

# RIJİT GALERİ TAHKİMAT SİSTEMİNİN SAKINICALARI VE GEÇME TAHKİMAT SİSTEMİNİN BOYUTLANDIRMA ESASLARI

Ergin ARIOĞLIK\*) - ALİ YÜKSEK\*\*)

## ÖZET

*Havzanın taban follarında yaygın şekilde rijit tahkimat sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem gerek yapısal özelliği ve gerekse profil geometrisi nedeniyle şiddetli konverjans (K fo 10-15) gözlenen taban yolları için uygun tahkime\* karakteristiğine sahip eğildir. Bu sonuç, yerimde yapılan yer değiştirme değerlendirme çalışmalar\* ile ortaya koyulmuştur (Şekil 2,3,4 ve Tablo —1) Artan Üretim derinliği dolayısıyla artan konverjans şiddeti ve Üretim istekleri karşısında, taban yollarında geçme tahkimat sistemlerinin kullanılmasını zorunludur. Gözlenen konverjans şiddetine göre yolların stabilite durumunun daha da iyileştirilmesi için diğer ek önlemlerinde (Rijit takviye, tavan - taban civata uygulaması gibi) beraberinde alınması gerekli olabilir.*

*Bu çalışmada, geçme tahkimat sisteminin istenen konverjans seviyesi ve belli jeolojik ve çalışma şartları için boyutlandırma nomogramları verilmiştir. Hazırlanan bu nomogramların (Şekil— 5,6 ve 7) yardımıyla, geçme tahkimat sisteminin bağ aralığı ve gerekli profil ağırlığı kolaylıkla bulunabilir. Nomogramların değerlendirilmesi sonucunda, galeri alanı (Je gerekli profil ağırlığının lineer olarak değiştirilmesi)*

## SUMMARY

*As the working depth increases in Zonguldak coal field the larger cross-sections are becoming necessary. According to the results of a study carried out on underground rigid steel arch support systems are not found to be capable of meeting convergence experienced on them. In order to accommodate effectively excessive convergence of the surrounding strata usage of yielding steel support (T.H.) in the tailgates is proposed.*

*In this paper, nomograms (Fig. 5,6 and 7) for dimensioning of yielding steel Support (TH) with "U" —section were prepared. By means of nomograms the above-mentioned, space of the support, and unit weight of the section can be easily found out.*

(\*) Dr Maden Y. Mühendisi, İTÜ Maden Fakültesi, İSTANBUL

(\*\*) Maden Mühendisi, İTÜ Maden Fakültesi, İSTANBUL

# 1. GİRİŞ

#Ötül?öMkömür havzana âit\* hazırlıklarla ilgili slyıs^l/dçğerlef yakıhdarç ificpleh-  
diğinde, su noktalar çıkarılabilir:

- Yılda kömür içinde sürülen galeri		
uzunluğu (Ekw1) .....	91	000 m
- 1000 ton kömür için sürülen galeri		
uzunluğu (Ek-1) .....		12-2m
- Yaygm açılan faydalı kesit .....		B 10
- B 10 topîam maliyeti (Ek-2) .....		TL/m
- B 10'da profil tüketim (EK-2) .....		231 kg/m
- Profil maliyeti .....		3192 TL/m

Taban yollarının servis ömürleri boyunca maruz kaldıkları konverjans şiddeti, tamir + tarama miktarı ve bu işlemin toplam maliyetleri hakkında kesin bir bilgi olmamasına rağmen, konu üzerinde yapılan sınırlı çalışmaların sonuçlarına göre: ortalama konverjansın % 20 - 30 (\*) , bir taban yolunun servis ömrü boyunca en az bir kere tarandığı ve tamir + tarama işleminin 6000 (TL/m) olduğu belirtilebilir. Minimum 1 adet (tamir + tarama) işlemi ile taban yolunun maliyeti 80.000 TL/m'ye yükselmektedir, Yolun tamir + bakımından,sonuçlanan üretim kayıpları bu maliyet analizinde.gpzönünde tutulursa, bu artışm daha da .dramatik bir seviyede olacağı açıktır. Tahkimat sisteminde kullanılan 'T' profilleri % 10-15 konverjansın üzerinde burulma karakterinde şekil değiştirirle olayına maruz kalırlar. Bu tür zorlanmaya çalışan profil asimetrik olarak deforme olacağından, tekrar düzeltilip kullanılma şansı çok azdır. Diğer bir deyişle, kovenjansın şiddeti malzeme kullanım ekonomisi yönünden de çokbüyük olumsuz etkisi vardır.

Bir taban yolunun maruz kaldığı konverjansın büyüklüğü tamir + tarama miktarını vs maliyetini kontrol eden en belirgin etkidir.U) Doğal faktörlerin bir an değişmediği kaBul edilirse, bu karakteristik büyüklüğü de kojitroi eden en önemli faktör taban yolu: nun geometrik boyutlarıdır, (M)

Üretim ve havalandırma istekleri bakımından B 10'dan B 14'e geçilmesi havza şartlarında zorunlu görülmektedir^4) \yr) çjoğal ve teknik şartlarda, konverjansdan sonuçlanan alan kapanması sırasıyla B 10 ve B 14 için yaklaşık % 35 ve 45 olarak hesaplanabilir. Daha açık bir deyişle,% 40 alan artımı alan kaybını % 28.5 oranında artıracaktır. Doğal koşullardan üretim derinliğinin artımı da dikkate alınırsa faydalı kesit alanında gözlenecek alan kaybının daha da şiddetli olacağı kolaylıkla kestirilebilir.

Yukarıda çok kısa bir şekilde anlatılmaya çalışılan problemin rasyonel çözümü üretim olayı ile organik bir ilişkisi bulunması konunun Önemi bir kat daha artırmaktadır. Taban yollarında konverjans olayını kontrol etmek ve tahkimat sistemlerinin çalışma karakteristiklerine uygun bir çalışma ortamının oluşturulması için Maden mühendisi, çalışma şartlarına bağlı olarak şu yöntemleri mutlaka uygulamalıdır.

(\*) Bildiride verilen değerler çalışma ve doğal koşulların fonksiyonu olarak büyük ölçüde değişim gösterebilirler, fin nedenle bunları birer mertebe büyüklükleri kabul etmek gerekir.

- Taban yolu ayak tarafına rijit takviye yapılması,
- T^ban yolu taşıyıcı sistemini "U" profilinden oluşturmak (= Geçme bağlar).
- Tavan ve taban civatalarının kullanılması,
- Her iki Veya üç sisteminin birlikte uygulanması.

Taban yolu ayak tarafının rijit dolgu ile takviye edilmesi konusunda teknik ayrıntılar, sağlanacak net yararlar yerli literatürümüzde geniş şekilde tartışılmış ve incelenmiştir.(B.6,7,,8)

Bu çalışmada ise halen kullanılan rijit bağ sisteminin uygulamada gözlenen sakıncalı tarafları yerinde yapılan durum tespitleri ile ortaya koyulmağa çalışılmıştır. Ayrıca geçme bağların hissedilecek konverjans seviyesine ve faydalı kesit alanına bağlı olarak boyutlandırma esasları formüle edilmiştir.

## 2. RİJİT TAHKİMAT SİSTEMİNİN SAKINCALI TARAFLARI

Anılan sistemin sakıncalı tarafları iki ana başlık altında incelenebilir.

