	Kot (m)
		Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1	104	1.470	-	-			51.470	50.000
2		-	2.370	-	-	0.900	51.470	49.100
3	49	-	3.900	-	-	1.530	51.470	47.570
	47	-	3.200	-	0.700	-	51.470	48.270
4	40	-	-	2.860	0.340	-	51.470	48.610
5	240	-	-	2.860	1.040	2.430	51.470	48.610
Toplam		1.470	-	2.860	1.040	2.430	48.610 - 50.000 -1.39	
Kontrol		1.470 - 2.860 -1.39			1.040 - 2.430 -1.39		48.610 - 50.000 -1.39	

Problem 5.6

Bir arazi parçasının içine kurulan nivo ile yapılan ışınsal nivelmana ait sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre, arazi parçasının 1/1000 ölçeğinde planını çizerek alanını hesaplayınız.

Nokta No.		1	2	3	4	5	6
Mira okumaları (mm)	Üst	2150	3100	1250	4000	750	2600
	Orta	2000	2800	1000	3800	550	2450
	Alt	1850	2500	750	3600	350	2300
Yatay açı (Grad)		40	130	190	270	310	355

Çözüm 5.6

$$5.1 \quad L = [(\text{Üst okuma}) - (\text{Alt okuma})] \cdot 100$$

$$IN1I = [(2150) - (1850)] \cdot 100 \quad IN1I = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$$

$$IN2I = [(3100) - (2500)] \cdot 100 \quad IN2I = 60000 \text{ mm} = 60 \text{ m}$$

$$IN3I = [(1250) - (750)] \cdot 100 \quad IN3I = 50000 \text{ mm} = 50 \text{ m}$$

$$IN4I = [(4000) - (3600)] \cdot 100 \quad IN4I = 40000 \text{ mm} = 40 \text{ m}$$

$$IN5I = [(750) - (350)] \cdot 100 \quad IN5I = 40000 \text{ mm} = 40 \text{ m}$$

$$IN6I = [(2600) - (2300)] \cdot 100 \quad IN5I = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Şekil 5.21} \quad \beta_{12} = \beta_2 - \beta_1 \quad \beta_{12} = 130 - 40 \quad \beta_{12} = 90^g$$

$$\beta_{23} = \beta_3 - \beta_2 \quad \beta_{23} = 190 - 130 \quad \beta_{23} = 60^g$$

$$\beta_{34} = \beta_4 - \beta_3 \quad \beta_{34} = 270 - 190 \quad \beta_{34} = 80^g$$

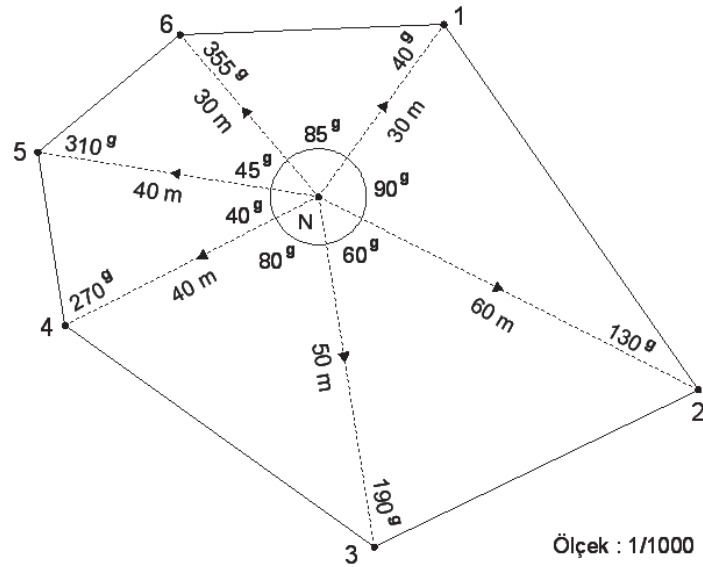
$$\beta_{45} = \beta_5 - \beta_4 \quad \beta_{45} = 310 - 270 \quad \beta_{45} = 40^g$$

$$\beta_{56} = \beta_6 - \beta_5 \quad \beta_{56} = 355 - 310 \quad \beta_{56} = 45^g$$

$$\beta_{61} = 400 - (\beta_{12} + \beta_{23} + \beta_{34} + \beta_{45} + \beta_{56})$$

$$\beta_{61} = 400 - (90 + 60 + 80 + 40 + 45) \quad \beta_{61} = 85^g$$

Nivo ile köşe noktaları arasındaki yatay açı ve yatay mesafe değerlerine göre, arazi parçasının belirli bir ölçek dahilinde planı çizilir.



$$\begin{aligned}
5.11-5.14 \quad F(N12) &= \frac{IN1I \cdot IN2I \cdot \sin \beta_{12}}{2} = \frac{30 \cdot 60 \cdot \sin 90}{2} = 888.92 \text{ m}^2 \\
F(N23) &= \frac{IN2I \cdot IN3I \cdot \sin \beta_{23}}{2} = \frac{60 \cdot 50 \cdot \sin 60}{2} = 1213.53 \text{ m}^2 \\
F(N34) &= \frac{IN3I \cdot IN4I \cdot \sin \beta_{34}}{2} = \frac{50 \cdot 40 \cdot \sin 80}{2} = 951.06 \text{ m}^2 \\
F(N45) &= \frac{IN4I \cdot IN5I \cdot \sin \beta_{45}}{2} = \frac{40 \cdot 40 \cdot \sin 40}{2} = 470.23 \text{ m}^2 \\
F(N56) &= \frac{IN5I \cdot IN6I \cdot \sin \beta_{56}}{2} = \frac{40 \cdot 30 \cdot \sin 45}{2} = 389.67 \text{ m}^2 \\
F(N61) &= \frac{IN6I \cdot IN1I \cdot \sin \beta_{61}}{2} = \frac{30 \cdot 30 \cdot \sin 85}{2} = 437.57 \text{ m}^2 \\
5.15 \quad \Sigma F &= F(N12) + F(N23) + F(N34) + F(N45) + F(N56) + F(N61) \\
\Sigma F &= 888.92 + 1213.53 + 951.06 + 470.23 + 389.67 + 437.57 \\
\Sigma F &= 4350.98 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Problem 5.7

Bir arazi parçasının içine kurulan nivo ile yapılan ışınsal nivelmana ait sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre, arazi parçasının 1/1000 ölçeğinde planını çizerek alanını hesaplayınız.

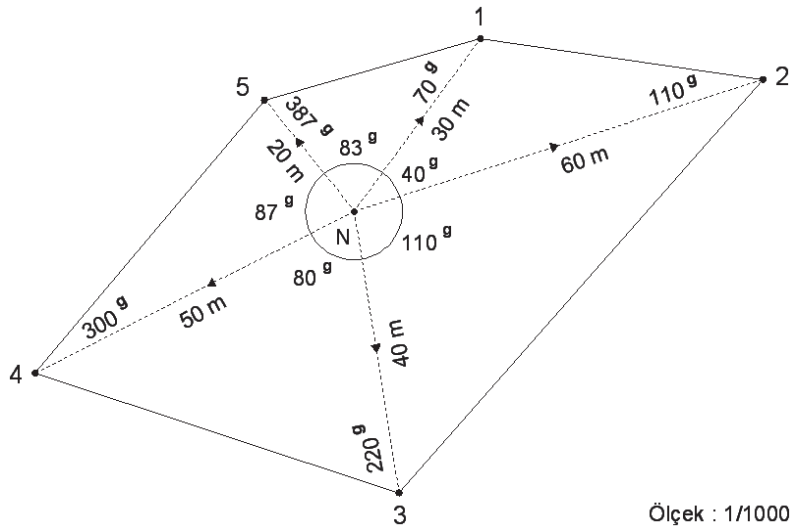
Nokta No.		1	2	3	4	5
Mira okumaları (mm)	Üst	550	1900	2200	3300	3100
	Orta	400	1600	2000	3050	3000
	Alt	250	1300	1800	2800	2900
Yatay açı (Grad)		70	110	220	300	387

Çözüm 5.7

$$\begin{aligned}
5.1 \quad L &= [(Üst okuma) - (Alt okuma)] \cdot 100 \\
IN1I &= [(550) - (250)] \cdot 100 \quad IN1I = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m} \\
IN2I &= [(1900) - (1300)] \cdot 100 \quad IN2I = 60000 \text{ mm} = 60 \text{ m} \\
IN3I &= [(2200) - (1800)] \cdot 100 \quad IN3I = 40000 \text{ mm} = 40 \text{ m} \\
IN4I &= [(3300) - (2800)] \cdot 100 \quad IN4I = 50000 \text{ mm} = 50 \text{ m} \\
IN5I &= [(3100) - (2900)] \cdot 100 \quad IN5I = 20000 \text{ mm} = 20 \text{ m}
\end{aligned}$$

Şekil 5.21

$\beta_{12} = \beta_2 - \beta_1$	$\beta_{12} = 110 - 70$	$\beta_{12} = 40^g$
$\beta_{23} = \beta_3 - \beta_2$	$\beta_{23} = 220 - 110$	$\beta_{23} = 110^g$
$\beta_{34} = \beta_4 - \beta_3$	$\beta_{34} = 300 - 220$	$\beta_{34} = 80^g$
$\beta_{45} = \beta_5 - \beta_4$	$\beta_{45} = 387 - 300$	$\beta_{45} = 87^g$
$\beta_{51} = 400 - (\beta_{12} + \beta_{23} + \beta_{34} + \beta_{45})$		
$\beta_{51} = 400 - (40 + 110 + 80 + 87)$		$\beta_{51} = 83^g$



5.11-5.14

$$F(N12) = \frac{IN1I \cdot IN2I \cdot \sin \beta_{12}}{2} = \frac{30 \cdot 60 \cdot \sin 40}{2} = 529.00 \text{ m}^2$$

$$F(N23) = \frac{IN2I \cdot IN3I \cdot \sin \beta_{23}}{2} = \frac{60 \cdot 40 \cdot \sin 110}{2} = 1185.23 \text{ m}^2$$

$$F(N34) = \frac{IN3I \cdot IN4I \cdot \sin \beta_{34}}{2} = \frac{40 \cdot 50 \cdot \sin 80}{2} = 951.06 \text{ m}^2$$

$$F(N45) = \frac{IN4I \cdot IN5I \cdot \sin \beta_{45}}{2} = \frac{50 \cdot 20 \cdot \sin 87}{2} = 489.61 \text{ m}^2$$

$$F(N51) = \frac{IN5I \cdot IN1I \cdot \sin \beta_{51}}{2} = \frac{20 \cdot 30 \cdot \sin 83}{2} = 289.37 \text{ m}^2$$

5.15

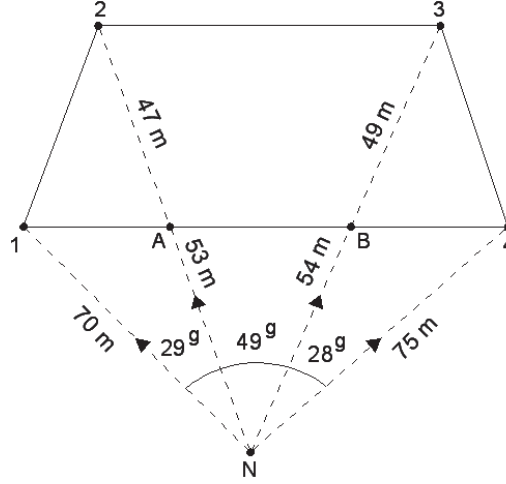
$$\Sigma F = F(N12) + F(N23) + F(N34) + F(N45) + F(N51)$$

$$\Sigma F = 529.00 + 1185.23 + 951.06 + 489.61 + 289.37$$

$$\Sigma F = 3444.27 \text{ m}^2$$

Problem 5.8

Bir arazi parçasının dışına kurulan nivo ile yapılan ışınal nivelman sonuçlarına göre arazi parçasının planı çizilerek aşağıdaki şekilde verilmiştir. Buna göre, arazi parçasının alanını hesaplayınız.

**Çözüm 5.8**

$$5.16 \quad F(N12) = \frac{1}{2} \cdot N1 \cdot N2 \cdot \sin \beta_{12} = \frac{70 \cdot 100 \cdot \sin 29}{2} = 1540 \text{ m}^2$$

$$5.17 \quad F(N23) = \frac{1}{2} \cdot N2 \cdot N3 \cdot \sin \beta_{23} = \frac{100 \cdot 103 \cdot \sin 49}{2} = 3584 \text{ m}^2$$

$$5.18 \quad F(N34) = \frac{1}{2} \cdot N3 \cdot N4 \cdot \sin \beta_{34} = \frac{103 \cdot 75 \cdot \sin 28}{2} = 1645 \text{ m}^2$$

$$5.19 \quad F(N1A) = \frac{1}{2} \cdot N1 \cdot NA \cdot \sin \beta_{12} = \frac{70 \cdot 53 \cdot \sin 29}{2} = 816 \text{ m}^2$$

$$5.20 \quad F(NAB) = \frac{1}{2} \cdot NA \cdot NB \cdot \sin \beta_{23} = \frac{53 \cdot 54 \cdot \sin 49}{2} = 996 \text{ m}^2$$

$$5.21 \quad F(NB4) = \frac{1}{2} \cdot NB \cdot N4 \cdot \sin \beta_{34} = \frac{54 \cdot 75 \cdot \sin 28}{2} = 862 \text{ m}^2$$

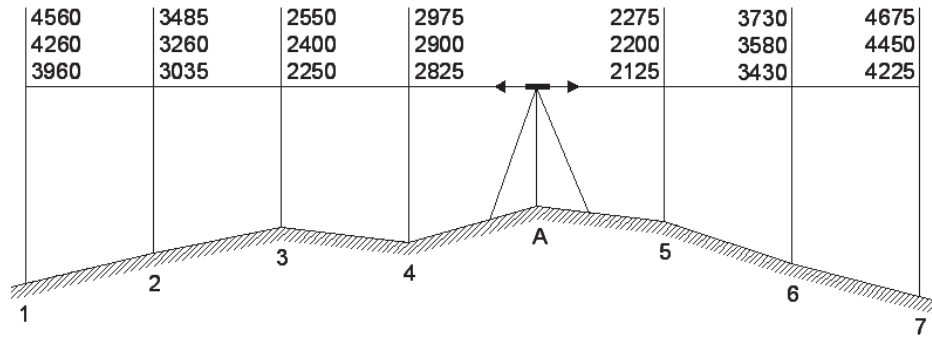
$$5.22 \quad \Sigma F = \left[F(N12) + F(N23) + F(N34) \right] - \left[F(N1A) + F(NAB) + F(NB4) \right]$$

$$\Sigma F = [1540 + 3584 + 1645] - [816 + 996 + 862]$$

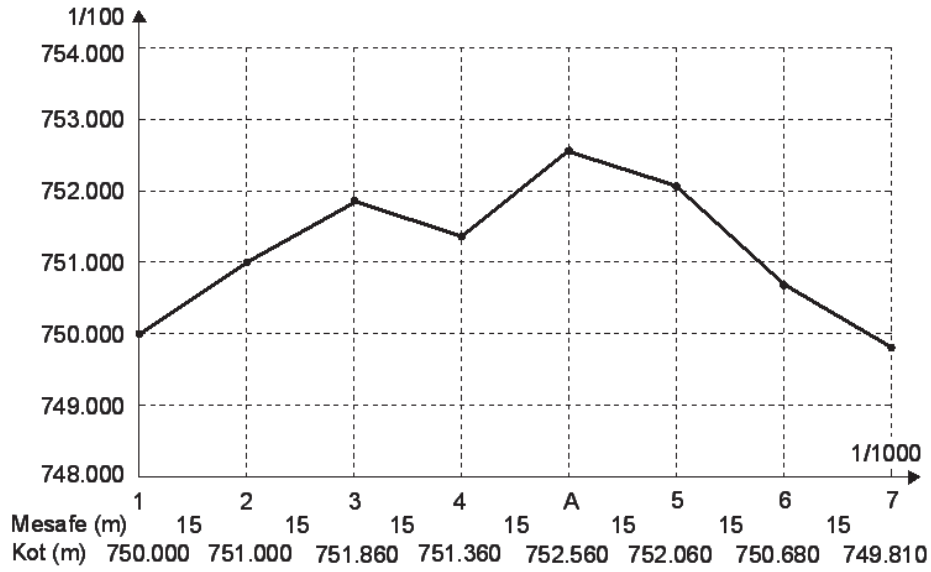
$$\Sigma F = 4095 \text{ m}^2$$

Problem 5.9

A Noktasına kurulan 170 cm yüksekliğindeki bir nivo ile 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. 1 Noktasının kotu 750.000 m olduğuna göre, arazi kesitine ait nivelman karnesini doldurunuz. Ayrıca yatay eksendeki ölçeği 1/1000 ve düşey eksendeki ölçeği 1/100 alarak kesit görünüşünü çiziniz. Hesaplamalarda nivonun kurulduğu A noktası da dikkate alınacaktır.

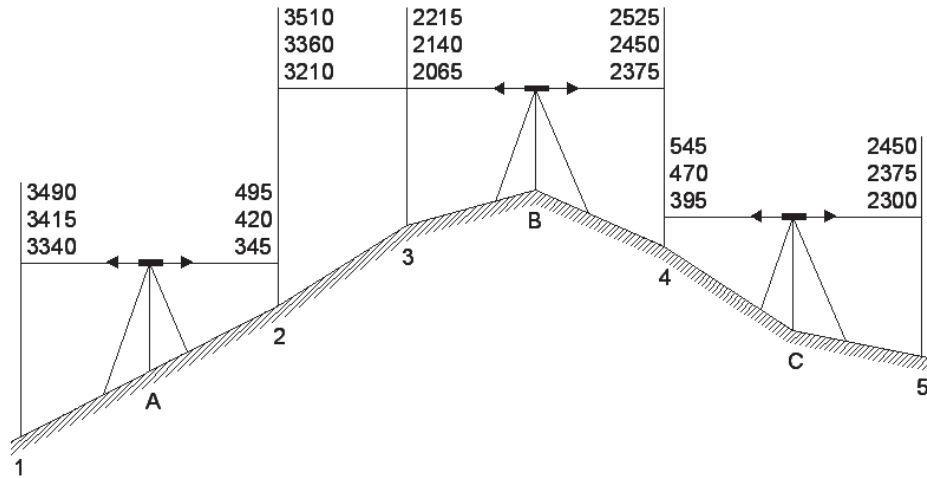
**Çözüm 5.9**

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Mira okumaları (m)			Yükseklik farkı (m)		Gözlem ekseni kotu (m)	Kot (m)
		Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1	15	4.260	-	-	1.000	-	754.260	750.000
2		-	3.260	-	0.860	-	754.260	751.000
3	15	-	2.400	-	-	0.500	754.260	751.860
4	15	-	2.900	-	1.200	-	754.260	751.360
A	15	-	1.700	-	-	0.500	754.260	752.560
5	15	-	2.200	-	-	1.380	754.260	752.060
6	15	-	3.580	-	-	0.870	754.260	750.680
7	15	-	-	4.450	3.060	3.250	754.260	749.810
Toplam	105	4.260	-	4.450			749.810 - 750.000 -0.190	
Kontrol		4.260 - 4.450 -0.190			3.060 - 3.250 -0.190			



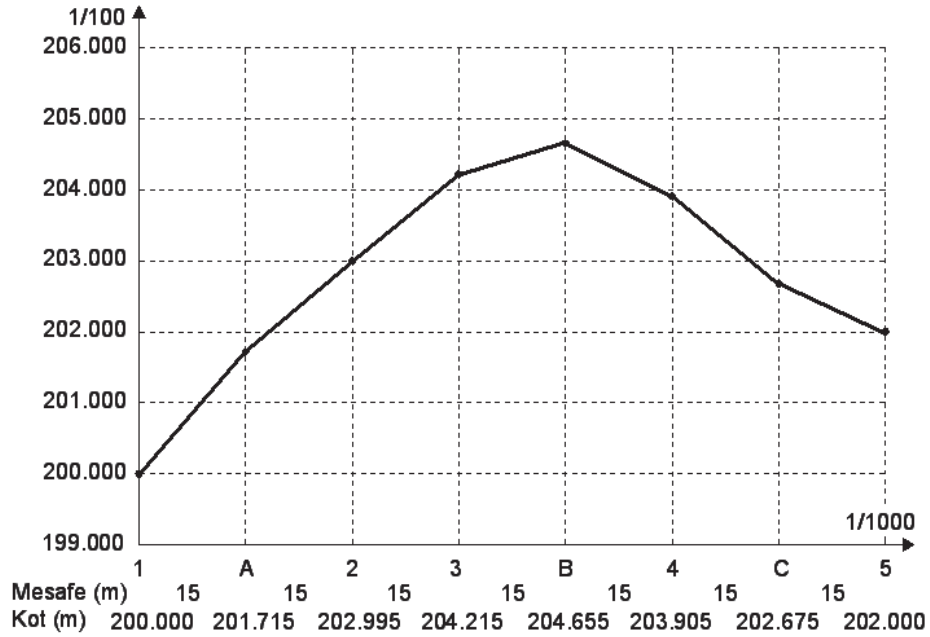
Problem 5.10

A, B ve C noktalarına kurulan bir nivo ile 1, 2, 3, 4 ve 5 noktalarındaki mira okumaları yapılarak sonuçları mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. Nivonun A, B ve C noktalarındaki yükseklikleri 170 cm ve 1 noktasının kotu 200.000 m olduğuna göre, arazi kesitine ait nivelman karnesini doldurunuz. Ayrıca yatay eksendeki ölçeği 1/1000 ve düşey eksendeki ölçeği 1/100 alarak kesit görünüşünü çiziniz. Hesaplamalarda nivonun kurulduğu A, B ve C noktaları da dikkate alınacaktır.



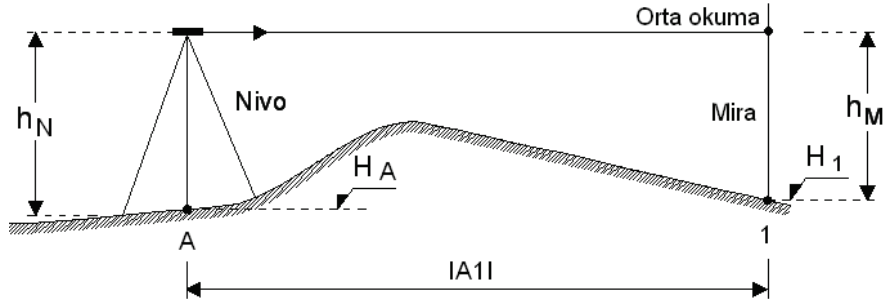
Çözüm 5.10

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Mira okumaları (m)			Yükseklik farkı (m)		Gözlem eksen kotu (m)	Kot (m)
		Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1		3.415	-	-			203.415	200.000
	15				1.715	-		
A		-	1.700	-			203.415	201.715
	15				1.280	-		
2		3.360	-	0.420			203.415 206.355	202.995
	15				1.220	-		
3		-	2.140	-			206.355	204.215
	15				0.440	-		
B		-	1.700	-			206.355	204.655
	15				-	0.750		
4		0.470	-	2.450			206.355 204.375	203.905
	15				-	1.230		
C		-	1.700	-			204.375	202.675
	15				-	0.675		
5		-	-	2.375			204.375	202.000
	105				4.655	2.655		
Toplam		7.245	-	5.245				
Kontrol		7.245 - 5.245 2.000			4.655 - 2.655 2.000		202.000 - 200.000 2.000	



Problem 5.11

Kotu 100.000 m olan bir A noktasına yüksekliği 165 cm olacak şekilde bir nivo kurularak 1 noktasına tutulan miradaki üst okuma, orta okuma ve alt okuma değerleri belirlenmiştir. Daha sonra mira okumaları kullanılarak yapılan hesaplamalara göre 1 noktasının kotu 100.500 m, A ve 1 noktaları arasındaki yatay mesafe ise 30 m olarak belirlenmiştir. Buna göre, 1 noktasına tutulan miradan okunan üst okuma, orta okuma ve alt okuma değerlerini hesaplayınız.

**Çözüm 5.11**

$$5.23 \quad H_1 = H_A + h_N - h_M$$

$$100.500 = 100.000 + 1.650 - h_M \quad h_M = 1.150 \text{ m} = 1150 \text{ mm}$$

h_M Değeri orta okuma değeridir. Orta okuma = 1150 mm

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm} \quad 30 \text{ m} = 30000 \text{ mm}$$

$$5.2 \quad |A1| = [(Üst okuma) - (Orta okuma)] \cdot 200$$

$$[(Üst okuma) - (1150)] \cdot 200 = 30000 \quad Üst okuma = 1300 \text{ mm}$$

$$5.3 \quad |A1| = [(Orta okuma) - (Alt okuma)] \cdot 200$$

$$[(1150) - (Alt okuma)] \cdot 200 = 30000 \quad Alt okuma = 1000 \text{ mm}$$

Aşağıdaki işlemlere göre üst okuma, orta okuma ve alt okuma değerlerinin kontrolü yapılabilir.

$$[(Üst okuma) - (Orta okuma)] = [(Orta okuma) - (Alt okuma)]$$

$$[(1300) - (1150)] = [(1150) - (1000)] \quad 150 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$$

$$5.1 \quad |A1| = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] \cdot 100$$

$$|A1| = [(1300) - (1000)] \cdot 100 \quad L = 30000 \text{ mm} = 30 \text{ m}$$

Problem 5.12

Bir arazi parçasının plan kotesini çıkarmak amacıyla 20 x 20 m boyutlarında karelajlama yapılmıştır. Daha sonra kotu 125 m olan kıyas düzlemi üzerindeki bir noktaya yüksekliği 170 cm olacak şekilde bir nivo kurularak, kare köşe noktalarındaki orta okuma değerleri belirlenmiş ve mm cinsinden şekil üzerinde verilmiştir. Buna göre, plan kote üzerindeki bütün noktaların kotlarını hesaplayınız.

	1	2	3	4
A	1700	950	700	520
B	1010	330	870	1250
C	740	820	1720	1570

Çözüm 5.12

$$5.23 \quad H_A = H_K + h_N - h_M$$

$$H_{A1} = 125.000 + 1.700 - 1.700 \quad H_{A1} = 125.00 \text{ m}$$

$$H_{A2} = 125.000 + 1.700 - 0.950 \quad H_{A2} = 125.75 \text{ m}$$

$$H_{A3} = 125.000 + 1.700 - 0.700 \quad H_{A3} = 126.00 \text{ m}$$

$$H_{A4} = 125.000 + 1.700 - 0.520 \quad H_{A4} = 126.18 \text{ m}$$

$$H_{B1} = 125.000 + 1.700 - 1.010 \quad H_{B1} = 125.69 \text{ m}$$

$$H_{B2} = 125.000 + 1.700 - 0.330 \quad H_{B2} = 126.37 \text{ m}$$

$$H_{B3} = 125.000 + 1.700 - 0.870 \quad H_{B3} = 125.83 \text{ m}$$

$$H_{B4} = 125.000 + 1.700 - 1.250 \quad H_{B4} = 125.45 \text{ m}$$

$$H_{C1} = 125.000 + 1.700 - 0.740 \quad H_{C1} = 125.96 \text{ m}$$

$$H_{C2} = 125.000 + 1.700 - 0.820 \quad H_{C2} = 125.88 \text{ m}$$

$$H_{C3} = 125.000 + 1.700 - 1.720 \quad H_{C3} = 124.98 \text{ m}$$

$$H_{C4} = 125.000 + 1.700 - 1.570 \quad H_{C4} = 125.13 \text{ m}$$

Problem 5.13

Kotu 750.50 m olan A noktasına kurulan bir teodolit ile B noktasına tutulan miraya bakılarak; düşey açı 95° , üst okuma 2650 mm, orta okuma 2540 ve alt okuma değeri 2430 mm okunmuştur. Teodolitin kurulum yüksekliği 170 cm olduğuna göre, A ve B noktaları arasındaki yatay mesafe ve yükseklik farkını hesaplayarak B noktasının kotunu belirleyiniz.

Çözüm 5.13

B Noktasında okunan düşey açı değeri 100° 'dan küçüktür. Dolayısıyla, bu noktaya tutulan mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden yukarıdadır.

$$5.24 \quad Z + \alpha = 100^\circ \quad 95^\circ + \alpha = 100^\circ \quad \alpha = 5^\circ$$

$$5.25 \quad IAB = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100 \cdot \cos^2 \alpha$$

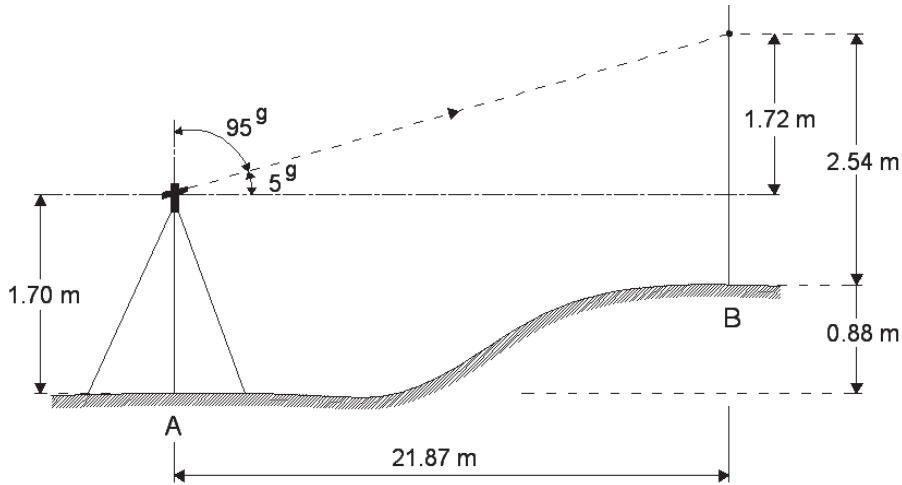
$$IAB = [(2.65) - (2.43)] 100 \cdot \cos^2 5^\circ \quad IAB = 21.87 \text{ m}$$

$$5.26 \quad h = IAB \cdot \tan \alpha = \frac{1}{2} [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100 \cdot \sin 2\alpha$$

$$h = 21.87 \cdot \tan 5^\circ = \frac{1}{2} [(2.65) - (2.43)] 100 \cdot \sin 10^\circ = 1.72 \text{ m}$$

$$5.27 \quad \Delta H_{AB} = h_T + h - h_M \quad \Delta H_{AB} = 1.70 + 1.72 - 2.54 = 0.88 \text{ m}$$

$$5.28 \quad H_B = H_A + \Delta H_{AB} \quad H_B = 750.50 + 0.88 \quad H_B = 751.38 \text{ m}$$



Problem 5.14

Kotu 400.00 m olan A noktasına kurulan bir teodolit ile B noktasına tutulan miraya bakılarak; düşey açı 104° , üst okuma 3200 mm, orta okuma 3100 ve alt okuma değeri 3000 mm okunmuştur. Teodolit kurulum yüksekliği 175 cm olduğuna göre, A ve B noktaları arasındaki yatay mesafe ve yükseklik farkını hesaplayarak B noktasının kotunu belirleyiniz.

Çözüm 5.14

B Noktasında okunan düşey açı değeri 100° 'dan büyüktür. Dolayısıyla, bu noktaya tutulan mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden aşağıdadır.

$$5.29 \quad Z - \alpha = 100^\circ \quad 104 - \alpha = 100 \quad \alpha = 4^\circ$$

$$5.25 \quad IAB = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \cos^2 \alpha$$

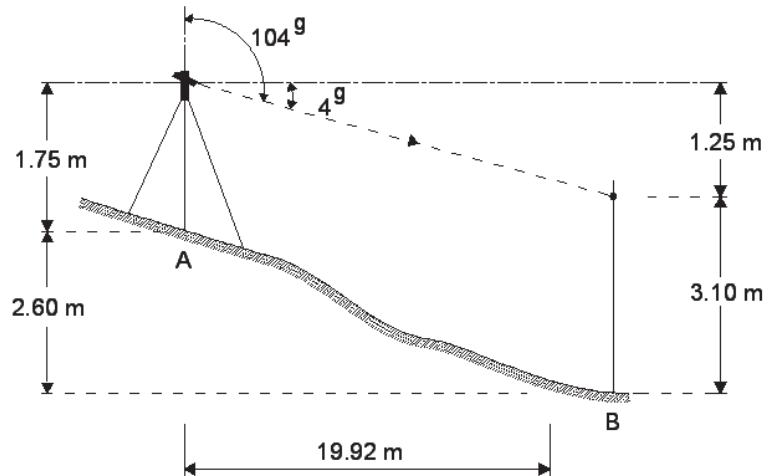
$$IAB = [(3.20) - (3.00)] 100. \cos^2 4 \quad IAB = 19.92 \text{ m}$$

$$5.26 \quad h = IAB. \tan \alpha = \frac{1}{2} [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \sin 2\alpha$$

$$h = 19.92. \tan 4 = \frac{1}{2} [(3.20) - (3.00)] 100. \sin 8 = 1.25 \text{ m}$$

$$5.30 \quad \Delta H_{AB} = h_M + h - h_T \quad \Delta H_{AB} = 3.10 + 1.25 - 1.75 = 2.60 \text{ m}$$

$$5.31 \quad H_B = H_A - \Delta H_{AB} \quad H_B = 400.00 - 2.60 \quad H_B = 397.40 \text{ m}$$



Problem 5.15

Kotu 350.40 m olan A noktasına kurulan bir teodolit ile 1 ve 2 noktalarına tutulan miralara bakılarak aşağıdaki tabloda verilen üst, orta ve alt okuma değerleri ile düşey açı değerleri okunmuştur. Teodolitin kurulum yüksekliği 165 cm olduğuna göre, 1 ve 2 noktaları arasındaki yatay mesafe ve yükseklik farkını hesaplayarak her iki noktanın kotunu belirleyiniz. A Noktası 1 ve 2 noktaları arasında bir yerde bulunmaktadır.

Nokta No.		1	2
Mira okumaları (mm)	Üst	4180	2160
	Orta	4090	2060
	Alt	4000	1960
Düşey açı (Grad)		102.50	96.40

Çözüm 5.15

1 Noktasında okunan düşey açı değeri 100^g 'dan büyüktür. Dolayısıyla, bu noktaya tutulan mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden aşağıdadır.

$$5.29 \quad Z_1 - \alpha_1 = 100^g \quad 102.50 - \alpha_1 = 100 \quad \alpha_1 = 2.50^g$$

$$5.25 \quad IA1I = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100 \cdot \cos^2 \alpha_1$$

$$IA1I = [(4.18) - (4.00)] 100 \cdot \cos^2 2.50 \quad IA1I = 17.92 \text{ m}$$

$$5.26 \quad h_1 = IA1I \cdot \tan \alpha_1 = \frac{1}{2} [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100 \cdot \sin 2\alpha_1$$

$$h_1 = 17.92 \cdot \tan 2.50 = \frac{1}{2} [(4.18) - (4.00)] 100 \cdot \sin 5 = 0.71 \text{ m}$$

$$5.33 \quad \Delta H_{A1} = h_{M1} + h_1 - h_T \quad \Delta H_{A1} = 4.09 + 0.71 - 1.65 = 3.15 \text{ m}$$

$$5.36 \quad H_1 = H_A - \Delta H_{A1} \quad H_1 = 350.40 - 3.15 \quad H_1 = 347.25 \text{ m}$$

2 Noktasında okunan düşey açı değeri 100^g 'dan küçüktür. Dolayısıyla, bu noktaya tutulan mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden yukarıdadır.

$$5.24 \quad Z_2 + \alpha_2 = 100^g \quad 96.40 + \alpha_2 = 100 \quad \alpha_2 = 3.60^g$$

$$5.25 \quad IA2I = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100 \cdot \cos^2 \alpha_2$$

$$IA2I = [(2.16) - (1.96)] 100 \cdot \cos^2 3.60 \quad IA2I = 19.94 \text{ m}$$

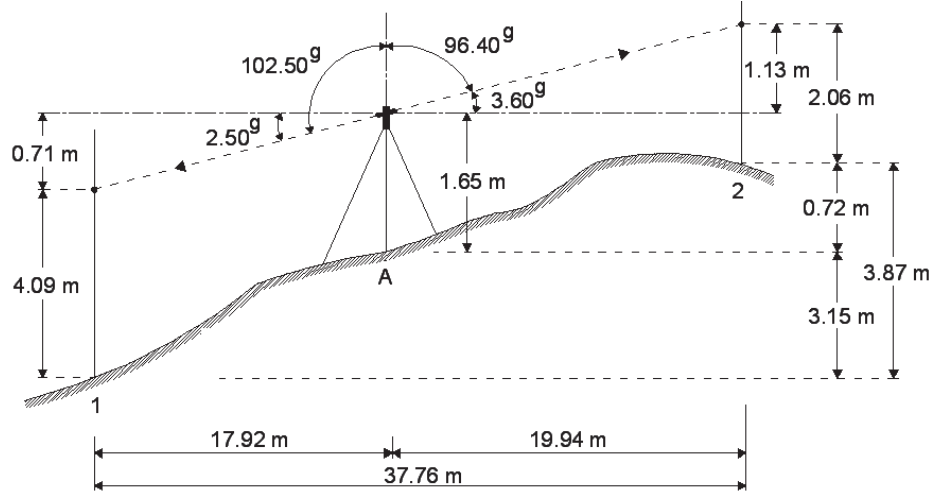
$$5.26 \quad h_2 = IA_2 I. \tan \alpha_2 = \frac{1}{2} [(\text{Üst okuma}) - (\text{Alt okuma})] 100. \sin 2\alpha_2$$

$$h_2 = 19,94. \tan 3.60 = \frac{1}{2} [(2.16) - (1.96)] 100. \sin 7.2 = 1.13 \text{ m}$$

$$5.34 \quad \Delta H_{A2} = h_T + h_2 - h_{M2} \quad \Delta H_{A2} = 1.65 + 1.13 - 2.06 = 0.72 \text{ m}$$

$$5.35 \quad \Delta H_{12} = \Delta H_{A1} + \Delta H_{A2} \quad \Delta H_{12} = 3.15 + 0.72 \quad \Delta H_{12} = 3.87 \text{ m}$$

$$5.37 \quad H_2 = H_A + \Delta H_{A2} \quad H_2 = 350.40 + 0.72 \quad H_2 = 351.12 \text{ m}$$



Problem 5.16

Teodolit ile bir minarenin yüksekliğini belirlemek için bazı ölçümler yapılmıştır. İlk olarak teodolit minarenin tepe noktasına yönlendirilmiş ve bu noktadaki düşey açı değeri 51° okunmuştur. Daha sonra minarenin dibine tutulan bir miradan düşey açı 97° , üst okuma 2840 mm, orta okuma 2640 mm ve alt okuma değeri 2440 mm okunmuştur. Yapılan bu ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre minarenin yüksekliğini belirleyiniz.

Çözüm 5.16

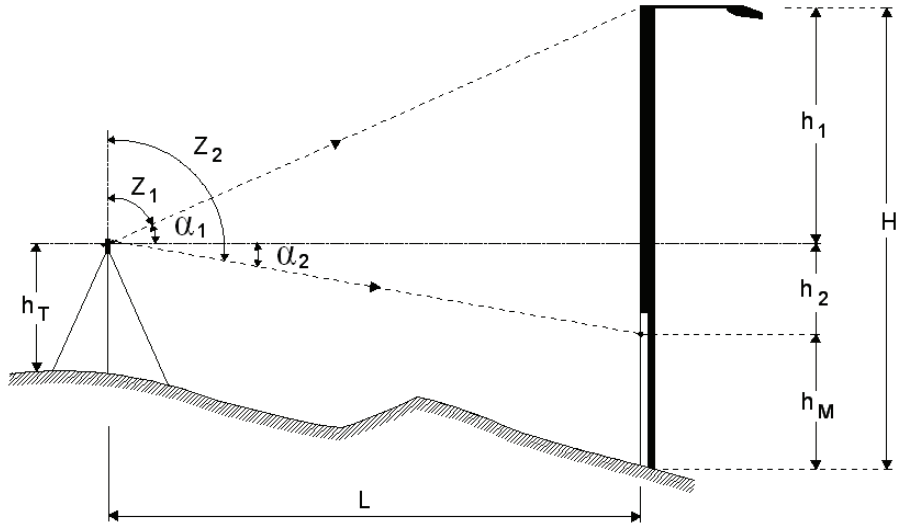
Minarenin tepe noktasında okunan düşey açı değeri 100° 'dan küçüktür. Dolayısıyla, minarenin tepe noktası teodolit yatay ekseninden yukarıdadır.

Problem 5.17

Teodolit ile bir aydınlatma direğinin yüksekliğini belirlemek için bazı ölçümler yapılmıştır. İlk olarak teodolit direğinin tepe noktasına yönlendirilerek bu noktadaki düşey açı değeri 80° okunmuştur. Daha sonra direğin dibine tutulan bir miradan düşey açı 112° , üst okuma 2140 mm, orta okuma 2050 mm ve alt okuma değeri 1960 mm okunmuştur. Yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre aydınlatma direğinin yüksekliğini belirleyiniz.

Çözüm 5.17

Aydınlatma direğinin tepe noktasında okunan düşey açı değeri 100° 'dan küçüktür. Dolayısıyla, aydınlatma direğinin tepe noktası teodolit yatay ekseninden yukarıdadır.



Aydınlatma direğinin dibine tutulan mira üzerinden okunan düşey açı değeri 100° 'dan büyüktür. Dolayısıyla, bu noktaya tutulan mira üzerindeki okumaların yapıldığı nokta teodolit yatay ekseninden aşağıdadır.

$$5.24 \quad Z_1 + \alpha_1 = 100^\circ \quad 80 + \alpha_1 = 100 \quad \alpha_1 = 20^\circ$$

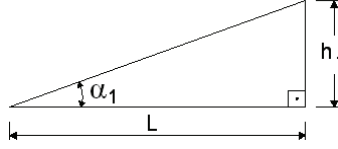
$$5.29 \quad Z_2 - \alpha_2 = 100^\circ \quad 112 - \alpha_2 = 100 \quad \alpha_2 = 12^\circ$$

$$5.25 \quad L = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \cos^2 \alpha_2$$

$$L = [(2.14) - (1.96)] 100. \cos^2 12 \quad L = 17.37 \text{ m}$$

$$5.26 \quad h_2 = L. \tan \alpha_2 = \frac{1}{2} [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \sin 2\alpha_2$$

$$h_2 = 17.37. \tan 12 = \frac{1}{2} [(2.14) - (1.96)] 100. \sin 24 = 3.31 \text{ m}$$



$$2.3 \quad \tan \alpha_1 = \frac{h_1}{L} \quad \tan 20 = \frac{h_1}{17.37} \quad h_1 = 5.64 \text{ m}$$

$$H = h_M + h_2 + h_1 \quad H = 2.05 + 3.31 + 5.64 \quad H = 11 \text{ m}$$

Problem 5.18

Kotu 100.870 m olan A noktasına kurulan bir teodolit ile A noktasından 86 m yatay uzaklıkta bulunan ve kotu 101.42 m olan B noktasındaki miraya bakılarak, düşey açı değeri 98° okunmuştur. Teodolitin kurulum yüksekliği 170 cm olduğuna göre, B noktasına tutulan miradan okunan üst okuma, orta okuma ve alt okuma değerlerini belirleyiniz.

Çözüm 5.18

$$5.24 \quad Z < 100^\circ \quad Z + \alpha = 100^\circ \quad 98 + \alpha = 100 \quad \alpha = 2^\circ$$

$$5.25 \quad 86 = [(Üst okuma) - (Alt okuma)] 100. \cos^2 2$$

$$[(Üst okuma) - (Alt okuma)] = 0.86 \text{ m}$$

$$5.26 \quad h = 86. \tan 2 = \frac{1}{2} 0.86. 100. \sin 4 \quad h = 2.70 \text{ m}$$

$$5.28 \quad H_B = H_A + \Delta H_{AB} \quad 101.42 = 100.87 + \Delta H_{AB} \quad \Delta H_{AB} = 0.55 \text{ m}$$

$$5.27 \quad \Delta H_{AB} = h_T + h - h_M \quad 0.55 = 1.70 + 2.70 - h_M \quad h_M = 3.85 \text{ m}$$

$$\text{Orta okuma} = 3.85 \text{ m} = 3850 \text{ mm}$$

$$[(Üst okuma) - (\text{Orta okuma})] = [(\text{Orta okuma}) - (\text{Alt okuma})] = a$$

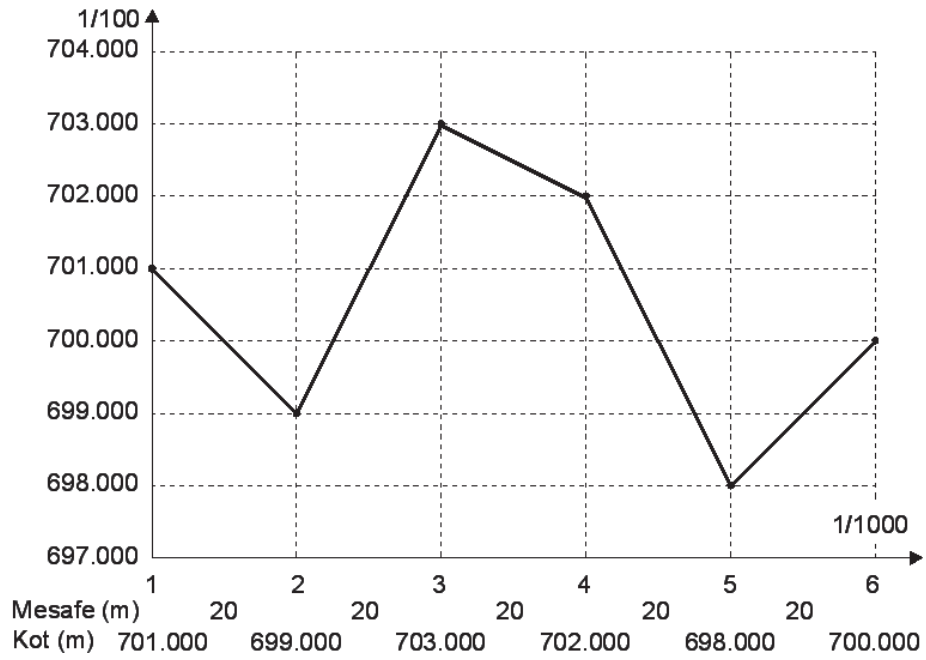
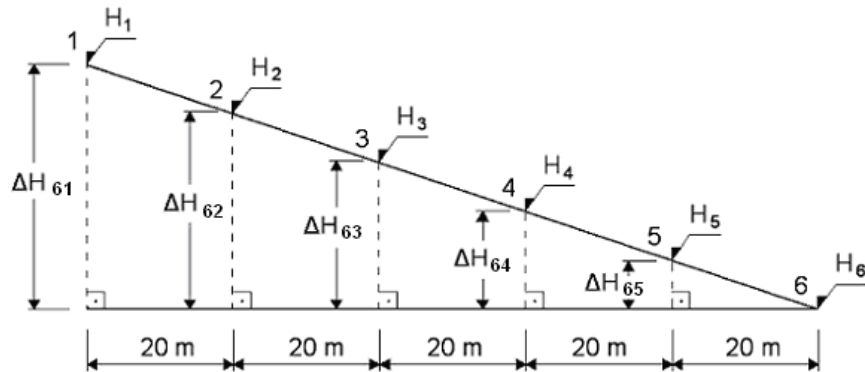
$$[(Üst okuma) - (\text{Alt okuma})] = 2.a = 0.86 \text{ m} \quad a = 0.43 \text{ m}$$

$$\text{Üst okuma} = 3.85 + 0.43 \quad \text{Üst okuma} = 4.28 \text{ m} = 4280 \text{ mm}$$

$$\text{Alt okuma} = 3.85 - 0.43 \quad \text{Alt okuma} = 3.42 \text{ m} = 3420 \text{ mm}$$

Problem 5.19

Bir yol güzergâhının 80 m uzunluğundaki bölümüne ait arazi kesit görünüşü aşağıda verilmiştir. Bu bölümde yolun başlangıç kotu 701.00 m ve bitiş kotu 700.00 m olduğuna göre, yolun eğimini % cinsinden hesaplayarak 20 m ara mesafe ile yol kotlarını belirleyiniz. Ayrıca yolun boy kesitini çizerek, üzerinde dolgu (İmla) ve yarma (Kazı) bölgelerini gösteriniz.

**Çözüm 5.19**

$$2.4 \quad \Delta H_{61} = H_1 - H_6 \quad \Delta H_{61} = 701.00 - 700.00 \quad \Delta H_{61} = 1.00 \text{ m}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H_{61}}{L} \right) \cdot 100 \quad M = \left(\frac{1.00}{100.00} \right) \cdot 100 \quad M = \% 1.00$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H_{62}}{L} \right) \cdot 100 \quad 1.00 = \left(\frac{\Delta H_{62}}{80.00} \right) \cdot 100 \quad \Delta H_{62} = 0.80 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H_{62} = H_2 - H_6 \quad 0.80 = H_2 - 700.00 \quad H_2 = 700.80 \text{ m}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H_{63}}{L} \right) \cdot 100 \quad 1.00 = \left(\frac{\Delta H_{63}}{60.00} \right) \cdot 100 \quad \Delta H_{63} = 0.60 \text{ m}$$

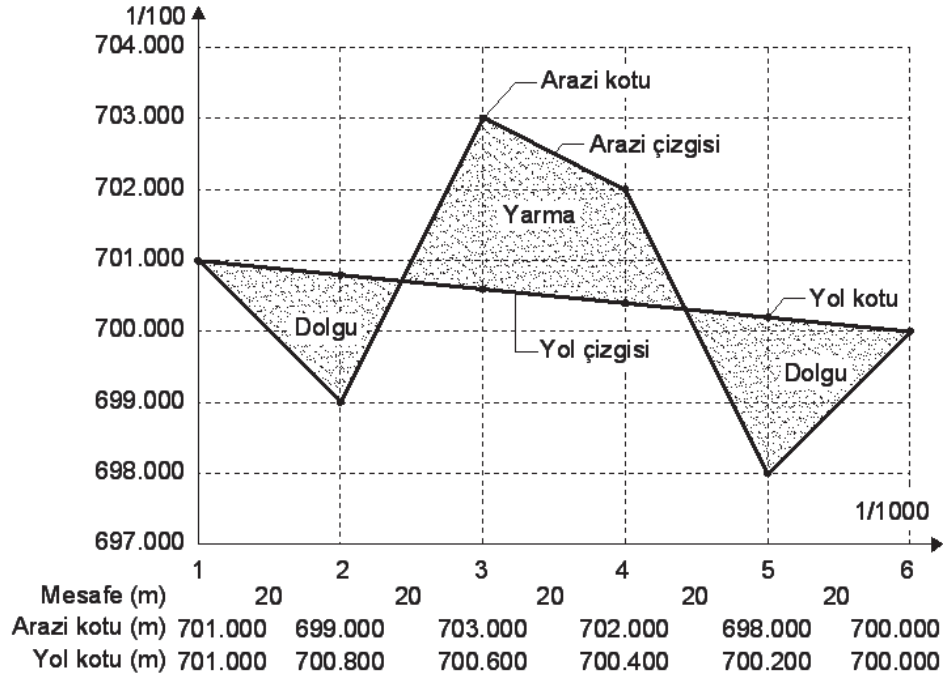
$$2.4 \quad \Delta H_{63} = H_3 - H_6 \quad 0.60 = H_3 - 700.00 \quad H_3 = 700.60 \text{ m}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H_{64}}{L} \right) \cdot 100 \quad 1.00 = \left(\frac{\Delta H_{64}}{40.00} \right) \cdot 100 \quad \Delta H_{64} = 0.40 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H_{64} = H_4 - H_6 \quad 0.40 = H_4 - 700.00 \quad H_4 = 700.40 \text{ m}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H_{65}}{L} \right) \cdot 100 \quad 1.00 = \left(\frac{\Delta H_{65}}{20.00} \right) \cdot 100 \quad \Delta H_{65} = 0.20 \text{ m}$$

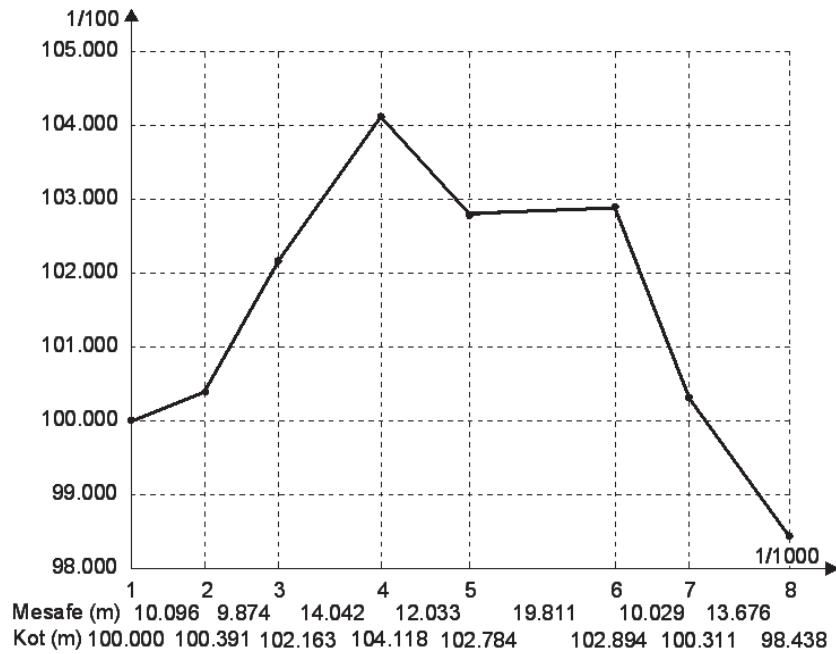
$$2.4 \quad \Delta H_{65} = H_5 - H_6 \quad 0.20 = H_5 - 700.00 \quad H_5 = 700.20 \text{ m}$$



Problem 5.20

Teodolit ile yapılan bir kesit nivelmanından elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Teodolit 5 ve 6 noktaları arasındaki bir yere kurularak, noktalardaki düşey açı, üst, orta ve alt kıl değeri okumaları yapılmıştır. 1 Noktasının kotu 100.000 m olduğuna göre, arazi kesitine ait tigonometrik nivelman karnesini doldurunuz. Ayrıca yatay eksendeki ölçeği 1/1000 ve düşey eksendeki ölçeği 1/100 olarak kesit görünüşünü çiziniz.

