

APPLICATION COMPUTER PROGRAMS USED IN EREĞLİ COAL MINES LTD.

by
Dr. irfan ERGÜN (*)

S u m m a r y :

Ereğli Coal Mines Ltd. (E.K.t.) owns an IBM System 370 Mode) 125 Computer System. DOS/VS operating system is used and this feature enables the computing system to be able to cope with most complicated scientific and engineering problems.

A computer program library was developed since 1971 to date at the E.K.İ. to solve many types of engineering problems to meet the requirements of the company. A brief description of the available computer programs are presented at this paper.

The following computer programs are available at the computer center :

- (1) HAVASIM — Henningsen Mine Ventilation network analysis program.
- (2) PROSIM — Project simulation program
- (3) BASSIM — Mine Compressed air network analysis program.
- (4) BELTSIM — Belt haulage simulator.
- (5) RAILSIM — Rail haulage simulator.
- (6) POWERSIM — Power System analyzer.
- (7) FUMPSIM — Pump System analyzer.
- (8) FEJOINT — Finite element analysis program for two dimensional jointed rock structures.

(*) Director for Industrial Applications
Computing Center,
Ereğli Coal Mines Ltd., Zonguldak, Turkey

- | | |
|--------------------|--|
| (9) LUSH | A Computer program for complex response analysis of soil structure systems. |
| (10) SAP IV | A structural analysis program for static and dynamic response of linear systems. |
| (11) NONSAP | A Structural analysis program for static and dynamic response of nonlinear systems. |
| (12) STRESS | Structural engineering systems solver. |
| (13) DRAItoJ | A General purpose computer program for dynamic analysis of inelastic plane structures. |
| (14) ETABS | Three dimensional analysis of building systems. |
| (15) COST-SCHED II | Cost projection analysis and mine development scheduling program |

1 – GİRİŞ:

Ereğli Kömürleri İşletmesi Müessesesi (E.K.t.) Armutçuk, Kozlu, Üzülmez, Karadon ve Armutçuk Üretim Bölgeleri ile bu bölgelerde mevcut lâvvarlar, Merkez atelyeleri, Ereğli ve Zonguldak limanlarından teşekkül eder. Türkiye'nin yegâne taşkömürü üreten Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı bir kamu iktisadi devlet kuruluşudur. Müessesemizin tümü yeraltı işletmelerinden elde edilen 1971 -1976 yılları yıllık ortalama satılabilir üretimi 4.722.138 ton olup, halihazırda puantajı kayıtlı işçi sayısı 42.300 ve 1976 yılı ortalama işçi yevmiyesi 626,— TL. dir.

Yurdumuzda taşkömürü, demir-çelik, enerji üretimi, demir ve deniz yolu ulaştırıcılığında kullanılmaktadır. Petrol rezervlerimizin azlığı enerji ve demir-çeliğe olan ihtiyacımız nedeniyle, Türkiye halen dışarıdan taşkömürü ithal etmekte olup, taşkömürü üretim açığı hızla artmaktadır.

Yurdumuzun taşkömürü açığını azaltmak amacıyla Müessese üretiminin artırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu sebeple yakın gelecekte Müessesemizde geniş kapsamlı yatırım projelerinin hazırlanmasına ihtiyaç vardır. Taşkömürü havzamızın jeolojik yapısının karmaşık olması, yurdumuzda bir özel ihtisas konusu olan yeraltı madenciliği ile ilgili proje hazırlayacak bilgi ve tecrübeye sahip eleman azlığı ve yeni yatırımların mevcut üretim sistemine uyumlu biçimde yapılması mecburiyetinin bulunması sebebiyle Müessesemiz de yapılacak proje ve uygulama çalışmalarının büyük bir kısmının Müessesemiz bünyesinde yapılması mecburiyetini doğurmaktadır.

Proje çalışmaları sırasında çağın bilim ve teknolojisinden azami ölçüde yararlanmak, projelerin daha çabuk ve doğru yapılmasını sağlamak amacıyla, Müessesemiz problem sahalarına giren konularda bilgisayar program paketleri temin edilmiş olup, tebliğde bu programlardan halihazırda Müessesemizde kullanılabilir durumda olanları hakkında özet bilgi verilmeye çalışılmıştır.

E.K.İ. BİLGİSAYAR MERKEZİ

E.K.İ. Müessesesi Bilgisayar Merkezi direkt Müessese Müdürlüğüne bağlı Yöneylem Araştırması ve Otomasyon Grup Müdürlüğü ile Grup Müdürlüğüne bağlı Mali-Ticari İşlemler Otomasyon, Yöneylem Araştır-

ması, Bilgisayar Koordinasyon ve Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüklerinden oluşmaktadır. (Şekil : 1)

Mühendislik problemlerinin bilgisayarla çözümü için lüzumlu bilgisayar program kütüphanesinin kurulması, geliştirilmesi ve kullanılması işlerinin tümü Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğünce yapılmaktadır.

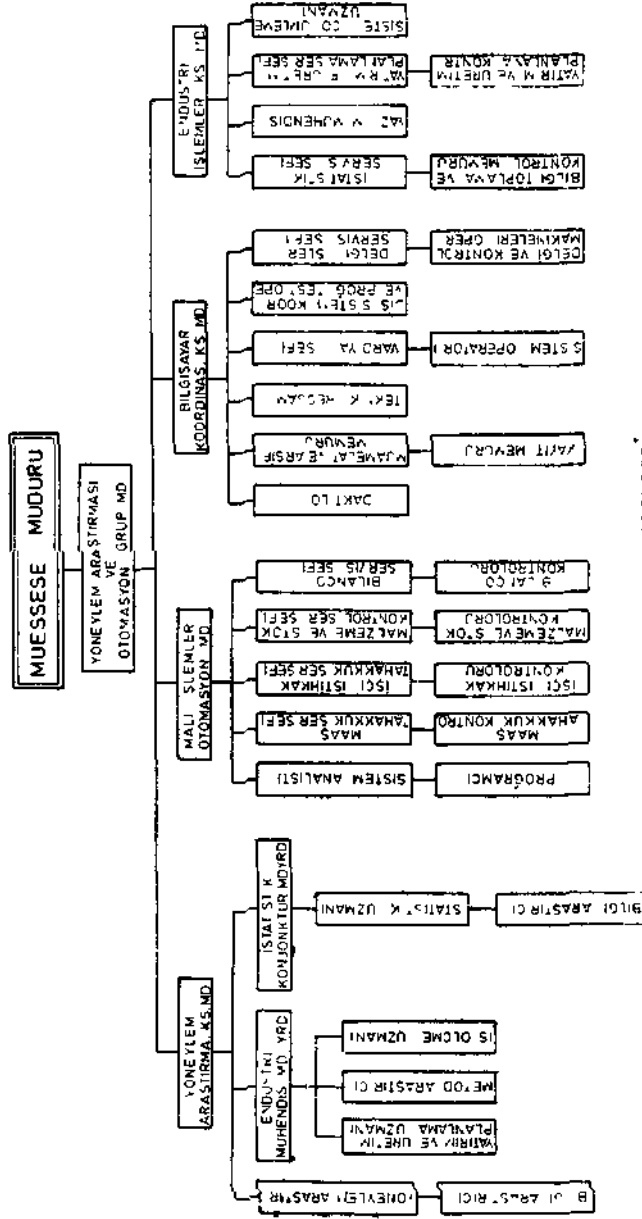
Tebliğde konu edilen tüm programlar Müessese bünyesindeki teknik elemanların ve Şube Müdürlüklerinin kullanımına açık bulunması yanında, konunun yurdumuz için önemi gözönünde bulundurularak tüm kamu ve özel kuruluşların da hizmetine sunulmaya çalışılmaktadır.

Bilgisayar Sistemi

Müessesemizde 1.10.1976 tarihinde çalışmaya başlayan mevcut IBM Sistem 370 model 125 bilgisayar sisteminin özellikleri Şekil : 2'de gösterildiği gibidir.

Mevcut bilgisayar sistemi DOS/VS İşletim Sistemi altında çalışmakta olup, ASSEMBLER, RPGII ve FORTRAN IV programlama dillerinde yazılmış olan programları işleyebilmektedir. Lüzumu halinde PL/I ve COBOL derleyicileri de sistemde kullanılabilir.

Mühendislik problemlerinin bilgisayarla çözümünde en çok FORTRAN IV dili kullanılmakta olup, mevcut sistem, bu dilde makinedan bağımsız yazılmış her türlü mühendislik problemlerini çözebilen programlarını kolayca kullanabilir.



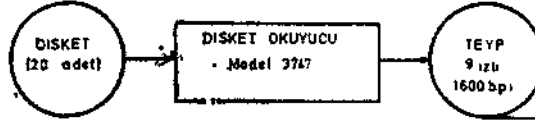
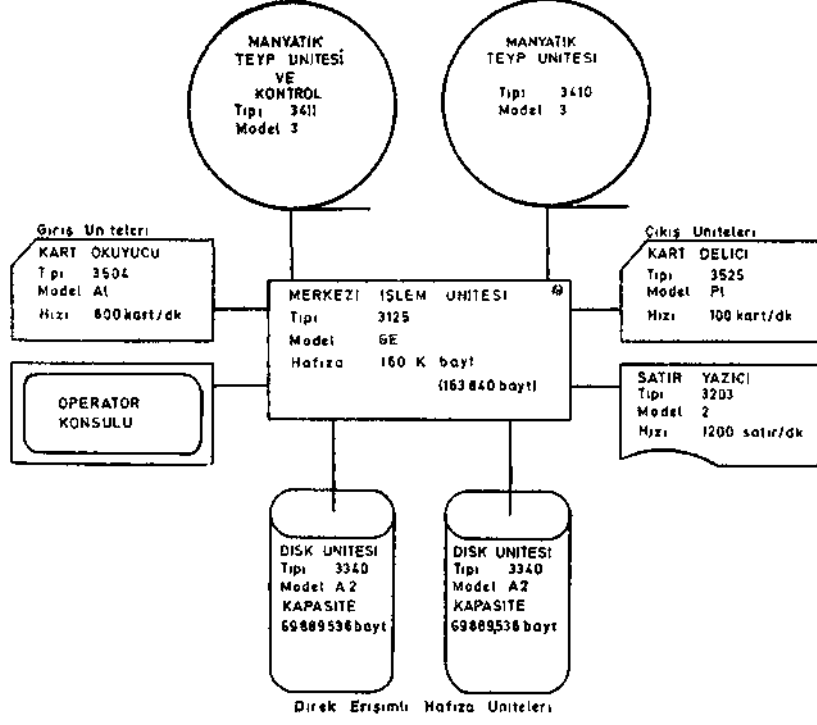
E-Kİ MÜESSESE İZLEME VE KONTROL OTOMASYON GRUP MÜDÜRLÜĞÜ

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI OTOMASYON GRUP MÜDÜRLÜĞÜ

SEKİ: 1

İKİ BİLGİ İŞLEM SİSTEMİ
IBM SİSTEM 370 MODEL 125

Manyetik Teyp Uniteleri



ŞEKİL 2

HAVASIM - HENNINGSEN HAVALANDIRMA PROGRAMI

HAVASIM 1966 yılında B. Almanya'da Dipl. İnp. Uwe Henningsen tarafından geliştirilmiş olup, 1971 yılında Dr. P. A. Cundall tarafından tādil edilerek kullanma talimatı hazırlanmıştır.