### 2.1 Sistem Açısından

Yapısal özelliği nedeniyle sistemin dış yükler altında yapacağı şekil değiştirme miktarı kesitin eğilme rijitliğiyle limitli olup, pratik anlamda bir kaç "cm" mertebesindedir. Bu rijitlik dış yük (tahkimat yükü) dağılım geometrisini etkiler. Yük dağılımı, sisteme verilen rijiti de karakteristiğine ilintili olarak Uniform dağılım şeklinde geniş Ölçüde ayrılır. Bu yükleme türü tahkimat kesitinde normal gerilme yanında eğilme gerilmesini oluşturur ve kesit boyutlandırılması yönünden eğilme gerilmesi, normal gerilmeyle oranla çok daha kritiktir. Daha açık bir deyişle, emniyetli boyutlandırma için gereken kesit geometrisi daha büyük olacaktır.

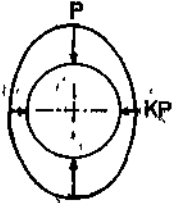
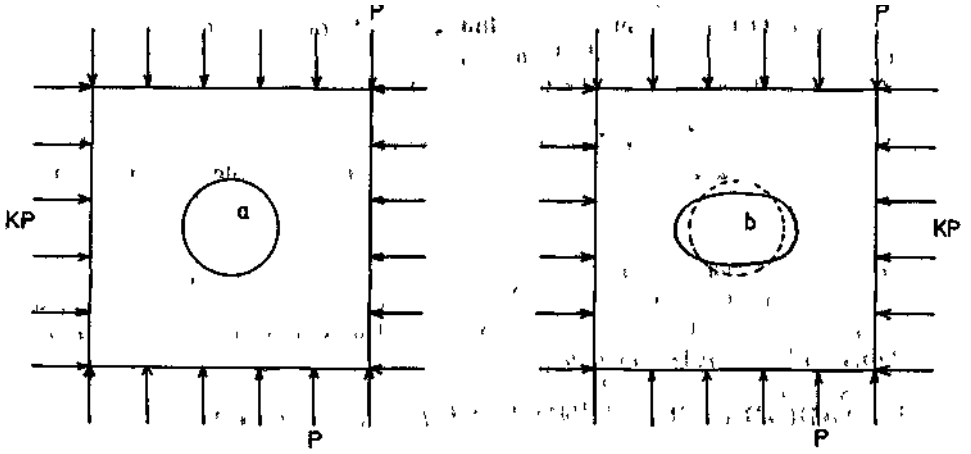
Buna karşın, uniform olmayan dış<sup>1</sup> yükler altında, çöken bir tahkimat sistemi üzerindeki yük dağılımını uniform yapıncaya kadar şekil değiştirecektir. Uniform yükleme tahkimatın geometrik formuna bağlı olarak kesitteki eğilme gerilmesini büyük ölçüde azaltacaktır, örneğin, tam dairesel taşıyıcı sistem durumunda, kesitte sadece normal gerilme söz konusudur. Diğer bir deyişle, malzeme tüketimi minimumdur.

Şekil 1'de yukarıda belirtilen sistem farklılıkları tahkimatın formasyon karektistikleri ile birlikte dairesel tahkimat için şematize edilmiştir.

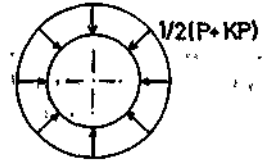
### 2.2. Profil Yönünden

I profillerinin (y-y) eğilme eksenine göre mukavemet momentleri "Wy" oldukça düşüktür. Başka bir deyişle profilin O eksen için taşıyabilecek eğilme momenti (x-x) eksenine göre daha küçüktür. Bu özellik, eğilme (\*) durumunda gerilme şiddeti yönünden kritik önem taşır.

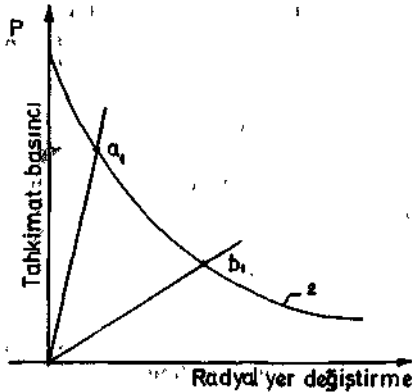
(\*) Bu zorlamada tavan yükleme durumuna göre yükler çizgisi kesitin asal atalet eksenleriyle belirli bir açı yapar. Çatlak takımlarının taban yolunun aksına dik olmaması durumunda bu tür zorlama çoğu kez gözlenebilir.




Uniform olmayan yük dağılımı



Uniform yük dağılımı



İřaret

-  Orijinal kesit
- a**..... Rijit sistem
- b**..... Çöken sistem.
- 1**..... Sistem (tahkimat) karakteristiği
- 2**..... Formasyon karakteristiği

Şekil. 1: Rijit ve < çöken sistemlerin yük dağılım geometrisine etkisi ve karakteristik eğrileri

Buna karşın, geçme tahkimat susterhinde kullanılan "U" profillerinin "W<sub>y</sub> büyük- lükleri mertebe olarak,"W<sub>v</sub>" kadardır.

"I" ve "U" profilleri için kesit büyüklükleri arasında sırasıyla':

$$(DİN 21514) \quad W_y = 0.24 W_x + 0.90 \quad (1)$$

ve

$$(TH 48) \quad W_y = 1,09 W_x - 3,1 \quad (2)$$

İstatistiksel bağıntıları elde edilmiştir,(9) Burada W<sub>y</sub> ve W<sub>v</sub> kesitin sırasıyla y ve x eksenlerine göre mukavemet momentlerini ifade eder. "Hemen farkedileceği gibi "U" profillerinde W mukavemet momentleri W<sub>v</sub> kadar kuvvetli olup, eğik eğilme zorlaması için ideal profil özelliğini taşırlar.

### 3. RİJİT TAHKİMAT SİSTEMİNDE GÖZLENEN KIRILMA'MODLARI

Söz konusu taşıyıcı sistemde 3 tür kırılma modu gözlenir. Bunlara,şağıda kısaca be- lirtilmiştir.

#### 3.1 Flambaj (Burkulma) Kırılması

Bilindiği gibi taşıyıcı sistemin düz kısmında (çubuk kısmı) normal (basınç) gerilme zorlaması daha şiddetlidir. Bu zorlama ile sistemin denge konumundan ayrılarak kararsız denge durumuna geçmesi, düz kısımları, hissedilir, ölçüde yana eğer. Bu tür kırılma, ola- yında hakim faktörler kesitteki normal kuvvetin büyüklüğü ve sisteminburkulma uzun- luğudur. Şekil 2 Havza taban yollarında gözlenen tipik bir flambaj olayını karakterize etmektedir. İzlendiği gibi sistemin düz' kısmı doğru formdan ayrılmış yana doğru büyük ölçüde yerdeğiştirmiştir.

