

TOPOĞRAFYA

Topoğrafya, bir arazi yüzeyinin tabii veya suni ayrıntılarının meydana getirdiği şekil. Bu şeklin kâğıt üzerinde harita ve tablo şeklinde gösterilmesiyle ilgili ölçme, hesap ve çizim işlerinin hepsi.

Ölçme Bilgisinin Konusu

Harita Mühendisliği alanındaki çalışmalarının temel amaçlarından birisi yeryüzünün tamamının ya da bir kısmının haritasını yapmaktır. Harita, yeryüzünün kuşbakışı görünüşünün bir düzlem yüzeydeki ölçekli küçük bir modelidir. Bu bağlamda, Harita Mühendisliğinin konusu; yeryüzünün ölçülmesi, ölçü yöntemlerinin belirlenmesi, hesap ve çizim işlerini kapsamaktadır. Yeryüzünün ölçülmesinde yer yüzeyindeki doğal (dere, göl, dağ, orman) ve yapay ayrıntılar (bina, köprü, yol) dikkate alınır. Bu ayrıntılara detay adı verilir. Detayların konumlarını belirlemek için uzunluklar, yükseklik farkları, doğrultular ve düşey açılar ölçülür. Ölçme işlemi özel aletler ve yöntemler kullanılır. Hesap ve çizim işlerinin ardından haritalar ve planlar elde edilir.

Geodezi de denilen bu bilim dalı Türkçeye Jeodezi olarak girmiştir. Kısaca yeryüzünün biçim ve boyutları gibi özelliklerini tanımlamayı sağlayan verilerin araştırılması ve incelenmesiyle uğraşan bilim kolu olarak tanımlanabilir. Genel anlamda, yeryüzü üzerindeki şekillerin tayini ve ölçülmesi ile ilgili olarak uygulamalı matematiğin bir dalıdır.

Haritaların ve Ölçme Bilgisinin Kullanım Alanları

Ölçmeler sonucunda üretilen haritalar ve planlar pek çok mühendislik projelerinin temel altlığıdır. Haritaların yapım maliyeti proje toplam maliyetinin çok küçük bir yüzdesini oluşturur. Bir proje başlangıcında haritanın olmaması projenin gecikmesine veya haritanın yeterli incelikte olmaması projede önemli ekonomik kayıplara neden olur. Araziye ilişkin çoğu projelerinin hazırlanması haritalar veya planlar yardımıyla yapılmaktadır. Proje ön çalışmaları öncelikle arazinin küçültülmüş bir modeli olan haritalar üzerinde yürütülür. Hazırlanan projeler yine ölçme bilgisi uygulamaları ile araziye uygulanmaktadır. Haritaların bazı kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

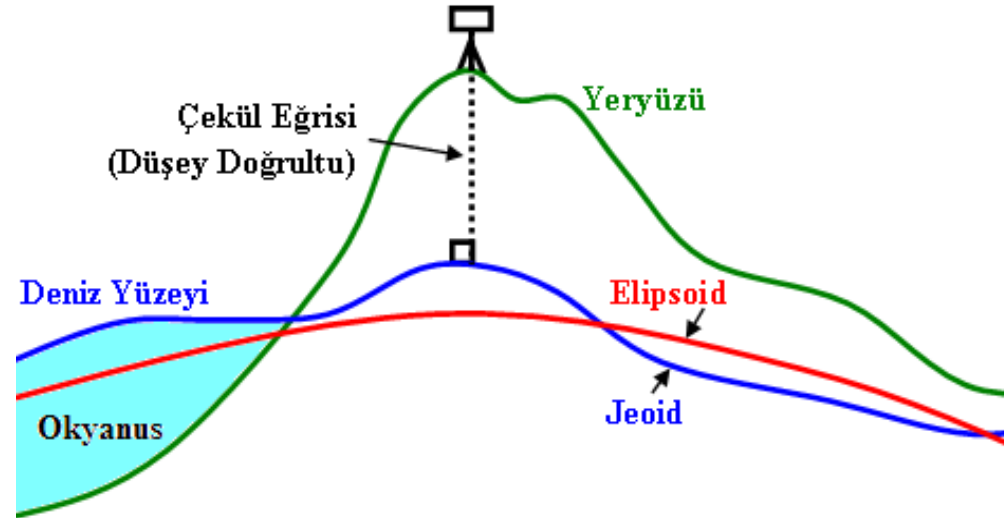
1. Taşınmaz sınırları ile büyüklüklerinin tespiti için **Kadastro Ölçmelerinde**
2. Ulaşım ve haberleşme için **Yol Ölçmelerinde**
3. Su altı inşaatı ve su rezervuarlarının tespiti için **Hidroğrafik Ölçmelerde**
4. Şehir yollarının yapımı ve kanalizasyon iileri için **Şehir ve İmar Çalışmalarında**
5. **Bayındırlık Çalışmalarında**

