

RI

B

CILT

XI

SAYI

2

1961

*Handwritten signature*

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



## ORMAN YOLLARINDA KÖPRÜ VE MENFEZLERİN AKIM PROFİLLERİNİN PRATİK ESASLARA GÖRE TAYINI

Yazan

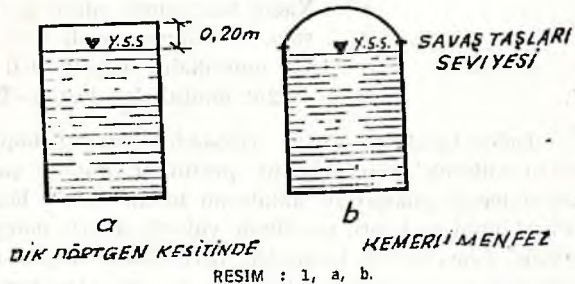
Prof. Dr. Faik TAVŞANOĞLU

Orman yolları boyunca, inşa edilecek köprü ve menfezlerde köprü veya menfez yüksekliğini, yüksek suların taşıyıcı yapıya (köprü veya menfez tabliyesi) ulaşmadan ve bu yapıya zarar vermeden serbestçe akıp gitmelerini sağlayacak şekilde düşünmek lazımdır. Bunun için köprülerde taşıyıcı yapının en alçak kenarı ile yüksek su seviyesi arasında 0,5 - 1,0 m. kadar bir koruma yüksekliği, gözönünde tutmak icap etmektedir. Buna karşılık küçük menfezlerde koruma yüksekliği olarak, dikdörtgen şeklindeki akım profilleri için (kutu menfezler) 0,20 m ve kemer menfezlerde koruma yüksekliğini, yüksek suların en fazla savaş taşlarına ulaşacağı şekilde düşünmek icap eder (Resim: 1 a, b). Karayolları Genel Müdürlüğü'nün koyduğu esaslara göre deli üst yapının en alçak kısmı ile en yüksek su seviyesi arasındaki fark (hava payı) köprülerde büyük kütük ve büyük ağaç gibi yüzücü madde getiren derelerde 1.50 m., getirmiyenlerde 1.0 m. ve menfezlerde 0.50 m. den aşağı olamaz.

Umumiyetle köprü ve menfezlerin açıklıkları, bahis konusu olan büyükçe veya küçük derelerin akıttıkları yüksek suların miktarına göre değişir. Bilhassa orman yolları boyunca faydalanılan köprü ve menfezler daha ziyade, zaman zaman olağanüstü yüksek sular sevk eden sel dereleri üzerinde inşa edildiklerinden, bunların yeter açıklıkta yapılmaları hususu büyük bir önem kazanır.

İnşa edilecek bir köprü'nün yükseklik ve açıklığı tesbit maksadiyle, civarda yapılmış olan benzer yapılardan mukayese yolu ile faydalanmak şekli akla gelebilirse de, orman yolu köprülerinin inşa edileceği yerlerin çok kere umumî yollardan uzak kalmaları dolayısıyla bu kıyaslama pek mümkün olmaz.

Nisbeten küçük yağış havzalarının sularını akıtan dereler üzerinde inşa edilecek köprülerde (açlıkları 12 m ye kadar) yalnız sahil ayak-



a. Dik dörtgen kesitinde menfez akım profili

b. Kemerli menfez akım profili

ları mevcuttur. Bu ayakları, köprü yerinde, derenin tabii akım profilinin daralmasıyla yamaç arazisi içine yerleştirmek lazımdır. Sahil ayakları ancak, köprü açıklığını kısıtlamak maksadıyla, dere akım profilinde ayaklardan dolayı vukua gelecek daralmanın yüksek su zararlarını arttırmayacağı, su akım yönünü değiştirmeyeceği ve ayak altlarının oyulmasına sebep olmayacağı hallerde, dere içine doğru hafif çıkıntılı olarak yapılabilirler. Bu takdirde menba tarafında yapılacak **kanat duvarları** ile tabii dere profilinden köprü akım profiline doğru tedrici bir geçiş sağlanır.

Ayaklar bakımından mühim olan diğer bir husus da, ayakların su akım istikametine paralel olmasıdır.