Nokta No.	Mira okumaları (mm)			Düşey açı (Grad)
	Üst	Orta	Alt	
1	3800	3500	3200	101.500
2	2240	1990	1740	103.230
3	2630	2430	2230	100.510
4	2010	1880	1750	97.340
5	3240	3170	3100	95.250
6	2860	2830	2800	91.290
7	3540	3460	3380	104.560
8	3160	3010	2860	107.420

Çözüm 5.20

Nokta No.	Ara mesafe (m)	Z (Grad)	α (Grad)	h_M (m)	h (m)	$h_M \mp h$ (m)			Yükseklik farkı (m)		Yatay eksen kotu (m)	Kot (m)
						Geri	Ara	İleri	(+)	(-)		
1	10.096	101.500	1.500	3.500	1.413	4.913	-	-	0.391	-	104.913	100.000
2	9.874	103.230	3.230	1.990	2.532	-	4.522	-	1.772	-	104.913	100.391
3	14.042	100.510	0.510	2.430	0.320	-	2.750	-	1.955	-	104.913	102.163
4	12.033	97.340	2.660	1.880	1.085	-	0.795	-	-	1.334	104.913	104.118
5	19.811	95.250	4.750	3.170	1.041	-	2.129	-	0.110	-	104.913	102.784
6	10.029	91.290	8.710	2.830	0.811	-	2.019	-	-	2.583	104.913	102.894
7	13.676	104.560	4.560	3.460	1.142	-	4.602	-	-	1.873	104.913	100.311
8	89.561	107.420	7.420	3.010	3.465	-	-	6.475	4.228	5.790	104.913	98.438
Toplam		-	-	-	-	4.913	-	6.475	4.228 - 5.790	-1.562	98.438 - 100.000	-1.562
Kontrol	-	-	-	-	-	4.913 - 6.475 -1.562						

BÖLÜM - 6

İZOHİPS EĞRİLERİ

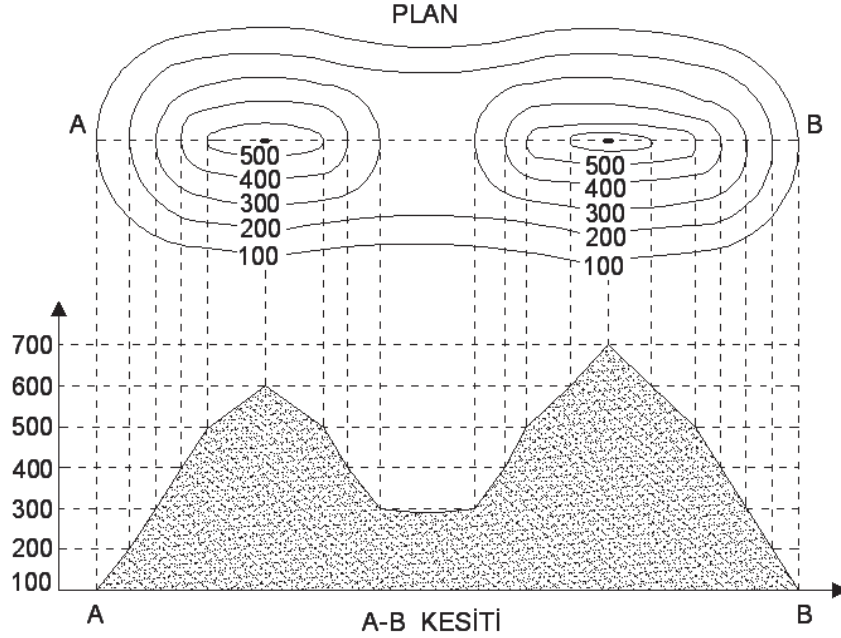
İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

6. İZOHİPS EĞRİLERİ.....	143
6.1. İzohips Eğrilerinin Özellikleri	143
6.2. İzohips Eğrili Haritaların Çizilmesi	150
6.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	152

6. İZOHİPS EĞRİLERİ

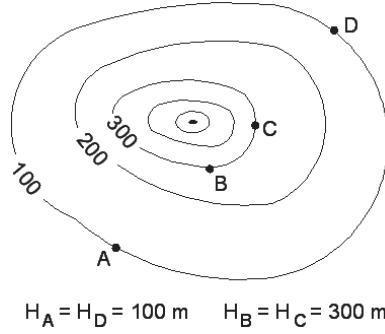
Deniz seviyesinden yükseklikleri yani rakımları aynı olan noktaların birleştirilmesi ile elde edilen kapalı eğrilere **İzohips Eğrileri** adı verilir. İzohips eğrileri; **Tesviye Eğrileri** veya **Münhani Eğrileri** olarak da adlandırılırlar. Yüzey nivelmanı sonucunda elde edilen plan kote, arazi parçalarının topografik (Engebe) yapısı hakkında net bir bilgi vermeyebilir. Arazi parçalarının topografik yapısını daha detaylı ve anlaşılır bir biçimde ifade etmek amacıyla izohips eğrili haritalar kullanılır.



Şekil 6.1 İzohips Eğrili Harita ve Kesit Görünüşü

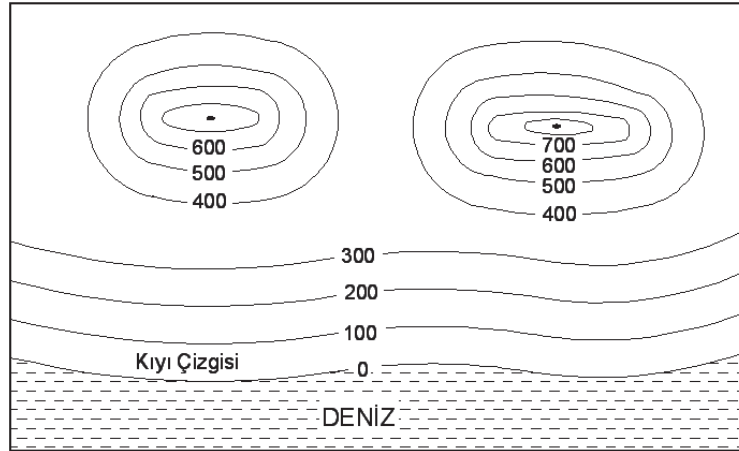
6.1. İzohips Eğrilerinin Özellikleri

- İzohips eğrileri, bir yer şeklini eşit aralıklarla kat eden yatay düzlemlerin meydana getirdiği ara kesitlere tekabül eden eğrilerdir.
- İzohips eğrileri birbirlerini kesmeyen kapalı eğrilerdir. Her izohips eğrisi mutlaka bir kapalı eğri oluşturur. Harita yer şeklinin tamamını göstermiyorsa, izohips eğrileri kapalı eğriler oluşturmayabilir.
- Herhangi bir izohips eğrisi üzerindeki tüm noktaların ortalama deniz üst yüzeyi seviyesinden olan yükseklikleri yani rakımları aynıdır.



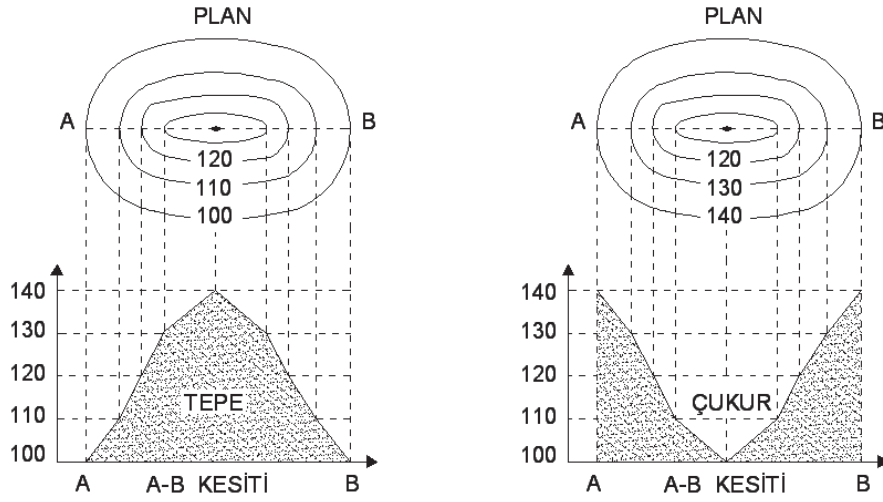
Şekil 6.2 İzohips Eğrili Haritalarda Rakımın İfade Edilmesi

- İzohips eğrileri çizilirken ortalama deniz üst yüzeyi seviyesi baz alınır. Ortalama deniz üst yüzeyi seviyesinden geçirilen ilk izohips eğrisinin rakımı sıfır kabul edilir ve bu izohips eğrisine **Kıyı Çizgisi** adı verilir. İzohips eğrileri kıyı çizgisinden itibaren eşit yükseklik aralıklarında ve rakım değerleri artırılarak çizilirler. İzohips eğrileri arasındaki eşit yükseklik aralıklarına **Equidistance** adı verilir.



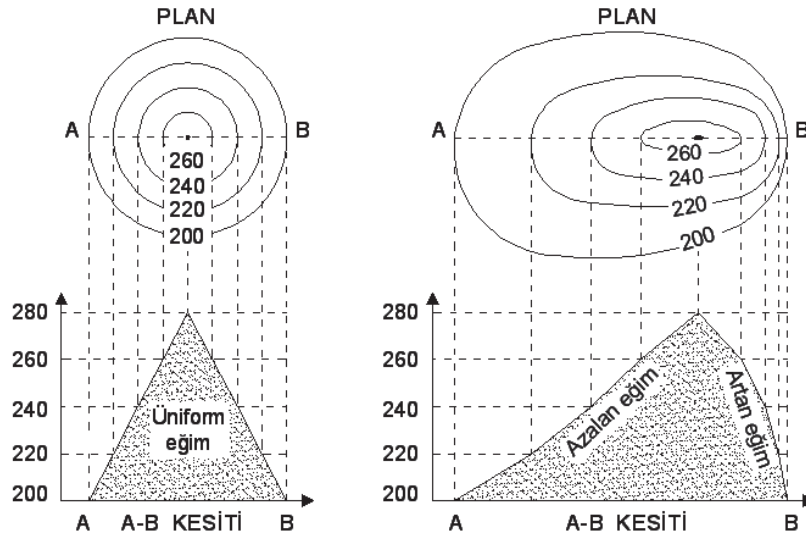
Şekil 6.3 Kıyı Çizgisi ve Rakım Artış Yönü

- İç içe kapalı eğriler şeklindeki izohips eğrileri bir tepeli yada çukuru ifade ederler. Eğriler üzerindeki rakım değerleri yukarı doğru gidildikçe artıyorsa oluşan arazi şekline **Tepe**, azalıyorsa **Çukur** adı verilir. Tepelerin en yüksek noktaları ile çukurların en derin noktaları harita üzerinde bir nokta ile ifade edilirler.



Şekil 6.4 Tepe, Çukur

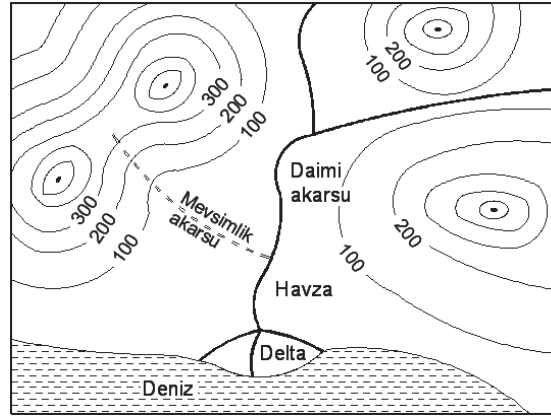
- Arazi eğimi üniform ise izohips eğrileri arasındaki mesafeler yaklaşık olarak birbirine eşit olur. İzohips eğrileri arasındaki mesafe azaldıkça arazinin eğiminin artar, mesafe arttıkça arazinin eğimi azalır.



Şekil 6.5 Arazi Yapılarında Eğim Şekilleri

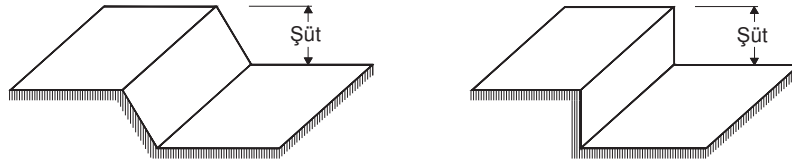
- İzohips eğrilerinin su kütleleri (Deniz, göl) içinde devam eden kısımlarına **İzobar (Eş Basınç) Eğrileri** adı verilir. İzobar eğrileri üzerindeki bütün noktalarda su basıncı değerleri birbirine eşit olur.

- Akarsulardan sonra geçirilen ilk izohips eğrilerinin rakımları aynıdır. İzohips eğrili haritalarda daimi akarsular sürekli çizgi ile, mevsimlik akarsular ise süreksiz (Kesikli) çizgi ile ifade edilirler.
- Akarsuları göle ya da denize akıtan, etrafı dağlarla çevrili geniş çukurlara **Havza** adı verilir.
- Akarsuların denize döküldüğü, başka bir ifadeyle akarsuların deniz ile birleştikleri düz arazi parçalarına **Delta** adı verilir.



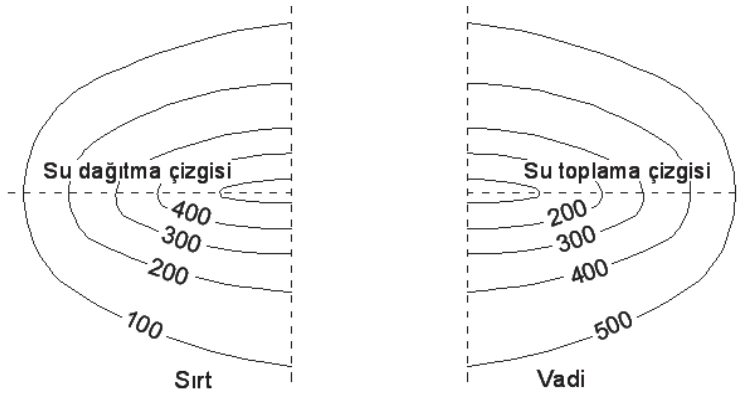
Şekil 6.6 Daimi Akarsu, Mevsimlik Akarsu, Havza, Delta

- Düşey yada düşeye yakın eğimli, fazla yüksek olmayan arazi yapılarına **Şüt (Düşü)** adı verilir.



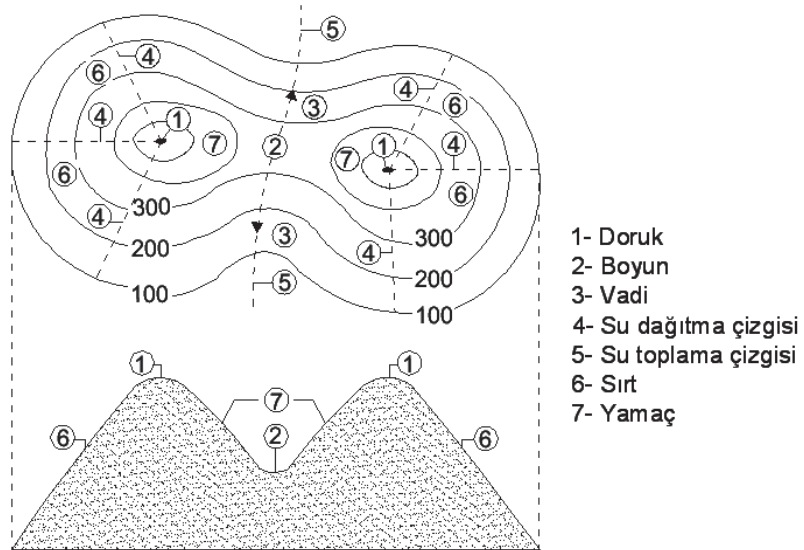
Şekil 6.7 Şüt (Düşü)

- İzohips eğrilerinin rakım değerlerinin artış yönünde kıvrılmasıyla oluşan arazi yapısına **Sırt**, kıvrılma noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen doğruya da **Su Dağıtma Çizgisi** adı verilir. İzohips eğrilerinin rakım değerlerinin artış yönüne ters kıvrılmasıyla oluşan arazi yapısına **Vadi**, kıvrılma noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen doğruya da **Su Toplama Çizgisi** adı verilir.



Şekil 6.8 Sirt, Vadi, Su Dağıtma Çizgisi, Su Toplama Çizgisi

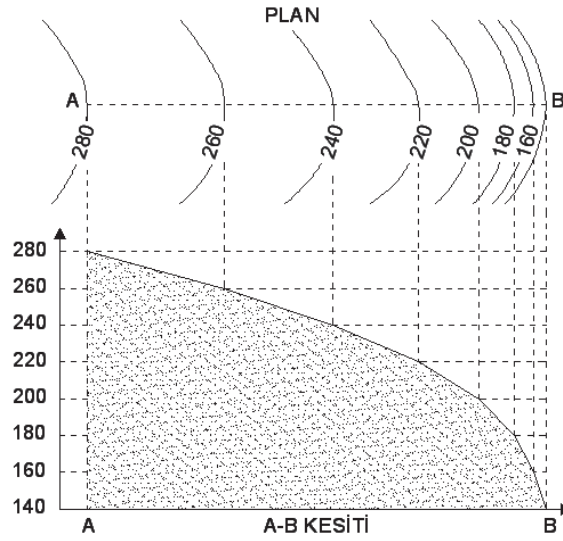
- Dağların ve tepelerin en yüksek noktalarına **Doruk (Zirve)** adı verilir.
- İki tepeyi birleştiren su toplama çizgisinin en çukur veya en alçak yerine **Boyun** adı verilir.
- Su dağıtma çizgisi ile su toplama çizgisi arasında kalan arazi parçasına **Yamaç** adı verilir.



Şekil 6.9 Doruk, Boyun, Yamaç

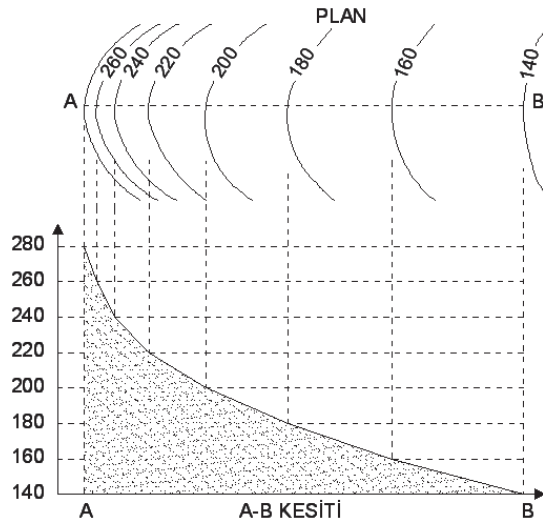
- Dar ve derin boynlara **Gedik** adı verilir.
- Gediklerden daha derin, iki yanı dik ve uzun olan boynlara **Geçit**, eğik arazi yüzeyleri arasındaki uzun geçitlere ise **Boğaz** adı verilir.

- Rakımın yüksek olduğu kısımlarda birbirinden uzak, düşük olduğu kısımlarda ise birbirine yakın izohips eğrilerinin düşey kesiti dış bükey bir eğimi ifade eder.



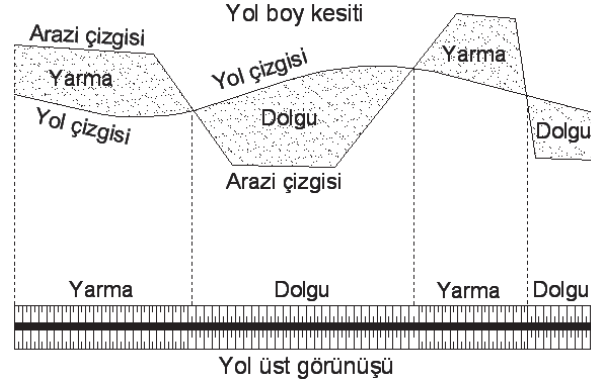
Şekil 6.10 Dış Bükey Eğim

- Rakımın yüksek olduğu kısımlarda birbirine yakın, düşük olduğu kısımlarda ise birbirinden uzak izohips eğrilerinin düşey kesiti iç bükey bir eğimi ifade eder.



Şekil 6.11 İç Bükey Eğim

- Ortalama eğimi 90° olan düşey yada düşeye yakın eğimli, yüksek ve dik arazi yapılarına **Uçurum (Yar)** adı verilir.
- Civarındaki alçak bölgelere göre 105 – 650 m yükseklik gösteren bölgelere **Tepe** adı verilir.
- Civarındaki alçak bölgelere nazaran genel olarak 650 metreden daha fazla yükseklikteki tepeleri ihtiva eden bölgelere **Dağ** adı verilir. Dağlar, üzerlerinde her çeşit arazi arızası bulunduran ve geniş alanları kaplayan büyük arazi kabartılarıdır.
- Yüksekliği olmayan küçük çukurlara **Ova** adı verilir.
- İçinde su bulunmayan doğal çukurlara **Korkurdan** adı verilir.
- Çok eski bir yerleşim yerinin, zamanla toprakla örtülerek tepe biçimine gelmiş haline **Höyük** adı verilir. Höyükler genelde üst üste gelmiş, çok evreli yerleşim yeri birimleridir. Yükseklikleri 1-40 m, taban alanı uzunlukları ise 1000-1500 m arasında değişmektedir.
- Yağmur sularından kaynaklanan yüzeysel akıştan dolayı yamaçlarda meydana gelen yarıntılara **Derecik**, iki dağ yamacının kesişmesiyle oluşan derecik yataklarına ise **Çatak** adı verilir.
- Yağışlarla gelen sular ile kaynak (Pınar) sularını çay ve nehirlerle taşıyan, sırtlar yada yamaçlar arasında kalmış küçük su akıntılarına **Dere** ve bunların yataklarına da **Dere Yatağı** adı verilir.
- Birkaç derenin birleşmesiyle oluşan büyük akarsulara **Çay**, birkaç çayın birleşmesiyle oluşan akarsulara da **İrmak (Nehir)** adı verilir.
- Akarsu yatağı tabanının, akıntı istikametindeki en derin yerlerinden geçtiği varsayılan çizgiye **Talvek** adı verilir.
- Genellikle akıntısı olmayan küçük su topluluklarına **Göl** adı verilir.
- Dağlık arazide bulunan ova durumundaki düzlüklere **Yayla** adı verilir. Yayla, civarındaki vadi tabanından itibaren 150 metreden fazla yükseklik gösteren bölgedir.
- Yükseklikleri olmayan kumla kaplı büyük düzlüklere **Çöl** adı verilir.
- Karayollarına, demiryollarına veya sulama kanallarına istenilen eğimi vermek amacıyla yüksek yerlerde kazılan arazi kısımlarına **Yarma**, alçak yerlerde doldurulan arazi kısımlarına ise **Dolgu** adı verilir.

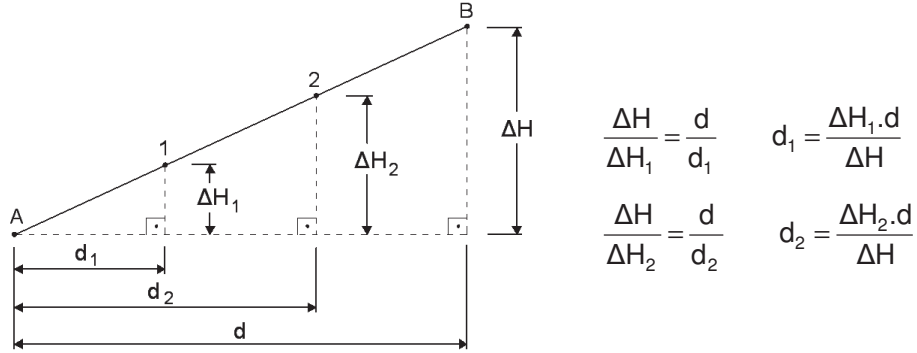


Şekil 6.12 Yol Güzergâhında Yarma ve Dolgu Bölgelerinin İfade Edilmesi

6.2. İzohips Eğrili Haritaların Çizilmesi

İzohips eğrili haritaların çiziminde arazi parçaları üzerinde yapılan yüzey nivelmanları sonucunda hazırlanmış plan koteler kullanılır. İzohips eğrili haritalar oluştururken, arazi parçasının topografik yapısını en iyi şekilde ifade eden bir kot (Yükseklik) farkı aralığı (Eqdistance) belirlenmelidir. İzohips eğrili haritaların oluşturulması ve plan koteler üzerinde gösterilmeleri aşağıda verilen işlem sırası takip edilerek yapılır.

1. Plan kote üzerinde kot değerleri belli olan iki nokta arasından geçirilecek izohips eğrilerinin kot (Yükseklik) farkı aralığı belirlenir. Kot farkı aralığı 0.25 m – 10 m arasında değerler alabilir.
2. Geçirilecek izohips eğrilerinin sayısı belirlenir. Bu işlem için plan kote üzerindeki en büyük ve en küçük kot değerleri dikkate alınır. En büyük kot değerinden kot farkı aralığı çıkarılarak kotu düşük olan noktaya yaklaşılmaya çalışılır. Çıkarma işlemine, yaklaşılmaya çalışılan noktanın kot değeri veya bu kot değerinden daha küçük bir değer elde edilinceye kadar devam edilir.
3. Kot değerleri belli olan her iki nokta arasından geçirilecek ara izohips eğrilerinin sayısı belirlenir. Ayrıca kot (Yükseklik) farkı aralığı dikkate alınarak, geçirilecek izohips eğrilerinin kot değerleri belirlenir.
4. Geçirilecek ara izohips eğrileri arasındaki yatay mesafe değerleri, Şekil 6.13'e göre üçgenler arasındaki benzerlik eşitliklerinden yola çıkılarak yazılan Bağıntı 6.1 kullanılarak belirlenir.



Şekil 6.13 İzohips Eğrileri Arasındaki Yatay Mesafelerin Belirlenmesi

$$d_n = \frac{\Delta H_n \cdot d}{\Delta H} \quad 6.1$$

Bağıntıda;

A,B : Plan kote üzerinde kot değerleri belli olan ve aralarından izohips eğrileri geçirilecek noktalar

d : A ve B arasındaki yatay mesafe (Kare kenarı uzunluğu)

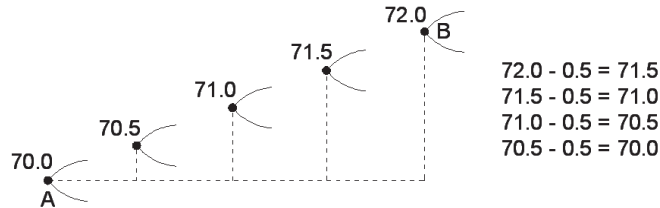
d_n : Geçirilecek izohips eğrilerinin kot değeri düşük olan A noktasından olan yatay uzaklıkları

ΔH : A ve B noktaları arasındaki kot (Yükseklik) farkı

ΔH_n : Geçirilecek izohips eğrilerinin kot değeri düşük olan A noktası ile aralarındaki kot (Yükseklik) farkları

Değerini ifade eder.

Şekil 6.14'de 0.5 m kot (Yükseklik) farkı aralığı ile A ve B noktaları arasından geçirilen izohips eğrileri ve bunların kot değerleri gösterilmiştir.

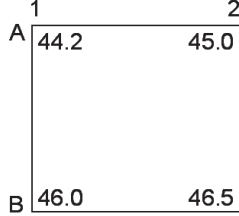


Şekil 6.14 Ara İzohips Eğrilerinin Kot Değerlerinin Belirlenmesi

5. Son işlem olarak, izohips eğrileri birbirini kesmeyen kapalı eğriler oluşturacak şekilde plan kote üzerine çizilir.

6.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 6.1



Kare kenarı uzunluğu 50 m olacak şekilde hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, 0.5 m kot farkı aralığına göre izohips eğrili haritasını çiziniz.

Çözüm 6.1

En büyük kot değeri : 46.5 m

En küçük kot değeri : 44.2 m

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$46.5 - 0.5 = 46.0 \text{ m} \quad 46.0 - 0.5 = 45.5 \text{ m}$$

$$45.5 - 0.5 = 45.0 \text{ m} \quad 45.0 - 0.5 = 44.5 \text{ m}$$

A1 - A2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$45.0 > 44.5 > 44.2$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 44.5 m

44.5 m kotlu eğrinin 44.2 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(44.5 - 44.2) \cdot 50}{45.0 - 44.2} \quad d_1 = 18.75 \text{ m}$$

A1 - B1 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$46.0 > 45.5 > 45.0 > 44.5 > 44.2$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 44.5 m, 45.0 m, 45.5 m

44.5 m kotlu eğrinin 44.2 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(44.5 - 44.2) \cdot 50}{46.0 - 44.2} \quad d_1 = 8.33 \text{ m}$$

45.0 m kotlu eğrinin 44.2 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(45.0 - 44.2) \cdot 50}{46.0 - 44.2} \quad d_2 = 22.22 \text{ m}$$

45.5 m kotlu eğrinin 44.2 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_3 = \frac{\Delta H_3 \cdot d}{\Delta H} \quad d_3 = \frac{(45.5 - 44.2) \cdot 50}{46.0 - 44.2} \quad d_3 = 36.11 \text{ m}$$

A2 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$46.5 > 46.0 > 45.5 > 45.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 45.5 m, 46.0 m

45.5 m kotlu eğrinin 45.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(45.5 - 45.0) \cdot 50}{46.5 - 45.0} \quad d_1 = 16.67 \text{ m}$$

46.0 m kotlu eğrinin 45.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

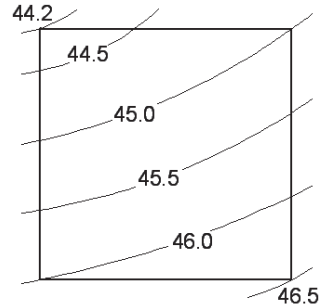
$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(46.0 - 45.0) \cdot 50}{46.5 - 45.0} \quad d_2 = 33.33 \text{ m}$$

B1 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

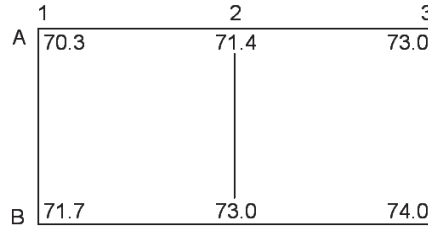
$$46.5 > 46.0$$

Bu noktalar arasından izohips eğrisi geçirilemez.

Belirlenen izohips eğrilerine göre izohips eğrili harita çizilir.



Problem 6.2



Kare kenarı uzunluğu 30 m olacak şekilde hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, 0.5 m kot farkı aralığına göre izohips eğrili haritasını çiziniz.

Çözüm 6.2

En büyük kot değeri : 74.0 m

En küçük kot değeri : 70.3 m

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$74.0 - 0.5 = 73.5 \text{ m} \quad 73.5 - 0.5 = 73.0 \text{ m}$$

$$73.0 - 0.5 = 72.5 \text{ m} \quad 72.5 - 0.5 = 72.0 \text{ m}$$

$$72.0 - 0.5 = 71.5 \text{ m} \quad 71.5 - 0.5 = 71.0 \text{ m}$$

$$71.0 - 0.5 = 70.5 \text{ m} \quad 70.5 - 0.5 = 70.0 \text{ m}$$

A1 - A2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$71.4 > 71.0 > 70.5 > 70.3$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 70.5 m, 71.0 m

70.5 m kotlu eğrinin 70.3 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(70.5 - 70.3) \cdot 30}{71.4 - 70.3} \quad d_1 = 5.45 \text{ m}$$

71.0 m kotlu eğrinin 70.3 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(71.0 - 70.3) \cdot 30}{71.4 - 70.3} \quad d_2 = 19.09 \text{ m}$$

A2 - A3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$73.0 > 72.5 > 72.0 > 71.5 > 71.4$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 71.5 m, 72.0 m, 72.5 m

71.5 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(71.5 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_1 = 1.88 \text{ m}$$

72.0 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(72.0 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_2 = 11.25 \text{ m}$$

72.5 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_3 = \frac{\Delta H_3 \cdot d}{\Delta H} \quad d_3 = \frac{(72.5 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_3 = 20.63 \text{ m}$$

B1 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$73.0 > 72.5 > 72.0 > 71.7$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 72.0 m, 72.5 m

72.0 m kotlu eğrinin 71.7 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(72.0 - 71.7) \cdot 30}{73.0 - 71.7} \quad d_1 = 6.92 \text{ m}$$

72.5 m kotlu eğrinin 71.7 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(72.5 - 71.7) \cdot 30}{73.0 - 71.7} \quad d_2 = 18.46 \text{ m}$$

B2 - B3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

74.0 > 73.5 > 73.0

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 73.5 m

73.5 m kotlu eğrinin 73.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(73.5 - 73.0) \cdot 30}{74.0 - 73.0} \quad d_1 = 15.00 \text{ m}$$

A1 - B1 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

71.7 > 71.5 > 71.0 > 70.5 > 70.3

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 70.5 m, 71.0 m, 71.5 m

70.5 m kotlu eğrinin 70.3 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(70.5 - 70.3) \cdot 30}{71.7 - 70.3} \quad d_1 = 4.29 \text{ m}$$

71.0 m kotlu eğrinin 70.3 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(71.0 - 70.3) \cdot 30}{71.7 - 70.3} \quad d_2 = 15.00 \text{ m}$$

71.5 m kotlu eğrinin 70.3 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_3 = \frac{\Delta H_3 \cdot d}{\Delta H} \quad d_3 = \frac{(71.5 - 70.3) \cdot 30}{71.7 - 70.3} \quad d_3 = 25.71 \text{ m}$$

A2 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

73.0 > 72.5 > 72.0 > 71.5 > 71.4

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 71.5 m, 72.0 m, 72.5 m

71.5 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(71.5 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_1 = 1.88 \text{ m}$$

72.0 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(72.0 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_2 = 11.25 \text{ m}$$

72.5 m kotlu eğrinin 71.4 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_3 = \frac{\Delta H_3 \cdot d}{\Delta H} \quad d_3 = \frac{(72.5 - 71.4) \cdot 30}{73.0 - 71.4} \quad d_3 = 20.63 \text{ m}$$

A3 - B3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

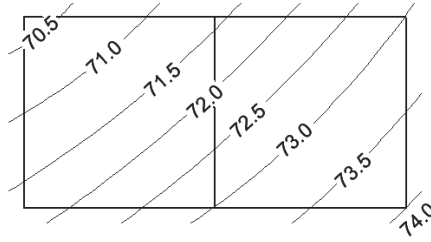
$$74.0 > 73.5 > 73.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 73.5 m

73.5 m kotlu eğrinin 73.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(73.5 - 73.0) \cdot 30}{74.0 - 73.0} \quad d_1 = 15.00 \text{ m}$$

Belirlenen izohips eğrilerine göre izohips eğrili harita çizilir.



Problem 6.3

	1	2	3
A	42.0	41.0	42.0
B	41.0	40.0	41.5
C	42.0	41.5	43.0

Kare kenarı uzunluğu 20 m olacak şekilde hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, 0.5 m kot farkı aralığına göre izohips eğrili haritasını çiziniz.

Çözüm 6.3

En büyük kot değeri : 43.0 m

En küçük kot değeri : 40.0 m

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$43.0 - 0.5 = 42.5 \text{ m} \quad 42.5 - 0.5 = 42.0 \text{ m}$$

$$42.0 - 0.5 = 41.5 \text{ m} \quad 41.5 - 0.5 = 41.0 \text{ m}$$

$$41.0 - 0.5 = 40.5 \text{ m} \quad 40.0 - 0.5 = 40.0 \text{ m}$$

A1 - A2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5 > 41.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 41.5 m

41.5 m kotlu eğrinin 41.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(41.5 - 41.0) \cdot 20}{42.0 - 41.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

A2 - A3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5 > 41.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 41.5 m

41.5 m kotlu eğrinin 41.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(41.5 - 41.0) \cdot 20}{42.0 - 41.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

B1 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$41.0 > 40.5 > 40.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 40.5 m

40.5 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(40.5 - 40.0) \cdot 20}{41.0 - 40.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

B2 - B3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$41.5 > 41.0 > 40.5 > 40.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 40.5 m, 41.0 m

40.5 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(40.5 - 40.0) \cdot 20}{41.5 - 40.0} \quad d_1 = 6.67 \text{ m}$$

41.0 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(41.0 - 40.0) \cdot 20}{41.5 - 40.0} \quad d_2 = 13.33 \text{ m}$$

C1 - C2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5$$

Bu noktalar arasından izohips eğrisi geçirilemez.

C2 - C3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$43.0 > 42.5 > 42.0 > 41.5$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 42.0 m, 42.5 m

42.0 m kotlu eğrinin 41.5 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(42.0 - 41.5) \cdot 20}{43.0 - 41.5} \quad d_1 = 6.67 \text{ m}$$

42.5 m kotlu eğrinin 41.5 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(42.5 - 41.5) \cdot 20}{43.0 - 41.5} \quad d_2 = 13.33 \text{ m}$$

A1 - B1 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5 > 41.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 41.5 m

41.5 m kotlu eğrinin 41.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(41.5 - 41.0) \cdot 20}{42.0 - 41.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

B1 - C1 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5 > 41.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 41.5 m

41.5 m kotlu eğrinin 41.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(41.5 - 41.0) \cdot 20}{42.0 - 41.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

A2 - B2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$41.0 > 40.5 > 40.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 40.5 m

40.5 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(40.5 - 40.0) \cdot 20}{41.0 - 40.0} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

B2 - C2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$41.5 > 41.0 > 40.5 > 40.0$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 40.5 m, 41.0 m

40.5 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(40.5 - 40.0) \cdot 20}{41.5 - 40.0} \quad d_1 = 6.67 \text{ m}$$

41.0 m kotlu eğrinin 40.0 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(41.0 - 40.0) \cdot 20}{41.5 - 40.0} \quad d_2 = 13.33 \text{ m}$$

A3 - B3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$42.0 > 41.5$$

Bu noktalar arasından izohips eğrisi geçirilemez.

B3 - C3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri

$$43.0 > 42.5 > 42.0 > 41.5$$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 42.0 m, 42.5 m

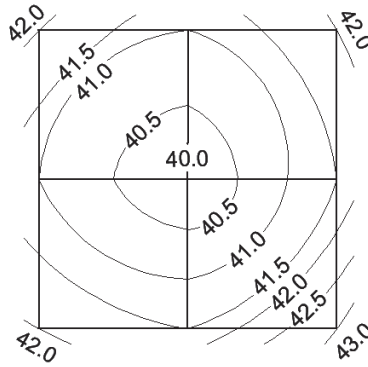
42.0 m kotlu eğrinin 41.5 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(42.0 - 41.5) \cdot 20}{43.0 - 41.5} \quad d_1 = 6.67 \text{ m}$$

42.5 m kotlu eğrinin 41.5 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

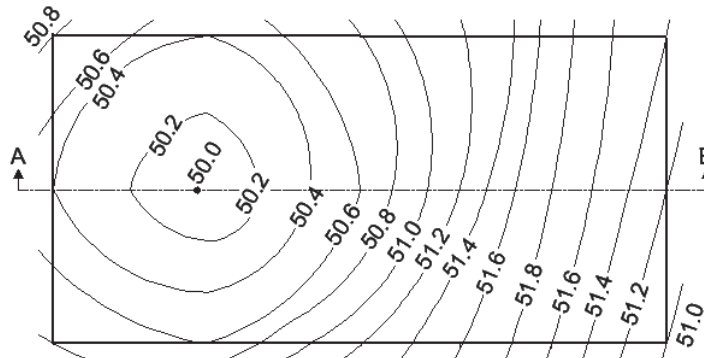
$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_2 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(42.5 - 41.5) \cdot 20}{43.0 - 41.5} \quad d_2 = 13.33 \text{ m}$$

Belirlenen izohips eğrilerine göre izohips eğrili harita çizilir.

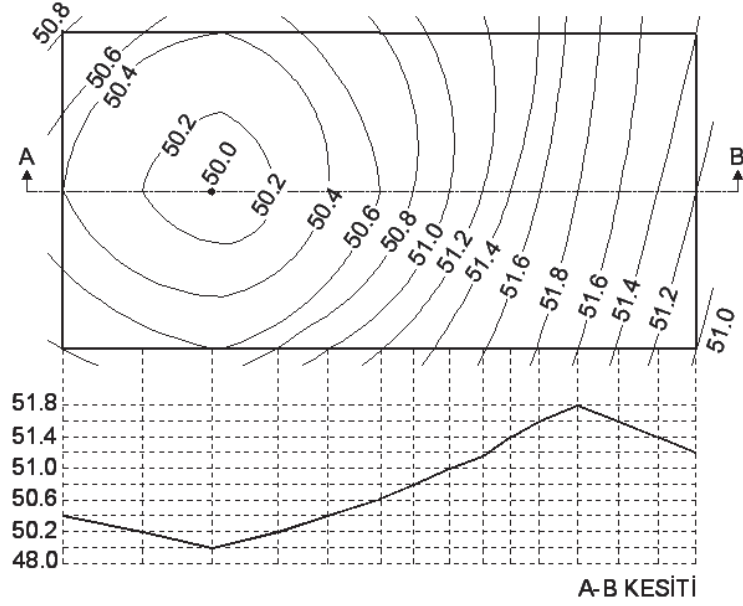


Problem 6.4

Şekilde verilen izohips eğrili harita üzerinde belirtilen A – B hattı boyunca arazi parçasının kesit görünüşünü çiziniz.

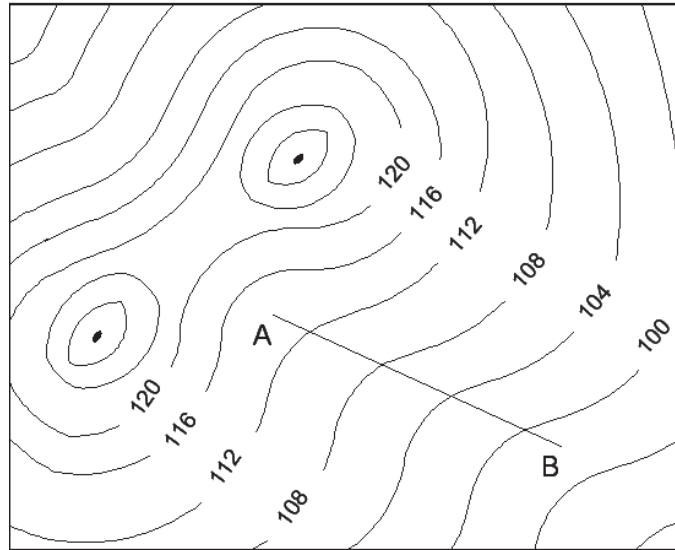


Çözüm 6.4

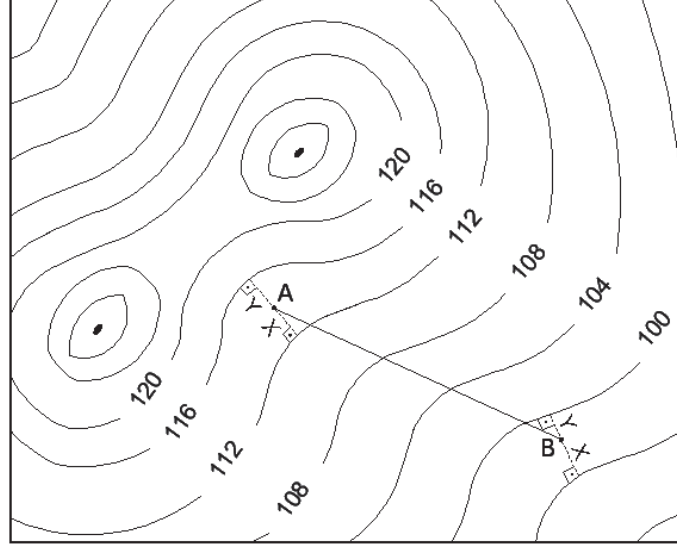


Problem 6.5

Şekilde verilen izohips eğrili harita 1/10000 ölçeğinde hazırlanmıştır. Harita üzerindeki IABI doğru parçasının gerçek uzunluğu ile başlangıç (A) ve bitiş (B) noktalarının kot değerlerini belirleyiniz. Ayrıca IABI doğru parçasının eğimini derece, grad, radyan ve % cinsinden hesaplayınız.



Çözüm 6.5

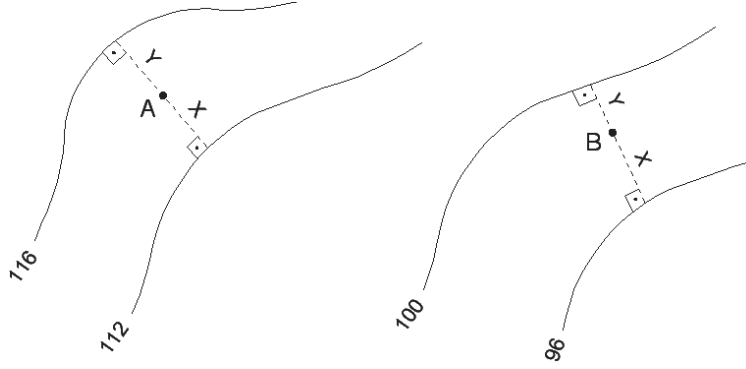


IABI Doğru parçasının harita üzerinde görünen uzunluğu, yatay düzlem üzerindeki izdüşüm uzunluğudur. Doğru parçasının gerçek uzunluğunun belirlenebilmesi için ilk olarak izdüşüm uzunluğunun gerçek değerinin belirlenmesi gerekir. IABI Doğru parçasının izdüşüm uzunluğu cetvel ile ölçülür. Büyüklüğü 4.45 cm ölçülen çizim uzunluğu ve izohips eğrili haritanın hazırlandığı 1/10000 ölçeği kullanılarak, Bağıntı 2.7'ye göre izdüşüm uzunluğunun gerçek değeri belirlenir.

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} = \frac{1}{10000} = \frac{4.45}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$\text{Gerçek uzunluk} = 44500 \text{ cm} = 445 \text{ m}$$

IABI Doğru parçasının başlangıç ve bitiş noktalarının kot değerleri belirlenirken, bu noktaların harita üzerinde bulundukları konumlar dikkate alınır. Başlangıç ve bitiş noktalarından, bulundukları aralıktaki üst ve alt izohips eğrilerini dik kesecek şekilde doğrular çizilir. Çizilen doğrular üzerindeki X ve Y mesafeleri cetvel ile ölçülerek çizim uzunlukları belirlenir.



A Noktasının her iki yanından, 116 m ve 112 m kotlu izohips eğrilerini yaklaşık olarak dik kesen bir doğru çizilir. B Noktasından ise, 100 m ve 96 m kotlu izohips eğrilerini yaklaşık olarak dik kesen bir doğru çizilir. Çizilen doğrular üzerindeki X ve Y mesafeleri cetvel ile ölçülür. Ölçülen çizim uzunluğu değerleri ile izohips eğrili haritanın ölçeği ve Bağıntı 2.7 kullanılarak X ve Y mesafelerinin gerçek uzunlukları belirlenir.

A Noktası için kot hesabı

X ve Y mesafelerinin çizim uzunluğu değerleri

$$X = 0.50 \text{ cm}, Y = 0.50 \text{ cm}$$

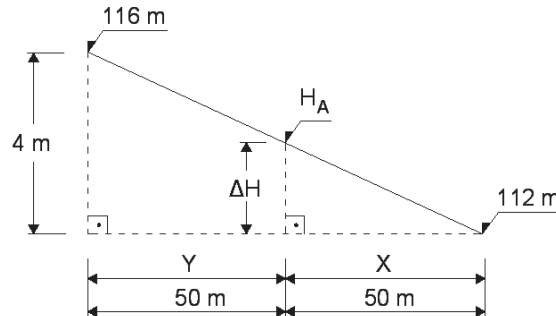
X ve Y mesafelerinin gerçek uzunluk değerleri

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} = \frac{1}{10000} = \frac{0.50}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$\text{Gerçek uzunluk} = 5000 \text{ cm} = 50 \text{ m} \quad X = 50 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} = \frac{1}{10000} = \frac{0.50}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$\text{Gerçek uzunluk} = 5000 \text{ cm} = 50 \text{ m} \quad Y = 50 \text{ m}$$



Üçgenler arasındaki benzerlik bağıntısı yazılır

$$\frac{116 - 112}{\Delta H} = \frac{X + Y}{X} \quad \frac{4}{\Delta H} = \frac{50 + 50}{50} \quad \Delta H = 2 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H = H_A - 112 \quad 2 = H_A - 112 \quad H_A = 114 \text{ m}$$

B Noktası için kot hesabı

X ve Y mesafelerinin çizim uzunluğu değerleri

$$X = 0.55 \text{ cm}, Y = 0.38 \text{ cm}$$

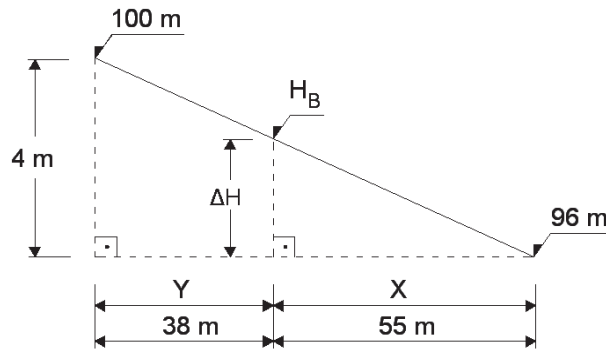
X ve Y mesafelerinin gerçek uzunluk değerleri

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad \frac{1}{10000} = \frac{0.55}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$\text{Gerçek uzunluk} = 5500 \text{ cm} = 55 \text{ m} \quad X = 55 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \text{Ölçek} = \frac{\text{Plandaki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}} \quad \frac{1}{10000} = \frac{0.38}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

$$\text{Gerçek uzunluk} = 3800 \text{ cm} = 38 \text{ m} \quad Y = 38 \text{ m}$$

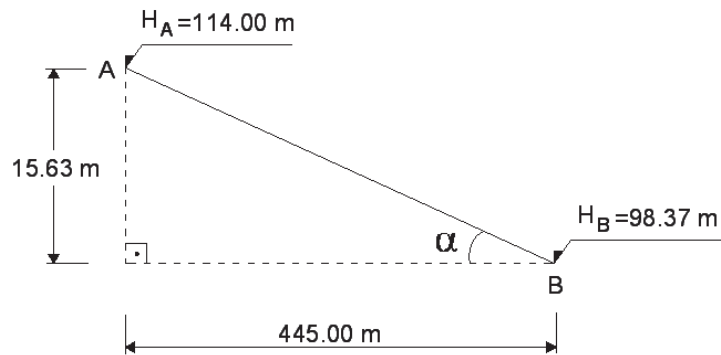


Üçgenler arasındaki benzerlik bağıntısı yazılır

$$\frac{100 - 96}{\Delta H} = \frac{X + Y}{X} \quad \frac{4}{\Delta H} = \frac{55 + 38}{55} \quad \Delta H = 2.37 \text{ m}$$

$$2.4 \quad \Delta H = H_B - 96 \quad 2.37 = H_B - 96 \quad H_B = 98.37 \text{ m}$$

IABI Doğru parçasının gerçek uzunluğu; doğru parçasının başlangıç ve bitiş noktalarının kot değerleri ile yatay izdüşüm uzunluğu değerine göre, üçgende pisagor teoremi yazılarak hesaplanır.



$$2.4 \quad \Delta H = H_A - H_B \quad \Delta H = 114.00 - 98.37 \quad \Delta H = 15.63 \text{ m}$$

$$|ABI|^2 = 15.63^2 + 445.00^2 \quad |ABI| = 445.27 \text{ m}$$

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \tan \alpha = \frac{15.63}{445.00} \quad \tan \alpha = 0.035$$

$$2.5 \quad \alpha = \text{Arc Tan} \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \quad \alpha = \text{Arc Tan} (0.035) \quad \alpha = 2.00^\circ$$

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \frac{2.00^\circ}{180} = \frac{\text{Grad}}{200} \quad \alpha = 2.22^g$$

$$2.2 \quad \frac{\text{Derece}}{180} = \frac{\text{Radyan}}{\pi} \quad \frac{2.00^\circ}{180} = \frac{\text{Radyan}}{3.14} \quad \alpha = 0.035 \text{ Radyan}$$

$$2.6 \quad M = \left(\frac{\Delta H}{L} \right) \cdot 100 \quad M = \left(\frac{15.63}{445.00} \right) \cdot 100 \quad M = \% 3.51$$

BÖLÜM - 7

ARAZİ PARÇALARININ TESVİYE EDİLMESİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

7. ARAZİ PARÇALARININ TESVİYE EDİLMESİ..... 167

7.1. Doğal Eğim Değerlerinin Belirlenmesi..... 167

7.2. Tesviye Kotu Değerlerinin Belirlenmesi..... 168

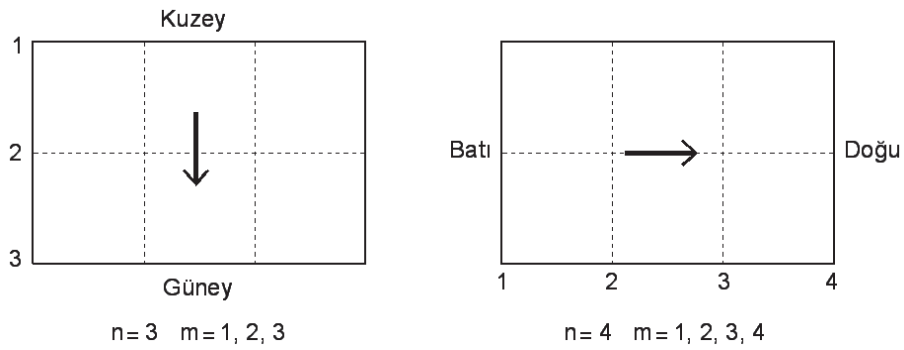
7.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri 172

7. ARAZİ PARÇALARININ TESVİYE EDİLMESİ

Arazi parçası yüzeylerinin kullanım amacına uygun olarak şekillendirilmesine **Tesviye** adı verilir. Üzerine yapı inşa edilecek bir arazi parçasının, yapının temel kazısından önce yapılacak bir tesviye kazısı ile amaca uygun bir biçimde tesviye edilmesi gerekir. Tarım arazilerinin, sulamadan maksimum düzeyde faydalanmasını ve sulamadan dönen artık sular ile yağışla gelen suların en kısa yoldan uzaklaştırılmasını sağlayan drenaj sisteminin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla uygun eğim değerlerine göre tesviye edilmeleri gerekir. Arazi parçalarının tesviyesi amaca uygun farklı eğim değerlerinde yapılabileceği gibi doğal eğim değerleri kullanılarak da yapılabilir.

