

# Galeri Tahkimatlarının (Demir Bağlar) Boyutlandırılması İçin Pratik Yol

Ender PEKDEMİR\*

Konu, Kari Terzaghi'nin kurduğu teori üzerinde T.L. White ve R.V. Proctor tarafından geliştirilmiş ve Amerikan tipi dairesel bağların boyutlandırılması geniş şekilde ele alınmıştır. Burada, bu yöntem bizde kullanılan parabolik bağlara uygulanmıştır. Bu yazı adı geçen yazarlardan bir derlemedir.

İhtiyaca göre seçilecek galeri kesitleri standartlaştırılmıştır. B8, B10, B14 gibi. Bu kesitlerde, ancak bağlar arası (fırça boyu), jeolojik koşullara göre her bağa gelen yükü ayarlamak amacıyla (azaltmak veya yükseltmek) seçilecektir.

Demir bağların boyutlandırılması iki adımda gerçekleştirilir :

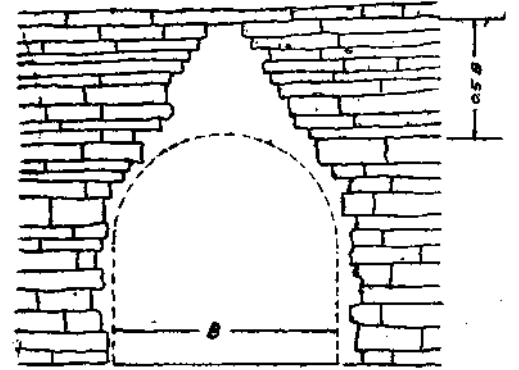
- Bağlara gelen yükün saptanması,
  - Bu yükü taşıyacak uygun kesitin seçimi,
- Bağlara gelen yükün saptanması :

Bu yükün tam olarak bulunması henüz mümkün değil. Ancak söz konusu olabilecek değişkenlerin irdelenmesi ile gerçeğe yakın olduğu kabul edilen değerler elde edilebiliyor. Genel kanı şudur ki; toprak arazide arazi basıncı, taş arazide taş yükü söz konusudur. Tünel tahkimatı, üzerinde, arazi kemeri adını verdiğimiz kütleli taşır. Bu kütleli genişliği, taş tünellerde kazı genişliği kadar kabul edilir, kumlu arazide ayrıca bulunur.

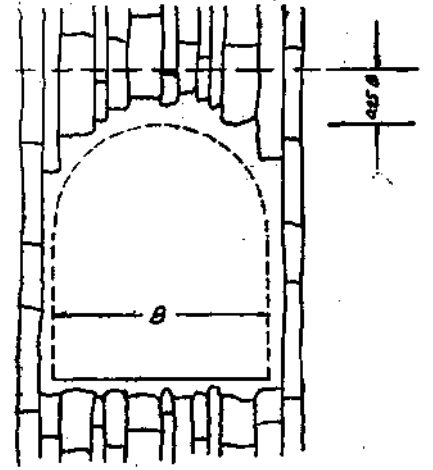
1.1. Arazi kemerinin yaklaşık değerlerle boyutlandırılması :

Bu kemerin yüksekliği, galerinin, yükseklik ve genişliği, taşın cinsi ve jeolojik durumuna bağlı olarak değişir. Şekillerde de görüldüğü üzere düzgün ve sağlam tabakalı arazide açılan yollarda, tünel, doğal bir tavan oluşturur.

\* Maden Yüksek Mühendisi Kozlu Bölgesi, E.K.I.



Şek. 1.1. Düzgün yataklı tabakalarda arazi kemerinin oluşması



Şek. 1.2. Düşük tabakalarda arazi kemeri

Yük yüksekliği ( $H_k$ ) şu eşitlikle belirtilmiştir:

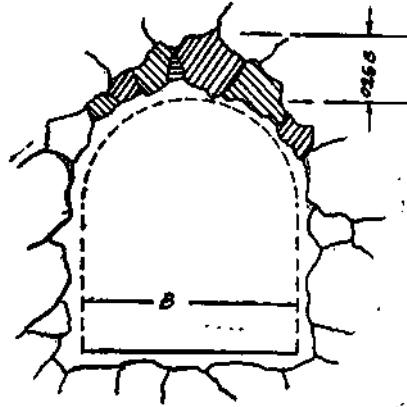
$$H_k = k (B + H)$$

H galeri yüksekliği

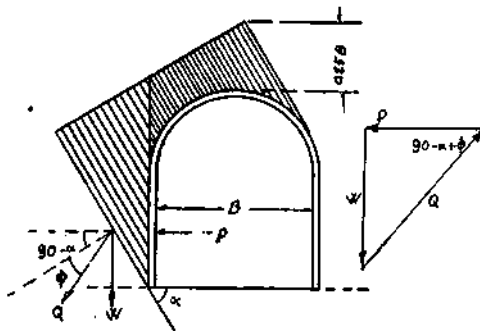
B galeri genişliği

k ilgili koşullara göre aşağıdaki tablodan seçilir.

taşın yapısı	k	düşünceler
1 sert ve sağlam	0	Yalnız taş kavrama durumu var ise hafif bir tahkimat yapılır.
2 orta derecede bloklü ve damarlı	$H_k = 0.25 B$ veya $k = 0.35$	Yan basınç yok.
3 çok bloklü ve damarlı	0.35-1,10	Yan basınç az veya yok.
4 tümü ile ezik kimyasal olarak sağlam	1.10	Yan basınç oldukça yüksek, tünelin alt kısmına sürekli tahkimat veya dairesel bağ uygundur.
5 orta derinlikte ezik taş	1.10-2.10	Yüksek yan basınç var ve ters payanda gerektirir.
6 büyük derinlikte ezik taş	2.10-4.50	Dairesel bağ uygundur.
7 kabarık taş	80 m derinlikten sonra (B + H) ye bağlı değildir.	Dairesel bağ uygundur, enyüksek değerlerde oynar bağları uygulamak önerilir.



Sek 1.3. Orta kırıklıktaki taşta sürülen galeri başlığı



Sek 1.4. Eğik tabakalı arazide tahkimata gelen kuvvetler

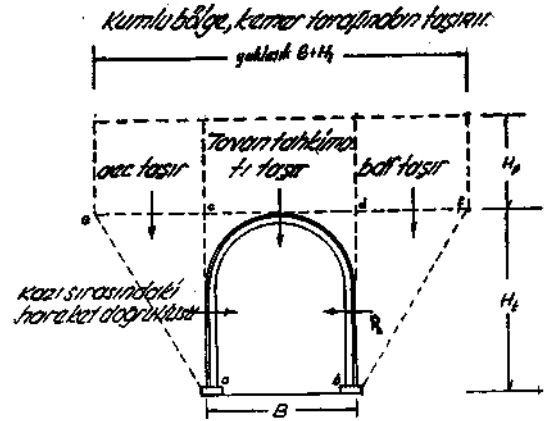
a) Bu tablo, yüzeyden 1.5 (B + H) derinliğinden aşağıda olan tüneller için geçerlidir.

b) Burada, tünel tavanı yer-altı su seviyesinin altında kabul edilmiştir; durum tersine ise 2, 3 ve 4. sıralardaki sonuçlardan % 50 düşülebilir. (Sürekli tahkimat : Beton yan duvar)

#### 1.2. Toprak - kumlu arazide arazi basıncı

Bu arazide tünele gelen yükler şekilde (1.5) gösterilmiştir. Buradaki  $H_p$  değerleri de şu şekilde verilmiştir :

$$\begin{array}{ll} \text{Yoğun kumda : } k_{\min} = 0.27 & k_{\max} = 0.60 \\ \text{Gevşek kumda : } k_{\min} = 0.47 & k_{\max} = 0.60 \end{array}$$



Sek 1.5. Toprak - kumlu arazide tahkimata gelen yükler

Tünel tahkimatının yanlarına gelen basınç ise yaklaşık olarak :

$$P_n = 0.30 w (0.5H_i + H_p) \quad w : \text{ kum yoğunluğu}$$

Taş yükünün yükseklik ve genişliği bulunduktan sonra bir çerçeveye gelen yükü bulmak için iki bağ arası (firça boyu) uzunluk seçilir. (Firça boyu  $b = 0.35 - 1.00$  m.) alınarak demir bağ kesiti hesaplanır. Bulunan kesit bu, belirli bir değer olarak büyük çıkar ise bir bağa gelen yükü azaltmak için  $b$  uzunluğu kısaltılır ve kesit yeniden hesaplanır. Bu değişiklik uygun bir kesit bulana dek denenecektir.