#### 3.2. Yansal Burulma Kırılması

Rijit tahkimat sisteminde yaygın şekilde gözlenen kırılma modudur. Plan dışı etki- yen yüklerin oluşturduğu burulma momentinin etkisiyle profilin aşırı şekilde burulması- dır. Bu zorlamaya maruz kalan bir rijit tahkimat sistemi Şekil—3'de açıkça görülmekte- dir. Böyle şiddetli burulma hisseden sistem taşıyıcılığında büyük ölçüde kaybeder. Pro- filin taşıyabileceği yansal-burulma momenti kesit profilinin geometrik büyüklüklerine bağlı olarak :

$$M = \frac{\pi}{L} \sqrt{E I_y G J} \quad (3)$$

ilebelirlenir.(10)

Burada:

- M ... Profilin burulma moment kapasitesi
- E ... Malzemenin elastisite modülü
- L ... (y-y) eksenine göre profilin atalet momenti
- G ... Malzemenin kayma modülü
- J .... Burulma sabitesi**
- L .... Elemanın mesnetlenmemiş uzunluğu.

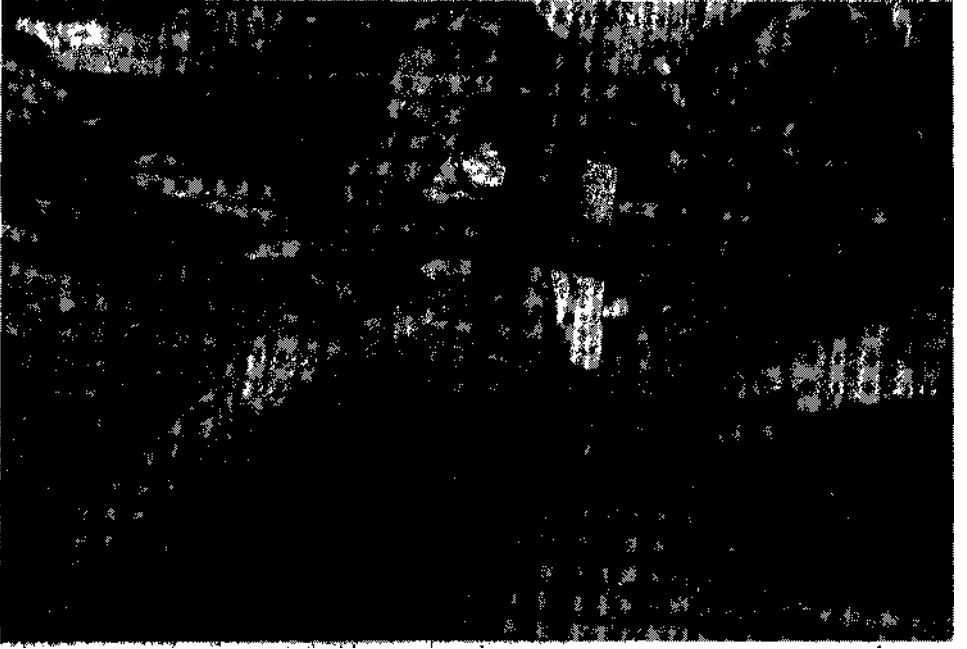


Şekil- 2 FJambaj olayı gözlenen rijit, tahkimat

'Daha önce belirtildiği üzere T\* profillerinin en zayıf eksenini (y-y) eksenidir. pIN 21514 normuna göre üretilen "I" profillerinde  $I_y/I_x$  oranı yaklaşık 0.2'dir. Bu neaenle rijit sistemin burulma momentine karşı taşıma gücü "U" profiline nazaran çok daha azdır, örneğin, hemen hemen aynı mukavemet momentine sahip iki farklı profil formunun burulma moment kapasiteleri arasında,

$$\frac{M_I}{M_U} = 0.34$$

gibi oran mevcuttur. Burda,  $M_j$  ve  $M_y$  sırasıyla t ve U profillerine karşı gelen burulma moment kapasitelerini ifade etmektedir.



Şekil-4: Yansıl btiMmà görühmasına maruz kalmış tahkimat

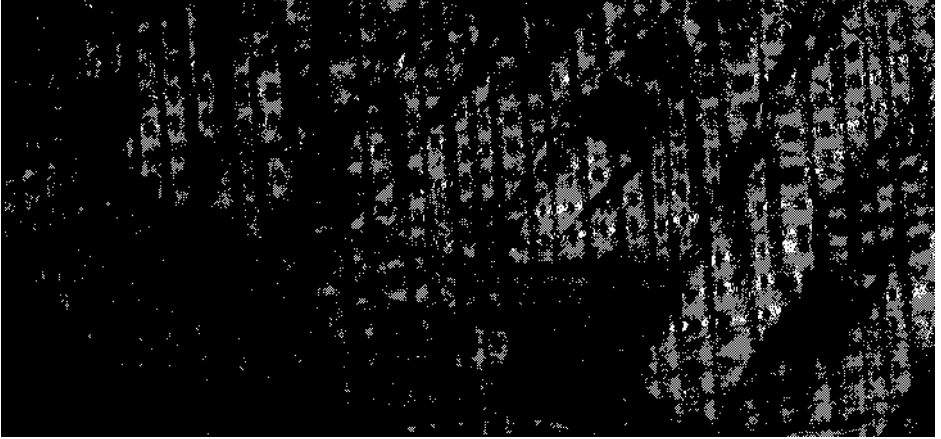
### 3.3 Bağlantı Elemanlarında Gözlenen Kırılma

Gerek boyutlandırma hatası, gerekse yetersiz İşçilik nedeniyle iyi yapılmayan bağlantı elemanları, tavan yüklerinin etkisi altında çözülür ve sistem o noktada yapısal devamlılığını kaybeder. Çözülme derecesine göre, sistemin mesnetlenme koşulları değişir ve bağlantı noktalarının eğilme momenti alma kapasitesi azalır. Diğer bir deyişle, tahkimatın taşıma kapasitesi azalır. Şekil-4' de bağlantı elemanlarının en ekstrem çözülme şekli izlenmektedir.

## 4. KONVERJANSIN, ŞİDDETİNE GÖRE RÜİT TAHKİMAT SİTEMİNDE GÖZLENEN YERDEĞİŞTİRMELERİN SINIFLANDIRILMASI

Rasyonel bir taban yolu tasarımında, tahkimat elemanlarının hissedilen konverjans miktarına göre yerdeğiştirme karakteristiklerinin sınıflandırılması büyük önem taşır. Böyle bir sınıflandırma çalışmasıyla, mühendis belirli jeolojik ve teknik oarametreler için taşıyıcı sistemde gözlenebilecek şekil değişimini önceden bir mertebe kestirimi içinde saptayabilir. Ve taban yolunda daha duraylı ve ekonomik çalışma koşullarının temini açısından gerekli mühendislik önlemlerini alabilir.

Önerilen sınıflandırmada (Tablo-1) hareket noktası taban yolundan hissedilen konverjans seviyesine göre tahkimat sisteminin margz kaldığı geometrik şekil değişimidir.



Şekil-4 Rijit tahkimatta bağlantı elemanlarında çözülme olayı.

Söz konusu çalışmada gözönüne alınan taban yolu sayısı ve diğer karakteristik büyüklükler aşağıda özetlenmiştir.

incelenen taban yolu sayısı . . . . . 19

Damarlar.....Çaydamar, Milopero, Sulu, Pirç, Acılık, Hacımemiş (Üzülmez -r Kozlu Üretim Bölgeleri)

Damar kalınlıkları . . . . . 0.8 - 2,5 m

Derinlik . . . . . - 95, - 485

## 5. GEÇME TAHKİMAT SİSTEMİNİN BOYUTLANDIRILMASI

### 5.1 Kabuller

Taşıyıcı sistemin boyutlandırılmasında yapılan kabulleri üç ana grupta toplamak mümkündür. Bunlar aşağıda kısaca belirtilmiştir.