7.1. Doğal Eğim Değerlerinin Belirlenmesi

Arazi parçalarının doğal eğimlerinin belirlenmesinde yüzey nivelmanı sonucunda hazırlanan plan koteler kullanılır. Kuzey – güney ve batı – doğu yönlerinde olmak üzere iki doğrultuda doğal eğim hesabı yapılır. Plan kote üzerinde eğimin hesaplanacağı yöne dik olan doğrultular sıra ile numaralandırılır ve Bağıntı 7.1 kullanılarak doğal eğim değerleri belirlenir. Şekil 7.1’de numaralandırma işlemi ile ilgili örnekler verilmiştir.



Şekil 7.1 Doğal Eğim Hesabında Numaralandırma İşlemi

$$M = \frac{[n \cdot \sum (H \cdot m) - (\sum m \cdot \sum H)] \cdot 100}{[(n \cdot \sum m^2) - (\sum m)^2] \cdot d}$$

7.1

Bağıntılarda;

- M : Arazi parçasının % cinsinden doğal eğimi
H : Eğime dik her bir doğrultu üzerindeki kotların ortalaması
n : Eğim yönüne dik doğrultu sayısı
m : Eğim yönüne dik doğrultuların numaraları
d : Kare kenarı uzunluğu

Değerini ifade eder.

Eğim değerinin pozitif olması eğimin belirtilen yönde arttığını, negatif olması ise belirtilen yönde azaldığını ifade eder. Bir yönde hesaplanan eğim değeri ile bu eğime zıt yöndeki eğimin değeri birbirine eşittir. Fakat işaretleri zıttır. Örneğin kuzey – güney yönündeki doğal eğim değeri % 5 olan bir arazi parçasının, güney – kuzey yönündeki doğal eğim değeri -% 5 olur. Eğim kuzey – güney yönünde artarken, güney – kuzey yönünde azalır.

7.2. Tesviye Kotu Değerlerinin Belirlenmesi

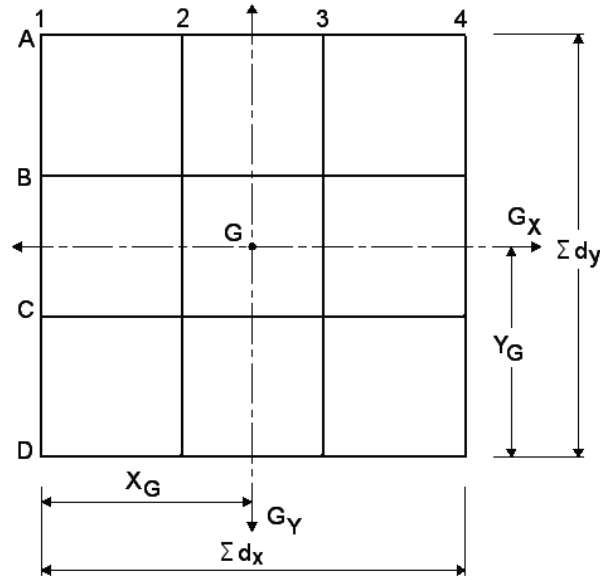
Arazi parçalarının tesviyesinde kullanılan eğim değerlerinden yola çıkılarak plan kote üzerindeki her bir kare köşesinin tesviye kotu belirlenir. Tesviye kotu değerleri, plan kote üzerinde ilgili kare köşesindeki arazi kotu değerinin altına parantez içinde yazılır. Kare köşelerindeki tesviye ve arazi kotu değerlerine göre, yarma ve dolgu yükseklikleri belirlenerek tesviye sırasında yapılması gereken yarma ve dolgu işlerinin hacimleri hesaplanır.

Tesviye kotlarının belirlenmesi işlemi şu şekilde yapılır. Bağıntı 7.2 kullanılarak plan kote üzerindeki arazi kotlarının ortalaması hesaplanır. Daha sonra 7.3 ve 7.4 Bağıntıları kullanılarak ortalama arazi kotunun plan kote üzerindeki yeri yani plan kotenin ağırlık merkezi belirlenir.

$$H_{ort} = \frac{\sum H_n}{n} \quad 7.2$$

$$X_G = \frac{\sum d_x}{2} \quad 7.3$$

$$Y_G = \frac{\sum d_y}{2} \quad 7.4$$



Şekil 7.2 Ortalama Arazi Kotunun Plan Kote Üzerindeki Yerinin Belirlenmesi

Bağıntılarda;

H_{ort} : Ortalama arazi kotu

H_n : Plan kote üzerindeki kare köşelerin arazi kotları

n : Plan kote üzerindeki toplam köşe sayısı

G : Ağırlık merkezinin plan kote üzerindeki yeri

X_G : Ağırlık merkezinin X koordinatı

Y_G : Ağırlık merkezinin Y koordinatı

Σd_x : X Ekseninde toplam kare kenarı uzunluğu

Σd_y : Y Ekseninde toplam kare kenarı uzunluğu

Değerini ifade eder.

Tesviye işlemine ağırlık merkezinden başlanır. Kuzey – güney ve batı – doğu yönlerinde arazi parçasının tesviye edileceği eğim değerleri ve ağırlık merkezinin konumuna göre bütün kare köşelerinin tesviye kotları belirlenir. Tesviye kotları 2.4 ve 2.6 Bağıntılarından yola çıkılarak yazılan Bağıntı 7.5 kullanılarak belirlenir.

$$H_T = H_{ort} \mp M_{BD} \cdot d_x \mp M_{KG} \cdot d_y$$

7.5

Bağıntıda;

H_T : Tesviye kotu

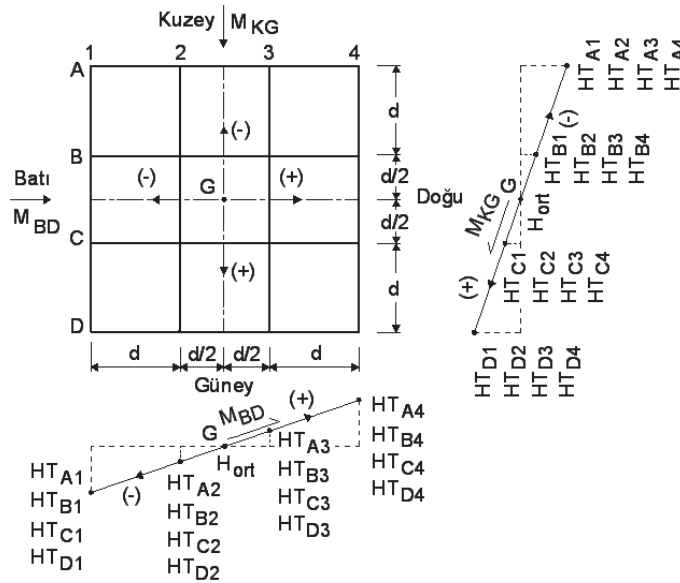
d_x, d_y : X ve Y eksenleri üzerinde ağırlık merkezi ve ilgili kare köşesi arasındaki mesafe uzunlukları

M_{KG} : Kuzey – güney yönündeki tesviye eğimi

M_{BD} : Batı – doğu yönündeki tesviye eğimi

Değerini ifade eder.

Ağırlık merkezi ile her bir kare köşesi arasındaki yatay mesafe boyunca tesviye eğimlerinden dolayı meydana gelen kot farkları belirlenir. Ağırlık merkezi ile kare köşesi arasındaki yatay mesafe eğimin azaldığı bölgede bulunuyorsa, başka bir ifadeyle ağırlık merkezinden ilgili kare köşesine gidilirken eğimin artış yönüne zıt yönde hareket ediliyorsa, kot farkı değeri ortalama arazi kotundan çıkarılarak kare köşesinin tesviye kotu belirlenir. Yatay mesafe eğimin arttığı bölgede bulunuyorsa, başka bir ifadeyle ağırlık merkezinden ilgili kare köşesine gidilirken eğimin artış yönünde hareket ediliyorsa, kot farkı değeri ortalama arazi kotuna ilave edilerek kare köşesinin tesviye kotu belirlenir.



Şekil 7.3 Tesviye Kotlarının Belirlenmesi

Şekil 7.3'e göre tesviye kotları aşağıdaki gibi belirlenir.

$$7.5 \quad HT_{A1} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{A2} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{A3} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{A4} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{B1} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{B2} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{B3} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{B4} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) - M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{C1} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{C2} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{C3} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{C4} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{D1} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{D2} = H_{ort} - M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{D3} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(\frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$HT_{D4} = H_{ort} + M_{BD} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right) + M_{KG} \cdot \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

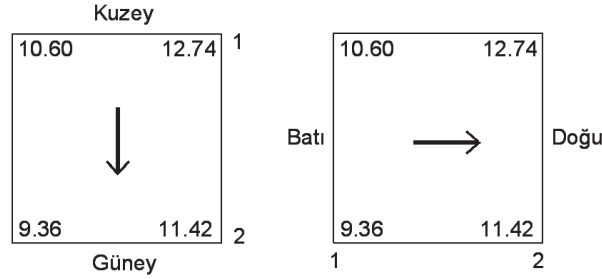
7.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 7.1

10.60	12.74
9.36	11.42

Kare kenarı uzunluğu 20 m olacak şekilde hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, kuzey – güney ve batı – doğu yönlerindeki doğal eğimlerini hesaplayınız. Arazi parçasının doğal eğim değerlerine göre tesviye edilmesi durumunda tesviye kotlarını belirleyiniz.

Çözüm 7.1



Kuzey – güney yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = \frac{(10.60 + 12.74).1}{2} + \frac{(9.36 + 11.42).2}{2} = 32.45 \text{ m}$$

$$\Sigma m.\Sigma H = (1 + 2).(11.67 + 10.39) = 66.18 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 = 5 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2)^2 = 9$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n.\Sigma (H.m) - (\Sigma m.\Sigma H)].100}{[(n.\Sigma m^2) - (\Sigma m)^2].d}$$

$$M = \frac{[2.32.45 - 66.18].100}{[(2.5) - 9].20} = -6.40 \quad M = -\% 6.40$$

Batı – doğu yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = \frac{(10.60 + 9.36).1}{2} + \frac{(12.74 + 11.42).2}{2} = 34.14 \text{ m}$$

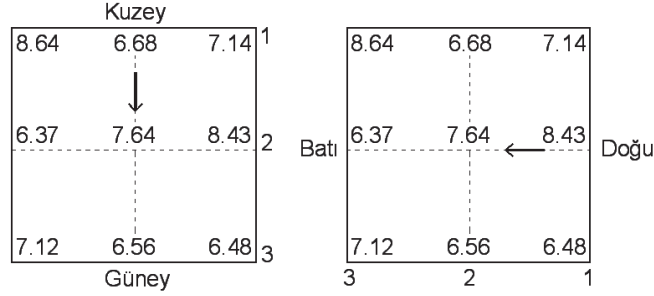
$$\Sigma m.\Sigma H = (1 + 2).(9.98 + 12.08) = 66.18 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 = 5 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2)^2 = 9$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n.\Sigma (H.m) - (\Sigma m.\Sigma H)].100}{[(n.\Sigma m^2) - (\Sigma m)^2].d}$$

$$M = \frac{[2.34.14 - 66.18].100}{[(2.5) - 9].20} = 10.5 \quad M = \% 10.5$$

Çözüm 7.2



Kuzey – güney yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = 7,49.1 + 7,48.2 + 6,72.3 = 42.61 \text{ m}$$

$$\Sigma m \cdot \Sigma H = (1 + 2 + 3) \cdot (7.49 + 7.48 + 6.72) = 130.14 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 = 14 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2 + 3)^2 = 36$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n \cdot \Sigma (H.m) - (\Sigma m \cdot \Sigma H)] \cdot 100}{[(n \cdot \Sigma m^2) - (\Sigma m)^2] \cdot d}$$

$$M = \frac{[3 \cdot 42,61 - 130,14] \cdot 100}{[(3 \cdot 14) - 36] \cdot 15} = -2,57 \quad M = -\% 2,57$$

Doğu – batı yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = 7,35.1 + 6,96.2 + 7,38.3 = 43.41 \text{ m}$$

$$\Sigma m \cdot \Sigma H = (1 + 2 + 3) \cdot (7.35 + 6.96 + 7.38) = 130.14 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 = 14 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2 + 3)^2 = 36$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n \cdot \Sigma (H.m) - (\Sigma m \cdot \Sigma H)] \cdot 100}{[(n \cdot \Sigma m^2) - (\Sigma m)^2] \cdot d}$$

$$M = \frac{[3 \cdot 43,41 - 130,14] \cdot 100}{[(3 \cdot 14) - 36] \cdot 15} = 0,10 \quad M = \% 0,10$$

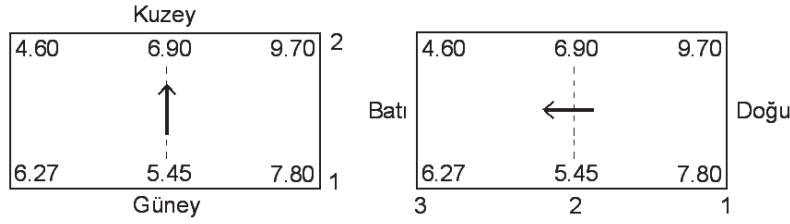
$$7.2 \quad H_{\text{ort}} = \frac{\Sigma H_n}{n} \quad H_{\text{ort}} = \frac{8,64 + \dots + 6,48}{9} \quad H_{\text{ort}} = 7,23 \text{ m}$$

$$7.3 \quad X_G = \frac{\Sigma d_x}{2} \quad X_G = \frac{15 + 15}{2} \quad X_G = 15 \text{ m}$$

$$7.4 \quad Y_G = \frac{\Sigma d_y}{2} \quad Y_G = \frac{15 + 15}{2} \quad Y_G = 15 \text{ m}$$

$$7.5 \quad H_T = H_{\text{ort}} \mp M_{\text{DB}} \cdot d_x \mp M_{\text{KG}} \cdot d_y$$

Çözüm 7.3



Güney – kuzey yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = 6,51.1 + 7,07.2 = 20.65 \text{ m}$$

$$\Sigma m. \Sigma H = (1 + 2). (6.51 + 7.07) = 40.74 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 = 5 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2)^2 = 9$$

$$7.1 \quad M = \frac{[2.20,65 - 40.74].100}{[(2.5) - 9].30} = 1.87 \quad M = \% 1.87$$

Doğu – batı yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = 8,75.1 + 6,18.2 + 5,44.3 = 37.43 \text{ m}$$

$$\Sigma m. \Sigma H = (1 + 2 + 3). (8.75 + 6.18 + 5.44) = 122.22 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 = 14 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2 + 3)^2 = 36$$

$$7.1 \quad M = \frac{[3.37,43 - 122.22].100}{[(3.14) - 36].30} = -5.52 \quad M = -\% 5.52$$

$$7.2 \quad H_{\text{ort}} = \frac{\Sigma H_n}{n} \quad H_{\text{ort}} = \frac{4.60 + \dots + 7.80}{6} \quad H_{\text{ort}} = 6.79 \text{ m}$$

$$7.3 \quad X_G = \frac{\Sigma d_x}{2} \quad X_G = \frac{30 + 30}{2} \quad X_G = 30 \text{ m}$$

$$7.4 \quad Y_G = \frac{\Sigma d_y}{2} \quad Y_G = \frac{30}{2} \quad Y_G = 15 \text{ m}$$

$$7.5 \quad H_T = H_{\text{ort}} \mp M_{DB} \cdot d_x \mp M_{GK} \cdot d_y$$

$$7.5 \quad HT_{A1} = 6.79 - (0,0552.30) + (0,0187.15) \quad HT_{A1} = 5.42 \text{ m}$$

$$7.5 \quad HT_{A2} = 6.79 + (0,0552.0) + (0,0187.15) \quad HT_{A2} = 7.07 \text{ m}$$

$$7.5 \quad HT_{A3} = 6.79 + (0,0552.30) + (0,0187.15) \quad HT_{A3} = 8.73 \text{ m}$$

$$7.5 \quad HT_{B1} = 6.79 - (0,0552.30) - (0,0187.15) \quad HT_{B1} = 4.85 \text{ m}$$

$$7.5 \quad HT_{B2} = 6.79 + (0,0552.0) - (0,0187.15) \quad HT_{B2} = 6.51 \text{ m}$$

$$7.5 \quad HT_{B3} = 6.79 + (0,0552.30) - (0,0187.15) \quad HT_{B3} = 8.17 \text{ m}$$

BÖLÜM - 8

ALAN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

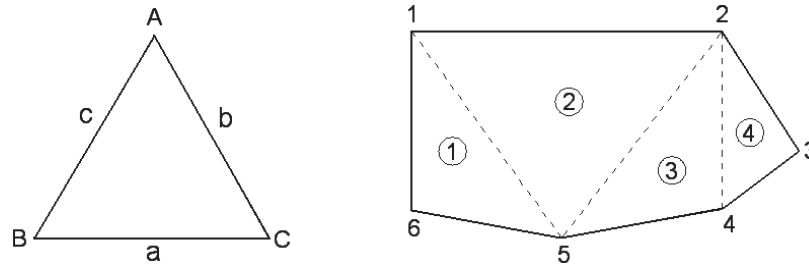
Sayfa No.

8. ALAN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ	179
8.1. Üçgenlere Ayırma Yöntemi	179
8.2. Thomson Yöntemi.....	180
8.3. Cross Yöntemi	181
8.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri	184

8. ALAN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

8.1. Üçgenlere Ayırma Yöntemi

Alanı belirlenecek olan arazi parçasının basit bir krokisi çıkarılır. Arazinin sınırlarını belirlemek amacıyla tüm köşe noktaları kazıklar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Köşe noktalarına göre arazi parçası üçgenlere bölünür. Oluşturulan üçgenlerin kenar uzunlukları, çelik şerit metre ya da nivo ile ölçülerek belirlenir. Ölçümler sonucu elde edilen uzunluk değerleri ile 8.1, 8.2 ve 8.3 Bağıntıları kullanılarak arazi parçasının alanı hesaplanır.



Şekil 8.1 Üçgenlere Ayırma Yöntemi İle Alan Hesabı

$$u = \frac{a + b + c}{2} \quad 8.1$$

$$F(\triangle ABC) = \sqrt{u \cdot (u - a) \cdot (u - b) \cdot (u - c)} \quad 8.2$$

$$\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + \dots + F_n \quad 8.3$$

Bağıntılarda;

$F(\triangle ABC)$: $\triangle ABC$ Üçgeninin alanı

a, b, c : $\triangle ABC$ Üçgeninin kenar uzunlukları

F_1 : 1 Numaralı üçgen bölgenin alanı

F_2 : 2 Numaralı üçgen bölgenin alanı

F_3 : 3 Numaralı üçgen bölgenin alanı

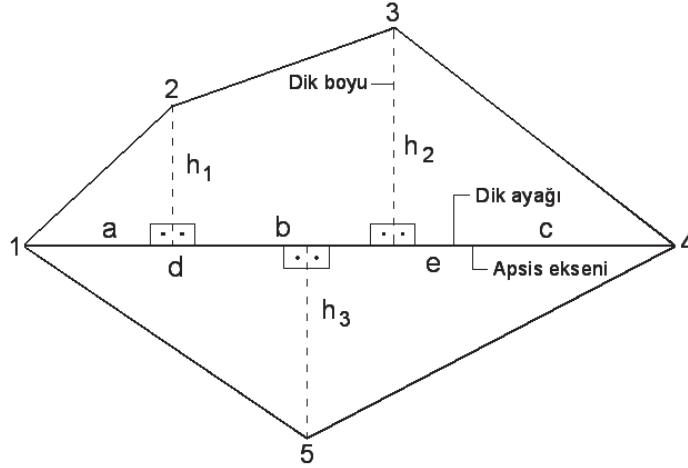
F_4 : 4 Numaralı üçgen bölgenin alanı

ΣF : Arazi parçasının toplam alanı

Değerini ifade eder.

8.2. Thomson Yöntemi

Alanı belirlenecek olan arazi parçasının basit bir krokisi çıkarılır. Arazi parçasının tüm köşe noktaları kazıklar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Köşe noktalarından birbirine en uzak konumda bulunan iki tanesi bir doğru ile birleştirilerek **Apsis Ekseni** adı verilen eksen elde edilir. Bütün köşe noktalarından apsis eksenine dikler inilir. İnilen bu diklere **Dik Boyu** adı verilir. Apsis ekseninde, dik boyları arasında kalan doğru kısımlarına ise **Dik Ayağı** adı verilir. Dik boyu ve dik ayağı uzunlukları çelik şerit metre ya da nivo ile ölçülerek belirlenir. Ölçümler sonucu elde edilen uzunluk değerleri ile Bağıntı 8.4 kullanılarak arazi parçasının alanı belirlenir.



Şekil 8.2 Thomson Yöntemi İle Alan Hesabı

$$2.F = [h_1 \cdot (a + b)] + [h_2 \cdot (b + c)] + [h_3 \cdot (d + e)] \quad 8.4$$

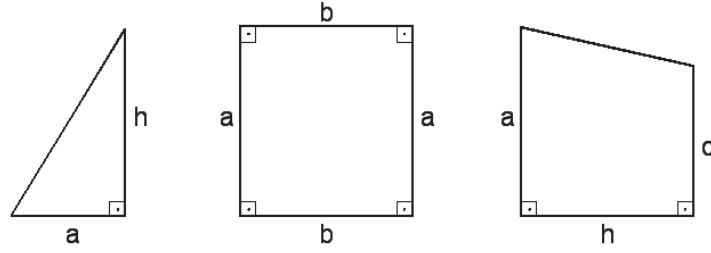
Bağıntıda;

h_1, h_2, h_3 : Dik boyu uzunlukları

a, b, c, d, e : Dik ayağı uzunlukları

Değerlerini ifade ederler.

Thomson yönteminde apsis eksenine dik boylarının inilmesi sonucunda oluşan üçgen, dörtgen veya yamuk biçimindeki arazi parçası kısımlarının ayrı ayrı alanlarının hesaplanması sonucu ile de arazi parçasının toplam alanı belirlenebilir.



Şekil 8.3 Üçgen, Dörtgen ve Yamuk Biçimli Arazi Parçası Kısımları

Üçgen biçimli arazi parçalarının alan hesabında Bağıntı 8.5, dörtgen biçimli arazi parçalarının alan hesabında Bağıntı 8.6, yamuk biçimli arazi parçalarının alan hesabında ise Bağıntı 8.7 kullanılır.

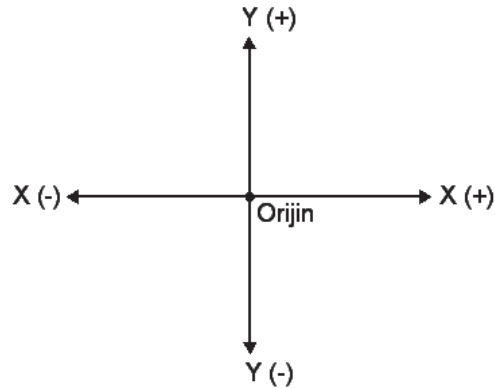
$$F = \frac{a \cdot h}{2} \quad 8.5$$

$$F = a \cdot b \quad 8.6$$

$$F = \frac{(a + c) \cdot h}{2} \quad 8.7$$

8.3. Cross Yöntemi

Alanı belirlenecek olan arazi parçasının basit bir krokisi çıkarılır. Arazinin sınırlarını belirlemek amacıyla tüm köşe noktaları kazıklar vasıtası ile arazi üzerinde işaretlenir. Arazi parçasının içinde ya da dışında bütün köşe noktalarını rahatlıkla görebilen bir orijin noktası belirlenir.

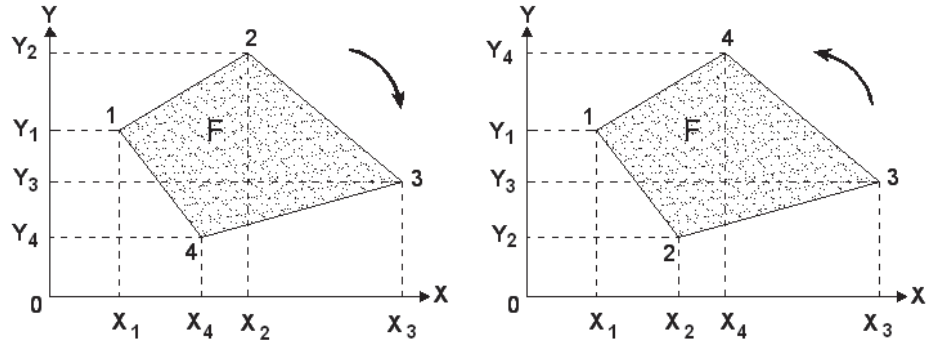


Şekil 8.4 Cross Yönteminde Kullanılan Eksen Takımı

Bütün köşe noktalarının orijine olan yatay ve düşey uzaklıkları çelik şerit metre ya da nivo ile ölçülerek belirlenir. Bu yöntemde Şekil 8.4'de verilen eksen takımı kullanılır. Köşe noktalarının orijine göre koordinatları belirlenir. Bağıntı 8.8 veya Bağıntı 8.9 kullanılarak arazi parçasının alanı hesaplanır. Bağıntı 8.8 saatin dönüş yönünde, Bağıntı 8.9 ise saatin dönüş yönü tersinde uygulanır. Arazi parçasının köşe noktalarına numara verilirken bağıntının uygulanacağı yön dikkate alınmalıdır. Ayrıca köşe noktalarının koordinatları belirlenirken, Şekil 8.4'de verilen eksen takımında belirtilen bölgelerin işaretleri dikkate alınmalıdır.

$$2.F = \sum [X_n \cdot (Y_{n+1}) - (Y_{n-1})] \quad 8.8$$

$$2.F = \sum [Y_n \cdot (X_{n-1}) - (X_{n+1})] \quad 8.9$$



Şekil 8.5 Cross Yöntemi ile Alan Hesabı

Şekil 8.5'de verilen F alanı için, saatin dönüş yönünde arazi parçasının köşe numaraları dikkate alınarak Bağıntı 8.8'de verilen cross yöntemi uygulanırsa aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$2.F = [X_1 \cdot (Y_2 - Y_4)] + [X_2 \cdot (Y_3 - Y_1)] + [X_3 \cdot (Y_4 - Y_2)] + [X_4 \cdot (Y_1 - Y_3)]$$

Şekil 8.5'de verilen F alanı için, saatin dönüş yönü tersinde arazi parçasının köşe numaraları dikkate alınarak Bağıntı 8.9'da verilen cross yöntemi uygulanırsa aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$2.F = [Y_1 \cdot (X_4 - X_2)] + [Y_2 \cdot (X_1 - X_3)] + [Y_3 \cdot (X_2 - X_4)] + [Y_4 \cdot (X_3 - X_1)]$$

Bağıntılarda;

$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$: Köşe noktalarının orijine yatay uzaklıkları

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, \dots, Y_n$: Köşe noktalarının orijine düşey uzaklıkları

Değerlerini ifade ederler.

Şekil 8.5'de verilen F alanı için, cross yönteminin saatin dönüş yönünde uygulanması sonucunda elde edilen bağıntı düzenlendiğinde Tablo 8.1'de verilen pratik olan alan hesabı elde edilir.

Tablo 8.1 Cross Yöntemi İle Saatin Dönüş Yönünde Alan Hesabı

$X_1 \cdot Y_2$	$X_1 \cdot Y_4$
$X_2 \cdot Y_3$	$X_2 \cdot Y_1$
$X_3 \cdot Y_4$	$X_3 \cdot Y_2$
$X_4 \cdot Y_1$	$X_4 \cdot Y_3$
$+$	$+$
a	b
$2.F = a - b$	
$F = \frac{a - b}{2}$	

Şekil 8.5'de verilen F alanı için, cross yönteminin saatin dönüş yönü tersinde uygulanması sonucunda elde edilen bağıntı düzenlendiğinde Tablo 8.2'de verilen pratik alan hesabı elde edilir.

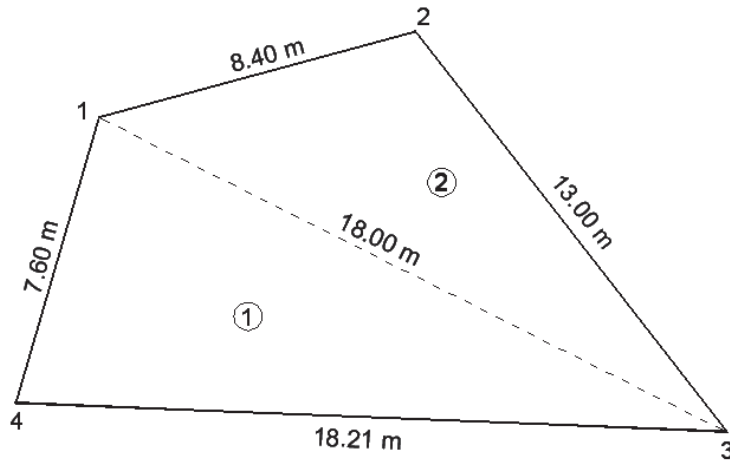
Tablo 8.2 Cross Yöntemi İle Saatin Dönüş Yönü Tersinde Alan Hesabı

$Y_1 \cdot X_4$	$Y_1 \cdot X_2$
$Y_2 \cdot X_1$	$Y_2 \cdot X_3$
$Y_3 \cdot X_2$	$Y_3 \cdot X_4$
$Y_4 \cdot X_3$	$Y_4 \cdot X_1$
$+$	$+$
a	b
$2.F = a - b$	
$F = \frac{a - b}{2}$	

8.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 8.1

Şekilde verilen arazi parçasının alanını üçgenlere ayırma yöntemine göre hesaplamak amacıyla, arazi parçası üçgenlere bölünmüş ve kenar uzunlukları belirlenmiştir. Buna göre, arazi parçasının alanını hesaplayınız.



Çözüm 8.1

$$8.1 \quad u = \frac{a+b+c}{2} \quad u_1 = \frac{7.60 + 18.00 + 18.21}{2} \quad u_1 = 21.91 \text{ m}$$

$$8.1 \quad u = \frac{a+b+c}{2} \quad u_2 = \frac{8.40 + 13.00 + 18.00}{2} \quad u_2 = 19.70 \text{ m}$$

$$8.2 \quad F_1 = \sqrt{u_1 \cdot (u_1 - a) \cdot (u_1 - b) \cdot (u_1 - c)}$$

$$F_1 = \sqrt{21.91 \cdot (21.91 - 7.60) \cdot (21.91 - 18.00) \cdot (21.91 - 18.21)}$$

$$F_1 = 67.35 \text{ m}^2$$

$$8.2 \quad F_2 = \sqrt{u_2 \cdot (u_2 - a) \cdot (u_2 - b) \cdot (u_2 - c)}$$

$$F_2 = \sqrt{19.70 \cdot (19.70 - 8.40) \cdot (19.70 - 13.00) \cdot (19.70 - 18.00)}$$

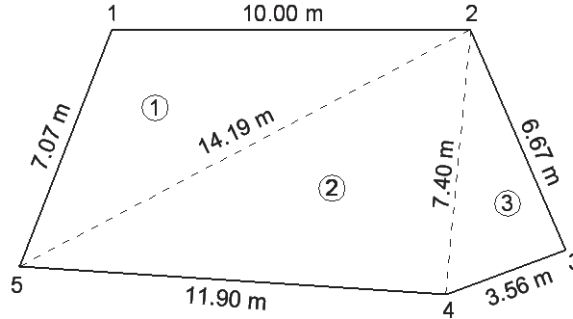
$$F_2 = 50.35 \text{ m}^2$$

$$8.3 \quad \Sigma F = F_1 + F_2$$

$$\Sigma F = 67.35 + 50.35 \quad \Sigma F = 117.70 \text{ m}^2$$

Problem 8.2

Şekilde verilen arazi parçasının alanını üçgenlere ayırma yöntemine göre hesaplamak amacıyla, arazi parçası üçgenlere bölünmüş ve kenar uzunlukları belirlenmiştir. Buna göre, arazi parçasının alanını hesaplayınız.



Çözüm 8.2

$$8.1 \quad u = \frac{a+b+c}{2} \quad u_1 = \frac{7.07 + 10.00 + 14.19}{2} \quad u_1 = 15.63 \text{ m}$$

$$8.1 \quad u = \frac{a+b+c}{2} \quad u_2 = \frac{14.19 + 7.40 + 11.90}{2} \quad u_2 = 16.75 \text{ m}$$

$$8.1 \quad u = \frac{a+b+c}{2} \quad u_3 = \frac{7.40 + 6.67 + 3.56}{2} \quad u_3 = 8.82 \text{ m}$$

$$8.2 \quad F_1 = \sqrt{u_1 \cdot (u_1 - a) \cdot (u_1 - b) \cdot (u_1 - c)}$$

$$F_1 = \sqrt{15.63 \cdot (15.63 - 7.07) \cdot (15.63 - 10.00) \cdot (15.63 - 14.19)}$$

$$F_1 = 32.94 \text{ m}^2$$

$$8.2 \quad F_2 = \sqrt{u_2 \cdot (u_2 - a) \cdot (u_2 - b) \cdot (u_2 - c)}$$

$$F_2 = \sqrt{16.75 \cdot (16.75 - 14.19) \cdot (16.75 - 7.40) \cdot (16.75 - 11.90)}$$

$$F_2 = 44.10 \text{ m}^2$$

$$8.2 \quad F_3 = \sqrt{u_3 \cdot (u_3 - a) \cdot (u_3 - b) \cdot (u_3 - c)}$$

$$F_3 = \sqrt{8.82 \cdot (8.82 - 7.40) \cdot (8.82 - 6.67) \cdot (8.82 - 3.56)}$$

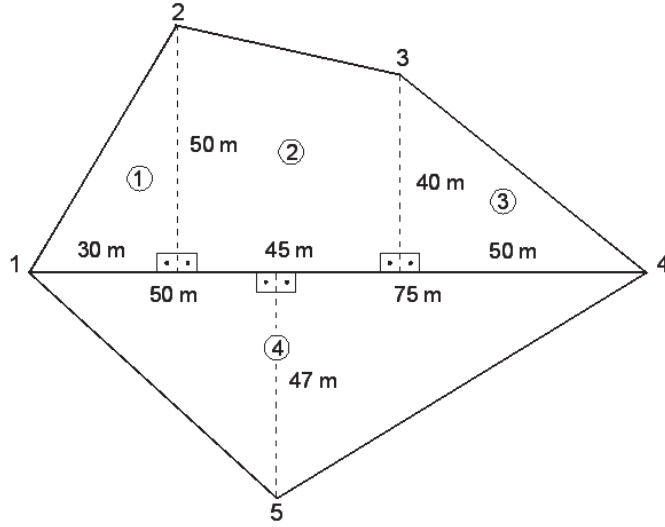
$$F_3 = 11.90 \text{ m}^2$$

$$8.3 \quad \Sigma F = F_1 + F_2 + F_3$$

$$\Sigma F = 32.94 + 44.10 + 11.90 \quad \Sigma F = 88.94 \text{ m}^2$$

Problem 8.3

Şekilde verilen arazi parçasının alanını thomson yöntemine göre hesaplamak amacıyla, 1 ve 4 noktaları arasından geçirilen apsis eksenine bütün köşe noktalarından dikler inilerek, dik boylarının ve dik ayaklarının uzunlukları belirlenmiştir. Buna göre, arazi parçasının alanını hesaplayınız.

**Çözüm 8.3**

$$8.4 \quad 2.F = [h_1 \cdot (a + b)] + [h_2 \cdot (b + c)] + [h_3 \cdot (d + e)]$$

$$2.F = [50 \cdot (30 + 45)] + [40 \cdot (45 + 50)] + [47 \cdot (50 + 75)]$$

$$2.F = 3750 + 3800 + 5875 \quad F = 6712.5 \text{ m}^2$$

Arazi parçası kısımlarına göre alan hesabı

$$8.5 \quad F_1 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_1 = \frac{30 \cdot 50}{2} \quad F_1 = 750 \text{ m}^2$$

$$8.7 \quad F_2 = \frac{(a + c) \cdot h}{2} \quad F_2 = \frac{(50 + 40) \cdot 45}{2} \quad F_2 = 2025 \text{ m}^2$$

$$8.5 \quad F_3 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_3 = \frac{50 \cdot 40}{2} \quad F_3 = 1000 \text{ m}^2$$

$$8.5 \quad F_4 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_4 = \frac{(50 + 75) \cdot 47}{2} \quad F_4 = 2937.5 \text{ m}^2$$

$$8.3 \quad \Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

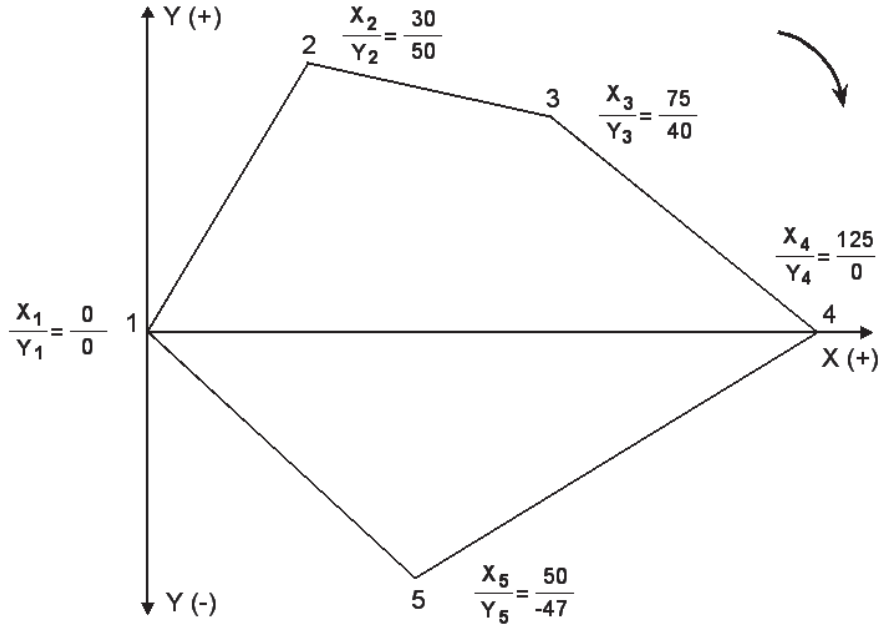
$$\Sigma F = 750 + 2025 + 1000 + 2937.5 \quad \Sigma F = 6712.5 \text{ m}^2$$

Problem 8.4

Problem 8.3'de planı ve boyutları verilen arazi parçasının alanını, köşe noktalarında yapılan numaralandırma sistemini dikkate alarak cross yöntemine göre hesaplayınız.

Çözüm 8.4

Arazi parçasının köşe noktalarına saatin dönüş yönünde numara verildiği için, alan hesabı saatin dönüş yönünde uygulanacaktır. Alan hesabında 1 numaralı köşe noktası orijin kabul edilmiştir.

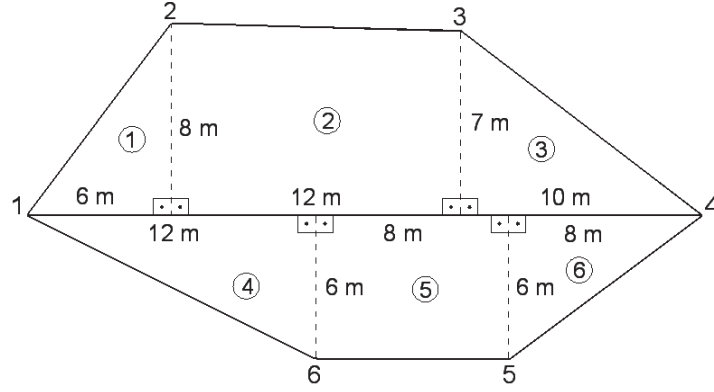


Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1 \cdot Y_2 \Rightarrow 0 \cdot 50 = 0$	$X_1 \cdot Y_5 \Rightarrow 0 \cdot -47 = 0$
$X_2 \cdot Y_3 \Rightarrow 30 \cdot 40 = 1200$	$X_2 \cdot Y_1 \Rightarrow 30 \cdot 0 = 0$
$X_3 \cdot Y_4 \Rightarrow 75 \cdot 0 = 0$	$X_3 \cdot Y_2 \Rightarrow 75 \cdot 50 = 3750$
$X_4 \cdot Y_5 \Rightarrow 125 \cdot -47 = -5875$	$X_4 \cdot Y_3 \Rightarrow 125 \cdot 40 = 5000$
$X_5 \cdot Y_1 \Rightarrow 50 \cdot 0 = 0$	$X_5 \cdot Y_4 \Rightarrow 50 \cdot 0 = 0$
$\begin{array}{r} + \\ -4675 \end{array}$	$\begin{array}{r} + \\ 8750 \end{array}$
$F = \frac{-4675 - 8750}{2} \Rightarrow F = -6712.5 \text{ m}^2$	

Problem 8.5

Şekilde verilen arazi parçasının alanını thomson yöntemine göre hesaplamak amacıyla, 1 ve 4 noktaları arasından geçirilen apsis eksenine bütün köşe noktalarından dikler inilerek, dik boylarının ve dik ayaklarının uzunlukları belirlenmiştir. Buna göre, arazi parçasının alanını hesaplayınız.

**Çözüm 8.5**

$$8.4 \quad 2.F = [h_1 \cdot (a + b)] + [h_2 \cdot (b + c)] + [h_3 \cdot (d + e)] + [h_4 \cdot (e + f)]$$

$$2.F = [8 \cdot (6 + 12)] + [7 \cdot (12 + 10)] + [6 \cdot (12 + 8)] + [6 \cdot (8 + 8)]$$

$$2.F = 144 + 154 + 120 + 96 \quad F = 257 \text{ m}^2$$

Arazi parçası kısımlarına göre alan hesabı

$$8.5 \quad F_1 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_1 = \frac{6 \cdot 8}{2} \quad F_1 = 24 \text{ m}^2$$

$$8.7 \quad F_2 = \frac{(a + c) \cdot h}{2} \quad F_2 = \frac{(8 + 7) \cdot 12}{2} \quad F_2 = 90 \text{ m}^2$$

$$8.5 \quad F_3 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_3 = \frac{10 \cdot 7}{2} \quad F_3 = 35 \text{ m}^2$$

$$8.5 \quad F_4 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_4 = \frac{12 \cdot 6}{2} \quad F_4 = 36 \text{ m}^2$$

$$8.6 \quad F_5 = a \cdot b \quad F_5 = 6 \cdot 8 \quad F_5 = 48 \text{ m}^2$$

$$8.5 \quad F_6 = \frac{a \cdot h}{2} \quad F_6 = \frac{8 \cdot 6}{2} \quad F_6 = 24 \text{ m}^2$$

$$8.3 \quad \Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6$$

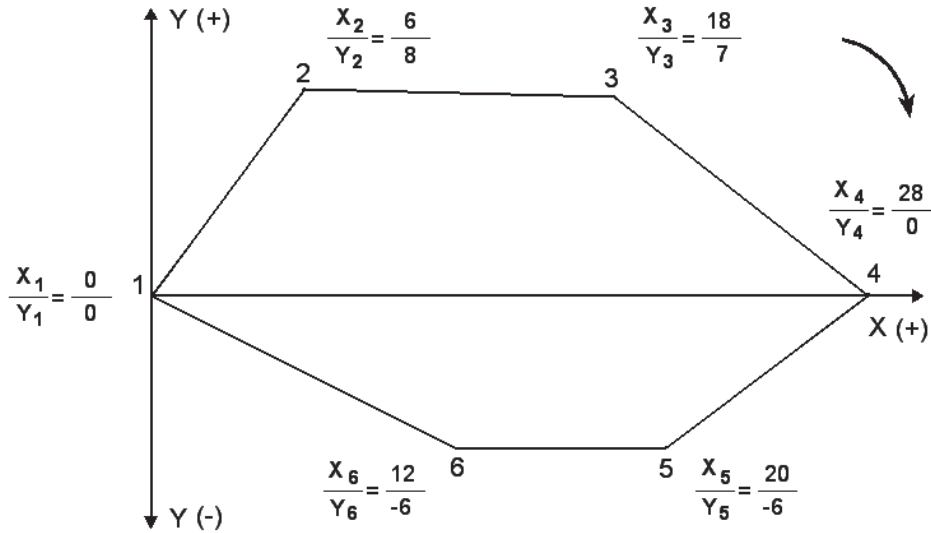
$$\Sigma F = 24 + 90 + 35 + 36 + 48 + 24 \quad \Sigma F = 257 \text{ m}^2$$

Problem 8.6

Problem 8.5'de planı ve boyutları verilen arazi parçasının alanını, köşe noktalarında yapılan numaralandırma sistemini dikkate alarak cross yöntemine göre hesaplayınız.

Çözüm 8.6

Arazi parçasının köşe noktalarına saatin dönüş yönünde numara verildiği için, alan hesabı saatin dönüş yönünde uygulanacaktır. Alan hesabında 1 numaralı köşe noktası orijin kabul edilmiştir.



Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1.Y_2 \Rightarrow 0.8 = 0$	$X_1.Y_6 \Rightarrow 0. - 6 = 0$
$X_2.Y_3 \Rightarrow 6.7 = 42$	$X_2.Y_1 \Rightarrow 6.0 = 0$
$X_3.Y_4 \Rightarrow 18.0 = 0$	$X_3.Y_2 \Rightarrow 18.8 = 144$
$X_4.Y_5 \Rightarrow 28. - 6 = -168$	$X_4.Y_3 \Rightarrow 28.7 = 196$
$X_5.Y_6 \Rightarrow 20. - 6 = -120$	$X_5.Y_4 \Rightarrow 20.0 = 0$
$X_6.Y_1 \Rightarrow 12.0 = 0$	$X_6.Y_5 \Rightarrow 12. - 6 = -72$
$+ \underline{\hspace{2cm}}$	$+ \underline{\hspace{2cm}}$
$- 246$	268
$F = \frac{-246 - 268}{2} \Rightarrow F = -257 \text{ m}^2$	

Problem 8.7

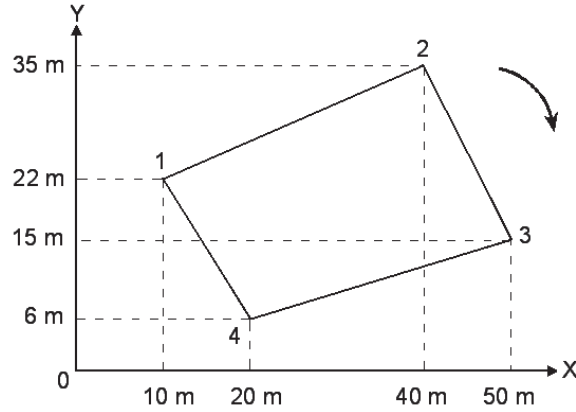
Aşağıdaki tabloda köşe noktalarının koordinatları verilen arazi parçasının planını çizerek, cross yöntemine göre alanını hesaplayınız.

Köşe noktalarının saatin dönüş yönündeki koordinatları

Nokta No.	X (m)	Y (m)
1	10	22
2	40	35
3	50	15
4	20	6

Köşe noktalarının saatin dönüş yönü tersindeki koordinatları

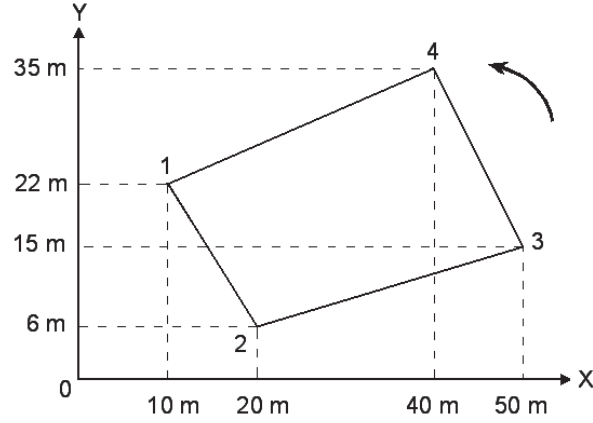
Nokta No.	X (m)	Y (m)
1	10	22
2	20	6
3	50	15
4	40	35

Çözüm 8.7

Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1 \cdot Y_2 \Rightarrow 10 \cdot 35 = 350$	$X_1 \cdot Y_4 \Rightarrow 10 \cdot 6 = 60$
$X_2 \cdot Y_3 \Rightarrow 40 \cdot 15 = 600$	$X_2 \cdot Y_1 \Rightarrow 40 \cdot 22 = 880$
$X_3 \cdot Y_4 \Rightarrow 50 \cdot 6 = 300$	$X_3 \cdot Y_2 \Rightarrow 50 \cdot 35 = 1750$
$X_4 \cdot Y_1 \Rightarrow 20 \cdot 22 = 440$	$X_4 \cdot Y_3 \Rightarrow 20 \cdot 15 = 300$
$\pm$	$\pm$
1690	2990
$F = \frac{1690 - 2990}{2} \Rightarrow F = -650 \text{ m}^2$	

Alan hesabının doğru olup olmadığını kontrol etmek amacıyla, saatin dönüş yönü tersinde cross yöntemi uygulanarak alan hesabı tekrarlanır.

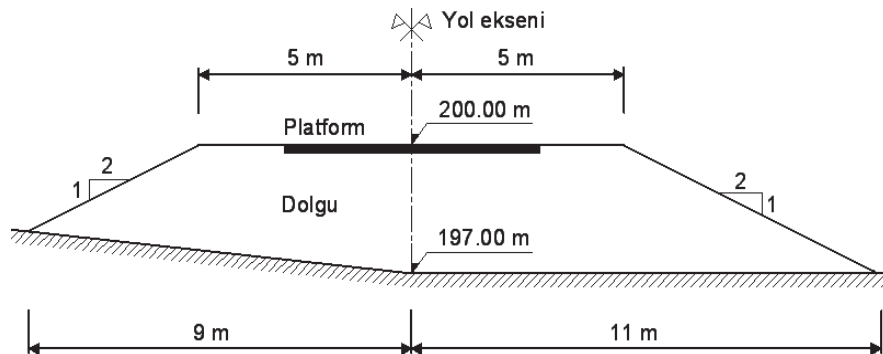


Cross yöntemi ile saatin dönüş yönü tersinde alan hesabı (Tablo 8.2)

$Y_1 \cdot X_4 \Rightarrow 22 \cdot 40 = 880$	$Y_1 \cdot X_2 \Rightarrow 22 \cdot 20 = 440$
$Y_2 \cdot X_1 \Rightarrow 6 \cdot 10 = 60$	$Y_2 \cdot X_3 \Rightarrow 6 \cdot 50 = 300$
$Y_3 \cdot X_2 \Rightarrow 15 \cdot 20 = 300$	$Y_3 \cdot X_4 \Rightarrow 15 \cdot 40 = 600$
$Y_4 \cdot X_3 \Rightarrow 35 \cdot 50 = 1750$	$Y_4 \cdot X_1 \Rightarrow 35 \cdot 10 = 350$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
2990	1690
$F = \frac{2990 - 1690}{2} \Rightarrow F = 650 \text{ m}^2$	

Problem 8.8

Şekilde verilen yol en kesitinde, yol eksenini çizgisini Y eksenini ve platform düzlemini X eksenini kabul ederek cross yöntemine göre dolgu alanını hesaplayınız.

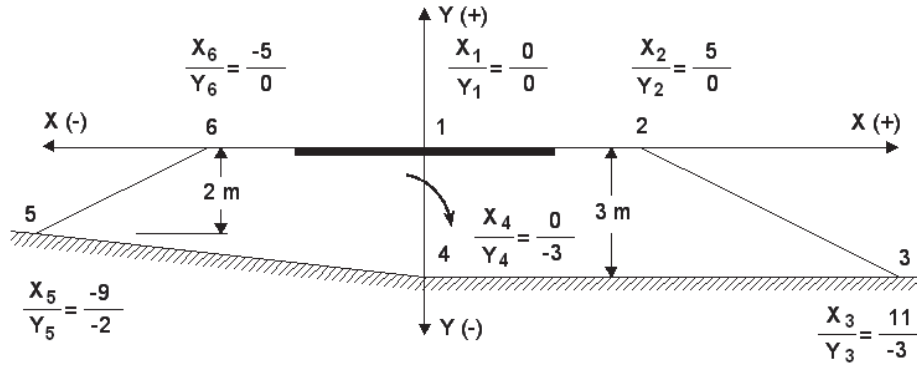


Çözüm 8.8

Cross yöntemi kullanılarak saatin dönüş yönünde alan hesabının yapılabilmesi için 3 ve 5 numaralı köşe noktalarının koordinatlarının belirlenmesi gerekir. Her iki noktanın da X koordinatları yatay mesafeler kullanılarak hesaplanabilir. Fakat Y koordinatlarının belirlenebilmesi için, verilen eğim değerlerine göre eğim hesabı yapılması gereklidir.

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{Y_6 - Y_5}{X_5 - X_6} \quad \frac{1}{2} = \frac{Y_6 - Y_5}{9 - 5} \quad Y_6 - Y_5 = 2 \text{ m}$$

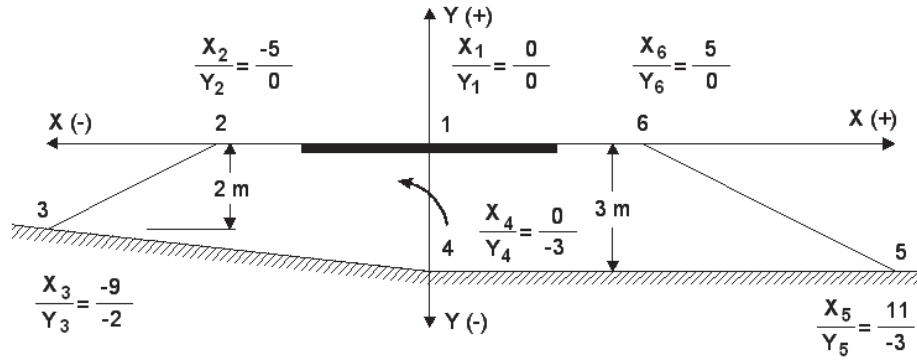
$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{Y_2 - Y_3}{X_3 - X_2} \quad \frac{1}{2} = \frac{Y_2 - Y_3}{11 - 5} \quad Y_2 - Y_3 = 3 \text{ m}$$



Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1 \cdot Y_2 \Rightarrow 0.0 = 0$	$X_1 \cdot Y_6 \Rightarrow 0.0 = 0$
$X_2 \cdot Y_3 \Rightarrow 5. \cdot -3 = -15$	$X_2 \cdot Y_1 \Rightarrow 5.0 = 0$
$X_3 \cdot Y_4 \Rightarrow 11. \cdot -3 = -33$	$X_3 \cdot Y_2 \Rightarrow 11.0 = 0$
$X_4 \cdot Y_5 \Rightarrow 0. \cdot -2 = 0$	$X_4 \cdot Y_3 \Rightarrow 0. \cdot -3 = 0$
$X_5 \cdot Y_6 \Rightarrow -9.0 = 0$	$X_5 \cdot Y_4 \Rightarrow -9. \cdot -3 = 27$
$X_6 \cdot Y_1 \Rightarrow -5.0 = 0$	$X_6 \cdot Y_5 \Rightarrow -5. \cdot -2 = 10$
$\pm$	$\pm$
- 48	37
$F = \frac{-48 - 37}{2} \Rightarrow F = -42.5 \text{ m}^2$	

Alan hesabının doğru olup olmadığını kontrol etmek amacıyla, saatin dönüş yönü tersinde cross yöntemi uygulanarak alan hesabı tekrarlanır.