Yerin Temel Şekli

Yeryüzü kompleks bir geometrik şekildir. Uzay boşluğunda, eksenini etrafında dönen yeryüzünün şekli, yerçekimi ve dönme ile meydana gelen merkezkaç kuvveti ve içerdiği formasyonların farklı yoğunlukta oluşu gibi iç ve dış kuvvetlerin birbirlerine etki yapmaları sonucunda meydana gelmiştir. İlk başlarda yeryüzünün şekli düz bir yüzeye benzetilirken, daha sonraları çeşitli ölçümlerle kutuplardan basık, ekvatorun genişlemiş bir sekile sahip bir gezegen olarak tanımlanmıştır.

Günümüzde ise, yeryüzünün şekli deniz seviyesinden geçen "jeoid" diye adlandırılan teorik bir yüzeyle tanımlanmaktadır. Çekül doğrultusu her zaman jeoid yüzeyine diktir.

Jeoid, büyük okyanus yüzeylerinin karaların altında da devam ettiği varsayılarak oluşmuş kapalı bir yüzeydir. Bu yüzey **nivo yüzeyi olarak ta adlandırılır.**

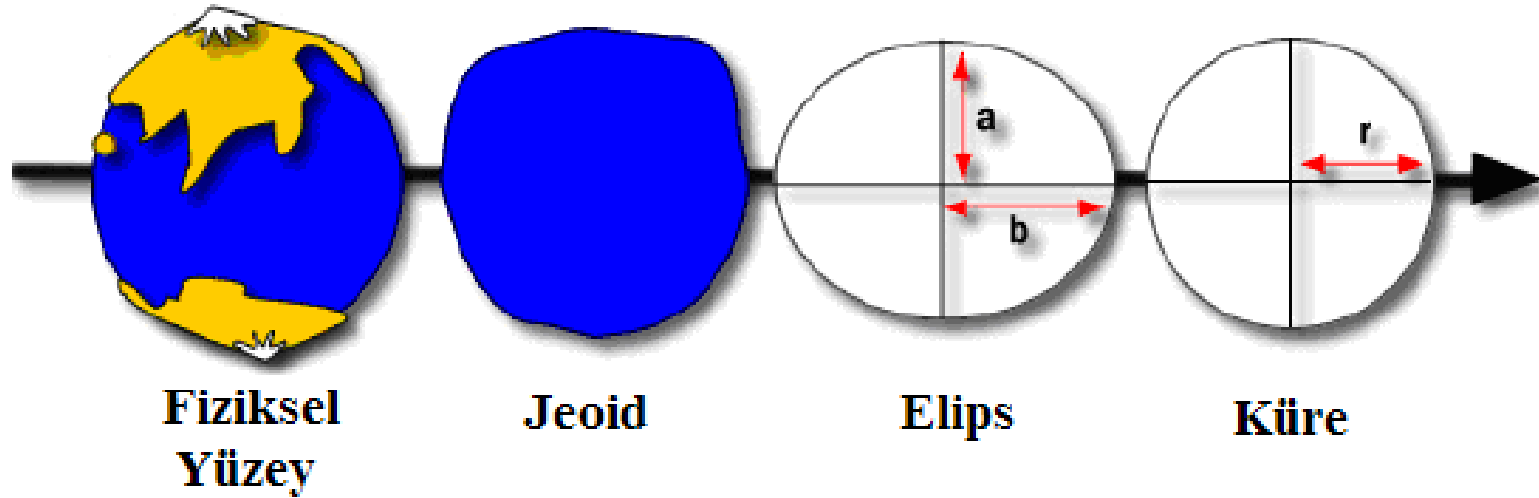


Nivo yüzeylerinin her noktasındaki potansiyel değeri birbirine eşit ve sabittir. Üzerinde duran cisim hiçbir zaman bir iş yapmaz. Bir diğer ifade ile üzerinde bulunan bir su damlacığı hiçbir yönde hareket etmez. Bu gibi özelliklere sahip jeoid dalgalı ve karmaşık bir yüzey olması nedeniyle analitik fonksiyonlarla tam olarak ifade edilemez.

Jeoid tüm jeodezik ölçmeler için bir referans yüzeyi olarak kullanılmaktadır. Jeoidin matematiksel olarak karmaşık bir yüzey olması onun bir referans yüzeyi olarak kullanılmasını zorlaştırır. Bu durum daha basit ve düşük dereceden analitik fonksiyonlarla ifade edilebilen başka bir yüzeyin seçilmesini gerektirir. Bu amaçla farklı geometrik yüzeyler kullanılabilir.

Jeodezik ölçmelerde referans yüzeyi olarak aşağıdaki geometrik yüzeyler kullanılabilir.

