

KÖMÜR OCAKLARINDA HAVALANDIRMA ŞEBEKELERİ HESAPLARININ KOMPÜTERLE YAPILMASI

İrfan ERGÜN*

Özet

Hardy Cross'un irdeleme Metodu ile kömür ocaklarında havalandırma şebekelerinin hesaplarının sayısal kompüterler yardımıyla yapılmasının faydaları kısaca özetlenerek:

1. Orta Doğu Teknik Üniversitesinde mevcut ana hafıza büyüklüğü 64 K olan IBM 360 Model 40 kompüteri ile âzami büyüklüğe 280 kollu havalandırma şebekelerinde tabî havalandırma tesirleri ve devreye 20'ye kadar vantilatör girdiği dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda kullanılan Göz Metodu,

2. T.K.t. - Ereğli Kömürleri İşletmesinde mevcut ana hafıza büyüklüğü 8 K olan IBM 360 Model 20 kompüteri ile âzami büyüklüğü 66 kollu havalandırma şebekelerinde devreye 7'ye kadar vantilatörün girdiği dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda kullanılan Kavşak Metodu anlatılmıştır.

Abstract

The benefits of solving the problems of mine ventilation networks by the Cross's iterational method using a digital computer is briefly summarized and the description of:

1. The mesh method is given which is employed to analyze the mine ventilation networks containing upto 280 branches and 20 variable pressure fans using the IBM 360 Model 40 Computer with the storage capacity of 64K at the Middle East Technical University.

2. The nodal method is given which is employed to analyze the mine ventilation networks containing upto 66 branches and 7 variable pressure fans using the IBM 360 Model Computer with a storage capacity of 8K at the Ereğli Coal Mines Ltd.

(*) Dr. Maden Y. Mühendisi, E.K.İ. - Zonguldak.

Giriş

Illinois Üniversitesi Profesörlerinden Hardy Cross'un 1936 yılında geliştirdiği, kendi adıyla anılan İrdeleme Metodu, çok sayıda aritmetik işlem gerektirdiğinden, bütün avantajlarına rağmen, sayısal kompüterlerin endüstride kullanılmasına başlandığı 1960'lara kadar fazla rağbet görmemiştir.

Sayısal Kompüterlerin icadı Üe Cross tekniğinin yegâne dezavantajı olan, çok sayıda aritmetik işlem yapılması gereği, artık bir dezavantaj olmaktan çıktı. Çünkü bir kompüter 8 haneli iki sayıyı saniyenin müyonda bir veya ikisi gibi çok kısa bir zamanda yıldırım hızı denilen bir hızla yapabilmektedir.

Bugün hemen hemen bütün üeri ülkelerde çok basit şebeke hesapları hariç, bütün havalandırma hesapları irdeleme Metodu ile ve kompüterlerde yapılmaktadır. Bunun için geliştirilen paket programları ufak tefek farklılıklar göstermekte ise de kullanıcı açısından hemen hemen birbirinin ayıdır. Burada şunu da belirtmek gerekir ki her paket programı belli bir kompüter konfigürasyonu için hazırlanmış olduğundan elde mevcut kompüter imkânlarına uygun olan program paketini kullanmak gerekir. Bazı küçük kapasiteli kompüterler içinde yeniden program paketi geliştirmek mecburiyeti hâlâ vardır.

Tebliğde bahsolunan çalışmalar Türkiye Kömür İşletmelerinin (T.K.İ.) Ereğli Kömürleri İşletmesinin (E.K.İ.) Etüd-Tesis Müdürlüğünce sürdürülmüş olup çalışmaların ana gayesi İşletmemize ait ocakların havalandırma hesaplarını bütün ileri ülkelerde kullanılan Hardy Cross İrdeleme Metodu'na göre kompüterlerle yapılabilmesini sağlamak olmuştur.

Metodu yurdumuza en kısa zamanda kazandırabilmek için İngiltere, Almanya ve A.BJVnde mevcut kuruluşlarla temas kurulduktan sonra Almanya tarafından geliştirilen bir kompüter programı temin edilmiş ve bunu yurdumuzdaki kompüterlere uygulayabilmek için 5 ay süre ile RK.l.'nde çalışmalar yapılmıştır.

Bu süre içinde yapılan çalışmalar sonunda:

1. Orta Doğu Teknik Üniversitesinde mevcut ana hafıza büyüklüğü 64 K olan IBM 360 Model 40 kompüterinde Henning-

sen tarafından geliştirilen program çalıştırılmış ve bu programın kompüter hakkında hiçbir bilgisi olmayan havalandırma mühendisleri tarafından kolaylıkla kullanabilmeleri için lüzumlu bütün talimatnameler hazırlanmıştır. Çalışır vaziyette olan bu paket programı ile âzami 280 kollu havalandırma şebeke hesapları tabîî havalandırmayı da nazarı itibara alarak şebekede 20'ye kadar vantilatör bulunsa dahi gerekli hesaplamaları yapılabilmektedir. Bu programı kullanarak 200 kol ve 5 vantilatörden meydana gelen E.K.İ. Kozlu Bölgesinin havalandırma şebeke analizi yaklaşık olarak 10 dakikada yapılabilmektedir.

2. E.K.İ. Mekanik Muhasebe kısmında mevcut ana hafıza kapasitesi 8 K olan IBM 360 Model 20 kompüteri için Dr. P. A. Cundall tarafından bir program paketi geliştirilmiştir. Bu sistemde âzami 66 kol ve 7 vantilatörlü havalandırma şebekesi analizleri yapılabilmektedir.