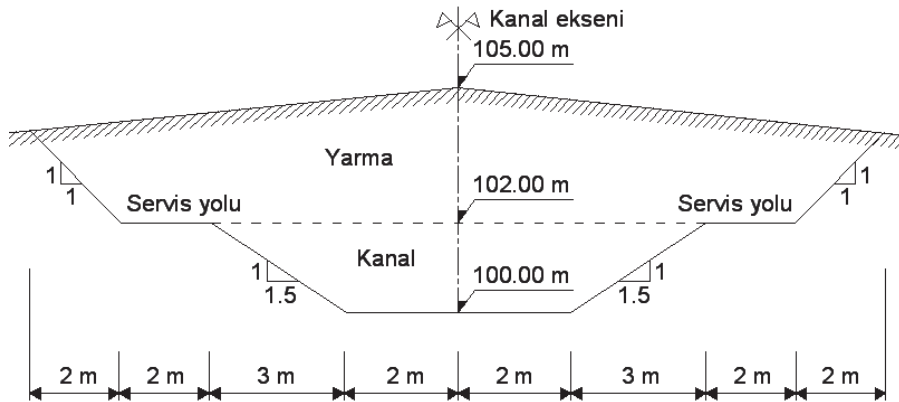


Cross yöntemi ile saatin dönüş yönü tersinde alan hesabı (Tablo 8.2)

$Y_1 \cdot X_6 \Rightarrow 0.5 = 0$	$Y_1 \cdot X_2 \Rightarrow 0 \cdot -5 = 0$
$Y_2 \cdot X_1 \Rightarrow 0.0 = 0$	$Y_2 \cdot X_3 \Rightarrow 0 \cdot -9 = 0$
$Y_3 \cdot X_2 \Rightarrow -2 \cdot -5 = 10$	$Y_3 \cdot X_4 \Rightarrow -9 \cdot 0 = 0$
$Y_4 \cdot X_3 \Rightarrow -3 \cdot -9 = 27$	$Y_4 \cdot X_5 \Rightarrow -3 \cdot 11 = -33$
$Y_5 \cdot X_4 \Rightarrow -3 \cdot 0 = 0$	$Y_5 \cdot X_6 \Rightarrow -3 \cdot 5 = -15$
$Y_6 \cdot X_5 \Rightarrow 0 \cdot 11 = 0$	$Y_6 \cdot X_1 \Rightarrow 0 \cdot 0 = 0$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
$\quad \quad \quad 37$	$\quad \quad \quad -48$
$F = \frac{37 - (-48)}{2} \Rightarrow F = 42.5 \text{ m}^2$	

Problem 8.9

Şekilde verilen sulama kanalı en kesitinde, kanal eksenini çizgisini Y eksenini ve kanal tabanı düzlemini X eksenini kabul ederek cross yöntemine göre yarma alanını hesaplayınız.

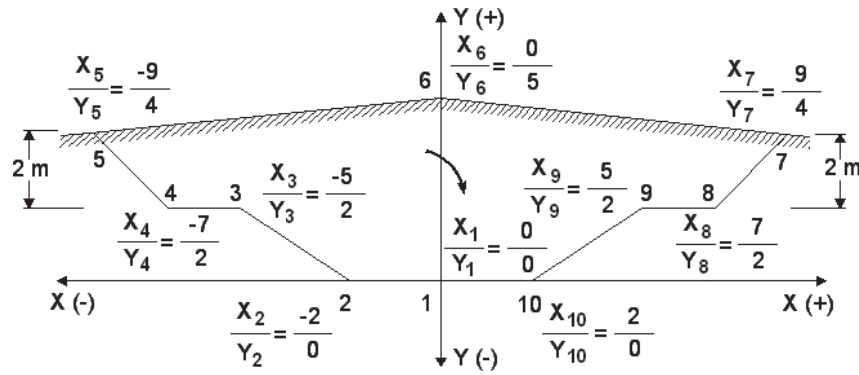


Çözüm 8.9

Cross yöntemi kullanılarak saatin dönüş yönünde alan hesabının yapılabilmesi için 5 ve 7 numaralı köşe noktalarının koordinatlarının belirlenmesi gerekir. Her iki noktanın da X koordinatları yatay mesafeler kullanılarak hesaplanabilir. Fakat Y koordinatlarının belirlenebilmesi için, verilen eğim değerlerine göre eğim hesabı yapılması gereklidir.

$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{Y_5 - Y_4}{X_5 - X_4} \quad \frac{1}{1} = \frac{Y_5 - Y_4}{9 - 7} \quad Y_5 - Y_4 = 2 \text{ m}$$

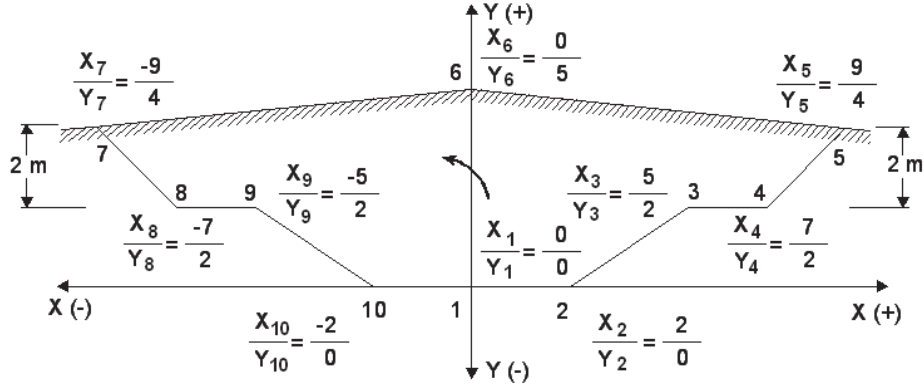
$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{Y_7 - Y_8}{X_7 - X_8} \quad \frac{1}{1} = \frac{Y_7 - Y_8}{9 - 7} \quad Y_7 - Y_8 = 2 \text{ m}$$



Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1 \cdot Y_2 \Rightarrow 0.0 = 0$	$X_1 \cdot Y_{10} \Rightarrow 0.0 = 0$
$X_2 \cdot Y_3 \Rightarrow -2.2 = -4$	$X_2 \cdot Y_1 \Rightarrow -2.0 = 0$
$X_3 \cdot Y_4 \Rightarrow -5.2 = -10$	$X_3 \cdot Y_2 \Rightarrow -5.0 = 0$
$X_4 \cdot Y_5 \Rightarrow -7.4 = -28$	$X_4 \cdot Y_3 \Rightarrow -7.2 = -14$
$X_5 \cdot Y_6 \Rightarrow -9.5 = -45$	$X_5 \cdot Y_4 \Rightarrow -9.2 = -18$
$X_6 \cdot Y_7 \Rightarrow 0.4 = 0$	$X_6 \cdot Y_5 \Rightarrow 0.4 = 0$
$X_7 \cdot Y_8 \Rightarrow 9.2 = 18$	$X_7 \cdot Y_6 \Rightarrow 9.5 = 45$
$X_8 \cdot Y_9 \Rightarrow 7.2 = 14$	$X_8 \cdot Y_7 \Rightarrow 7.4 = 28$
$X_9 \cdot Y_{10} \Rightarrow 5.0 = 0$	$X_9 \cdot Y_8 \Rightarrow 5.2 = 10$
$X_{10} \cdot Y_1 \Rightarrow 2.0 = 0$	$X_{10} \cdot Y_9 \Rightarrow 2.2 = 4$
$\begin{array}{r} + \\ -55 \end{array}$	$\begin{array}{r} + \\ 55 \end{array}$
$F = \frac{-55 - 55}{2} \Rightarrow F = -55 \text{ m}^2$	

Alan hesabının doğru olup olmadığını kontrol etmek amacıyla, saatin dönüş yönü tersinde cross yöntemi uygulanarak alan hesabı tekrarlanır.

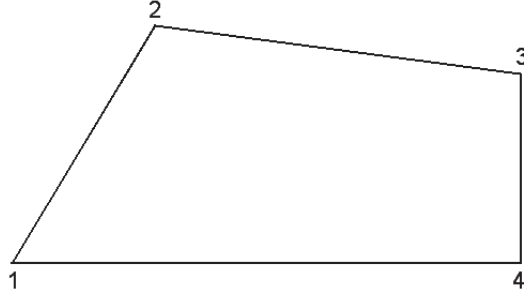


Cross yöntemi ile saatin dönüş yönü tersinde alan hesabı (Tablo 8.2)

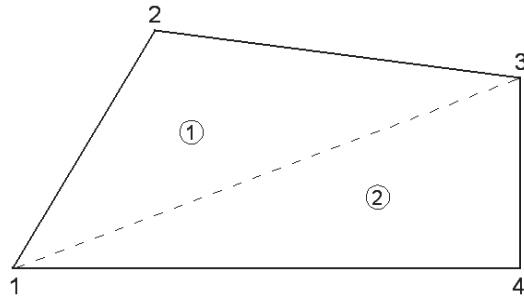
$Y_1 \cdot X_{10} \Rightarrow 0 \cdot -2 = 0$	$Y_1 \cdot X_2 \Rightarrow 0 \cdot 2 = 0$
$Y_2 \cdot X_1 \Rightarrow 0 \cdot 0 = 0$	$Y_2 \cdot X_3 \Rightarrow 0 \cdot 5 = 0$
$Y_3 \cdot X_2 \Rightarrow 2 \cdot 2 = 4$	$Y_3 \cdot X_4 \Rightarrow 2 \cdot 7 = 14$
$Y_4 \cdot X_3 \Rightarrow 2 \cdot 5 = 10$	$Y_4 \cdot X_5 \Rightarrow 2 \cdot 9 = 18$
$Y_5 \cdot X_4 \Rightarrow 4 \cdot 7 = 28$	$Y_5 \cdot X_6 \Rightarrow 4 \cdot 0 = 0$
$Y_6 \cdot X_5 \Rightarrow 5 \cdot 9 = 45$	$Y_6 \cdot X_7 \Rightarrow 5 \cdot -9 = -45$
$Y_7 \cdot X_6 \Rightarrow 4 \cdot 0 = 0$	$Y_7 \cdot X_8 \Rightarrow 4 \cdot -7 = -28$
$Y_8 \cdot X_7 \Rightarrow 2 \cdot -9 = -18$	$Y_8 \cdot X_9 \Rightarrow 2 \cdot -5 = -10$
$Y_9 \cdot X_8 \Rightarrow 2 \cdot -7 = -14$	$Y_9 \cdot X_{10} \Rightarrow 2 \cdot -2 = -4$
$Y_{10} \cdot X_9 \Rightarrow 0 \cdot -5 = 0$	$Y_{10} \cdot X_1 \Rightarrow 0 \cdot 0 = 0$
$+ \underline{\hspace{2cm}}$	$+ \underline{\hspace{2cm}}$
55	- 55
$F = \frac{55 - (-55)}{2} \Rightarrow F = 55 \text{ m}^2$	

Problem 8.10

Şekilde 1/2000 ölçeğinde çizilmiş planı verilen arazi parçasının alanını üçgenlere ayırma yöntemine göre hesaplayınız. Ayrıca alanın m², ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıklarını belirleyiniz.

**Çözüm 8.10**

Arazi parçası ilk olarak üçgenlere bölünür. Daha sonra elde edilen üçgenlerin kenar uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenir. Ölçülen çizim uzunluğu değerlerine göre, Bağıntı 8.1 ve Bağıntı 8.2 kullanılarak her bir üçgenin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Bağıntı 8.3'e göre üçgenlerin alanları toplanarak, arazi parçasının plan üzerindeki toplam alanı belirlenir. Bağıntı 2.8'e göre arazi parçasının gerçek alanı hesaplanarak alanın m², ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıkları belirlenir.



$$|12| = 3.90 \text{ cm}$$

$$|23| = 5.20 \text{ cm}$$

$$|34| = 2.65 \text{ cm}$$

$$|14| = 7.15 \text{ cm}$$

$$|13| = 7.60 \text{ cm}$$

$$8.1 \quad u_1 = \frac{|12| + |23| + |13|}{2} \quad u_1 = \frac{3.90 + 5.20 + 7.60}{2} \quad u_1 = 8.35 \text{ cm}$$

$$8.1 \quad u_2 = \frac{|13| + |34| + |14|}{2} \quad u_2 = \frac{7.60 + 2.65 + 7.15}{2} \quad u_2 = 8.70 \text{ cm}$$

$$8.2 \quad F_1 = \sqrt{u_1 \cdot (u_1 - l_{12}) \cdot (u_1 - l_{23}) \cdot (u_1 - l_{13})}$$

$$F_1 = \sqrt{8,35 \cdot (8,35 - 3,90) \cdot (8,35 - 5,20) \cdot (8,35 - 7,60)}$$

$$F_1 = 9,37 \text{ cm}^2$$

$$8.2 \quad F_2 = \sqrt{u_2 \cdot (u_2 - l_{13}) \cdot (u_2 - l_{34}) \cdot (u_2 - l_{14})}$$

$$F_2 = \sqrt{8,70 \cdot (8,70 - 7,60) \cdot (8,70 - 2,65) \cdot (8,70 - 7,15)}$$

$$F_2 = 9,47 \text{ cm}^2$$

$$8.3 \quad \Sigma F = F_1 + F_2 \quad \Sigma F = 9,37 + 9,47 \quad \Sigma F = 18,84 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{2000} \right)^2 = \frac{18,84 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 7,54 \cdot 10^7 \text{ cm}^2$$

$$7,54 \cdot 10^7 \text{ cm}^2 = 7,54 \cdot 10^7 \cdot 10^{-4} = 7,54 \cdot 10^3 \text{ m}^2 = 7540 \text{ m}^2$$

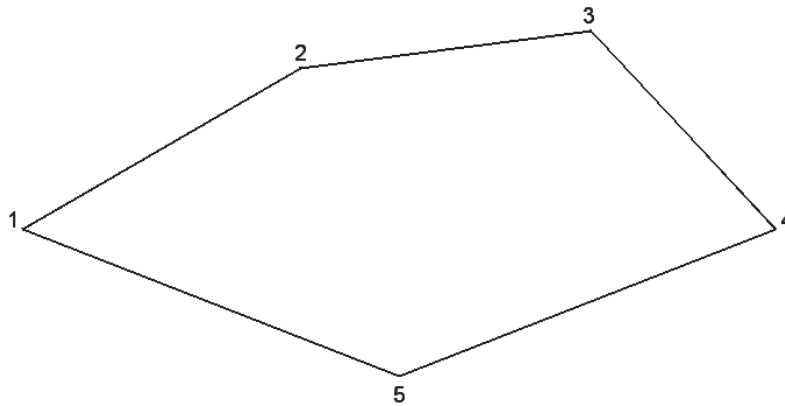
$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 7540 \text{ m}^2 = \frac{7540}{100} = 75,40 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 7540 \text{ m}^2 = \frac{7540}{1000} = 7,54 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 7540 \text{ m}^2 = \frac{7540}{10000} = 0,754 \text{ Hektar}$$

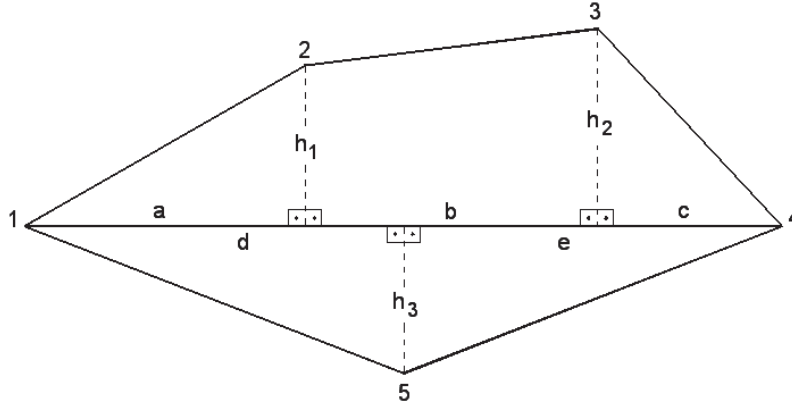
Problem 8.11

Şekilde 1/1000 ölçeğinde çizilmiş planı verilen arazi parçasının alanını thomson yöntemine göre hesaplayınız. Ayrıca alanın m², ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıklarını belirleyiniz.



Çözüm 8.11

Arazi parçasının sınırlarını belirleyen köşe noktalarından birbirine en uzak konumda bulunan iki tanesi birleştirilerek apsis eksenı oluşturulur. Bütün köşe noktalarından apsis eksenine dikler inilir. Ortaya çıkan dik ayağı ve dik boylarının uzunlukları cetvel ile ölçülür. Ölçülen çizim uzunluğu değerlerine göre, Bağıntı 8.4 kullanılarak arazi parçasının plan üzerindeki alanı belirlenir. Bağıntı 2.8'e göre arazi parçasının gerçek alanı hesaplanarak alanın m², ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıkları belirlenir.



$$h_1 = 2.20 \text{ cm} \quad h_2 = 2.75 \text{ cm} \quad h_3 = 2.10 \text{ cm} \quad a = 3.90 \text{ cm}$$

$$b = 4.10 \text{ cm} \quad c = 2.60 \text{ cm} \quad d = 5.30 \text{ cm} \quad e = 5.30 \text{ cm}$$

$$8.4 \quad 2.F = [h_1 \cdot (a + b)] + [h_2 \cdot (b + c)] + [h_3 \cdot (d + e)]$$

$$2.F = [2,20 \cdot (3.90 + 4.10)] + [2,75 \cdot (4.10 + 2.60)]$$

$$+ [2,10 \cdot (5.30 + 5.30)] \quad F = 29.20 \text{ cm}^2$$

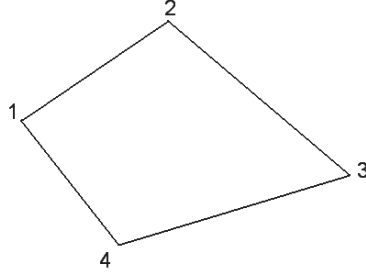
$$2.8 \quad \left(\frac{1}{1000} \right)^2 = \frac{29.20 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 2,92 \cdot 10^7 \text{ cm}^2$$

$$2,92 \cdot 10^7 \text{ cm}^2 = 2,92 \cdot 10^7 \cdot 10^{-4} = 2,92 \cdot 10^3 \text{ m}^2 = 2920 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 2920 \text{ m}^2 = \frac{2920}{100} = 29.20 \text{ Ar}$$

$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 2920 \text{ m}^2 = \frac{2920}{1000} = 2.92 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 2920 \text{ m}^2 = \frac{2920}{10000} = 0.292 \text{ Hektar}$$

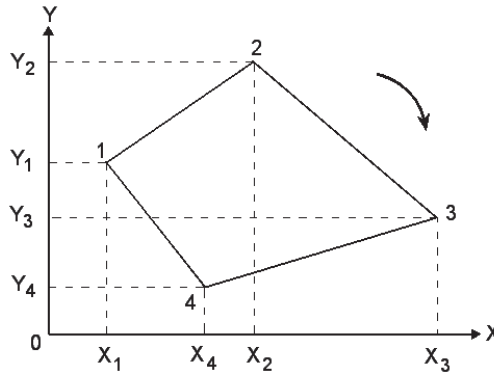
Problem 8.12

Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen arazi parçasının alanını cross yöntemini kullanarak hesaplayınız. Ayrıca alanın m^2 , ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıklarını belirleyiniz.

Çözüm 8.12

Arazi parçasının içinde veya dışında bir orijin noktası belirlenir. Orijin noktasından X ve Y eksenleri geçirilir. Köşe noktaları ile orijin arasındaki yatay ve düşey mesafeler cetvel ile ölçülerek köşe noktalarının koordinatları belirlenir. Bağıntı 8.8'e göre hazırlanan Tablo 8.1 yada Bağıntı 8.9'a göre hazırlanan Tablo 8.2 kullanılarak arazi parçasının plan üzerindeki alanı belirlenir. Bağıntı 2.8'e göre arazi parçasının gerçek alanı hesaplanarak alanın m^2 , ar, dekar ve hektar cinsinden karşılıkları belirlenir.

Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı



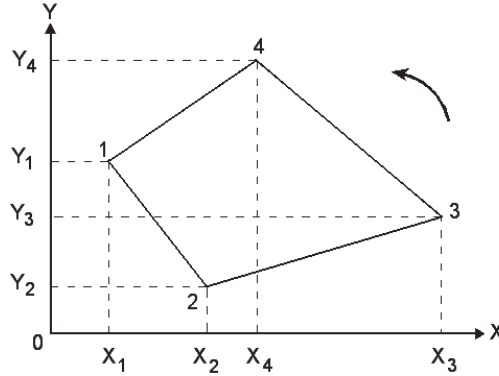
Köşe noktalarının saatin dönüş yönündeki koordinatları

Nokta No.	X (cm)	Y (cm)
1	0.80	2.40
2	2.85	3.80
3	5.45	1.60
4	2.20	0.65

Cross yöntemi ile saatin dönüş yönünde alan hesabı (Tablo 8.1)

$X_1 \cdot Y_2 \Rightarrow 0,80 \cdot 3,80 = 3.04$	$X_1 \cdot Y_4 \Rightarrow 0,80 \cdot 0,65 = 0.52$
$X_2 \cdot Y_3 \Rightarrow 2,85 \cdot 1,60 = 4.56$	$X_2 \cdot Y_1 \Rightarrow 2,85 \cdot 2,40 = 6.84$
$X_3 \cdot Y_4 \Rightarrow 5,45 \cdot 0,65 = 3.54$	$X_3 \cdot Y_2 \Rightarrow 5,45 \cdot 3,80 = 20.71$
$X_4 \cdot Y_1 \Rightarrow 2,20 \cdot 2,40 = 5.28$	$X_4 \cdot Y_3 \Rightarrow 2,20 \cdot 1,60 = 3.52$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
$\quad \quad \quad 16.42$	$\quad \quad \quad 31.59$
$F = \frac{16.42 - 31.59}{2} \Rightarrow F = -7.59 \text{ cm}^2$	

Cross yöntemi ile saatin dönüş yönü tersinde alan hesabı



Köşe noktalarının saatin dönüş yönü tersindeki koordinatları

Nokta No.	X (cm)	Y (cm)
1	0.80	2.40
2	2.20	0.65
3	5.45	1.60
4	2.85	3.80

Cross yöntemi ile saatin dönüş yönü tersinde alan hesabı (Tablo 8.2)

$Y_1 \cdot X_4 \Rightarrow 2,40 \cdot 2,85 = 6.84$	$Y_1 \cdot X_2 \Rightarrow 2,40 \cdot 2,20 = 5.28$
$Y_2 \cdot X_1 \Rightarrow 0,65 \cdot 0,80 = 0.52$	$Y_2 \cdot X_3 \Rightarrow 0,65 \cdot 5,45 = 3.54$
$Y_3 \cdot X_2 \Rightarrow 1,60 \cdot 2,20 = 3.52$	$Y_3 \cdot X_4 \Rightarrow 1,60 \cdot 2,85 = 4.56$
$Y_4 \cdot X_3 \Rightarrow 3,80 \cdot 5,45 = 20.71$	$Y_4 \cdot X_1 \Rightarrow 3,80 \cdot 0,80 = 3.04$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
$\quad \quad \quad 31.59$	$\quad \quad \quad 16.42$
$F = \frac{31.59 - 16.42}{2} \Rightarrow F = 7.59 \text{ cm}^2$	

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{7.59 \text{ cm}^2}{\text{Gerçek alan}} \quad \text{Gerçek alan} = 1,90 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$$

$$1,90 \cdot 10^8 \text{ cm}^2 = 1,90 \cdot 10^8 \cdot 10^{-4} = 1,90 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 19000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Ar} = 100 \text{ m}^2 \quad 19000 \text{ m}^2 = \frac{19000}{100} = 190 \text{ Ar}$$

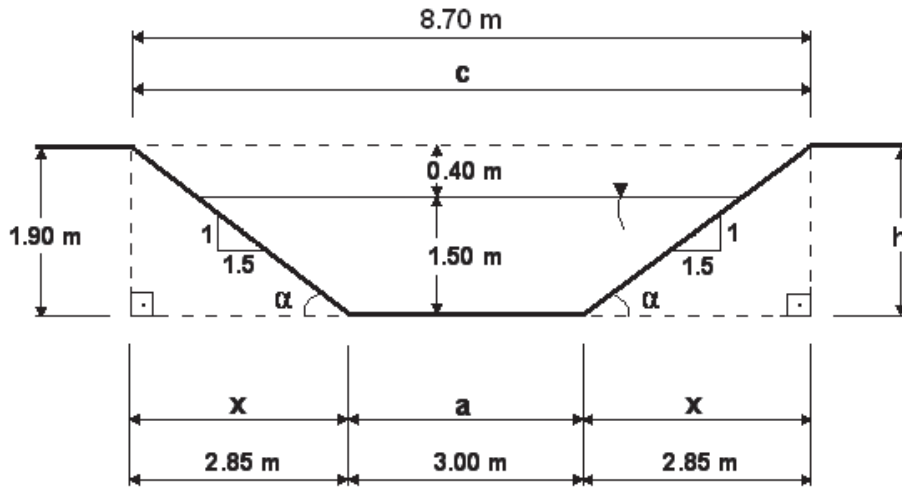
$$1 \text{ Dekar} = 1000 \text{ m}^2 \quad 19000 \text{ m}^2 = \frac{19000}{1000} = 19 \text{ Dekar}$$

$$1 \text{ Hektar} = 10000 \text{ m}^2 \quad 19000 \text{ m}^2 = \frac{19000}{10000} = 1.9 \text{ Hektar}$$

Problem 8.13

Taban genişliği 3.00 m, su yüksekliği 1.50 m ve hava payı 0.40 m olan trapez kesitli bir sulama kanalının yan yüzeylerinin eğimi $M=1/1.5$ olduğuna göre, bu sulama kanalının kesit alanını hesaplayınız.

Çözüm 8.13



$$2.3 \quad M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad \frac{1}{1.5} = \frac{h}{x} \quad \frac{1}{1.5} = \frac{1.90}{x} \quad x = 2.85 \text{ m}$$

$$8.7 \quad F = \frac{(a+c) \cdot h}{2} \quad F = \frac{(3.00 + 8.70) \cdot 1.90}{2} \quad F = 11.12 \text{ m}^2$$

BÖLÜM - 9

HACİM HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

9. HACİM HESAPLAMA YÖNTEMLERİ..... 205

9.1. Geniş Yüzeyli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı 205

9.2. Şerit Biçimli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı..... 212

9.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri 214

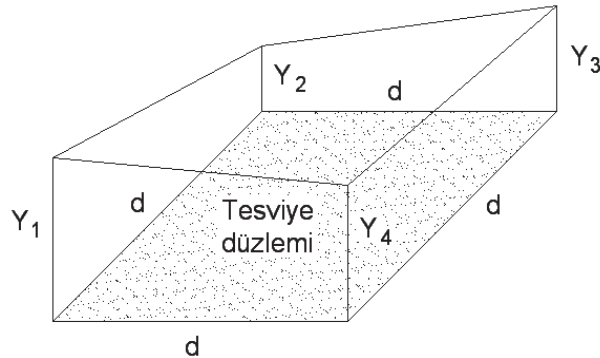
9. HACİM HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Geniş yüzey alanına sahip tarım arazisi, park vb. arazi parçaları ile genişliği az fakat uzunluğu oldukça fazla olan yol, kanal vb. yapıların güzergâhı üzerinde bulunan arazi parçalarının tesviyesi için yapılan yarma ve dolgu işlerinin hacimlerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılır.

9.1. Geniş Yüzeyli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı

Geniş yüzeyli arazi parçalarının tesviye sırasında yapılan yarma ve dolgu işlerinin hacimlerinin belirlenmesinde plan koteler kullanılır. Hacim hesaplamalarında kullanılacak plan kotelerde karelaj boyutu ne kadar küçük olursa hacim hesabı gerçeğe o kadar yakın olur. Plan kote üzerindeki her bir kare parçası için ayrı hacim hesabı yapılır. Arazi parçasının tesviye edileceği eğim değerlerine göre, plan kote üzerindeki bütün kare köşelerinin tesviye kotları belirlenir. Kare köşelerindeki tesviye ve arazi kotu değerlerine göre, yarma ve dolgu yükseklikleri belirlenerek m^3 cinsinden hacim hesaplamaları yapılır. Her bir kare parçası için belirlenen yarma (Kazı) ve dolgu (İmla) hacimleri ayrı ayrı toplanarak, toplam yarma ve dolgu hacimleri belirlenir. Kare köşelerinde yer alan yarma ve dolgu yüksekliklerinin farklı durumlarında kullanılabilecek hacim bağıntıları aşağıda verilmiştir.

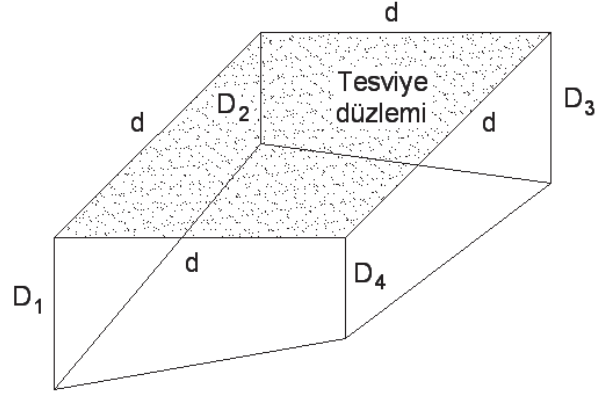
- **Dört Köşede Yarma Olması Halinde Hacimler**



$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \quad 9.1$$

$$V_Y = \frac{d^2 \cdot Y}{4} \quad 9.2$$

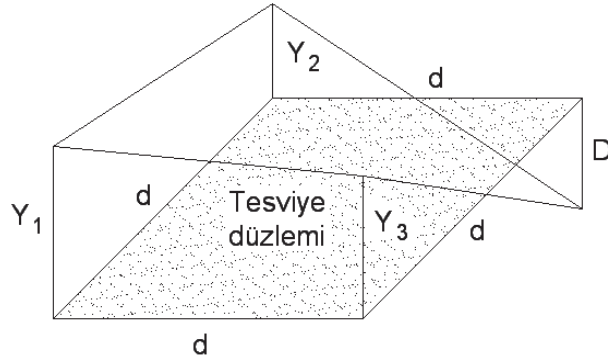
- **Dört Köşede Dolgu Olması Halinde Hacimler**



$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \quad 9.3$$

$$V_D = \frac{d^2 \cdot D}{4} \quad 9.4$$

- **Üç Köşede Yarma Bir Köşede Dolgu Olması Halinde Hacimler**

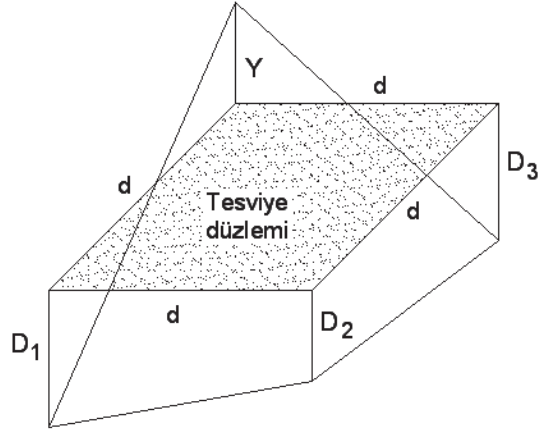


$$V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \frac{Y_2^2}{D + Y_2} + \frac{Y_3^2}{D + Y_3} \right) \quad 9.5$$

$$V_D = \frac{d^2 \cdot D^2}{8} \left(\frac{1}{D + Y_2} + \frac{1}{D + Y_3} \right) \quad 9.6$$

Y_2 ve Y_3 dolgu yüksekliğinin her iki yanındaki yarma yükseklikleridir.

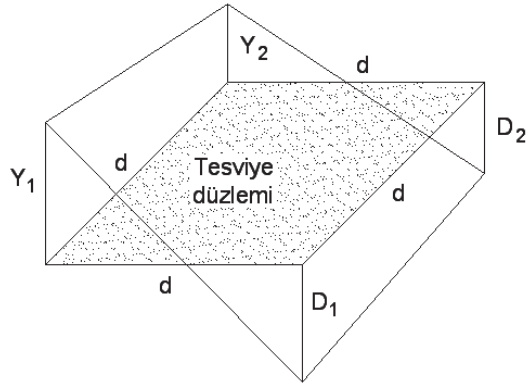
- Üç Köşede Dolgu Bir Köşede Yarma Olması Halinde Hacimler



$$V_Y = \frac{3 \cdot d^2 \cdot Y^2}{4} \left(\frac{1}{D_1 + D_2 + D_3 + 3Y} \right) \quad 9.7$$

$$V_D = \frac{d^2 \cdot (D_1 + D_2 + D_3)}{12} \left(2 + \frac{D_1 + D_2 + D_3}{D_1 + D_2 + D_3 + 3Y} \right) \quad 9.8$$

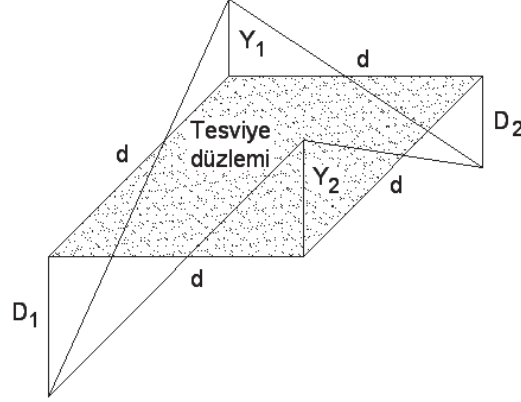
- İki Köşede Yarma İki Köşede Dolgu Olması Halinde Hacimler



$$V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \quad 9.9$$

$$V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \quad 9.10$$

• Zıt İki Köşede Yarma İki Köşede Dolgu Olması Halinde Hacimler



$$V_Y = \frac{d^2}{4} \left(\frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \quad 9.11$$

$$V_D = \frac{d^2}{4} \left(\frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \quad 9.12$$

Bağıntılarda;

d : Kare kenarı uzunluğu

Y : Yarma yüksekliği

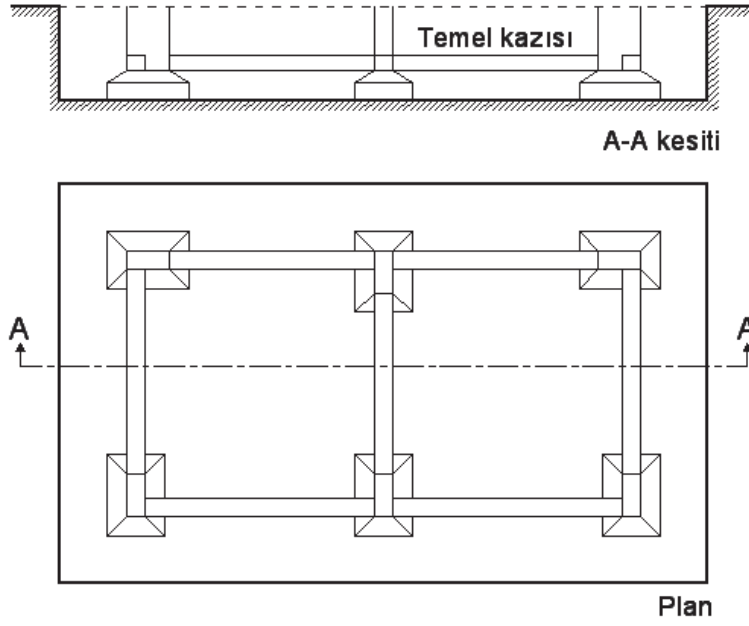
D : Dolgu yüksekliği

V_Y : Yarma hacmi

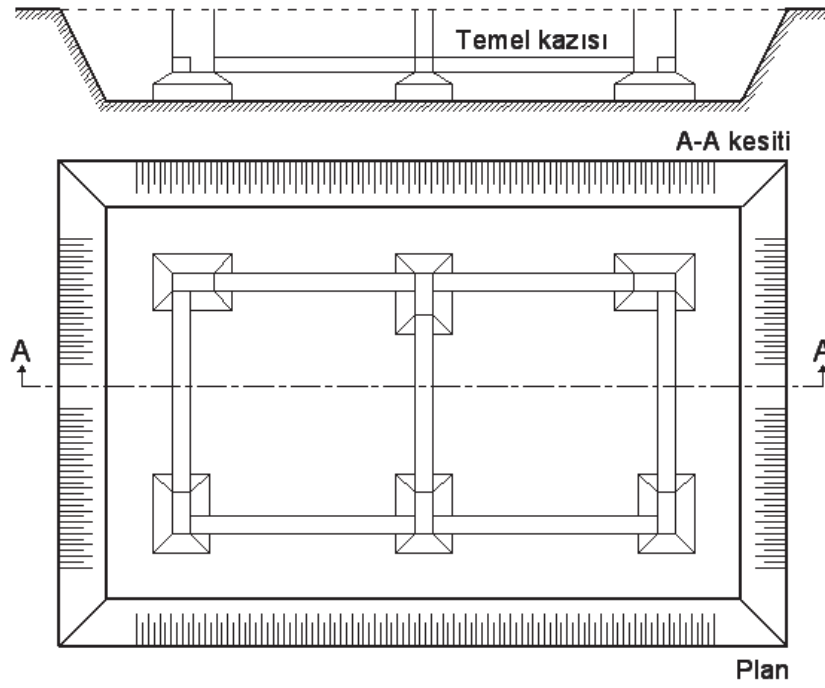
V_D : Dolgu hacmi

Değerini ifade eder.

Yukarıda verilen durumların dışında prizma ve kesik piramit şeklinde sadece yarma hacimlerinden oluşan durumlarla da karşılaşılabılır. Yapıların temel kazıları dikdörtgen prizma, dik üçgen prizma ve kesik piramit şeklinde yapılır. Kaya gibi sert ve akıcı olmayan zeminlerde temel kazılarının yan yüzeyleri dik yapılır. Kazı hacmi dikdörtgen prizma hacmine eşit olur. Kum gibi taneli ve kendini tutamayan, akıcı zeminlerde ise kazı alanlarının yan yüzeyleri eğimli yapılır. Kazı alanının karşılıklı iki yan yüzeyinin eğimli yapılması durumunda, kazı hacmi dik üçgen prizma ve dikdörtgen prizma hacimlerinin toplamına eşit olur. Kazı alanının bütün yan yüzeylerinin eğimli yapılması durumunda ise kazı hacmi kesik piramit hacmine eşit olur.

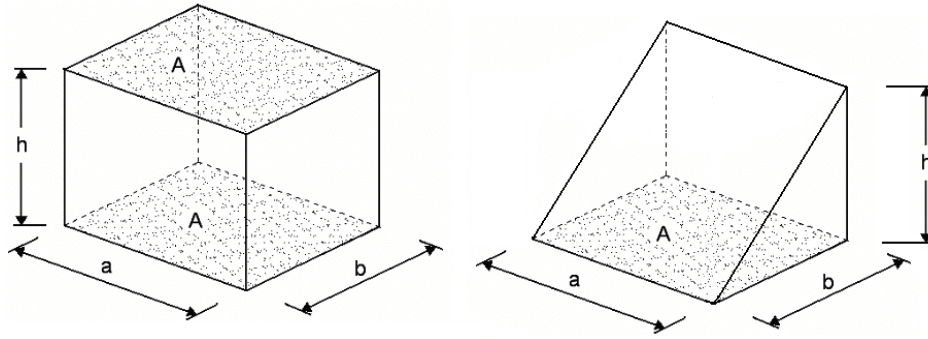


Şekil 9.1 Dikdörtgen Prizma Şeklindeki Temel Kazısı



Şekil 9.2 Kesik Piramit Şeklindeki Temel Kazısı

Dikdörtgen prizma ve dik üçgen prizma şeklindeki temel kazılarının hacim hesaplamalarında Şekil 9.3'e göre yazılan 9.13, 9.14 ve 9.15 Bağıntıları kullanılır. Her iki prizmanın taban alanı değerleri Bağıntı 9.13 kullanılarak hesaplanır. Dikdörtgen prizma hacmi Bağıntı 9.14, dik üçgen prizma hacmi ise Bağıntı 9.15 kullanılarak belirlenir.



Şekil 9.3 Prizma şeklindeki Temel Kazılarının Elemanları

$$A = a.b \quad 9.13$$

$$V = A.h \quad 9.14$$

$$V = \frac{A.h}{2} \quad 9.15$$

Bağıntılarda;

A : Temel kazısı taban alanı

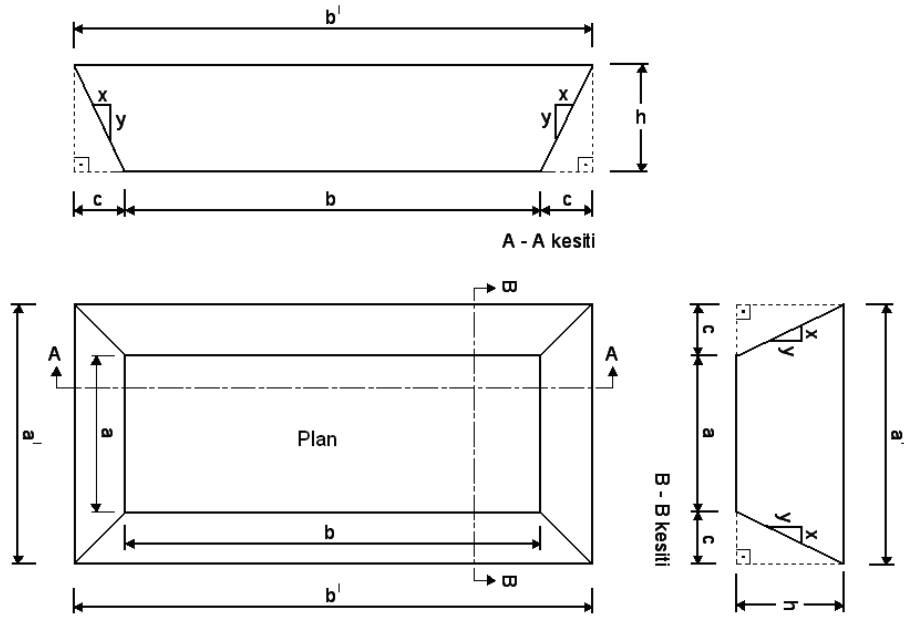
a, b : Taban alanı kenar uzunlukları

h : Temel kazısı yüksekliği

V : Temel kazısı hacmi

Değerini ifade eder.

Temel kazısı alanının bütün kenarlarına eğim verilmesi durumunda kazı hacmi kesik piramit şeklinde olur. Kesik piramit şeklindeki temel kazılarının hacimleri Şekil 9.4 ve Şekil 9.5'e göre yazılan 9.16 - 9.21 Bağıntıları kullanılarak belirlenir. Eğimli yan yüzeylerin yatay izdüşüm uzunluğu (c), Bağıntı 2.3'e göre yazılan Bağıntı 9.16 kullanılarak hesaplanır.

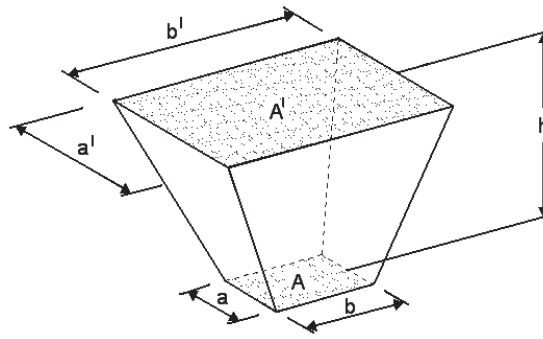


Şekil 9.4 Kesik Piramit Şeklindeki Temel Kazısının Planı ve Kesitleri

$$M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{y}{x} = \frac{h}{c} \quad c = \frac{h \cdot x}{y} \quad 9.16$$

$$a' = a + (2 \cdot c) \quad 9.17$$

$$b' = b + (2 \cdot c) \quad 9.18$$



Şekil 9.5 Kesik Piramit Şeklindeki Temel Kazısının Elemanları

$$A = a \cdot b \quad 9.19$$

$$A' = a' \cdot b' \quad 9.20$$

$$V = \frac{h}{3} (A + A' + \sqrt{A \cdot A'}) \quad 9.21$$

Bağıntılarda;

c : Eğimli yan yüzeylerin yatay izdüşüm uzunluğu

h : Temel kazısı yüksekliği

a, b : Taban alanı kenar uzunlukları

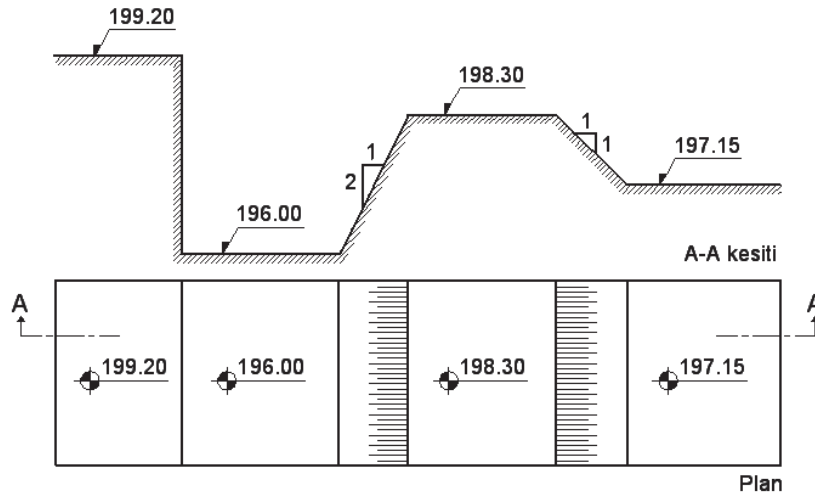
a', b' : Tavan alanı kenar uzunlukları

A, A' : Temel kazısı taban ve tavan alanları

V : Temel kazısı hacmi

Değerini ifade eder.

Plan ve kesit çizimlerinde, kot ve eğim değerleri Şekil 9.6'da verildiği gibi bazı sembol ve taramalar ile gösterilirler. Kot değerleri metre cinsinden, eğim değerleri ise genellikle oran cinsinden ifade edilirler.



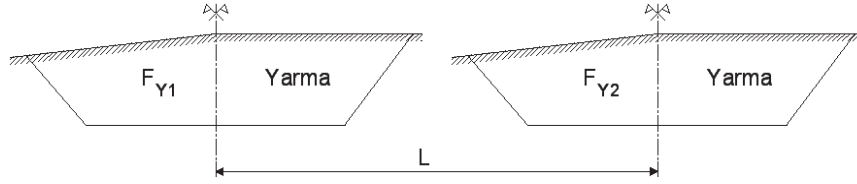
Şekil 9.6 Topografya Uygulamalarında Kot ve Eğimin Gösterilmesi

9.2. Şerit Biçimli Arazilerin Tesviyesinde Hacim Hesabı

Belirli genişlikte ve şerit halinde inşa edilen yol ve kanalların tesviye maliyetlerinin belirlenebilmesi için, tüm güzergâh boyunca yapılacak yarma ve dolgu işi hacimlerinin belirlenmesi gerekir. Yol ve kanal yapılarının hacim hesaplamalarında genellikle ortalama alan yöntemi kullanılır. Bu yöntemde belirli yatay mesafe aralıkları ile yapılan ölçümler sonucunda çizilen en kesitler ve bu en kesitlerin alanları dikkate alınır.

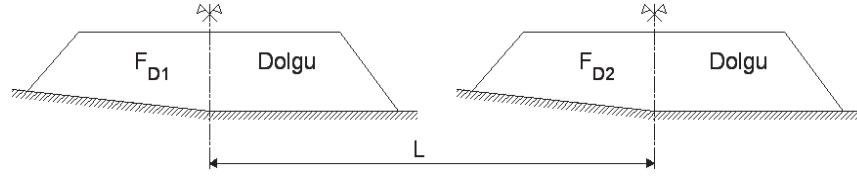
Ortalama alan yöntemine göre hacim hesabı, birbirini takip eden her iki en kesit arasındaki yarma ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi esasına dayanan hacim hesabı yöntemidir. En kesitlerin farklı durumlarında kullanılacak hacim bağıntıları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

- **İki Kesitinde Tamamen Yarma Olması Halinde Hacimler**



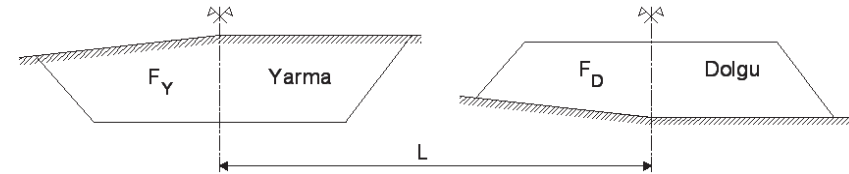
$$V_Y = \frac{(F_{Y1} + F_{Y2}) \cdot L}{2} \quad 9.22$$

- **İki Kesitinde Tamamen Dolgu Olması Halinde Hacimler**



$$V_D = \frac{(F_{D1} + F_{D2}) \cdot L}{2} \quad 9.23$$

- **Bir Kesitin Yarma Diğerinin Dolgu Olması Halinde Hacimler**



$$V_Y = \frac{F_Y^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad 9.24$$

$$V_D = \frac{F_D^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad 9.25$$

Bağıntılarda;

V_Y : Yarma hacmi

V_D : Dolgu hacmi

F_Y : Yarma alanı

F_D : Dolgu alanı

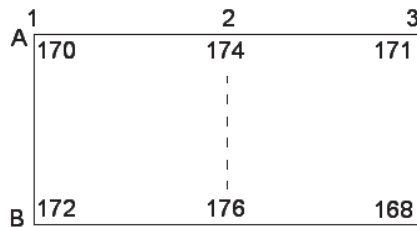
L : Kesitler arasındaki yatay mesafe uzunluğu

Değerini ifade eder.

Birbirini takip eden en kesitlerin bir tanesinin yada her ikisinin karışık (Mix.) en kesit olması halinde hacimler yine 9.22, 9.23, 9.24 ve 9.25 Bağlıntıları ile hesaplanır. Hacim hesaplamalarında hangi bağıntıların kullanılacağı, en kesit alanları arasında gerekli alan eşleştirmeleri yapıldıktan sonra belirlenir. Bunun için ilk olarak karışık en kesitler üzerindeki yarmadan dolguya geçiş noktaları tespit edilir. Daha sonra geçiş noktalarından her iki en kesiti kesecek şekilde, yol eksenine doğrultusunda alan ayırma çizgileri geçirilir. Alan ayırma çizgilerinin her iki yanındaki alanlar karşılıklı olarak eşleştirilir ve hangi hacim bağıntısının kullanılacağı tespit edilerek, hacim hesaplamaları yapılır. Eşleştirilen alanların her ikisinin de yarma alanı olması durumunda, yarma hacmi Bağlıntı 9.22 kullanılarak belirlenir. Eşleştirilen alanların her ikisinin de dolgu alanı olması durumunda, dolgu hacmi Bağlıntı 9.23 kullanılarak belirlenir. Eşleştirilen alanların birinin yarma alanı diğerinin dolgu alanı olması durumunda yarma hacmi Bağlıntı 9.24, dolgu hacmi ise Bağlıntı 9.25 kullanılarak belirlenir.

9.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 9.1

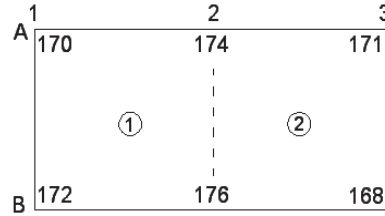


Şekilde 30 x 30 m karelaja göre hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, 173 m kotunda tamamen düz olacak şekilde tesviye edilebilmesi için yapılması gereken yarma ve dolgu hacimlerini hesaplayınız.

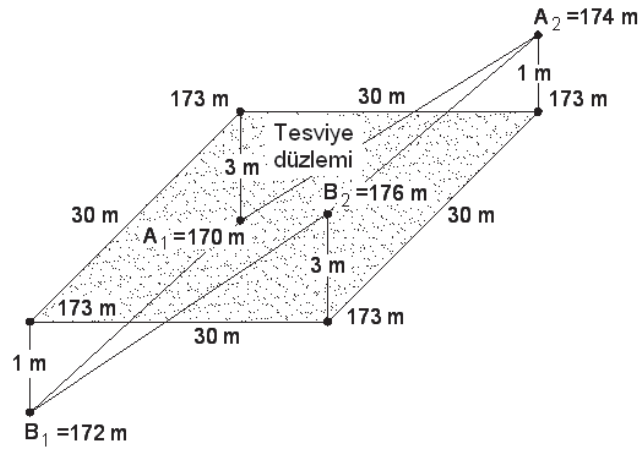
Çözüm 9.1

$A_1 = 173 - 170$	$A_1 = 3 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$A_2 = 174 - 173$	$A_2 = 1 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$A_3 = 173 - 171$	$A_3 = 2 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_1 = 173 - 172$	$B_1 = 1 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_2 = 176 - 173$	$B_2 = 3 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$B_3 = 173 - 168$	$B_2 = 5 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği

Her bir kare için ayrı hacim hesabı yapılır.

