

# Ocak Havalandırmasında Dirençlerin Ölçmelerle Tesbiti

## Measurements of Airway Resistances in Mine Ventilation

Erdil AYVAZOĞLU (\*)

Zekai TUNCEL (\*\*)

### OZET

Bu çalışma ile TTK Üzülmaz Müessesesi Asma İşletmesi Ocaklarında,değişik karakteristiklere sahip havayollarının havalandırma dirençlerinin tesbiti için yapılmış olan ölçmeler ve sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Ölçmeler sırasıyla, hava miktarının tayini için havayolu kesit alanı ve hava hızı ölçmeleri, havalandırma direncinin hesaplanabilmek için basınç farkı ölçmeleri ve ocak havasının yoğunluğunun tesbiti için yapılan psikrometre ve mutlak basınç ölçmelerinden oluşmaktadır.

Elde edilen ölçme sonuçları değerlendirilerek ocaktaki havayollarının sürtünme katsayıları ve dirençleri tesbit edilmiştir.

### ABSTRACT

In this study, the necessary measurements for determining of airway resistances and friction factors in mine ventilation have been carried out in Üzülmaz District of Hard Coal Agency of Türkiye.

The measurements are as follows: Measurements of airway cross section and air velocities for determining of air quantities. Measurements of pressure drops between two end of airways to calculate airway resistances. Pycrometer and barometer readings for calculation of air density.

According to the results of the measurements, friction factors and resistances of airways which have different support type, cross section and lining have been determined.

(\*) Prof.Dr., İTÜ Maden Fakültesi, Öğretim Üyesi

(\*\*) Maden Yük. Müh.,İTÜ Maden Fakültesi, Araş.Gör.

## 1. GİRİŞ

Yeraltı ocaklarının havalandırma şebekelerinin planlanmasında, ocak içinde gerekli hava dağılımının sağlanmasında ve vantilatör tesislerinin tasarım ve seçiminde, ocaktaki havayollarının dirençlerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle havayolu dirençlerinin doğru bir şekilde tesbit edilmesi gerekmektedir.

Bir ocaktaki havayollarının dirençlerinin doğru tesbiti, ocağın havalandırma şebekesi içinde yapılacak herhangi bir hava akımı düzenlemesi, şebekeye yeni yollar eklenmesi veya mevcut yollardan birinin şebekeden çıkarılması gibi değişikliklerin şebekeye olan etkisinin araştırılmasında önemi büyüktür.

Dirençlerin tesbitinde genellikle iki yol izlenmektedir. Bunlardan birincisi havayolunun kesit alanı, tahkimat, şekil vb. karakteristiklerinin belirlenerek önceden hazırlanmış tablo ve/veya abakları kullanarak direncin tesbit edilmesidir. İkinci yol ise ocak içinde ölçmeler yapmaktır. Ölçme yöntemi daha kesin değerler vereceğinden hassas şebeke problemlerinin çözümünde ölçmelerle tesbit edilmiş direnç değerlerini kullanmak daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Havayolu dirençlerinin ölçmelerle tesbit edilmesi kesin değerler veren bir yöntem olmasına karşın oldukça zaman alıcı olduğundan, bir havalandırma şebekesindeki tüm yollar için ölçme yapmak hem pratik değildir hem de gereksizdir. Bunun yerine ocaktaki belirli karakteristeki havayolları için bu ölçmeleri yaparak sürtünme katsayıları ve dirençleri tesbit edilir. Benzer havayollarının dirençleri ise bu ölçmelerden elde edilen değerlere göre belirlenir.

Bu amaçla, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Üzülmüş Müessesesi Asma işletmesi Ocakları'nda direnç ölçmeleri için belirli karakteristikteki hava yolları tesbit edilerek bu yollarda ölçmeler yapılmıştır. Yapılan ölçme çalışmaları ve elde edilen sonuçlardan Asma ocaklarındaki havayollarının sürtünme katsayıları ve dirençleri tesbit edilmiştir.

## 2. HAVALANDIRMA DİRENCİ ve DİRENÇ ÖLÇMELERİ

### 2.1. Havalandırma Direnci

Havalandırma hesaplarında bir havayolunun iki ucu arasındaki basınç farkı

$$h = R \cdot Q^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

eşitliği ile belirlenir. Burada;

- h : Basınç farkı (kg/m.s<sup>2</sup>)
- R : Havalandırma direnci (kg/m<sup>7</sup>)
- Q : Hava miktarı (m<sup>3</sup>/s) dir.