- Elipsoid (ülke, kıta ve Dünyanın tamamının temsili için)
- Küre (Çalışma alanı 5.000 km² den küçükse)
- Düzlem (Çalışma alanı 50 km² den küçükse)



Elipsoid bir elipsin küçük eksenini etrafında 180 derece döndürülmesiyle meydana gelen ve aynı zamanda kapalı bir yüzey olan, bir dönel elipsoid yüzeyidir. Elipsoid yüzeyi doğal bir yüzey değildir. Ancak, analitik fonksiyonlarla ifade edilebilen sanal bir yüzeydir. Referans yüzeylerinin seçiminde ölçü sahasının büyüklüğü esas alınmaktadır. Bu durumda ölçme işlemi aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir

- Yeryüzünün veya büyük parçaların ölçülmesi
- Bölge ölçmeleri
- Küçük/lokal ölçmeler

Topoğrafya dersinin konusunu küçük/lokal ölçmeler kısmı oluşturmaktadır.

Düzlem Ölçmeler

Küçük/lokal ölçmeler referans yüzeyi olarak düzlem alındığı için bu tür ölçmelere Düzlem Ölçmeler de denmektedir. Düzlem ölçmeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Arazi ölçmesi
 - Arazinin parsellere ayrılması,
 - Eski veya silinmiş arazi sınırlarının yeniden tesisi,
 - Alanların hesaplanması,
 - Arazi haritalarının çıkarılması.
- Topoğrafik ölçme
 - Yeryüzünün girinti ve çıkıntılarını gösteren haritaların elde edilmesi için gerekli bilgilerin toplanması,
 - Doğal ve suni engellerin bulunduğu yerleri gösteren haritaların elde edilmesi için gerekli bilgilerin toplanması. için

Düzlem Ölçmeler

- Yol ölçmesi

- Karayolu, demiryolu, kanal veya boru hatlarının proje güzergahı boyunca yeryüzü engellerinin yerlerini belirlemek,

- Proje hattını geçirmek; kazı ve dolgu hacmini hesaplamakla ilgili çalışmaları kapsar.

- Hidrografik ölçme

- Ulaştırma, su temini veya su altı inşaatı amaçlarıyla su kütlesinin ölçülmesidir.