Köprülerin açıklıklarını tayin etmek için, her şeyden evvel dereye yüksek sular esnasında, bir saniye zarfında akan su miktarını (Débit) takribi olarak bilmek lazımdır. Prof. J. Melan sel dereleri ve değişik uzunluktaki diğer derelerde debiyi aşağıdaki formüllerle hesap etmeyi tavsiye etmektedir.

Sel derelerinde	$Q = 6 A \text{ m}^3/\text{san.}$
4-6 Km. uzunluğundaki derelerde	$Q = 4 A \text{ m}^3/\text{san.}$
8-12 Km. uzunluğundaki derelerde	$Q = 3 A \text{ m}^3/\text{san.}$
12-16 Km. uzunluğundaki derelerde	$Q = 2 A \text{ m}^3/\text{san.}$

Bu formüllerde (A) yağış havzasının kilometre kare olarak (Km<sup>2</sup>) sahasını göstermektedir. Yerine göre, yani olağanüstü yüksek suların bahis konusu olduğu yerlerde, yukarıdaki formüllerle elde edilen su miktarları % 100 arttırılabilir.

Derelerde akan su miktarlarını hesap etmekte en çok tanınmış ve en fazla kullanılan diğer bir formül de Kresnik formülüdür. Bu formül:

$$Q_1 = a \frac{32}{0,5 + \sqrt{A}} \cdot A \quad I$$

olup burada :

A = Yağış havzasının alanı Km<sup>2</sup>

a = Yağış havzasında akım şartlarını karakterize eden bir katsayı. Ortalama olarak a=1, ormanca zengin ve sık ormanlık mntakalar için a=0,6 kısmen çıplak, kayalık yüksek dağlık mntakalar için a=2 ve daha fazla alınabilir.

Diğer taraftan köprü yüksekliği (h) ve köprü açıklığı (b) ile ilgili olarak kabul edilecek köprü akım profilinin mevcut şartlar altında bir saniye zarfında akıtılabileceği yüksek su miktarını hesap etmek lazımdır. Bunun için evvelâ köprü yüksekliğini ve köprü profilinde yüksek sularla dolacak kesim F yi (Resim: 2) tayin etmek, sonra da bu kesimden, dere taban ve yanlarının pürüzlülük derecesine ve dere tabanının meyli bakımlarından mevcut olan şartlara göre akacak olan ortalama su hızını hesap etmek icap eder.

Yukarıda belirtildiği üzere, köprü akım profilinde, köprü yüksekliğini, yüksek suların ulaşacağı seviye ile taşıyıcı yapının en alçak noktası arasında 0,5 - 1,0 m. aralık kalacak şekilde düşünmek lazımdır. Bir çok yerlerde bu seviyenin izlerini arazide yamaçlar üzerinde görmek mümkün olacağı gibi, etraftan soruşturma yolu ile

de bu seviyenin yeri hakkında doğru bilgi edinmeğe gayret etmek icap eder. Mükün olan yerlerde bu maksatla civardaki benzer objelerin yüksekliklerinden de istihraçlar yapılabilir. Yalnız köprü yüksekliğini bir taraftan yüksek su seviyesine göre düşünürken, diğer taraftan bu yüksekliğin, köprü yerindeki yol seviyesiyle ilgili olduğu hususunu gözden kaçırmamak icap eder.

Köprü akım profilinde yüksek suların ulaşacağı seviyeye kadar su ile dolu olarak düşündüğümüz kesimden, pürüzlülük derecesi ve meyile göre akan suyun ortalama sürati

$$v = c. \sqrt{RI} \quad II$$

formülü ile hesap edilir. Bu formüldeki pürüzlülük kat sayısı (akım kat sayısı) (c), her yere göre değişmekte olup pratikte Bazin'in

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad III$$

formülü ile hesap edilmektedir. Bu formüldeki  $\gamma$  değerleri değişik vasıftaki dere profilleri için, yine Bazin tarafından verilen aşağıdaki tablodan alınabilir. Taban ve yanları orta durumda olan dere profilleri için  $c = 50$ , tabanın kaldırılmış olduğu profillerde  $c = 60$  alınabilir.

Sürat formülündeki (R) hidrolik yarı çapı göstermektedir ki,

$$R = \frac{F}{U}$$

olarak hesap edilir. Burada:

$F =$  Köprü akım profilinde yüksek sularla dolu olan kesimin alanı  $a \times b \quad m^2$

$U =$  Köprü akım profilinde yüksek sularla dolu olan çevre  $m$  dir.