(2.1) eşitliği  $\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3$  lük hava yoğunluğu için verilmiştir. Hava yoğunluğu farklı ise eşitlik

$$h = \frac{R \cdot Q^2 \cdot X}{1,20} \dots \dots \dots (2.2)$$

şeklinde ifade edilmekte olup yoğunluk değişimi de hesaba katılmalıdır.

(2.1) eşliğindeki (R) havalandırma direncini değişik faktörler etkilemektedir. Direnci belirlemede;

$$R = \frac{\rho \cdot L \cdot P^3}{S^3} \dots \dots \dots (2.3)$$

eşitliği kullanılmaktadır. Burada;

- a ; Havayolunun sürtünme katsayısı ( $\text{kg/m}^3$ )
- L : Havayolunun uzunluğu (m)
- P : Havayolunun kesit çevresi (m)
- S : Havayolunun kesit alanı ( $\text{m}^2$ ) dir.

## 2.2. Dirençlerin Ölçülmesi

Havalandırma dirençleri havayolunun iki ucu arasında yapılacak basınç farkı ve o yoldaki hava hızı ve kesit alanı ölçmeleri ile (2.1) eşitliğinden hesaplanır.

### 2.2.1. Basınç Farkı Ölçmeleri

Yeraltında basınç farkı ölçmelerinde en çok kullanılan iki çeşit alet vardır. Bunlar; altimetre ve eğik tüp manometredir. Altimetre, yeraltı ocağının tüm basınç gradyeninin tesbitinde doğru sonuçlar veren ve manometreye göre kullanımı daha pratik olan bir alettir. Dolayısıyla yeraltı çalışma şartlarında daha kolay ve hızlı ilerleme sağlamaktadır.

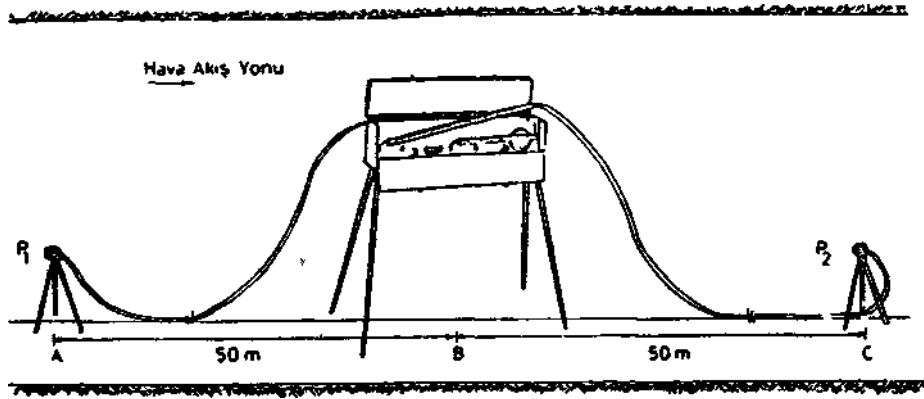
Eğik tüp manometre ise havayollarının sürtünme katsayısının tesbitinde altimetreye göre daha güvenli ve kesin sonuçlar vermektedir. Manometre okumaları ölçme noktaları arasında yükseklik farkından etkilenmeden basınç farkını doğrudan okumaya elverişlidir. Altimetrede yükseklik düzeltilmesi gerekmektedir ve ayrıca sıcaklıktaki değişiklikler okumaları etkilemektedir.

Ölçme yapılan aletin tipine bakmaksızın yeraltında yapılan basınç farkı ölçmelerinden sağlıklı sonuçlar elde etmek için ölçme işlemlerinin ocak faaliyetlerinin yoğun olmadığı bir zamanda yapılması gerekir. Havalandırma kapılarının kapalı olması katar hareketlerinin vb. ocak faaliyetlerinin olmaması hava akımının bozulmaması bakımından önemlidir.

### 2.2.1.1. Eğik Tup Manometre ve Basınç Farkı Ölçmeleri

Havayollarının direnç ve sürtünme katsayısı ölçmelerinde kullanılan eğik tup manometre çok basit bir alettir. Ticari olarak üretilen bir tipinde, kolayca okuma yapılabilen, hassasiyeti 0.01 mmss olan iki eğik tup manometre mevcuttur. Manometre sıvısı olarak özgül ağırlığı 20° de 0.784 gr/cm<sup>3</sup> olan parafın kullanılmaktadır. Sıvı yeraltı şartlarında seviyedeki değişimin kolayca görülebilmesi için renklendirilmiştir.