- Suyun seviye değişimleri ve akarsu debilerini ölçme işlemlerini kapsar.

- Maden ölçmesi

- Maden yataklarının ve yer altı çalışmalarının yerini belirlemek,

- Jeolojik formasyonları belirlemek ve taşınacak hacmin hesaplanması.

- Kadastral ölçme

- Arazi mülkiyet sınırlarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçmedir.

- Şehir ölçmesi

- Şehir sınırları içinde bulunan alanların haritalarını çıkarılması,

- Yeni sokak ve caddelerin geçirilmesi,

- Caddelerin inşası, kanalizasyon ve diğer yapıların, binaların yerlerinin belirlenmesi ile ilgili ölçmelerdir.

- Fotogrametrik ölçme

- Uçaklardan özel kameralarla çekilen fotoğraflar yardımıyla yeryüzü şekillerini ölçülmesidir.

- Ulaşılması ve ölçülmesi zor alanlar için

Ölçme ve Ölçü Birimleri

Ölçme, bir nesnenin aynı türden birim seçilmiş bir büyüklüğün katları cinsinden ifade edilmiş olarak tanımlanabilir.

Ölçü Birimleri

Ölçme işleminde genelde uzunluk ve doğrultular ölçülür. Uzunluk ölçmelerinde ölçü birimi metredir.

1.000	M	=	1	Kilometre	(km)
100	M	=	1	Hektometre	(hm)
10	M	=	1	Dekametre	(dam)
1	M	=	1	Metre	(m)
0.1	M	=	1	Desimetre	(dm)
0.01	M	=	1	Santimetre	(cm)
0.001	M	=	1	Milimetre	(mm)

Alan birimleri uzunluk birimine bağlı olarak **m² dir.**

1.000.000	m ²	=	1	Kilometre kare	km ²
10.000	m ²	=	1	Hektar	Ha
1.000	m ²	=	1	Dekar (Dönüm)	Da
100	m ²	=	1	Ar	Ar
1	m ²	=	1	Metre kare	m ²
0.01	m ²	=	1	Desimetre kare	dm ²
0.0001	m ²	=	1	Santimetre kare	cm ²
0.000001	m ²	=	1	Milimetre kare	mm ²

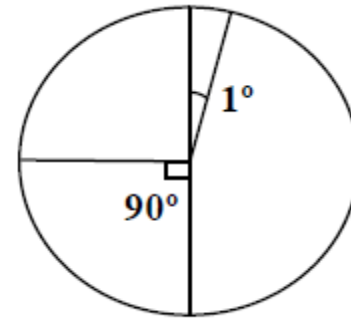
Hacim birimleri uzunluk birimine bağı olarak **m³** dır.

1.000.000.000	m³	=	1	Kilometre kdp	km³
1.000.000	m ³	=	1	Hektometre kdp	hm ³
1.000	m ³	=	1	Dekametre kdp	dam ³
1	m ³	=	1	Metrekdp	m ³
0.001	m ³	=	1	Desimetre kdp	dm ³
0.000001	m ³	=	1	Santimetre kdp	cm ³
0.000000001	m ³	=	1	Milimetre kdp	mm ³

Açıların ölçülmesi için ölçü birimi bir dik açıdır. Uygulamalarda işin türüne göre açı birimi olarak **Derece ve Grad sistemleri kullanılır.**

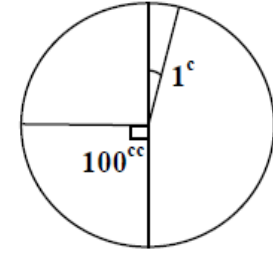
Bir daireyi 360'a bölersek her bir parça **1 dereceye (1°)** karşılık gelir. Bu sistemde

- Dik açı 90° (90 derece) dir.
- 1° = 60' (60 dakika) dir.
- 1' = 60" (60 saniye) dir.