#### 5.1.1. Formasyonun Basınç-Yerdeğiştirme Karakteristiği İle İlgili Temel Kabuller. U<sup>1</sup> »<sup>12</sup>) (\*)

-Taban yolu etrafındaki bakir ortamda gerilme durumu hidrostatiktir.

• Ortam homojen, isotrop bir malzemedir.






• Açılan galerinin geometrik formu daireseldir.

- Formasyonun kırılma zarfı üç eksenli gerilme durumunda lineer bir ifade ile temsil edilmiştir.

(\*) Anılan kabullerin pratik geçerliliği büyük ölçüde tartışmaya açık gözükmektedir. Fakat bu kabullere dayandırılan boyutlandırma yaklaşımının sonuçları kabullerin değişimi durumunda önemli sapma göstermeyecektir.



TABLO-1

Deñir İndek.	Kesit Şekli	Konverjans (%)	Bağla ve Kesit Şeklinde Değişimler
1		5	Galeri kesitindeki küçülme ve bağ Unitelerindeki deformasyon gözle fark edilmez. Rijit tahkimat sistemi taşıyıcılığında kaybetmemiştir. Döner içindeki rijit tahkimatlar bu formun çok kısa süre tutabilirler.
2		15	Bu aşamada düzey yükün etkisi ile kesit kapanmaya başlar. Ancak işletme faaliyetlerini engelleyici değildir. Uzun süre kalabilen ve en çok rastlanılan kesit şeklidir. Bu aşamada tahkimatın tamiri gereklidir.
3		35	Rijit tahkimat sistemi özelliğini kaybetmiş, kesit kaybı % 30-40'a ulaşmıştır. Tahkimatın düz kısımlarında eğilme, pabuçlarda çözülmeye vardır. Tahkimat ilave taşıyıcı (Poligon tahkimat) ile takviye edilmelidir.
4		45	Önceki aşamada takviye edilmeyen bağlar hızla bu konuma geçerler. Tahkimatın yan kısımlarında kolon tipi ve yansal burkulma şiddetli olup, bağlantılar tamamen çözülmüştür. Yükü ilave sistem taşır. Tarama mutlaka yapılmalıdır.
5		60	Bağlantıların çözümesi ve ilave tahkimatında taşıyıcılığını kaybetmesi üzerine sistem çökmeğe doğru ilerler.

$$\sigma_1 = \sigma_b + k \cdot \sigma_3$$

Burada,

t - Kayacın kırılma gerilmesi

σ<sub>3</sub> ... Yanal gerilme

b .. Kayacın tek eksenli kırılma direnci

k ... Kırılma zarfının eğimi. Bu değer kayacın içsel sürtünme açısına O bağlı olarak

$$k = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta} = \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\theta}{2} \right)$$

ile belirlenir, Uygulamada şu değerler arasında değişir. (12.13.14)

$$k = 2.3 \quad (\theta = 20^\circ - 30^\circ)$$

Zayıf çamurtaşı

Kömür ve ortalama taban

$$k = 4 \quad (\theta = 37^\circ)$$

yolu kayaçları

Kum taşı

$$k = 5 - 6 \quad (\theta = 50^\circ - 60^\circ)$$

- Yumuşak formasyon içinde açılan galerinin radyal şekil değişimi kullanılan tahkimat sisteminin taşıma gücüne ve ortamın jeomekanik büyüklüklerine bağlı olarak,

$$\Delta d = d \cdot \frac{1+\nu}{E} \left\{ \frac{(k-1) \sigma_z + \sigma_b/n}{k+1} \right\} \left\{ \frac{2 \sigma_z \sqrt{b/n}}{(P+P')(k+1)} \right\} + \epsilon/k-1$$

şeklinde ifade edilebilir. (12,13)

Burada,

Δd ... Çaps4 klanına

d ... Galeri çapı

ν ... Poisson oranı, genellikle kömür havzalarındaki formasyonlar için 0.25 alınabilir.

E ... Elastisite modülü, Bu büyüklük ile V£ arasında aşağıdaki ampirik ilinti vardır. <sup>11\*</sup>

$$E = 310 \sqrt{\sigma_b} \text{ , kg/cm}^2$$

σ<sub>z</sub> ... Derinlik basıncı olup, şiddeti

$$\sigma_z = \gamma \cdot H$$

ile ifade edilir.

γ ... Ortalama kayaç yoğunluğu

H ... Taban yolunun derinliği

√b ... Labratuvarda Ölçülen tek ekinli basınç direnci.

n ... Kayacın yerinde basınç direncini ifade eden ampirik katsayı. Bu değer büyük ölçüde kayacın çatlaklılık parametresine bağlıdır, örneğin, çok çatlaklı bir formasyonda n = 4 - 5 arasında değer alır. Faylı bir zönun kenarında ise n = 6 - 7 arasında kabul edilmektedir. (12.13)

ε ... Genişleme faktörü. Maksimum değer olarak ε<sub>j</sub> = 0.5'dir. Genellikle ε = 0.2 alınmaktadır.

P ... Tahkimatın taşıma gücü

P' ... Kırılmış malzemenin kohezyon katsayısı (Pratik hesaplarda 1 kg/cm2 değeri kabul edilebilir).

### 5.1.2. Taşıyıcı Sistemin Statiği ve Kesit Profil Büyüklükleri İle İlgili Kabuller

- Sistem, sadece normal gerilme zorlamasına çalışmaktadır. Taşıyıcı sistemin, geçme bağlantı elemanlarının çözüldüğü \*) duruma karşı gelen taşıma gücü ;

$$P = \frac{2 F_{\text{çöz}}}{a.d} \quad (9)$$

olarak ifade edilir.

Burada,

P .... Tahkimatın (TH) taşıma gücü

F<sub>çöz</sub>-- Geçme elemanlarını çözen aksiyal kuvvet. Bu yükleme seviyesinde sistem çözümlenerek gerçek taşıyıcılığını kaybeder.

a .... Tahkimatlar arasındaki ortalama mesafe

d .... Galeri genişliği

- Birim kazı hacmi için tüketilecek profil miktarı, birim profil ağırlığı ve galeri geometrik boyutlarına bağlı olarak aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir. (<sup>15>16</sup>)

$$SA = \frac{U \cdot q}{F \cdot a} \quad (10)$$

Burada,

SA ... Birim kazı hacmi için tüketilen profil miktarı, kg/m<sup>3</sup>

U ... Taşıyıcı sistemin çevresi, m

q ... Birim profil ağırlığı, kg/m

F ... Galerinin faydalı kesiti, m<sup>2</sup>

a ... Tahkimatlar arasındaki ortalama mesafe, m

"U" değeri ile galeri faydalı kesiti "F" arasında istatistiksel olarak gayet anlamlı.

$$U = 0.414 F + 5.07 \quad (H)$$

şeklinde bağımlı vardır. <sup>9)</sup> Bu eşitlik yardımıyla profil tüketim miktarı daha kullanışlı biçimde faydalı kesit alanı cinsinden ifade edilebilir.