Örnek: B 14 kesitli galeri ( $H = 3.80$ ,  $B = 5.80$  m) orta derecede damarlı ve bloklu kayta sürülür ise bir bağa gelen yükü bulalım :

$$k = 0,3, \quad w = 2.87$$

$$H = 0.30(3.80 + 5,80)$$

$$H = 3.00 \text{ m ve gelen yük :}$$

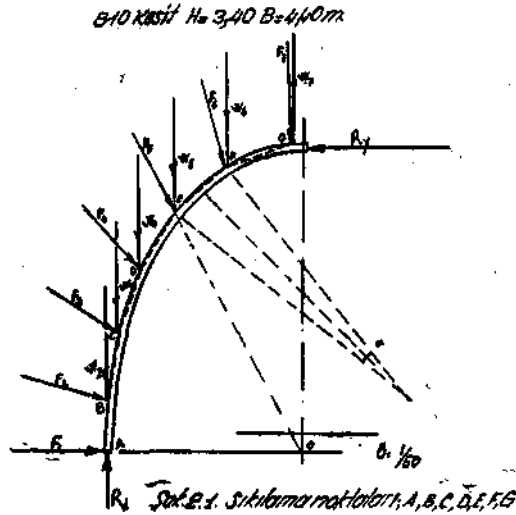
$$\text{firça boyu } 80 \text{ cm ise } W = 3 \cdot 5,80 \cdot 0,80 \cdot 2,87 = 39,8 \text{ ton}$$

$$\text{firça boyu } 60 \text{ cm ise } W = 3 \cdot 5,80 \cdot 0,60 \cdot 2,87 \approx 30,0 \text{ ton}$$

## 2. Tünel tahkimatının boyırlandırılması :

Bu işlem için 200 m derinde ezik bir ortamda sürülen B 10 kesit galerinin uygun demir bağ kesitini bulalım.

2.1 ölçekli olarak çizilen galeri kesitinde boyutlar, sıkılama yerleri belirtilmiştir. Sıkılama noktalarını burada 75 cm ara ile aldık. Bunlar arasındaki yatay uzaklıklar sırası ile; 5, 10, 20, 40, 55, 75, 15 cm olarak bulunur. Şekil : 2.1 Ve aşağıdaki işlemler sıra ile uygulanır.



2.11 Bağ tarafından taşınacak toplam yük  $W$ , (arazi kemeri ağırlığı) bulunur,  $k = 2$  olarak seçildi.  $w = 2.5 \text{ ton/m}^3$   $b = 60 \text{ cm}$

$$H_i = k(H + B) \quad H_i = 15.6 \text{ m}$$

$$W_i = H_i \cdot B \cdot b \cdot w \quad W_i = 103 \text{ ton}$$

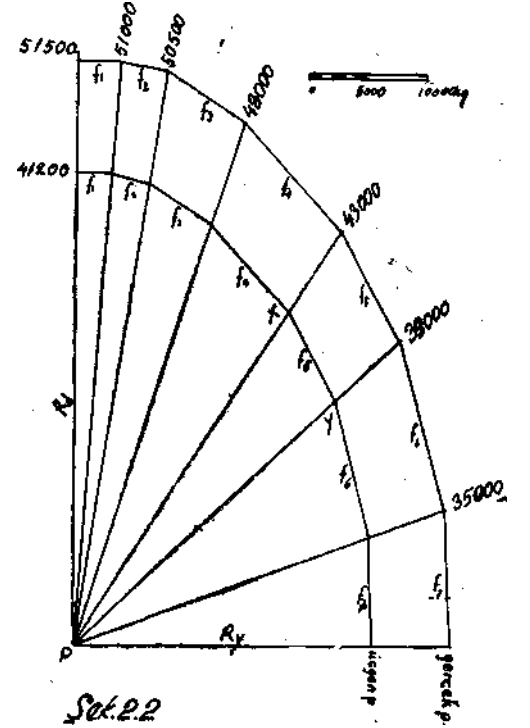
yarım bağın taşıyacağı yük:  $W_i/2 = 51500 \text{ kg}$