Aynı formüldeki (I) ise köprünün altına isabet eden dere tabanın nisbi meyli-dirki;

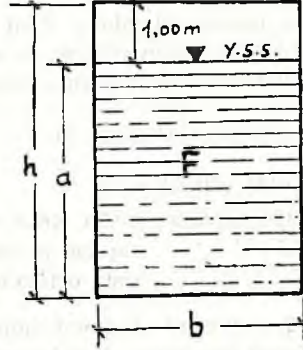
$$I = \frac{h}{l}$$

olarak hesap edilir.

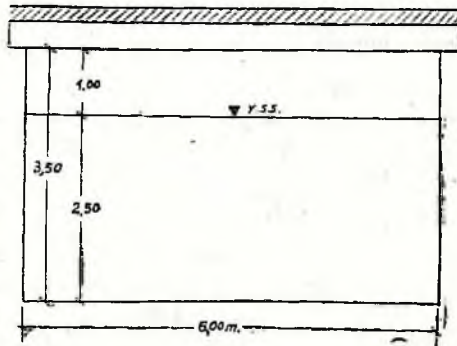
Köprü akım profilinde yüksek suların ulaşacağı seviyeye göre belli olan kesimin alanı (F) ve aynı kesimden akacak suyun ortalama hızı (V) delâletiyle, bu kesimden bir saniye zarfında akan su miktarı

$$Q_2 = F \cdot v$$

hesap edilir.



RESİM : 2. Dik dörtgen kesiminde köprü akım profili



RESİM : 3. Köprü akım profili.

Bahis konusu derenin bütün yağış havzasından hasil olarak bir saniye zarfında akıma geçen yüksek su miktarını ifade eden ve I işaretli formülle hesap edilen ( $Q_1$ ) ile köprü akım profilinden bir saniye zarfında akıp gidecek olan yüksek su miktarı  $Q_2$  arasında

$$Q_1 < Q_2$$

durumu mevcut olmalıdır. Yani yağış havzasından hasil olarak bir saniye zarfında derede akıma geçen yüksek su miktarı, köprü akım profilinden aynı müddet zarfında akıp giden su miktarına ulaşmamalıdır.

Misâl: 1 (Resim: 3).

**Tesbit edilenler :**

Yağış havzası: 12,25 Km<sup>2</sup> (tesviye eğrili haritadan tesbit edilmiştir). Arazide yapılan incelemelere göre, bitki örtüsü ve arazi bakımından havzada ortalama şartlar mevcuttur. Yani  $a=1$  dir.

Köprü yerinde dere tabanının meyli: 1:45 (arazide ölçülmüştür)

Köprü inşa tarzı: Ayaklar moloz kâgir, tabliye beton içine alınmış demir kirişler.

Köprü ayaklarının suya bakan yüzleri arasındaki açıklık (serbest açıklık) 6,00 m. (arazide tesbit edilmiştir).

Köprü akım profilinde yüksek su seviyesini yüksekliği 2,5 m. (arazide tesbit edilmiştir). Köprü akım profilinde koruma yüksekliği 1,00 m. dir.

**Hesap edilenler :**

Yağış havzasından bir saniye zarfında akıma geçen su miktarı :

$$Q_1 = a \cdot \frac{32}{0,5 + \sqrt{A}} \cdot A = 1 \cdot \frac{32}{0,5 + \sqrt{12,25}} \cdot 12,25 =$$

$$= \frac{32}{0,5 + 3,5} \cdot 12,25 = \frac{32}{4,0} \cdot 12,25 = 8 \cdot 12,25 = 98,00 \text{ m}^3/\text{san.}$$

Diğer taraftan köprü akım profilinden akan suyun ortalama sürati

$$v = c \sqrt{R \cdot I}$$

olup, burada :

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} ; \gamma = 1,30 \quad R = \frac{F}{U} = \frac{6 \times 2,5}{6 + 2 \times 2,5} = \frac{15}{11} = 1,4 \text{ m.}$$

$$c = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{\sqrt{1,4}}} = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{1,20}} = \frac{87}{2,08} = 42$$

$$I = \frac{h}{1} = \frac{1}{45} = 0,022 \quad \text{dir.}$$

Bu değerler sürat formülünde yerine konulduktan :

$$v = 42 \sqrt{1,4 \times 0,022} = 42 \times 1,2 \times 5,148 = 7,46 \text{ m/san.}$$

elde edilir ve :

$$Q_2 = F \cdot v = 15 \times 7,46 = 112 \text{ m}^3/\text{san.}$$

olup binnetice

$$Q_1 < Q_2 \quad \text{olduğu anlaşılır.}$$

Misal : 2 (Resim: 4).

