

Topografik Hartalarda Meyil ölçeği

Yazan :

Yüks. Müh.

Tevfik Ateş

Gerek Askerî Harekât ve plânlamalarda gerekse İktisadî etüt ve projelerde hartalardan başlıca üç şekilde istifade sağlanır.

- 1 — Harta muhteviyatının genel olarak tetkik ve mütalâası.
- 2 — Harta üzerinde hazırlanan proje ve etütlerin arazi üzerine tatbik ve intikali.
- 3 — Arazi üzerinde vuku bulan harekât, değişiklik ve yapılan her çeşit iş ve tesisatın hartaya intikâli.

Bu üç maddede zikredilen, hartalardan araziye ve araziden hartaya, bilgilerin geçirilmesinde başlıca unsunlar; hartanın sahası dahilinde bulunan noktalar arasındaki istikamet, mesafe ve yükseklik farklarıdır. Bu unsurların tayin, tersim ve tatbiki oldukça uzun zaman ve hesap ameliyeleri gibi emek sarfını icap ettirdiğinden bir takım pratik ve garfik usullerin bulunmasına ve tatbikatta da kullanılmasına lüzum hasıl olmuştur. Bu unsurlardan birincisi olan, istikametlerin hartadan bulunması veya malûm istikametlerin hartaya geçirilmesi için koordine hatları, grid hatları, harta kitabeleri, manyetik ve grid inhıraf diyagramları gibi kolaylık sağlayan yardımcı bilgi ve tersimat hartalarda gösterilmektedir. İkinci mühim unsur olan harta üzerindeki noktalar arasındaki mesafelerin hakikî uzunluklarının bulunması veya hakikî mesafelerin hartaya geçirilmesinde ise; nisbî, hattî ve geometrik ölçek gibi yardımcı vasıtalar hartaların alt kenarlarında bulundurulduğu gibi, harta kullananlar için basit bir ameliye olduğu herkesin malûmudur. Üçüncü unsur olan yükseklik farkları ise; tesviye münhanileri yardımıyla noktaların rakımları ve sonrada bu rakımlardan aralarındaki yükseklik farklarının hiç bir hesaba ihtiyaç hasıl olmadan enterpolasyonla tayini mümkündür.

Görülüyorki, hartadan istikamet, uzunluk ve yükseklik farklarının tayini veya ayni unsurların arazi üzerindeki hakikî kıymetlerinin hazır bir hartaya geçirilmesi oldukça kolaylaştırılmış bulunmaktadır. Yalnız hartanın, ufki müstevi üzerine indirilmiş arazi ölçüleri vasıtasıyla ve herhangi bir usule göre ve bir mikyas dahilinde ait olduğu sahanın irtisam ettirilmiş şekli olduğu unutulmamalıdır. Bundanda anlaşılacağı gibi harta üzerindeki noktalar arasındaki mesafeler arazi üzerindeki mesafelerin harta ölçeği ile muamele edilmesinden bulunacak miktar olmayıp, arazideki mayil mesafenin ufki bir düzlem üzerindeki mürtesiminin ölçekle muamelesi neticesinde

elde edilen uzunluklardır. Yani, ne miktar olursa olsun meyilli bir arazi üzerinde iki nokta arasındaki mesafenin evvelâ ufkî mürtesemi hesaplandıktan sonra bulunan ufkî uzunluk harta ölçeği ile muamele edilerek harta üzerine intikal ettirilir. Bilmukabele harta üzerinde bulunan iki nokta arasındaki mesafeden arazi üzerindeki hakiki uzunluğu bulmak için, evvelâ harta mesafesi ölçekle muamele edilerek arazi üzerindeki uzunluğun ufkî mürtesimi bulunur, sonra da bu ufkî kıymet ve iki uç nokta arasındaki yükseklik farkı veya hattın meyli yardımıyla de hakiki uzunluk hesap edilir.

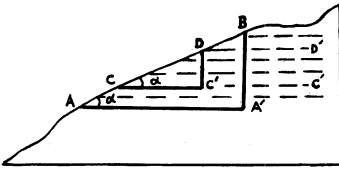
Bilhassa yol, demiryolu, kanalizasyon ilh...projelerin hazırlanmasında, Askerî harekât ve plânlamada, atışlarda, harta üzerindeki her çeşit yol ve istikametlerin meyillerinin nakliyata elverişli olup olmadığının seri olarak tayininde, meyilin ve mayıl mesafenin bilinmesine veya hartalardan sür'atle tayin ve tesbitine son derece ihtiyaç vardır. Bu izahattan da anlaşılacağı gibi yukarda bahsedilen üç unsura, onlar kadar önemli ve fakat şimdiye kadar kâfi derecede incelenip uzun hesap ve zamandan tasarruf için kolaylaştırılmış ve pratik bir şekle sokulmuş bulunmayan dördüncü bir unsur olan meyli ilâve etmek ve buna ait grafik ve diyagramları harta üzerinde göstermek son derece faydalı olacaktır.