2.12 Düşey doğrultudaki  $W$ , ve eğik doğrultudaki  $F$  ; kuvvet vektörleri belirtilir. Burada bulunan  $W_j$  değerleri (dilim ağırlıkları) :

$$W_2 = 2340 \text{ kg} \quad W_3 = 3510 \text{ kg} \quad W_4 = 7020 \text{ kg}$$

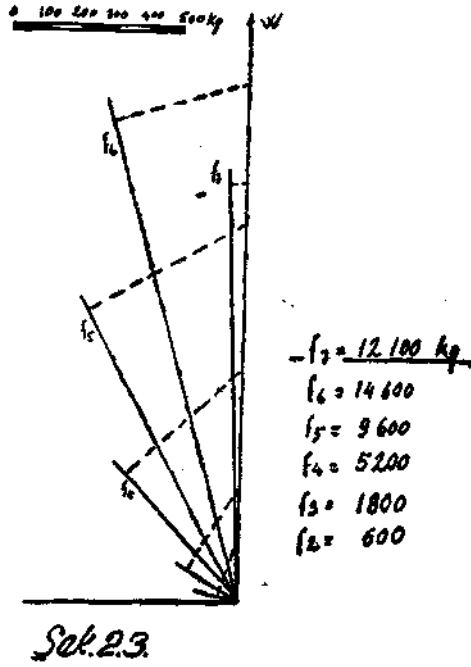
$$W_5 = 11120 \text{ kg} \quad W_6 = 15210 \text{ kg} \quad W_7 = 12300 \text{ kg}$$

2.13 Bir bağa gelen toplam yükün % 80 i başlangıç olarak alınarak teorik kuvvetler poligonu çizilir : üçgen poligon. Şekil : 2.2 (Bu poligonda örneğin DE ışını PXe ve sonra da XY ışını OE ye paralel olarak çizilecektir.)



2.14 Teorik olarak kurulan üçgen poligon üzerinde bazı düzeltmeler yaparak gerçek kuvvet değerleri bulunur. Bu düzeltmeler  $F$  kuvvetleri üzerinde yapılacaktır : Şekil 2.3 de gerçek  $F$  kuvvetlerinin (ki bunlara  $f_i$  dendi) bulunuşu görülüyor. Bunlar arasında, üçgen poligonda ilgili kendi aralığına en büyük değerde uyanı esas alınarak, ilgili ışınlarının arasına teorik doğrultusuna paralel olarak yerleştirilir, ve buna paraleller çizilerek diğer kuvvetler de bulunmuş olur.

örnekte kendi aralığına göre en büyük değerde olan  $f_i$  kuvveti :  $f_i = 12100 \text{ kg}$  olanıdır.



2.15 Elde edilen gerçek poligondaki bu değerler, demir çerçeveye gelecek kuvvetlerin gerçek değerlerine en yakın değerli olanlarıdır. (Ancak  $F_j$  kuvvetinin gerçek değeri henüz bilinmiyor.)

2.16 Demir bağa max. yük (ki itme kuvveti olarak geçiyor) poligondan seçilir, örnekte  $N_{max} = 51\ 000$  kg.

2.17 Çerçevenin boyutuna göre exantrisltesi bulunur : dairesel bağlarda bu değer e ise;

$e = R - \sqrt{R^2 - C^2/4}$  ile bulunur. Kullandığımız bağda ise e değeri;

$$e = R (1 - \cos - ) \text{ B 10 için}$$

$$P = 320 \text{ cm ve } \alpha = 13,5^\circ$$

$$e = 1,9 \text{ cm bulunur.}$$

$$2.18 \text{ Max moment hesabı : } M_{max} = N_{max} \cdot e \cdot 0,86$$

$$M_{max} = 83400 \text{ kg cm}$$

2.19 Kesitin bulunması

$$O_{sm} - \frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_{xx}}$$

A : seçilen bağın kesiti  $cm^2$

$W_{xx}$  : seçilen bağın kullanılan doğrultudaki atalet mom.  $cm^3$

G 130 için A = 44,6  $cm^2$  ve  $W_{xx} = 175 \text{ cm}^3$  (ek tablodan)

Kullanılan bağın malzemesi için  $a_{sm} = 1648$   $kg/cm^2$  alındı. Bulunan değerlerle  $1648 > 1619$  elde edilir.