**Tesbit edilenler :**

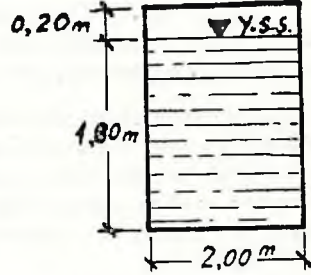
Yağış havzasının genişliği: 1/10 Km<sup>2</sup> (tesviye eğrili haritadan tesbit edilmiştir).  
Arazide yapılan incelemelere göre havza kısmen çıplak ve kayalıktır.

Menfez yerinde dere tabanının meyli 1/10 (arazi-  
de ölçülmüştür).

Menfez inşa tarzı: yanlar: moloz kâgir duvar, tab-  
liye ahşap kiriş ve ahşap kalaslardan müteşekkil, yan  
duvarların iç kenarları arasındaki açıklık (serbest  
açıklık) : 1,00 m. (arazide tesbit edilmiştir).

Menfez akım profilinde yüksek suların ulaştığı se-  
viye 1,80 m. (arazide tesbit edilmiştir).

Köprü akım profilinde koruma yüksekliği 0,20 m  
dir.



RESİM 4. Dik dörtgen kesitinde menfez profili

**Hesap edilenler :**

Yağış havzasından bir saniye zarfında akıma ge-  
çen su miktarı :

$$Q_1 = a \cdot \frac{32}{0,5 + \sqrt{A}} \cdot A = \frac{32}{0,5 + \sqrt{0,1}} \cdot 0,1 = \frac{64}{0,5 + 0,32} \cdot 0,1 = \frac{64}{0,82} \cdot 0,1 = 8 \text{ m}^3/\text{san.}$$

Diğer taraftan menfez akım profilinden akan suyun ortalama hızı :

$$v = c \sqrt{R \cdot I}$$

olup, burada

$$R = \frac{F}{U} = \frac{1,80 \times 1}{1 + 2 \times 1,80} = \frac{180}{4,60} = 0,39 \text{ m.}$$

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{\sqrt{0,39}}} = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{\sqrt{0,63}}} = \frac{87}{3} = 29$$

$$I = \frac{1}{10} = 0,1$$

(c), (R) ve (I) için bulunan değerler sürat formülünde yerlerine konulduktan :

$$v = 29 \sqrt{0,39 \cdot 0,1} = 29 \cdot 0,63 \cdot 0,32 = 5,80 \text{ m/san.}$$

elde edilir ve :

$$Q_2 = F \cdot v = 1,80 \cdot 5,80 = 10,44 \text{ m}^3/\text{san.}$$

olup, binnetice :

$Q_1 < Q_2$  olduğu ve menfez akım profili olarak hesaba esas tutulan profilin yağış havzasında hasil olarak bir saniye zarfında akıma geçecek suyu kolaylıkla akıtabileceği anlaşılır.

Açıklıkları 12 m ye kadar olan ve yalnız sahil ayakları üzerine oturacak köprülerde, açıklığı kısaltmak için ayakların dere içine doğru çıkıntılı olarak yapılmasının bahis konusu olduğu yerlerde, ayaklar dolayısıyla dere akım profilinde bir daralma vukua gelmektedir. Daralma kat sayısı  $\mu$  ile gösterildiği takdirde, köprü akım profilinden bir saniye zarfında akan yüksek suyun miktarı :

$$Q_2 = \mu \cdot F \cdot v$$

olurki, ( $\mu$ ) kat sayısı, düzlüklerdeki taban meyli az olan dereler üzerinde kuru-lacak nisbeten küçük köprüler için 0,8 dağlık yerlerdeki sel dereleri (fazla miktarda sürüntü sevk eden dereler) üzerinde inşa edilecek köprüler için 0,5 olarak alınmaktadır. Yani dağlık arazide inşa edilecek nisbeten küçük köprülerde, açıklığı kısaltmak maksadıyla sahil ayaklarının dere içine doğru çıkıntılı olarak yapılmasının düşünül-  
düğü yerlerde, köprü akım profilinden bir saniye zarfında akacak su miktarının yarı yarıya azaldığı görülmektedir. Bu takdirde yağış havzasından hasil olarak bir saniye zarfında akıma geçen suyu sığıştırabilmek için, köprü akım profilini büyütme lâzım gelmektedir. Bu büyütme ise köprü yüksekliğini arttırmak suretiyle olur. Fakat diğer taraftan köprü yüksekliği bahis konusu yolun seviyesine tabi olduğundan, bu maksatla icap eden yerlerde köprü'nün iki tarafında yol boyunca imlâ yapmak veya köprü yerini değiştirmek düşünülebilir.