Bu sebeple bu makalede yalnız harta üzerindeki mesafe ve münhaniler yardımıyla grafik olarak sür'atli meyil tayinine mahsus (topoğrafik hartalarda gösterilmesinin faydalı olacağı düşünülen) meyil ölçeği hesap ve izah edilecektir.

Şekil (1) de görüldüğü gibi meyilli bir arazi üzerinde uzanan yol, demiryolu veya herhangi bir hattın, meyli değişmeyen AB kısmını inceleyelim.

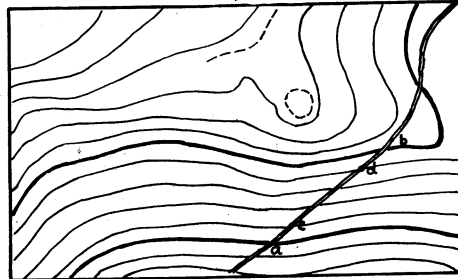
AB kısmının meyli sabit olduğundan AB hattı bir doğru hattır.

Bu hat üzerinde C ve D gibi muhtelif iki tesviye münhanisinin hattı kestiği noktalardan DD', CC' ve AA' ufkî hatlariyle BA' ve DC' şakulî hatlarını çizelim.



Şekil : 1

Şekil : 2 →



Tales teoremi ve meylin tarifi gereğince :

$$\text{Meyil} = m = \tan \alpha = \frac{BA'}{AA'} = \frac{DC'}{CC'} \text{ ve } CC' = DC' \cdot \cot \alpha \text{ eşitlik-}$$

leri yazılabilir.

Burada CC' hattı mail CD hattının ufki mürtesemidir. DC' hattı ise D ve C noktalarının ait oldukları tesviye münhanilerinin yükseklik farkıdır. Şuhalde arazi üzerindeki iki nokta arasındaki mail mesafe D ve bunun ufki mürtesemi D_0 ve yükseklik farkı da C ile gösterilirse

$$(1) \quad D_0 = C \cdot \cot \alpha \text{ ve } D = \frac{C}{\sin \alpha} = \frac{D_0}{\cos \alpha} = \sqrt{D_0^2 + C^2} \text{ olur.}$$

Şimdi bu arazinin şekil (2) de görüldüğü gibi $1/M$ ölçeğindeki bir hartasını inceleyelim :

Hartadaki a, b, c , ve d noktaları, arazideki A, B, C ve D noktalarına takabül eden noktalarsa, ab ve cd uzunlukları da arazi üzerindeki AB ve CD uzunluklarının ufki mürtesemi olan AA' ve CC' uzunluklarına tekabül eden arazi uzunluklarıdır. Bu sebeple: $ab = AA'/M$ ve $cd = CC'/M$ dir. Buradan:

$$AA' = M \cdot ab \text{ ve } CC' = M \cdot cd \text{ dir.}$$

veya genel olarak $D_0 = M \cdot d$ olur. Bu kıymet bir nolu denklemde yerine konursa :

$$(2) \quad D_0 = M \cdot d = C \cdot \cot \alpha \text{ ve buradanda, } d = C \cdot \cot \alpha / M ; \cot \alpha = Md / C \text{ ve } D = M \cdot d / \cos \alpha, \text{ olur. Burada } M \text{ ölçeğin mahrecidir.}$$

Şuhalde harta üzerinde bir hattın iki noktası arasındaki sabit meyil, o iki nokta arasındaki yükseklik farkıyla ölçek çarpımının, harta mesafesine bölünmesiyle veya daha basit olarak, hattın meyili sabit olan kısmının kesen iki muhtelif tesviye münhanisi yükseklik farkının ölçekle çarpımının o iki münhani arasındaki kısmın harta uzunluğuna bölünmesiyle :

($m = \tan \alpha = \frac{C}{Md}$ denklemi yardımıyla) bulunur. Şimdi bu meylin vakit kaybetmeden ve hesaba ihtiyaç göstermeden bulunabilmesini sağlayan bir grafiğin nasıl elde edilebileceğini ve nasıl kullanılacağını inceleyelim :