Kullanılan Temel Birimler

Basınç	: mm su sütunu (mmss) Not: 1 mmss = 1 kg/m ^a
Hava miktarı	: m ³ /saniye (m ³ /sn)
Direnç	: Weisbars (Wb) 1 Wb: İki ucu arasında 1 mmss basınç farkı olduğunda 1 m ³ /sn hava geçiren kolun direncidir.
Uzunluk	: metre (m)
Sıcaklık	: santigrat derece (°C)
Güç	: Kilo-watt (Kw)

Henningsen Programı Birimleri

Basınç	: mmss (kg/m ²)
Hava miktarı	: m ³ /dakika
Direnç	: mili-weisbars (mWb)
Uzunluk	: _____
Sıcaklık	: _____
Güç	: Kw

Cundall Programı Birimleri

Basınç	: mmss (kg/m ²)
Hava basıncı	: m ^s /saniye
Direnç	: mWb
Güç	: Kw

Temel Terimler

Havalandırma

Şebekesi	:	Birçok sayıda birbirine bağlı kol, kavşak ve gözlerden meydana gelen havalandırma ağına denir.
Kol	;	Bir şebekede mevcut iki kavşağın arasında kalan açıklığa kol denir.
Kavşak	:	Bir şebekede iki veya daha fazla kolün birleşme yerlerine kavşak denir.
Göz	:	Belli bir kavşaktan başlayarak, birbirine bağlantılı kolları takiben tekrar aynı kavşağa gelerek tamamlanan birçok sayıda koldan meydana gelen devreye göz denir.

Kol Direnci

Bir havalandırma kolunun direnci, kolu meydana getiren açıklığın uzunluğu, kesiti, cidarlarının pürüzlülüğü, kesitin şekli vs. ile değişirse de belli bir kolün direnci pratikte, sabit olarak kabul edilir. Bir kolün direncinin tesbiti en iyi olarak ölçü ile yapılabilir fakat bazı faallerde çeşitli faktörleri nazarı itibara alarak kol direnci abaklardan da tesbit edüebilir.

Atkinson Kanunu

Bir kolün iki ucu arasındaki basınç farkı (AP) bu kolün resistansı X koldan geçen hava miktarının karesine eşittir. Atkinson kanununun kısaca ifadesi:

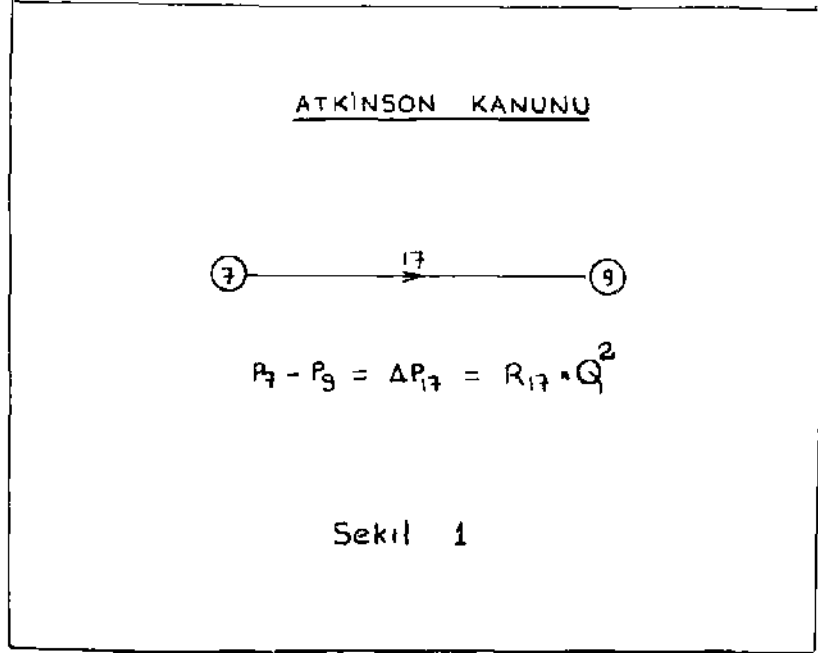
$$P = RQ^2 \quad \dots \quad (2)$$

Burada;

P = Bir kolün iki ucu arasındaki basınç farkını,

R = Kolün resistansı,

Q = Koldan geçen hava miktarını gösterir (Şekil i).



Tabii Havalandırma Basıncı

Bir kolun iki ucu arasındaki yükseklik (h) ve sıcaklık (t) farkları dolayısıyla kolun iki ucu arasında meydana gelen basınç farkına (AP) tabii havalandırma basıncı denir. Belli bir koldaki tabii havalandırma basınç farkı formülü:

$$\Delta P = \frac{\gamma_a + \gamma_b}{2} (h_b - h_a) \quad (3)$$

Burada;

ya, yb = Başlangıç ve bitiş kavşaklarının hava yoğunluğu,
 ha, hb = Başlangıç ve bitiş kavşaklarının kotlarıdır.

Herhangi bir kavşaktaki havanın yoğunluğu (y) aşağıdaki formüle göre bulunur:

$$\gamma = \frac{10233.0 - 1.25h}{29.4t} \dots \dots \dots (4)$$

Burada;

h = Kavşağın deniz seviyesi itibariyle metre olarak kotu,
t — Kavşağın santigrat cinsinden mutlak sıcaklık derecesidir.

Not: 4 No.lu formüldeki sabitler kullanılan birim sistemine uygun olan sabitler olup hava kavşağı için bu formüldeki 10233.0 yerine 10333.0 değeri alınır.

Vantilatörler

Vantilatörler havalandırma şebekesinin en önemli elemanlarından biridir. Bir vantilatörün karakteristik eğrisi genellikle,

$$\Delta P = A Q^2 + B Q + C \dots \dots \dots (5)$$

parabolik denklemi ile ifade edilebilir (Şekil 4).