1 Numaralı kare için hacim hesabı

Karşılıklı iki köşede dolgu iki köşede yarma yüksekliği



$$9.9 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

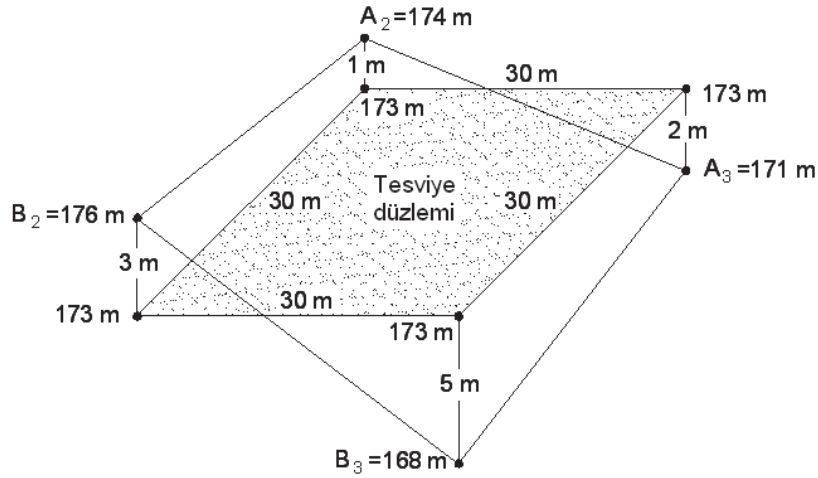
$$V_Y = \frac{30^2}{8} \left(1 + 3 + \frac{(1 + 3)^2}{3 + 1 + 1 + 3} \right) \quad V_Y = 675 \text{ m}^3$$

$$9.10 \quad V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{30^2}{8} \left(3 + 1 + \frac{(3 + 1)^2}{3 + 1 + 1 + 3} \right) \quad V_D = 675 \text{ m}^3$$

2 Numaralı kare için hacim hesabı

Karşılıklı iki köşede yarma iki köşede dolgu



$$9.9 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_Y = \frac{30^2}{8} \left(1 + 3 + \frac{(1 + 3)^2}{2 + 5 + 1 + 3} \right) \quad V_Y = 613.64 \text{ m}^3$$

$$9.10 \quad V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{30^2}{8} \left(2 + 5 + \frac{(2 + 5)^2}{2 + 5 + 1 + 3} \right) \quad V_D = 1288.64 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_Y = 675.00 + 613.64 \quad \Sigma V_Y = 1288.64 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = 675.00 + 1288.64 \quad \Sigma V_D = 1963.64 \text{ m}^3$$

Problem 9.2

	1	2	3
A	103.00	101.50	103.40
B	100.80	104.30	102.50
C	102.70	105.00	103.00

Şekilde 10 x 10 m karelaja göre hazırlanmış plan kotesi verilen arazi parçasının, 102 m kotunda tamamen düz olacak şekilde tesviye edilebilmesi için yapılması gereken yarma ve dolgu hacimlerini hesaplayınız.

Çözüm 9.2

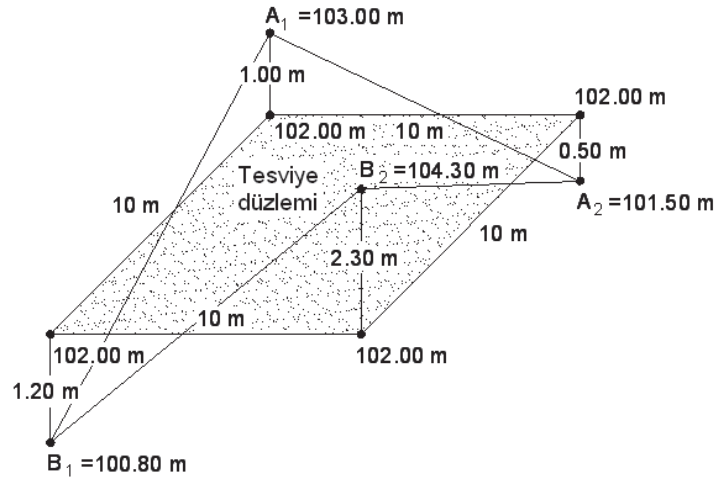
$$\begin{aligned}
 A_1 &= 103.00 - 102.00 & A_1 &= 1.00 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 A_2 &= 102.00 - 101.50 & A_2 &= 0.50 \text{ m} & \text{Dolgu yüksekliği} \\
 A_3 &= 103.40 - 102.00 & A_3 &= 1.40 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 B_1 &= 102.00 - 100.80 & B_1 &= 1.20 \text{ m} & \text{Dolgu yüksekliği} \\
 B_2 &= 104.30 - 102.00 & B_2 &= 2.30 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 B_3 &= 102.50 - 102.00 & B_3 &= 0.50 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 C_1 &= 102.70 - 102.00 & C_1 &= 0.70 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 C_2 &= 105.00 - 102.00 & C_2 &= 3.00 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği} \\
 C_3 &= 103.00 - 102.00 & C_3 &= 1.00 \text{ m} & \text{Yarma yüksekliği}
 \end{aligned}$$

Her bir kare için ayrı hacim hesabı yapılır.

	1	2	3
A	103.00	101.50	103.40
	①	②	
B	100.80	104.30	102.50
	③	④	
C	102.70	105.00	103.00

1 Numaralı kare için hacim hesabı

Zıt iki köşede yarma iki köşede dolgu yüksekliği



$$9.11 \quad V_Y = \frac{d^2}{4} \left(\frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

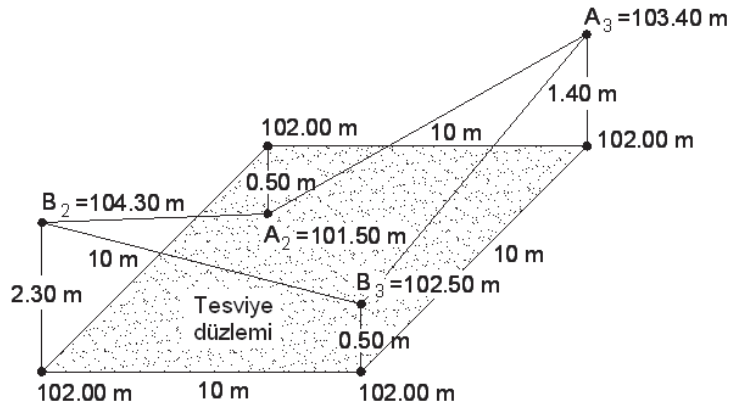
$$V_Y = \frac{10^2}{4} \left(\frac{(1.00 + 2.30)^2}{1.20 + 0.50 + 1.00 + 2.30} \right) \quad V_Y = 54.45 \text{ m}^3$$

$$9.12 \quad V_D = \frac{d^2}{4} \left(\frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2}{4} \left(\frac{(1.20 + 0.50)^2}{1.20 + 0.50 + 1.00 + 2.30} \right) \quad V_D = 14.45 \text{ m}^3$$

2 Numaralı kare için hacim hesabı

Üç köşede yarma bir köşede dolgu yüksekliği



$$9.5 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \frac{Y_2^2}{D + Y_2} + \frac{Y_3^2}{D + Y_3} \right)$$

$$V_Y = \frac{10^2}{8} \left(0.50 + 2.30 + 1.40 + \frac{2.30^2}{0.50 + 2.30} + \frac{1.40^2}{0.50 + 1.40} \right)$$

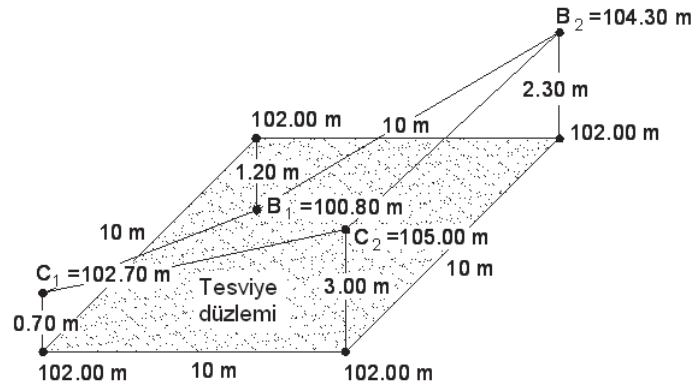
$$V_Y = 89.00 \text{ m}^3$$

$$9.6 \quad V_D = \frac{d^2 \cdot D^2}{8} \left(\frac{1}{D + Y_2} + \frac{1}{D + Y_3} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2 \cdot 0.50^2}{8} \left(\frac{1}{0.50 + 2.30} + \frac{1}{0.50 + 1.40} \right) \quad V_D = 2.76 \text{ m}^3$$

3 Numaralı kare için hacim hesabı

Üç köşede yarma bir köşede dolgu yüksekliği



$$9.5 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \frac{Y_2^2}{D + Y_2} + \frac{Y_3^2}{D + Y_3} \right)$$

$$V_Y = \frac{10^2}{8} \left(3.00 + 0.70 + 2.30 + \frac{0.70^2}{1.20 + 0.70} + \frac{2.30^2}{1.20 + 2.30} \right)$$

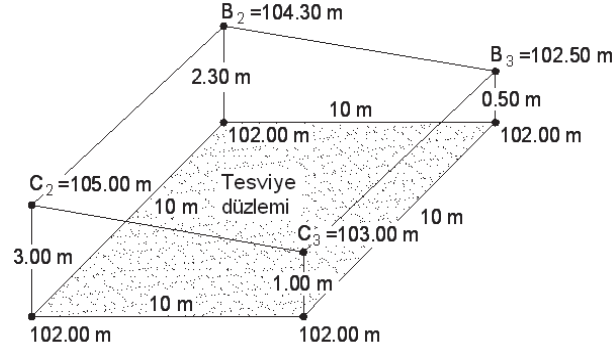
$$V_Y = 97.12 \text{ m}^3$$

$$9.6 \quad V_D = \frac{d^2 \cdot D^2}{8} \left(\frac{1}{D + Y_2} + \frac{1}{D + Y_3} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2 \cdot 1.20^2}{8} \left(\frac{1}{1.20 + 0.70} + \frac{1}{1.20 + 2.30} \right) \quad V_D = 14.61 \text{ m}^3$$

4 Numaralı kare için hacim hesabı

Dört köşede yarma yüksekliği



$$9.1 \quad Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \quad Y = 2.30 + 0.50 + 3.00 + 1.00 = 6.8 \text{ m}$$

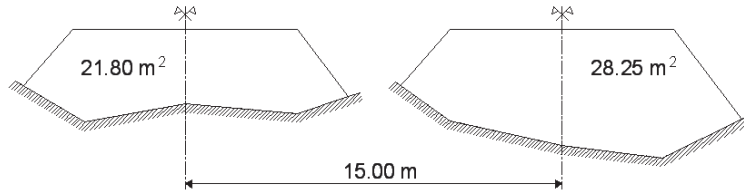
$$9.2 \quad V_Y = \frac{d^2 \cdot Y}{4} \quad V_Y = \frac{10^2 \cdot 6.8}{4} \quad V_Y = 170.00 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_Y = 54.45 + 89.00 + 97.12 + 170.00 \quad \Sigma V_Y = 410.57 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = 14.45 + 2.76 + 14.61 \quad \Sigma V_D = 31.82 \text{ m}^3$$

Problem 9.3

Birbirini takip eden ve aralarında 15.00 m yatay mesafe bulunan iki dolgu en kesitinden birincisinin alanı 21.80 m^2 , ikincisinin alanı 28.25 m^2 olduğuna göre, bu iki en kesit arasındaki dolgu hacmini hesaplayınız.

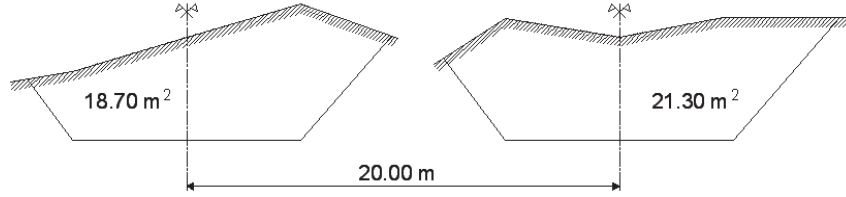


Çözüm 9.3

$$9.23 \quad V_D = \frac{(F_{D1} + F_{D2}) \cdot L}{2} \quad V_D = \frac{(21.80 + 28.25) \cdot 15.00}{2} = 375.38 \text{ m}^3$$

Problem 9.4

Birbirini takip eden ve aralarında 20.00 m yatay mesafe bulunan iki yarma en kesitinden birincisinin alanı 18.70 m^2 , ikincisinin alanı 21.30 m^2 olduğuna göre, bu iki en kesit arasındaki yarma hacmini hesaplayınız.

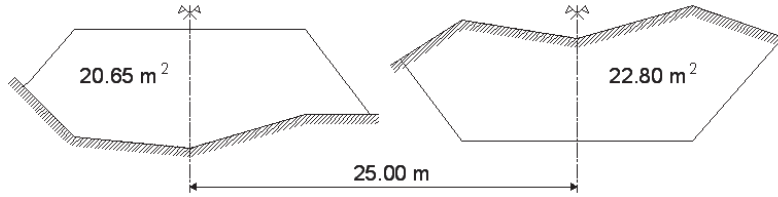


Çözüm 9.4

$$9.22 \quad V_Y = \frac{(F_{Y1} + F_{Y2}) \cdot L}{2} \quad V_Y = \frac{(18.70 + 21.30) \cdot 20.00}{2} = 400.00 \text{ m}^3$$

Problem 9.5

Birbirini takip eden ve aralarında 25.00 m yatay mesafe bulunan dolgu ve yarma en kesitlerinden dolgu en kesitinin alanı 20.65 m^2 , yarma en kesitinin alanı 22.80 m^2 olduğuna göre, bu iki en kesit arasındaki yarma ve dolgu hacimlerini hesaplayınız.



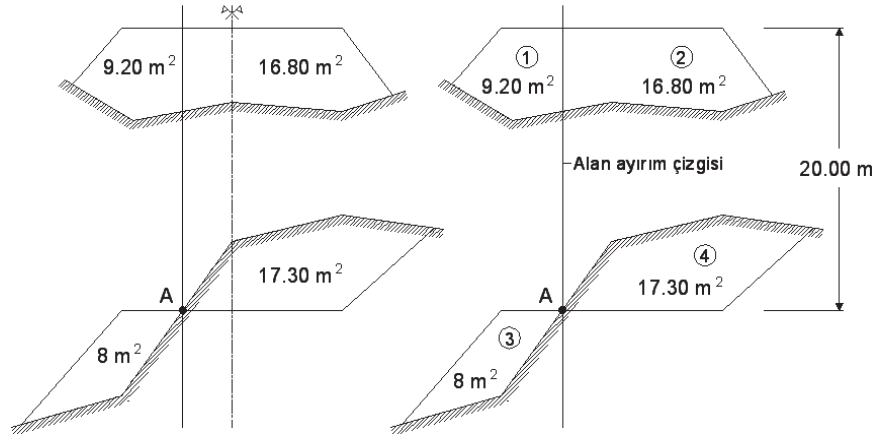
Çözüm 9.5

$$9.24 \quad V_Y = \frac{F_Y^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_Y = \frac{22.80^2 \cdot 25.00}{2 \cdot (22.80 + 20.65)} = 149.55 \text{ m}^3$$

$$9.25 \quad V_D = \frac{F_D^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_D = \frac{20.65^2 \cdot 25.00}{2 \cdot (22.80 + 20.65)} = 122.68 \text{ m}^3$$

Problem 9.6

Birbirini takip eden ve aralarında 20 m yatay mesafe bulunan iki en kesitten birincisi dolgu en kesiti, ikincisi karışık en kesittir. Karışık en kesit üzerindeki geçiş noktası (A) belirlenerek, bu noktadan alan ayırım çizgisi geçirilmiştir. Ayırım çizgisine göre alanlara numara verilerek, eşleştirme yapılmış ve alanlar hesaplanarak en kesitler üzerinde gösterilmiştir. Buna göre, iki en kesit arasındaki yarma ve dolgu hacimlerini hesaplayınız.



Çözüm 9.6

1 ve 3 numaralı alanlar dolgu alanlarıdır. Dolayısıyla bu iki alan arasında dolgu hacmi vardır.

$$9.23 \quad V_D = \frac{(F_{D1} + F_{D2}) \cdot L}{2} \quad V_D = \frac{(9.20 + 8.00) \cdot 20.00}{2} = 172.00 \text{ m}^3$$

2 Numaralı alan dolgu alanı ve eşleştirildiği 4 numaralı alan yarma alanıdır. Dolayısıyla bu iki alan arasında hem yarma hacmi hem de dolgu hacmi vardır.

$$9.24 \quad V_Y = \frac{F_Y^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_Y = \frac{17.30^2 \cdot 20.00}{2 \cdot (17.30 + 16.80)} = 87.77 \text{ m}^3$$

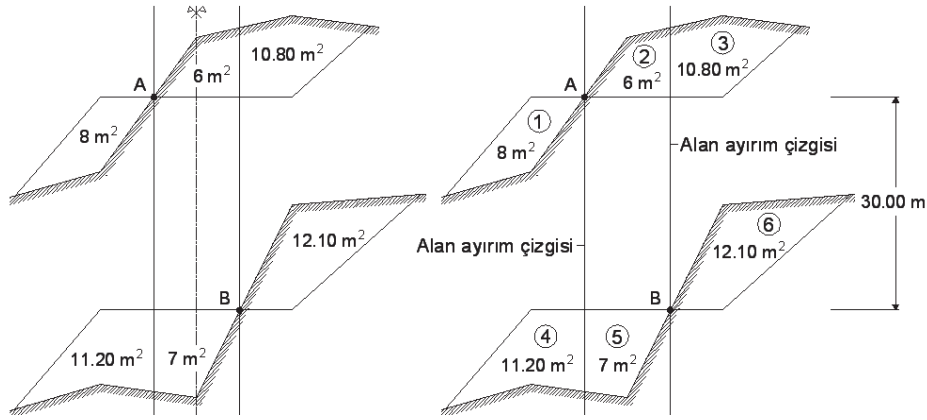
$$9.25 \quad V_D = \frac{F_D^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_D = \frac{16.80^2 \cdot 20.00}{2 \cdot (17.30 + 16.80)} = 82.77 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_Y = 87.77 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = 172.00 + 82.77 \quad \Sigma V_D = 254.77 \text{ m}^3$$

Problem 9.7

Birbirini takip eden ve aralarında 30 m yatay mesafe bulunan iki karışık (Mix.) en kesit üzerindeki geçiş noktaları (A, B) belirlenerek, bu noktalardan alan ayırım çizgileri geçirilmiştir. Ayırım çizgilerine göre alanlara numara verilerek, karşılıklı eşleştirme yapılmış ve alan değerleri hesaplanarak en kesitler üzerinde gösterilmiştir. Buna göre, iki karışık en kesit arasındaki yarma ve dolgu hacimlerini hesaplayınız.



Çözüm 9.7

1 ve 4 numaralı alanlar dolgu alanlarıdır. Dolayısıyla bu iki alan arasında dolgu hacmi vardır.

$$9.23 \quad V_D = \frac{(F_{D1} + F_{D2}) \cdot L}{2} \quad V_D = \frac{(8.00 + 11.20) \cdot 30.00}{2} = 288.00 \text{ m}^3$$

2 ve 5 numaralı alanlar arasında hem yarma hacmi hem de dolgu hacmi vardır.

$$9.24 \quad V_Y = \frac{F_Y^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_Y = \frac{6.00^2 \cdot 30.00}{2 \cdot (6.00 + 7.00)} = 41.54 \text{ m}^3$$

$$9.25 \quad V_D = \frac{F_D^2 \cdot L}{2 \cdot (F_Y + F_D)} \quad V_D = \frac{7.00^2 \cdot 30.00}{2 \cdot (6.00 + 7.00)} = 56.54 \text{ m}^3$$

3 ve 6 numaralı alanlar yarma alanlarıdır. Dolayısıyla bu iki alan arasında yarma hacmi vardır.

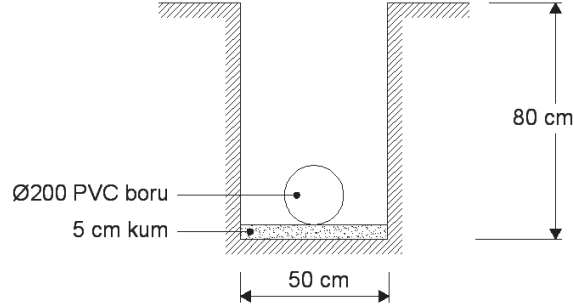
$$9.22 \quad V_Y = \frac{(F_{Y1} + F_{Y2}) \cdot L}{2} \quad V_Y = \frac{(10.80 + 12.10) \cdot 30.00}{2} = 343.50 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_Y = 41.54 + 343.50 \text{ m}^3 \quad \Sigma V_Y = 385.04 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = 288.00 + 56.54 \quad \Sigma V_D = 344.54 \text{ m}^3$$

Problem 9.8

Uzunluğu 250 m olan bir kanalizasyon hattının inşaatında 200 mm çapındaki PVC borular kullanılacaktır. Kanalizasyon hattı için kesitin genişliği 50 cm ve yüksekliği 80 cm olan bir kanal kazılarak, kanal tabanına 5 cm yüksekliğinde kum serilecektir. Buna göre, yapılması gereken kazı ve dolgu miktarları ile kanal tabanına serilecek kum miktarını hesaplayınız.

Çözüm 9.8

$$V_{KAZI} = 0,50 \cdot 0,80 \cdot 250 \quad V_{KAZI} = 100 \text{ m}^3$$

$$V_{KUM} = 0,05 \cdot 0,50 \cdot 250 \quad V_{KUM} = 6,25 \text{ m}^3$$

$$V_{DOLGU} = V_{KAZI} - (V_{BORU} + V_{KUM})$$

$$V_{DOLGU} = 100 - \left(\frac{\pi \cdot 0,20^2 \cdot 250}{4} + 6,25 \right) \quad V_{DOLGU} = 85,90 \text{ m}^3$$

Problem 9.9

Bir arazi parçasını tesviye etmek amacıyla, ilk olarak 10 x 10 m boyutlarında karelaj yapılmıştır. Daha sonra kotu 22.00 m olan kıyas düzlemi üzerindeki bir noktaya yüksekliği 170 cm olacak şekilde bir nivo kurularak, kare köşelerindeki mira orta okuma değerleri mm cinsinden belirlenmiş ve şekil üzerinde verilmiştir. Buna göre, arazi parçasının 20 cm yükseklik farkı ile izohips eğrili haritasını çiziniz. Ayrıca kuzey – güney ve doğu – batı yönlerindeki doğal eğimleri hesaplayarak, arazi parçasının bu eğim değerlerine göre tesviye edilebilmesi için yapılması gereken yarma ve dolgu hacimlerini belirleyiniz.

	1	2	3	4
A	2900	3700	3300	3900
B	2300	3100	2500	3300
C	1900	2700	2100	2500

Çözüm 9.9

Kıyas düzleminin kotu, nivo yüksekliği ve kare köşelerine tutulan miradan okunan orta kıl değerleri Bağıntı 5.23'de yerine yazılarak bütün kare köşelerinin kotları belirlenir.

$$5.23 \quad H_A = H_K + h_N - h_M$$

$H_{A1} = 22.00 + 1.70 - 2.90$	$H_{A1} = 20.80 \text{ m}$
$H_{A2} = 22.00 + 1.70 - 3.70$	$H_{A2} = 20.00 \text{ m}$
$H_{A3} = 22.00 + 1.70 - 3.30$	$H_{A3} = 20.40 \text{ m}$
$H_{A4} = 22.00 + 1.70 - 3.90$	$H_{A4} = 19.80 \text{ m}$
$H_{B1} = 22.00 + 1.70 - 2.30$	$H_{B1} = 21.40 \text{ m}$
$H_{B2} = 22.00 + 1.70 - 3.10$	$H_{B2} = 20.60 \text{ m}$
$H_{B3} = 22.00 + 1.70 - 2.50$	$H_{B3} = 21.20 \text{ m}$
$H_{B4} = 22.00 + 1.70 - 3.30$	$H_{B4} = 20.40 \text{ m}$
$H_{C1} = 22.00 + 1.70 - 1.90$	$H_{C1} = 21.80 \text{ m}$
$H_{C2} = 22.00 + 1.70 - 2.70$	$H_{C2} = 21.00 \text{ m}$
$H_{C3} = 22.00 + 1.70 - 2.10$	$H_{C3} = 21.60 \text{ m}$
$H_{C4} = 22.00 + 1.70 - 2.50$	$H_{C4} = 21.20 \text{ m}$

Belirlenen kot değerlerine göre plan kotenin çizimi yapılır.

	1	2	3	4
A	20.80	20.00	20.40	19.80
B	21.40	20.60	21.20	20.40
C	21.80	21.00	21.60	21.20

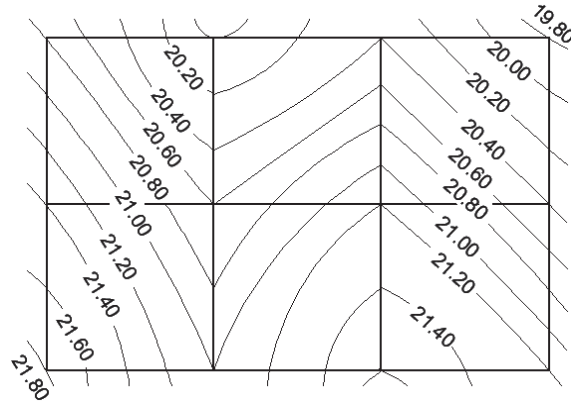
Plan kote üzerindeki en büyük ve en küçük kot değerlerine göre, geçirilecek izohips eğrilerinin kotları belirlenir ve 20 cm yükseklik farkı ile izohips eğrileri çizilir.

En büyük kot değeri : 21.80 m

En küçük kot değeri : 19.80 m

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$\begin{array}{ll}
 21.80 - 0.20 = 21.60 \text{ m} & 21.60 - 0.20 = 21.40 \text{ m} \\
 21.40 - 0.20 = 21.20 \text{ m} & 21.20 - 0.20 = 21.00 \text{ m} \\
 21.00 - 0.20 = 20.80 \text{ m} & 20.80 - 0.20 = 20.60 \text{ m} \\
 20.60 - 0.20 = 20.40 \text{ m} & 20.40 - 0.20 = 20.20 \text{ m} \\
 20.20 - 0.20 = 20.00 \text{ m} & 20.00 - 0.20 = 19.80 \text{ m}
 \end{array}$$



Kuzey – güney yönünde doğal eğim hesabı

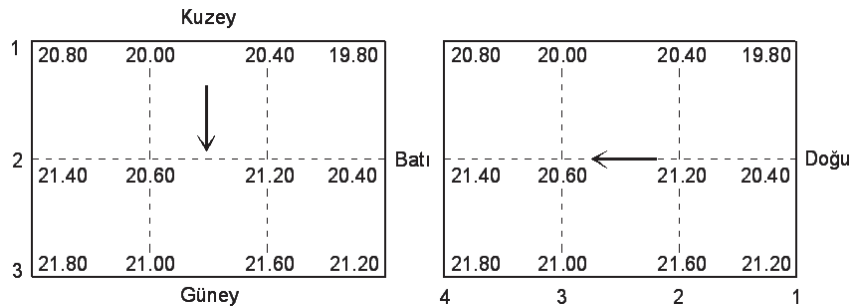
$$\Sigma (H.m) = 20,25.1 + 20,90.2 + 21,40.3 = 126.25 \text{ m}$$

$$\Sigma m. \Sigma H = (1 + 2 + 3). (20.25 + 20.90 + 21.40) = 375.30 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 = 14 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2 + 3)^2 = 36$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n. \Sigma (H.m) - (\Sigma m. \Sigma H)]. 100}{[(n. \Sigma m^2) - (\Sigma m)^2]. d}$$

$$M = \frac{[3. 126,25 - 375,30]. 100}{[(3. 14) - 36]. 10} = 5.75 \quad M = \% 5.75$$



Doğu – batı yönünde doğal eğim hesabı

$$\Sigma (H.m) = 20,47.1 + 21,07.2 + 20,53.3 + 21,33.4 = 209.52 \text{ m}$$

$$\Sigma m = 1 + 2 + 3 + 4 = 10 \text{ m}$$

$$\Sigma H = 20.47 + 21.07 + 20.53 + 21.33 = 83.40 \text{ m}$$

$$\Sigma m.\Sigma H = 10.83,40 = 834.00 \text{ m}$$

$$\Sigma m^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 = 30 \quad (\Sigma m)^2 = (1 + 2 + 3 + 4)^2 = 100$$

$$7.1 \quad M = \frac{[n.\Sigma (H.m) - (\Sigma m.\Sigma H)].100}{[(n.\Sigma m^2) - (\Sigma m)^2].d}$$

$$M = \frac{[4.209,52 - 834.00].100}{[(4.30) - 100].10} = 2.04 \quad M = \% 2.04$$

$$7.2 \quad H_{\text{ort}} = \frac{20.80 + 20.00 + \dots + 21.20}{12} \quad H_{\text{ort}} = 20.85 \text{ m}$$

$$7.3 \quad X_G = \frac{\Sigma d_x}{2} \quad X_G = \frac{10 + 10 + 10}{2} \quad X_G = 15 \text{ m}$$

$$7.4 \quad Y_G = \frac{\Sigma d_y}{2} \quad Y_G = \frac{10 + 10}{2} \quad Y_G = 10 \text{ m}$$

Ağırlık merkezinin konumuna göre tesviye kotları belirlenir.

$$7.5 \quad H_T = H_{\text{ort}} \mp M_{\text{DB}} \cdot d_x \mp M_{\text{KG}} \cdot d_y$$

$$HT_{A1} = 20.85 + (0,0204.15) - (0,0575.10) \quad HT_{A1} = 20.58 \text{ m}$$

$$HT_{A2} = 20.85 + (0,0204.5) - (0,0575.10) \quad HT_{A2} = 20.38 \text{ m}$$

$$HT_{A3} = 20.85 - (0,0204.5) - (0,0575.10) \quad HT_{A3} = 20.17 \text{ m}$$

$$HT_{A4} = 20.85 - (0,0204.15) - (0,0575.10) \quad HT_{A4} = 19.97 \text{ m}$$

$$HT_{B1} = 20.85 + (0,0204.15) + (0,0575.0) \quad HT_{B1} = 21.16 \text{ m}$$

$$HT_{B2} = 20.85 + (0,0204.5) + (0,0575.0) \quad HT_{B2} = 20.95 \text{ m}$$

$$HT_{B3} = 20.85 - (0,0204.5) + (0,0575.0) \quad HT_{B3} = 20.75 \text{ m}$$

$$HT_{B4} = 20.85 - (0,0204.15) + (0,0575.0) \quad HT_{B4} = 20.54 \text{ m}$$

$$HT_{C1} = 20.85 + (0,0204.15) + (0,0575.10) \quad HT_{C1} = 21.73 \text{ m}$$

$$HT_{C2} = 20.85 + (0,0204.5) + (0,0575.10) \quad HT_{C2} = 21.53 \text{ m}$$

$$HT_{C3} = 20.85 - (0,0204.5) + (0,0575.10) \quad HT_{C3} = 21.32 \text{ m}$$

$$HT_{C4} = 20.85 - (0,0204.15) + (0,0575.10) \quad HT_{C4} = 21.12 \text{ m}$$

Kare köşelerinin doğal kotları ve tesviye kotları dikkate alınarak, her bir kare köşesindeki yarma veya dolgu yükseklikleri belirlenir.

	1	2	3	4
A	20.80 (20.58)	20.00 (20.38)	20.40 (20.17)	19.80 (19.97)
	①		②	③
B	21.40 (21.16)	20.60 (20.95)	21.20 (20.75)	20.40 (20.54)
	④		⑤	⑥
C	21.80 (21.73)	21.00 (21.53)	21.60 (21.32)	21.20 (21.12)

$A_1 = 20.80 - 20.58$	$A_1 = 0.22 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$A_2 = 20.38 - 20.00$	$A_2 = 0.38 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$A_3 = 20.40 - 20.17$	$A_3 = 0.23 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$A_4 = 19.97 - 19.80$	$A_4 = 0.17 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_1 = 21.40 - 21.16$	$B_1 = 0.24 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$B_2 = 20.95 - 20.60$	$B_2 = 0.35 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_3 = 21.20 - 20.75$	$B_3 = 0.45 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$B_4 = 20.54 - 20.40$	$B_4 = 0.14 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$C_1 = 21.80 - 21.73$	$C_1 = 0.07 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$C_2 = 21.53 - 21.00$	$C_2 = 0.53 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$C_3 = 21.60 - 21.32$	$C_3 = 0.28 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$C_4 = 21.20 - 21.12$	$C_4 = 0.08 \text{ m}$	Yarma yüksekliği

Belirlenen yarma ve dolgu yüksekliklerine göre, her bir kare için ayrı hacim hesabı yapılır. Elde edilen hacim değerleri toplanarak toplam yarma ve dolgu hacimleri belirlenir. Kare köşelerindeki yarma ve dolgu yükseklikleri incelendiğinde 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı karelerin karşılıklı iki köşelerinde yarma, iki köşelerinde de dolgu olduğu görülmektedir.

1 Numaralı kare için hacim hesabı

$$9.9 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_Y = \frac{10^2}{8} \left(0.22 + 0.24 + \frac{(0.22 + 0.24)^2}{0.38 + 0.35 + 0.22 + 0.24} \right) = 7.97 \text{ m}^3$$

$$9.10 \quad V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2}{8} \left(0.38 + 0.35 + \frac{(0.38 + 0.35)^2}{0.38 + 0.35 + 0.22 + 0.24} \right) = 14.72 \text{ m}^3$$

2 Numaralı kare için hacim hesabı

$$9.9 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_Y = \frac{10^2}{8} \left(0.23 + 0.45 + \frac{(0.23 + 0.45)^2}{0.38 + 0.35 + 0.23 + 0.45} \right) = 12.60 \text{ m}^3$$

$$9.10 \quad V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2}{8} \left(0.38 + 0.35 + \frac{(0.38 + 0.35)^2}{0.38 + 0.35 + 0.23 + 0.45} \right) = 13.85 \text{ m}^3$$

3 Numaralı kare için hacim hesabı

$$9.9 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_Y = \frac{10^2}{8} \left(0.23 + 0.45 + \frac{(0.23 + 0.45)^2}{0.17 + 0.14 + 0.23 + 0.45} \right) = 14.34 \text{ m}^3$$

$$9.10 \quad V_D = \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right)$$

$$V_D = \frac{10^2}{8} \left(0.17 + 0.14 + \frac{(0.17 + 0.14)^2}{0.17 + 0.14 + 0.23 + 0.45} \right) = 5.09 \text{ m}^3$$

4 Numaralı kare için hacim hesabı

$$\begin{aligned}
 9.9 \quad V_Y &= \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + \frac{(Y_1 + Y_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \\
 V_Y &= \frac{10^2}{8} \left(0.24 + 0.07 + \frac{(0.24 + 0.07)^2}{0.35 + 0.53 + 0.24 + 0.07} \right) = 4.89 \text{ m}^3 \\
 9.10 \quad V_D &= \frac{d^2}{8} \left(D_1 + D_2 + \frac{(D_1 + D_2)^2}{D_1 + D_2 + Y_1 + Y_2} \right) \\
 V_D &= \frac{10^2}{8} \left(0.35 + 0.53 + \frac{(0.35 + 0.53)^2}{0.35 + 0.53 + 0.24 + 0.07} \right) = 19.14 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

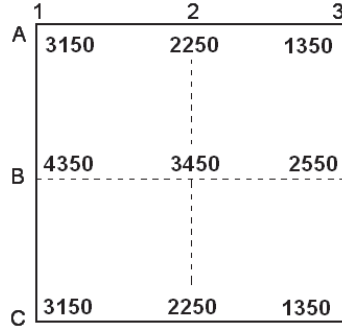
5 Numaralı kare için hacim hesabı

$$\begin{aligned}
 9.9 \quad V_Y &= \frac{10^2}{8} \left(0.45 + 0.28 + \frac{(0.45 + 0.28)^2}{0.35 + 0.53 + 0.45 + 0.28} \right) = 13.26 \text{ m}^3 \\
 9.10 \quad V_D &= \frac{10^2}{8} \left(0.35 + 0.53 + \frac{(0.35 + 0.53)^2}{0.35 + 0.53 + 0.45 + 0.28} \right) = 17.01 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

6 Numaralı kare için hacim hesabı

Üç köşede yarma bir köşede dolgu yüksekliği

$$\begin{aligned}
 9.5 \quad V_Y &= \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \frac{Y_2^2}{D + Y_2} + \frac{Y_3^2}{D + Y_3} \right) \\
 V_Y &= \frac{10^2}{8} \left(0.28 + 0.45 + 0.08 + \frac{0.45^2}{0.14 + 0.45} + \frac{0.08^2}{0.14 + 0.08} \right) \\
 V_Y &= 14.78 \text{ m}^3 \\
 9.6 \quad V_D &= \frac{d^2 \cdot D^2}{8} \left(\frac{1}{D + Y_2} + \frac{1}{D + Y_3} \right) \\
 V_D &= \frac{10^2 \cdot 0.14^2}{8} \left(\frac{1}{0.14 + 0.45} + \frac{1}{0.14 + 0.08} \right) \quad V_D = 1.53 \text{ m}^3 \\
 \Sigma V_Y &= 7.97 + 12.60 + 14.34 + 4.89 + 13.26 + 14.78 = 67.84 \text{ m}^3 \\
 \Sigma V_D &= 14.72 + 13.85 + 5.09 + 19.14 + 17.01 + 1.53 = 71.34 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Problem 9.10

Bir arazi parçasını tesviye etmek amacıyla, ilk olarak 25 x 25 m boyutlarında karelaj yapılmıştır. Daha sonra kotu 93.00 m olan kıyas düzlemi üzerindeki bir noktaya yüksekliği 165 cm olacak şekilde bir nivo kurularak, kare köşelerindeki mira orta okuma değerleri mm cinsinden belirlenmiş ve şekil üzerinde verilmiştir. Buna göre, arazi parçasının 30 cm yükseklik farkı ile izohips eğrili haritasını çiziniz. Ayrıca arazi parçasının doğu – batı yönünde % 2 eğimli olacak şekilde tesviye edilebilmesi için yapılması gereken yarma ve dolgu hacimlerini belirleyerek, arazi parçasının tesviye edildikten sonraki halinin 30 cm yükseklik farkı ile izohips eğrili haritasını çiziniz.

Çözüm 9.10

Kıyas düzleminin kotu, nivo yüksekliği ve kare köşelerine tutulan miradan okunan orta kıl değerleri Bağıntı 5.23'de yerine yazılarak bütün kare köşelerinin kotları belirlenir.

$$5.23 \quad H_A = H_K + h_N - h_M$$

$$H_{A1} = 93.00 + 1.65 - 3.150 \quad H_{A1} = 91.50 \text{ m}$$

$$H_{A2} = 93.00 + 1.65 - 2.250 \quad H_{A2} = 92.40 \text{ m}$$

$$H_{A3} = 93.00 + 1.65 - 1.350 \quad H_{A3} = 93.30 \text{ m}$$

$$H_{B1} = 93.00 + 1.65 - 4.350 \quad H_{B1} = 90.30 \text{ m}$$

$$H_{B2} = 93.00 + 1.65 - 3.450 \quad H_{B2} = 91.20 \text{ m}$$

$$H_{B3} = 93.00 + 1.65 - 2.550 \quad H_{B3} = 92.10 \text{ m}$$

$$H_{C1} = 93.00 + 1.65 - 3.150 \quad H_{C1} = 91.50 \text{ m}$$

$$H_{C2} = 93.00 + 1.65 - 2.250 \quad H_{C2} = 92.40 \text{ m}$$

$$H_{C3} = 93.00 + 1.65 - 1.350 \quad H_{C3} = 93.30 \text{ m}$$

Belirlenen kot değerlerine göre plan kotenin çizimi yapılır.

	1	2	3
A	91.50	92.40	93.30
B	90.30	91.20	92.10
C	91.50	92.40	93.30

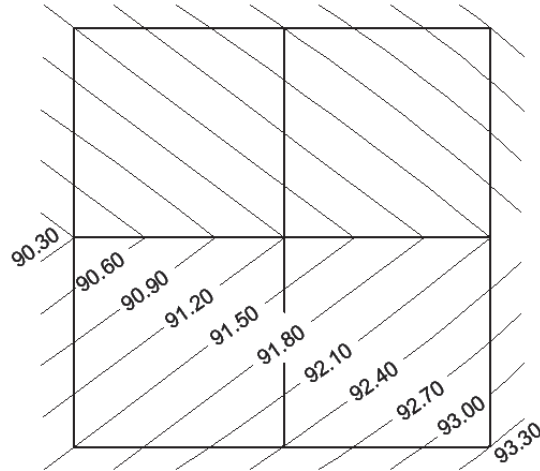
Plan kote üzerindeki en büyük ve en küçük kot değerlerine göre, geçirilecek izohips eğrileri ve bunları kotları belirlenerek, 30 cm yükseklik farkı ile izohips eğrileri çizilir.

En büyük kot değeri : 93.30 m

En küçük kot değeri : 90.30 m

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$\begin{array}{ll}
 93.30 - 0.30 = 93.00 \text{ m} & 93.00 - 0.30 = 92.70 \text{ m} \\
 92.70 - 0.30 = 92.40 \text{ m} & 92.40 - 0.30 = 92.10 \text{ m} \\
 92.10 - 0.30 = 91.80 \text{ m} & 91.80 - 0.30 = 91.50 \text{ m} \\
 91.50 - 0.30 = 91.20 \text{ m} & 91.20 - 0.30 = 90.90 \text{ m} \\
 90.90 - 0.30 = 90.60 \text{ m} & 90.60 - 0.30 = 90.30 \text{ m}
 \end{array}$$



$$7.2 \quad H_{\text{ort}} = \frac{91.50 + 92.40 + \dots + 93.30}{9} \quad H_{\text{ort}} = 92.00 \text{ m}$$

$$7.3 \quad X_G = \frac{\Sigma d_x}{2} \quad X_G = \frac{25 + 25}{2} \quad X_G = 25 \text{ m}$$

$$7.4 \quad Y_G = \frac{\Sigma d_y}{2} \quad Y_G = \frac{25 + 25}{2} \quad Y_G = 25 \text{ m}$$

Ağırlık merkezinin konumuna göre tesviye kotları belirlenir.

Kuzey – güney yönünde eğime bağlı bir tesviye işlemi yapılmayacağından, bu yöndeki eğim değeri sıfır kabul edilir. Arazi parçası sadece doğu – batı yönünde tesviye edilir.

$$7.5 \quad H_T = H_{ort} \mp M_{DB} \cdot d_x$$

$HT_{A1} = 92.00 + (0,02.25)$	$HT_{A1} = 92.50 \text{ m}$
$HT_{A2} = 92.00 + (0,02.0)$	$HT_{A2} = 92.00 \text{ m}$
$HT_{A3} = 92.00 - (0,02.25)$	$HT_{A3} = 91.50 \text{ m}$
$HT_{B1} = 92.00 + (0,02.25)$	$HT_{B1} = 92.50 \text{ m}$
$HT_{B2} = 92.00 + (0,02.0)$	$HT_{B2} = 92.00 \text{ m}$
$HT_{B3} = 92.00 - (0,02.25)$	$HT_{B3} = 91.50 \text{ m}$
$HT_{C1} = 92.00 + (0,02.25)$	$HT_{C1} = 92.50 \text{ m}$
$HT_{C2} = 92.00 + (0,02.0)$	$HT_{C2} = 92.00 \text{ m}$
$HT_{C3} = 92.00 - (0,02.25)$	$HT_{C3} = 91.50 \text{ m}$

Belirlenen tesviye kotu değerlerine göre, arazi parçasının tesviye edildikten sonraki halinin 30 cm yükseklik farkı ile izohips eğrili haritası çizilir.

Geçirilecek izohips eğrileri ve kot değerleri

$$92.50 - 0.30 = 92.20 \text{ m} \quad 92.20 - 0.30 = 91.90 \text{ m}$$

$$91.90 - 0.30 = 91.60 \text{ m}$$

A1- A2, B1- B2 ve C1- C2 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri : $92.50 > 92.20 > 92.00$

Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 92.20 m

92.20 m kotlu eğrinin 92.00 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(92.20 - 92.00) \cdot 25}{92.50 - 92.00} \quad d_1 = 10.00 \text{ m}$$

A2 - A3, B2 - B3 ve C2 - C3 noktaları arasından geçirilecek izohips eğrileri : $92.00 > 91.90 > 91.60 > 91.50$

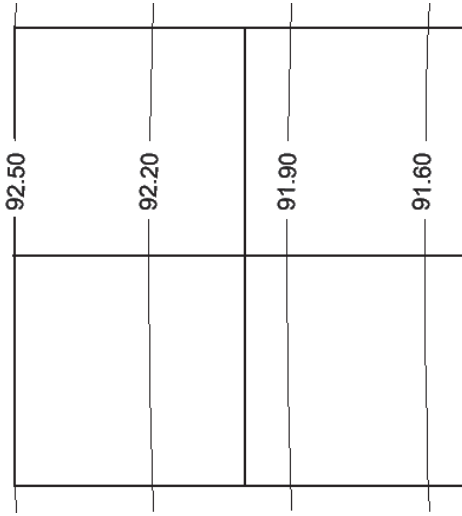
Geçirilecek eğrilerin kot değerleri : 91.60 m, 91.90 m

91.60 m kotlu eğrinin 91.50 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

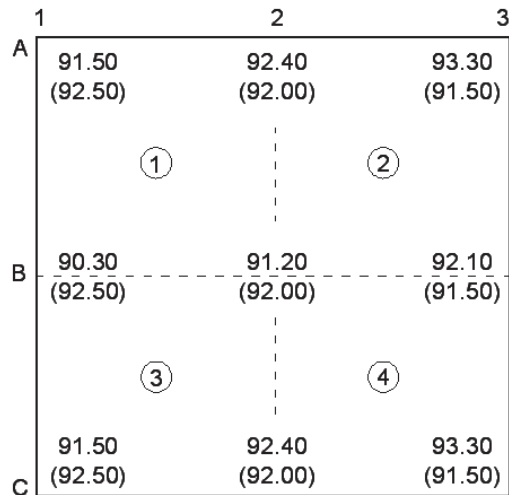
$$6.1 \quad d_1 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_1 = \frac{(91.60 - 91.50) \cdot 25}{92.00 - 91.50} \quad d_1 = 5.00 \text{ m}$$

91.90 m kotlu eğrinin 91.50 m kotlu noktadan yatay uzaklığı

$$6.1 \quad d_2 = \frac{\Delta H_1 \cdot d}{\Delta H} \quad d_2 = \frac{(91.90 - 91.50) \cdot 25}{92.00 - 91.50} \quad d_2 = 20.00 \text{ m}$$



Kare köşelerinin doğal kotları ve tesviye kotları dikkate alınarak, her bir kare köşesindeki yarma veya dolgu yükseklikleri belirlenir.



$A_1 = 92.50 - 91.50$	$A_1 = 1.00 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$A_2 = 92.40 - 92.00$	$A_2 = 0.40 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$A_3 = 93.30 - 91.50$	$A_3 = 1.80 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$B_1 = 92.50 - 90.30$	$B_1 = 2.20 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_2 = 92.00 - 91.20$	$B_2 = 0.80 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$B_3 = 92.10 - 91.50$	$B_3 = 0.60 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$C_1 = 92.50 - 91.50$	$C_1 = 1.00 \text{ m}$	Dolgu yüksekliği
$C_2 = 92.40 - 92.00$	$C_2 = 0.40 \text{ m}$	Yarma yüksekliği
$C_3 = 93.30 - 91.50$	$C_3 = 1.80 \text{ m}$	Yarma yüksekliği

1 ve 3 numaralı karelerin üç köşelerinde dolgu, bir köşelerinde yarma yüksekliği vardır. Bu iki karenin yarma ve dolgu yüksekliği değerleri aynıdır. Bir kare için hesap yapılarak, elde edilen sonuçların iki katı alınır.

1 ve 3 numaralı kareler için hacim hesabı

Üç köşede dolgu bir köşede yarma yüksekliği

$$9.7 \quad V_Y = \frac{3 \cdot d^2 \cdot Y^2}{4} \left(\frac{1}{D_1 + D_2 + D_3 + 3Y} \right)$$

$$V_Y = \frac{3 \cdot 25^2 \cdot 0,40^2}{4} \left(\frac{1}{1,00 + 2,20 + 0,80 + 3 \cdot 0,40} \right)$$

$$V_Y = 14,42 \text{ m}^3$$

$$9.8 \quad V_D = \frac{d^2 \cdot (D_1 + D_2 + D_3)}{12} \left(2 + \frac{D_1 + D_2 + D_3}{D_1 + D_2 + D_3 + 3Y} \right)$$

$$V_D = \frac{25^2 \cdot (1,00 + 2,20 + 0,80)}{12} \left(2 + \frac{1,00 + 2,20 + 0,80}{1,00 + 2,20 + 0,80 + 3 \cdot 0,40} \right)$$

$$V_D = 576,92 \text{ m}^3$$

2 ve 4 numaralı karelerin üç köşelerinde yarma, bir köşelerinde dolgu yüksekliği vardır. Bu iki karenin dolgu ve yarma yüksekliği değerleri aynıdır. Bir kare için hesap yapılarak, elde edilen sonuçların iki katı alınır.

2 ve 4 numaralı kareler için hacim hesabı

Üç köşede yarma bir köşede dolgu yüksekliği

$$9.5 \quad V_Y = \frac{d^2}{8} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \frac{Y_2^2}{D + Y_2} + \frac{Y_3^2}{D + Y_3} \right)$$

$$V_Y = \frac{25^2}{8} \left(1.80 + 0.40 + 0.60 + \frac{0.40^2}{0.80 + 0.40} + \frac{0.60^2}{0.80 + 0.60} \right)$$

$$V_Y = 249.22 \text{ m}^3$$

$$9.6 \quad V_D = \frac{d^2 \cdot D^2}{8} \left(\frac{1}{D + Y_2} + \frac{1}{D + Y_3} \right)$$

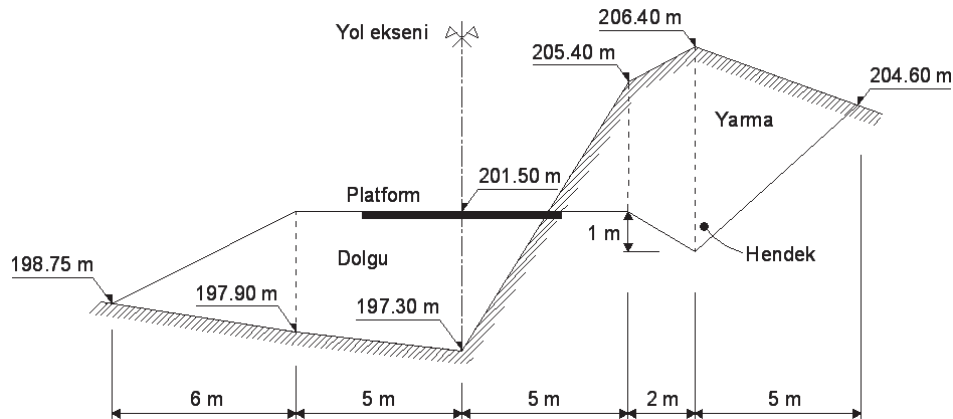
$$V_D = \frac{25^2 \cdot 0.80^2}{8} \left(\frac{1}{0.80 + 0.40} + \frac{1}{0.80 + 0.60} \right) \quad V_D = 77.35 \text{ m}^3$$

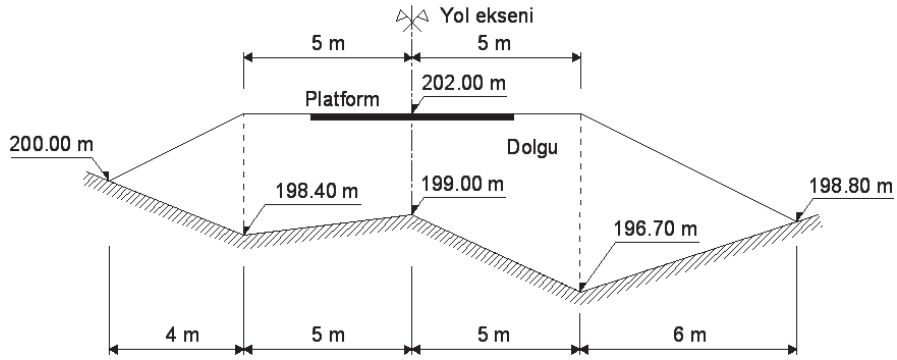
$$\Sigma V_Y = (14.42 + 249.22) \cdot 2 \quad \Sigma V_Y = 527.28 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = (576.92 + 77.35) \cdot 2 \quad \Sigma V_D = 1308.54 \text{ m}^3$$

Problem 9.11

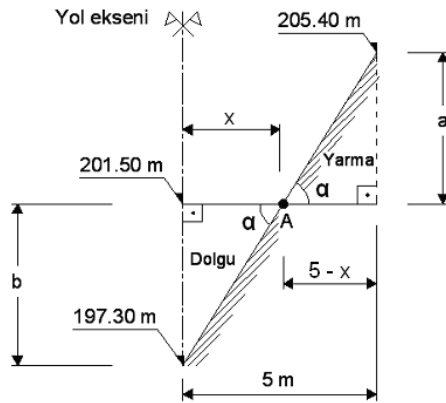
Aşağıda şekilleri verilen karışık en kesit ve dolgu en kesiti arasında 50 m yatay mesafe vardır. Bu iki en kesitin alanlarını hesaplayarak, aralarındaki yarma ve dolgu hacimlerini belirleyiniz.





Çözüm 9.11

Ayırım çizgisinin karışık en kesit üzerindeki yeri belirlenir.



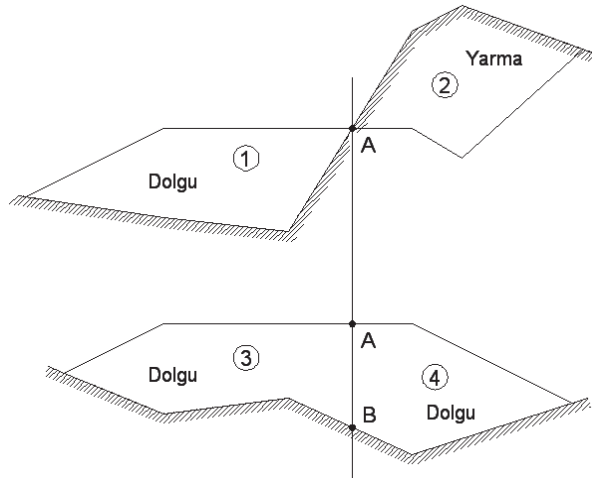
$$a = 205.40 - 201.50 \quad a = 3.90 \text{ m}$$

$$b = 201.50 - 197.30 \quad b = 4.20 \text{ m}$$

Üçgenler arasındaki benzerliğe göre x değeri hesaplanır.

$$\frac{b}{a} = \frac{x}{5-x} \quad \frac{4.20}{3.90} = \frac{x}{5-x} \quad x = 2.60 \text{ m}$$

Alan ayırım çizgisi dolgu en kesitine kadar uzatılır. Alanlara numara verilerek karşılıklı eşleştirme yapılır.