Program azami 600 kol, 400 kavşak ve 20 pervaneden oluşan çok karmaşık ocak havalandırması ile ilgili her türlü hesaplamalarını Hardy Cross'un göz metodunu kullanarak yapmasma ilâveten havalandırmada mühendisinin ihtiyaç duyduğu pervanelerde ve havalandırma kollarında harcanan enerji ve bir yıllık enerji maliyetini hesaplar. Kullanıcıya kolaylık sağlamak amacıyla, aynı şebeke üzerinde tasarlanan birçok havalandırma projesi ard arda analiz edilebilmektedir.

Program şu kısımlardan oluşur :

- (i) Havalandırma şebekelerine ait bütün kol dirençleri, kollardan geçen tahmini hava miktarları, kavşakların sıcaklık dereceleri ve kotlar; ile pervanelerin karakteristiklerini okur.
- (ii) Havalandırma şebekesinin analizi için lüzumlu $M - I - J + 1$ adet gözü seçer. Burada M göz sayısını, I şebekedeki kol sayısını, J şebekedeki kavşak sayısını gösterir.
- (iii) Çözüm bulununcaya kadar tabi havalandırma tesirini de dikkate alarak, Hardy-Cross iterasyonunu yapar ve sonuç olarak tarif edilen şebekenin her kolundan geçen hava miktarını, her kavşaktaki deprasyonu, her koldaki deprasyon kaybını ve her kolun havalandırma maliyetini hesap eder.
- (iv) Elde ettiği neticeleri yazar.

Program 300 kol, 200 kavşak ve 5 vantilatörlü bir şebekeyi E.K.İ. Bilgiyasar sistemi ile yaklaşık 5 dakikada çözebilmektedir. Uzun yıllar kullanılmış ve denenmiş güvenilir bir bilgisayar program paketidir.

Referanslar :

- (1) Condall, **A.P.**, Henningsen Programı Kullanma Talimatı, E.K.İ. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü (Tercüme Dr. irfan Ergün) 1971

PROSIM - PROJE BENZETİM (SİMÜLASYON) PROGRAMI

Amaç :

PERT ve CPM Şebekeleri yardımıyla tanımlanmış faaliyet dizilerinin (proje benzetim tekniği yardımıyla çözümlemesini yapan bir programdır.

Belirli olasılıklar altında meydana gelebilecek olaylarını, proje faaliyetlerinin yapım sürelerini etkileyerek ve bu faaliyetlerin birbiri peşisıra eklenmeleri nedeniyle umulmayan gecikmeler yaratmaları şansının, başlangıçta tahmin edilmesine yardımcı olmak üzere geliştirilmiştir.

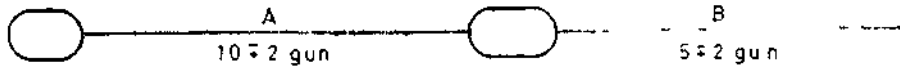
Zamanlamayı etkileyebilecek maximum 20 adet faktöre (malzeme temini, insangücü temini, çevrel koşullardaki sınırlamalar, yönetim gereksinimi vb. gibi kaynaklar ait bağımlılıkların belirtilmesiyle, projenin içindeki her faaliyetin en olası bitim tarihleri saptanabilir.

örneğin; X faaliyetinin yerine getirilmesi, Y kaynağının teminine bağlı ise ve bu kaynak o güne kadarki gözlem ve/veya tecrübeler göre % P olasılıkla temin güçlüğü gösteriyorsa, bu takdirde o faaliyet % K kadar ortacaktır. Bütün faaliyetlerin yapımı, bir veya daha fazla kaynağa bağlı olduğuna göre, en olası icra sürelerinin saptanması için, mümkün bütün hallerin dikkate alınması gerekir.

İşte PROSIM proje simülâtörü, baştan belirtilen bir kısım olasılıklar çerçevesinde, proje faaliyetlerinden istenilenlerin en muhtemel bitim tarihlerini saptar.

Büyük çaplı yatırım projeleri gibi bir kaç yüz faaliyetten oluşan projelerde, nihai bitiş tarihleri genellikle, ilk yapılan tahminlerin çok ötesine uzanmaktadır. Bunun nedeni, her faaliyetin süresinin sabit bir değer olmayıp, o değer çevresinde değişen bir değerler aracılığı şeklinde dağılmasıdır.

Aşağıda çok basit bir şebekede bu durum gösterilmiştir :



Muhtemel Proje Bitim Günleri

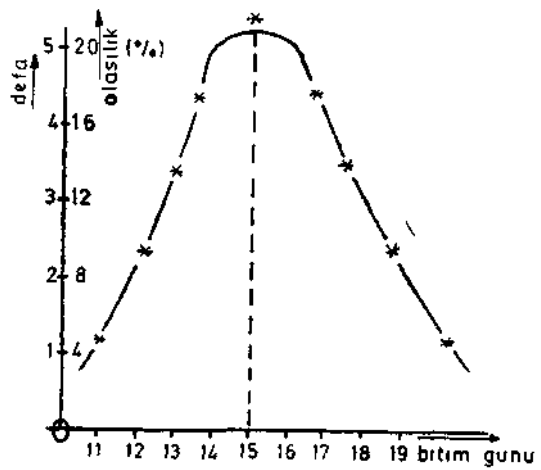
A	B	Proje bitimi
8	+	3 11
8	+	4 12
8	+	5 13
8	+	6 14
8	+	7 15
9	+	3 12
9	+	4 13
9	+	5 14
9	+	6 15
9	+	7 16
10	+	3 13
10	+	4 14
10	+	5 15
10	+	6 16
10	+	7 17
11	+	3 14
11	+	4 15
11	+	5 16
11	+	6 17
11	+	7 18
12	+	3 15
12	+	4 16
12	+	5 17
12	+	6 18
12	+	7 19

Proje Bitimi Gününün Dağılımı:

1 defa 11 nci günde bitmiştir.

2	»	12	»	»	»
3	»	13	»	»	»
4	»	14	»	»	»
5	»	15	»	»	»
4	»	16	»	»	»
3	»	17	»	»	»
2	»	18	»	»	»
1	»	19	»	»	»

Toplam 25



Yukarıki 2 faaliyetli basit projede yapılan çözümlenmeden görüleceği üzere, proje bitim tarihi olarak yalnız 1 adet tarih vermek olanaklıdır. 11 ilâ 19 neu günler arasında dağılım grafiğinde görülen değerler kadar olasılıklarla bitecektir. Örneğin; projenin 14 günde tamamlanması olasılığı %16 dır. 14 veya daha erken bir günde bitmesi olasılığı ise % 40'dır.

Ancak gerçek yaşam koşullarında durum biraz daha karmaşıktır. Faaliyetlerin yapım sürelerinin $X + C$ gibi Z sınır arasında dağılmasının yanısıra, şartlı yapım süreleri de vardır. Örneğin, bir temel hafriyatı, hava şartları iyi olduğu takdirde $X_1 + G$ günde ve kötü hava koşullarında da $X_2 + C_2$ sürede yerine getirilir. Bu takdirde, yukarıda yürütülen mantık yolu artık geçerli değildir. Bu takdirde hava şartları ve bu gibi, faaliyetlerin yapımını etkileyebilecek her koşul, bir mantık sistemi içinde dikkate alınmalıdır.

Giriş Bilgileri :

PROSIM adı altında hazırlanmış olan program bir projeye ait faaliyet şebekesi çizilip, faaliyet - kaynak bağımlıklarının belirlenmesiyle, bu sayılan işleri otomatik olarak yerine getirir.

Bilgisayar geçişinden sonra sonuçlar incelenip, projenin nihai bitim tarihi veya yalnız belirli faaliyetlerin bitiş tarihleri, istenilen sınırlar içine düşmediği görüldüğünde bir kısım girdiler değiştirilerek geçiş tekrarlanır. İstenilen termin tarihleri elde edilene kadar, bu yinelenir. Tabii ki, her defasında yapılan **değişiklik**, projeyi yöneten ekibin alması gereken bir **tedbir** anlamına gelir.

Referans:

- (1) TİTİZ, T., Proje Benzetim (Simülasyon) Programı Kullanma Talimatı, E.K.I. Yöneyem Araştırması Kısım Müdürlüğü, Zonguldak 1978.

BASSIM — BASINÇLI HAVA ŞEBEKESİ ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

BASSIM — Dr. İrfan Ergim tarafından geliştirilmiş azami 300 kol, 200 kavşak ve 10 kompresörlü bir basınçlı hava Şebekesinin

- (i) Boru maliyetlerini,
- (ii) Şebekeye bağlı basınçlı hava ile çalışan değişik gruptaki makinalann toplam sarfiyatlarını,
- (iii) Şebekenin kol dirençlerini,
- (iv) Şebeke analizlerini ve borularda

kaybolan enerji ile basınçlı hava makinalarının kullandığı enerjinin miktar ve maliyetini hesap edebilen 3 adet bilgisayar programından oluşur. Analiz Hardy Cross'un kavşak metodu ile yapılmaktadır.

BORU ömrü ve cari oranları dikkate alınarak, her koldaki boru yatırımlarının, indirgenmiş para akımı metoduna göre, bir yıllık boru yatırım maliyeti ile bir yılda borularda harcanan enerji maliyeti hesaplanmaktadır. Program tam anlamı ile bir tasarım aracıdır.

BASSIM ile basınçlı hava ağının her kolundaki en ekonomik boru çapı ile Şebekeye yeterli kompresör kapasitesinin tesbiti ve kompresörün kurulmasının en uygun olduğu yerin seçimi yapılabilir.

Referanslar:

- (1) Ergün, I. Basınçlı Hava Ağı Analizi Programı Kullanma Talimatı, E.K.İ. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü, Zonguldak, 1977