Bir daireyi 400'e bölersek her bir parça **1 grad'a (1g) karşılık gelir. Bu sistemde**

- Dik açı 100g (100 grad) dır.
- 1g = 100c (100 grad dakikası) dır.
- 1c = 100cc (100 grad saniyesi) dir.



Uygulamalarda kullanılan diğer bir ölçü birimi **yay birimidir. Yay birimi radyan'dır. Radyan, bir çemberde yarıçap uzunluğundaki yay parçasını gören merkez açıya 1 radyan denir.**

Radyan = yay uzunluğu / yarıçap

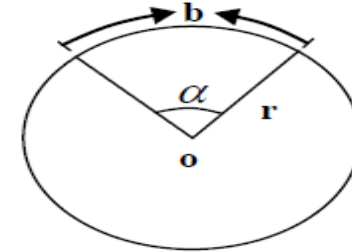
Radyan = yay uzunluğu / yarıçap

$$\alpha_{\text{radyan}} = \frac{b \text{ (m)}}{r \text{ (m)}} = \text{birimsiz}$$

Yarıçapı r olan bir çemberin çevre uzunluğu $u = 2 \cdot \pi \cdot r$ dir.

Buna göre bir çemberin tümü radyan cinsinden

$$\alpha_{\text{çember}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{r} = 2 \cdot \pi \text{ dir.}$$



Üç sistemde çemberin tamamı;

- Derece cinsinden 360°
- Grad cinsinden 400^g
- Radyan cinsinden $2 \cdot \pi$

Buradan, $\frac{D}{360} = \frac{G}{400} = \frac{R}{2\pi}$ ya da $\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$

Derece ile Grad arasında ise $\frac{G}{D} = \frac{10}{9}$ ilişkisi vardır.

Örnek: $36^{\circ}.45416667$ açısını derece, dakika, saniye cinsinden yazınız.

Bu açıyı derece, dakika, saniye biriminde göstermek istersek

Derece kısmı 36°

Dakika kısmı $36^{\circ}.45416667 - 36^{\circ} = 0.45416667 \cdot 60 = 27'.2500002$

Saniye kısmı $27'.2500002 - 27 = 0.2500002 \cdot 60 = 15''$

Açı derece cinsinden: $36^{\circ} 27' 15''$

Örnek: $21^{\circ} 44' 46''.824$ açısını derece cinsinden yazınız.

Verilen açı derece ondalığına çevirilir.

$$21^{\circ} + \left(\frac{44'}{60}\right)^{\circ} + \left(\frac{46''.824}{3600}\right)^{\circ} = 21^{\circ}.74634$$

Örnek: $21^{\circ} 44' 46''.824$ açısı kaç grad'dır?

Verilen açı derece ondalığına çevirilir.

$21^{\circ} 44' 46''.824$ açısı derece cinsinden $21^{\circ}.74634$ dır.

$$G = \frac{10}{9} \cdot D = \frac{10}{9} \cdot (21^{\circ}.74634) = 24^{\circ}.1626$$

Örnek: Bir düzlem üçgende $\alpha = 99^{\circ} 77' 88''$ ve γ açısı $\gamma = 0.45$ Radyan'dır. Üçüncü açı olan β açısını grad ve derece cinsinden hesaplayınız.

$$\alpha = 99^{\circ}.7788$$

$$G = 200 \cdot \frac{R}{\pi}$$

$$\gamma = 200 \cdot \frac{R}{\pi} = 200 \cdot \frac{0.45}{3.141592} = 28^{\circ}.6479$$

$$\beta = 200 - (\alpha + \gamma) = 71^{\circ}.5733 \text{ grad cinsinden}$$

$$D = \frac{9}{10} \cdot G$$

$$\beta = \frac{9}{10} \cdot 71^{\circ}.5733 = 64^{\circ}.41597 \quad \text{derece cinsinden}$$