Burada;

AP = Vantilatörün giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkı,
Q = Vantilatörden geçen hava miktarı,
A, B, C = Vantilatörün mekanik karakteristiklerini yansıtan sabitlerdir.

Havalandırma Şebekeleri

Hesaplamalara başlamadan önce en az hesaplama kadar önemli olan havalandırma şebekesine ait aşağıdaki işlemlerin yapılması gereklidir:

1. Havalandırma plânının yapılması ve plân üzerinde bütün hava giriş ve çıkış yollarının, vantilatörlerin, kapıların vs. gösterilmesi (Şekil 5),
2. Plândaki bilgüerin çizgisel şema haline getirilmesi ve bütün havalandırma kol ve kavşaklarının numaralanması ve yeni numaraların plâna işlenmesi (Şekül 6),
3. Çizgisel şemada gösterilen:
 - a) Bütün kolların dirençlerinin tesbiti,
 - b) Hangi kollarda vantilatör olduğunun ve vantilatörlerin karakteristik eğrilerinin tesbiti,

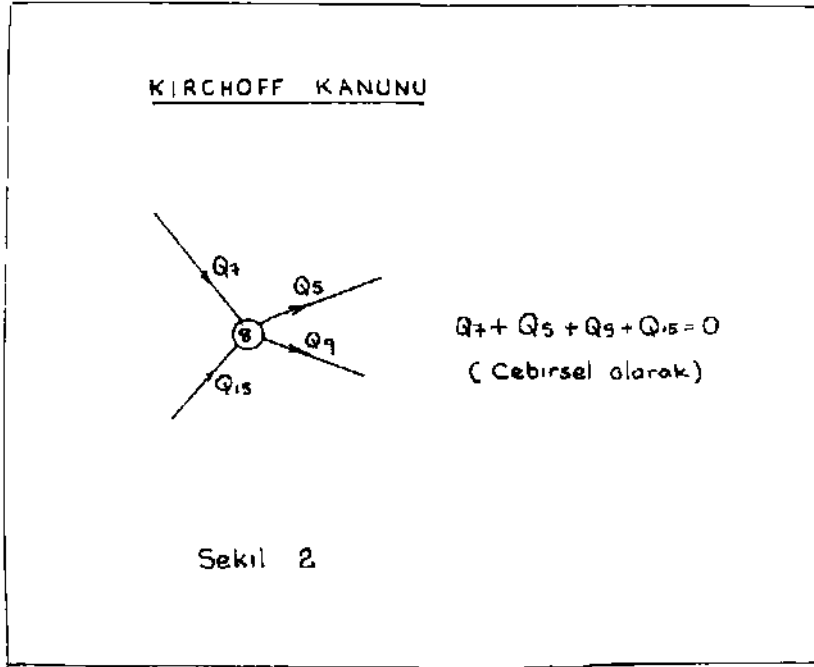
c) Bütün kavşakların kol ve sıcaklık derecelerinin tesbit edilmesi,

4. Çeşitli kollardan geçmesi istenilen hava miktarlarının tesbit edilmesi gereklidir.

Kirchoff Kanunu

Maddenin sakımı kanunu diye de bilinen bu kanuna göre bir kavşağa gelen hava miktarı o kavşaktan giden hava miktarına eşittir. Cebirsel bir ifadeyle Kirchoff Kanunu aşağıdaki biçimde ifade edilir (Şekil 2) :

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \sum_1^n Q = 0$$



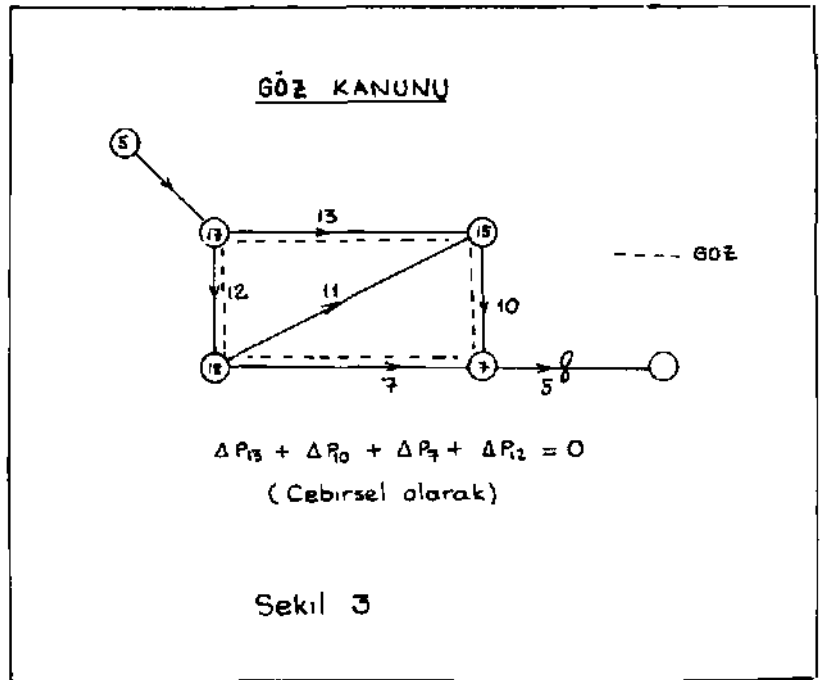
Göz Kanuna

Bir göze dahil bütün kollardaki basınç artış ve azalmalarının cebirsel toplamı sıfırdır. Bunun cebirsel ifadesi:

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_1^n \Delta P = 0$$

Buradaki her AP terimi gözde bulunan bir koldaki saat yelkovanı istikametindeki basınç düşüş veya artışı gösterir. Bir kolun iki ucu arasındaki basınç farkı ise:

- i. Koldan geçen havaya kolun gösterdiği resistandan doğan basınç farkı,
- ii. Kolda vantilatör varsa vantilatörün yarattığı basınç farkı,
- iii. Tabii havalandırmadan doğan basınç farklarının cebirsel toplamından meydana gelmektedir (Şekil 3).