BELTSIM KONVEYOR NAKLİYATI ŞEBEKE ANALİZ PROGRAMI

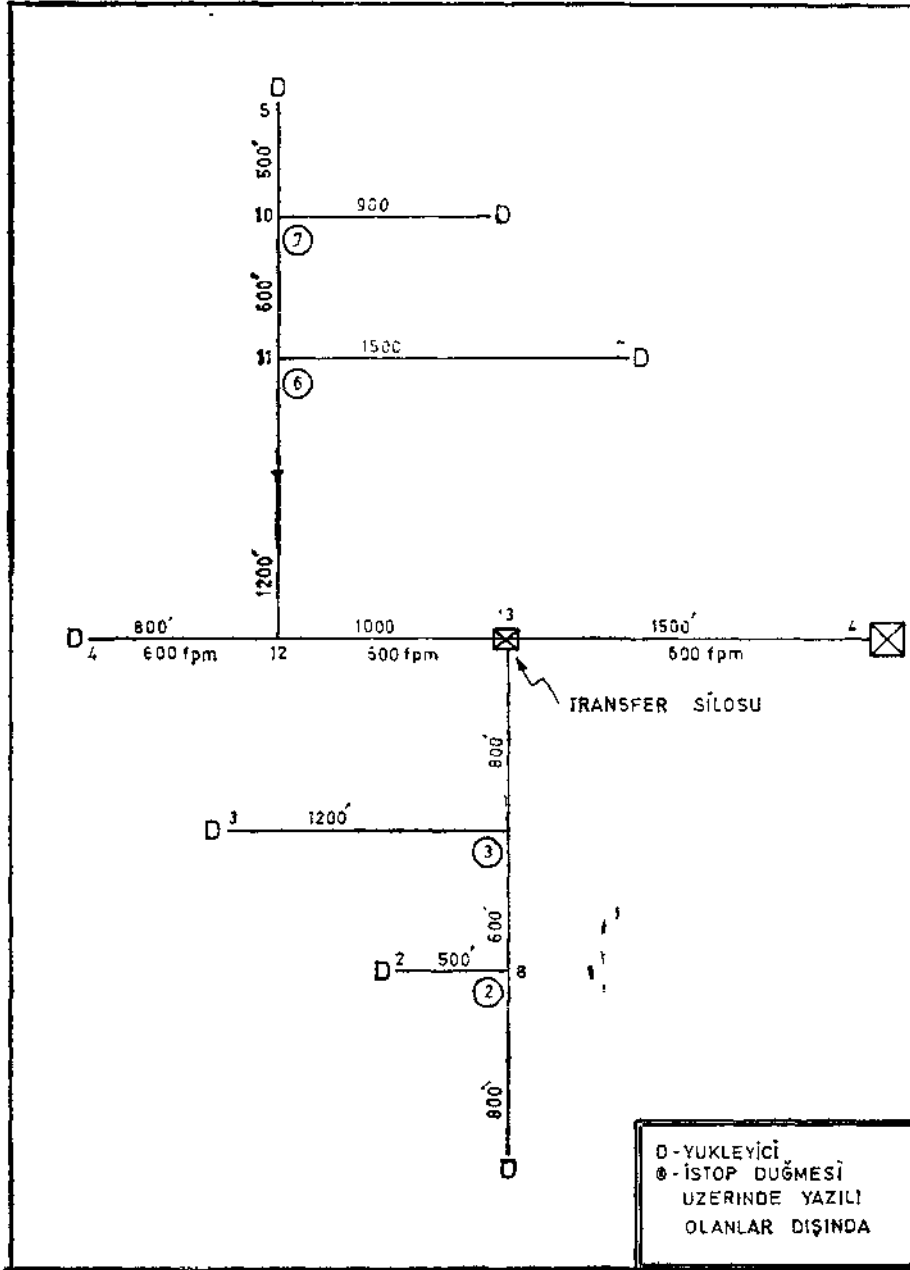
Önemli bir bölümü fiatı düşük büyük kütle taşımacılığına dayanan kömür istihali, esas da bir malzeme nakliyatı programıdır. Artan malzeme ve işçilik masraflarını karşılamak amacıyla verimin artırılması gerekmektedir. Konveyör nakliyatı, verimi arttırmak ve maliyeti düşürmek için kömür taşımacılığında en çok kullanılan bir sistemdir. Konveyör nakliyatının sürekli çalışma, daha az işçilik istemesi, ince damarlarda kullanılabilmesi ufalanmayı önlemek ve malzemenin devamlı tartılabilmesi başlıca avantajlarını teşkil eder. Ana yol nakliyatına en uygun sistem olmasa da, band nakliyatı daha büyük taşıma kapasitesi, istasyon bekleme sürelerinin olmaması, gecikme tesbitinin kolaylığı, daha hızlı tumba imkânı ve yüklem noktası sayısını azaltması avantajlarına sahiptir.

Band konveyör tasarımı sırasında değişik panolardan elde edilen üretimin tümünü taşıyabilmek için band genişlikleri ve hızının tesbiti gereklidir. Hazırlanan bilgisayar programı, tumba edilen her araba kömürün bütün nakliyat şebekesi boyunca hareketini ana konveyöre kadar izlemektedir. Bu şekilde değişik noktalardan yüklenen kömürlerin band kapasitesini aşma durumu meydana gelip gelmediği tesbit edilerek, konveyör sisteminin kapasitesi test edilebilmektedir.

BELTSIM programı 80 konveyör ve 40 yüklem noktasına kadar konveyör şebeke analizini yapabilmektedir. Sistemde transfer siloları, fazla yüklem düğmesi ve band yüklem tesislerini dikkate alınabilmektedir. Konveyörler istenilen genişlikte, uzunlukta olabilir ve istenen hızda ve kapasitede çalışabilir.

Simulasyon sonuçları arasında vardiyada nakliyat kapasitesi ve aşırı yüklem noktaları verilmektedir. Her pano için üretim ve band arızalarından doğan yüklem bekleme süreleri verilir. Çıkış bilgileri arasında aşırı yüklem ve aşırı yüklemelerden doğan konveyör istop olma zamanları da verilir.

Şekil : 1'de örnek bir konveyör şebekesi görülmektedir. Şekil : 2'de bu sistemin 10 vardiya için BELTSIM analizi çıktısı verilmiştir. Analiz sonucuna göre 12 No. lu konveyörün yetersiz olduğu görülmektedir.



ŞEKİL "1

Örnek band konveyör nakliyat şebekesi

10 VARDİYA ÖZETİ

	TOPLAM	VARDİYA ORTALAMASI
KAZILAN TON	31712.78	3171.28
OCAK ÇIKIŞI (TON)	31706.61	3170.66
DÖKÜLEN	6.17	0.62

BELTİM Örnek Band Şebekesi 10 Vardiya Özeti

(ŞEKİL : 2)

PANO NO.	TOPLAM TON	ORTALAMA VARDİYE TON	TOPLAM BAND BEKLEME	VARDİYADA BAND BEKLEME	TOPLAM BAND İSTOP	VARDİYADA BAND İSTOP
1	4863.33	486.33	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4522.23	452.22	0.00	0.00	0.06	0.01
3	4938.49	493.85	2.68	0.00	23.61	2.36
4	4351.72	435.17	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4353.51	435.45	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4075.37	407.54	0.00	0.27	0.00	0.00
7	4207.06	420.71	1.04	0.10	7.49	0.75
KONTROL NOKTASI	TOPLAM DÖKÜLEN	VARDİYADA ORTALAMA DÖKÜLEN	TOPLAM BAND BEKLEMESİ	VAADİYADA BAND BEKLEMESİ		
8	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00		
11	0.00	0.00	0.00	0.00		
12	6.17	0.62	0.00	0.00		
13	0.00	0.00	0.00	0.00		

Daha sonra yapılan analizlerle 4 No. lu bandın birkaç dakika istop edilmesi ile bu yetersizliğin giderilebileceği gösterilmektedir.

Program girdisi olarak panolar ve band konveyörlerle ilgili bilgiler verilir. Panolarla ilgili olarak yükleyici geliş zamanları, yüklenen tonaj, boşaltma zamanı, gelme zamanı, ayak hazırlama zamanı, dönüş zamanı gibi değerler, normal dağılım veya ampirik değer tabloları olarak verilir. Konveyörlerle ilgili olarak da konveyör kapasitesi, uzunluk, hız, genişlik, lokasyon ve istop düğmeleri, silo lokasyonları silo yükleme debisinin verilir.

BELTSIM programının kullanım alanlarının bazıları şunlardır :

1. Band konveyörlerin hız ve genişliğinin seçimi,
2. İstop düğmelerinin fayda ve mahzurlarının incelenmesi,
3. Silo kapasitelerinin tesbiti,
4. Konveyör yükleyicilerinin (fider) faydalarının tahkiki,
5. Üretim artış imkânları veya yeni tip üretim makina ve teçhizatı kullanıldığında nakliyat şebekelerinin yetersizliğinin inpelemesi,
6. Nakliyat yatırım gerekçelerinin hazırlanması,

Bunlara ilâve olarak BELTSIM programı (RAILSIM) programı ile birlikte kullanılarak iki tip nakliyat şebekeleri mukayese edilebilir.

Ön veriler çalışmakta olan ocaklardan toplanarak benzeri projelerde kullanılabilir. Ön veriler mühendislik hesaplamaları ile veya FACESIM programı ile de yaratılabilir. Bir pano için lüzumlu bilgileri bir adam bir vardiyada toplayabilir. Bu bilgiler iki sşat içinde kartlara delinebilir. Bir vardiyalık simulasyon için lüzumlu bilgisayar zamanı ise 0.5 dakika kadardır.

BELTSIM programı örnek data ile test edilmiştir. Elle yapılan hesaplamalarla mukayese edilerek programın doğru çalıştığı tesbit edilmiş olup, yakın gelecekte gerçek sistemlerle program test edilecektir.

BELTSIM programı çabuk ve ekonomik olarak konveyör şebekelerinin analizini yapabilmektedir. Şebekelere transfer siloları, fiderler veya istop düğmeleri dahil edilebilir. Mümkün görünen projelerden en ekonomik olanı seçilebilir. RAILSIM programı ile beraber kullanılarak her türlü nakliyat şebeke analizi yapılabilir.

Referanslar :

1. **Computer Applications in Underground Mining Systems,**
Seven volumes : Division of Minerals Engineering, Virginia
Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia.
Section 4 - «BELTSIM Program,» 27 pp.

RAILSIM :

ARABA NAKLİYATI ŞEBEKE SİMÜLASYON PROGRAMI

RAILSIM programı hal-i hazırda çalışır durumda olan veya yeni açılacak ocakların araba nakliyatı şebekeleri ile ilgili birçok problemin çözümünde kullanılabilir. Bu program, karmaşık şebekelerle ilgili çözümlerin aranmasında sayısal bilgisayarlardan istifade imkânım vermektedir. Bunun yanında RAILSİM programı, araba nakliyatı şebekelerinin işletme maliyet güvenilirliği, verimliliği ve kontrolünün sağlanmasında kullanılabilir.

RAILSIM programı kelimenin tam anlamı ile bir simülasyon programıdır. Program gerçek hayatta karşılaşılan olasılıkları dikkate alabilmek için Monte Carlo tekniğini kullanır. Bununla birlikte bu teknik bazı simülasyon programlarındaki kadar fazla kullanılmıyarak, bunun yerine olayların özelliğini bozmıyacak durumlarda mühendislik çözümleri kullanılmıştır, tki ana unsur hariç, program VPI. OCR FACESİM II programının kullandığı tekniği kullanır. Bu sebeple RAILSİM de kolayca değiştirilebilme özelliğine sahiptir.

RAILSIM programımın doğru çalıştığını ispatlamak amacıyla mevcut ocaklardan toplanan bilgilerle test edilmiştir. Seçilen örnek, programın tüm özelliklerini kullanır tipte seçildiğinden programın doğru çalıştığı iyice test edilmiş bulunmaktadır.

Programın doğruluğunu göstermek amacıyla üç ocakta yapılan uygulama neticeleri aşağıda verilmiştir. Bu değerler arasında günlük üretim, vardiyada lokomotif sefer sayısı, ortalama lokomotif hızı vardır.

15 Vardiyada Elde Edilen Neticeler :

Günlük Ortalama Tüvönan Üretim

	<u>Fiiñ</u>	<u>RAILSIM</u>	%
Ocak 1	10.811	10.956	101.3
Ocak 2	14.673	14.427	98.3
Ocak 3	13.217	13.223	100.0

Vardiyada Sefer Sayısı

	<u>Fiiñ</u>		<u>RAILSIM</u>
Ocak 1	5.0	Beher lokomotif	5.7
Ocak 2	18.22	Bütün lokomotifler	15.22
Ocak 3	6.5	Beher lokomotif	6.4

Lokomotif Ortalama Hızı (Mil/saat)

	<u>Fiilî</u>	<u>RAILSIM</u>
Ocak 1	10.6	11.0
Ocak 2		
Ocak 3	12.0	12.1

Bu değerler RAILSİM programının önemini gösterecek niteliktedir. RAILSİM programı yeterli sayıda fiilî bilgilerle test edilmemiş olmasına rağmen yine de kullanıcının dikkatli olmasında fayda vardır.

RAILSİM programına girdi olarak, sistem elemanlarının bağlantısı, karakteristikleri ve işletme yöntemlerinin verilmesi gereklidir. Bu bilgiler nakliyat ağını, lokomotifleri, sabit tesisler ve diğer lüzumlu bilgileri kapsar.