Köprü açıklıklarının tayininde, aynı zamanda, köprü akım profili için hesap edilen su süratinin, dere tabanı için caiz olan sınırı aşım aşımayaacağı hususu incelenmelidir. Köprü ayaklarının altlarının oyulmasını önlemek bakımından belli yapıdaki dere tabanları için caiz görülen ortalama sınır su süratleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

TABLO \*)

Dere yatağının durumu	Ortalama su sürati m/san.
Çamurlu toprak, yahut esmer çömllekçi kili	0,11
Yağlı kil (ton)	0,23
Yağlı nehir kumu	0,46
Çakıllı toprak	0,96
Kaba taşlı toprak	1,23
Karışık şifer parçaları	1,86
Oturmuş arazi	2,27
Sert kayalar	3,69

\*) Hütte, das Ingenieurs Taschenbuch

Bu tabloya nazaran yukarıda verilmiş olan misallerde hesap edilmiş olan ortalama su süratleri (köprü akım profilinde 7,46 m/san., menfez akım profilinde 5,80 m/san) köprü ve dolayısıyla menfez ayaklarının altlarının oyulmasına sebep olacaklarından, bunu önlemek maksadiyle gerek öprüde ve gerekse menfeze harçlı taş duvarlar halinde giriş ve çıkış hunilerinin inşası, bu duvarlar arasında ve köprü altında dere tabanının kaldırılmanması lâzımdır.

Amerika'da menfez debilerini hesap etmekte rasyonel formül<sup>1)</sup> diye bir formülden faydalanılmaktadır. Bu formül memleketimizde Karayolları tarafında da kullanılmaktadır. Buna göre, yağış havzasında hasıl olarak derede akıma geçen yüksek su mikdarı :

$$Q = C I A / 3,6$$

dır. Burada :

C = akım kat sayısı olup yağışın akıma geçen % sini göstermektedir. (C) nin değeri havzanın topoğrafik ve fizyografik durumuna göre değişmekte olup, nazari olarak suyu sızdırmayan ve yağış zayıfına meydan vermeyen bir havzada % 100, yani 1 dir. Bitki örtüsünün sıklığı ve toprağın derinliği nisbetinde, bir taraftan toprağa sızmadan buharlaşan, diğer taraftan toprağa sızan yağmur sularının mikdarları artacağından (C) sayısı küçülür. (C) nin değeri dağlık arazide düz araziye nazaran daha büyüktür. Aşağıdaki tablo (C) nin değerleri hakkında iyi bir fikir vermektedir:

TABLO : 1

Arazinin durumu	(C) kat sayısının maksimal değerleri
Suyu sızdırmayan satırlar	0,95
Dik çıplak satırlar	0,90
Dalgalı çıplak satırlar	0,80
Düz çıplak satırlar	0,70
Dalgalı mera satırları	0,65
Yapraklı ağaç ormanlar	0,60
Çam ormanları	0,50
Meyve bahçeleri	0,40
Vadi içlerindeki ziraat arazisi	0,30

1 Rasyonel formül hakkındaki izahat Karayolları Bülteninden (Şubat 1958, sayı 88) özetlenmiştir.



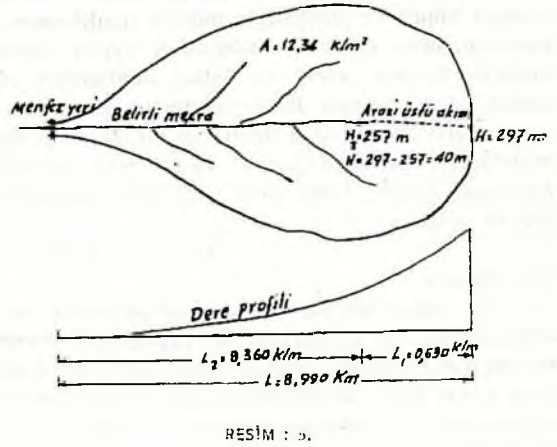
Bu sayıları arazinin bitki örtüsü, toprak, meyil v.s. bakımlardan gösterdiği hususiyetlere uygun olarak değiştirerek kullanmak lâzımdır.