Şebeke Hesapları

A. Göz Metodu ve Henningsen Programı

Henningsen programının kullandığı göz metodunda hesaplamalar aşağıdaki sıraya göre yapılmaktadır:

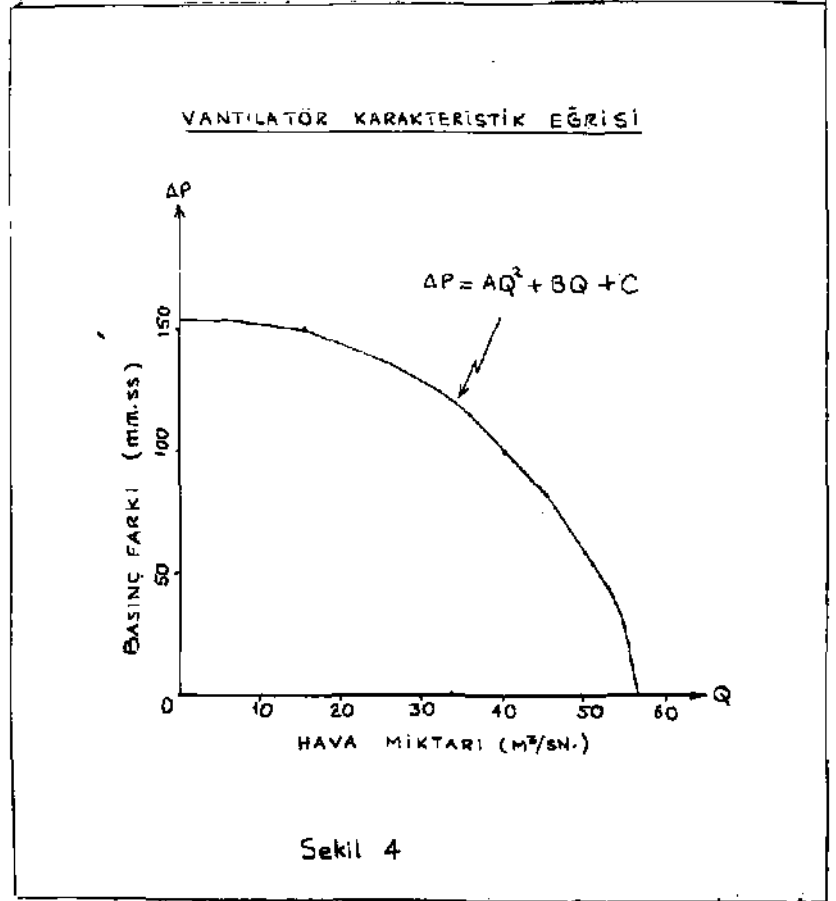
İ — Şebeke hesabı için lüzumlu Ön veriler dönüştürme formlarına yazılır. Ön veriler şunlardır :

- i. Şebekede kaç kol ve kaç kavşak olduğunu belirten kol ve kavşak sayıları bir tek satıra yazılır.
- ü. Şebekedeki her kol için ayrı birer satıra aşağıdaki bilgiler yazılır:
 - a) Kol numarası
 - b) Kolun haşladığı kavşak numarası
 - c) Kolun bittiği kavşak numarası
 - d) Kolun tipi (üzerinde vantilatör varsa — 1 , vantilatör yoksa 0, koldan geçecek hava miktarı önceden tesbit edilmişse 1)
 - e) Kolun resistansı
 - f) Koldan geçen tahminî hava miktarı veya sıfırdan başka herhangi bir sayı.
- iii. Her bir vantilatör için ayrı birer satıra;
 - a) Vantilatörün bulunduğu kol numarası
 - b) Vantilatör kolunun başladığı ve bittiği kavşak numarası
 - c) Vantilatör karakteristik eğrisinin A, B ve C sabitleri yazılır.
- iv. Şebekedeki her kavşak için ayrı birer satıra;
 - a) Kavşak numarası
 - b) Sıcaklık derecesi
 - c) Kofu yazılır.
- v. Bir KWh'in maliyeti ayrı bir satıra yazılır,
- vi. Lüzumu kadar kontrol kartı yazılır.

2 — Dönüştürme formundaki her satırdaki bilgi bir karta delinir ve kompüterce okunur.

3 — Komputer problemin çözümü için lüzumlu sayıda (M) gözü seçer. Çözüm için lüzumlu göz sayısı şebekede bulunan kol sayısı (B) ve kavşak sayısı (J) ile ilgili olup aşağıdaki formülle tesbit edilir:

$$M \sim B - J + 1$$



Komputer ön verilere dayanarak her bir göz için saat yelkovanı istikametindeki hava akımı dengesizliği (XQ) terimini aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$XQ = - \frac{\sum_1^n \Delta P}{2 \sum_1^n |Q|} = \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2 + \dots \dots \dots \Delta P_n}{2 [R_1 |Q_1| + R_2 |Q_2| + \dots \dots \dots R_n |Q_n|]}$$

Burada;

n = Gözdeki kol sayısı

AP = Her koldaki;

a) Direnç basınç farkı, $AP = RQIQ1$

b) Vantilatör (varsa) basınç farkı,

$$AP:=AQ^2+BQ+C$$

c) Tabiî havalandırma basınç farklarının cebirsel toplamlarını,

IQI = Hava akımının mutlak değerini gösterir.