Manometre ile basınç farkı okuma yöntemi Şekil 1 de şematik olarak gösterilmiştir. Manometre hava yolu içinde ölçme yapılacak A ve C noktaları arasındaki B noktasına kurulur ve 10 mm iç çaplı ve 50 m uzunluğundaki hortumlar her iki yönde havayolu tabanına serilir. A ve C noktalarında hortumların ucu, ağızları hava akımına karşı gelecek şekilde hava yolu yüksekliğinin 1/3 ü seviyesinde ve havayolunun ortasında sabitlenir. Bu iş için ayaklı bir sehpa kullanılabilir. Bu şekilde havayolunun ilk 100 m lık bölümünde oluşan basınç farkı ölçülmüş olmaktadır. Uzunluğu 100 m den fazla yollar için aynı işlem ikına ve daha sonraki 100 m lık bölümler için tekrarlanır. İkinci ölçme işleminde genellikle hortumun C noktasındaki ucu sabit tutularak alet 50 m ilendeki D noktasına kurulur ve ikına hortum D ile E noktaları arasına serilir. 100 m den kısa mesafelerde hortumlar, ölçme noktaları arasında geniş halkalar oluşturacak şekilde serilerek, oluşabilecek bukulmelerin hortum içindeki havanın hareketini etkilemesi önlenir. Sonuçta, yapılan ölçmelerden elde edilen basınç farkı değerleri toplanarak havayolunun iki ucu arasındaki toplam basınç farkı bulunur.



Şekil 1 Manometre İle Basınç Farkı Okuma Yöntemi

## 2J2.2. Hava Miktarının Ölçülmesi

Bir hava yolundan geçen havanın miktarı, havayolunun herhangi bir kesitindeki hava hızı ile o kesit alanına bağlı olarak;

$$Q = V.S \dots \dots \dots (2.4)$$

ifadesi ile belirlenir. Burada;

V : Hava hızı (m/sn)  
S r Kesit alanı (m<sup>2</sup>) dir.

Dolayısıyla hava miktarını belirlemek için hava hızı ve kesit alanı ölçmelerini yapmak gerekmektedir.

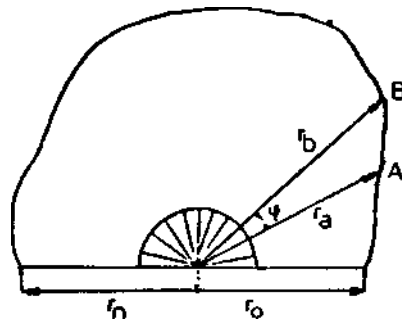
### 2.2.2.1. Kesit Alanının Ölçülmesi

Havayollarının kesit alanlarının belirlenmesinde değişik ölçme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunların en çok kullanılanları;

- a- Tek koordinat yöntemi,
- b- Polar koordinat yöntemi,
- c- Geometrik yöntemler ve
- d- Fotometrik yöntemler'dir.

Bu çalışmada havayolu kesitleri tek koordinat yöntemi ile ölçülmüştür. Bu yöntemde havayolunun tabanında (genellikle ortasında) sabit bir nokta seçilerek, bu noktadan kesit düzlemi içinde çevreye olan uzaklıklar sabit bir  $\psi$  açısı ile ölçülür. Ölçülen uzaklıklar (r) ve sabit  $\psi$  açısı kullanılarak havayolunun kesiti ölçekli olarak çizilir ve planimetre ile kesit alanı belirlenir (Şekil.2). Kesit alanı aşağıdaki eşitlik kullanılarak ta hesaplanabilir.