Bu açıyı derece, dakika, saniye biriminde göstermek istersek

$$\text{Derece kısmı} \quad 64^{\circ}$$

$$\text{Dakika kısmı} \quad 64^{\circ}.41597 - 64^{\circ} = 0.41597 \cdot 60 = 24'.9582$$

$$\text{Saniye kısmı} \quad 24'.9582 - 24' = 0.9582 \cdot 60 = 57''.5$$

$$\text{Açı derece cinsinden: } 64^{\circ} 24' 57.5''$$

Örnek: α açısı $\alpha = 25^{\circ} 18' 58''$ olduğuna göre α açısının Radyan cinsinden değeri nedir.

$$25^{\circ} + \left(\frac{18'}{60}\right)^{\circ} + \left(\frac{58'}{3600}\right)^{\circ} = 25^{\circ}.3161$$

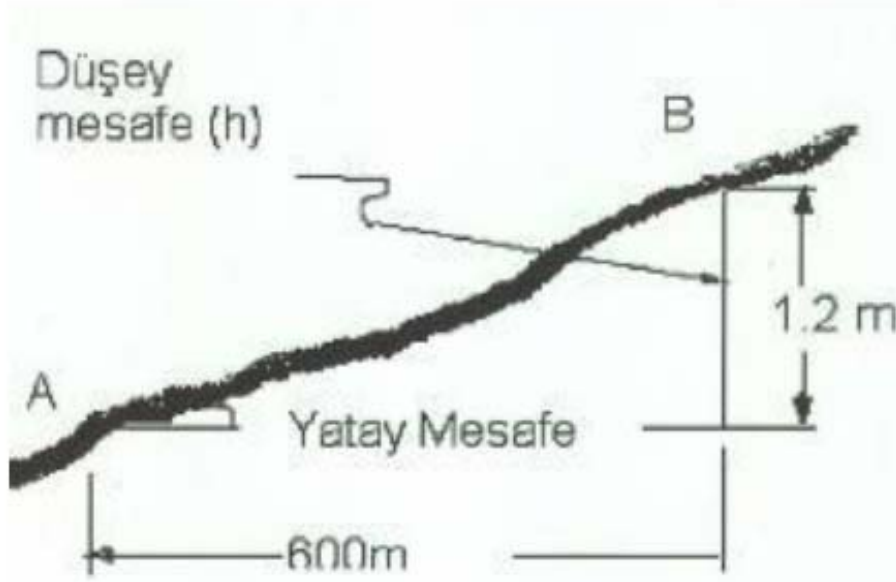
$$\frac{D}{180} = \frac{R}{\pi}$$

$$R = \frac{D}{180} \cdot \pi = \frac{25^{\circ}.3161}{180} \cdot 3.141592 = 0.442 \text{ radyan}$$

Eğim Ölçüsü

Eğim ölçüsü aslında birimsizdir ancak farklı şekillerde ifade edilebilir.

Eğim = Düşey mesafe (m) / Yatay mesafe (m)



1. Açı biçiminde ifade: $\text{tg } \alpha = 1.2/600 = 0.002$
2. Yüzde biçiminde ifade: % 0.2
3. Binde biçiminde ifade: ‰2
4. Oran biçiminde ifade: $1/n = 1.2/600 = 1/500$



Ölçek

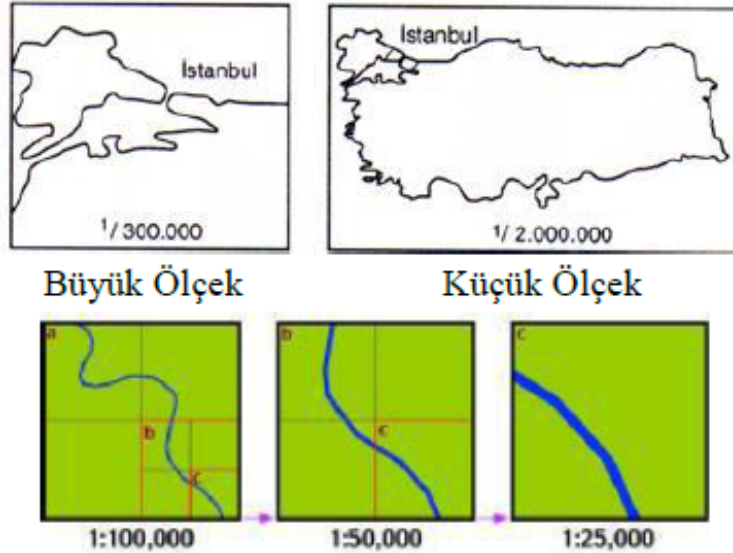
Harita Üzerindeki Uzunluğun (h), Arazi Üzerindeki Gerçek Uzunluğa (a) oranına ölçek denir.