Şimdi, (d) harta mesafeleri y eksenini istikametinde ve (α) meyil açıları da x eksenini boyunca gösterilmek üzere bir birine dik x ve y koordinat sisteminde çizilmiş meyil ölçeği nazarı itibare alınırsa, grafiğin herhangi bir noktasından çizilecek şakulî hattın yani noktadan çizilen dikin x eksenini kestiği noktaya kadar olan uzunluğun (d) harta uzunluğu ve keşiş noktasının da (α) meyil açısı olması icap eder. Şuhalde grafiği çizmek için x eksenini üzerinde muayyen α açılarını gösteren noktalar alınır ve bu noktalardan çıkılan dikler üzerinde muayyen iki münhaninin C yükseklik farkına tekabül eden (d) harta mesafeleri taşınarak uçları birleştirilir. Bu suretle meydana gelen eğri hat C yükseklik farkına ait meyil ölçeği olmuş olur. Muhtelif C lere ait diğer eğrileri de çizmek için :

$\frac{c}{c_n} = \frac{d}{d_n}$ ve $d_n = \frac{c_n}{c} \cdot d$ denkleminde istifade edilerek evvelce çizilen dikler üzerinde d_n mesafeleri alınarak uçları birleştirilirse bu def'a

da C_n ye ait meyl ölçek eğrisi çizilmiş olur. Bu sebeple evvelâ kullanışlı (meselâ 10 metrelik) bir rakım farkına ait muhtelif α meyl açılarına tekebül eden (d) ler hesaplanır; bilâhare bunun (n) misilleri alınarak 10. n lik (Meselâ d lerin 2, 3, 4 ... misilleri alınarak 20, 30, 40 m.) yükseklik farklarına ait eğrilerde çizilmiş olur. Bu husus riyazi olarak :

(3) $x = \alpha$, ve $y_n = d_n = C_n \cot \alpha$ şeklinde veya $Y_n = C_n \cot x$ şeklinde ifade edilir.

Yalnız harta sahası dahilinde meyl 0° dereceden 45° dereceye kadar değişebileceğinden meyl ölçeğinden x eksenini boyunca 0° dereceden 45° dereceye kadar meyl taksimatı olması icap ederki bir derecelik aralığın ölçülebilir uzunlukta gösterilmesi icap edeceği düşünülürse grafiğin x eksenini istikametinde gayet geniş bir yer işgal edeceği kolayca anlaşılır. Bu sebeple 0° derece ile 45° derece arasındaki mesafeyi grafikten beklenen faydalara ziyan gelmeyecek şekilde, sıkıştırılarak küçültülmesi icap eder. Bu sıkıştırma ameliyesi muhtelif meyillerin ehemmiyet ve tesirlerine ve aşağıdaki düşüncelere göre sağlanır.

1. $\frac{dy}{d\alpha} = - \frac{C}{\sin^2 \alpha}$ olduğundan meyl değişikliğinden ileri gelen uzunluktaki değişiklik meyl büyüdükçe küçülür ve meyl küçüldükçe büyür; dolayısıyla küçük meyillerde α açısının daha sıhhatli tayin edilmesi ve bunun içinde bir derecelik aralığın daha geniş olması lâzımdır.

2. Bilmukabele $d\alpha = - \sin^2 \alpha \cdot dy/C$ olduğundan ufki uzunluktaki hata taldardan mütevellit meyl hatası yüksek meyillerde hata fazla olacağı için bir derecelik mesafelerin arasının yüksek meyillerde büyük olması ve daha küçük taksimatlara ayrılması lüzumsuzdur.

Bundanda anlaşılacağı gibi küçük meyillerde bir derecelik aralığın daha geniş alınması ve aralıkların, meyl büyüdükçe küçülmesi daha umumî bir tabirle meyl arttıkça x eksenini üzerindeki α meyl açısının bir derecelik taksimat aralarının sıkıştırılması ve bu suretle 45° derecelik uzunluğa ait grafiğin dar bir sahada gösterilmesi mümkün olur.

Şimdi bu sıkıştırmayı mütecanis ve mütemadi olarak sağlayan bir fonksiyon araştırılır : $x = f(\alpha)$ olsun. Herhangi bir meyildeki bir derece aralık için $\left(i = \frac{dn}{d\alpha} = f(\alpha) \right)$ olmalı. Bunun meyl arttıkça daralması yani küçülmesi icap etmektedir. Büyüdükçe $\frac{dx}{d\alpha} = \frac{b}{\alpha}$ denklemi i aralığı-nın küçülmesini sağlayan en basit fonksiyondur. Buna göre $\alpha = 1^\circ$ derece için $\frac{dn}{d\alpha} = b$ olurki bir santimetre civarında olması en uygun haldir.