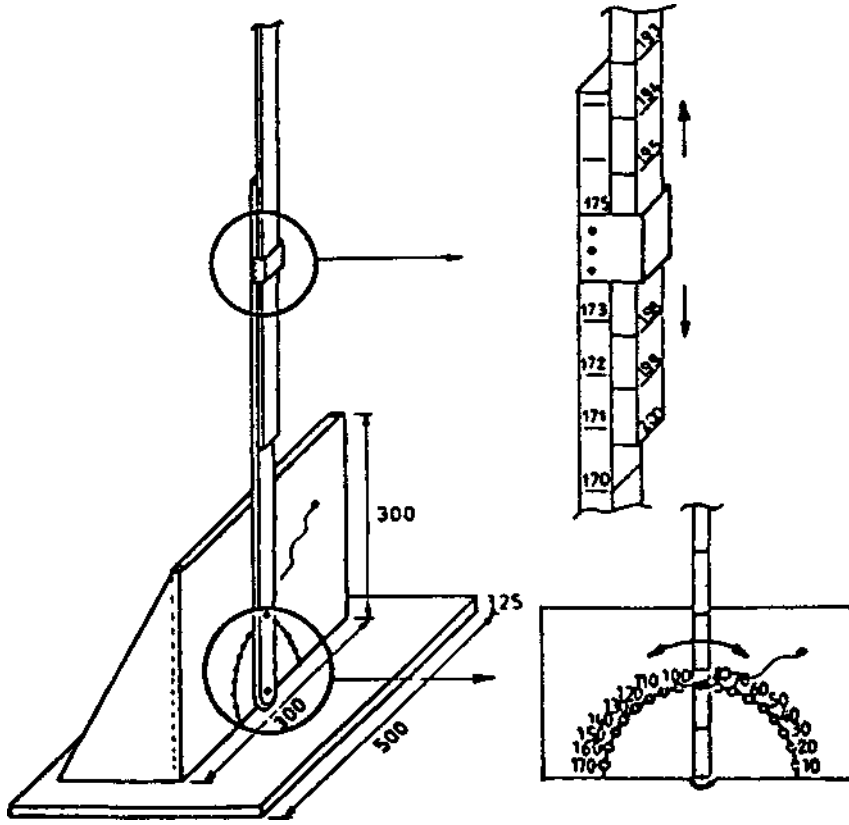
$$S = \frac{Sin\psi}{2} \left( \frac{r_0^2}{2} + r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_{n-1}^2 + \frac{r_n^2}{2} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$



Şekil.2- Havayolu Kesit Alanı Ölçme Yöntemi

Kesit ölçmelerinde tek koordinat yöntemi ile ölçme yapabilmek için bir plançete düzeneği de hazırlanmıştır. Şekil.3 te plançete ve detayları görülmektedir.

T.T.K. Atölyeleri'nde tahtadan yaptırılan bu düzenek yatay bir tahta plaka üzerine dik olarak sabitlenmiş ikinci bir tahta plakadan oluşan bir sehpa ve iki adet çıtadan ibarettir. Çıtalardan birisi düşey düzlemde 180° dönebilecek şekilde dik plakanın ortasına tutturulmuştur. İkinci çıta ise üzeri metrik olarak cm mertebesinde bölümlendirilerek döner çıtanın üzerine ileri veya geriye hareket edecek şekilde bir yuva ile monte edilmiştir. Plançete havayolunun ortasına yerleştirilerek Şekil.2 de görüldüğü gibi  $\alpha=10^\circ$ 'lik açıklıklar ile çevreye olan uzaklıklar (r) ölçülür. Ölçülen bu değerler kullanılarak havayolunun kesit alanı bulunur.

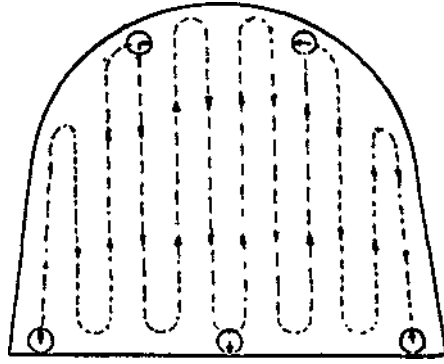


Şekil.3 Havayolu Kesit Alanı Ölçmelerinde Kullanılan Plançete ve Detayları

### 2.2.2.2. Hava Hızının Ölçülmesi

Hava hızı ölçme yöntemleri, ölçme hassasiyetine bağlı olarak değişmektedir. Hassas olmayan ölçmelerde yaklaşık ölçü yöntemleri diye bilinen, koku veren bir maddeden yararlanma, duman tekniği vb. yöntemler kullanılmaktadır. Hava hızının hassas olarak ölçülmesi ise ölçü aletleri ile mümkündür. Hava hızlarının tayini için kullanılan aletler kullanım kolaylıkları ve ölçülecek hava hızının büyüklüğü ve ölçme prensiplerine göre değişiklik gösterir. En çok kullanılan aletler pitot-statik tüp ve manometreler, velometre ve anemometrelerdir. Ayrıca ölçme prensibi hava akımının soğutma etkisine dayanan katatermometrelerde vardır.