$$\text{Sayısal ölçek} = \frac{1}{M} = \frac{\text{HÜU}}{\text{AÜGU}} = \frac{h}{a}$$

Ölçekler birimsizdir. Sayısal ölçekler bayağı kesir şeklinde ifade edilirler.

$$\frac{1}{500}, \frac{1}{1.000}, \frac{1}{2.000}, \frac{1}{5.000}, \frac{1}{25.000}, \frac{1}{100.000}, \frac{1}{200.000}, \frac{1}{200.000}, \frac{1}{1.000.000}$$

Büyük ölçek → Küçük Ölçek

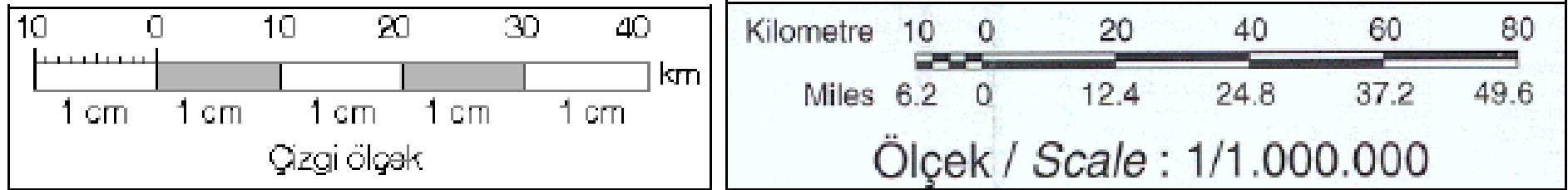


$\frac{1}{500}$ ölçeği şu manaya gelir. Arazi üzerindeki 500 m uzunluk haritada 1 m ye karşılık gelir.

Yani arazideki 500 m uzunluk haritada 1 m ile temsil edilmiştir. Gerçek uzunluk 500 kez küçültülmüştür.

Çizgi Ölçek

Özellikle küçük ölçekli haritalar üzerinde iki nokta arasındaki grafik uzunluğun gerçek karşılığını bulmada kullanılır.



Şekil 3. Çizgi Ölçek

Pergelin iki ucu harita üzerinde ölçülecek noktalar arası kadar açılır. Bir ucu sağ tarafta tam kısma, diğer ucu soldaki kesirli kısma gelecek şekilde çizgi ölçek üzerine getirilir ve ölçü yapılır.

Örnek: 1/2.000 ölçekli bir haritada 64.2 mm olarak ölçülen uzunluğun arazideki karşılığını metre cinsinden hesaplayınız.

$$\frac{1}{M} = \frac{h}{a}$$

$$\frac{1}{2.000} = \frac{64.2 \text{ mm}}{a}$$

$$a = M \cdot h = 2000 \cdot 64.2 = 128.400 \text{ mm} = 128.40 \text{ m}$$

Örnek: Bir uzunluğun arazideki değeri $a = 292 \text{ m}$ dir. Aynı uzunluk harita üzerinden ölçülerek $h = 58.4 \text{ mm}$ bulunmuştur. Haritanın ölçeği nedir?

$$\frac{1}{M} = \frac{h}{a} = \frac{58.4 \text{ mm}}{292000 \text{ mm}} \quad M = 5.000 \quad \text{Ölçek} = 1/5.000$$