Yalnız α 'nın büyük kıymetleri için $i = \frac{b}{\alpha}$ aralığı son derece küçük olduğundan bir derecelik aralıkların büyük meyillerde de muayyen bir uzunluktan daha kısa olmaması için a gibi sabit bir haddin ilâvesi lâzımdır. Bu

sebeple ; meyil ölçek grafiğinin diferansiyel dekleminin :

$$i = \frac{dx}{d\alpha} = a + \frac{b}{\alpha} \quad (4)$$

olarak alınması meyil ölçeğinden beklenen faydaları sağlayabilir. Bu denklemin entegrali alınır :

$$x = \int dx = \int \left(a + \frac{b}{\alpha} \right) d\alpha = a\alpha + \frac{b}{\mu} \log \alpha + c = a\alpha + b' \log \alpha + c$$

funksiyonu elde edilir. Burada birinci had ($a\alpha$) ölçek haddi, ikinci had ($\mu \log \alpha$) sıkıştırma haddi ve üçüncü had (c) ise sabit veya başlangıç haddidir.

Buradaki a , b ve c emsalleri, çizilecek meyil ölçeğinin hususiyetlerine ve maksada göre kıymetlendirilecek sabit adetlerdir.

Biran için α nın meyil açısı olmayıp çok büyük kıymetleri de gösterebileceği farzedilirse : X ekseninde bir derecelik aralık çok büyük α kıymetleri için $i = \frac{dx}{dd} = a + \frac{b}{\alpha} = a$ olurki bu kıymetin grafikte iyice gösterilebilmesi için çok küçük olmaması ve grafiğın geniş yer kaplamaması için de çok büyük olmaması lâzımdır. Hartalarımızın kenar dışı sahası göz önünde bulundurularak bu a emsalinin iki milimetre olarak alınması maksadı sağlar. Yani $i = a + \frac{b}{\alpha}$ denkleminde α nın sonsuz ve-

ya çok büyük kıymeti için $i = \frac{dx}{d\alpha} + 0 = a = 2 \text{ mm. olur.}$ Bu kıymet esas x denkleminde yerine konursa : $x = 2\alpha + b' \log \alpha + c$ şeklini alır. Tamamiyle ufkî bir arazide birden fazla münhaninin bulunamayacağına ve dolayısıyla iki münhani arasındaki ufkî mesafe sonsuz olacağına göre meyil ölçeği 0° den başlayamaz. Aynı sebepten çok küçük meyillerde, iki münhani arasındaki mesafe gayet büyük olacağından, gerek maksada faydalı olma bakımından gerekse ilmi ve tatbiki bakımından $30'$ dakikadan daha küçük meyillerin grafikte gösterilmesi lüzumsuz ve faydasız, hatta imkânsızdır. Bu sebeple x ekseninde $30'$ dakikadan 45° dereceye kadar olan meyiller gösterilmiştir. Diğer taraftan, kenar dışı sahası, grafiğın tekmiil uzunluğunun 15 santimetreyi geçmemesini, bunun için de 25° dereceye ait x kıymetinin 10 santim = 100 mm. olmasını içap ettirmektedir.

Bu izahattan ;

$$\alpha = 30' = 0.5 \quad \text{ için } x = 0 = 2 \times 0.5 + b' \log 0.5 + c$$

$$\alpha = 25^\circ \quad \text{ » } x = 100 = 2 \times 25 + b' \log 25 + c$$

olması icap ederki bu iki denklemin çözülmesiyle' $b' = 30$ ve $c = 8$ kıymetleri elde edilir. Bu kıymetler esas denkleminde yerlerine konursa meyil ölçeğinin x ekseninde taksimatı α nın funksiyonu olarak mm. cinsinden

$$x = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8$$

$$i = \frac{dx}{d\alpha} = 2 + \frac{30}{\alpha} = 2 + \frac{13}{\alpha} \quad (5)$$

denklemleri elde edilir. Netice olarak, meyil ölçek grafiğinin parametrik denklemi:

$$y = C \cot \alpha$$

$$x = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8 \quad (6) \text{ olur.}$$

Burada α = meyil açısı, C ise mevzubahis hattın meyli sabit olan kısmının iki ucu arasındaki râkım farkıdır. Kolaylığı sağlamak ve hassasiyeti artırmak bakımından meyli tayin edecek hattın iki muhtelif tesviye münhanisi tarafından kesilen kısmının alınarak ölçeğe tatbik edilmesi ve bu suretle uçlar arasındaki râkım farkını hesap etmeden tesviye münhanilerini saymak suretiyle C nin sür'atle ve 10 un misli olarak elde edilmesi sağlanmış olacağı gibi yalnız 10 un misli olan yükseklik farkları için çizilmiş grafikteki hatlara da doğrudan doğruya tatbik imkânı hasıl olmuş ve ayrıca tahmin veya enterpalasyon ameliyesi de önlenmiş olur.