### 5.1.3. Taban Yolu Konverjansı -Profil Tüketim Sarfıyatı İle İlgili Kabuller

• İki büyüklük arasındaki ilişki için Batı Almanya kömür ocaklarında gerçekleştirilen gözlemlerin istatistiksel analizi sonucunda elde edilen

$$(15) SA = 22 e^{(0.0053 + \frac{0.0068}{m}) K}$$

ampirik eşitliği kullanılmıştır. (<sup>17</sup>)

Burada açıklanmayan sembollerin anlamları şunlardır :

(\*) Çözülme koşulu doğrudan doğruya bağlantı elemanının konstrüksiyon şekliyle ilintilidir. Bu değer bağlantı elemanları üzerinde gerçekleştirilecek (Yükleme - Çözülme) testi ile deneysel şekilde saptanabilir. F<sub>çöz</sub> mertebesi olarak 10-15 ton

- K .... Taban yolunda gözlenen konverjans, % (Galeri yüksekliği cinsinden,  $K = \frac{d}{d} \times 100, \%$ )
- m .... Taban formasyon cinsine göre değişen sabite, Ortalama taban formasyonları gözönünde tutulursa  $m = 4$  alınabilir. (Bu durumda  $k = 3$  olmaktadır).

## 5i2 Boyutlandırma Nomogramları

Yukarıda belirtilen kabuller çerçevesinde yapılan boyutlandırma analizinin sonuçları tahkimatın çözülme yükü  $F\check{C}\ddot{O}_z = 100\ 000\ \text{kg}$ , formasyonun basınç direnci,  $v\text{-}b = 100\ \text{kg/cm}^2$ ,  $200\ \text{kg/cm}^2$  ve üretim derinliği  $H = 500\ \text{m}$  ve  $800\ \text{m}$  için nomogram formunda sunulmuştur. (Şekil 5 ve Şekil 6) (Söz konusu analizde kırılma zarfının eğimi  $k = 3$  ve bir anlamda süreksizlik yoğunluğunu ifade eden  $n$  katsayısı 4 kabul edilmiştir).

Bir geçme bağ sisteminin tasarımında belirli bir konverjans seviyesi için kullanılacak profilin ağırlığının ve bağ aralığının belirlenmesi istenir. Genellikle alınacak konverjans seviyesi taban yolunun servis ömrü boyunca havalandırma ve nakliyat sirkülasyonuna rahatlıkla cevap verebilen ve en az tamir ve bakım gerektiren konverjans şiddetidir. Bu büyüklüğün belirlenmesinde daha önce yapılan gözlemlere dayandırılan konverjans - yerdeğiştirme sınıflandırılması yardımcı olabilir.. Genel olarak % 15-25 mertebesindeki konverjans seviyesi' duraylı çalışma koşulları açısından kabul edilebilir. Ayrıca konverjans seviyesinin mümkün mertebe büyük alınmasının boyutlandırmada profil ekonomisi sağlayacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

Verilen tasarım nomogramlarının tipik bir uygulaması nomogram üzerinde kırık hatlarla gösterilmiştir (Şekil 5).

### Sayısal örnek

Ana veriler şunlar olsun :

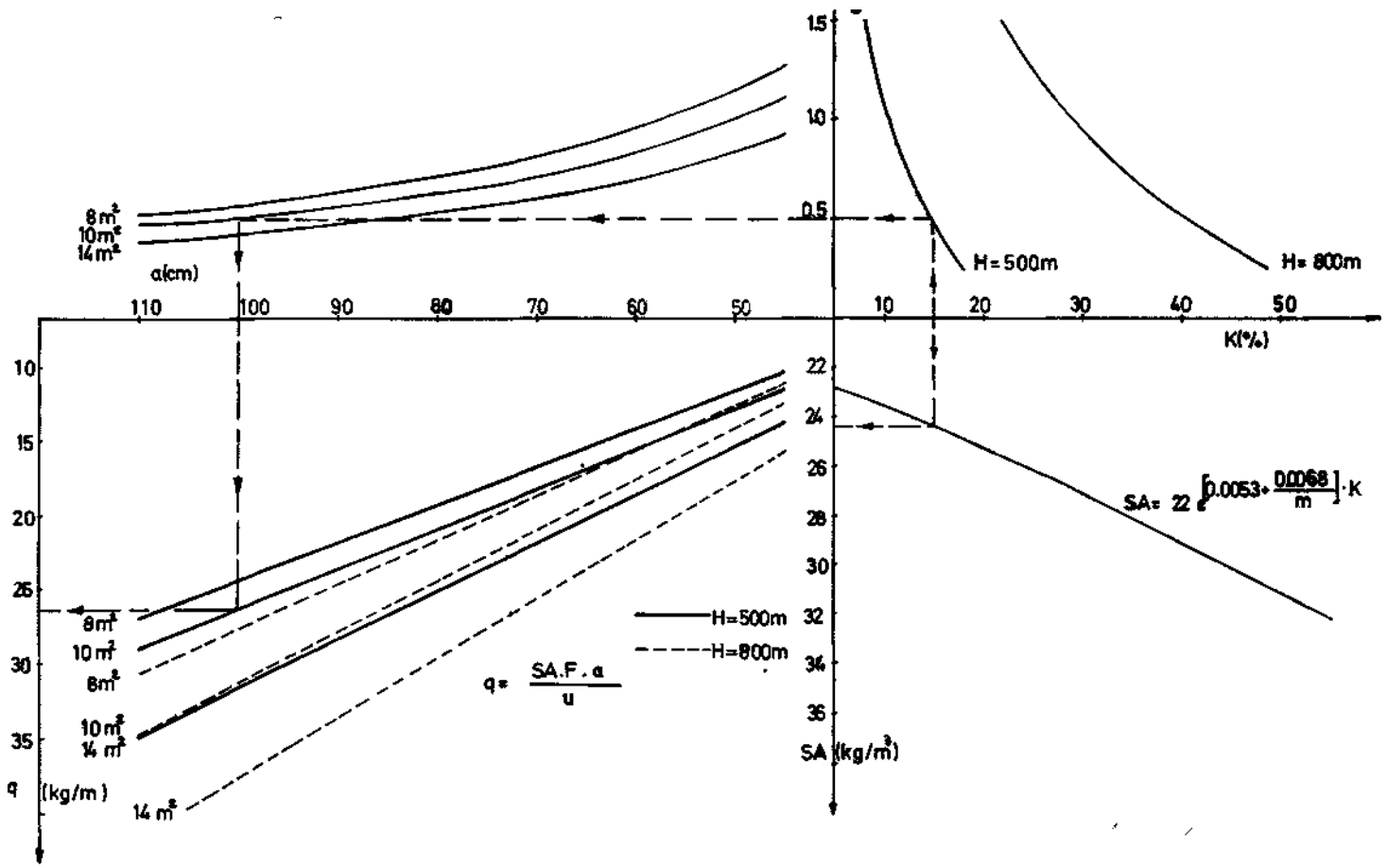
Üretim derinliği	$H = 500\ \text{m}$
Taban yolu formasyonunun labratuvar basınç direnci	$Vb = 100\ \text{kg/cm}^2$
Faydalı galeri kesiti	$B\ 10$

Taban yolunda kabul edilebilecek konverjans seviyesi  $K = \% 15$ 'dir. Bu verilere göre, tahkimat sisteminin tasarımı söz konusudur.