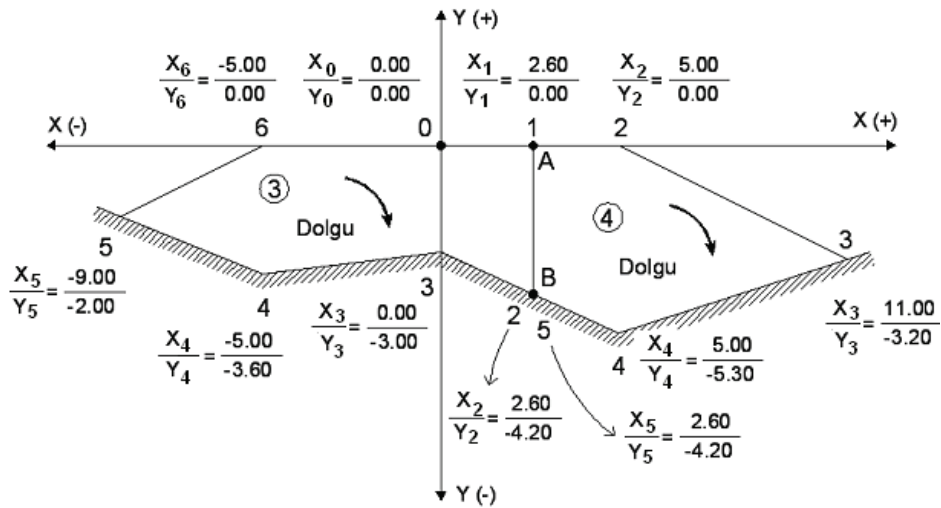


1 Numaralı dolgu bölgesinin alan hesabı

$X_1.Y_2 \Rightarrow 2,60. - 4,20 = -10.92$	$X_1.Y_5 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$
$X_2.Y_3 \Rightarrow 0,00. - 3,60 = 0.00$	$X_2.Y_1 \Rightarrow 0,00.0,00 = 0.00$
$X_3.Y_4 \Rightarrow - 5,00. - 2,75 = 13.75$	$X_3.Y_2 \Rightarrow - 5,00. - 4,20 = 21.00$
$X_4.Y_5 \Rightarrow - 11,00.0,00 = 0.00$	$X_4.Y_3 \Rightarrow - 11,00. - 3,60 = 39.60$
$X_5.Y_1 \Rightarrow - 5,00.0,00 = 0.00$	$X_5.Y_4 \Rightarrow - 5,00. - 2,75 = 13.75$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
2.83	74.35
$F_1 = \frac{2.83 - 74.35}{2} \Rightarrow F_1 = -35.76 \text{ m}^2$	

2 Numaralı yarma bölgesinin alan hesabı

$X_1.Y_2 \Rightarrow 2,60.3,90 = 10.14$	$X_1.Y_6 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$
$X_2.Y_3 \Rightarrow 5,00.4,90 = 24.50$	$X_2.Y_1 \Rightarrow 5,00.0,00 = 0.00$
$X_3.Y_4 \Rightarrow 7,00.3,10 = 21.70$	$X_3.Y_2 \Rightarrow 7,00.3,90 = 27.30$
$X_4.Y_5 \Rightarrow 12,00. - 1,00 = -12.00$	$X_4.Y_3 \Rightarrow 12,00.4,90 = 58.80$
$X_5.Y_6 \Rightarrow 7,00.0,00 = 0.00$	$X_5.Y_4 \Rightarrow 7,00.3,10 = 21.70$
$X_6.Y_1 \Rightarrow 5,00.0,00 = 0.00$	$X_6.Y_5 \Rightarrow 5,00. - 1,00 = -5.00$
$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$	$\quad \quad \quad + \quad \quad \quad$
44.34	102.80
$F_2 = \frac{44.34 - 102.80}{2} \Rightarrow F_2 = -29.23 \text{ m}^2$	



3 Numaralı dolgu bölgesinin alan hesabı

$X_1.Y_2 \Rightarrow 2,60. - 4,20 = -10.92$	$X_1.Y_6 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$
$X_2.Y_3 \Rightarrow 2,60. - 3,00 = -7.80$	$X_2.Y_1 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$
$X_3.Y_4 \Rightarrow 0,00. - 3,60 = 0.00$	$X_3.Y_2 \Rightarrow 0,00. - 4,20 = 0.00$
$X_4.Y_5 \Rightarrow -5,00. - 2,00 = 10.00$	$X_4.Y_3 \Rightarrow -5,00. - 3,00 = 15.00$
$X_5.Y_6 \Rightarrow -9,00.0,00 = 0.00$	$X_5.Y_4 \Rightarrow -9,00. - 3,60 = 32.40$
$X_6.Y_1 \Rightarrow -5,00.0,00 = 0.00$	$X_6.Y_5 \Rightarrow -5,00. - 2,00 = 10.00$
$\begin{array}{r} + \\ \hline - 8.72 \end{array}$	$\begin{array}{r} + \\ \hline 57.40 \end{array}$
$F_3 = \frac{-8.72 - 57.40}{2} \Rightarrow F_3 = -33.06 \text{ m}^2$	

4 Numaralı dolgu bölgesinin alan hesabı

$X_1.Y_2 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$	$X_1.Y_5 \Rightarrow 2,60. - 4,20 = -10.92$
$X_2.Y_3 \Rightarrow 5,00. - 3,20 = -16.00$	$X_2.Y_1 \Rightarrow 5,00.0,00 = 0.00$
$X_3.Y_4 \Rightarrow 11,00. - 5,30 = -58.30$	$X_3.Y_2 \Rightarrow 11,00.0,00 = 0,00$
$X_4.Y_5 \Rightarrow 5,00. - 4,20 = -21.00$	$X_4.Y_3 \Rightarrow 5,00. - 3,20 = -16.00$
$X_5.Y_1 \Rightarrow 2,60.0,00 = 0.00$	$X_5.Y_4 \Rightarrow 2,60. - 5,30 = -13.78$
$\begin{array}{r} + \\ \hline - 95.30 \end{array}$	$\begin{array}{r} + \\ \hline - 40.70 \end{array}$
$F_4 = \frac{-95.30 - (-40.70)}{2} \Rightarrow F_4 = -27.30 \text{ m}^2$	

1 ve 3 numaralı alanlar dolgu alanlarıdır. Dolayısıyla bu iki alan arasında dolgu hacmi vardır.

$$9.23 \quad V_D = \frac{(F_{D1} + F_{D2}).L}{2} \quad V_D = \frac{(35.76 + 33.06).50,00}{2} = 1720.50 \text{ m}^3$$

2 ve 4 numaralı alanlar arasında hem yarma hacmi hem de dolgu hacmi vardır.

$$9.24 \quad V_Y = \frac{F_Y^2.L}{2.(F_Y + F_D)} \quad V_Y = \frac{29,23^2.50,00}{2.(29.23 + 27.30)} = 377.85 \text{ m}^3$$

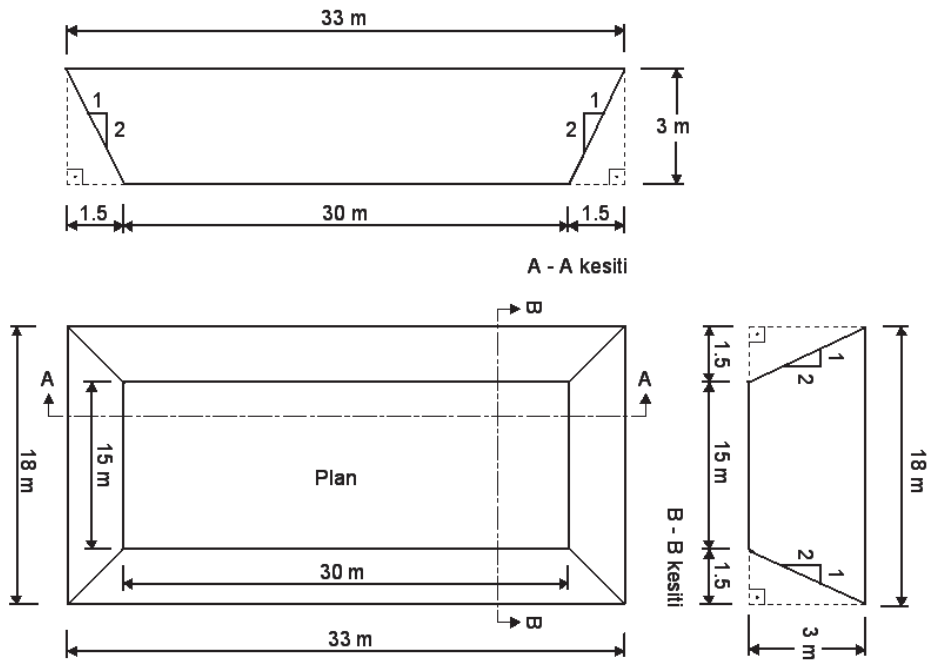
$$9.25 \quad V_D = \frac{F_D^2.L}{2.(F_Y + F_D)} \quad V_D = \frac{27,30^2.50,00}{2.(29.23 + 27.30)} = 329.60 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_Y = 377.85 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V_D = 1720.50 + 329.60 \quad \Sigma V_D = 2050.10 \text{ m}^3$$

Problem 9.12

Temel planı boyutları 15 x 30 m olan bir yapının temel kazısı derinliği 3 m yüksekliğinde olacaktır. Kazı alanı kendini tutamayan akıcı bir zeminden meydana geldiği için kazı yan yüzeyleri $M=2/1$ oranında eğimli yapılacaktır. Buna göre, temel kazısı hacmini hesaplayınız.

Çözüm 9.12

$$9.16 \quad c = \frac{h \cdot x}{y} \quad c = \frac{3 \cdot 1}{2} \quad c = 1.5 \text{ m}$$

$$9.17 \quad a' = a + (2 \cdot c) \quad a' = 15 + (2 \cdot 1.5) \quad a' = 18 \text{ m}$$

$$9.18 \quad b' = b + (2 \cdot c) \quad b' = 30 + (2 \cdot 1.5) \quad b' = 33 \text{ m}$$

$$9.19 \quad A = a \cdot b \quad A = 15 \cdot 30 \quad A = 450 \text{ m}^2$$

$$9.20 \quad A' = a' \cdot b' \quad A' = 18 \cdot 33 \quad A' = 594 \text{ m}^2$$

$$9.21 \quad V = \frac{h}{3} (A + A' + \sqrt{A \cdot A'})$$

$$V = \frac{3}{3} (450 + 594 + \sqrt{450 \cdot 594}) \quad V = 1561 \text{ m}^3$$

Problem 9.13

Temel planı boyutları 10 x 20 m olan bir yapının temel kazısı derinliği 2 m yüksekliğinde olacaktır. Kazı alanı sert ve kendini tutabilen bir zeminden meydana geldiği için kazı yan yüzeyleri dik yapılacaktır. Buna göre, temel kazısı hacmini hesaplayınız.

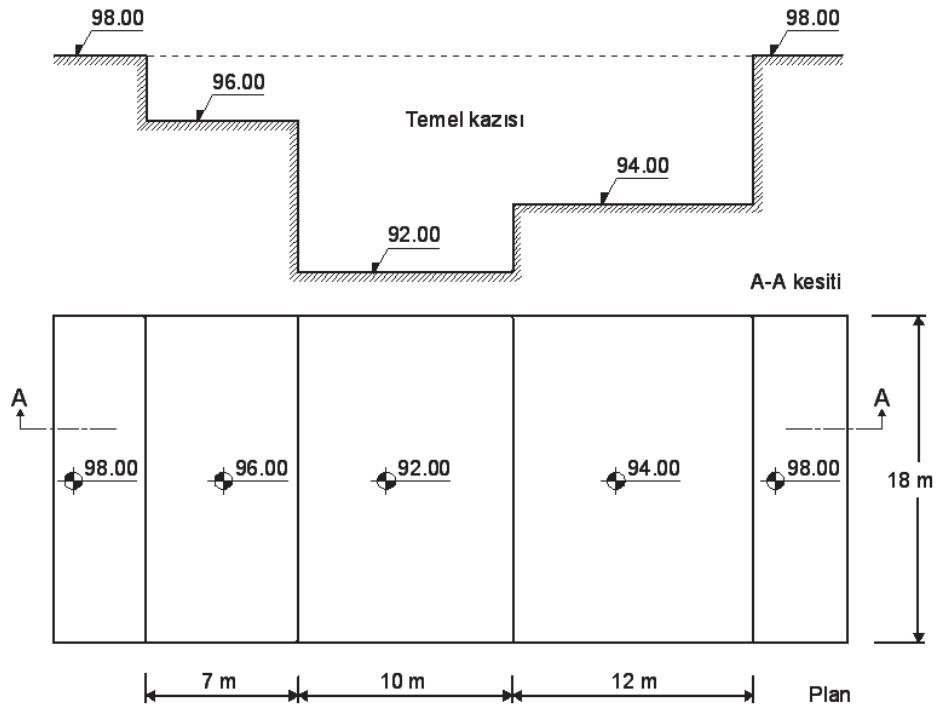
Çözüm 9.13

$$9.13 \quad A = a.b \quad A = 10.20 \quad A = 200 \text{ m}^2$$

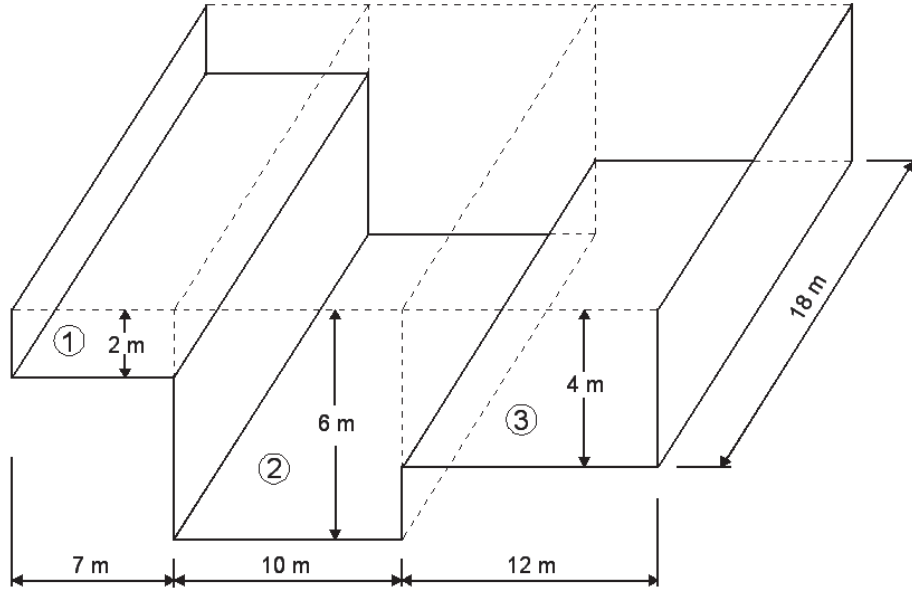
$$9.14 \quad V = A.h \quad V = 200.2 \quad V = 400 \text{ m}^3$$

Problem 9.14

Kademeli şekilde yapılan bir temel kazısının planı ve kesiti aşağıda verilmiştir. Buna göre, temel kazısı hacmini hesaplayınız.

**Çözüm 9.14**

Kademelere numara verilerek kazı yükseklikleri belirlenir. Her bir kademe için ayrı hacim hesabı yapılır. Elde edilen hacim değerleri toplanarak temel kazısı hacmi belirlenir.



Temel kazısının bütün bölümleri dikdörtgen prizmadır.

9.13 $A = a \cdot b$

$$A_1 = a_1 \cdot b_1 \quad A_1 = 7 \cdot 18 \quad A_1 = 126 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a_2 \cdot b_2 \quad A_2 = 10 \cdot 18 \quad A_2 = 180 \text{ m}^2$$

$$A_3 = a_3 \cdot b_3 \quad A_3 = 12 \cdot 18 \quad A_3 = 216 \text{ m}^2$$

9.14 $V = A \cdot h$

$$V_1 = A_1 \cdot h_1 \quad V_1 = 126 \cdot 2 \quad V_1 = 252 \text{ m}^3$$

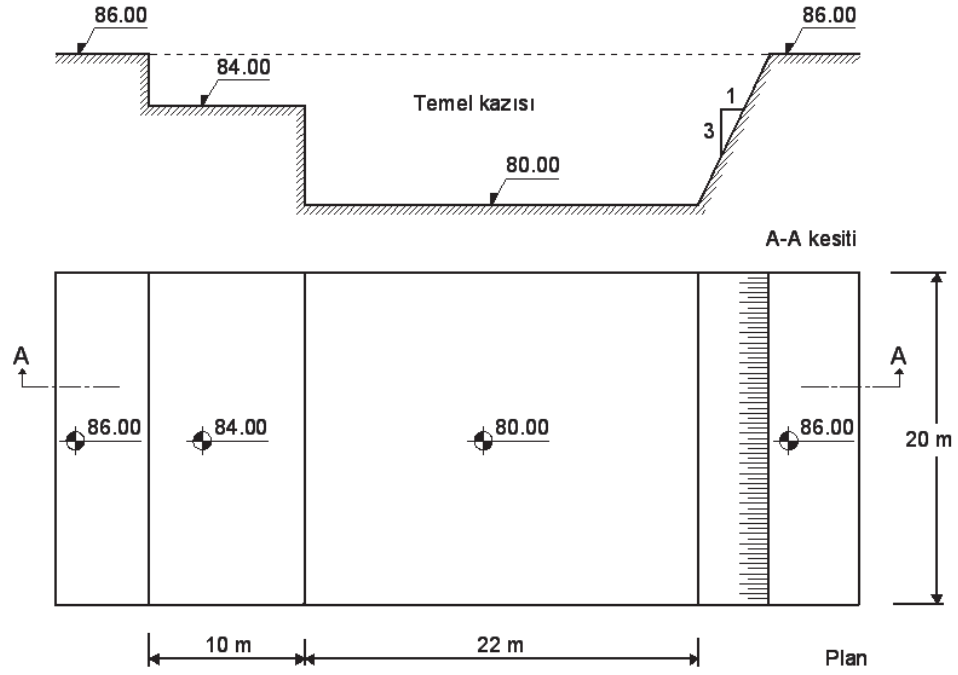
$$V_2 = A_2 \cdot h_2 \quad V_2 = 180 \cdot 6 \quad V_2 = 1080 \text{ m}^3$$

$$V_3 = A_3 \cdot h_3 \quad V_3 = 216 \cdot 4 \quad V_3 = 864 \text{ m}^3$$

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \Sigma V = 252 + 1080 + 864 \quad \Sigma V = 2196 \text{ m}^3$$

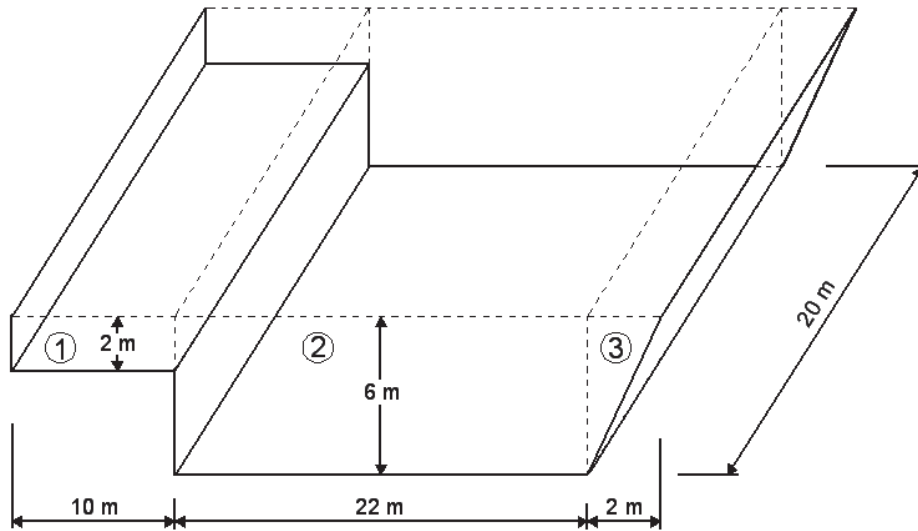
Problem 9.15

Kademeli şekilde yapılan bir temel kazısının planı ve kesiti aşağıda verilmiştir. Kazı alanının sert ve kendini tutabilen kısımların yan yüzeyleri dik yapılacaktır. Kendini tutamayan akıcı kısımlarının yan yüzeyleri ise $M=3/1$ oranında eğimli yapılacaktır. Buna göre, temel kazısı hacmini hesaplayınız.

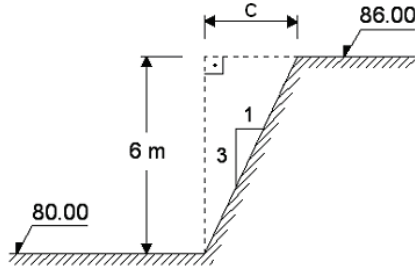


Çözüm 9.15

Kademelere numara verilerek kazı yükseklikleri belirlenir. Her bir kademe için ayrı hacim hesabı yapılır. Elde edilen hacim değerleri toplanarak temel kazısı hacmi belirlenir.



Temel kazısının iki bölümü dikdörtgen prizma, bir bölümü dik üçgen prizmadır. Dik üçgen prizmanın taban alanının kısa kenar uzunluğu (c) aşağıdaki şekilde hesaplanır.



$$M = \tan \alpha = \frac{\Delta H}{L} \quad M = \frac{y}{x} = \frac{h}{c}$$

$$c = \frac{h \cdot x}{y} \quad c = \frac{6 \cdot 1}{3} \quad c = 2 \text{ m}$$

9.13 $A = a \cdot b$

$$A_1 = a_1 \cdot b_1 \quad A_1 = 10 \cdot 20 \quad A_1 = 200 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a_2 \cdot b_2 \quad A_2 = 22 \cdot 20 \quad A_2 = 440 \text{ m}^2$$

$$A_3 = a_3 \cdot b_3 \quad A_3 = 2 \cdot 20 \quad A_3 = 40 \text{ m}^2$$

9.14 $V = A \cdot h$

$$V_1 = A_1 \cdot h_1 \quad V_1 = 200 \cdot 2 \quad V_1 = 400 \text{ m}^3$$

$$V_2 = A_2 \cdot h_2 \quad V_2 = 440 \cdot 6 \quad V_2 = 2640 \text{ m}^3$$

9.15 $V_3 = \frac{A_3 \cdot h_3}{2} \quad V_3 = \frac{40 \cdot 6}{2} \quad V_3 = 120 \text{ m}^3$

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \Sigma V = 400 + 2640 + 120 \quad \Sigma V = 3160 \text{ m}^3$$

BÖLÜM - 10

POLİGONASYON

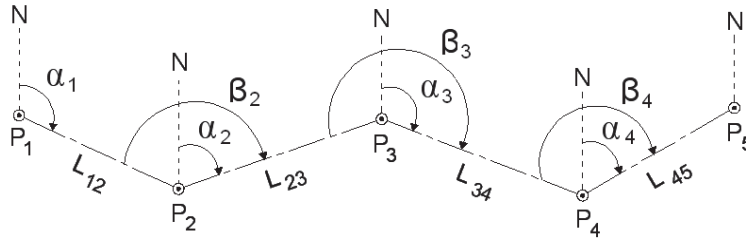
İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

10. POLİGONASYON.....	249
10.1. Poligon Güzergâhı Çeşitleri	251
10.2. Poligonasyon Çalışmaları	253
10.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri.....	262

10. POLİGONASYON

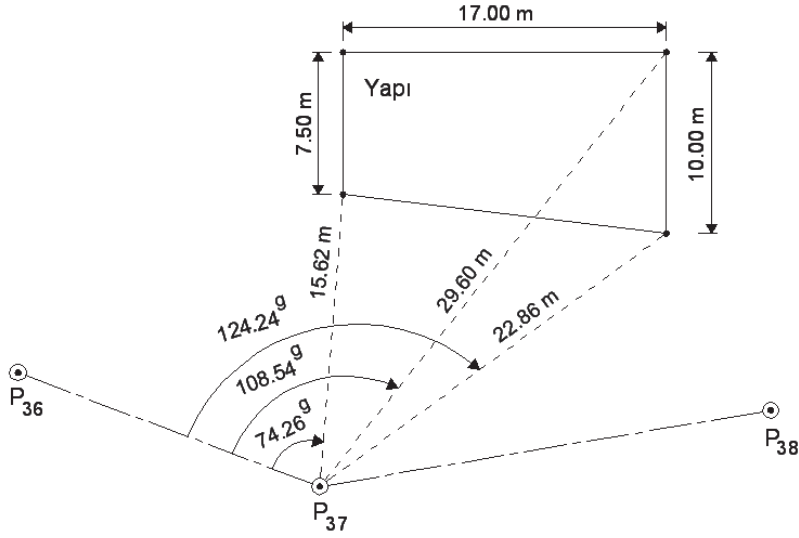
Yeryüzündeki doğal ve yapay cisimlerin yatay (Kuş bakışı) konumlarının bir dik koordinat sisteminde gösterilebilmesi veya plan üzerinde ölçülen büyüklüklerin araziye aplikasyonunun yapılabilmesi için, arazi üzerinde yeterli sayıda doğrunun belirlenmiş olması gerekir. Bir doğrunun belirlenmesi içinde, başlangıç ve bitiş noktalarının arazide işaretlenmiş olması yeterlidir. Bu amaçla arazide işaretlenen noktalara **Poligon Noktaları** (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5), poligon noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen kırıklı doğrular sistemine de **Poligon Güzergâhı** adı verilir.



Şekil 10.1 Poligon Güzergâhı

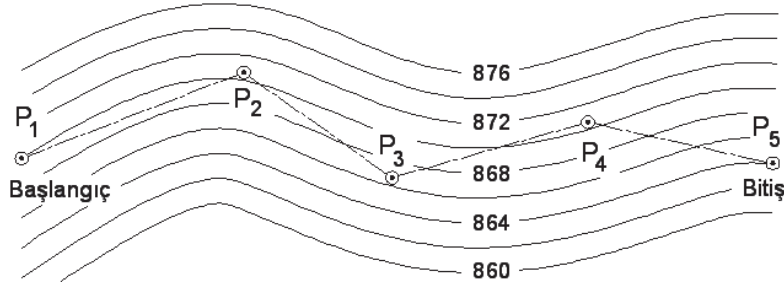
Arazide işaretlenmiş olan poligon noktalarının yatay konumlarının saptanması amacıyla uygulanan ölçme yöntemine **Poligonasyon** denir. Poligon noktalarını ardışık olarak birleştiren doğrulara **Poligon Kenarları** ($L_{12}, L_{23}, L_{34}, L_{45}$), poligon kenarları arasında ölçme (Gidiş) yönünün sol tarafında kalan açılara **Poligon Açıları** ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$), poligon kenarlarının kuzey yönüne (N) göre doğrultularını belirleyen açılara da **Semt, Açıklık** veya **Doğrultu Açıları** ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$) adı verilir.

Poligon güzergâhlarından verilen detaylar ile poligon noktaları dışındaki bazı noktaların arazideki konumları belirlenir. Kâğıt üzerinde projesi hazırlanmış bir yapının aplikasyonunda, yapının inşa edileceği bölge için hazırlanmış poligon güzergâhları kullanılır. Arazi üzerindeki konumları belli olan poligon güzergâhlarından verilen detaylarda, yapının iki ya da daha fazla köşesinin ilgili poligon noktası ile arasındaki yatay mesafe ve poligon noktasına göre konumunu gösteren yatay açı değeri belirtilir.



Şekil 10.2 Poligon Güzergâhından Verilen Detay İle Aplikasyon Yapılması

Poligon güzergâhları genellikle yol ve kanal güzergâhları ile içme suyu, kanalizasyon ve akaryakıt boru hattı gibi başlangıç ve bitiş noktaları arasında fazla mesafe bulunan yapıların projelendirilmesinde kullanılır. Bu yapıların başlangıç ve bitiş noktalarının birbirinden uzak konumlarda olması, yeterli sayıda ara noktanın arazi üzerinde işaretlenmesini zorunlu kılar.



Şekil 10.3 Yol, Kanal vb. Yapıların Poligon Güzergâhı Olarak Gösterilmesi

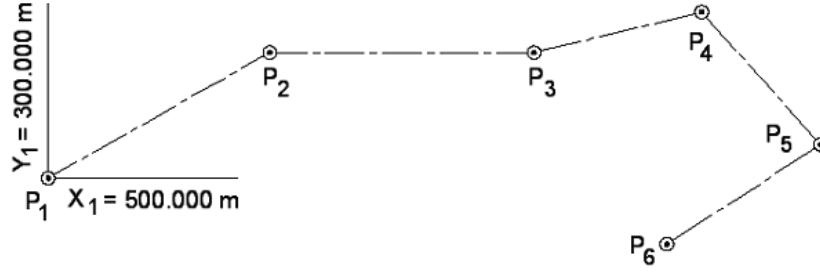
Yol ve kanal güzergâhları ile içme suyu, kanalizasyon ve akaryakıt boru hattı güzergâhlarının belirlenmesinde izohips eğrili haritalar kullanılır. Bu haritalar üzerinde belirlenen güzergâhlar, kırık doğrulardan oluşan poligon güzergâhları şeklinde ifade edilirler.

10.1. Poligon Güzergâhı Çeşitleri

Poligon güzergâhları, arazi üzerindeki konumu ve koordinatları bilinen poligon noktalarından başlatılırlar. Başlangıç ve bitiş poligon noktalarının konumlarına göre üç farklı tipte poligon güzergâhı düzenlenir.

Açık Poligon Güzergâhı

Koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bilinen bir poligon noktasından başlayarak, isteğe ve amaca uygun olarak yönlendirilen poligon güzergâhına **Açık Poligon Güzergâhı** adı verilir.

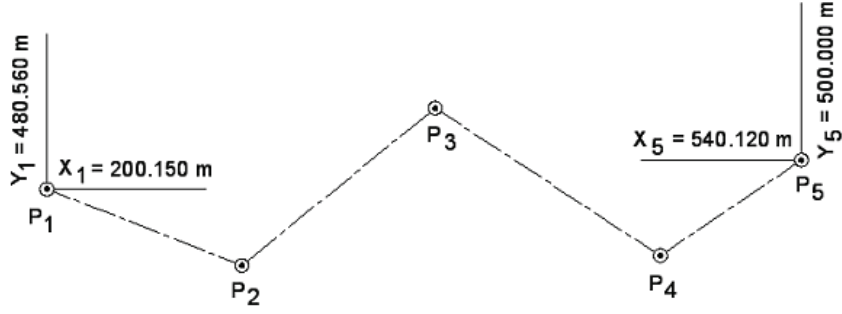


Şekil 10.4 Açık Poligon Güzergâhı

Şekil 10.4'e göre, P_1 poligon noktasının koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bellidir. P_2, P_3, P_4, P_5 ve P_6 poligon noktalarının konumları isteğe ve amaca uygun olarak arazi üzerinde işaretlenir. P_1 Poligon noktasından başlanarak yapılan uzunluk ve yatay açı ölçümleri ile poligon kenarı uzunlukları, poligon açıları ve poligon noktalarının koordinatları belirlenir.

Bağlı Poligon Güzergâhı

Koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bilinen bir poligon noktasından başlayarak, yine koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bilinen başka bir poligon noktasında sona eren poligon güzergâhına **Bağlı Poligon Güzergâhı** adı verilir. Bağlı poligon güzergâhı, koordinatları bilinen iki poligon noktası arasında olacak şekilde düzenlenir.

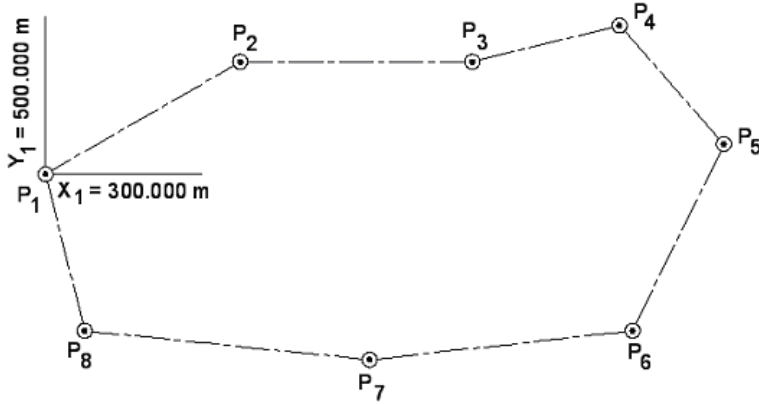


Şekil 10.5 Bağlı Poligon Güzergâhı

Şekil 10.5'e göre, P_1 ve P_5 poligon noktalarının koordinatları ve arazi üzerindeki konumları bellidir. Poligon güzergâhı, P_1 poligon noktasından başlayarak P_5 poligon noktasında sona ermektedir. P_2, P_3 , ve P_4 poligon noktalarının konumları isteğe ve amaca uygun olarak arazi üzerinde işaretlenir. P_1 Poligon noktasından başlanarak yapılan uzunluk ve yatay açı ölçümleri ile poligon kenarı uzunlukları, poligon açıları ve poligon noktalarının koordinatları belirlenir. Poligon hesapları sonucunda P_5 poligon noktasının koordinatlarına ulaşılmalıdır.

Kapalı Poligon Güzergâhı

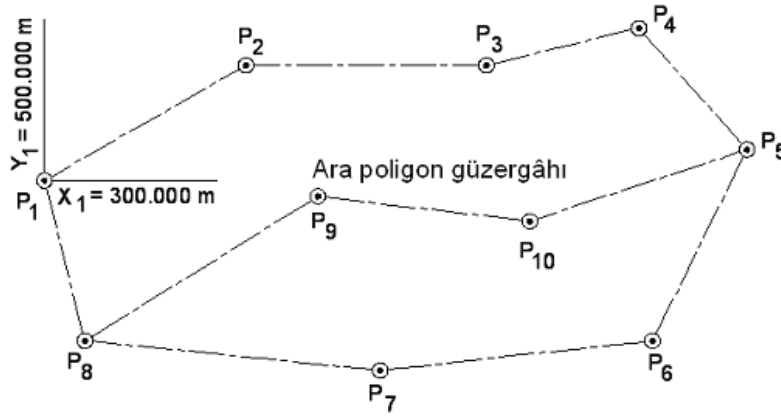
Koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bilinen bir poligon noktasından başlayarak yine aynı poligon noktasında sona eren poligon güzergâhına **Kapalı Poligon Güzergâhı** adı verilir.



Şekil 10.6 Kapalı Poligon Güzergâhı

Şekil 10.6'ya göre, P_1 poligon noktasının koordinatları ve arazi üzerindeki konumu bellidir. Poligon güzergâhı, P_1 poligon noktasından başlayarak yine P_1 poligon noktasında sona ermektedir. $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$ ve P_8 poligon noktalarının konumları isteğe ve amaca uygun olarak arazi üzerinde işaretlenir. P_1 Poligon noktasından başlanarak yapılan uzunluk ve yatay açı ölçümleri ile poligon kenarı uzunlukları, poligon açıları ve poligon noktalarının koordinatları belirlenir. Poligon hesapları sonucunda P_1 poligon noktasının koordinatlarına ulaşılmalıdır.

Kapalı poligon güzergâhları üzerindeki poligon noktalarından verilen detayların yeterli olmaması durumunda, güzergâh üzerindeki iki poligon noktası arasında oluşturulan bağlı poligon güzergâhına **Ara Poligon Güzergâhı** adı verilir.



Şekil 10.7 Ara Poligon Güzergâhı

10.2. Poligonasyon Çalışmaları

Poligonasyon ölçmelerinde, ölçme aleti olarak nivo ya da teodolit kullanılır. Nivoya oranla daha verimli bir çalışma yapılmasına olanak sağlaması bakımından teodolit kullanımı daha uygundur. Poligon kenarı uzunlukları ile poligon noktalarının birbirlerine göre konumlarını belirleyen yatay açı ve düşey açı değerlerinin belirlenmesinde teodolit kullanılır. Poligon kenarı uzunluklarının ölçülmesinde çelik şerit metre de kullanılabilir.

Poligonasyon ölçmelerinde; en az bir Teodolit Operatörü, iki Miracı, bir Yazıcı ve iki Şenörden oluşan bir poligonasyon ekibi oluşturulur. Poligon noktalarının yatay düzlem üzerindeki konumlarının belirlenmesi amacıyla yapılan poligonasyon, arazi ve büro çalışmaları şeklinde yürütülür. Arazi çalışmaları sırasıyla aşağıda verilen aşamalardan oluşur.

Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasıyla aşağıda verilen aşamalardan oluşur.

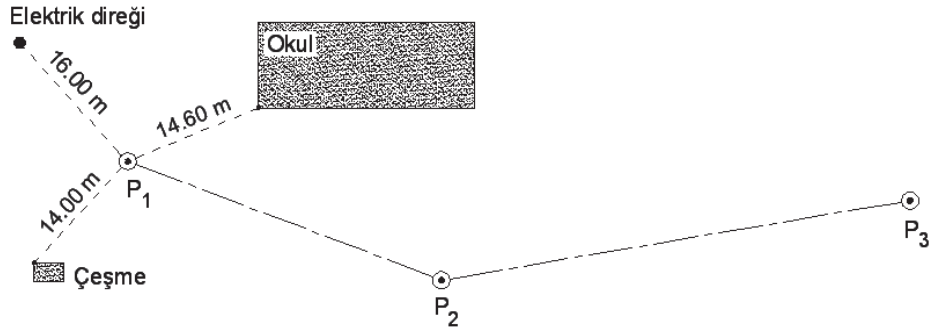
1. Poligon noktalarının sayısının ve konumlarının belirlenmesi
2. Güzergâha ait ilk poligon kenarının semt açısının ölçülmesi
3. Poligon kenarlarının uzunluklarının ölçülmesi
4. Poligon açılarının ölçülmesi
5. Arazide yapılan ölçümlerin kontrolü

Poligonasyon ekibi ilk olarak poligon güzergâhını oluşturan poligon noktalarının sayısını ve bu noktaların arazi üzerindeki yerlerini belirler. Poligon noktalarının sayısı ve konumları belirlenirken aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.

- Poligon noktaları sağlam zemin üzerinde seçilmelidir.
- Poligon kenarları zorunluluk olmadıkça karayolu, demiryolu, sulama kanalı ve benzeri yapıların güzergâhını kesmemelidir.
- Poligon noktalarından, bir önceki ve bir sonraki poligon noktaları rahatlıkla gözlenebilmelidir.
- Poligon kenarı uzunlukları 50 – 300 m arasında olmalıdır.
- Poligon noktalarının yerleri seçilirken, bu noktalardan çok sayıda arazi detayı noktasının gözlenebilmesine olanak verilmelidir.

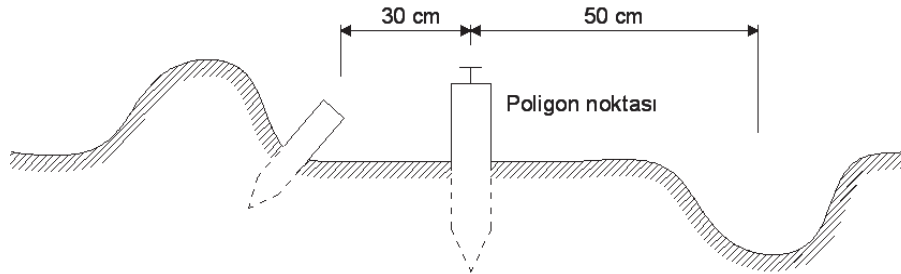
Noktaların sayısı ve konumları belirlendikten sonra, güzergâha ait bir poligon kenarının semt (Açıklık, doğrultu) açısı belirlenir. Genellikle İlk poligon kenarının semt açısı belirlenir. Kuzey yönü doğrultusunun belirlenemediği durumlarda, arazi üzerindeki konumu sabit olan ve uzun bir süre boyunca konumunun değişmeyeceğinden emin olunan bina köşeleri, elektrik ve telefon direkleri, çeşme ve mezarlık duvarları vb. yapılar üzerinde işaretlenen noktalara göre de semt açısı belirlenebilir.

İlk poligon noktası en yakın nirengi noktasına bağlanarak, nirengi noktasının kotuna göre kotu belirlenir. Ayrıca poligon noktasının, nirengi noktasına göre konumu açı ve mesafe cinsinden belirtilmelidir. İlk poligon noktası, yerinin kolaylıkla tespit edilebilmesi için uzun bir süre konumunun değişmeyeceğinden emin olunan en az iki nokta ile ilişkilendirilir.



Şekil 10.8 Poligon Güzergâhı Başlangıcının Yapılar İle İlişkilendirilmesi

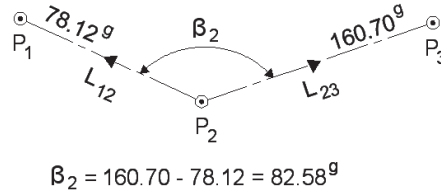
Poligon noktalarının arazi üzerinde işaretlenmesinde madensel boru, çivili ahşap kazık veya beton blok kullanılır. Toprak zeminlerde poligon noktasının işaretlendiği çivili ahşap kazığın yaklaşık 30 cm soluna bir kazık daha yerleştirilerek, bu kazığın arkasına bir toprak yığını yapılır. Ayrıca poligon noktasının 50 cm sağına kazı yapılarak bir çukur oluşturulur. Böylece kazığın sağındaki çukur ile solundaki toprak yığını arasında bir poligon noktasının olduğu anlaşılabilir. Böylece yer kolaylıkla tespit edilir.



Şekil 10.9 Poligon Noktalarının Arazi Üzerinde İşaretlenmesi

Poligon kenarı uzunluklarının belirlenmesinde, sıra ile poligon noktalarına tutulan miradan teodolit veya nivo ile okunan üst, orta ve alt kıl değerleri kullanılır. Poligon kenarı uzunluklarının teodolit ile ölçülmesi durumunda, uzunluk değerleri Bağıntı 5.25 kullanılarak belirlenir. Teodolit ile yapılan ölçümlerde poligon noktalarındaki düşey açı değerleri de okunmalıdır. Poligon kenarı uzunluklarının nivo ile ölçülmesi durumunda ise, uzunluk değerleri 5.1, 5.2 ve 5.3 Bağıntılarından istenilen bir tanesi kullanılarak belirlenir. Poligon kenarı uzunlukları 20 – 30 m uzunluğundaki çelik şerit metreler ile gidiş – dönüş biçiminde de ölçülebilir. Çelik şerit metre kullanılması durumunda, Bağıntı 3.17 ile belirlenen hata sınırı aşılmamalıdır. Hata sınırı aşılmıyorsa poligon kenarı uzunluğu olarak, gidiş ve dönüşte ölçülen uzunlukların ortalaması alınır. Hata sınırının aşılması durumunda ise poligon kenarının uzunluğu yeniden ölçülür.

Poligon açılarının ölçülmesinde yine teodolit veya nivo kullanılır. Şekil 10.10'a göre poligon açılarının belirlenmesi işlemi şu şekilde yapılır.



Şekil 10.10 Poligon Açılarının Ölçülmesi

Teodolit P_2 poligon noktası üzerine kurularak, P_2 noktasının bir gerisinde bulunan P_1 noktasına yönlendirilir ve bu noktadaki yatay açı değeri okunur. Daha sonra teodolit saatin dönüş yönünde döndürülür ve P_2 noktasının bir ilerisinde bulunan P_3 noktasına yönlendirilerek bu noktadaki yatay açı değeri okunur. P_3 Noktasında okunan yatay açı değerinden, P_1 noktasında okunan yatay açı değeri çıkartılarak L_{12} poligon kenarı ile L_{23} poligon kenarını birbirine bağlayan β_2 poligon açısı belirlenir. Bu işlem ilk ve son poligon noktaları dışındaki tüm poligon noktalarında uygulanarak poligon güzergâhına ait bütün poligon açıları belirlenir.

Büro Çalışmaları

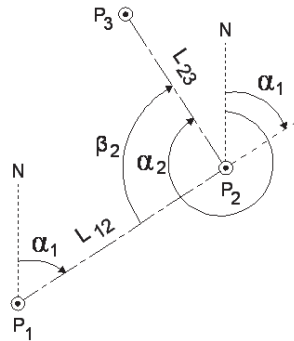
Büro çalışmaları sırasıyla aşağıda verilen aşamalardan oluşur.

1. Poligon güzergâhı hesaplamaları ve hesaplamaların kontrolü
2. Poligon kanavasının çizilmesi

Poligon güzergâhı üzerindeki ilk poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen α_1 semt açısı ile $L_{12}, L_{23}, L_{34}, L_{45}, \dots, L_n$ poligon kenarı uzunlukları ve $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \dots, \beta_n$ poligon açıları arazi çalışmaları sonucunda belirlenir. İlk poligon kenarı dışındaki bütün poligon kenarlarının kuzey yönüne göre doğrultularını belirleyen $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots, \alpha_n$ semt açıları ile poligon noktalarının koordinatları (X_n, Y_n) poligon güzergâhı hesaplamaları sonucunda belirlenir. Ölçme yönünde birbirini takip eden iki poligon noktası üzerindeki semt ve poligon açıları arasında 10.1 Bağıntısı geçerlidir.

$$\alpha_n = \beta_n + \alpha_{n-1} \mp 200 \quad 10.1$$

Poligon güzergâhı üzerindeki herhangi bir poligon noktasında ölçülen poligon açısı ile ölçme yönüne göre bu poligon noktasının bir gerisinde bulunan poligon noktasındaki semt açısının toplamından elde edilen açı değerinin 200^g 'dan büyük ya da küçük olması durumlarına göre, 10.1 Bağıntısı Şekil 10.11 ve Şekil 10.12'de belirtildiği gibi kullanılır.



$$\beta_2 + \alpha_1 < 200^g$$

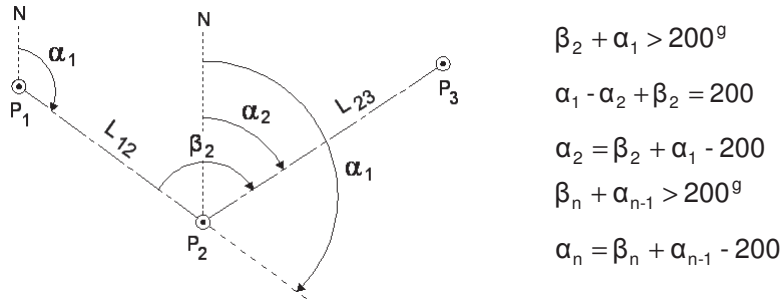
$$\alpha_2 - \alpha_1 - 200 = \beta_2$$

$$\alpha_2 = \beta_2 + \alpha_1 + 200$$

$$\beta_n + \alpha_{n-1} < 200^g$$

$$\alpha_n = \beta_n + \alpha_{n-1} + 200$$

Şekil 10.11 $\beta_n + \alpha_{n-1} < 200^g$ Olması Durumunda Semt Açısının Belirlenmesi



Şekil 10.12 $\beta_n + \alpha_{n-1} > 200^\circ$ Olması Durumunda Semt Açısının Belirlenmesi

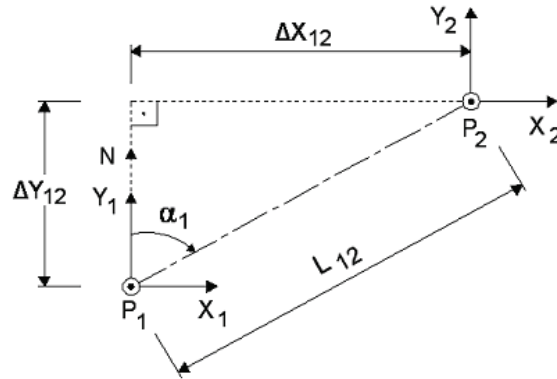
Bağıntılarda;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$: Semt (Açıklık, doğrultu) açıları

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: Poligon açıları

Değerini ifade eder.

Poligon güzergâhının başlangıcında yer alan ilk poligon noktasının koordinatlarından yola çıkılarak güzergâh üzerindeki bütün poligon noktalarının koordinatları belirlenir. Ölçme yönünde birbirini takip eden iki poligon noktası arasındaki koordinat farklarının belirlenmesinde, bu poligon noktalarını birleştiren poligon kenarının X ve Y eksenleri üzerindeki izdüşüm uzunlukları ile poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen semt açısı kullanılır.



Şekil 10.13 Poligon Noktaları Arasındaki Koordinat Farklarının Belirlenmesi

$$\sin \alpha_1 = \frac{\Delta X_{12}}{L_{12}} \quad \Delta X_{12} = L_{12} \cdot \sin \alpha_1 \quad 10.2$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{\Delta Y_{12}}{L_{12}} \quad \Delta Y_{12} = L_{12} \cdot \cos \alpha_1 \quad 10.3$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{12} \quad 10.4$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} \quad 10.5$$

Bağıntılarda;

ΔX_{12} : X Ekseninde noktalar arasındaki koordinat farkı

ΔY_{12} : Y Ekseninde noktalar arasındaki koordinat farkı

L_{12} : Noktaları birbirine bağlayan poligon kenarının uzunluğu

X_1, X_2 : Noktaların X eksenindeki koordinatları

Y_1, Y_2 : Noktaların Y eksenindeki koordinatları

Değerini ifade eder.

Poligon güzergâhı hesaplamalarının kontrolünde 10.6 ve 10.7 Bağıntıları kullanılır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen poligon noktası koordinatlarının doğruluğu bu bağıntılarda verilen eşitliklerin sağlanmasına bağlıdır. Eşitlikler sağlanıyorsa koordinat değerleri doğrudur. Eşitlikler sağlanamıyorsa, hata miktarları belirlenerek koordinat farklarına orantılı bir şekilde dağıtılırlar. Elde edilen yeni koordinat farklarına göre poligon noktalarının koordinatları belirlenerek, poligon kanavasının çizimi yapılır.

$$X_{\text{Son}} - X_{\text{İlk}} = \Sigma \Delta X \quad 10.6$$

$$Y_{\text{Son}} - Y_{\text{İlk}} = \Sigma \Delta Y \quad 10.7$$

Bağıntılarda;

X_{Son} : Güzergâhın son noktasının X eksenindeki koordinatı

$X_{\text{İlk}}$: Güzergâhın ilk noktasının X eksenindeki koordinatı

Y_{Son} : Güzergâhın son noktasının Y eksenindeki koordinatı

$Y_{\text{İlk}}$: Güzergâhın ilk noktasının Y eksenindeki koordinatı

$\Sigma \Delta X$: X Eksenindeki koordinat farklarının toplamı

$\Sigma \Delta Y$: Y Eksenindeki koordinat farklarının toplamı

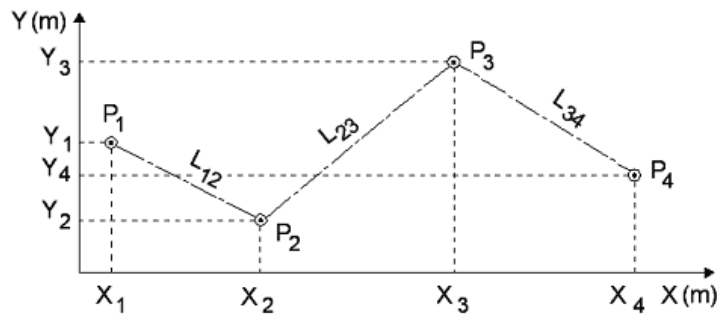
Değerini ifade eder.

Bağlı ve kapalı poligon güzergâhı hesaplamalarının kontrolünde 10.6 ve 10.7 Bağıntılarının yanında şu hususlara da dikkat edilmelidir. Bağlı poligon güzergâhı, koordinatları bilinen bir poligon noktasında sona ermektedir. Dolayısıyla, bağlı poligon güzergâhı hesaplamaları sonucunda koordinatları bilinen bu poligon noktasının koordinatlarına ulaşılmalıdır.

Kapalı poligon güzergâhı, koordinatları bilinen bir poligon noktasından başlayarak yine aynı noktada sona ermektedir. Ayrıca ilk poligon kenarının semt açısının değeri de bilinmektedir. Kapalı poligon güzergâhı hesaplamaları sonucunda ilk poligon noktasının koordinatlarına ve ilk poligon kenarının semt açısına ulaşılmalıdır. Semt açısı hesaplamalarında bazen $\beta_n + \alpha_{n-1} > 600^g$ durumuyla karşılaşılabilir. Bu durumda semt açısı Bağıntı 10.8 kullanılarak hesaplanır.

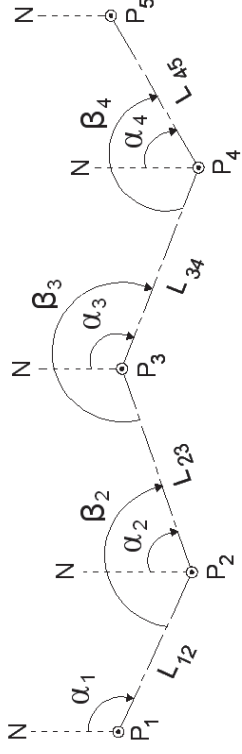
$$\alpha_n = \beta_n + \alpha_{n-1} - 600 \quad 10.8$$

Poligon noktalarının koordinatları belirlendikten sonra poligon güzergâhının çizimi yapılır. Poligon güzergâhının, arazi üzerindeki yatay konumunu göstermek amacıyla yapılan çizime **Poligon Kanavası** adı verilir. Poligon kanavasında, güzergâh üzerindeki bütün poligon noktalarının X ve Y koordinatları belirtilir.



Şekil 10.14 Poligon Kanavası

Poligon noktası sayısının fazla olması durumunda, poligon hesaplamaları poligon güzergâhı karnesi üzerinde yapılır. Poligon güzergâhı karnesinin doldurulması sırasında yapılan işlemler Şekil 10.15'e göre hazırlanan Tablo 10.1 üzerinde verilmiştir.