Ocak havalandırmasında en çok kullanılan alet kanatlı anemometrelerdir. Bu çalışmada da hava hızları anemometre ile ölçülmüştür. Anemometre ile hava hızı ölçmede belli başlı üç yöntem vardır. Bunlar; tek nokta yöntemi, bölümlere ayırma yöntemi ve dolaştırma yöntemidir. Dolaştırma yönteminde alet, kanatları dönerken eşit zamanda eşit alanları tarayacak şekilde, yavaşça ve dengeli olarak, yaklaşık 1 dakikalık bir sürede havayolu kesitinde dolaştırılır. Aynı kesitte en az iki okuma yapılarak ortalaması alınır. Bu çalışmada hava hızları dolaştırma yöntemi ile ölçülmüştür. (Şekil.4)



Şekil.4- Anemometre ile Hava Hızı Okuma Yöntemi

### 2.3. Sürtünme Katsayısının Tesbiti

$h = R.Q^2$  eşitliğindeki havalandırma direnci (R) ve hava miktarı (Q) nın açık ifadeleri yerine konursa;

$$h = 0.LP.V/S \dots \dots \dots (2.6)$$

ve dolayısıyla sürtünme katsayısı için

$$a = h.S/LP.v^* \dots \dots \dots (2.7)$$

eşitliği elde edilir.

Ocaktaki ölçmelerle elde edilen basınç farkı (h), hava hızı (V), havayolu kesit alanı (S) ve kesit çevresi (P) değerleri (2.7) eşitliğinde yerine konularak hava yolunun sürtünme katsayısı da hesaplanmıştır.

### 3. ÖLÇME SONUÇLARI

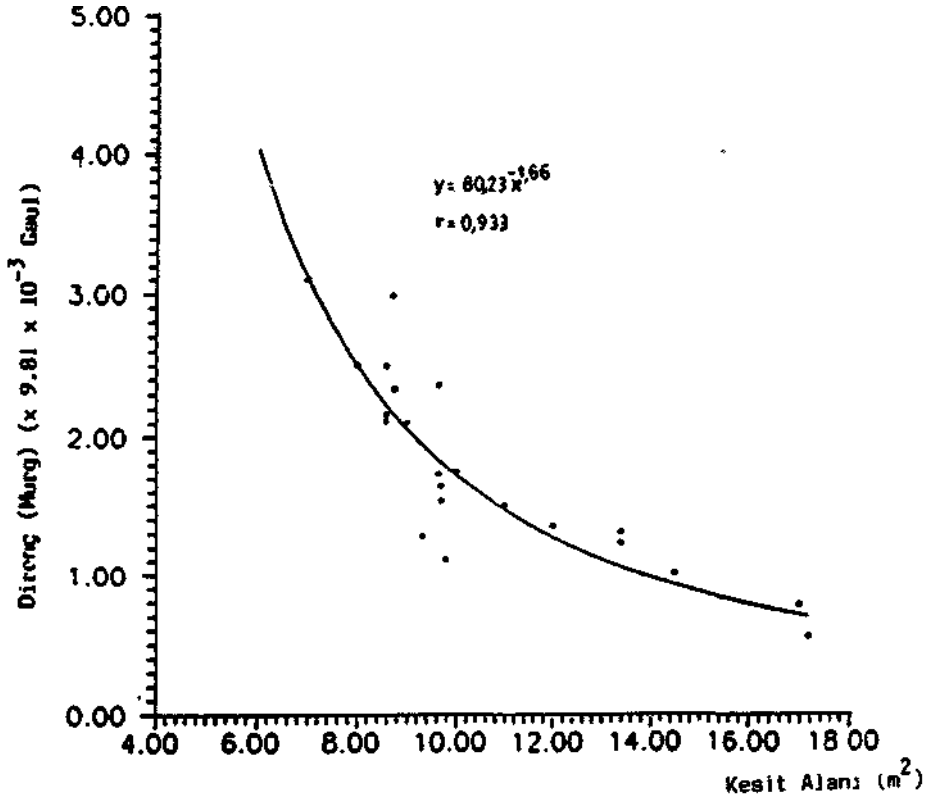
Bu çalışmada TTK Üzümez Müessesesi Asma İşletmesi ocağında +50/33168, -55/33130 ve -170/33400 numaralı yollarda havalandırma dirençlerinin tesbiti için gerekli ölçmeler yapılmıştır. Ayrıca hava yoğunluğunun dirençlere etkisini tesbit etmek amacıyla, yoğunluk tesbiti için gerekli olan psikrometrik ölçmeler ve mutlak basınç ölçmeleri de yapılmıştır.

Ölçme sonuçları ve hesaplanan değerler havayollarının özellikleri ile birlikte Çizelge. 1 de toplanmıştır. Hava yoğunluğu standart hava yoğunluğuna (1,2 kg/m<sup>3</sup>) çok yakın olduğundan hesaplamalara dahil edilmemiştir.