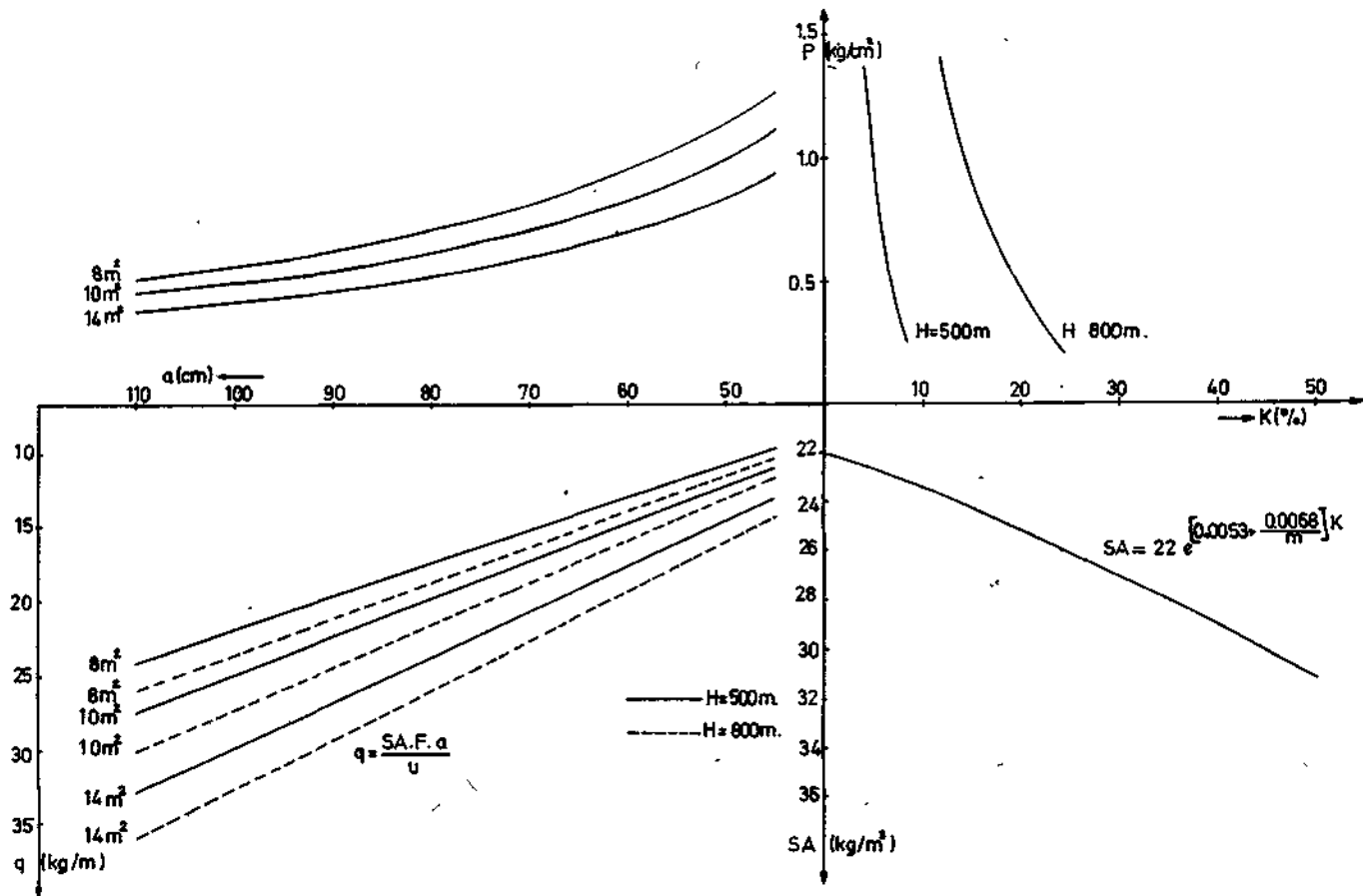
Doğrudan doğruya Şekil-5 yardımıyla, tasarım büyüklükleri :

tahkimat basıncı	$P - 0.5\ \text{kg/cm}^2 = 5\ \text{t/m}^2$
tahkimat aralığı	$a = 100\ \text{cm}$
gerekli profil ağırlığı	$q = 27\ \text{kg/m}$
$1\ \text{m}^3$ kazı hacmi için tüketilecek profil ağırlığı	$SA = 24.5\ \text{kg/m}^3$

olarak elde edilir.



Şekil 5: TH tahkimatı için boyutlandırma nomogramı (F 10 t. b = 100  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )



Tasarım nomogramı faydalı kesit alanı - tahkimat aralığı-profil ağırlığı cinsinden daha da basitleştirilebilir. Tipik bir örnek  $\gamma = 100 \text{ kg/cm}^2$  için Şekil 7'de görülmektedir.

Şekil 5,6 ve 7'nin incelenmesinden elde edilen pratik sonuçlar şöyle özetlenebilir :

- Aynı jeomekanik büyüklükler ve tahkimat basıncında, artan üretim derinliği ile konverjans önemli ölçüde artmaktadır.

- Konverjansı kontrol eden diğer önemli parametre de formasyonun yerindeki tek eksenli basınç direncidir. Artan basınç direnci ile konverjansın azalacağı genel olarak ifade edilebilir.

- Aynı üretim derinliğinde, sabit faydalı galeri kesiti, tahkimat çözülme yükü ve taban formasyonu için azalan konverjans ile tahkimat basıncı artmaktadır. Diğer bir anlamla bu durumda gerekli tahkimat aralığı azalmaktadır.

- Artan konverjans ile birim kazı hacmine karşı gelen gerekli profil ağırlığı artmaktadır. Belirli bir konverjans seviyesinde, taban formasyonunun jeomekanik büyüklükleri zaldıkça anılan profil miktarı hissedilir ölçüde azalmaktadır.

- Verilen taban ve tahkimat çözülme şartlarında, sabit bağ aralığı için artan kesit alanı ile gerekli profil ağırlığı artmaktadır. İki parametre arasındaki söz konusu ilişki kabul edilebilir.

- Değişmeyen bağ aralığı, tahkimat çözülme ve taban şartlarında, aynı taban yolu eğitimi için artan üretim derinliği ile gerekli profil ağırlığı hissedilir ölçüde artmaktadır.