Yukarda izah edilen meyil ölçeği bil'umum topoğrafik hartalara tatbik edilebilecek umumî bir şekildir. Şimdi bunun 1 : 25.000 ölçekli hartalara tatbik edilerek hususî şeklini inceleyelim :

Esas denklemde x eksenî üzerindeki $x = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8$ taksimatları ölçeğe tabi olmadığından bil'umum hartalar ve bu meyanda 1 : 25.000 ölçekli hartalar içine aynıdır. Ufkî mesafeleri gösteren $y = d = C \cot \alpha$ denklemi ise hartanın ölçeğine tabi olduğundan C emsalinin 1 : 25.000 ölçeğindeki hartaların muhtelif adetdeki tesviye münhanileri için tayini lâzımdır. Bunun için herhangi bir hattın 10 metre farklı iki müteakip münhani arasında kalan kısmının meylini inceleyelim : 10 m. lik münhani için $D_0 = 10. \cot \alpha$ dır. Burada D_0 arazi üzerindeki ufkî parçadır ki 1 : 25.000 ölçekli hartadaki muadili $d = D_0 : 25.000$ veya $D_0 = 25.000 d$ bir bu kıymet yerine konursa $25.000 d = 10. \cot \alpha$ olur. Buradan $d_n = 10 \text{ m} \cot \alpha / 25.000$ elde edilir. Metre cinsinden olan d uzunluğu mm. cinsinden ifade edilirse $d = 0.4 \cot \alpha$ olmuş olur.

$\frac{d_i}{d_n} = \frac{c_i}{c_n}$ olduğundan $d_n = \frac{c_n}{c_i} \cdot d_i$ dirki d_i ve c_i , 10 m. lik müteakip iki münhani için farzedilirse : $d_n = \frac{c_n}{10} \cdot \cot \alpha$ elde edilir.

C_n hattın grafiğe tatbik edilen kısmının iki ucundan geçen münhaniler arasındaki yükseklik farkı olacağından $c_n/10$ alınan hattın iki ucu arasındaki 10 ar metrelik münhani aralık adedini verirki n ile gösterilirse:

$$d = 0.4 n \cot \alpha \text{ olur.}$$

Netice olarak 1 : 25.000 ölçekli hartalarda meyil ölçeğindeki eğrilerin denklemleri :

$$\left| \begin{array}{l} y_{mm.} = d_{mm.} = 0.4 n. \cot \alpha \\ x_{mm.} = 2 \alpha + 30 \log \alpha + 8 \end{array} \right| \quad (7)$$

olarak elde edilir. 10'ar metrelik muhtelif adette münhani aralıkları için ayrı ayrı denklemler gösterilmek istenirse n emsaline 1, 2, 3 değerleri verilirken bunlar aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Yükseklik farkı	Alınan iki muhtelif münhanileri arasındaki aralık adedi	Harta üzerinde, alınan münhaniler arasında kalan hat parçası d mm.	Meyil taksimatı m. m.
05 m.	1/2 adet 10 m. lik	$y = d = 0.2 \cot \alpha$	$x = 2 \alpha + 30 \log \alpha + 8$
10 »	1 » 10 »	» = 0.4 »	
20 »	2 » » » veya 1 adet 20 m. lik	» = 0.8 »	
30 »	3 » » » 1 » 30 »	» = 1.2 »	
40 »	4 » » » 1 » 40 »	» = 1.6 »	
50 »	5 » » » 1 » 50 »	» = 2.0 »	
60 »	6 » » » 1 » 60 »	» = 2.4 »	
70 »	7 » » » 1 » 70 »	» = 2.8 »	
80 »	8 » » » 1 » 80 »	» = 3.2 »	
90 »	9 » » » 1 » 90 »	» = 3.6 »	
100 »	10 » » » 2 » 50 »	» = 4.0 »	
150 »	16 » » » 3 » 50 »	» = 6.0 »	

Bu çizelgenin her sırasındaki kıymetlere ait ayrı ayrı grafik çizilerek muhtelif meyil ve tesviye münhani aralıklarına (yükseklik farklarına) göre kullanılabilen meyil ölçeğinin elde edilmesi mümkün olmuş olur. Bu ölçek yukardaki izahattan da anlaşılacağı gibi meyili, açı olarak ve derece cinsinden vermektedir. Fakat ekseri hallerde meyilin yüzde cinsinden kıymetinin de bilinmesi bilhassa arzu edilmektedir.