4 — Bir göze bağlı her koldan geçen ilk kabul edilen hava miktarına bir göz için yapılan hesaplamada bulunan XQ düzeltme terimi cebirsel olarak ilâve edilir. Bu koldan geçen düzeltilmiş (gerçeğe daha yakın) hava miktarı bulunur.

5 — 4 ve 5'te yapılan işlemlerin tümüne bir irdeleme (iterasyon denir).

6 — Her iterasyon sonunda bütün gözlerdeki XQ değeri 0.001 ilâ -0.001 arasında değilse irdeleme işlemi tekrarlanır. XQ değerleri 0.001 ilâ -0.001 arasında bir değer alınca artık bütün şebekede hava akımı dengelenmiş demektir.

7 — Netice:

a) Komputer havalandırma şebekesinin dengelenmesinden elde ettiği aşağıdaki bğüeri netice olarak birer satır halinde yazar. Her satırda:

i. Kol numarası

ii. Kolun başladığı ve bittiği kavşak numaraları

ni. Kolun tipi (sabit resistans, vantüatör kolu, vs.)

iv. Kol resistansı

v. Koldan geçen hava miktarı (m^3/dak)

vi. Kolun yıllık havalandırma maliyeti.

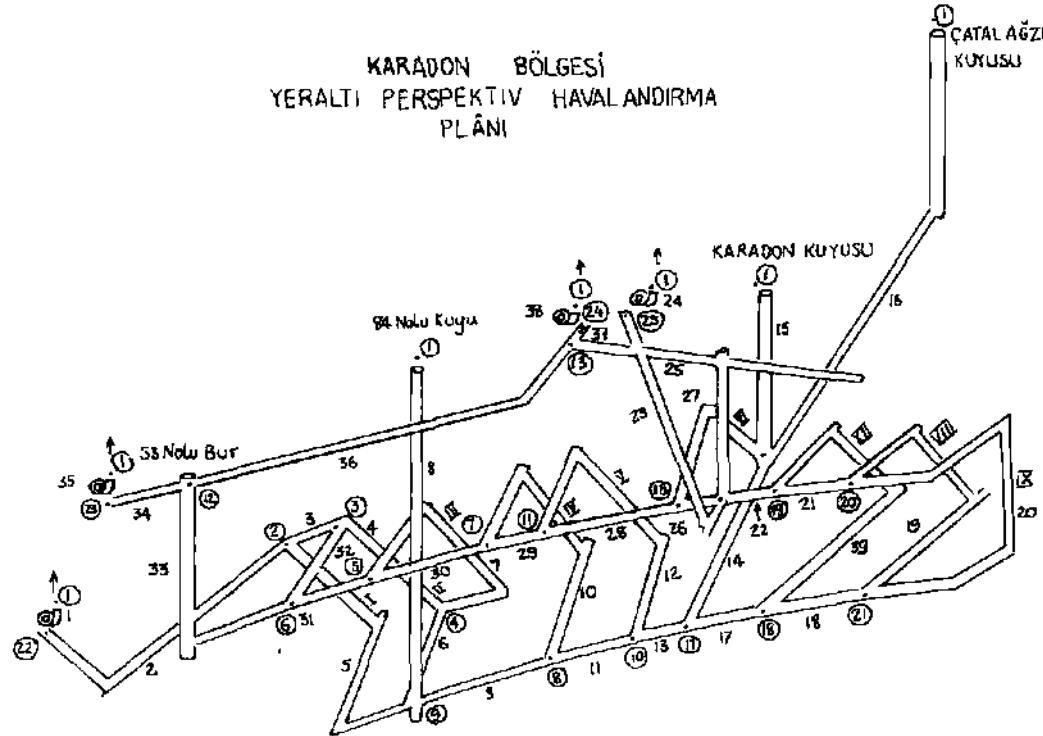
b) Ayrıca hesaplamada kullanılan gözlerdeki kol numaraları, başlık ve diğer giriş bilgileri uygun bir biçimde neticelerle birlikte yazılır.

Elde edilen neticeler ihtiyaca cevap verecek nitelikte ise tatbikata konur, değilse gerekli değişiklikler yapılarak uygun nitelikte bir sonuç alınacağına kadar işleme devam edilir.

B. Kavşak Metodu ve Cundall Programı

Cunda 11 programının kullandığı kavşak metodunda hesaplamalar aşağıdaki sıraya göre yapılmaktadır:

KARADON BÖLGESİ
YERALTI PERSPEKTİF HAVALANDIRMA
PLÂNI



Sekil 5

J. Muhi Nurl Çetek ten alınmıştır

1 — Şebeke hesabı için lüzumlu ön veriler Tablo 1'de de gösterildiği gibi komputer dönüştürme formuna yazılır. Bu forma yazılan Ön veriler şunlardır:

- i. Bir numaralı satıra ocak ismi,
- ii. İki numaralı satıra şebekede bulunan kol kavşak ve sabit basınçlı kavşak sayıları'
- iii. Şebekede mevcut her kol için kolun başladığı ve bittiği kavşak numaraları ve kolun dirençleri ayrı birer satıra yazılır,
- iv. Şebekede mevcut her sabit basınçlı kavşak ve vantilatör girişi kavşak için, kavşak numarası ve bu koldan geçen hava miktarını gösteren kol numarası ve vantilatör karakteristiğinin A ve C değerleri birer ayrı satıra yazılır.
- v. Her kavşağın numarası ve biliniyorsa gerçek basıncı, bilinmiyorsa sıfırdan farklı tahminî basıncı ayrı birer satıra yazılır.
- vi. En son karta da âzami kaç irdeleme yapılması gerektiğini gösteren iterasyon sayısı yazılır.