Şekil 10.15 Poligon Güzergâhı Uygulaması

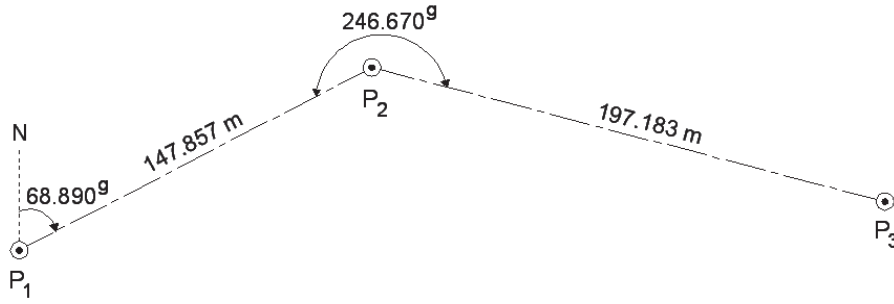
Tablo 10.1 Poligon Güzergâhı Karnesi

Nokta No.	L (m)	β (Grad)	α (Grad)	Koordinat farkı (m)		Koordinatlar (m)	
				ΔX	ΔY	X	Y
1		-	α_1			X_1	Y_1
2	L_{12}	β_2	$\alpha_2 = \beta_2 + \alpha_1 - 200$	$\Delta X_{12} = L_{12} \cdot \sin \alpha_1$	$\Delta Y_{12} = L_{12} \cdot \cos \alpha_1$	$X_2 = X_1 + \Delta X_{12}$	$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12}$
3	L_{23}	β_3	$\alpha_3 = \beta_3 + \alpha_2 - 200$	$\Delta X_{23} = L_{23} \cdot \sin \alpha_2$	$\Delta Y_{23} = L_{23} \cdot \cos \alpha_2$	$X_3 = X_2 + \Delta X_{23}$	$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23}$
4	L_{34}	β_4	$\alpha_4 = \beta_4 + \alpha_3 - 200$	$\Delta X_{34} = L_{34} \cdot \sin \alpha_3$	$\Delta Y_{34} = L_{34} \cdot \cos \alpha_3$	$X_4 = X_3 + \Delta X_{34}$	$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{34}$
5	L_{45}	-	-	$\Delta X_{45} = L_{45} \cdot \sin \alpha_4$	$\Delta Y_{45} = L_{45} \cdot \cos \alpha_4$	$X_5 = X_4 + \Delta X_{45}$	$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{45}$
Kontrol	-	-	-	$\Sigma \Delta X$	$\Sigma \Delta Y$	$X_5 - X_1$	$Y_5 - Y_1$

10.3. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 10.1

Şekilde verilen açık poligon güzergâhında P_1 poligon noktasının koordinatları $X_1 = 100.000$ m ve $Y_1 = 200.000$ m olduğuna göre, P_2 ve P_3 poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çiziniz.



Çözüm 10.1

$$10.1 \quad \beta_2 + \alpha_1 > 200 \quad \alpha_2 = \beta_2 + \alpha_1 - 200$$

$$\alpha_2 = 246.670 + 68.890 - 200.000 \quad \alpha_2 = 115.560^\circ$$

$$10.2 \quad \Delta X_{12} = L_{12} \cdot \sin \alpha_1 = 147,857 \cdot \sin 68.890 = 130.551 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{12} = L_{12} \cdot \cos \alpha_1 = 147,857 \cdot \cos 68.890 = 69.412 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_2 = X_1 + \Delta X_{12} \quad X_2 = 100.000 + 130.551 = 230.551 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} \quad Y_2 = 200.000 + 69.412 = 269.412 \text{ m}$$

$$10.2 \quad \Delta X_{23} = L_{23} \cdot \sin \alpha_2 = 197,183 \cdot \sin 115.560 = 191.323 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{23} = L_{23} \cdot \cos \alpha_2 = 197,183 \cdot \cos 115.560 = -47.869 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_3 = X_2 + \Delta X_{23} \quad X_3 = 230.551 + 191.323 = 421.874 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23} \quad Y_3 = 269.412 - 47.869 = 221.543 \text{ m}$$

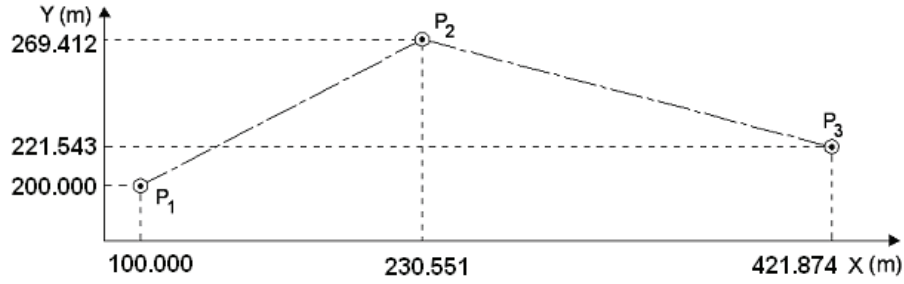
Poligon güzergâhı hesaplamalarının kontrolü yapılır.

$$10.6 \quad X_3 - X_1 = \Delta X_{12} + \Delta X_{23}$$

$$421.874 - 100.000 = 130.551 + 191.323 = 321.874 \text{ m}$$

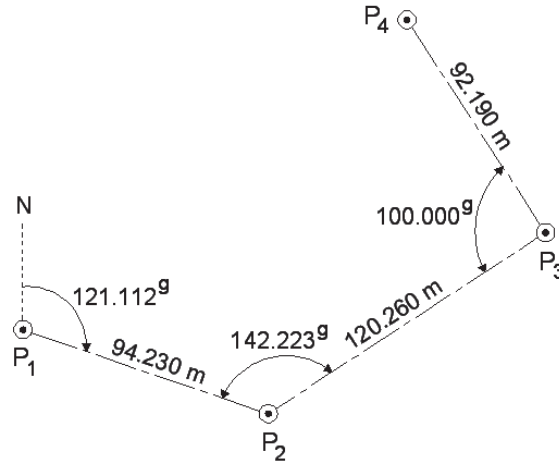
$$10.7 \quad Y_3 - Y_1 = \Delta Y_{12} + \Delta Y_{23}$$

$$221.543 - 200.000 = 69.412 - 47.869 = 21.543 \text{ m}$$



Problem 10.2

Şekilde verilen açık poligon güzergâhında P_1 poligon noktasının koordinatları $X_1 = 742.650$ m ve $Y_1 = 485.328$ m olduğuna göre, P_2 ve P_3 poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çiziniz.



Çözüm 10.2

$$10.1 \quad \beta_2 + \alpha_1 > 200 \quad \alpha_2 = \beta_2 + \alpha_1 - 200$$

$$\alpha_2 = 142.223 + 121.112 - 200.000 \quad \alpha_2 = 63.335^\circ$$

$$10.2 \quad \Delta X_{12} = L_{12} \cdot \sin \alpha_1 = 94,230 \cdot \sin 121.112 = 89.096 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{12} = L_{12} \cdot \cos \alpha_1 = 94,230 \cdot \cos 121.112 = -30.680 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_2 = X_1 + \Delta X_{12} \quad X_2 = 742.650 + 89.096 = 831.746 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} \quad Y_2 = 485.328 - 30.680 = 454.648 \text{ m}$$

$$10.2 \quad \Delta X_{23} = L_{23} \cdot \sin \alpha_2 = 120,260 \cdot \sin 63.335 = 100.860 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{23} = L_{23} \cdot \cos \alpha_2 = 120,260 \cdot \cos 63.335 = 65.496 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_3 = X_2 + \Delta X_{23} \quad X_3 = 831.746 + 100.860 = 932.606 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23} \quad Y_3 = 454.648 + 65.496 = 520.144 \text{ m}$$

$$10.1 \quad \beta_3 + \alpha_2 < 200 \quad \alpha_3 = \beta_3 + \alpha_2 + 200$$

$$\alpha_3 = 100.000 + 63.335 + 200.000 \quad \alpha_3 = 363.335^g$$

$$10.2 \quad \Delta X_{34} = L_{34} \cdot \sin \alpha_3 = 92,190 \cdot \sin 363.335 = -50.208 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{34} = L_{34} \cdot \cos \alpha_3 = 92,190 \cdot \cos 363.335 = 77.318 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_4 = X_3 + \Delta X_{34} \quad X_4 = 932.606 - 50.208 = 882.398 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{34} \quad Y_4 = 520.144 + 77.318 = 597.462 \text{ m}$$

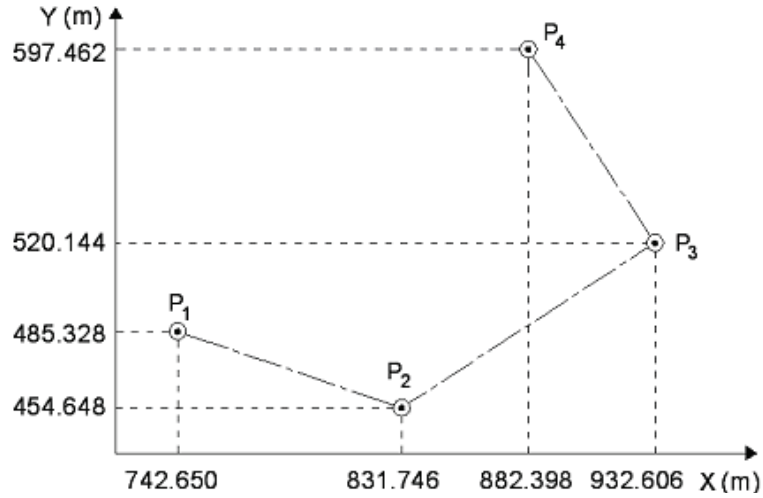
Poligon güzergâhı hesaplamalarının kontrolü yapılır.

$$10.6 \quad X_4 - X_1 = \Delta X_{12} + \Delta X_{23} + \Delta X_{34}$$

$$882.398 - 742.650 = 89.096 + 100.860 - 50.208 = 139.748 \text{ m}$$

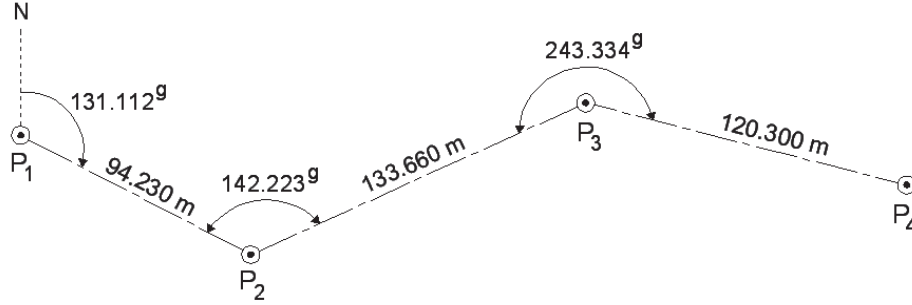
$$10.7 \quad Y_4 - Y_1 = \Delta Y_{12} + \Delta Y_{23} + \Delta Y_{34}$$

$$597.462 - 485.328 = -30.680 + 65.496 + 77.318 = 112.134 \text{ m}$$



Problem 10.3

Şekilde verilen açık poligon güzergâhında P₁ poligon noktasının koordinatları X₁ = 450.680 m ve Y₁ = 320.456 m olduğuna göre, P₂, P₃ ve P₄ poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çiziniz.



Çözüm 10.3

$$10.1 \quad \beta_2 + \alpha_1 > 200 \quad \alpha_2 = \beta_2 + \alpha_1 - 200$$

$$\alpha_2 = 142.223 + 131.112 - 200.000 \quad \alpha_2 = 73.335^\circ$$

$$10.2 \quad \Delta X_{12} = L_{12} \cdot \sin \alpha_1 = 94,230 \cdot \sin 131.112 = 83.200 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{12} = L_{12} \cdot \cos \alpha_1 = 94,230 \cdot \cos 131.112 = -44.239 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_2 = X_1 + \Delta X_{12} \quad X_2 = 450.680 + 83.200 = 533.880 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} \quad Y_2 = 320.456 - 44.239 = 276.217 \text{ m}$$

$$10.2 \quad \Delta X_{23} = L_{23} \cdot \sin \alpha_2 = 133,660 \cdot \sin 73.335 = 122.106 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{23} = L_{23} \cdot \cos \alpha_2 = 133,660 \cdot \cos 73.335 = 54.158 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_3 = X_2 + \Delta X_{23} \quad X_3 = 533.880 + 122.106 = 655.986 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23} \quad Y_3 = 276.217 + 54.158 = 330.375 \text{ m}$$

$$10.1 \quad \beta_3 + \alpha_2 > 200 \quad \alpha_3 = \beta_3 + \alpha_2 - 200$$

$$\alpha_3 = 243.334 + 73.335 - 200.000 \quad \alpha_3 = 116.669^\circ$$

$$10.2 \quad \Delta X_{34} = L_{34} \cdot \sin \alpha_3 = 120,300 \cdot \sin 116.669 = 116.200 \text{ m}$$

$$10.3 \quad \Delta Y_{34} = L_{34} \cdot \cos \alpha_3 = 120,300 \cdot \cos 116.669 = -31.140 \text{ m}$$

$$10.4 \quad X_4 = X_3 + \Delta X_{34} \quad X_4 = 655.986 + 116.200 = 772.186 \text{ m}$$

$$10.5 \quad Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{34} \quad Y_4 = 330.375 - 31.140 = 299.235 \text{ m}$$

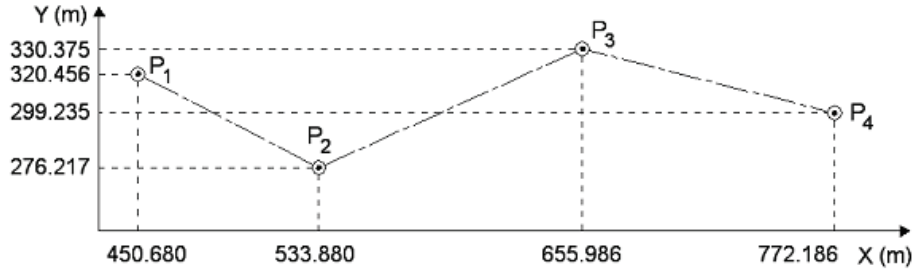
Poligon güzergâhı hesaplamalarının kontrolü yapılır.

$$10.6 \quad X_4 - X_1 = \Delta X_{12} + \Delta X_{23} + \Delta X_{34}$$

$$772.186 - 450.680 = 83.200 + 122.106 + 116.200 = 321.506 \text{ m}$$

$$10.7 \quad Y_4 - Y_1 = \Delta Y_{12} + \Delta Y_{23} + \Delta Y_{34}$$

$$299.235 - 320.456 = -44.239 + 54.158 - 31.140 = -21.221 \text{ m}$$



Problem 10.4

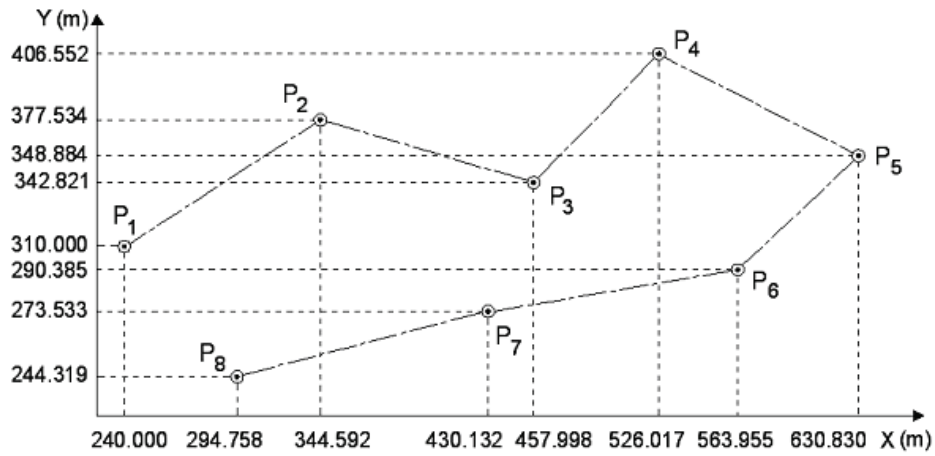
Başlangıç noktasının koordinatları $X_1 = 240.000$ m, $Y_1 = 310.000$ m ve ilk poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen semt açısı değeri 63.350^g olan bir açık poligon güzergâhına ait ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre, poligon güzergâhı üzerindeki bütün poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çiziniz.

Nokta No.	L (m)	β (Grad)
1	124.500	-
2	118.600	255.560
3	96.160	131.112
4	119.630	282.000
5	88.850	322.225
6	134.880	237.778
7	138.490	194.444
8		-

Çözüm 10.4

İlk olarak poligon güzergâhı üzerindeki bütün poligon kenarlarının kuzey yönüne göre doğrultularını belirleyen semt açıları hesaplanır. Daha sonra semt açıları ile yatay mesafe değerleri kullanılarak, poligon noktaları arasındaki koordinat farkları ve poligon noktalarının koordinatları belirlenir.

Nokta No.	L (m)	β (Grad)	α (Grad)	Koordinat farkı (m)		Koordinatlar (m)	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	124.500	-	63.350			240.000	310.000
2		255.560	118.910	104.592	67.534	344.592	377.534
3	118.600	131.112	50.022	113.406	-34.713	457.998	342.821
4	96.160	282.000	132.022	68.019	63.731	526.017	406.552
5	119.630	322.225	254.247	104.813	-57.668	630.830	348.884
6	88.850	237.778	292.025	-66.875	-58.499	563.955	290.385
7	134.880	194.444	286.469	-133.823	-16.852	430.132	273.533
8	138.490	-	-	-135.374	-29.214	294.758	244.319
Kontrol	-	-	-	$\Sigma \Delta X$ 54.758	$\Sigma \Delta Y$ -65.681	$X_8 - X_1$ 54.758	$Y_8 - Y_1$ -65.681



Problem 10.5

Başlangıç noktasının koordinatları $X_1 = 140.000$ m, $Y_1 = 260.000$ m ve bitiş noktasının koordinatları $X_7 = 334.330$ m, $Y_7 = 224.350$ m olan bir bağlı poligon güzergâhına ait ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. İlk poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen semt açısı değeri 40.000° olduğuna göre, poligon güzergâhı üzerindeki bütün poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çizin.

Nokta No.	L (m)	β (Grad)
1	99.980	-
2		302.224
3	93.450	127.778
4	171.360	260.000
5	119.630	297.780
6	115.670	281.112
7	148.600	-

Çözüm 10.5

Nokta No.	L (m)	β (Grad)	α (Grad)	Koordinat farkı (m)		Koordinatlar (m)	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	99.980	-	40.000	58.767	80.886	140.000	260.000
2				58.552	81.166	198.552	341.166
3	93.450	302.224	142.224	73.638	-57.536	271.975	283.910
4	171.360	127.778	70.022	73.423	-57.256		
5	119.630	260.000	130.022	152.710	77.743	424.470	361.933
6				152.495	78.023	530.827	307.865
7	115.670	297.780	227.802	106.572	-54.348	481.690	203.331
8	148.600	281.112	308.914	106.357	-54.068		
9	-	-	-	-48.924	-104.814	334.330	224.350
10				-49.139	-104.534	194.330	-35.650
11	-	-	-	-147.146	20.739	X ₇ - X ₁	Y ₇ - Y ₁
12				-147.361	21.019		
13	-	-	-	$\Sigma \Delta X$	$\Sigma \Delta Y$	194.330	-35.650
14				195.617	-37.330		
15	Kontrol	-	-	194.330	-35.650		

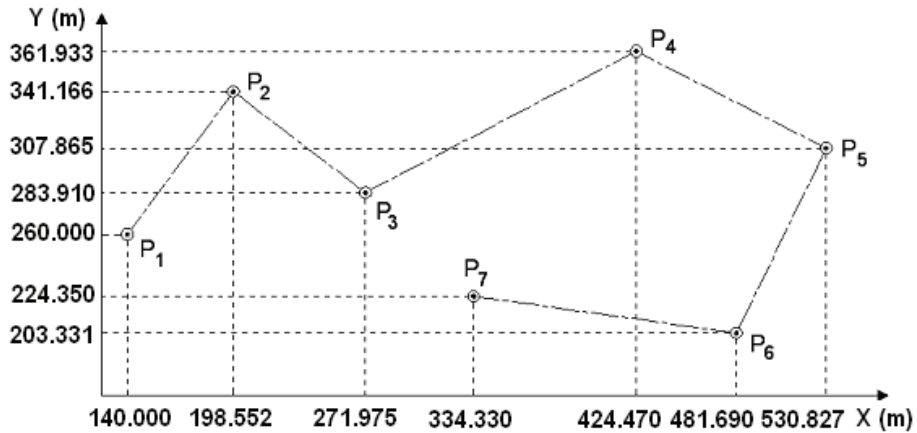
Koordinat farkları hesaplandıktan sonra, 10.6 ve 10.7 Bağıntılarında verilen eşitliklerin sağlanıp sağlanamadığı kontrol edilir.

$$10.6 \quad X_7 - X_1 = \Sigma \Delta X \quad 194.330 \text{ m} = 195.617 \text{ m}$$

$$10.7 \quad Y_7 - Y_1 = \Sigma \Delta Y \quad -35.650 \text{ m} = -37.330 \text{ m}$$

Her iki bağıntıda da eşitlikler sağlanamamıştır. Yani koordinatları bilinen P_7 poligon noktasının koordinatlarına ulaşılammıştır. Dolayısıyla, hata miktarları belirlenerek ΔX ve ΔY koordinat farkı değerlerine orantılı bir şekilde dağıtılırlar. Elde edilen yeni koordinat farkı değerlerine göre poligon noktalarının koordinatları belirlenerek, poligon kanavas çizilir.

$$\begin{aligned}
 195.617 - 194.330 &= 1.287 \text{ m} & \frac{1.287}{6} &= 0.215 \text{ m} \\
 \Delta X_{12} &= 58.767 - 0.215 & \Delta X_{12} &= 58.552 \text{ m} \\
 \Delta X_{23} &= 73.638 - 0.215 & \Delta X_{23} &= 73.423 \text{ m} \\
 \Delta X_{34} &= 152.710 - 0.215 & \Delta X_{34} &= 152.495 \text{ m} \\
 \Delta X_{45} &= 106.572 - 0.215 & \Delta X_{45} &= 106.357 \text{ m} \\
 \Delta X_{56} &= -48.924 - 0.215 & \Delta X_{56} &= -49.139 \text{ m} \\
 \Delta X_{67} &= -147.146 - 0.215 & \Delta X_{67} &= -147.361 \text{ m} \\
 -37.330 - (-35.650) &= -1.680 \text{ m} & \frac{-1.680}{6} &= -0.280 \text{ m} \\
 \Delta Y_{12} &= 80.886 + 0.280 & \Delta Y_{12} &= 81.166 \text{ m} \\
 \Delta Y_{23} &= -57.536 + 0.280 & \Delta Y_{23} &= -57.256 \text{ m} \\
 \Delta Y_{34} &= 77.743 + 0.280 & \Delta Y_{34} &= 78.023 \text{ m} \\
 \Delta Y_{45} &= -54.348 + 0.280 & \Delta Y_{45} &= -54.068 \text{ m} \\
 \Delta Y_{56} &= -104.814 + 0.280 & \Delta Y_{56} &= -104.534 \text{ m} \\
 \Delta Y_{67} &= 20.739 + 0.280 & \Delta Y_{67} &= 21.019 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Problem 10.6

Başlangıç noktasının koordinatları $X_1 = 400.000$ m, $Y_1 = 600.000$ m ve ilk poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen semt açısı değeri 68.900^g olan bir kapalı poligon güzergâhına ait ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre, poligon güzergâhı üzerindeki bütün poligon noktalarının koordinatlarını hesaplayarak poligon kanavasını çizin.

Nokta No.	L (m)	β (Grad)
1	142.650	332.223
2		217.779
3	163.470	252.224
4	99.890	294.446
5	85.330	273.335
6	133.410	173.332
7	115.900	258.890
1	101.180	332.223

Çözüm 10.6

Kapalı poligon güzergâhı hesaplarında ilk olarak semt açıları hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda ilk poligon kenarının kuzey yönüne göre doğrultusunu belirleyen semt açısı değerine hatasız bir şekilde ulaşılmalıdır. İlk semt açısı değeri tam olarak elde edilemiyorsa, hata miktarı belirlenerek poligon açılarına orantılı bir şekilde dağıtılır. Semt açıları yeniden hesaplanarak, koordinat farkı hesaplamalarına geçilir.

Kapalı poligon güzergâhı başladığı noktada sona erdiğinden dolayı, $\Sigma \Delta X = 0$ ve $\Sigma \Delta Y = 0$ olmalıdır. Bu şartların sağlanamaması durumunda, hata miktarları belirlenerek koordinat farkı değerlerine orantılı bir şekilde dağıtılır. Koordinat farkı değerleri yeniden hesaplanır.

Nokta No.	L (m)	β (Grad)	α (Grad)	Koordinat farkı (m)		Koordinatlar (m)	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	142.650	332.223 331.905	68.900	125.964 126.005	66.948 67.088	400.000	600.000
2		217.779 217.461	86.679 86.361	159.727 159.768	34.780 34.920	526.005	667.088
3	163.470	252.224 251.906	138.903 138.267	82.390 82.431	-56.480 -56.340	685.773	702.008
4	99.890	294.446 294.128	233.349 232.395	-41.560 -41.519	-74.525 -74.385	768.204	645.668
5	85.330	273.335 273.017	306.684 305.412	-132.930 -132.889	11.307 11.447	726.685	571.283
6	133.410	173.332 173.014	280.016 278.426	-109.302 -109.261	-38.546 -38.406	593.796	582.730
7	115.900	258.890 258.572	338.906 336.998	-84.578 -84.537	55.534 55.674	484.535	544.324
1	101.180	332.223 331.905	71.129 68.900	$\Sigma \Delta X$ -0.289 0.000	$\Sigma \Delta Y$ -0.982 0.000	400.000	600.000
Kontrol	-	-	-			$X_1 - X_1$ 0.000	$Y_1 - Y_1$ 0.000

Hesaplamalar sonucunda $\alpha_1 = 68.900^g$ semt açısı değeri hatasız olarak elde edilememiştir. Dolayısıyla, hata miktarı belirlenerek poligon açısı değerlerine orantılı bir şekilde dağıtılır. Semt açıları yeniden hesaplanır.

$$\text{Hata miktarı} = 71.129 - 68.900 = 2.229^g \quad \frac{2.229}{7} = 0.3184^g$$

$$\beta_2 = 217.779 - 0.3184 \quad \beta_2 = 217.461^g \quad \alpha_2 = 86.361^g$$

$$\beta_3 = 252.224 - 0.3184 \quad \beta_3 = 251.906^g \quad \alpha_3 = 138.267^g$$

$$\beta_4 = 294.446 - 0.3184 \quad \beta_4 = 294.128^g \quad \alpha_4 = 232.395^g$$

$$\beta_5 = 273.335 - 0.3184 \quad \beta_5 = 273.017^g \quad \alpha_5 = 305.412^g$$

$$\beta_6 = 173.332 - 0.3184 \quad \beta_6 = 173.014^g \quad \alpha_6 = 278.426^g$$

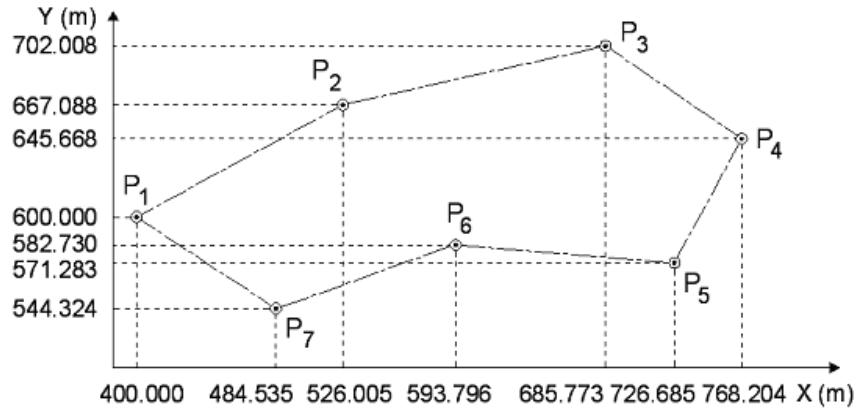
$$\beta_7 = 258.890 - 0.3184 \quad \beta_7 = 258.572^g \quad \alpha_7 = 336.998^g$$

$$\beta_1 = 332.223 - 0.3184 \quad \beta_1 = 331.905^g \quad \alpha_1 = 68.900^g$$

$\Sigma \Delta X = 0$ ve $\Sigma \Delta Y = 0$ Şartları sağlanamamıştır. Dolayısıyla, hata miktarları belirlenerek ΔX ve ΔY koordinat farkı değerlerine orantılı bir şekilde dağıtılır. Koordinat farkı değerleri yeniden hesaplanır.

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta X &= -0.289 \text{ m} & \frac{-0.289}{7} &= -0.041 \text{ m} \\ \Delta X_{12} &= 125.964 + 0.041 & \Delta X_{12} &= 126.005 \text{ m} \\ \Delta X_{23} &= 159.727 + 0.041 & \Delta X_{23} &= 159.768 \text{ m} \\ \Delta X_{34} &= 82.390 + 0.041 & \Delta X_{34} &= 82.431 \text{ m} \\ \Delta X_{45} &= -41.560 + 0.041 & \Delta X_{45} &= -41.519 \text{ m} \\ \Delta X_{56} &= -132.930 + 0.041 & \Delta X_{56} &= -132.889 \text{ m} \\ \Delta X_{67} &= -109.302 + 0.041 & \Delta X_{67} &= -109.261 \text{ m} \\ \Delta X_{71} &= -84.578 + 0.041 & \Delta X_{71} &= -84.537 \text{ m} \\ \Sigma \Delta Y &= -0.982 \text{ m} & \frac{-0.982}{7} &= -0.140 \text{ m} \\ \Delta Y_{12} &= 66.948 + 0.140 & \Delta Y_{12} &= 67.088 \text{ m} \\ \Delta Y_{23} &= 34.780 + 0.140 & \Delta Y_{23} &= 34.920 \text{ m} \\ \Delta Y_{34} &= -56.480 + 0.140 & \Delta Y_{34} &= -56.340 \text{ m} \\ \Delta Y_{45} &= -74.525 + 0.140 & \Delta Y_{45} &= -74.385 \text{ m} \\ \Delta Y_{56} &= 11.307 + 0.140 & \Delta Y_{56} &= 11.447 \text{ m} \\ \Delta Y_{67} &= -38.546 + 0.140 & \Delta Y_{67} &= -38.406 \text{ m} \\ \Delta Y_{71} &= 55.534 + 0.140 & \Delta Y_{71} &= 55.674 \text{ m} \end{aligned}$$

$\Sigma \Delta X = 0$ ve $\Sigma \Delta Y = 0$ şartları sağlandıktan sonra P_1 poligon noktasının koordinatlarına göre, poligon güzergâhı üzerindeki bütün poligon noktalarının koordinatları belirlenerek, poligon kanavasî çizilir.



BÖLÜM - 11

HARİTALARDA BÜYÜTME ve KÜÇÜLTME TEKNİKLERİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

11. HARİTALARDA BÜYÜTME ve KÜÇÜLTME TEKNİKLERİ.....	275
11.1. Karelaj (Grafik) Yöntemi	276
11.2. Işınsal Yöntem	277

11. HARİTALARDA BÜYÜTME ve KÜÇÜLTME TEKNİKLERİ

Topografya uygulamalarında zaman zaman haritaların ve planların büyütülmesine veya küçültülmesine ihtiyaç duyulabilir. Büyütme işlemlerinde, büyütülen bölgedeki mevcut hatalarında büyütme oranında artacağı göz ardı edilmemelidir. Küçültmelerde ise böyle bir sorun ile karşılaşmaz. Büyütme bir tasarı için yapılacaksa herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmaz, fakat bazı hassasiyet isteyen durumlarda harita ve planların büyütülmesi işlerinde dikkatli davranılması gereklidir. Hata payları çok fazla ise harita veya plan istenilen ölçeğe yeniden çizilmelidir.

Haritaların büyütülmesi veya küçültülmesinde dikkat edilmesi gereken ana kural, harita veya planın sınırlarını belirleyen noktaların konumlarının değiştirilmemesi yani sabit kalmasının sağlanmasıdır.

Bir plan yada haritanın hassasiyeti ölçeğine bağlıdır. Hassasiyet değeri yaklaşık olarak ± 0.15 mm kabul edilir. 1/2000 Ölçekli bir plan dört defa büyütülürse yani 1/500 ölçeğinde yeniden oluşturulursa, plandaki hata miktarı ± 0.15 mm'den ± 0.60 mm'ye büyütülmüş olur. Bu hata miktarı gerçekte ± 30 cm'ye karşılık gelir. Yani büyütülmüş çizimde hata miktarı aynı kalır. 1/500 Ölçeğindeki bir plan için ± 30 cm değerindeki hata miktarı çok büyüktür. Bu nedenden dolayı büyütme en çok iki kat yapılmalıdır.

Harita ve planların küçültülmesi sırasında mevcut hata miktarları da aynı oranda küçüleceğinden, yeniden ölçüm ve çizim yapılmasına gerek yoktur. Dikkatli bir şekilde küçültülmüş planlar, gayet doğru olup yeterli çizim hassasiyetini sağlarlar. Planların küçültülmesi doğrudan doğruya detay sıklığı ile orantılıdır. Büyütmelerde çok az detay bulunmasına rağmen, küçültmelerde daha fazla detay bulunur.

Oluşturulacak yeni çizimin ölçeğinin, orijinal çizimin ölçeğine oranı **Büyütme - Küçültme Oranı** olarak tanımlanır. Örneğin 1/1000 ölçeğinde çizilmiş bir plan, 1/2000 ölçeğinde yeniden oluşturulmak istendiğinde yani küçültülmek istendiğinde küçültme oranı $= 1/2000 \div 1/1000 = 0.5$ olur. Benzer şekilde 1/1000 ölçeğinde çizilmiş bir plan, 1/500 ölçeğinde büyütülmek istendiğinde büyütme oranı $= 1/500 \div 1/1000 = 2$ olur.

Haritaların ve planların büyütülmesinde veya küçültülmesinde iki yöntem kullanılır. Bunlar; karelaaj (Grafik) yöntemi ve ışınsal yöntemdir.

$$\text{Büyütme veya küçültme oranı} = \frac{1}{M_2} \div \frac{1}{M_1} \quad 11.1$$

Bağıntıda;

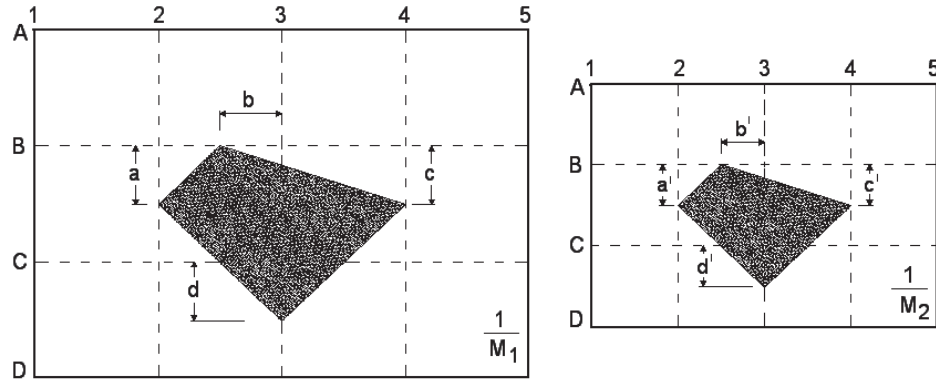
$\frac{1}{M_1}$: Orijinal harita veya planın ölçeği

$\frac{1}{M_2}$: Büyütme yada küçültme ölçeği

Değerini ifade eder.

11.1. Karelej (Grafik) yöntemi

Karelej yönteminde büyütülecek yada küçültülecek harita veya plan üzerine bir kareler ağı çizilerek, yukarıdan aşağıya harfler ve sağdan sola doğru da rakamlarla numaralandırılır. Harita veya planın büyütülmesi yada küçültülmesi istenen ölçeğe göre yeni bir kareler ağı daha çizilerek, orijinal plan üzerine çizilen ağa uygun olarak numaralandırılır. Harita veya planın sınırlarını belirleyen köşe noktalarının kareler ağı üzerindeki konumları gerekli mesafe ölçümleri yapılarak belirlenir. Şekil 11.1'e göre; a, b, c ve d mesafeleri cetvel ile ölçülerek uzunlukları belirlenir. Belirlenen çizim uzunlukları büyütme-küçültme oranı ile çarpılarak a', b', c' ve d' mesafelerinin uzunlukları belirlenir. Bu uzunluk değerlerine göre, yeni kareler ağı üzerinde harita veya planın köşe noktaları işaretlenerek büyütülmüş yada küçültülmüş haldeki yeni çizim elde edilir.



Şekil 11.1 Karelej (Grafik) Yöntemi

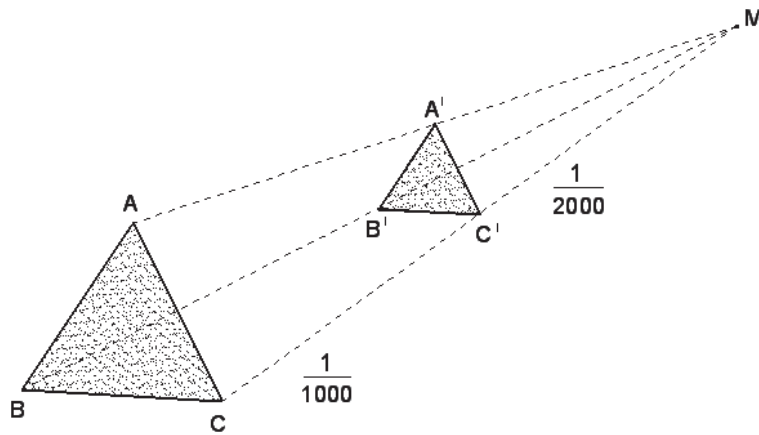
Şekil 11.1'de, $1/M_1$ ölçeğinde çizilmiş bir plan $1/M_2$ ölçeğinde küçültülerek yeniden oluşturulmuştur. Küçültme işlemi sırasında a, b, c ve d mesafelerinin uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenir. a' , b' , c' ve d' mesafelerinin uzunlukları ise aşağıdaki bağıntılar kullanılarak belirlenir.

$$a' = a \cdot \left(\frac{1}{M_2} \div \frac{1}{M_1} \right) \quad b' = b \cdot \left(\frac{1}{M_2} \div \frac{1}{M_1} \right)$$

$$c' = c \cdot \left(\frac{1}{M_2} \div \frac{1}{M_1} \right) \quad d' = d \cdot \left(\frac{1}{M_2} \div \frac{1}{M_1} \right)$$

11.2. Işınsal Yöntem

Büyütülmesi yada küçültülmesi istenen harita veya planın içinde yada dışında olacak şekilde bir M noktası belirlenir. Bu nokta ile harita veya planın sınırlarını belirleyen bütün köşe noktaları birer doğru ile birleştirilir. Şekil 11.2(a) ve Şekil 11.2(b)'ye göre; IMAI, IMBI ve IMCI mesafelerinin uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenir. Belirlenen çizim uzunlukları büyütme yada küçültme oranı ile çarpılarak IMA'I, IMB'I ve IMC'I mesafelerinin uzunlukları belirlenir. Belirlenen yeni çizim uzunluğu değerlerine göre, harita veya planın köşe noktalarının (A, B, C) büyütme yada küçültme işleminden sonraki yeni konumları (A' , B' , C') tespit edilerek, istenilen ölçekteki yeni çizim elde edilir.

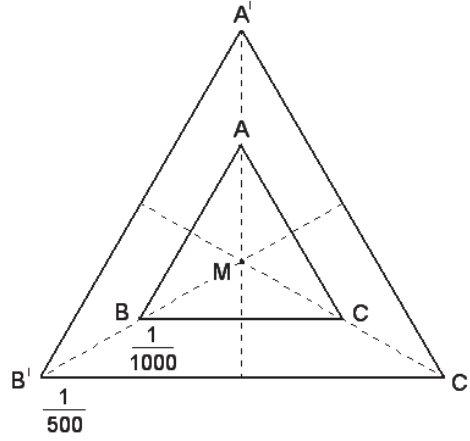


Şekil 11.2(a) Işınsal Yöntem

Şekil 11.2(a)'da, 1/1000 ölçeğinde çizilmiş bir plan 1/2000 ölçeğinde küçültülerek yeniden oluşturulmuştur. Küçültme işlemi sırasında IMAI,IMBI ve IMCI mesafelerinin uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenir. IMA'I,IMB'I ve IMC'I mesafelerinin uzunlukları ise aşağıdaki bağıntılar kullanılarak belirlenir.

$$11.1 \quad \text{Küçültme oranı} = \frac{1}{2000} \div \frac{1}{1000} = 0.5$$

$$\text{IMA}'\text{I} = \text{IMAI}.0,5 \quad \text{IMB}'\text{I} = \text{IMBI}.0,5 \quad \text{IMC}'\text{I} = \text{IMCI}.0,5$$



Şekil 11.2(b) Işınsal Yöntem

Şekil 11.2(b)'de, 1/1000 ölçeğinde çizilmiş bir plan 1/500 ölçeğinde büyütülerek yeniden oluşturulmuştur. Büyütme işlemi sırasında IMAI,IMBI ve IMCI mesafelerinin uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenir. IMA'I,IMB'I ve IMC'I mesafelerinin uzunlukları ise aşağıdaki bağıntılar kullanılarak belirlenir.

$$11.1 \quad \text{Büyütme oranı} = \frac{1}{500} \div \frac{1}{1000} = 2$$

$$\text{IMA}'\text{I} = \text{IMAI}.2 \quad \text{IMB}'\text{I} = \text{IMBI}.2 \quad \text{IMC}'\text{I} = \text{IMCI}.2$$

BÖLÜM - 12

İMAR BİLGİSİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

12. İMAR BİLGİSİ	281
12.1. İmar Kanununda Kullanılan Bazı Terimler ve Anlamları	281
12.2. İfraz ve Tevhit Uygulamaları	289
12.2.1. Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfraz	289
12.2.2. Bir Kenara Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfraz ..	291
12.3. Parseller Arasındaki Sınırların Düzeltilmesi.....	295
12.3.1. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olacak Şekilde Düzeltilmesi.....	295
12.3.2. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Dik Olacak Şekilde Düzeltilmesi.....	297
12.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri.....	298

12. İMAR BİLGİSİ

Ülkemizde imar (Yapılaşma) ile ilgili genel esaslar 3194 sayılı İmar Kanununa göre düzenlenmiştir. İmar Kanunu 03.05.1985 tarihinde kabul edilerek, 09.05.1985 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu kanun, yerleşme yerleri ile bu yerlerdeki yapılaşmaların; plan, fen, sağlık ve çevre şartlarına uygun teşekkülünü sağlamak amacıyla düzenlenmiştir. İmar Kanununun uygulamasından sorumlu bakanlık, Bayındırlık ve İskan Bakanlığıdır. Bu kanunun uygulanmasından sorumlu idareler ise, Belediye sınırları içerisinde Belediyeler, Belediye sınırları dışında Valiliklerdir.

En son yapılan nüfus sayımına göre nüfusu 10000 kişiden fazla olan yerleşim bölgeleri için imar planı hazırlanmalıdır. İmar planları; nazım imar planları ve uygulama imar planları olmak üzere iki şekilde düzenlenirler. Nazım imar planları, Devlet Planlama Teşkilatı tarafından hazırlanan ve bölgelerin gelişme gösterdikleri alanların belirtildiği bölge planları esas alınarak, Belediye sınırları içerisinde Belediyeler, belediye sınırları dışında Valilikler tarafından hazırlanır yada hazırlatılırlar. Hazırlanan nazım imar planları Bayındırlık ve İskan Bakanlığının onayından sonra yürürlüğe sokulur. Yürürlüğe giren nazım imar planlarına göre uygulama imar planları hazırlanır. İmar planları her beş yılda bir yapılan değerlendirmelere göre, ihtiyaç görülmesi durumunda yeniden düzenlenirler.

12.1. İmar Kanununda Kullanılan Bazı Terimler ve Anlamları

- **Nazım İmar Planı**

Belediye sınırları içinde yada dışındaki bölgelerin; genel kullanım amaçları (Sanayi bölgesi, sit alanı, konut bölgesi vb.) ile ulaşım sistemlerinin gösterildiği imar planıdır.

- **Uygulama İmar Planı**

Nazım imar planında belirtilen esaslara uygun olarak hazırlanan ve parseller üzerindeki yapılaşma ile ilgili bilgiler (K.A.K.S., T.A.K.S., kat adeti, kat yüksekliği, yol mesafesi, komşu mesafesi vb.), yeşil alanlar, parklar ve yolların gösterildiği imar planıdır.

- **Kadastro Planı**

Belediye sınırları içinde yada dışındaki bölgelerin; pafta, ada, parsel durumları, parsellerin yüzölçümleri (Alanları) ve mevcut yollar ile ilişkilerinin belirtildiği plandır.

- **Mücvir Alan**

İmar Kanununun uygulanması yönünden Belediyelerin kontrol ve sorumluluğu altında olan, Belediye sınırları içerisindeki bölgelere mücvir alan adı verilir.

- **Yerleşik (Meskûn) Alan**

Nazım imar planında, konut alanı olarak ayrılan alandır.

- **Gelişme (İnkişaf) Alanı**

Nazım imar planında, mevcut yerleşim bölgesinin büyüdüğü yada geliştiği yönde ayrılmış alandır.

- **Ticaret Bölgesi**

Nazım imar planında, ticari amaçlı yapılar (Mağaza, market, sinema, banka vb.) için ayrılmış bölgedir.

- **Sanayi Bölgesi**

Nazım imar planında, her türlü sanayi tesisleri (Fabrika, imalathane, atölye vb.) için ayrılmış bölgedir.

- **Yeşil Alanlar, Eğlence Alanları ve Parklar**

Nazım imar planında, toplumun ortak kullanımı için ayrılmış gezinti ve piknik alanları, oyun bahçeleri, çocuk bahçeleri, çay bahçeleri vb. alanlardır.

- **Spor Alanları**

Nazım imar planında, her türlü spor aktivitesinin yapılabileceği kapalı veya açık tesisler için ayrılmış alanlardır.

- **Konut Dışı Kentsel Çalışma Alanları**

Nazım imar planında; bünyesinde motel ve lokanta bulunan akaryakıt istasyonları, çevre sağlığı yönünden tehlike yaratmayan imalâthaneler ile içerisinde patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı maddeler bulunmayan depolar için ayrılmış alanlardır.

- **Parsel, Ada, Pafta**

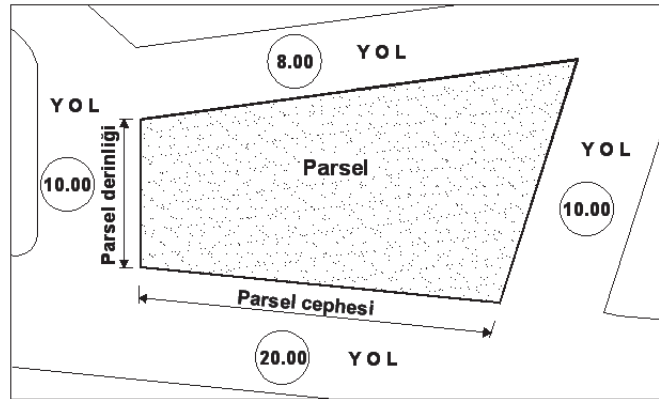
Sınırları ve sahipleri belli olan küçük arazi parçalarına parsel, belirli sınırlar (Yol, dere) ile ayrılmış parseller topluluğuna ise ada adı verilir. Tek bir altlığa çizilemeyen büyük harita yada planların bölünerek, parçalarının çizildiği altlıkların her birine pafta adı verilir.

- **Parsel Cephesi**

Parselin, yol üzerindeki sınırının uzunluğuna parsel cephesi adı verilir. Parselin etrafında birden fazla yol olması durumunda, genişliği daha fazla olan yol üzerindeki parsel kenarı parsel cephesidir. Yol genişliklerinin eşit olması durumunda ise, daha kısa olan parsel kenarı parsel cephesidir.

- **Parsel Derinliği**

Parsel ön cephe hattı (Parsel cephesi) ile arka cephe hattı üzerinde birbirine en yakın konumda bulunan iki noktanın birleştirilmesiyle elde edilen hattın uzunluğuna parsel derinliği adı verilir.



Şekil 12.1 Parsel Cephesi ve Parsel derinliği

- **Yapı**

Karada veya suda, yeraltında veya yerüstünde çeşitli yapı malzemeleri ve yapım teknikleri kullanılarak inşa edilen her türlü tesise (Ev, fabrika, baraj, yol, kanal, hava alanı vb.) yapı adı verilir.

- **Bina**

İnsanların oturma, çalışma, eğlenme, dinlenme, vb. ihtiyaçlarını karşılamak, hayvanlarını ve eşyalarını korumak amacıyla inşa ettikleri yapılara (Ev, okul, cami, hastane vb.) bina adı verilir.

- **Resmi Bina**

Sermayesinin yarısından fazlası Devlet Kurumları tarafından karşılanan, bir kamu hizmeti için kullanılan ve Devlet Kurumlarına ait olan binalara resmi bina adı verilir.

- **Umumi Bina**

Devlet kurumlarına ait olan ve kamu hizmeti için kullanılan binalar ile ibadet yerleri, eğitim, sağlık ve spor tesisleri, sinema, tiyatro vb. binalara umumi bina adı verilir.

- **Yapı Taban Alanı**

Parsel üzerinde inşa edilecek yapının taban alanıdır. Ana yapı dışında bahçede yapılacak ilave yapıların taban alanları da ana yapının taban alanına dahildir.

- **Yapı İnşaat Alanı**

Bodrumda iskan edilen katların % 50'si, asma kat, çekme kat ve çatı arası hacimlerde dahil olmak üzere tüm yapıda iskanı mümkün yani oturmaya, eğlenmeye ve çalışmaya uygun olan kat alanları toplamıdır. Kapalı çıkmalar, açık ve kapalı merdivenler, ortak kullanıma açık koridorlar yapı inşaat alanına dahildir. Açık çıkmalar (Balkonlar), yangın merdivenleri, aydınlatma ve havalandırma bacaları ile müştemilat (Garaj, kapıcı dairesi, kalorifer dairesi, sığınak, kömürlük vb.) yapı inşaat alanına dahil değildir.

- **Taban Alanı Katsayısı (T.A.K.S.), Kat Alanı Katsayısı (K.A.K.S.)**

T.A.K.S. yapı taban alanının, yapının üzerine inşa edileceği parselin alanına bölünmesiyle elde edilen katsayıdır.

$$T.A.K.S. = \frac{\text{Yapı taban alanı}}{\text{Parsel alanı}} \quad 12.1$$

K.A.K.S. toplam yapı inşaat alanının, yapının üzerine inşa edileceği parselin alanına bölünmesiyle elde edilen katsayıdır.

$$K.A.K.S. = \frac{\text{Yapı inşaat alanı}}{\text{Parsel alanı}} \quad 12.2$$

- **Yapı Yaklaşma Sınırları**

Yapının, komşu parsel sınırları ve parsel çevresindeki yollar ile arasındaki mesafelerdir. Konut alanlarında yapılacak binalarda ön bahçe ve yol mesafeleri en az 5 m olmalıdır. Kat adeti dört ve daha az olan binalarda yan bahçe mesafesi en az 3 m olmalıdır. Kat adeti dörtten fazla olan binalarda ise, dördüncü kattan sonraki her bir kat için 3 m'ye 0.5 m ilave edilerek yan bahçe mesafesi belirlenir.

- **Bina Cephesi ve Bina Derinliği**

Binanın, üzerine inşa edileceği parselin cephesi doğrultusundaki kenarının uzunluğuna bina cephesi adı verilir. Bina cephe uzunluğu; ayırık nizamda en fazla 30 m, blok nizamda ise en fazla 50 m olmalıdır. Binanın, üzerine inşa edileceği parselin derinliği doğrultusundaki kenarının uzunluğuna bina derinliği adı verilir.

$$I = L - \left(K + \frac{H}{2} \right) \quad 12.3$$

Bağıntıda;

I : Bina derinliği

L : Parsel derinliği

K : Ön bahçe (Yol) mesafesi

H : Bina yüksekliği

Değerini ifade eder.

Bağıntı 12.3 kullanılarak belirlenen bina derinliği değerinin 10 m'den küçük olması durumunda, arka bahçe mesafesi 2 m'den az olmamak koşuluyla bina derinliği 10 m'ye çıkarılabilir.

- **Binalara kot verilmesi**

Parsel kenarları üzerinde bulunan en yüksek yol - tretuar (Kaldırım) seviyesinden itibaren binalara kot verilir. Tretuar seviyesi yol seviyesinin 20 cm üstü kabul edilir.

- **Yapı Kütle Düzenleri**

1. **Ayrık Nizam**

Hiçbir yanından komşu binalara bitişik olmayan yapı nizamıdır. Ayrık nizamda yapılan bir yapı, tek kütle halinde bir yada birden fazla parsel üzerine inşa edilebilir.

2. **Blok Nizam**

Belirli bir toplam inşaat alanına sahip yapı kütesinin tek bir yapı şeklinde değil de, alanları toplamı toplam inşaat alanına eşit olan iki yada daha fazla yapı şeklinde inşa edilmesi ile oluşan yapı nizamıdır.

3. **Bitişik Nizam**

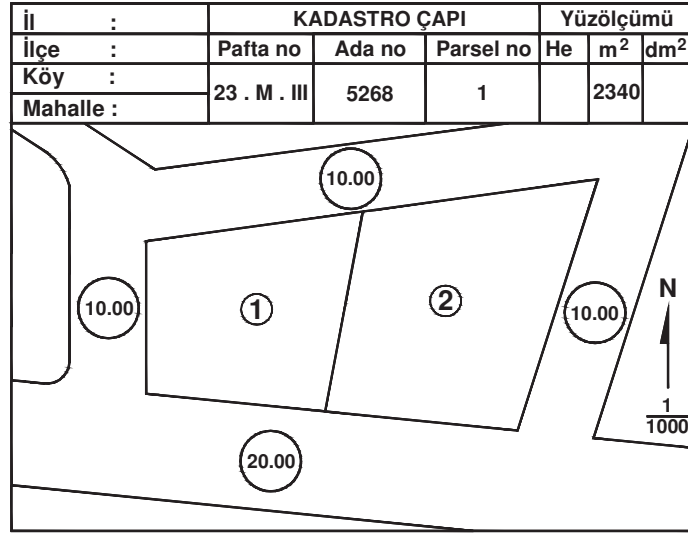
Bir veya birden fazla komşu parsel üzerindeki yapılara bitişik olan yapı nizamıdır.