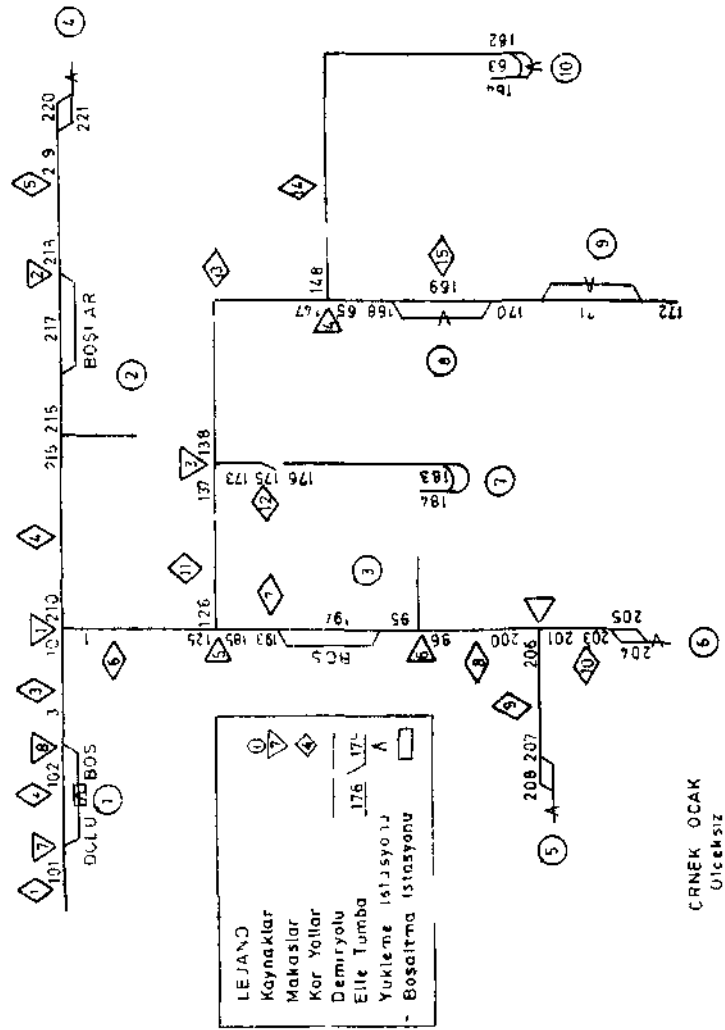
RAILSİM program çıktıları ise, verilen sistemin sınırlama ve kapasitesinin değerlendirilmelerine yarayan bilgilerden oluşur. Bu değerler lokomotiflerin ve statik tesislerin özet bilgilerinde açıklanmış bulunmaktadır. Bu bilgiler bütün sistem üzerinde yapılan zaman etüdü çalışmaları ile mukayese edilmişlerdir. RAILSİM den elde edilen bilgiler sadece bir vardiyaya ait olmadığı için sistemde ne gibi değişikliklerin olabileceği sergilenmektedir.

RAILSİM programının özelliklerini daha detaylı açıklama amacıyla şekil 1, 2, 3 kullanılmıştır. Şekil : 1'de örnek ocağın araba nakliyat şebekesi görülmektedir. Şekil : 2'de ise, bir vardiyada sistemdeki lokomotiflerin aktiviteleri özetlenmiştir. Şekil : 3'de ise, aynı vardiyada sabit tesislerin aktivite özetleri gösterilmiştir. Bu özetlerin daha detaylı yorumu, RAILSİM programının kullanma talimatında verilmiştir.

RAILSİM programının uygulanabileceği problem sahaları şu şekilde sıralanabilir :

- 1 — İstenilen hizmet seviyesi için lüzumlu lokomotif sayısını tesbit etmek,
- 2 — Değişik çalışma şartları altında en verimli çalışma usulünü tesbit etmek,
- 3 — Lokomotif sefer sayısı, elde mevcut araba sayısı, yapılacak hizmet ve araba dolma boşalma periyodu dikkate alınarak katar büyüklüğünü tesbit etmek,
- 4 — Ocağın aşgari araba ihtiyacını tesbit etmek için ocak araba sayısındaki değişimleri incelemek,

- 5 — Lokomotif sefer sayısı üzerinde araba dolma boşalma zamanının etkisini incelemek,
- 6 — Siloların ocak nakliyat şebekesine tesirlerini incelemek,
- 7 — Yeterli servis için araba dağılımını etüd etmek,
- 8 — Sabit Tesislerin optimum lokasyonlarını tesbit etmek,
- 9 — Efektif lokomotif hızının sistem performansına etkisini incelemek,
- 10 — Otomatik ve elle çalışan makasların mukayeselerini yapmak,
- 11 — Frenli ocak arabalarının işletme avantajlarını etüd etmek,
- 12 — İstenilen performans seviyesi için lüzumlu yatırım tutarını hesaplamak.



ŞEKİL

FİALSİM Tipik araba nakliyat şebekesi

Ünite Kodu	Ağırlığı	Hareket	Hareket Gecikme	Ekip Çalışma	Geçiş Bekleme	Tamir		Öğle Tatili	Bekleme	Çalışma Zamanı		Sefer Sayısı	Eldeki Orta- Mevcut lama		HareketU Hız		Tumba Araba		Taşınan Yük		MU	
						Baş.	Bitiş			Baş.	Bitiş		Aktif	Elde	MHP	Boş	Dolu	Boş	Dolu	Ton		Ton-Mil
1	20	144	0	0	66	9	0	0	158	10	388	422	5	44	4.1	50	50	10	10	725	827	14
2	20	219	2	0	94	12	0	0	26	30	382	422	7	46	4.1	70	70	10	10	1015	1278	22
3	18	1018																				
4	50	1018																				
5	50	259	32	0	32	20	0	0	0	37	434	445	5	79	8.6'	80	90	10	18	1305	7262	56
6	50	267	92	0	27	47	0	0	0	8	444	445	4	109	8.2	59	67	15	17	971	7115	59
7	50	202	82	0	20	43	0	0	0	85	436	445	3	116	7.6	55	57	18	19	826	6052	44
8	50	197	85	0	20	47	0	0	0	80	432	445	3	117	7.5	45	38	15	13	551	3883	44

(ŞEKİL : 2)

RAİLSİM Tipik Lokomotif Özeti

VARDİYE 6 İÇİN SABİT TESİS AKTİVİTELERİ

LOKASYON TANITMA KODU	Araba	Kayıp Ton	Hizmet Ton	Zaman	Vardiyası Boş	Sonunu Dolu	Defa
1 Araba Tumbası	238	2509	0	236	78.0	67.0	15
2 Doğu Ana Durağı	0	0	0	0	40.0	-0.0	1
3 Güney Ana Durağı	120	0	0	0	30.0	20.0	7
4 Doğu Ana Topuk	1008				-0.0	20.0	
5 G. Ana 23 Pano	49	524	22	21	-0.0	10.0	5
6 G. Ana Söküm	69	734	118	56	-0.0	10.0	7
7 1 Sağ Lağım	1008				5.8	11.2	
8 2 Sağ 7 Pano	58	609	0	0	10.0	9.0	4
9 2 Sağ 10 Pano	58	611	188	82	0.0	21.0	3
10 3 Sağ Lağım	1008				5.6	16.4	
Bütün İstasyon Toplamı	236	2480	330	160	21.4	87.6	19

(Şekil : 3)

RAİLSİM Sabit Tesis Özeti

Bu misaller RAİLSİM programının uygulanabileceği konulardan bazılarıdır. Kullanımdan elde edilecek fayda, program özelliğinden çok kullanıcının model kurma kabiliyetine bağlıdır. Meselâ, bu program, pazarlanan bir malı yükleme, nakliyat ve boşaltma işlemlerini simule etmede kullanım sahası bulabilir, ilâve olarak, açık ocak veya akülü lokomotif analizlerinde de kullanılabilir.

Bu konular RAİLSİM programının yazılım amacının dışına aşmakta ise de, programın kullanım alanının genişletilebileceğine dikkat çekmek için değinilmiştir.

Referanslar :

1. Computer Applications in Underground Mining Systems, Seven volumes : Division of Minerals Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia. Section 3 — «RAİLSİM Program,» 45 pp.

POWERSIM ELEKTRİK ŞEBEKE PROGRAMI

Son yıllarda kömür üretiminde meydana gelen artış daha ziyade mekanizasyon ve otomasyon sonucu meydana gelmiştir. Günümüzde makina ve teçhizatı daha verimli kullanmak, daha fazla beygir gücü ve üretim artışı gibi faktörler, daha iyi projelendirilmiş elektrik şebekelerine ihtiyaç göstermektedir.

Elektrik şebeke analizi programı (POWERSIM) ocak elektrik mühendisinin 10 ayrı voltaj kaynağı, 75 yük ve 300 komple koldan oluşan elektrik şebekelerinin projelendirilmesi için geliştirilmiştir. Sistemde azami 9 voltaj seviyesi dikkate alınabilir.

Bu program ekonomik olarak ve çabuk bir şekilde elektrik şebekelerinin hesabının yapılması için kullanılır. Eğer, tasarlanan sistem ihtiyaca uygun değilse, uygun olmayan kesimler çıktı listesinden hemen tesbit edilebilir. Bu kesimler tekrar projelendirilerek ikinci bir çözüm elde edilir. En büyük şebekenin analizi normal olarak 2 - 3 dakika almaktadır. Bir çok giriş bilgisi el kitaplarından elde edilebileceği için bir günlük bir çalışma ile bu bilgiler hazırlanabilir.

Programla 13-75 yük grubu bulunan şebekeler üzerinde fiilî değerlendirmeler yapılmıştır. Bazı değerler elle yapılan hesaplamalarla, bazıları da analog bilgisayar neticeleri ile mukayese edilmişlerdir. Bütün neticeler arasında çok hassas bir uyum sağlanmıştır.