Bu maksatla meyil ölçeğinin x ekserisine paralel ve onun hemen altında, meyili yüzde cinsinden veren taksimatlı ikinci bir x ekseninin çizilmesi gayet faydalı olacaktır. Bu suretle meyil açısı tayin edilirken aynı zamanda alt hizasında da meyilin yüzde cinsinden kıymetinin tayini grafik olarak kolaylıkla sağlanabilecektir. Buna ait taksimatı çizebilmek için muayyen ve tam adetli yüzde meyillerine tekabül eden α meyil açıları tayin ve bunlardan da x kıymetleri hesap edilir. Yani riyazi olarak :

$$m = \operatorname{tg} \alpha \text{ ve } x' = 2 \alpha + 30 \log \alpha + 8 \text{ veya kapalı olarak,}$$

$$x' = 2 (\operatorname{arctg} m) + 30 \log (\operatorname{arctg} m) + 8$$

denklemlerinden bulunacak kıymetler yardımıyla ikinci x eksenini veya ikinci

bir hat üzerinde istenen taksimat işaretlenir. Bundan başka, arzu edilirse mayıl mesafelerin bulunmasında kolaylık sağlamak üzere ufki uzunluklara getirilecek meyil tashih miktarlarını veren :

$$R = \frac{d' - d}{d} = \frac{D - D_0}{D_0} = \frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta D}{D_0} = (\sec \alpha - 1) \text{ taksimatlı}$$

üçüncü bir eksenin veya taksimatlı hattın meyil ölçeğine ilâvesi mümkündür. Böylece meyil tayin edilirken aynı zamanda R emsalinde bulunması ve dolayısıyla Harta ve arazi üzerindeki ufki mesafelere getirilmesi gereken tashih miktarlarında, $\Delta d = R \cdot d$ ve $\Delta D = R \cdot D_0 = R d M / 1000$ denklemleri vasıtasıyla bulunması mümkün olur. Mail mesafeler ise ufki mesafelere bu tashih miktarlarının ilâvesiyle bulunur. Burada $d = \text{mm.}$ cinsinden ufki harta uzunluğu, $D_0 = \text{m.}$ cinsinden nakiki ufki uzunluk ve M 'de harta ölçeğinin mahrecidir.

Arazi üzerindeki mayıl mesafeler $D = C \cdot \cos \alpha = (H_2 - H_1) \cos \alpha$ veya $D = d \cdot M \sec \alpha$ denklemleri ile de bulunabilirse de logaritma ve diğer hesap ameliyelerine ihtiyaç olduğundan gerek pratikliği gerekse zamandan kazanma bakımında tavsiye edilen (R) taksimatlı hattın veya üçüncü bir x ekseninin ölçek grafiğine ilâvesi faydalı olacaktır ki bunun içinde tam adetli emsaller için yani (R) nin tam kıymetleri için α meyil açıları ve bunlardan da $x'' = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8$ denklemiyle üçüncü x eksenindeki taksimatlar bulunarak işaretlenir. Netice olarak, 1/25.000 ölçekli topoğrafik hartalarda kullanılabilecek meyil ölçeğinin tersimi aşağıdaki denklemlerden bulunacak kıymetler yardımıyla sağlanır.

$$y_{\text{mm.}} = d_{\text{mm.}} = 0.4 n \cot \alpha$$

$$x'_{\text{mm.}} = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8$$

$$x''_{\text{mm.}} = 2(\arctg m) + 30 \log(\arctg m) + 8$$

$$x'''_{\text{mm.}} = 2 \arccsc(R + 1) + 30 \log \arccsc(R + 1) + 8$$

veya

$$y_{\text{mm.}} = 0.4 n \cot \alpha$$

$$x' \text{ için } \alpha = \alpha$$

$$x'' \text{ ,, } \alpha = \arctg m$$

$$x_{\text{mm.}} = 2\alpha + 30 \log \alpha + 8$$

$$x''' \text{ ,, } \alpha = \arccsc(R + 1)$$

Bu denklemlerde $y = d \text{ mm.}$ Hartadan alınan ufki mesafe $d' = d$ ye tekabül eden Harta ölçeğindeki mayıl mesafe $\alpha = \text{derece}$ cinsinden alınan hattın meyili; $n = \text{hattın iki ucu arasındaki yükseklik farkının onda biri veya iki uç arasındaki on metrelik münhane aralık adedi}$ $m = \text{tg } \alpha = \text{yüzde meyil}$ ve $R = \Delta d / d = \Delta D / D_0 = \sec \alpha - 1$ dir. Yukarda faydaları, denklemlerinin çıkarılması ve çizilme şekli açıklanan meyil ölçeğinin kullanılma tarzı aşağıda sırasıyla gösterilmiştir.