## 5. SONUÇLAR

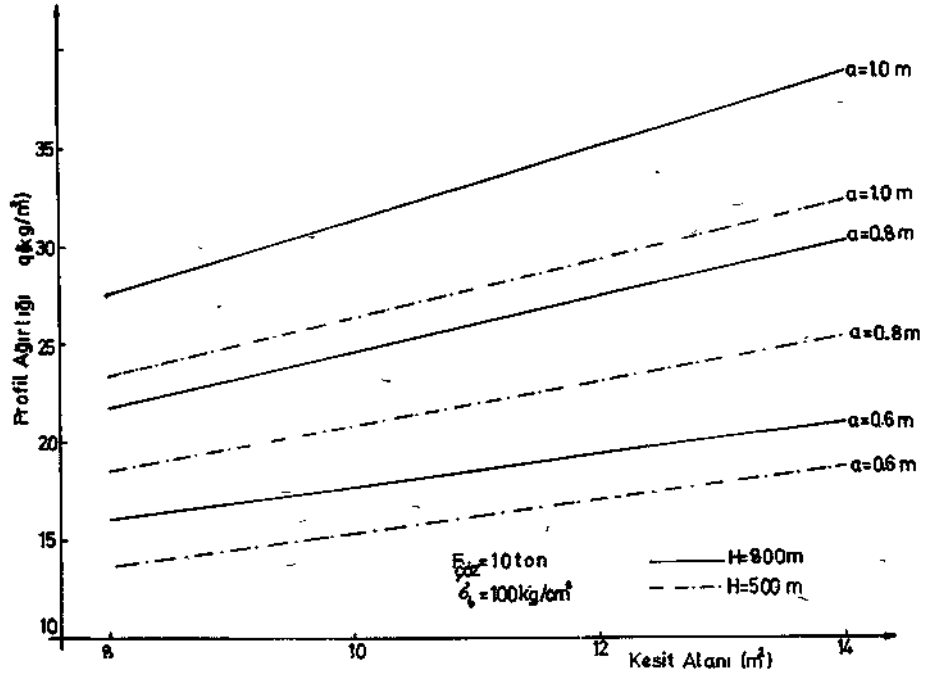
Bu çalışmada ele alınan konulardan elde edilen belli başlı sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

6.1 Bugün havzada kullanılan rijit tahkimat sistemi artan üretim derinlikleri ve yumuşak taban formasyonları için uygun bir taşıyıcı sistem değildir. Bu çalışma şartlarında n uygun taşıyıcı sistem geçme tahkimat (T.H) dir.

6.2 Sınırlı sayıdaki yerinde gözlemlerin konverjans yönünden değerlendirilmesi sonucunda tahkimat sisteminin bir anlamda hasar (yer değiştirme) durumunu derecelendiren bir sınıflandırma teklif edilmiştir. Bu sınıflandırma özellikle havzada ileride yapılacak yeni taban yollarının tasarımına klavuzluk edebilir.

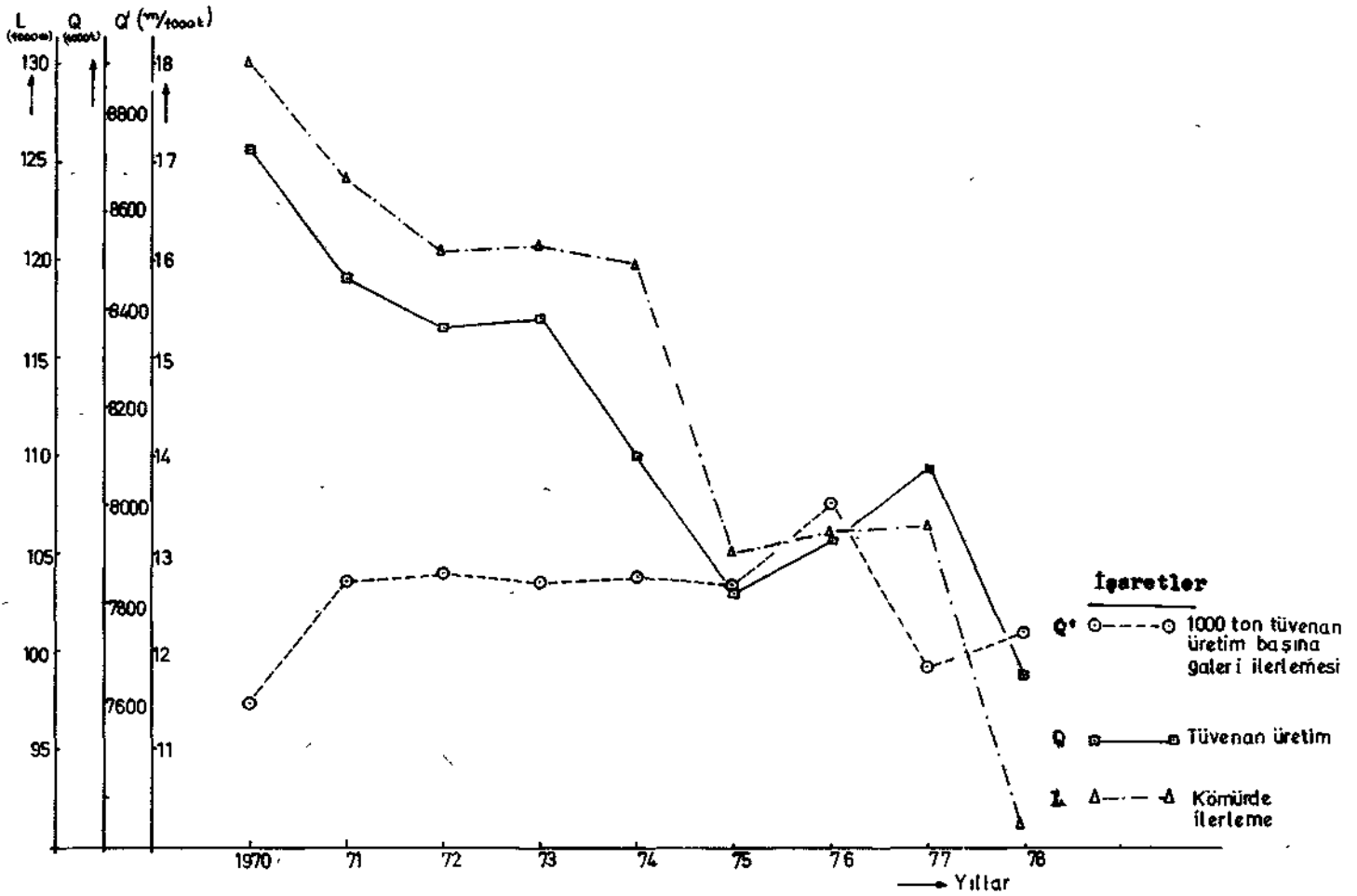
6.3 Geçme tahkimat sistemi için mümkün merteye havza şartlarını içeren boyutlandırma nomogramları (Şekil. 5,6) hazırlanmıştır. Bu nomogramlarla, verilen çalışma ve jometrik büyüklükler için gerekli tahkimat aralığı ve profil ağırlığı kolaylıkla bulunabilir.

6.4 Belirli tahkimat açıklığı, çözülme yükü ve formasyon şartlarında, faydalı galeri kesit alanı ile gerekli profil ağırlığı arasında lineer bir ilişki vardır.