Harita Üzerinde Alan Hesabı

Kenarları c ve d olan bir dikdörtgenin harita üzerindeki alanı düzlem geometriden yaralanarak alanı $f_{\text{harita}} = c \cdot d$ bağıntısı ile hesaplanır. Harita üzerindeki F_{Harita} alanına karşılık gelen Arazi üzerindeki F_{Arazi} alanını bulmak için c ve d kenarlarının her birini ölçek paydasıyla çarpmamız gerekir.

$$F_{\text{Arazi}} = c \cdot M \cdot d \cdot M = c \cdot d \cdot M^2$$

$$F_{\text{Arazi}} = f_{\text{Harita}} \cdot M^2$$

$$\frac{f_{\text{Harita}}}{F_{\text{Arazi}}} = \frac{1}{M^2}$$

Bu ifadeden anlaşıldığı gibi alan ölçeği $\frac{f_{\text{Harita}}}{F_{\text{Arazi}}}$ çizgi ölçeğin karesine $\frac{1}{M^2}$ eşittir.

Örnek: 1/2.000 ölçekli bir harita üzerinde bir parselin alanı $f = 1225 \text{ mm}^2$ bulunmuştur. Parselin arazideki alanını m^2 , dekar ve hektar cinsinden bulunuz.

$$\frac{f_{\text{Harita}}}{F_{\text{Arazi}}} = \frac{1}{M^2}$$

$$F_{\text{Arazi}} = f_{\text{Harita}} \cdot M^2 = 1225 \text{ mm}^2 \cdot 2000^2$$

$$F_{\text{Arazi}} = 4900000000 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{Arazi}} = 4900 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{Arazi}} = 4.9 \text{ dekar}$$

$$F_{\text{Arazi}} = 0.49 \text{ hektar}$$

Örnek: Harita üzerinde 4.4 cm olarak ölçülen bir parsel kenarının arazi üzerindeki değeri 88 m olduğuna göre harita ölçeği ne kadardır?

Örnek: 1/1.000 ölçekli plan üzerinde 4.2 cm gelen bir bina cephesinin arazideki değeri kaç metredir?

Örnek: $1 / M_1 = 1/500$ ölçekli plan üzerinde alanı $f_1 = 41480 \text{ mm}^2$ olan bir arsa, $1 / M_2$ ölçeğindeki başka bir plan üzerinde ölçülmüş ve $f_2 = 2592 \text{ mm}^2$ bulunmuştur. Gerçek alan kaç dönümdür ve M_2 nedir?

Harita Ölçeklerinin Seçimi ve Çizim Hassasiyeti

Bir haritadan fonksiyon olarak ne bekleniyorsa ve istenilen işi hangi ölçek sağlıyorsa o ölçeğin seçilmesi gerekir. Haritanın ölçeği ne gerekenden büyük tutulmalı, ne de ihtiyacı karşılamada yetersiz şekilde küçük olmalıdır.

Haritaların çiziminde veya haritadan bilgi almada ne kadar itina gösterilirse gösterilsin kaçınılmayacak bir hata vardır. Buna çizim hassasiyeti denmektedir. Normal insan gözünün ayırma hassasiyeti 0.2 mm (milimetrenin 5 te biri) dir. Topoğrafyada çizim hassasiyeti 0.2 mm olarak kabul edilmektedir.

Örnek: 1/1.000 ölçekli bir haritanın çizim hassasiyeti ne kadardır?

Çizim hassasiyetinin harita karşılığı yani harita üzerindeki değeri 0.2 mm ise

$$\frac{1}{M} = \frac{h}{a}$$

$$\frac{1}{1.000} = \frac{0.2 \text{ mm}}{a}$$

$$a = 0.2 \cdot 1.000 = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$$

Örnek: 1/25.000 ölçekli bir haritanın çizim hassasiyeti kaç metredir? (Cevap: 5 m)