- **Kadastro Çapı**

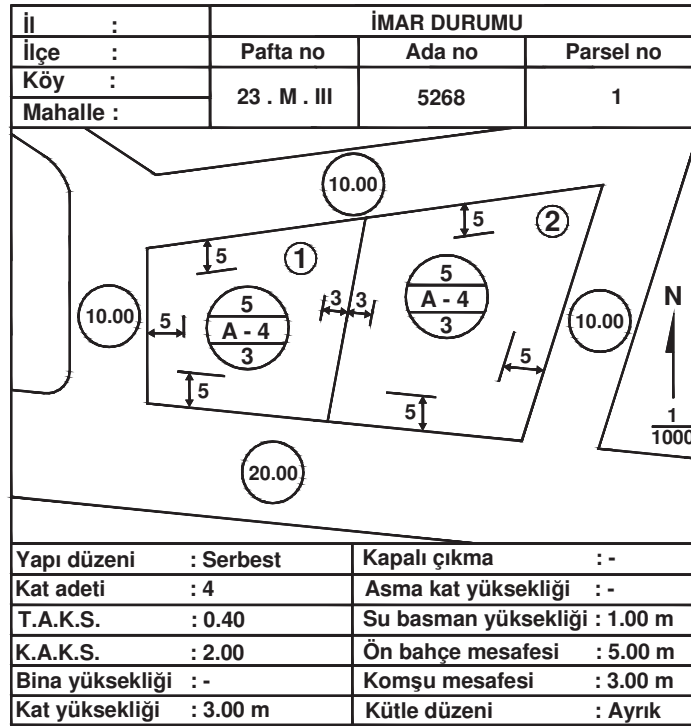
Üzerine yapı inşa edilmesi düşünülen bir parselin, komşu parseller ve yollar ile ilişkisini gösteren belgedir. Tapu Kadastro Müdürlükleri tarafından hazırlanır.

- **İmar Durum Belgesi**

Parsel üzerine yapılacak binanın kütle düzeni (Ayrık, blok, bitişik), T.A.K.S. ve K.A.K.S. değerleri, kat adeti ve kat yüksekliği, bina yüksekliği, su basman yüksekliği, yol ve komşu mesafeleri ile ilgili ayrıntıların gösterildiği belgedir. Belediyeler tarafından hazırlanır.



Şekil 12.2 Kadastro Çapı

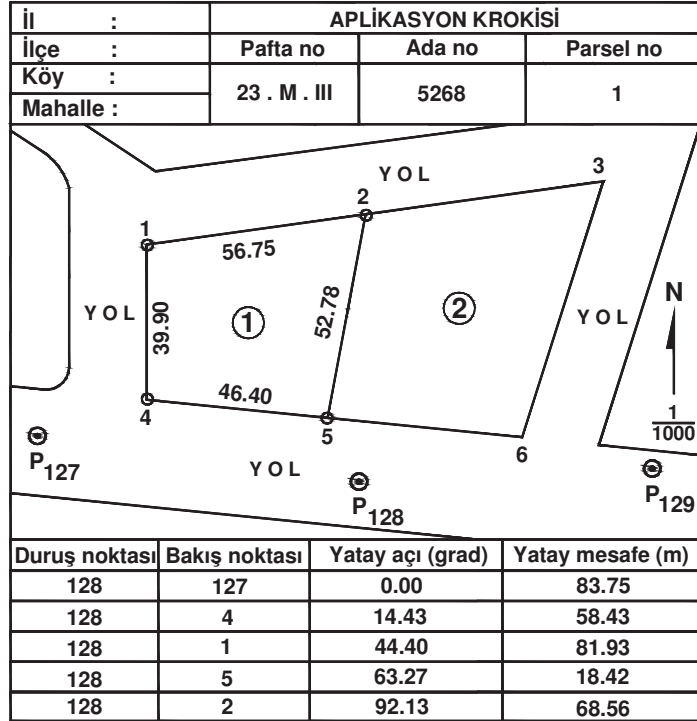


Şekil 12.3 İmar Durumu Belgesi

Şekil 12.3'de verilen imar durumu belgesinde; 1 numaralı parselin ortasındaki daire içerisinde ve en üstte bulunan 5 rakamı yapının ön bahçe (Yol) mesafesinin 5 m olduğunu, A harfi yapının ayrık nizamda yapılacağını, A harfinin yanındaki 4 rakamı yapının kat adetini, dairenin en altında bulunan 3 rakamı ise yapının yan komşu mesafesinin 3 m olduğunu ifade etmektedir.

• Aplikasyon Krokisi

Bir parselin arazi üzerindeki konumunun gösterildiği belgedir. Tapu Kadastro Müdürlükleri tarafından hazırlanır. İlgili poligon güzergâhı üzerindeki poligon noktalarından verilen detaylar ile parselin arazi üzerindeki konumu belirtilir. Nivo yada teodolitin kurulacağı ve kurulduktan sonra yönlendirileceği poligon noktalarının konumlarına göre yapılan yatay açı ve yatay mesafe ölçümleri ile parselin köşe noktalarının arazi üzerindeki konumları belirlenir.



Şekil 12.4 Aplikasyon Krokisi

12.2. İfraz ve Tevhit Uygulamaları

Bir parselden istenilen büyüklükteki başka bir parselin ayrılması işlemine **İfraz**, iki veya daha fazla parselin birleştirilerek yeni bir parselin oluşturulması işlemine ise **Tevhit** adı verilir. İfraz işlemleri, parselin kenarları üzerinde verilen bir noktadan ifraz ve parselin bir kenarına paralel bir doğru ile ifraz olmak üzere iki şekilde yapılır. Tevhit işlemleri ise, parseller arasındaki sınırların amaca uygun olarak düzenlenmesi şeklinde yapılır.

12.2.1. Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfraz

12.2.1.1. Üçgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarları Üzerinde Verilen Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfrazı

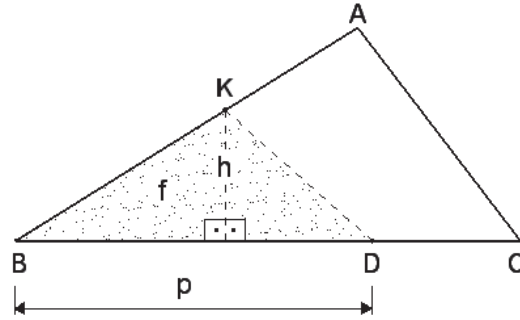
Sınırları ve alanı belli olan üçgen şeklindeki bir parselin herhangi bir kenarı üzerinde verilen bir noktadan geçen doğru ile ifrazı Şekil 12.5'e göre şu şekilde yapılır. Köşe noktaları A, B ve C olan üçgen şeklindeki bir parselden, alanı f olan yeni bir parselin ayrılması ve ayrılması istenen yeni parselin sınırının K noktasından geçmesi istenmektedir.

İlk olarak K noktasından karşısında bulunan parsel kenarına dik inilerek ayrılması istenen üçgen şeklindeki parselin yüksekliği (h) belirlenir. Bağıntı 12.4'te verilen üçgenin alan bağıntısında h ve f değerleri yerine yazılarak ayrılması istenen yeni parselin taban uzunluğu (P) belirlenir. Dik inilen IBCI doğrusunun başlangıç noktasından (B) itibaren, belirlenen P uzunluğu kadar ölçülerek D noktasının yeri tespit edilir. K ve D noktalarının birleştirilmesi ile de yeni parselin sınırı olan IKDI doğrusu belirlenmiş olur.

$$f = \frac{P \cdot h}{2} \quad 12.4$$

Bağıntıda;

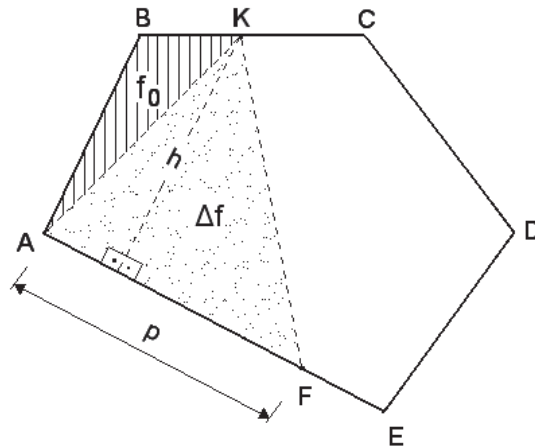
f : Ayrılması istenen üçgen şeklindeki parselin alanı
h : Ayrılması istenen üçgen şeklindeki parselin yüksekliği
P : Ayrılması istenen üçgen şeklindeki parselin taban uzunluğu
Değerini ifade eder.



Şekil 12.5 Üçgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarları Üzerinde Verilen Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfrazı

12.2.1.2. Çokgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarları Üzerinde Verilen Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfrazı

Sınırları ve alanı belli olan çokgen şeklindeki bir parselin herhangi bir kenarı üzerinde verilen bir noktadan geçen doğru ile ifrazı Şekil 12.6'ya göre şu şekilde yapılır. Köşe noktaları A, B, C, D ve E olan çokgen şeklindeki bir parselden, alanı f_0 olan yeni bir parselin ayrılması ve ayrılması istenen yeni parselin sınırının K noktasından geçmesi istenmektedir.



Şekil 12.6 Çokgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarları Üzerinde Verilen Bir Noktadan Geçen Doğru İle İfrazı

İlk olarak K noktasından karşısında bulunan parsel kenarına dik inilerek, ayrılması istenen parselin parçalarından biri olan $\triangle K\hat{A}F$ üçgeninin yüksekliği (h) belirlenir. Bu işlem sonucunda $\triangle K\hat{A}F$ üçgeninin yanında oluşan $\triangle K\hat{B}A$ üçgeninin alanı (f_0), alan hesaplama yöntemlerinden bir tanesi kullanılarak hesaplanır. $\triangle K\hat{A}F$ Üçgeninin alanı (Δf) ise Bağıntı 12.5 kullanılarak belirlenir. Bağıntı 12.6'da verilen üçgenin alan bağıntısında Δf ve h değerleri yerine yazılarak, $\triangle K\hat{A}F$ üçgeninin taban uzunluğu (P) belirlenir. Dik inilen İAEI doğrusunun başlangıç noktasından (A) itibaren P uzunluğu kadar ölçülerek F noktasının yeri tespit edilir. K ve F noktalarının birleştirilmesiyle de yeni parselin sınırı olan İKFI doğrusu belirlenmiş olur.

$$f = f_0 + \Delta f \quad 12.5$$

$$\Delta f = \frac{P \cdot h}{2} \quad 12.6$$

Bağıntılarda;

f : Ayrılması istenen parselin alanı

$\Delta f, f_0$: Ayrılması istenen parseli oluşturan parçaların alanları

h : Ayrılması istenen parselin parçalarından biri olan $\triangle K\hat{A}F$ üçgeninin yüksekliği

P : Ayrılması istenen parselin parçalarından biri olan $\triangle K\hat{A}F$ üçgeninin taban uzunluğu

Değerini ifade eder.

12.2.2. Bir Kenara Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfraz

12.2.2.1. Üçgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfrazı

Sınırları ve alanı belli olan üçgen şeklindeki bir parselin herhangi bir kenarına paralel olacak şekilde geçirilen bir doğru ile ifrazı Şekil 12.7'ye göre şu şekilde yapılır.

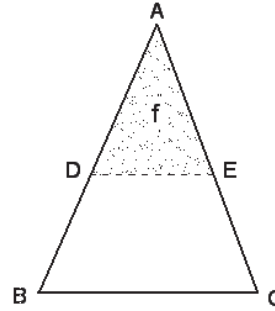
Köşe noktaları A, B, C ve alanı F olan üçgen şeklindeki bir parselden, alanı f olan yeni bir parselin ayrılması ve ayrılması istenen yeni parselin sınırının IBCI kenarına paralel olan bir doğru şeklinde düzenlenmesi istenmektedir.

$$IDEI // IBCI$$

$$\triangle ADE \approx \triangle ABC$$

$$\left(\frac{IADI}{IABI}\right)^2 = \left(\frac{IAEI}{IACI}\right)^2 = \left(\frac{IDEI}{IBCI}\right)^2 = \frac{F(\triangle ADE)}{F(\triangle ABC)}$$

$$F(\triangle ADE) = f \quad F(\triangle ABC) = F$$



Şekil 12.7 Üçgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfrazı

$\triangle ADE$ ve $\triangle ABC$ üçgenleri arasındaki benzerlik eşitliğine göre yazılan 12.7, 12.8 ve 12.9 Bağınıtları kullanılarak, ayrılması istenen yeni parselin kenar uzunlukları ve IDEI sınırının yeri belirlenir.

$$IADI = IABI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad 12.7$$

$$IAEI = IACI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad 12.8$$

$$IDEI = IBCI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad 12.9$$

Bağıntılarda;

IADI, IAEI, IDEI: Ayrılması istenen üçgen parselin kenar uzunlukları

IABI, IACI, IBCI: İfrazı yapılan ana parselin kenar uzunlukları

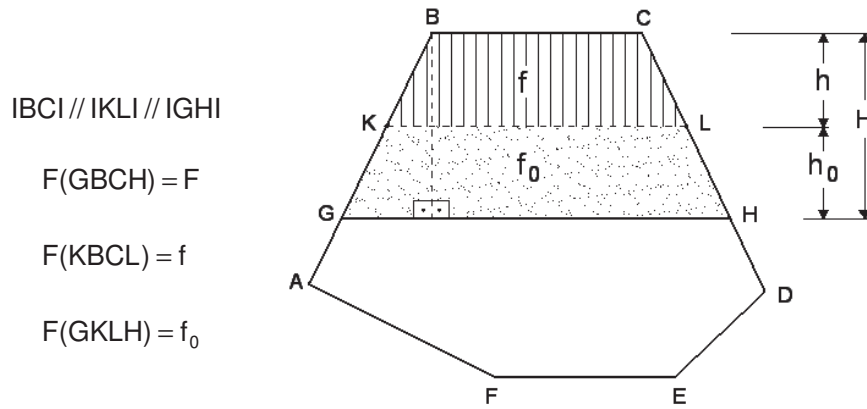
f : Ayrılması istenen üçgen şeklindeki parselin alanı

F : İfrazı yapılan ana parselin alanı

Değerini ifade eder.

12.2.2.2. Çokgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfrazı

Sınırları ve alanı belli olan çokgen şeklindeki bir parselin herhangi bir kenarına paralel olacak şekilde geçirilen bir doğru ile ifrazı Şekil 12.8'e göre şu şekilde yapılır. Köşe noktaları A, B, C, D, E ve F olan çokgen şeklindeki bir parselden, alanı f olan yeni bir parselin ayrılması ve ayrılması istenen yeni parselin sınırının IBCI kenarına paralel olması istenmektedir.



Şekil 12.8 Çokgen Şeklindeki Bir Parselin Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olarak Geçirilen Doğru İle İfrazı

İlk olarak ifrazı yapılacak olan çokgen şeklindeki parselden, ayrılması istenen parselin alanından daha büyük bir alana sahip yamuk şeklindeki bir parça ayrılır. Yamuk şeklindeki parçanın ayrılmasında kullanılan IGHİ doğrusu IBCI kenarına paralel olacak şekilde geçirilir. IGHİ ve IBCI doğruları ile H yüksekliğinin değerleri belirlendikten sonra, ayrılan yamuk şeklindeki parçanın alanı (F) Bağıntı 12.10 kullanılarak hesaplanır. Ayrıca, Bağıntı 12.11 kullanılarak f_0 alanının büyüklüğü belirlenir.

$$F = \frac{(IGHI + IBCI) \cdot H}{2} \quad 12.10$$

$$F = f + f_0 \quad 12.11$$

$$H = h + h_0 \quad 12.12$$

Ayrılması istenen parselin sınırı (IKLI), IBCI ve IGHI doğrularına paralel olarak geçirilir. IKLI Sınırının uzunluğunu ve IBCI kenarından olan dik uzaklığını (h) belirlemek amacıyla, KBCL ve GKLH yamuklarının Bağntı 12.13 ve 12.14'te verilen alan bağıntıları yazılır.

$$f = \frac{(IKLI + IBCI) \cdot h}{2} \quad 12.13$$

$$f_0 = \frac{(IGHI + IKLI) \cdot h_0}{2} \quad 12.14$$

Her iki alan bağıntısından IKLI değeri çekilerek elde edilen 12.15 ve 12.16 Bağntıları birbirine eşitlenir. Eşitlikte, h_0 yüksekliği Bağntı 12.12'ye göre H ve h cinsinden yerine yazılır. Eşitliğin düzenlenmesinden elde edilen Bağntı 12.17 kullanılarak h yüksekliği hesaplanır. Son olarak Bağntı 12.15 veya Bağntı 12.16 kullanılarak IKLI sınırının uzunluğu belirlenir.

$$IKLI = \frac{2 \cdot f}{h} - IBCI \quad 12.15$$

$$IKLI = \frac{2 \cdot f_0}{h_0} - IGHI \quad 12.16$$

$$h = \frac{2 \cdot f}{\frac{2 \cdot f_0}{H - h} - IGHI + IBCI} \quad 12.17$$

Bağıntılarda;

F : GBCH Yamuğunun alanı

f_0 : GKLH Yamuğunun alanı

f : Ayrılması istenen yamuk şeklindeki parselin alanı

H : GBCH Yamuğunun yüksekliği

h_0 : GKLH Yamuğunun yüksekliği

h : Ayrılması istenen yamuk şeklindeki parselin yüksekliği

IBCI : Parsel sınırının paralel olarak geçirildiği doğrunun uzunluğu

IKLI : Ayrılması istenen yamuk şeklindeki parselin sınır uzunluğu

IGHI : GBCH Yamuğunun alt taban uzunluğu

Değerini ifade eder.

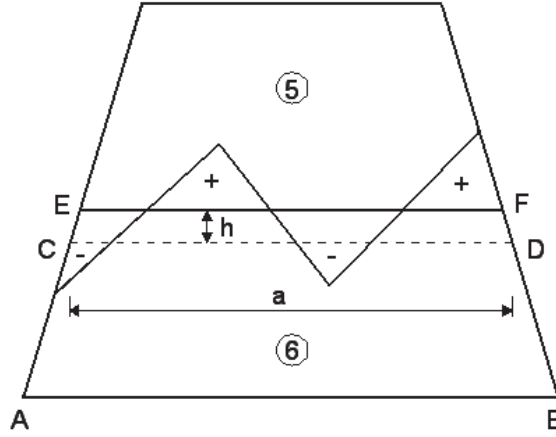
12.3. Parseller Arasındaki Sınırların Düzeltilmesi

Parseller arasındaki sınırların düz olmadığı durumlar olabilir. Sınırı düz olmayan parsellerin kullanımında zorluklar ile karşılaşılır. Bu zorlukların olmaması için parsel sınırlarının düz olması istenir. Parseller arasındaki sınırın, komşu parsel alanlarında değişiklik yapılmadan düz bir çizgiye dönüştürülmesi işlemine **Sınır Düzeltmesi** adı verilir. Sınır düzeltmeleri, parsel kenarlarına dik yada paralel olarak geçirilen doğrular ile yapılır. Kırık çizgi şeklindeki sınırların düz çizgi haline getirilmesinde aşağıda verilen işlem sırası takip edilir.

- Düzeltmesi istenen kırık sınırdan, verilen paralellik veya diklik şartı dikkate alınarak bir ölçü doğrusu geçirilir. Ölçü doğrusu, her iki yanında kalan alanların tahminen birbirine eşit olabileceği düşünülen bir yerden geçirilir.
- Sınır üzerindeki kırık noktalarından ölçü doğrusuna dikler inilerek dik boyu ve dik ayağı uzunlukları belirlenir.
- Belirlenen dik boyu ve dik ayağı değerlerine göre, ölçü doğrusunun her iki yanında kalan alanların ayrı ayrı toplamaları hesaplanır.
- Ölçü doğrusunun her iki yanında kalan alanlar birbirine eşit ise, geçirilen ölçü doğrusu yeni sınır çizgisidir. Alanlar birbirine eşit değilse, alanların farkı hesaplanır. Hesaplanan alan farkı değerine göre, ölçü doğrusunun hangi yöne ne kadar kaydırılacağı belirlenir.
- Kaydırma miktarına göre, ölçü doğrusu kendisine paralel bir şekilde yukarı yada aşağı doğru kaydırılarak, kırık sınırın yerine geçecek olan düz sınır çizgisinin konumu belirlenir.

12.3.1. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olacak Şekilde Düzeltilmesi

Kırık bir sınırın parsel kenarlarından bir tanesine paralel olarak geçirilen bir doğru ile yeniden düzenlenmesi Şekil 12.9'a göre şu şekilde yapılır. 5 ve 6 numaralı parseller arasındaki kırık sınırın, parsellerin alanlarında değişiklik yapılmadan IABI kenarına paralel olan düz bir sınır doğrultusu haline getirilmesi istenmektedir.



Şekil 12.9 İki Parsel Arasındaki Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Paralel Olacak Şekilde Düzeltilmesi

İlk olarak düzeltilmesi istenen kırık sınır üzerinden IABI doğrusuna paralel olacak şekilde ICDI ölçü doğrusu geçirilir. ICDI Ölçü doğrusu, her iki yanında kalan alanların tahminen birbirine eşit olabileceği düşünülen bir yerden geçirilir. Ölçü doğrusunun uzunluğu (a) ile üstünde kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(+)$ ve altında kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(-)$ hesaplanır. $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliği sağlanıyorsa, ICDI ölçü doğrusu kırık sınırın yerine kullanılacak yeni sınır doğrultusu olur. Şekil 12.9'da, $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliği sağlanamamıştır. Dolayısıyla, ICDI ölçü doğrusu alanları toplamı büyük olan tarafa doğru kendisine paralel olacak şekilde bir miktar kaydırılır. Kaydırma miktarı 12.18 ve 12.19 Bağıntıları kullanılarak belirlenir.

$$\Delta f = \Sigma f(+) - \Sigma f(-) \quad 12.18$$

$$\Delta f = a \cdot h \quad 12.19$$

Bağıntılarda;

$\Sigma f(+)$: Ölçü doğrusu üstünde kalan parçaların alanları toplamı

$\Sigma f(-)$: Ölçü doğrusu altında kalan parçaların alanları toplamı

Δf : Ölçü doğrusu üstünde ve altında kalan alanların farkı

a : Ölçü doğrusu uzunluğu

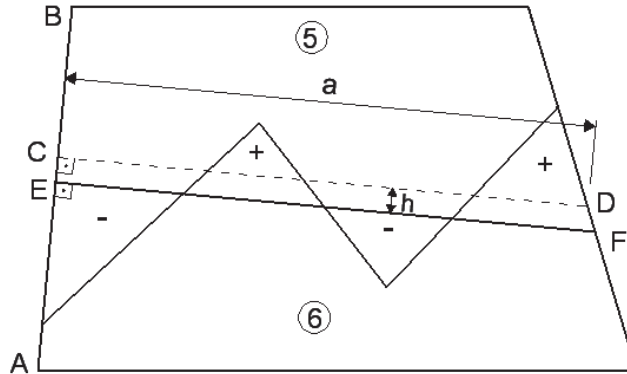
h : Ölçü doğrusunun konumunda yapılan kaydırma miktarı

Değerini ifade eder.

ICDI ölçü doğrusu, kendisine paralel olacak şekilde hesaplanan kaydırma miktarı (h) kadar yukarıya doğru kaydırılır. Sonuç olarak, 5 ve 6 numaralı parseller arasındaki kırık sınırın yerini alacak olan IEFI doğrusunun konumu ve uzunluğu belirlenmiş olur.

12.3.2. Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Dik Olacak Şekilde Düzeltilmesi

Kırık bir sınırın parsel kenarlarından bir tanesine dik olarak geçirilen bir doğru ile yeniden düzenlenmesi Şekil 12.10'a göre şu şekilde yapılır. 5 ve 6 numaralı parseller arasındaki kırık sınırın, parsellerin alanlarında değişiklik yapılmadan IABI kenarına dik olan düz bir sınır doğrultusu haline getirilmesi istenmektedir.



Şekil 12.10 İki Parsel Arasındaki Kırık Bir Sınırın Parsel Kenarlarından Bir Tanesine Dik Olacak Şekilde Düzeltilmesi

İlk olarak düzeltilmesi istenen kırık sınır üzerinden IABI doğrusuna dik olacak şekilde ICDI ölçü doğrusu geçirilir. ICDI Ölçü doğrusu, her iki yanında kalan alanların tahminen birbirine eşit olabileceği düşünülen bir yerden geçirilir. Ölçü doğrusunun uzunluğu (a) ile üstünde kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(+)$ ve altında kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(-)$ hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliği sağlanıyorsa, ICDI ölçü doğrusu parseller arasındaki yeni sınır doğrultusu olur.

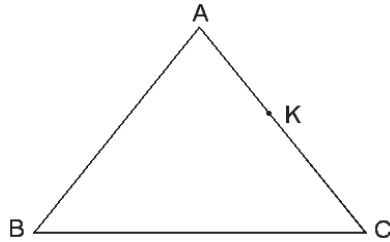
Şekil 12.10'da, $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliği sağlanamamıştır. ICDI Ölçü doğrusu kendisine paralel ve IABI kenarına dik olacak şekilde hesaplanan kaydırma miktarı (h) kadar aşağıya doğru kaydırılır. Sonuç olarak, 5 ve 6 numaralı parseller arasındaki kırık sınırın yerini alacak olan IEFI doğrusunun konumu ve uzunluğu belirlenmiş olur. Ölçü doğrusunda yapılacak kaydırma miktarı 12.18 ve 12.19 Bağıntıları ile hesaplanır.

Ölçü doğrusunun konumunda yapılan kaydırma işleminin yönü belirlenirken aşağıda verilen hususlar dikkate alınmalıdır.

- $\Sigma f(+) > \Sigma f(-)$ ise, ölçü doğrusu kendisine paralel olacak şekilde hesaplanan kaydırma miktarı (h) kadar yukarıya doğru kaydırılır.
- $\Sigma f(-) > \Sigma f(+)$ ise, ölçü doğrusu kendisine paralel olacak şekilde hesaplanan kaydırma miktarı (h) kadar aşağıya doğru kaydırılır.
- Kaydırma işleminden sonra, ölçü doğrusunun yeni konumuna göre üstünde kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(+)$ ve altında kalan parçaların alanları $\Sigma f(-)$ yeniden hesaplanır. $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliğinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.

12.4. Bölüm Sonu Uygulama Problemleri

Problem 12.1



Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen ABC parselini, alanları birbirine eşit olan ve aralarındaki sınır doğrultusu K noktasından geçen iki parseli ayırınız.

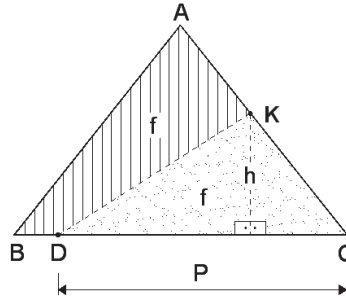
Çözüm 12.1

İlk olarak ABC parselinin kenar uzunlukları cetvel ile ölçülür. Belirlenen çizim uzunluğu değerlerine göre parselin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Daha sonra, Bağıntı 2.8 kullanılarak parselin gerçek alanı belirlenir.

$$|AB| = 3.70 \text{ cm}$$

$$|AC| = 3.70 \text{ cm}$$

$$|BC| = 4.60 \text{ cm}$$



$$8.1 \quad U = \frac{|AB| + |AC| + |BC|}{2} \quad U = \frac{3.70 + 3.70 + 4.60}{2} \quad U = 6.00 \text{ cm}$$

$$8.2 \quad F(\triangle ABC) = \sqrt{U \cdot (U - |AB|) \cdot (U - |AC|) \cdot (U - |BC|)}$$

$$F(\triangle ABC) = \sqrt{6.00 \cdot (6.00 - 3.70) \cdot (6.00 - 3.70) \cdot (6.00 - 4.60)}$$

$$F(\triangle ABC) = 6.67 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{6.67 \text{ cm}^2}{F(\triangle ABC)} \quad F(\triangle ABC) = 16675 \text{ m}^2$$

Oluşturulacak her bir parselin alanı belirlenir.

$$f = \frac{F(\triangle ABC)}{2} \quad f = \frac{16675}{2} \quad f = 8337.50 \text{ m}^2$$

K Noktasından karşısındaki IBCI kenarına dik inilerek, üçgen şeklindeki birinci parselin yüksekliği (h) belirlenir. Çizim uzunluğu $h = 1.70 \text{ cm}$ olarak ölçülen yükseklik değerinin, Bağıntı 2.7 kullanılarak gerçek uzunluğu belirlenir.

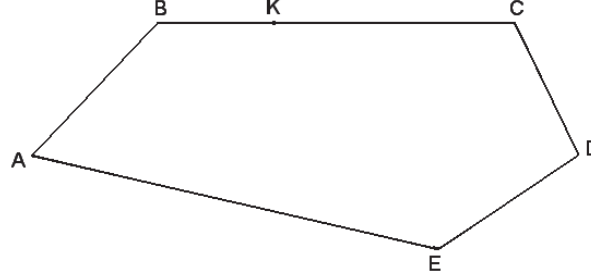
$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{1.70 \text{ cm}}{h} \quad h = 8500 \text{ cm} \quad h = 85.00 \text{ m}$$

$$12.4 \quad f = \frac{P \cdot h}{2} \quad 8337.50 = \frac{P \cdot 85.00}{2} \quad P = 196.18 \text{ m}$$

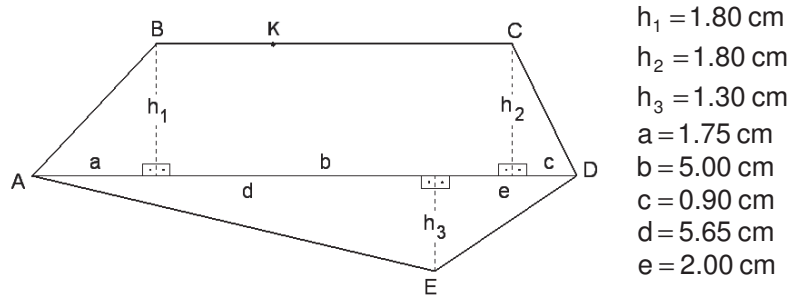
K Noktasından dik inilen IBCI kenarı üzerinde, C noktasından itibaren 196.18 m ölçülerek sınır doğrusunun geçeceği ikinci noktanın (D) yeri belirlenir. Sonuç olarak, her birinin alanı 8337.50 m^2 ve aralarındaki sınır doğrultusu IKDI olan KABD ve KDC parselleri elde edilmiş olur.

Problem 12.2

Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen ABCDE parseline, alanları birbirine eşit olan ve aralarındaki sınır doğrultusu K noktasından geçen iki parsele ayırınız.

**Çözüm 12.2**

ABCDE parselinin köşe noktalarından birbirine en uzak konumda olan iki tanesi birleştirilerek apsis ekseni oluşturulur. Bütün köşe noktalarından apsis eksenine dikler inilir. Ortaya çıkan dik ayağı ve dik boylarının uzunlukları cetvel ile ölçülür. Ölçülen çizim uzunluğu değerlerine göre, Bağıntı 8.4'de verilen thomson yöntemi kullanılarak parselin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Daha sonra, Bağıntı 2.8 kullanılarak parselin gerçek alanı belirlenir.



$$\begin{aligned}
 8.4 \quad 2.F(ABCDE) &= [h_1 \cdot (a + b)] + [h_2 \cdot (b + c)] + [h_3 \cdot (d + e)] \\
 2.F(ABCDE) &= [1,80 \cdot (1.75 + 5.00)] + [1,80 \cdot (5.00 + 0.90)] \\
 &\quad + [1,30 \cdot (5.65 + 2.00)] \quad F(ABCDE) = 16.36 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

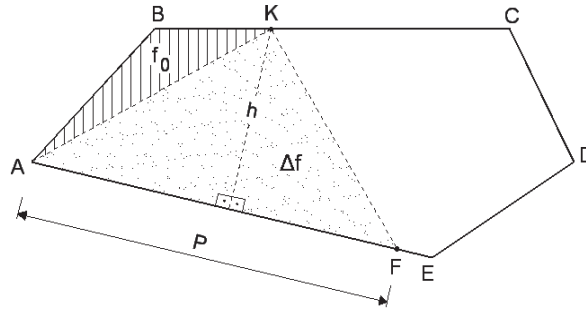
$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{16.36 \text{ cm}^2}{F(ABCDE)} \quad F(ABCDE) = 40900 \text{ m}^2$$

Oluşturulacak her bir parselin alanı belirlenir.

$$f = \frac{F(ABCDE)}{2} \quad f = \frac{40900}{2} \quad f = 20450 \text{ m}^2$$

K Noktasından karşısındaki IAEI kenarına dik inilerek, ayrılması istenen parselin parçalarından biri olan $\triangle KAF$ üçgeninin yüksekliği (h) belirlenir. Çizim uzunluğu $h = 2.55 \text{ cm}$ olarak ölçülen yükseklik değerinin, Bağıntı 2.7 kullanılarak gerçek uzunluğu belirlenir.

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{2.55 \text{ cm}}{h} \quad h = 12750 \text{ cm} \quad h = 127.50 \text{ m}$$



$\triangle KAF$ Üçgeninin yanında oluşan $\triangle KBA$ üçgeninin kenar uzunlukları ölçülür. Belirlenen çizim uzunluğu değerlerine göre, 8.1 ve 8.2 Bağıntıları kullanılarak plan üzerindeki alanı hesaplanır. Bağıntı 2.8 kullanılarak gerçek alanı belirlenir.

$$IKBI = 1.60 \text{ cm} \quad IKAI = 3.85 \text{ cm} \quad IBAI = 2.60 \text{ cm}$$

$$8.1 \quad U = \frac{IKBI + IKAI + IBAI}{2} \quad U = \frac{1.60 + 3.85 + 2.60}{2} \quad U = 4.03 \text{ cm}$$

$$8.2 \quad F(KBA) = f_0 = \sqrt{U \cdot (U - IKBI) \cdot (U - IKAI) \cdot (U - IBAI)}$$

$$F(KBA) = f_0 = \sqrt{4.03 \cdot (4.03 - 1.60) \cdot (4.03 - 3.85) \cdot (4.03 - 2.60)}$$

$$F(KBA) = f_0 = 1.59 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{1.59 \text{ cm}^2}{f_0} \quad f_0 = 3975 \text{ m}^2$$

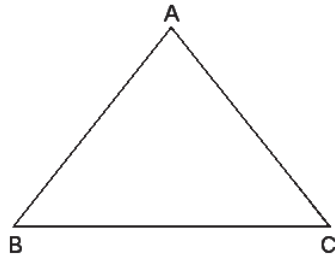
Bağıntı 12.5 kullanılarak, büyüklüğü Δf olan $\triangle KAF$ üçgeninin alanı belirlenir. Daha sonra, Bağıntı 12.6'da Δf ve h değerleri yerine yazılarak $\triangle KAF$ üçgeninin taban uzunluğu (P) belirlenir.

$$12.5 \quad f = f_0 + \Delta f \quad 20450 = 3975 + \Delta f \quad \Delta f = 16475 \text{ m}^2$$

$$12.6 \quad \Delta f = \frac{P \cdot h}{2} \quad 16475 = \frac{P \cdot 127,50}{2} \quad P = 258.43 \text{ m}$$

IAEI Kenarı üzerinde, A noktasından itibaren 258.43 m ölçülerek F noktasının yeri belirlenir. Sonuç olarak, her birinin alanı 20450 m^2 ve aralarındaki sınır doğrultusu IKFI olan KBAF ve KFEDC parselleri elde edilmiş olur.

Problem 12.3



Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen ABC parselini, alanları birbirine eşit ve aralarındaki sınır doğrultusu IBCI kenarına paralel olan iki parsel ayırınız.

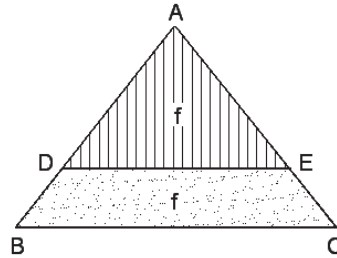
Çözüm 12.3

İlk olarak ABC parselinin kenar uzunlukları cetvel ile ölçülür. Belirlenen çizim uzunluğu değerlerine göre parselin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Daha sonra, Bağıntı 2.8 kullanılarak parselin gerçek alanı belirlenir.

$$IAB I = 3.60 \text{ cm}$$

$$IAC I = 3.60 \text{ cm}$$

$$IBC I = 4.45 \text{ cm}$$



$$8.1 \quad U = \frac{IABI + IACI + IBCI}{2} \quad U = \frac{3.60 + 3.60 + 4.45}{2} \quad U = 5.83 \text{ cm}$$

$$8.2 \quad F(\triangle ABC) = F = \sqrt{U \cdot (U - IABI) \cdot (U - IACI) \cdot (U - IBCI)}$$

$$F(\triangle ABC) = F = \sqrt{5.83 \cdot (5.83 - 3.60) \cdot (5.83 - 3.60) \cdot (5.83 - 4.45)}$$

$$F(\triangle ABC) = F = 6.33 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{6.33 \text{ cm}^2}{F} \quad F = 15825 \text{ m}^2$$

Oluşturulacak her bir parselin alanı belirlenir.

$$f = \frac{F(\triangle ABC)}{2} \quad f = \frac{15825}{2} \quad f = 7912.50 \text{ m}^2$$

IABI, IACI ve IBCI kenarlarının gerçek uzunlukları belirlenir.

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.60 \text{ cm}}{IABI} \quad IABI = 18000 \text{ cm} \quad IABI = 180.00 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.60 \text{ cm}}{IACI} \quad IACI = 18000 \text{ cm} \quad IACI = 180.00 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{4.45 \text{ cm}}{IBCI} \quad IBCI = 22250 \text{ cm} \quad IBCI = 222.50 \text{ m}$$

$\triangle ADE$ ve $\triangle ABC$ üçgenleri arasındaki benzerliğe göre yazılan 12.7, 12.8 ve 12.9 Bağlılıkları kullanılarak, ayrılması istenen ADE parselinin kenar uzunlukları ve iki parsel arasındaki IDEI sınırının yeri belirlenir.

$$IDEI \parallel IBCI \quad \triangle ADE \approx \triangle ABC$$

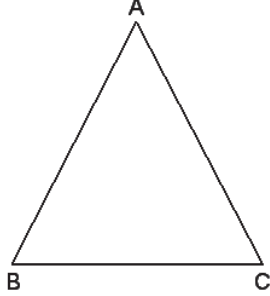
$$\left(\frac{IADI}{IABI} \right)^2 = \left(\frac{IAEI}{IACI} \right)^2 = \left(\frac{IDEI}{IBCI} \right)^2 = \frac{F(\triangle ADE)}{F(\triangle ABC)} = \frac{f}{F}$$

$$12.7 \quad IADI = IABI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IADI = 180,00 \cdot \sqrt{\frac{7912,50}{15825,00}} \quad IADI = 127.26 \text{ m}$$

$$12.8 \quad IAEI = IACI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IAEI = 180,00 \cdot \sqrt{\frac{7912,50}{15825,00}} \quad IAEI = 127.26 \text{ m}$$

$$12.9 \quad IDEI = IBCI \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IDEI = 222,50 \cdot \sqrt{\frac{7912,50}{15825,00}} \quad IDEI = 157.31 \text{ m}$$

Problem 12.4



Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen ABC parselini, alanları ABC parselinin alanının üçte birine eşit ve aralarındaki sınır doğrultuları IBCI kenarına paralel olan üç parsel ayırınız.

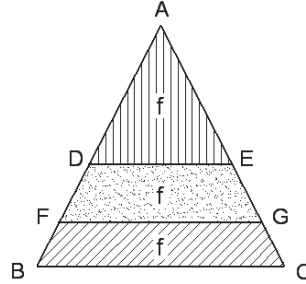
Çözüm 12.4

İlk olarak ABC parselinin kenar uzunlukları cetvel ile ölçülür. Belirlenen çizim uzunluğu değerlerine göre parselin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Daha sonra, Bağıntı 2.8 kullanılarak parselin gerçek alanı belirlenir.

$$IABI = 3.85 \text{ cm}$$

$$IACI = 3.85 \text{ cm}$$

$$IBCI = 3.50 \text{ cm}$$



$$8.1 \quad U = \frac{IABI + IACI + IBCI}{2} \quad U = \frac{3.85 + 3.85 + 3.50}{2} \quad U = 5.60 \text{ cm}$$

$$8.2 \quad F(\triangle ABC) = F = \sqrt{U \cdot (U - IABI) \cdot (U - IACI) \cdot (U - IBCI)}$$

$$F(\triangle ABC) = F = \sqrt{5.60 \cdot (5.60 - 3.85) \cdot (5.60 - 3.85) \cdot (5.60 - 3.50)}$$

$$F(\triangle ABC) = F = 6.00 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{6.00 \text{ cm}^2}{F} \quad F = 15000 \text{ m}^2$$

Oluşturulacak her bir parselin alanı belirlenir.

$$f = \frac{F(\triangle ABC)}{3} \quad f = \frac{15000}{3} \quad f = 5000 \text{ m}^2$$

IABl, IACl ve IBCl kenarlarının gerçek uzunlukları belirlenir.

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.85 \text{ cm}}{IABl} \quad IABl = 19250 \text{ cm} \quad IABl = 192.50 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.85 \text{ cm}}{IACl} \quad IACl = 19250 \text{ cm} \quad IACl = 192.50 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.50 \text{ cm}}{IBCl} \quad IBCl = 17500 \text{ cm} \quad IBCl = 175.00 \text{ m}$$

$\triangle ADE$ ve $\triangle ABC$ üçgenleri ile $\triangle AFG$ ve $\triangle ABC$ üçgenleri arasındaki benzerliğe göre yazılan 12.7, 12.8 ve 12.9 Bağıntıları kullanılarak, IDEl ve IFGl sınırlarının konumları belirlenir.

$$IDEl // IBCl \quad \triangle ADE \approx \triangle ABC$$

$$\left(\frac{IADl}{IABl}\right)^2 = \left(\frac{IAEl}{IACl}\right)^2 = \left(\frac{IDEl}{IBCl}\right)^2 = \frac{F(\triangle ADE)}{F(\triangle ABC)} = \frac{f}{F}$$

$$12.7 \quad IADl = IABl \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IADl = 192,50 \cdot \sqrt{\frac{5000}{15000}} \quad IADl = 111.07 \text{ m}$$

$$12.8 \quad IAEl = IACl \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IAEl = 192,50 \cdot \sqrt{\frac{5000}{15000}} \quad IAEl = 111.07 \text{ m}$$

$$12.9 \quad IDEl = IBCl \cdot \sqrt{\frac{f}{F}} \quad IDEl = 175,00 \cdot \sqrt{\frac{5000}{15000}} \quad IDEl = 100.98 \text{ m}$$

$$IFGl // IBCl \quad \triangle AFG \approx \triangle ABC$$

$$\left(\frac{IAFl}{IABl}\right)^2 = \left(\frac{IAGl}{IACl}\right)^2 = \left(\frac{IFGl}{IBCl}\right)^2 = \frac{F(\triangle AFG)}{F(\triangle ABC)} = \frac{2.f}{F}$$

$$12.7 \quad IAFI = IABl \cdot \sqrt{\frac{2.f}{F}} \quad IAFI = 192,50 \cdot \sqrt{\frac{10000}{15000}} \quad IAFI = 157.08 \text{ m}$$

$$12.8 \quad IAGI = IACl \cdot \sqrt{\frac{2.f}{F}} \quad IAGI = 192,50 \cdot \sqrt{\frac{10000}{15000}} \quad IAGI = 157.08 \text{ m}$$

$$12.9 \quad IFGI = IBCl \cdot \sqrt{\frac{2.f}{F}} \quad IFGI = 175,00 \cdot \sqrt{\frac{10000}{15000}} \quad IFGI = 142.80 \text{ m}$$

$$IAFI = IADl + IDFI \quad 157.08 = 111.07 + IDFI \quad IDFI = 46.01 \text{ m}$$

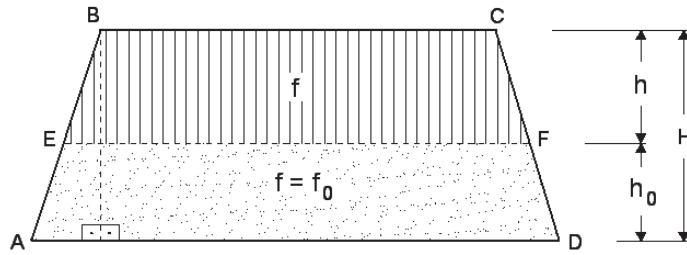
$$IAGI = IAEI + IEGI \quad 157.08 = 111.07 + IEGI \quad IEGI = 46.01 \text{ m}$$

Problem 12.5

Şekilde 1/5000 ölçeğindeki planı verilen yamuk biçimli ABCD parselinin, alanları birbirine eşit ve aralarındaki sınır doğrultusu IBCI ve IADI kenarlarına paralel olan iki parsele ayırınız.

**Çözüm 12.5**

İlk olarak yamuk biçimli ABCD parselinin yüksekliği ile IADI ve IBCI kenarlarının uzunlukları cetvel ile ölçülür. Belirlenen çizim uzunluğu değerlerine göre, Bağıntı 12.10 kullanılarak parselin plan üzerindeki alanı hesaplanır. Daha sonra, Bağıntı 2.8 kullanılarak parselin gerçek alanı belirlenir.



$$IADI = 7.40 \text{ cm} \quad IBCI = 5.60 \text{ cm} \quad H = 3.00 \text{ cm}$$

$$12.10 \quad F(ABCD) = F = \frac{(7.40 + 5.60) \cdot 3.00}{2} \quad F(ABCD) = F = 19.5 \text{ cm}^2$$

$$2.8 \quad \left(\frac{1}{5000} \right)^2 = \frac{19.50 \text{ cm}^2}{F} \quad F = 48750 \text{ m}^2$$

Oluşturulacak her bir parselin alanı belirlenir.

$$f = \frac{F(ABCD)}{2} \quad f = \frac{48750}{2} \quad f = 24375 \text{ m}^2$$

$$12.11 \quad F = f + f_0 \quad 48750 = 24375 + f_0 \quad f_0 = 24375 \text{ m}^2$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{7.40 \text{ cm}}{IADI} \quad IADI = 37000 \text{ cm} \quad IADI = 370.00 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{5.60 \text{ cm}}{IBCI} \quad IBCI = 28000 \text{ cm} \quad IBCI = 280.00 \text{ m}$$

$$2.7 \quad \frac{1}{5000} = \frac{3.00 \text{ cm}}{H} \quad H = 15000 \text{ cm} \quad H = 150.00 \text{ m}$$

$$12.17 \quad h = \frac{2.f}{\frac{2.f_0}{H-h} - IADI + IBCI} \quad h = \frac{2.24375}{\frac{2.24375}{150-h} - 370 + 280} \quad h = 80.17 \text{ m}$$

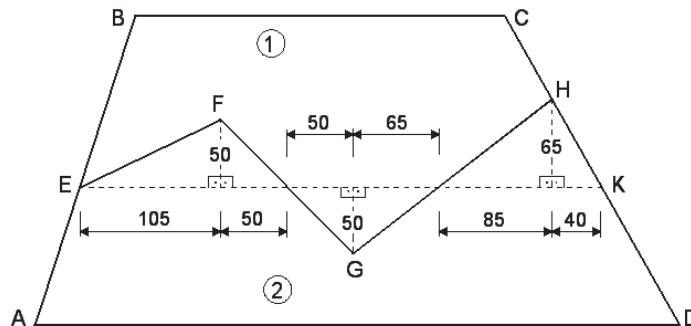
$$12.12 \quad H = h + h_0 \quad 150.00 = 80.17 + h_0 \quad h_0 = 69.83 \text{ m}$$

$$12.15 \quad IEFI = \frac{2.f}{h} - IBCI \quad IEFI = \frac{2.24375}{80.17} - 280.00 \quad IEFI = 328.10 \text{ m}$$

$$12.16 \quad IEFI = \frac{2.f_0}{h_0} - IADI \quad IEFI = \frac{2.24375}{69.83} - 370.00 \quad IEFI = 328.10 \text{ m}$$

Problem 12.6

Şekilde verilen 1 ve 2 numaralı parseller arasındaki EFGH kırık sınır doğrultusunu, parsellerin alanları değiştirilmeden IBCI ve IADI kenarlarına paralel olan düz bir sınır doğrultusu haline getirmek amacıyla IEKI ölçü doğrusu çizilmiştir. Daha sonra, sınır doğrultusunun kırık noktalarından ölçü doğrusuna dikler inilerek oluşturulan dik ayağı ve dik boyu mesafeleri metre cinsinden belirlenmiştir. Buna göre, IEKI ölçü doğrusunun sınır doğrultusu olabilmesi için konumunda yapılması gereken kaydırma miktarını hesaplayarak, kaydırma işleminin hangi yöne yapılacağını belirleyiniz.



Çözüm 12.6

Ölçü doğrusunun üstünde kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(+)$ ile altında kalan parçaların alanları toplamı $\Sigma f(-)$ belirlenerek, $\Sigma f(+) = \Sigma f(-)$ eşitliği kontrol edilir.

$$\Sigma f(+) = \frac{(105 + 50) \cdot 50}{2} + \frac{(85 + 40) \cdot 65}{2} \quad \Sigma f(+) = 7937.50 \text{ m}^2$$

$$\Sigma f(-) = \frac{(50 + 65) \cdot 50}{2} \quad \Sigma f(-) = 2875.00 \text{ m}^2$$

$$\Sigma f(+) \neq \Sigma f(-) \quad \Sigma f(+) > \Sigma f(-)$$

$$12.18 \quad \Delta f = \Sigma f(+) - \Sigma f(-) \quad \Delta f = 7937.50 - 2875.00 \quad \Delta f = 5062.50 \text{ m}^2$$

$$a = 105 + 50 + 50 + 65 + 85 + 40 \quad a = 395.00 \text{ m}$$

$$12.19 \quad \Delta f = a \cdot h \quad 5062.50 = 395,00 \cdot h \quad h = 12.82 \text{ m}$$

$\Sigma f(+) > \Sigma f(-)$ olduğundan dolayı, IEKI ölçü doğrusu kendisine paralel olacak şekilde 12.82 m yukarıya doğru kaydırılır.

Problem 12.7

Alanı 600 m² ve parsel derinliği 24 m olan bir parselin imar durumu belgesinde; kütle düzeni ayrık, K.A.K.S. değeri 2, T.A.K.S. değeri 0.40, kat yüksekliği 2.80 m, kat adeti 4, yola yaklaşma sınırı 5 m, yan ve arka komşu mesafeleri ise 3 m olarak belirtilmiştir. Bu parsel üzerine inşa edilebilecek binanın taban alanını, toplam inşaat alanını ve bina derinliğini hesaplayınız.

Çözüm 12.7

$$12.1 \quad 0.40 = \frac{\text{Yapı taban alanı}}{600} \quad \text{Yapı taban alanı} = 240 \text{ m}^2$$

$$12.2 \quad 2.00 = \frac{\text{Yapı inşaat alanı}}{600} \quad \text{Yapı inşaat alanı} = 1200 \text{ m}^2$$

$$\text{Bina yüksekliği} = (\text{Kat yüksekliği}) \times (\text{Kat adeti})$$

$$H = 2,80 \cdot 4 \quad H = 11.20 \text{ m}$$

$$12.3 \quad l = L - \left(K + \frac{H}{2} \right) \quad l = 24 - \left(5 + \frac{11.20}{2} \right) \quad l = 13.40 \text{ m}$$

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Ayyıldız, M., 1994. Ölçme Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1365, Ankara.
2. Balcı, A., Avcı, M., 1998. Ölçme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 532, İzmir.
3. Doğan, E., Öztan, O., Özgen, M.G., 1995. Harita Bilgisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, Üniversite Yayın No: 3898, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 11, İstanbul.
4. İnal, C., Baybura, A.T., 1996. Açıklamalı Ölçme Bilgisi Problemleri ve Çözümleri. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Yayın No: 32, Konya.
5. İpek, Ş.İ., 1997. Ölçme Bilgisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 17, Van.
6. Özbenli, E., Tüdeş, T., 1994. Ölçme Bilgisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 87, Fakülte Yayın No: 29, Trabzon.
7. Pancarcı, A., Öcal, M.E., 1999. Yapı İşletmesi ve Mal Olma. Milli Eğitim Yayınevi, Yayın No: 658, Ankara.
8. Songu, C., 1981. Ölçme Bilgisi (I-II). Birsen Yayınevi, Ankara
9. Süme, V., 1988. Ölçme Bilgisi. Nur Ofset, Rize.
10. Şen, K., 1995. Teodolit ve Nivolar (Kullanılmaları ve Eksen Hatalarının Düzeltilmesi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Ders Notları, No: 43, Trabzon.
11. Yaman, N., Kaman, F., 1988. Yol Bilgisi. Emel Matbaacılık, Ankara.
12. Yıldız, F., 1999. İmar Bilgisi (Planlama, Uygulama). Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 20, Ankara.

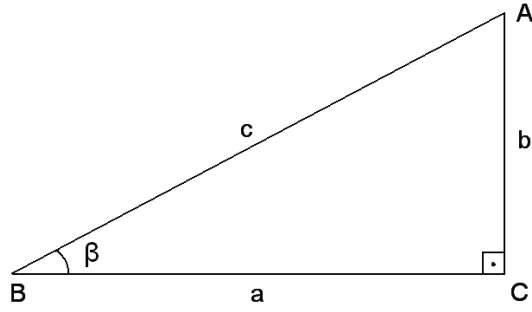
EK 1 - Kesit Nivelmanı Karnesi

[illegible]

EK 3 - Poligon Güzergâhı Karnesi

Nokta No.	L (m)	β (Grad)	α (Grad)	Koordinat farkı (m)		Koordinatlar (m)	
				ΔX	ΔY	X	Y
Kontrol							

EK 4 - Dik Üçgende Trigonometrik Bağıntılar



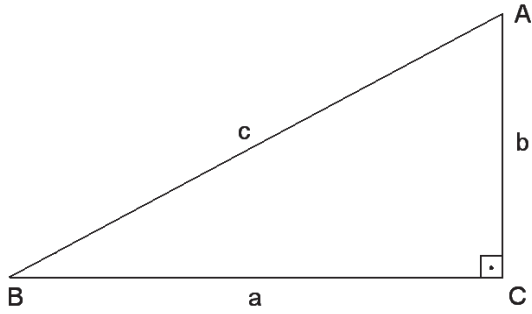
$$\sin \beta = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta = \frac{a}{c}$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{b}{a}$$

$$\cot \beta = \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{a}{b}$$

EK 5 - Pisagor Teoremi

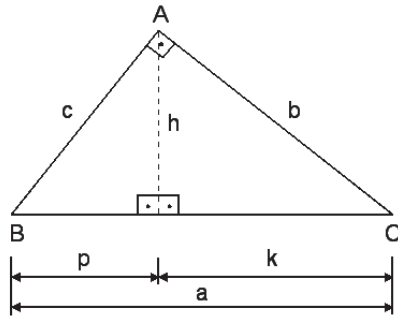


$$c^2 = a^2 + b^2 \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a^2 = c^2 - b^2 \quad a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b^2 = c^2 - a^2 \quad b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

EK 6 - Öklid Teoremi



$$h^2 = p \cdot k \quad h = \sqrt{p \cdot k}$$

$$b^2 = k \cdot a \quad b = \sqrt{k \cdot a}$$

$$c^2 = p \cdot a \quad c = \sqrt{p \cdot a}$$