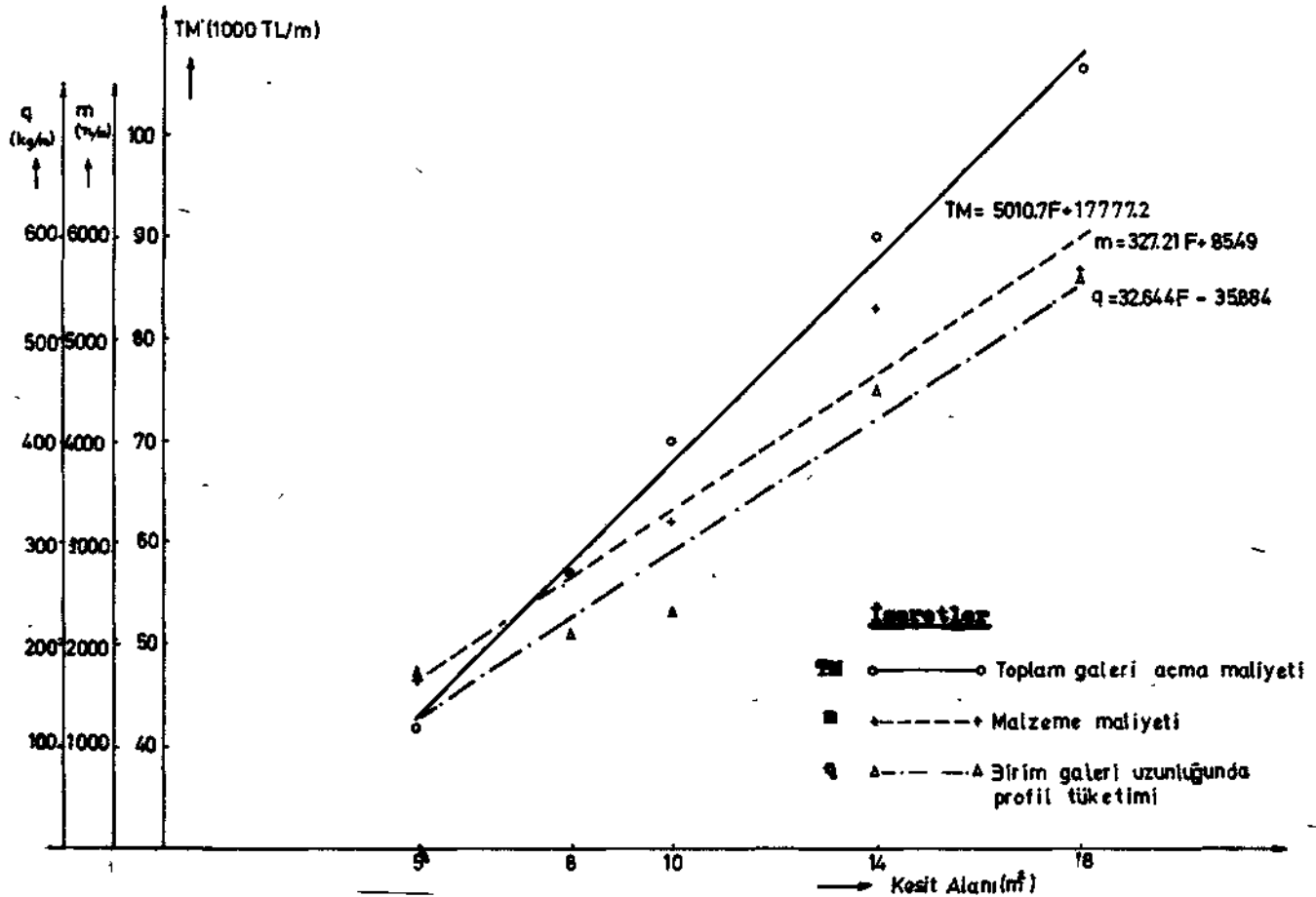


Şekil. 7 : Profil ağırlığı - faydalı kesit alanı değişimi





Ek. 1 Zonguldak Kömür Havzasında yıllara göre üretim karakteristikleri



Ek. 2 Faydalı kesit alanına bağlı toplam galeri açma maliyeti, malzeme maliyeti, profil tüketimi değişimi

## KAYNAKLAR

- (X) OLDENGOTT, V.M Massnahmen zur Verringerung der Sohlenhebung, Verlag Gluckauf GMBH, Essen, (1981).
- (2) ARIÖGLU.E. Factors Affecting the Design of Support Systems For Use in Roadways Associated with Longwall Faces in Coal Measure Strata, Doktora Tezi, Newcastle Upon Tyne üniversitesi, (1976).
- (3) BİRÖN.C.  
ARIOGLU, E. Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı Birsen Kltabevi, istanbul, (1980).
- (4) ARIÖGLU.E. Yüksek Mukavemetli Çelik Kullanımının Rljit Tahkimat Sisteminin Boyutlandırılmasına etkisi, 2. Türkiye Kömür Kongresi, Zonguldak (1980).
- (5) DUNHAM, R.K  
ARIOGLU, E. Su İle Sertleşebilen Ramble Duvarlarının Tatbikatı, Madencilik Dergisi, Maden Mühendisleri Odası Yayın Organı, C.H.XV Sayı 6,(1975).
- (6) ARIÖGLU, E. , Anhidrit ve Akıcı Betonun Uzun Ayak Taban Yolları Ramplesinde Kullanılışı, Boyutlandırılması ve Arazi Kontrolündeki Etkisi, İTÜ Maden Fakültesi, Linyit Semineri, Eylül (1976).
- (7) ARIÖGLU, E.  
BİÇER, N. Akıcı Betondan İmal Edilecek Taban Yolu Takviye Sisteminin Ekonomiklik Analizi, 6. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, Maden Mühendisleri Odası, Ankara (1979).
- (8) ARIÖGLU, E. Akıcı Betondan imal Edilecek Taban Yolu Takviye ön Projesi, EKI Müessesesi için sunulan ön Teknik Rapor, Mayıs (1979).
- (9) ARIÖGLU, E. Tahkimat Hesapları, Master öğrencileri İçin Ders Notları, İTÜ.-Maden Fakültesi, (1980).
- (10)WHITE, R.N.  
GERGELY.P.  
SEXMITH, R.G. Structural Engineering Vol. 3 Behavior of Members and Systems John Wiley Sons, Inc. Newyork, (1974).
- (11) WILSON, A. H. A Method of Estimating the Closure and Strength of Lining Required in Drivages Surrounded by a Yield Zone, Int. J. Rock Mech. Min. Sei. Geomech. Abtr. Vol. 17 (1980).
- (12) WILSON, A. H. PH.D Thesis (Doktora Tezi) The Nottingham University, Mining Engineering Department, (1980).
- (13) WILSON, A. H. The Stability of Tunnels in Soft Rock at Depth, Rock Engineering, Newcastle Upon Tyne Universty, (1977).
- (14) - A Study of Yield Zone Around Roadways, Europea Communities Commission, N.C.B, MRDE, (1977).
- (15) KAMMER, M. W. Konvergenzberechnung Und Ausbauplanung für Abbaustrecken mit einem EDY-Prögramm, Gluckauf 116 Nr. 5 (1980).
- (16) KAMMER, M.W. Der erforderliche Stahlaufwand für Strecken mit Gleitbogenausbau, Glückauf 117, Nr. 15, (1981).
- (17) KAMMER, M.W.  
GÖTZE, W. Die Auswirkungen Von Streckenführung lind AuSbautechnik auf die Querschnittsverminderung Von Abbaustrecken Gluckauf 112, Nr. 15, (1976).
- (18) ÖZTURAN:N. EKI Kozlu Bölgesi Taban Yolları Deformasyonlarının ve Kullanılan Tahkimatların incelenmesi. Diploma Çalışması, İTÜ. Maden Fak.(1978).
- (19) BİÇER, N. EKI Üzülmöz Bölgesinde Akıcı Betondan İmal Edilecek Takviye Sisteminin Uygulama Gereksinimlerinin Saptanması ve Sistemin Fizibilitesi, Diploma Çalışması, İTÜ Maden Fakültesi (1978).
- (20)YÜKSEL, A. EKI'de T.H. (Geçme Bağlar) Bağlarının Kullanılma imkanlarının Araştırılması ve Türkiye'de imali, Diploma Çalışması, İTÜ Maden Fakültesi (1981).