POWERSIM programının kullanım sahalarından bazıları aşağıda sıralanmıştır :

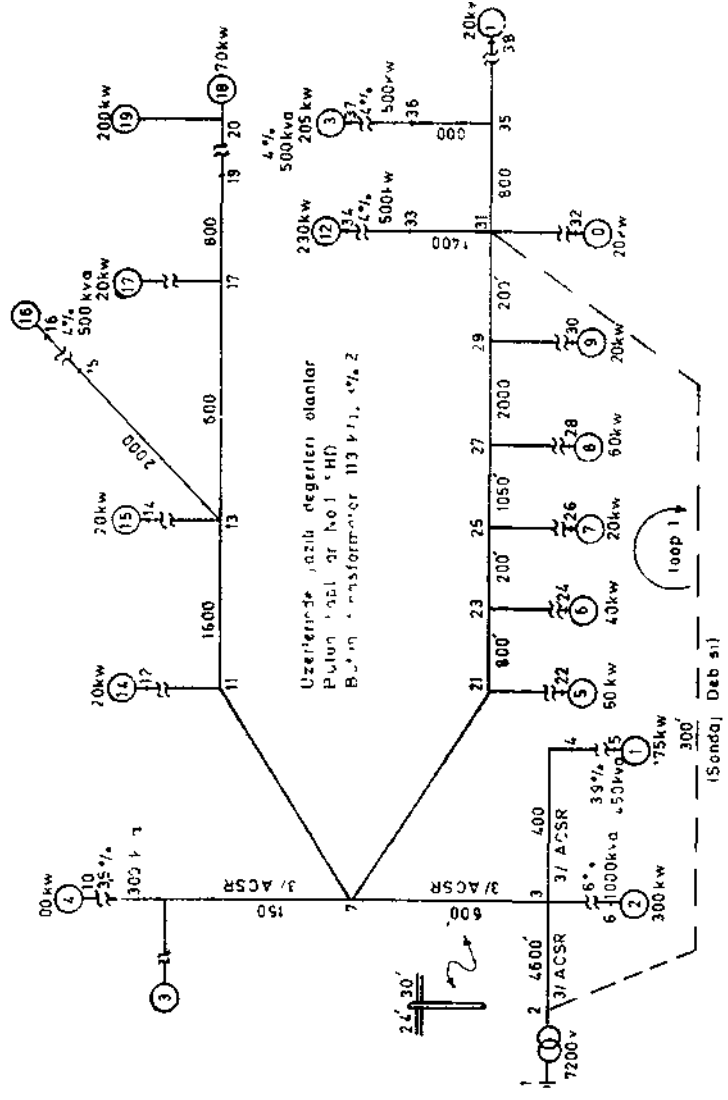
1. Uygun hat kesitlerinin tesbiti,
2. Uygun transformatörlerin seçimi,
3. Daha iyi güç faktörü etkisinin tesbiti,
4. Sondaj deliklerine döşenen kabloların etkisi ve sondaj lokasyonlarının tesbiti,
5. Değişik voltaj seviyelerinin elektrik enerjisi dağıtımına etkisinin tesbiti,
6. Transformatör ayar uçları kullanımının incelenmesi,
7. Elektrik şebekesinde değişiklik yapılmadan panonun ne mesafeye kadar çalışılabileceğinin tesbiti,
8. Üretim artması gibi sebeplerle şebekeye bağlanan ilâve ihtiyaçlara şebekenin cevap verip veremeyeceğinin tesbiti,
9. Elektrik şebeke yatırımlarının gerekçelerinin hazırlanması.

POWERSIM programının birçok girdi değerleri, çizgisel görünüm el kitapları ve imalâtçı firma kataloglarından temin edilebilir. Programda

giriş bilgilerinin kolayca hazırlanabilmesi imkânı getirilmiştir. Bütün değerler üç - faz değerleri olarak verilir. Şebeke hesaplamalarından önce yapılması gerekli gerilim düşürülmesi gibi transformatörlerle ilgili hesaplamalar program tarafından yapılır. Motorların sadece Kw ihtiyaçları ve güç faktörleri verilir. Akım ve 0 değerleri kendiliğinden ayarlanır. Direk akım kablolarının dirençleri, havai hatların reaktansları, transformatörlerin reaktans ve dirençleri verilen bilgiler kullanılarak program tarafından hesap edilirler.

Program çıktıları olarak, kaynak ve güçler için akım, voltaj önceden tesbit edilmiş voltaj yüzdesi, watt, Vars, mevcut volt - amper, güç faktörleri değerleri verilir. Hatlar için mevcut voltaj ve güç yerine voltaj düşmesi ve kaybolan güç değerleri gibi benzeri değerler verilir, Şekil 1'de tipik bir ocak elektrik şebekesi, Şekil 2'de ise POWERSIM sonuçları verilmiştir.

POWER6.SIM programı ocak elektrik mühendisine mevcut veya tasarlanan şebekelere değişik önerilerin ve isteklerin etkilerinin çabuk ve ekonomik olarak tesbiti imkânını verir. Program tecrübe ve iyi proje yapma özellikleri ile birlikt kullanıldığında, çok daha gerçekçi ocak şebekelerinin elde edilmesine hizmet edebilir. Elde edilecek neticeler ü etimi arttırma ve maliyeti düşürme hedefinin gerçekleştirilmesine yardımcı olabilir.



SEKIL 1

Tipik bir Alternatif akım elektrik şebekesi

PROBLEM 1 ALTERNATİF AKIM ŞEBEKE ÖRNEĞİ
YÜK FAKTÖRLERİ %1
LÜZÜMLÜ İRDELEME 1
MOTORLAR

KOL No.	AKIM				VOLTAJ				Volt Amper Faktörü	Güç Faktörü	% Ayarlı Voltaj		
	Baş.	Bitiş	Gerçek	Reaktif	Toplam	Gerçek	Reaktif	Toplam				Watt	Vars
1	5	1	243.	-219.	327.	411.	-5.	411.	174780.	153856.	232851.	0.75	93.3
2	6	1	418.	-378.	563.	409.	-6.	409.	299616.	263665.	399110.	0.75	93.0
3	9	1	28.	-25.	37.	415.	-3.	415.	19970.	17595.	26615.	0.75	94.3
4	10	1	139.	-125.	187.	411.	-4.	411.	99854.	87921.	133045.	0.75	93.4
5	22	1	84.	-76.	113.	407.	-5.	407.	59893.	76724.	79793.	0.75	92.5
6	24	1	56.	-50.	75.	409.	-3.	409.	39922.	45173.	53206.	0.75	93.0
7	26	1	28.	-25.	37.	412.	-2.	412.	19960.	17556.	26608.	0.75	93.6
8	28	1	85.	-76.	114.	405.	-4.	405.	59861.	52720.	79767.	0.75	92.0
9	30	1	28.	-25.	38.	409.	-0.	409.	19947.	17597.	26599.	0.75	92.0
10	32	1	28.	-25.	38.	409.	0.	409.	19946.	17597.	26599.	0.75	92.9

KAYNAK KOL No.	AKIM				VOLTAJ				Volt Amper Faktörü	Güç Faktörü	% Ayarlı Voltaj		
	Baş.	Bitiş	Gerçek	Reaktif	Toplam	Gerçek	Reaktif	Toplam				Watt	Vars
20	1	2	159.	-132.	213.	72000.	0.	7200.	1983721.	1772634.	2660036.	0.75	100.0

KABLOLAR KOL No.	AKIM				VOLTAJ				Volt Amper Faktörü	Güç Faktörü	% Ayarlı Düşme		
	Baş.	Bitiş	Gerçek	Reaktif	Toplam	Gerçek	Reaktif	Toplam				Watt	Vars
21	3	3	159.	-142.	213.	334.	24.	335.	86018.	88794.	123629.	4.65	
22	3	4	15.	-13.	20.	3.	0.	3.	66.	68.	95.	0.04	
23	3	7	119.	-106.	159.	32.	2.	33.	6225.	6426.	8946.	0.45	
24	7	8	10.	-9.	14.	1.	0.	1.	12.	12.	17.	0.01	

(ŞEKİL : 2)

POWERSIM ALTERNATİF AKIM ŞEBEKE ÖRNEĞİ

PUMPSIM – OCAK POMPA ŞEBEKELERİ ANALİZ PROGRAMI

Ocak pompalama sistemlerinin büyüklüğü ve önemi arttıkça daha iyi projelerin yapılmasına ihtiyaç vardır. PUMPSIM programı 20 pompa, 50 regülatör ve 200 boru kolundan (vana ve dirsekler dahil) oluşan pompalama sistemleri için kullanılabilir.

Bu program yapı itibari ile VENTSIM ve POWERSIM programlarına benzer olup, dengeli akım prensibine göre çözüm yapar. Program tasarlanan sisteminin uygulanabilirliği ve varsa dar boğazları tesbit ederek bu değerleri çıktı listesinde verir. Dar boğazlar giderilerek yeniden çözüm yapma suretiyle optimum sistem tasarımı mümkün olabilmektedir. Bu şekilde birçok uygulanabilir sistemler çabuk ve ekonomik olarak tesbit edilebilmektedir. Çoğu, sistemlerin analiz süresi 1 -2 dakika olmaktadır. Giriş bilgilerinin çoğu çizgisel görünüm katalog ve el kitaplarından elde edildiği için birkaç saatte hazırlanması mümkündür.

PUMPSIM programının doğru çalıştığının testi için elde edilen neticeler birçok ölçmelerle mukayese edilmiştir. Bir defasında elde edilen ölçmelerle % 5 hata ile mutabakat sağlanmış, ikinci bir ölçmede de şehir su şebekesinde ana boru hattı tasarlanmış ve bütün neticelerin yeterli hassasiyette olduğu tesbit edilmiştir.

PUMPSIM programı pompalama sistemlerinde karşılaşılan birçok problemin çözümünde kullanılabilir. Bunların arasında :

1. İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin optimizasyonu için uygun boru ebatlarının tesbiti,
2. Boru şebekelerine uygun miktarda su pompalayabilen pompa seçimi,
3. Boru hatları için değişik güzergâhların incelenmesi,
4. Sondaj deliklerinden pompalama ile boru hattı pompalaması mukayesesi,
5. Ocak genişlemesinin su pompalama sistemine etkisi,
6. Pompalama yatırımlarının gerekçelerinin hazırlanması, sıralanabilir.

TÜriş bilgileri, çizgisel görünüm imalâtçı katalogları ve el kitaplarından elde edilebilir. Eğer dirsek ve vanalardan doğan kayıplar ihmal edilirse, sadece çizgisel görünüm yeterli olabilir. Vana ve dirsek dirençleri imalâtçı kataloglarından, pompa karakteristikleri pompa imalâtçılarm-

dan elde edilebilir. Şebekeye sabit basınç düğümleri ve sabit debi kolları dahili mümkündür.

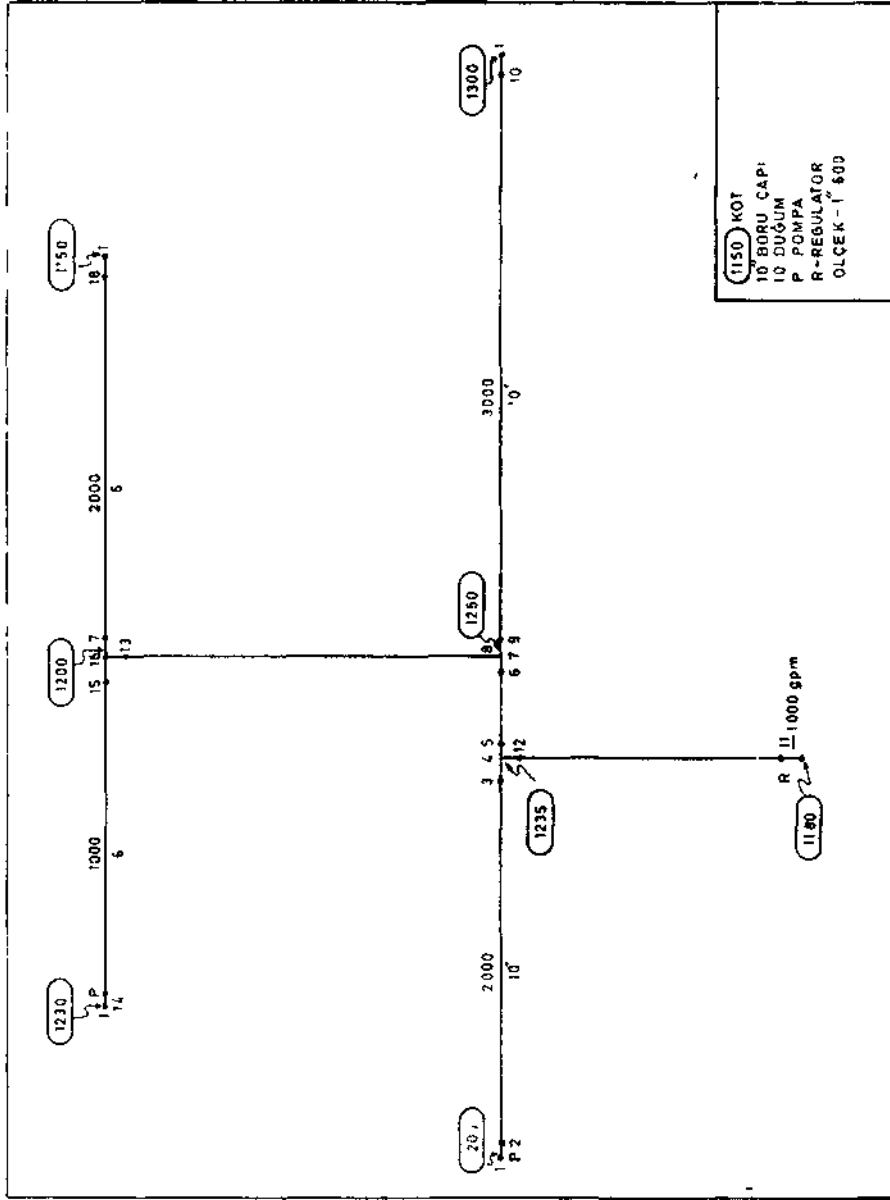
PUMPSIM program çıktıları arasında pompa, regülatör (sabit debi kanadı), boru, dirsek bilgileri, debi çalışma basıncı, su beygir gücü, debiyi sağlayacak basınç kaybı değerleri verilir. Her boru için debi, basınç kaybı, yükseklikten doğan basınç kaybı veya artışı toplam basınç düşmesi çap, sürtünme faktörü değerleri verilir. Vana ve dirsekler için de yükseklik basınç kaybı veya artışı hariç diğer bilgiler verilir.