### 4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

TTK Üzümez Müessesesi Asma Ocağındaki Değişik karakteristeki havayolları için ölçmeler sonucu elde edilen direnç değerleri, 100 m uzunluk için kesit alanının fonksiyonu olarak ifade edilmiştir.

Şekil.5 te demirbağ tahkimattı. Şekil.6 da beton tahkimattı ve tahkimatsız havayolları için elde edilen direnç değerlerinin kesit alanına göre değişimi görülmektedir. Ayrıca tahkimat türüne göre sürtünme katsayıları Çizelge 2 de toplanmıştır.



Şekil.5 Demirbağ Tahkimattı Havayollarının Dirençlerinin Kesit Alanı ile Değişimi (100 m uzunluk için)



Çizelge- 1 Ocakta Yapılan Ölçmelei ve Sonuçları

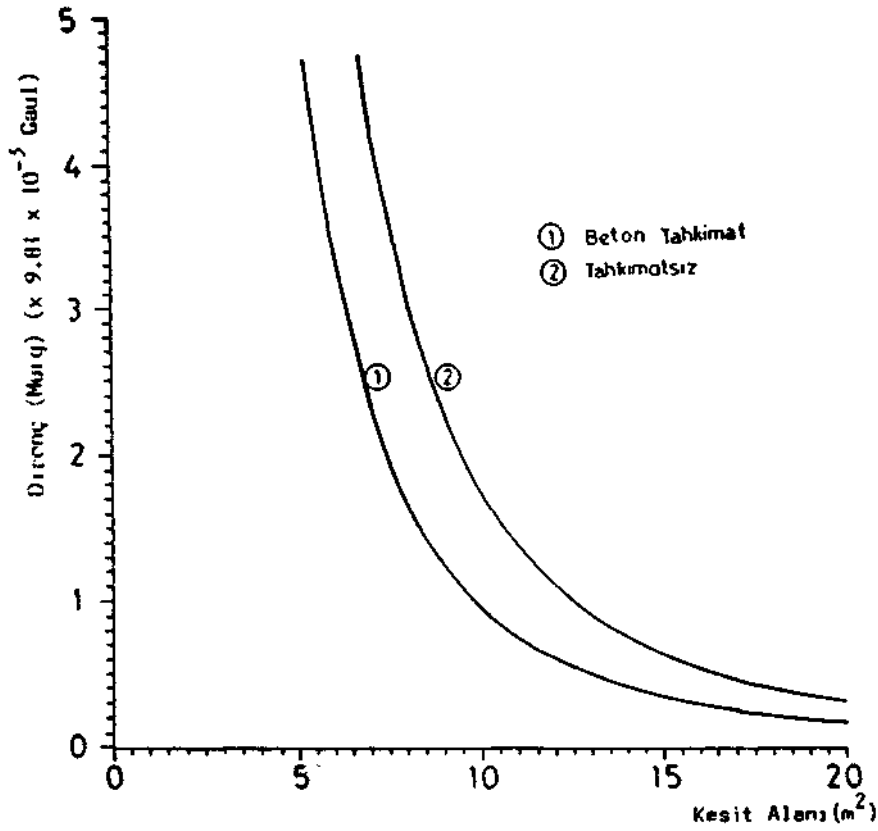
ÖLÇME YAPILAN GALERİNİN Konumu ve Ölçme Noktaları	Tahkimat ve Yüzey Çizimlerinin	GALERİDE YAPILAN ÖLÇELER										ÖLÇMELENDEN HESAPLANAN DEĞERLER					
		Galerinin		Hava Hızı (m/s)	Basınç Farkı (mmHg)	Mutlak Basınç (mmHg)	Farklılık Yas (°C)	Farklılık Kuru (°C)	Hava Miktarı (m³/s)	Hava Yoğunluğu (kg/m³)	Nem Miktarı (%)	Sürtünme Katsayısı (kg/m²)	Direnci 30° (Gaut)	Sektör Faktörü	Yoğunluk Düzeltilme % / 1.20		
		Uzunluğu (m)	Çapı (m)														
A - B	Durgun Tezle Cruising	85	9.21	11.75	1.08	0.250	752.6	18.5	21	9.94	1.166	92	0.0019	24.72	1.09	0.99	
B - C	"	89.5	8.64	11.26	0.91	0.125	752.6	18.5	22	7.86	1.176	89	0.0019	19.81	1.07	0.98	
B - D	Düşün Kane- li Demirbaş	84	9.31	11.69	0.62	0.050	752.5	18.5	21	5.77	1.189	92	0.0012	14.71	1.08	0.99	