Formüldeki (I) değeri suların toplanma zamanı ( $T_c$ ) zarfında yağışın şiddetini (mm/saat) ifade etmektedir. Suların toplanma zamanı diye, bir su damlasının havzanın en uzak noktasından menfeze gelinceye kadar geçen zaman anlaşılmaktadır. Yağışın şiddeti süre ve tekerrürün (frekans) bir fonksiyonudur.

Rasyonel usulde menfezlerin akım profillerini o suretle hesap etmelidir ki, 10 yılda bir gelen yüksek sular menfezi doldurduktan sonra 20 cm den daha fazla yükselmemeli ve 100 yılda bir gelen yüksek sular menfezin üstündeki imlâ gövdesini aşmamalıdır. 10 ve 100 yıl frekanslı yüksek suları hesap etmek için aşağıdaki sırayı takip etmek maksada uygun olur :

1 — Havzanın en uzak noktasının menfeze olan mesafesi (L) ile, bunlar arasındaki yükseklik farkı (H) tesviye eğrili haritadan tesbit olunur (Resim: 5),

2 — Suların toplanma zamanı ( $T_c$ ), (Resim: 6) ile gösterilen Nomogramın yardımıyla bulunur. Yalnız bu formül, mecrası belirli akımlar için tatbik edilebilir. Halbuki bir çok hallerde, havzanın en uzak noktalarından menfez yerine kadar gelen suların kat ettikleri yolun ilk ve yukarı kısmı belirli bir mecra nalinde değildir. Bu kısımda akım sathidir (arazi üstü akım). Bu türlü akımların süratini tayin etmek için aşağıdaki tablodan faydalanılmaktadır.



TABLO : 2

Muhtelif Eğimlerde Arazi Üstü Akımların Sürati m/san.

Arazinin Eğimi	Sürat m/san.
% 4 den fazla	0,15 — 0,30
% 2 ile 4 arası	0,11 — 0,21
% 2	0,18 — 0,09
% 2 den az	0,15 — 0,08

Zaman =  $\frac{\text{Mesaife}}{\text{Sürat}}$  olduğundan, arazi üstü akımın mesafesi, bu tablodan alınır.

nan sürat değerine bölünürse, akım esnasında geçen zaman ( $T_1$ ) bulunur ve buna havzanın aşağı kısmındaki belirli mecradan akarak menfeze gelen suyun geçirdiği zaman ( $T_2$ ) ilâve edilerek suların toplanma zamanının tamamı ( $T_C$ ) elde edilmiş olur.

Arazi fazla sayıda tümsek ve çukurları ihtiva ediyorsa ( $T_C$ ) ye ayrıca 5 dakika kadar bir zamanın ilâvesi lâzımdır. Çünkü akımın başlayabilmesi için evvelâ bu çukurların dolması lâzım gelmektedir.

3 — 10 ve 100 yıl frekanslı yağış şiddetleri  $I_{10}$  ve  $I_{100}$  hidrometeorolojik haritaların veya amprik formüllerin yardımıyla bulunur,

4 — Havzanın alanı (A) haritadan ölçülerek tesbit olunur.

Rasyonel usulün tatbikine ait misâl (Resim: 5 ve 6).

#### Elde mevcut bilgiler :

Yağış havzasının uzunluğu:  $L = 8,990$  Km. (tesviye eğrili haritadan)

Arazi üstü akımın uzunluğu:  $L_1 = 0,630$  Km. (tesviye eğrili haritadan ve araziden)