Şekil 1'de örnek bir ocak pompalama şebekesi görülmektedir. Bu şebeke basit olmasına rağmen elle hesaplama epeyce zaman almaktadır. Şekil 2'de PUMPSIM programı sonucu elde edilen bilgiler görülmektedir.

PUMPSIM programı kullanılarak çok değişik tipteki problemler çabuk ve ekonomik olarak çözülebilir. Kompleks sistemler birkaç saat içinde hazırlanıp birkaç dakika içinde çözülebilir. Bu şekilde proje mühendisi birçok alternatifi inceleyebilir. Bunların arasından en ekonomik ve mümkün olan sistem seçilerek uygulamaya konulabilir.

Referanslar :

1. Computer Applications in Underground Mining Systems, Seven volumes : Division of Minerals Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia. Section «7 - PUMPSIM Program,» 34 pp.



SEK L
 Tipik bir ocak pompalama sistemi

PROBLEM 1**ÖRNEK POMPA ŞEBEKESİ****ANALİZ SONU**

HATA MİKTARI 0.0005

F DEĞERİ ARALIĞI 0.0020

POMPALAR

Kol.No.	Başlangıç	Bitiş (GPM)	Debi	Basınç	HP
20	1	2	1120.	228.6	64.62
21	1	14	825.	240.0	49.47

**BOŞ KOL TOPLAM BASINÇ DÜŞMESİNİ 240, FT OLARAK GÖSTERMEKTEDİR
REGÜLATÖRLER****Debi Regülatör**

Kol.No.	Başlangıç	Bitiş (GPM)	(FEET)
1	1	11	1000. —0.

BORULAR

Kol.No.	Başlangıç	Bitiş (GPM)	Debi	Basınç	Direniş	Şabit	Kayıp	Toplam	F - Faktörü
2	2	3	1120.	21.5	0.1668E-03	35.	56.5	10.	0.2067E-01
3	5	6	2120.	18.8	0.4170E-02	15.	33.8	10.	0.2024E-01
4	9	10	1852.	86.6	0.2502E-03	50.	136.6	10.	0.2031E-01
5	8	13	267.	22.5	0.2694E-04	50.	— 27.1	6.	0.2400E-01

DIRSEK, VANA, V.S.

Kol.No.	Başlangıç	Bitiş (GMP)	Debi	Basınç	Direniş	Basınç	Artuş	Toplam
9	3	4	1120.	02.	0.2665E-01	—0.	0.2	
10	12	4	1000.	01.	0.2665E-01	—0.	0.1	
11	4	5	2120.	0.1	0.4702E-02	—0.	0.1	

(ŞEKİL : 2)

PUMPSIM Tipik Bir Pompa Şebeke Örneği

FEJOİNT - İKİ BOYUTLU ÇATLAK ELEMANLI SONLU ELEMEN BİLGİSAYAR PROGRAMI

Bu program Londra Üniversitesi, Imperial College'de Dr. C. St. John tarafından geliştirilmiştir. (1)

iki boyutlu düzlem gerilme ve düzlem şekil değiştirme sonlu eleman programı; çatlak kaya kütleleri içinde açılan çeşitli yapıların çevresinde meydana gelen gerilme ve deplasman dağılımlarının hesabım yapmaya yarar.

Her iki asal gerilmede basma gerilmesi olması halinde katı malzeme izotropik ve lineer elâstik özelliklere sahiptir. Asal gerilmelerden biri veya ikisi çekme gerilmesi ise ilgili yönde daha küçük elâstik modülü kullanılabilir. Lineer olmayan davranış simülasyonu için çatlak elemanın kayma ve çatlakla dikey rijitlikleri adım adım değiştirilebilir. Çaklaların çekme mukavemeti sıfır olarak alınır.

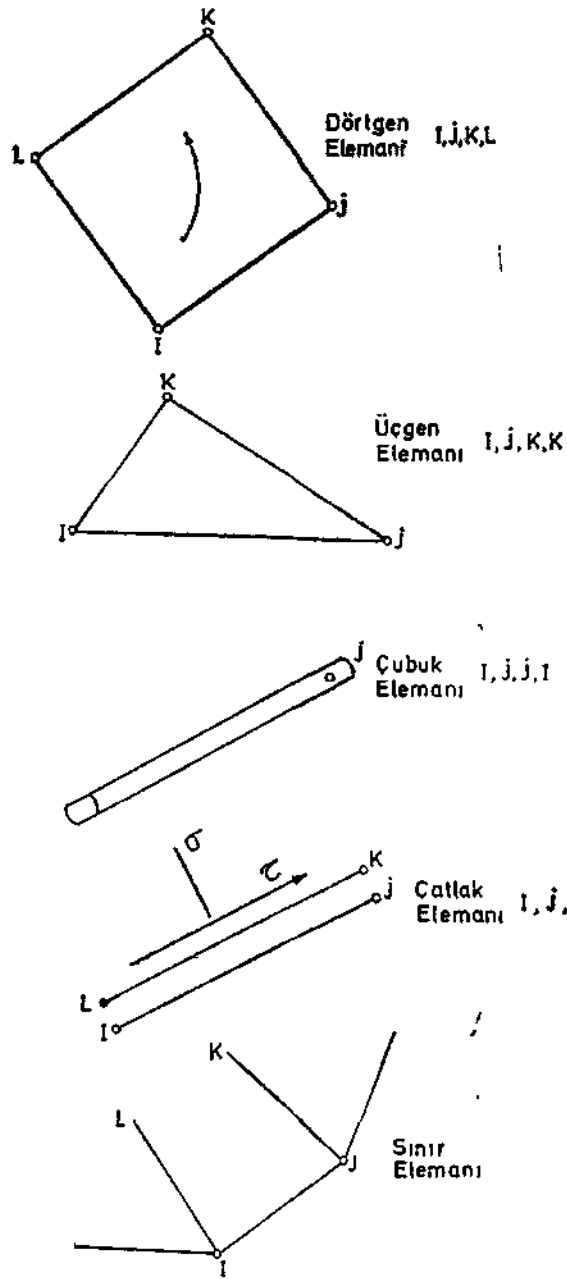
Program, model ve geometrisini adım adım değiştirebilecek şekilde organize edilmiştir. Elemanlar tamamen modelden çıkarılabileceği gibi özellikleri de değiştirilebilir. Ard arda değişiklik yapılabilmesini mümkün kılmak için ara neticeler teyde saklanabilir. (Şekil : 5.1)

Program, CDC 6600 ve 6400 serisi bilgisayar üzerinde RUN ve FUN derleyicileri kullanılarak uzun yıllar denenmiştir. Başka bilgisayar ve derleyiciler kullanıldığında bazı zorluklar çıkabilmektedir. Programın EKİ bilgisayar kütüphanesinde mevcut kopyası, Dr. İ. Ergürrtarafından iki aylık bir çalışma sonucu çalışır duruma getirebilmiştir.

Program, mevcut hali ile azami 500 düğüm ve 400 elemanlı yapılan simüle edebilmektedir. Model büyüklüğünü arttırmak için programda çok dikkatli olarak bazı değişiklikler yapmak gerekmektedir.

Referanslar :

1. St. John, C, (Tercüme Dr. İrfan Ergün)
E.K.İ. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü, Zonguldak.
İki Boyutlu Çatlak Elemanlı Sonlu Eleman Programı Kullanma Talimatı.



ŞEKİL 51
FEJOINT Eleman kutuphanesi

LUSH — TOPRAK YAPILARIN KARMAŞIK DAVRANIŞ ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

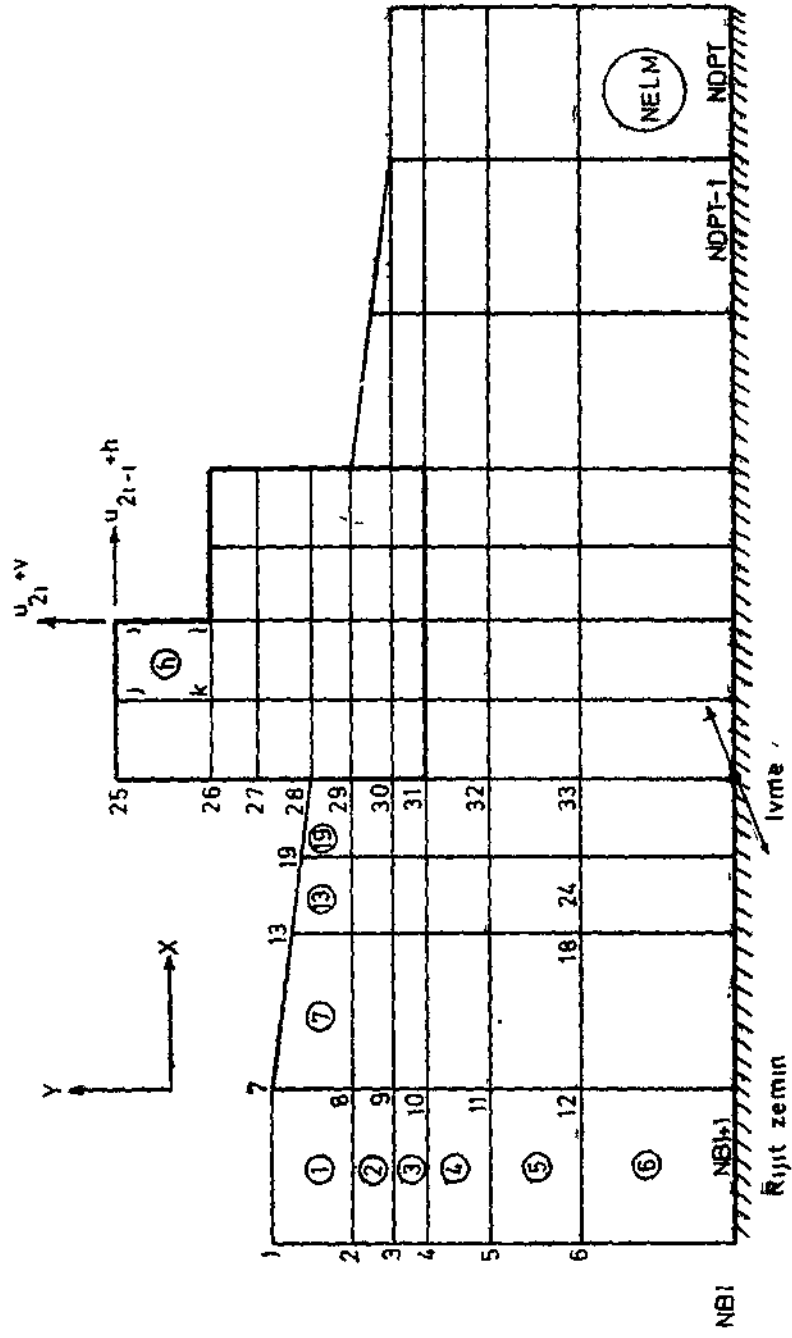
LUSH programı California Üniversitesi Jeoteknik Mühendisliği Bölümünde John Lysmer, Takekash Wakar, H. Bolton Seed, ve Richard Hwang tarafından 1974 yılında geliştirilmiştir. LUSH Şekil : 1'de* görülen yapı tipinde iki boyutlu toprak mekanizma problemlerini çözmeye yarayan bir sonlu eleman programıdır. Program, diğer sonlu eleman programlarından şiddetli depremlerin toprak yapılarına eğrisel etkilerini dikkate alabilmesi bakımından farklıdır. Bu, Seed ve Dris tarafından (1969) geliştirilen eşdeğer doğrusal metodla yapılmaktadır. Böylece şiddetli depremlerde karşılaşılan yüksek frekans bile toprak zemin ve yapının müşterek analizlerinin yapılabilmesi için değişik sonlu elemanlarda değişik frenleme özellikleri kullanma olanağını vermektedir.