C - D	"	62	8.75	11.34	0.30	0.010	752.5	18	21	2.62	1.187	50	0.0013	14.22	1.08	0.99	
A - B	Demirbaş, Ka- ma ve Fırca:	50	9.70	11.90	0.91	0.125	760.0	18	20	8.62	1.190	93	0.0024	15.69	1.08	0.99	
B - C	"	100	7.56	10.55	1.28	0.250	769.6	18	20	9.67	1.198	93	0.0010	16.09	1.08	1.00	
C - D	"	100	7.56	10.55	1.56	0.225	759.7	18	20	11.94	1.197	93	0.0006	15.40	1.08	0.99	
D - E	"	100	7.56	10.55	1.50	0.225	759.7	18	20	11.34	1.198	93	0.0007	17.66	1.08	1.00	
E - F	"	100	7.56	10.55	1.40	0.225	759.0	18	21	10.56	1.198	90	0.0008	19.62	1.08	1.00	
F - G	"	100	7.56	10.55	1.50	0.225	759.6	18	20	11.34	1.198	93	0.0007	17.06	1.08	1.00	
G - H	"	100	7.56	10.55	1.45	0.225	759.5	18.5	20	10.96	1.198	95	0.0008	16.34	1.08	1.00	
H - I	"	48	7.56	10.55	1.41	0.125	759.8	18	21	10.65	1.198	90	0.0009	10.79	1.08	1.00	
I - J	Tahkimatsız	103	6.40	11.45	1.26	0.250	759.5	18	19	10.56	1.201	96	0.0011	21.67	1.11	1.00	
J - K	Bağ Arkaeri Bağ Demirbaş	101	9.78	12.20	1.36	0.200	759.3	18	20	12.30	1.198	93	0.0009	11.08	1.09	1.00	
K - L	Tahkimatsız	103	6.70	11.63	1.08	0.175	759.3	17.5	19	9.39	1.199	55	0.0015	19.42	1.12	1.00	
L - M	Bağ Arkaeri Bağ Demirbaş	100	9.70	11.95	1.10	0.175	759.3	18	19.5	10.67	1.204	95	0.0012	15.00	1.08	1.00	
M - O	Tahkimatsız	100	10.44	12.60	0.96	0.175	760.2	18	18.5	10.92	1.200	58	0.0015	17.36	1.11	1.00	
O - P	"	94	10.44	12.60	1.16	0.225	759.6	18	18.5	12.11	1.204	58	0.0014	15.00	1.11	1.00	