2 — Yukarıda yazılan her satırdaki bilgiler birer karta yazılarak kompütere verilir.

3 — Komputer her kavşak için (XP) basınç düzeltme terimini aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$XP = \frac{M_1^n + \sqrt{\frac{\Delta P}{R}}}{M_1^n \frac{1}{2 \sqrt{\Delta P R}}}$$

Burada AP ve R değerleri kavşağa bağlı beher kolun basınç farkı ve dirençlerdir.

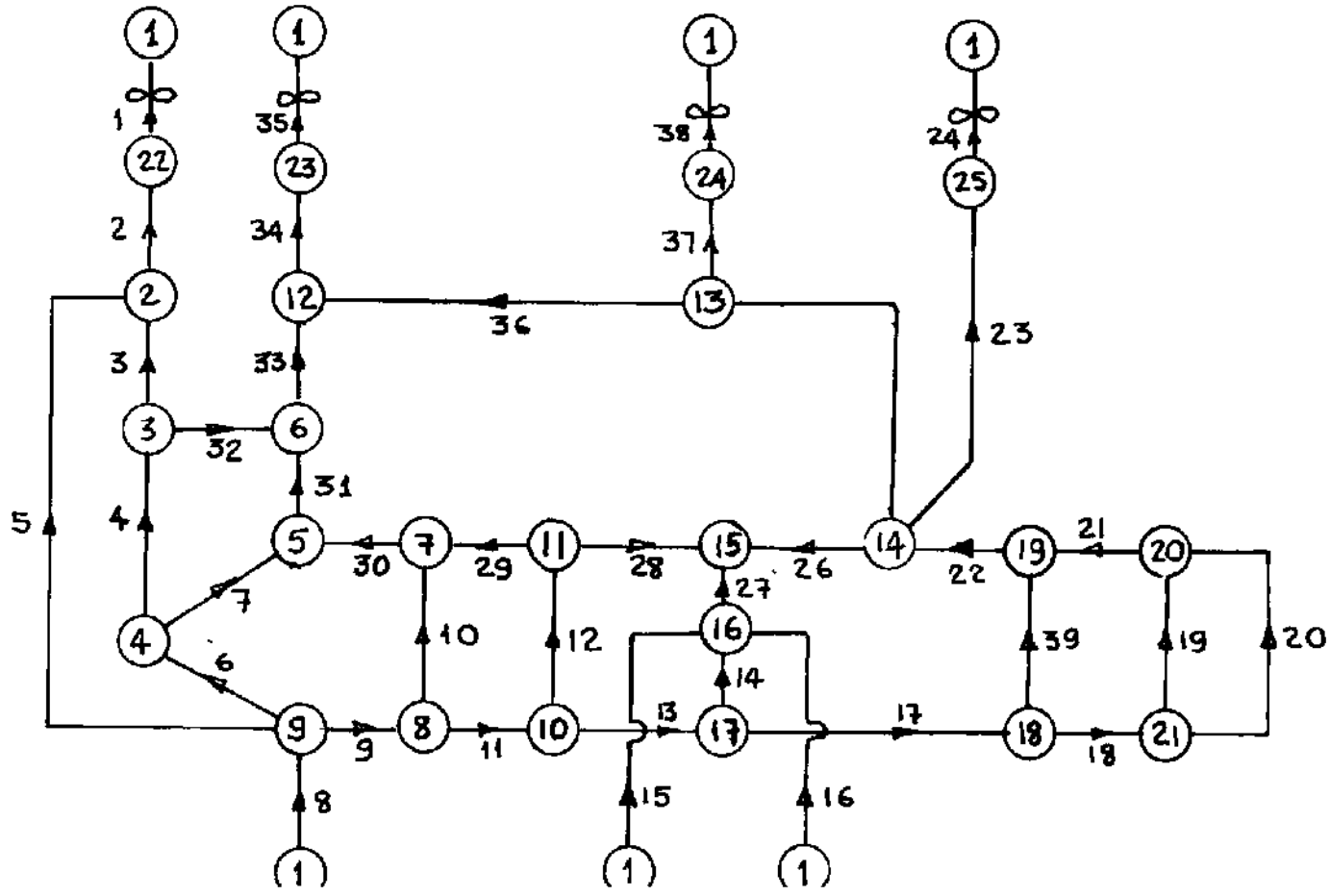
4 — Her kavşağın tahminî basıncına basınç düzeltme terimi cebirsel olarak ilâve edilir.

5 — 3 ve 4'te yapılan işlemlerin tümüne bir irdeleme işlemi (iterasyon) denir.

6 — Her kavşaktaki XP değeri 0.001 ilâ -0.001 arasında bir değer olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bütün kavşaklar-

KARADON BÖLGESİ

YERALTI HAVALANDIRMA ŞEMASI



daki XP'nin değeri bu iki limit arasında değilse irdeleme işleminde devam edilir, bu iki limit arasında ise artık bütün şebekede hava akımı dengelenmiş demektir ve elde edilen neticeler aşağıdaki formda yazılır.

7 — Netice: Şebeke hesaplamalarının neticesinde şebekenin her kolu için birer satır halinde aşağıdaki bğüer kompüterce verilmektedir (Tablo 2) :

1. Kol numarası
2. Başlangıç ve bitiş kavşaklarının numaraları
3. Kolun resistansı (mWb)
4. Koldan geçen hava miktarı (m^3/sn)
5. Kolun iki ucu arasındaki AP basınç farkı (mmss)
6. Başlangıç ve bitiş kavşaklarının basınçları (mmss)
7. Kolda harcanan güç (KW).