Program sadece iki boyutlu ve üçgen elemanlara sahiptir. Model rijit zeminde belirtilen ivme zaman histogramı tatbik edildiğini kabul eder. Zeminin yatay olması mecburi olmayıp, model düzlemi içinde istenilen yönde serbestçe hareket etmesi mümkündür. Modelin bazı düğümleri sadece yatay veya düşey yönde hareket edebileceği gibi bazı düğümlerde aynı miktarda deplasman yapabilirler. Modeldeki malzemelerin rijitlik ve frenlemeleri sabit seçilebileceği gibi her elemanın efektif kayma birim şekilde değiştirme miktarı ile orantılı değişken olarak seçer. Modelde kütle dağılımı, yayılı kütle (uyumlu kütle matrisi) veya düğüm noktalarında birikmiş (birikmiş kütle matrisi) veya ikisinin kombinezonu olarak alınabilir.

Programda çıktı olarak zaman histogramları veya seçilen düğümler de davranış spektrumları seçenekleri vardır. Özel bir seçenek de bütün girdi ve çıktıları bir teypte saklama olanağını vermektedir. Diğer bir seçenekle teypteki bilgilerden çözüm yeniden başlatılabilmekte veya netice elde edilebilmektedir. COMBINE seçeneği ile de değişik çözümler süperimpoze edilmektedir.

Referanslar:

1. Lysmer, J. et. al, LUSH, A Computer Program For Complex, Response Analysis of Soil-Structure, Systeme Report No. EERC 74-4, College of Engineering, University of California, California.



ŞEKİL 1

LUSH Programı ile çözülebilen örnek bit yapı

SAP IV — GENEL YAPI ANALİZİ PROGRAMI :

SAP IV doğrusal elâstik davranışa sahip üç boyutlu yapı sistemlerinin statik ve dinamik yük analizinde kullanılan bir bilgisayar programıdır. Bu program California Üniversitesinde K.î. Bathe, E.L. Wilson ve F.E. Peterson tarafından yazılmıştır. (1), (2)

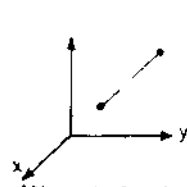
PROGRAM FORTRAN IV dilinde kodlanmış yaklaşık 14000 kartan meydana gelmiştir. Programın çok büyük sistemleri çözme yeteneği bulunmasına rağmen küçük sistemleri de verimi düşürmeden çözebilmektedir.

Çeşitli rijit veya elâstik sınır şartları (mesnetler) ve çeşitli yükleme durumları (yapının kendi ağırlığı tekil veya yayık yükler ısı değişmesi gibi) altında çözülebilecek sistemlerden bazıları; uzay ve düzlem kafes kirişleri, uzay ve düzlem çevreler, iki veya üç boyutlu elâstisite problemleri, düz veya katlanmış plâklar, plâk - kiriş sistemleri ve kabuk tipi yapılarıdır. (Şekil : 1, 2, 3, 4)

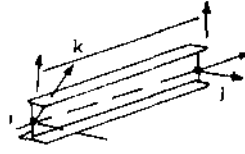
Eleman Kütüphanesi

SAP IV programının eleman kütüphanesi aşağıdaki eleman tiplerini içermektedir. (Şekil : 1)

1. Üç boyutlu kafes kiriş elemanı,
2. Üç boyutlu kiriş elemanı,
3. Düzlem Gerilme ve Düzlem Deformasyon elemanı,
4. İki boyutlu aksel simetrik eleman,
5. Üç boyutlu (8 düğüm noktalı) eleman,
6. İnce plâk ve kabuk elemanı,
7. Sınır elemanı (elâstik yaylar)
8. Boru kesitli eleman,
9. Değişken düğüm noktalı (8-21 düğüm noktalı) kaim kabuk ve üç boyutlu eleman,



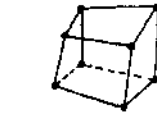
a) Uç kafes kiriş elemanı



b) Uçay kiriş elemanı



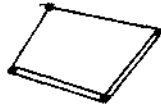
c) Düzlem gerilme-sekil deęistirme ve aksenal simetrik elemanı



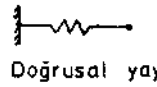
d) Üç boyutlu cisim elemanı



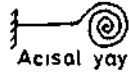
e) Deęisken düğüm noktalı kalın kabuk ve üç boyutlu cisim elemanı