Çizelge -1 (Devam)

GÖRÜ YAPILAN GALERİNİN		SALERİDE YAPILAN ÖLÇÜLER										ÖLÇÜLERDEN HESAPLANAN DEĞERLER						
Kısım ve Bileşen Noktaları	Tahkimat ve Yükseklikleri	Galerinin		Mave Hızı (m/s)	Basınç (mmHg)	Kutlak Basınç (mmHg)	Psikrometre		Mave Miktarı (m³/s)	Mave Miktarı (%)	Mave Miktarı (kg/m³)	Sürtünme Katsayısı (kg/m³)	Dışarı 10³ (Gaul)	Sektör Faktörü	Yoğunluk (kg/m³)			
		Uzunluğu (m)	Kesiti (m²)				Yan (°C)	Kuru (°C)										
P - R	Düzgün Kama) Demirbag	100	0,56	11,30	1,33	0,325	758,9	17,5	18,3	11,41	1,202	96	0,0014	24,42	1,08	1,00		
R - S	"	100	0,56	11,30	1,33	0,275	759,2	17,5	18,3	11,41	1,202	96	0,0012	20,69	1,08	1,00		
S - T	"	50	0,56	11,30	1,25	0,125	758,0	17,5	18,3	10,72	1,202	96	0,0012	10,59	1,08	1,00		
T - U	Karışık (Tahkimatsız, D. Bag. Beton)	100	0,53	11,20	1,35	0,250	758,1	17,5	19	11,51	1,199	95	0,0010	18,44	1,08	1,00		
J - V	Tahkimatsız	35	0,53	11,68	1,20	0,125	759,2	17,5	19	10,23	1,199	95	0,0018	11,67	1,12	1,00		
V - W	Bag Arkaları Bozuk D. Bag	81	0,69	11,87	1,00	0,125	758,0	18	19	9,69	1,198	96	0,0012	13,04	1,07	0,99		
W - X	Düzgün Kama) Demirbag	100	13,39	14,00	0,86	0,175	758,2	18	19	11,51	1,200	96	0,0022	12,85	1,07	1,00		
X - Y	"	100	13,39	14,00	0,89	0,175	758,1	18	19	11,91	1,200	96	0,0021	12,06	1,07	1,00		
Y - Z	"	100	13,39	14,00	0,83	0,175	758,5	18	19	11,11	1,200	96	0,0024	13,83	1,07	1,00		
A - B	Beton Kemer	70	14,13	14,45	0,28	0,025	772,0	18,5	20	8,72	1,210	95	0,0010	3,53	1,08	1,00		
B - C	"	46	9,40	11,75	0,66	0,035	772,0	17	19	8,17	1,220	93	0,0007	5,10	1,08	1,00		
C - D	Düzgün Demir- Bag. Fırçeli	50	11,06	12,80	0,81	0,100	776,0	18,5	20	9,97	1,210	95	0,0026	12,16	1,08	1,00		
E - X	"	100	9,65	11,95	2,61	1,500	772,0	18,5	21	25,18	1,210	92	0,0017	23,15	1,08	1,00		
X - Y	"	88	9,65	11,95	2,61	0,750	772,0	18,5	21	25,18	1,210	92	0,0019	11,57	1,08	1,00		
G - H	"	52	8,73	11,40	2,91	1,000	771,5	19	21	25,34	1,210	90	0,0017	15,20	1,08	1,00		
H - I	"	100	16,98	15,65	0,96	0,200	771,0	19	21	16,30	1,210	90	0,0019	7,35	1,06	1,00		
I - J	"	58	16,98	15,65	0,96	0,125	771,0	19	21	16,30	1,210	90	0,0029	4,81	1,06	1,00		
J - K	Beton Kemer	100	13,39	14,00	1,23	0,135	771,0	19	21	16,46	1,210	90	0,0008	4,60	1,07	1,00		
K - L	"	51	13,39	14,00	1,23	0,065	770,0	19	21	16,46	1,210	90	0,0007	2,25	1,07	1,00		
L - M	Düzgün D. Bag	92	14,47	14,65	1,13	0,290	771,0	19	21	16,35	1,210	90	0,0019	9,12	1,09	1,00		
M - O	"	100	17,13	15,60	0,95	0,150	770,5	18,5	21	16,19	1,210	92	0,0017	5,49	1,07	1,00		
O - P	"	109	17,13	15,60	0,95	0,160	770,5	18,5	21	16,19	1,210	92	0,0017	5,66	1,07	1,00		

-170/33400 Folye Leğim

-55/33130 Kat Galerisi



Şekil.6 Beton Tahkimatlı ve Tahkimatsız Havayollarının Dirençlerinin Kesit Alanı ile Değişimi (100 m uzunluk için)

Çizelge.2- Üzülmüş Müessesesi Asma Ocağında Havayollarının Sürtünme Katsayıları.

Havayolunun Türü	Sürtünme Katsayısı « <u>Kg/m<sup>1</sup></u> »
Demirbağ tahkimatlı kat galerisi	0.00143
Beton tahkimatlı kat galerisi	0.00079
Tahkimatsız kat galerisi	0.00146
Taban yolları	0.00242

Bu değerlere dayanarak Üzülmüş Müessesesi ocaklarında benzer karakteristeki yeni açılacak bir havayolunun sürtünme katsayısını ve havalandırma direncini hesaplamak; havalandırma şebekesine etkisini görmek ve elde edilen sonuçlara güvenmek mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. AVAZOĞLU, E. Madenlerde Havalandırma ve Emniyet, İTÜ Maden Fakültesi, Ofset Matbaası, 1984
2. BİRÖN, C. EKİ Gelik Ocağı Havalandırma Etüdü, İTÜ Maden Fakültesi, Maden Mecmuası, No: 8-9-10 1960
3. GÜYAGÜLER, T. Değişik Birimlerde Havayolu Direnci ve Sürtünme Katsayıları, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik, Eylül 1982
4. HARTMAN, H.L. Mine Ventilation & Air Conditioning, John Wiley & Sons, New York, 1982
5. McELROY, G.E., RICHARDSON, A.S., Resistance of Metal Mine Airways, US Bureau of Mines, Bulletin No: 261, 1972
6. Revue Industrie Minerale, Doc. S.I.M. No: 2, 1962
7. TUNCEL, Z. TTK Üzülmaz Taşkömürü İşletme Müessesesinde Havalandırma Dirençlerinin Ölçmelerle Tesbiti, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şubat 1991