Buna göre; verilen yapıdaki arazide sürülecek B 10 kesitli galeride demir tahkimat 60 cm aralıta ve G 130 I profilden yapılabilecektir.

2.20 Bulunan sonuç

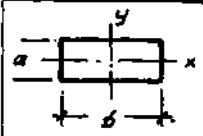
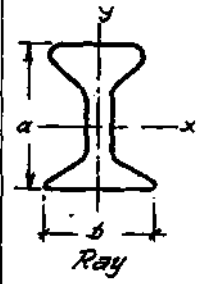
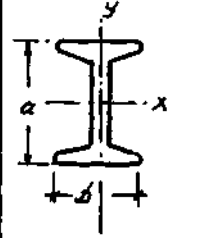

- Fırça boylarını değiştirerek,
- Kazı kesitini değiştirerek,
- Kullanılacak demir profili değiştirerek istenen bir değere yaklaştırılabilir.

Ayrıca;

a) En tepe noktaya sıkılama yapmayıp bunu üst noktadan 15 cm sağa ve sola almak ve sıkılamayı en ideal biçimde yapmak,

b) Eğer çerçevenin ara kısmında da bağlantı parçası var ise poligon çizilirken bu noktalardan da birer vektör geçirerek işlemleri yürütmek gerekir.

TABLO: 1  
Bazı demir-bağ kesitlerinin özellikleri

Kesit	boyut a.b.t.	Ağırlık kg/m	Alan cm <sup>2</sup>	W cm <sup>2</sup>	W
	30x40	9.3	12	6	8
	30x60	13.9	18	9	18
 Ray	110x100	25.7	32.8	100	20
	125x106	31.6	40.0	130	26
	128x115	36.5	46.5	160	31
	145x135	46.4	59	215	<b>44</b>
 I Profil DIN 21541	100x80	20.7	26.4	81	20.1
	110x84	24.5	31.1	103	24.5
	120x92	29.5	37.6	136	32.6
	130x100	35	44.6	175	42.3
	140x110	41.6	53.0	227	57.3
 T Profil	110x100x11	16.4	20.9	179	17.7
	140x140x15	31.3	39.9	660	<b>47.2</b>

TABLO: 2  
Bazı taşların yoğunlukları (kg/dm<sup>3</sup>)

a) iri taneli magmatik taş	b) İnce taneli magmatik taş
Diorit ..... 2,72-2,97	Andesit ..... 2,49-2,85
Gabro ..... 2,85-3,12	Bazalt ..... 2,80-3,07
Granit ..... 2,32-2,82	Riolit ..... 2,09-2,70
Sienit ..... 2,62-2,90	Trakit ..... 2,56
c) Metamorfik taş	d) Tortul taşlar
Gnays ..... 2,64-2,91	Konglomera ..... 2,19-2,40
Mermer ..... 2,59-2,80	Dolomit ..... 2,09-2,69
Kuarsit ..... 2,59-2,69	Kalker ..... 2,09-2,69
Şist ..... 2,69-2,91	Kumtaşı ..... 1,90-2,69
	Şeyi ..... 1,90-2,69
	Ezilmiş taş ..... <b>1,90-2,40</b>

METALÜRJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ  
ASİSTAN ALINACAKTIR

Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesine Maden Yüksek Mühendisi veya tercihan Metalürji Yüksek Mühendisi Asistan alınacaktır.

İsteklilerin Diplomaları ile Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Dekanlığına müracaatları rica olunur.

Elektrik Mühendisleri Odası tarafından yayınlanan,

TELEVİZYON EL KİTABI

çıkıştır. Fiyatı : 7.50 TL. dir. İsteyen üyelerimiz Odamızdan temin edebilirler.