A - Hartadan meyil tayini,

1 — Meyili tayin edilecek olan yol, demiryolu, ve ateş istikameti

gibi her hangi bir hattın, meyil değişmeyen kısmını kesen tesviye münhanilerinden, bir birinden münasip uzaklıkta bulunan iki tanesi arasındaki kısım hartadan cetvelle veya bir kâğıdın kenarına işaretlenmek suretiyle alınır. (Grafikteki misalde $ab = 4.2 \text{ mm.}$)

2 — Meyil ölçeği demedindeki hatlardan seçilen mezkûr iki tesviye münhanisi yükseklik farkına tekabül eden kıymet veya adedi gösteren (mezkûr iki tesviye münhanisi çizgileri arasındaki aralık adedi kadar 10 metre) muayyen hat bulunur. Grafikteki misalde $C = 1$ aralık $= 10 \text{ m.}$

3 — Hartadan alınan a b hat parçası x eksenine dik ve bir ucuda eksene temas edecek şekilde sağa sola kaydırılarak diğer ucta grafik demedinden seçilen hatta temas vaziyetine getirilir.

4 — Bu temas vaziyetinde x eksenini üzerindeki ucun gösterdiği noktadaki kıymet, meyil tayin edilecek hattın derece cinsinden meyil açısıdır. Grafikteki misalde meyil açısı $\alpha = 5.5^\circ$ dir. Aynı temas vaziyetinde a b hattının imtidadının ikinci eksenini kestiği noktadaki kıymette, hattın yüzde cinsinden meyilini verir. Grafikteki misalde yüzde meyil $m = \% 9.6$ dir. Eğer üçüncü bir ekseninde çizilirse, R emsali $0.0046 = \% 0.5$ olarak bulunur. $\Delta d = d' - d = R \cdot d + 0.02_{\text{mm.}}$ dolayısıyla $d' = d + Rd = 4.22_{\text{mm.}}$

$$D_0 = Md / 1000 = 25.000 / 1000 \quad d = 25 \quad d = 105 \text{ m.}$$

$$\Delta D = D \cdot D_0 / D_0 \quad D_0 = R \cdot D_0 = 0.48 \text{ m.} \quad \text{dolayısıyla } D = D_0 + \Delta D = 105.5 \text{ m.}$$

veya $D = d' \cdot M / 1000 = 105.5 \text{ m.}$ veya daha basit olarak,

$$D = d \cdot M / 1000. \quad \sec \alpha = d \cdot M / 1000 (1 + R) = 105.5 \text{ m.} \quad \text{olur.}$$

olarak bulunur.

Netice olarak :

$$c = 10 \text{ m., } a b = d = 4.2_{\text{mm.}} \quad \text{olursa, } \alpha = 5.5^\circ \quad m = 9.6\% \quad R = 0.46\%$$

B - Muayyen meyildeki yol, demiryolu istikameti ilâ ... gibi hatların harta üzerine geçirilmesi : Bunun için,

1 — Hartada meyilin sabit olduğu kısımdaki (münhani aralıklarının aynı olduğu kısım) muayyen adette münhani aralığına tekabül eden rakım farkı ve meyil ölçeğinde bu miktarı gösteren eğri bulunur.

2 — Meyil ölçeğin x eksenini üzerinde, verilen meyil gösteren nokta ile (I) nci maddede bulunan eğri arasındaki dikey mesafe kâğıdın üzerine işaretlenmek suretiyle veya pergelle alınır.

3 — Pergelin bir ucu evvelce seçilen münhanilerden birinin üzerine tatbik edilir, ve işaretlenir. Pergelin diğer ucuyla bir kavis çizilerek seçilen ikinci münhaniyi kat ettiği nokta işaretlenir.

4 — İki münhani üzerinde işaretlenen noktaları birleştiren hat istenen meyilde çizilmiş istikamet olmuş olur.