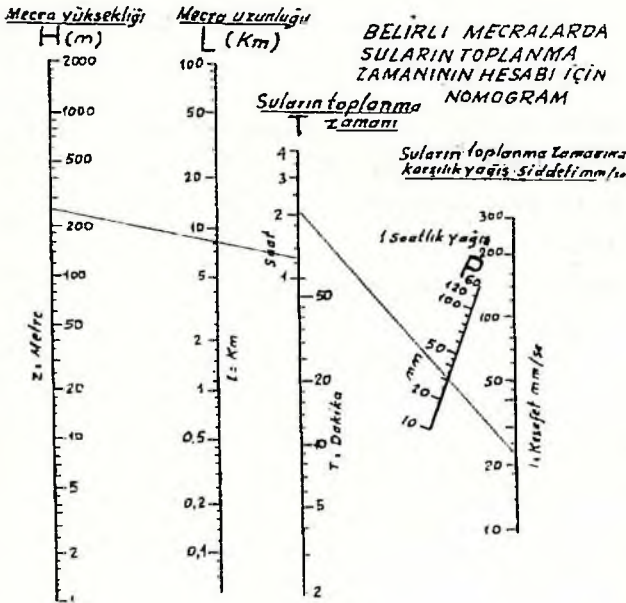
Belirli mecranın boyu  $L_2 = L - L_1 = 8,990 - 0,630 = 8,360$  Km.

Havzada belirli mecraya uzantısında en uzak noktanın menfez yerinden olan yüksekliği  $H = 297$  m (haritadan ve arazideki ölçme ile)

Belirli mecranın başlangıç (yukarı) noktasının menfez yerinden olan yüksekliği  $H_2 = 257$  m (haritadan ve arazideki ölçme ile)

Arazi üstü akımının ilk ve son noktalarının yükseklik farkı:

$$H_1 = H - H_2 = 297 - 257 = 40 \text{ m.}$$



Resim: 6

RESİM : 6.

Yağış havzasının alanı  $A = 12,34$  Km<sup>2</sup> (haritadan tesbit olunmuştur)

Akım katsayısı  $C = 0,60$

100 yıl frekanslı saatlik yağışın şiddetli  $P_{60} = 31$  mm (tablodan\* Ankara için alınmıştır)

10 ve 100 yıl frekanslı yağışlar arasındaki oran  $I_{10} / I_{100} = 0,64$

Hesap edilenler :

10 ve 100 yıl frekanslı yüksek su miktarları

Arazi üstü akımın vukua geldiği sahanın eğimi  $= H/L = 40/630 = 0,0635 > 0,04$

Bu eğime tekabül eden akım sürati  $0,20$  m/san. (Tablo 2 den) olduğuna göre arazi üstü akımın zamanı :

\* Türkiye'de 10 ve 100 yıllık frekanslı yağış miktarlarını (mm<sup>2</sup>-saat) gösteren cetvel. Karayolları Bülteni Şubat 1958, sayı: 88.

$$T_1 = 630/0,20 = 3150 \text{ saniye} = 52 \text{ dakika}$$

Belirli mecrada toplanma zamanı  $T_2$  (Resim: 6) dan :

$$L_2 = 8,360 \text{ Km. ve } H_2 = 257 \text{ m olduğuna göre}$$

$$T_2 = 75 \text{ dakika olup suların toplanma zamanı :}$$

$$T_c = T_1 + T_2 = 52 + 75 = 127 \text{ dakika}$$

Bu zaman 2 saat 7 dakika olup, bu zamana tekabül eden yağış şiddeti 100 yıl frekanslı miktarda olarak  $I_{100} = 22 \text{ mm}$  bulunur.

Bu miktar rasyonel formülde yerine konulduğu takdirde :

$$Q_{100} = C \cdot I \cdot A / 3,6 = 0,60 \times 22 \times 12,34 / 3,6 = 45,25 \text{ m}^3/\text{san.}$$

10 yıl frekanslı miktarda  $Q_{10}$  u bulmak için :

$$\frac{I_{10}}{I_{100}} = \frac{Q_{10}}{Q_{100}} ;$$

$$Q_{10} = \frac{I_{10}}{I_{100}} \cdot Q_{100}$$

$$Q_{10} = 0,64 \cdot 45,25 = 28,96 \text{ m}^3/\text{san.}$$

#### FAYDALANILAN LİTERATÜR

1. H a u s k a, Leo : Berechnung Forsttechnischer Bauwerke, Heft 2, Brücken aus Holz, Berlin 1927.
2. M a r c h e t, Julius : Der Landstrassen und Waldwegebau, Wien 1925.
3. F a b e r, Otto : Waldstrassenbau, D o l l, Artur . Karlsruhe 1932.
4. K a r a y o l l a r ı : Bülteni, Şubat 1958 sayı: 88.
5. T a v ş a n o ğ l u, Faik : Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları, İstanbul 1955.