Havalandırma. Hesaplarının Kompüterle Yapılmasının Faydaları

Havalandırma hesaplarının kompüterle yapılmasının en önemli faydaları şunlardır:

- i. Hesaplama sonunda elde edilen neticeler (ön verilerin doğruluğı nisbetinde) şebekedeki gerçek hava akımına %10 gibi bir hata sınırları içinde harfiyen uymaktadır.
- ü. Şebekede mevcut birden fazla sayıda olan vantilatörler ve tabu havalandırma gibi tesirler bir anda nazarı dikkate alınabilmektedir.
- ii. Yangın vukuunda derhal yeni duruma ait hesaplamalar yapılabilmekte, önceden tahmin edilebilen yangın vakaları için yangın vukuundan önce analizler yaparak tedbir alma kolaylaşmaktadır.
- iv. Bütün hesaplamalar doğru olarak 10-15 dakika gibi kısa zamanda yapılabilmektedir.
- v. Şebekede yapılacak değışiklikler kolaylıkla dikkate alınabilmekte, yeni hesaplamalar 1-2 dakika gibi kısa zamanda yapılabilmektedir.

- vi. Şebekeye uygun vantilatör seçimi son derece kolay olarak yapılabilmektedir.
- vii. Havalandırma yollarının ekonomik analizleri, kapıların yer ve önemleri kolayca görülebilmektedir.

Sonuç

1. İleri ülkelerde 1965 yıllarından beri tatbik edilmekte olan kompüterle havalandırma şebekeleri hesaplamaları, yurduzdaki imkânlarla rahatlıkla yapılabilir hale getirilmiş olup lüzumlu bütün paket programları ve bu kullanma talimatnameleri E.K.İ. Etüd-Tesis Kütüphanesinde mevcuttur.

2. Hiçbir metod veya kompüter kendiliğinden bir problemi halletmez. Bunun için kömür ocaklarımızın havalandırma problemlerine, yeni bilgilerle donatılmış, yetkii ve sorumlu bir mühendisler grubunu, uygun bir kuruluş içinde eğilmelerini sağlama zorunluluğu şimdiye kadar olduğu gibi hâlâ da mevcut olduğu kanısındayız. Yetkililerin bu soruna önemli eğilmeleri can ve mal kaybı açısından son derece önemlidir.

3. Son olarak problemin büyüklüğünü hatırlama bakımından yalnızca üç vantilatör sistemi 1971 yılı hesapları ile yurdu muza yatırım olarak tahminen 20 milyon TL.'na mal olmaktadır. E.K.İ.'ne bağlı ocaklarda halen 20 kadar vantilatör sistemi mevcut olup senelik enerji giderleri yaklaşık olarak 5 milyon TL. civarındadır. Bu rakam elektriğin Kwh'i 18 kuruş olduğu varsayısına göre elde edilmiştir.

Bu şebekelerin bilinçli olarak kontrolü neticesinde en azından %20 gibi bir enerji ve yatırım tasarrufuna gidilerek, havayı istenilen yere sevk ederek can ve mal kaybı önleneceği kanısındayız.

4. Tebliğde yer darlığı nedeniyle ancak kullanılan metodların çok kısa bir özeti verilebilmiştir. Daha fazla bilgi için paket programların kullanma talimatnamelerinin veya konu hakkında yazılmış ekte listesi verilen diğer tebliğlerin incelenmesi gereklidir.

Tablo 1 — Havalandırma Şebekesine Ait Kompütereye Verilen Ön-Veriler

Başlık Kartı
Karatton Bölge Karakteristiklerine Uygun Vantilatörler
Şebekedeki

Kol Sayım	Kavşak Sayısı	Sabit Basıncılı Kavşak Sayısı
39	25	5

Şebekede Bulunan Kolların Resistansları

Başlangıç Kavşağı	Bitiş Kavşağı	Resistan»
22	1	1.0
2	22	52.0
3	2	19.5
4	3	46.0
9	2	56.0
9	4	8.5
4	5	93.0
1	9	3.0
9	8	10.4
8	7	75.0
8	10	10.7
10	11	75.0
10	17	12.0
16	17	2.5
1	16	1.5
1	16	8.86
17	18	1.6
18	21	7.7
21	20	30.0
21	20	33.0
20	19	2.4
19	14	0.9
14	25	10.3
25	1	1.0
14	13	6.5
14	15	6.5
16	15	53.0
11	15	32.5
11	7	19.5
7	5	9.75
5	6	10.0
3	6	11.4
6	12	6.27
12	23	7.2

23	1	1.0
13	12	100.0
13	24	2.4
24	1	1.0
IS	19	19.5

Sabit Basınç Kavşak ve Vantilatörlere Ait Bilgiler

Vantilatörün bağlı bulunduğu		Vantilatör sabitleri	
Kavşak	Kol	A	C
22	2	0 041	— 150.0
23	34	0 0243	— 250.0
24	37	0 0142	— 300.0
25	23	0 00825	— 350.0
1	24	00	00