Meyil		R = %	Harta uzunluğu d mm.	
α°	m %		C=2.5m.	C=5m.
30' = 0° 5'	0.87	0.00	11.46	22.92
35'	1.02	"	9.82	19.64
40'	1.16	"	8.60	17.19
45'	1.31	0.05	7.64	15.28
50'	1.46	"	6.88	13.75
55'	1.60	"	6.25	12.50
60' = 1°	1.70	"	5.73	11.46
1° 7.5'	1.96	"	5.09	10.18
1° 15'	2.18	"	4.58	9.17
1° 22.5'	2.40	"	4.16	8.33
1° 30'	2.62	"	3.82	7.64
1° 45'	3.06	"	3.28	6.55
2°	3.43	0.1	2.86	5.73
2.5°	4.37	"	2.29	4.58
3°	5.24	"	1.91	3.82
3.5	6.12	0.2	1.64	3.27
4	6.99	0.2	1.43	2.86
4.5	7.87	0.3	1.27	2.54
5	8.75	0.4	1.14	2.29

1:25.000 ölçekli hartalar için meyil çizelgesi
 $C = \Delta H_1 = H_2 - H_1 =$ meyli bulunacak hattı kesen aralıklı
iki tesviye münhanisi yükseklik farkı
 $d =$ mezkûr münhaniler arasında kalan hat parçasının mm.
olarak uzunluğu.
 $\alpha =$ derece cinsinden meyil açısı; $m = \text{tg } \alpha =$ yüzde cinsin-
den meyil.

$$R = \frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta D}{D} = (\sec \alpha - 1)$$

Meyil		% R	d mm. = Harta uzunluğu mm. cinsinden				
α°	m %		C=10m.	C=20m.	C=30m.	C=40m.	C=50m.
5	8.7	0.4	4.57	9.14	13.72	18.29	22.86
6	10.5	0.6	3.81	7.61	11.42	15.22	19.03
7	12.3	0.8	3.26	6.52	9.77	13.03	16.29
8	14.1	1.0	2.85	5.69	8.54	11.38	14.23
9	15.8	1.2	3.52	5.04	7.57	10.09	12.63
10	17.6	1.5	2.27	4.54	6.80	9.07	11.34
11	19.4	1.9	2.06	4.11	6.17	8.23	10.29
12	21.3	2.2	1.88	3.76	5.65	7.53	9.41
13	23.1	2.6	1.73	3.47	5.20	6.93	8.66
14	24.9	3.1	1.60	3.21	4.81	6.42	8.02
15	26.8	3.5	1.49	2.99	4.48	5.97	7.46
16	28.7	4.0	1.40	2.79	4.18	5.58	6.97
17	30.6	4.6	1.31	2.62	3.92	5.23	6.54
18	32.5	5.1	1.23	2.46	3.69	4.92	6.16
19	34.4	5.8	1.16	2.32	3.49	4.65	5.81
20	36.4	6.4	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50

m ve R sütunundaki kıymetler yüzde cinsindendir.

M e y i l		R %	d mm. = Harta uzunluğu		
α°	m = %		C = 50 m.	C = 100m.	C = 150m.
20	36.4	6.4	5.50	10.99	16.49
21	38.4	7.1	5.21	10.42	15.63
22	40.4	7.9	4.95	9.90	14.85
23	42.4	8.6	4.71	9.42	14.13
24	44.5	9.5	4.49	8.98	13.47
25	46.6	10.3	4.29	8.58	12.87
26	48.8	11.3	4.10	8.20	12.30
27	51.0	12.2	3.93	7.85	11.78
28	53.2	13.3	3.76	7.52	11.28
29	55.4	14.3	3.61	7.22	10.83
30	57.7	15.5	3.46	6.92	10.38
31	60.1	16.7	3.33	6.66	9.99
32	62.5	17.9	3.20	6.40	9.60
33	64.9	19.2	3.08	6.16	9.24
34	67.5	20.6	2.97	5.93	8.90
35	70.0	22.1	2.86	5.71	8.57
36	72.7	23.6	2.75	5.50	8.25
37	75.4	25.2	2.65	5.30	7.95
38	78.1	26.9	2.56	5.12	7.68
39	81.0	28.7	2.47	4.94	7.41
40	83.9	30.5	2.38	4.77	7.15
41	86.9	32.5	2.30	4.60	6.90
42	90.0	34.6	2.22	4.44	6.66
43	93.3	36.7	2.14	4.29	6.43
44	96.6	39.0	2.07	4.14	6.21
45	100.0	41.4	2.00	4.00	6.00

MEYİL ÖLÇEĞİ