Kavşak Bilgileri

Kavşak numarası	Bilinen veya tahmini basınç
1	0.0
2	-100.0
3	- 75.0
4	- 50.0
5	- 70.0
6	- 75.0
7	-100.0
8	- 25.0
9	- 25.0
10	- 30.0
11	-130.0
12	-120.0
13	-150.0
14	-200.0
15	-170.0
16	- 20.0
17	- 30.0
18	- 50.0
19	-190.0
20	-120.0
21	- 70.0
22	-129.3
23	-169.7
24	-192.2
25	-258.3

ttasyon sayısı

Tablo % — Karadon Bölgesi Havalandırma Hesabı Neticesi

Kol numarası	Kavşak numarası		Resistan*« B mWb	Hava miktarı Q m' /saniye	Kol basınç farkı Delta-P mm.88	Kavşak Basıncı		Güç (KW)
	Başlangıç	Bitiş				* (D) Başlangıç mm.8S	P («) Bitiş mm.sä	
1	22	1			-125.871	-125.871	0.	Vantila- tör kolu
2	2	22	51.999	24.259	30.602	- 95.269	-125.871	7.782
3	3	2	19.499	— 7.203	1.011	- 96.280	- 95,269	.071
4	4	3	45.999	28.154	36.462	- 59.817	- 96.280	10.070
5	9	2	55.999	31.468	55.454	- 39.814	- 95.269	17.118
6	9	4	8.799	47.676	20.003	- 39.814	- 59.817	9.355
7	4	5	92.999	19.520	35.438	- 59.817	- 95.256	6.786
8	1	9	2.999	115.202	39.814	0.	- 39.814	44.996
9	9	8	10.399	36.056	13.521	- 39.814	- 53.336	4.782
10	8	7	74.999	22.564	38.185	- 53.336	- 91.522	8.452
11	8	10	10.699	13.487	1.946	- 53.336	- 55.282	.257
12	10	11	74.999	22.033	36.412	- 55.282	- 91.694	7.870
13	10	17	11.999	— 8.552	.877	- 55.282	- 54.405	.073
14	16	17	2.500	118.436	35.068	- 19.336	- 54.405	40.744

492

15	1	16	1.499	113.539	19.336	0.	- 19.336	21.537
16	1	16	8.859	46.717	19.336	0.	- 19.336	8.862
17	17	18	1.600	109.880	19.317	- 54.405	- 73.723	20-823
18	18	21	7.699	56.067	24.205	- 73.723	- 97.928	13.313
19	21	20	29.999	28.701	24.713	- 97.928	-122.642	6.958
20	21	20	32.999	27.365	24.713	- 97.928	-122.642	6.634
21	20	19	2.399	56.066	7.544	-122.642	-130.186	4.149
22	19	14	.900	109.870	10.864	-130.186	-141.050	11.709
23	14	25	10.299	106.132	116.020	-141.050	-257.071	120.795
24	25	1			-257.071	-257.971	0.	Vantila- tör kolu
25	14	13	6.499	70.555	32.357	-141.050	-173.408	22.396
26	14	15	6.499	-66.827	29.028	-141.050	-112.022	19.030
27	16	15	52.999	41.818	92.685	- 19.336	-112.022	38.023
28	11	15	32.499	25.009	20.327	- 91.694	-112.022	4.987
29	11	7	19.499	- 2.976	.172	- 91.694	- 91.522	.005
30	7	5	9.749	19.569	3.733	- 91.522	- 95.256	.716
31	5	6	10.000	39.082	15.274	- 95.256	-110.530	5.856
32	3	6	11.399	35.354	14.249	- 96.280	-110.530	4.942
33	6	12	6.269	74.435	34.740	-110.530	-145.270	25.367
34	12	23	7.199	57.659	23.937	-145.270	-169.208	13.540
35	23	1			-169-208	-169.208	0.	Vantila- tör kolu
36	13	12	99.999	-16.774	28.137	-173.408	-145.270	4.630
37	13	24	2.399	87.325	18.301	-173.408	-191.709	15.678
38	24	1			-191.709	-191.709	0.	Vantila- tör kolu
39	18	19	19.499	53.810	56.463	- 73.723	-130.186	29.805

Bibliyografik Tanıtını

1. Cross, Hardy: Analysis of flow In networks of conduits or conductors. Illinois University Engineering Experimental Station, Bulletin 286 (1936).
2. McPherson, M. J.: Ventilation Network Analysis by Digital Computer, The Mining Engineer, October (1966).
3. Wehr, R. und Henningsen, U.: Stand der digitalen Rechentechnik auf dem Gebiet der Grubenbewetterung im deutschen steinkohmengergbau. Glückauf, (Jahrgang, 106-1970).
4. Wehr, R. ve Henningsen, U.: Almanya Kömür Ocaklarının Havalandırılmasında Sayısal (Digital) Hesaplama Tekniğinin Yeri. Dilimize çeviren: Maden Y. Müh. Yakup Hodancı, E.K.I. Etüd-Tesis Kütüphanesi, Zonguldak (1971).
5. Cundall, P. A.: - User's Handbook Ventilation: Network Program by Dipl. Eng. Uwe Henningsen, E.K.t. Etüd-Tesis Kütüphanesi, Zonguldak (1971).
6. Cundall, P. A. - User's Handbook Ventilation: Network Program by Dr. P. A. Cundall, E.K.İ. Etüd-Tesis Kütüphanesi, Zonguldak (1971).
7. Cundall, P. A.: Henningsen Programının kullanma talimata. Dilimize çeviren: Dr. İrfan Ergün, E.K.İ. Etüd-Tesis Kütüphanesi, Zonguldak (1971).
8. National Coal Board (NBC) Computer Services: Vantilation Network Calculations. N.C.B. Publication (1966).
9. Hinsley, F. B.: A Review of the Theory and Practice of Mine Vantilation, The Iron and Coal Trades Review (October, 1948).
10. J W. Bray: Methods of Vantilation Analysis. Mining Magazine (April 1964).