f) İnce kabuk veya plak elemanı



Doğrusal yay

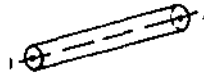


Acısal yay

g) Sınır (yay) elemanı

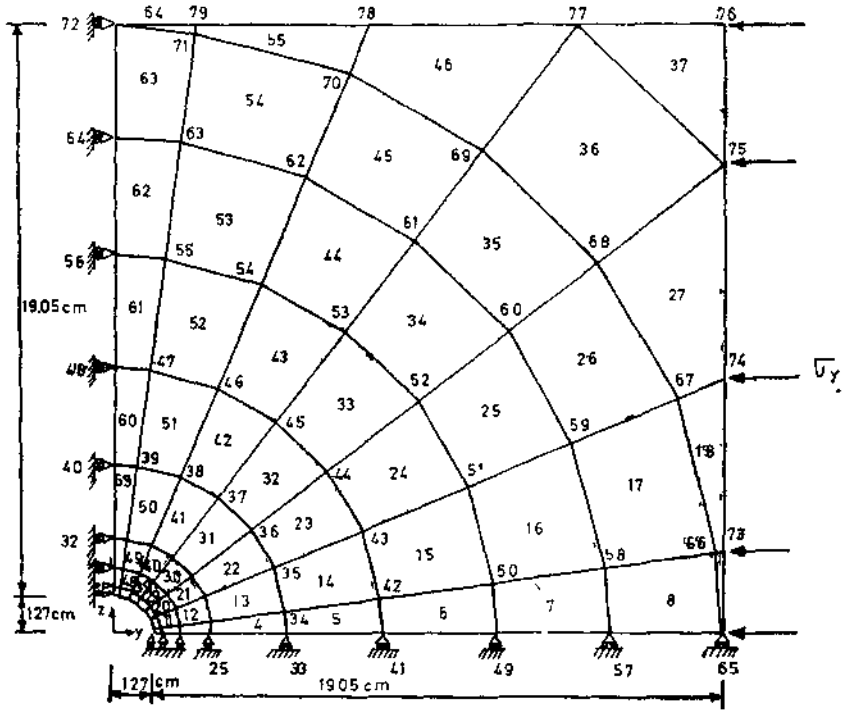


h) Boru elemanı

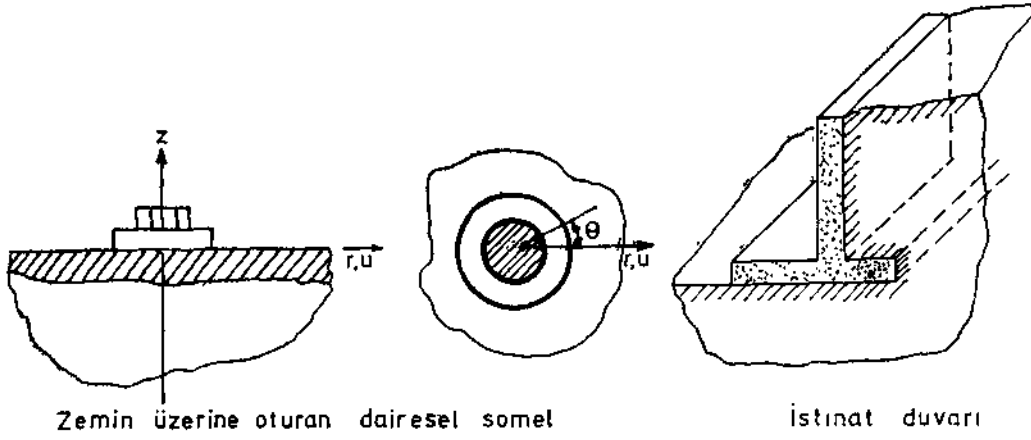


SEKİL

SAP-IV eleman kutuphanesi

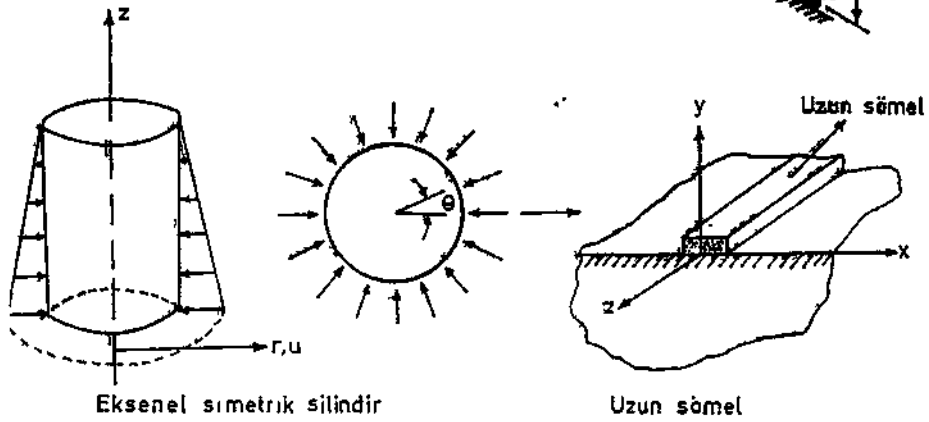
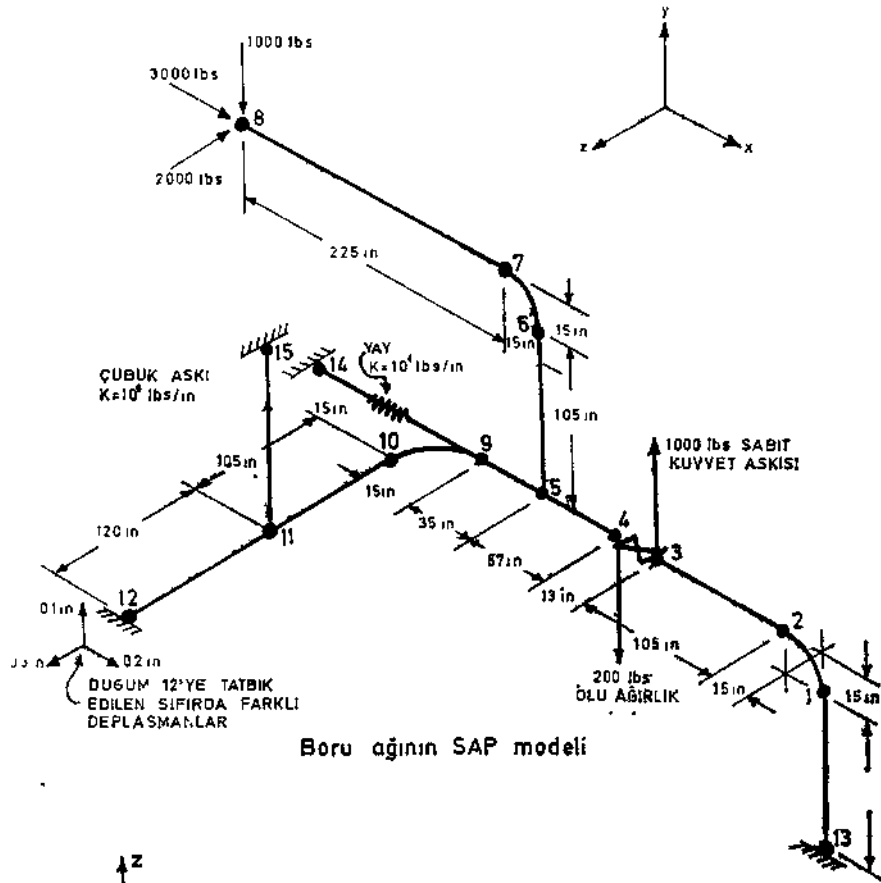


Galeri Modeli ($U_y = -10 \text{ kg/cm}^2$)



SEKİL :2

SAP M* Orne'k problemler



ŞEKİL 3
SAP IV Örnek problemler

Analiz Tipi Seçenekleri Şunlardır :

- i. Statik analiz
- ii. Dinamik analiz
 - a) Yalnızca frekans analizi,
 - b) Frekans analizinin ardından mod Süperpozisyon yöntemi ile analiz,
 - c) Frekans analizinin ardından davranış Spektrum analizi,
 - d) Adım adım entegrasyon yoluyla davranışın zaman değişiminin saptanması,

Veri Düzenlemesi :

Programın verileri sistem düğüm noktalarının global koordinatları ve serbestlik dereceleri, kullanılan eleman tiplerinin tanımlanması, istenilen analiz tipinin belirtilmesi (Statik veya dinamik) sistem yüklerinin ve istenilen çıktılarının tanımı olmaktadır. Program çıktısı ise her düğüm noktasının deplasman ve dönmeleri, gerilmeler ve mesnetler kuvvetleridir. Programda otomatik veri türetilmesi olanağı da bulunmaktadır.

Referanslar :

1. Bathe, K.J. E.L. Wilson, and F.E. Peterson, SAP IV A Structural Analysis Program for static and Dynamic Response of Linear System Report No EERC 73-11 University of California, Berkeley, 1974 (aynı zamanda ODTÜ yayım)
2. Ergün, t. (tercüme eden), «SAP IV-Lineer Yapı Sistemlerinin Statik ve Dinamik Davranış Analizi için Bir Bilgisayar Programı E.K.t. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü, Zonguldak.
3. Akay, Hasan U. «Sonlu Eleman Metodu», «Teori ve Uygulama O.D.T.Ü. Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Proje No. 77-04.-03-56
4. KÖK, N., AKAY H.U. «Yapı Statiği Problemleri İçin Matris Metodları» OJTI.İX Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Proje No : 77 - 04-03-56.

NONSAP DOĞRUSAL OLMAYAN YAPI SİSTEMLERİNİN SİTATİK VE DİNAMİK ANALİZİ İÇİN GENEL PROGRAM PAKETİ

NONSAP adlı uygulama programı California Üniversitesinde K.J. Bathe, E.L. Wilson ve R.H. Iding tarafından hazırlanmıştır. (1) NONSAP doğrusal elâstik davranışa sahip olmayan yapısal sistemlerin statik ve dinamik davranışını hesaplamak için gelişmiş bir sonlu eleman programıdır ve çözümleri bellek içinde gerçekleştirmek şeklinde düzenlenmiştir. Program kapasitesi sistemdeki düğüm noktası sayısı ile sınırlandırılmasına rağmen bütün yapı matrisleri sadece sıfırdan farklı elemanları işleme girecek biçimde belleğe alınmaktadır.

Sistem davranışı, denge denklemlerinin Wilson veya Newmark (2) entegrasyon yöntemleri kullanılarak çözümlenmesi yoluyla elde edilmektedir. Zaman entegrasyonu yapılmadan önce etkin doğrusal rijitlik matrisleri gibi değişken olmayan matrisler ve yük vektörleri düşük hızlı ikincil belleğe yazılmaktadır. Adım adım çözüm sırasında etkin rijitlik matrisi sistem değişikliklerine bağlı olarak sürekli değiştirilmektedir. Böylelikle entegrasyon sırasında yalnızca sistemin doğrusal olmayan yönleri işlem görmektedir.

Veri Hazırlanması

Sistem veri girdileri, düğüm noktalarının global koordinat ve serbestlik derecelerinin tanımı, kullanılan eleman tiplerinin belirtilmesi, istenilen analiz tipinin saptanması (statik veya dinamik, doğrusal veya doğrusal değil), sistem yüklerinin verilmesi ve istenen çıktının tanımlanması şeklinde olmaktadır. Veri türetilmesi olanağı bulunmaktadır.

Eleman Tipleri

Analiz edilecek yapı sistemleri bir veya daha fazla sonlu eleman tiplerinden oluşabilir. Programda şu eleman tipleri bulunmaktadır :

- (1) Üç boyutlu kafes giriş elemanı,
- (2) İki boyutlu düzlem gerilme ve düzleme deformasyon elemanı,
- (3) İki boyutlu eksenel simetriye sahip kabuk veya cisim elemanı,
- (4) Üç boyutlu cisim elemanı,
- (5) Üç boyutlu kalın kabuk elemanı.

Sistemdeki doğrusallıktan ayrılmalar büyük şekil değiştirmelerden, aşırı yer değiştirmelerden veya malzemenin doğrusallıktan ayrılmasından ötürü olabilmektedir. Programdaki malzeme davranış olanakları şunlardır.

Kafes Kriş Elemanları İçin

- (a) Doğrusal elâstik
- (b) Doğrusal olmayan elâstik

İki Boyutlu Elemanlar İçin

- (a) İzotrop doğrusal elâstik
- (b) Ortotrop doğrusal elâstik
- (c) Mooney - Rivlin malzeme
- (d) Elâstik - plâstik malzeme, Von Mises veya Drucker - Prager akma koşulları
- (e) Değişken teğetsel modül modeli
- (f) Malzeme davranış eğrisinin tanımlandığı model.

Üç Boyutlu Eleman İçin

- (a) İzotrop doğrusal elâstik
- (b) Davranış eğrisinin tanımlandığı model.

Referanslar:

1. Bathe, K.J. Wilson, E.L., and Idjng, R.N., «NONSAP - A Structural Analysis Program for Static and Dynamic Response of Nonlinear Systems»
2. NONSAP programı kullanma talimatı.
E.K.İ. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü
Zsmptldak, 4977 (Tercüme Dr. İrfan Ergün)

STRESS – YAPI SİSTEMLERİ ÇÖZÜMÜ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

STRESS (Structural engineering system solver) inşaat mühendisliğinin yapı statikliği dalında karşılaşılabilecek problemleri çözmek için yazılmış bir bilgisayar programıdır.

STRESS üzerinde çalışmalar ilk olarak 1962 yılında Illinois Üniversitesi öğretim üyelerinden Pr. S.J. Fenves'in idaresinde başladı. Daha sonra çok sayıda profesörün nezaretinde çalışmalar ve stress üzerinde değişiklikler yapıldı. 1967 yılında bazı büyük değişikliklerle IGES - STRUDL I sistemi içinde yer aldı. Ancak IGES sisteminin gerektirdiği hafıza kapasitesine sahip olmayan elektronik hesaplayıcılarda Stress daha geniş uygulama alanı bulmaktadır.

STRESS matris deplasman metodu ile yazılmış bir programdır. Çözülecek sistem Stress'e has komutlarla tarif edilerek data hazırlanır ve sisteme verilerek çözüm elde edilir. Danışman mühendisler tarafından hazırlanması için fazla bir programlama tecrübesine sahip olmaya gerek yoktur.

STRESS düzlem çerçeve, düzlem kafes kiriş, düzlem ızgara, uzay çerçeve, uzay kafes kiriş sistemlerini çözer. Elemanlar prizmatik çubuklardan oluşur. Değişik kesinti çubukları ihtiva eden sistemler için çubukların rijitlik matrisleri elle hesaplanarak sisteme verilir ve çözüm elde edilir. Bazı özel durumlar örneklerde gösterilmiştir. Çözülecek sistemin çözüm zamanı bakımından direkt bir formül vermek zordur. I.B.M. 370'den geçirilen sistemlerin çözüm zamanı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

YAPI TİPİ	Düğüm noktası sayısı	Çubuk sayısı	Yükleme sayısı	İfa Çözüm zamanı
Uzay sistem çerçeve	81	125		30 dak.
Uzay çerçeve	24	32		12 »
Düzlem ızgara	5	4		5 »
Düzlem çerçeve	6	5		8 »
Düzlem K. Kiriş	8	13		6 »
Düzlem çerçeve	11	12	2	10 »

Referanslar:

1. Stress Programı ve Kullanma Talimatı
İnşaat Y. Müh. Nail Değirmenci
E.K.I. Endüstri işlemleri Kısım Müdürlüğü
Zonguldak 1977.
2. Structural Engineering System Solver (STRESS)
System Manual
I.B.M. Y20 - 0081 - 1

DRAIN • 2D — ELASTİK OLMAYAN YAPILARIN STATİK VE DİNAMİK ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

DRAIN-2D Kaliforniya Üniversitesi öğretim görevlilerinden E. Kanaan ve Graham H. Powel tarafından 1973 yılında yazılan ve 1975 yılında revize edilmiş bulunan, elâstik olmayan yapıların statik ve dinamik analizini yapabilen genel maksatlı bir bilgisayar programıdır .(1)

Genellikle çok şiddetli depremlerde bir çok yapının önemli ölçüde eğrisel deformasyona uğradığı bilinmektedir. DRAIN-2D'de bu gibi durumlarda yapıların statik ve dinamik analizlerini yapabilmek için yazılmış bir program olup, birçok alt programdan meydana gelir. Programa yeni geliştirilecek eleman ve malzeme alt programları kolayca ilâve edilebilir. Hali hazırda programda üç boyutlu kafes giriş, üç boyutlu giriş, dolgu kayma duvarı ve yarı rijit bağlantı elemanı bulunmaktadır.

Yapı, düzlem sonlu elemanlar şeklinde idealize edilir. Analiz için direkt rij itlik metodu kullanılmıştır. Deplasmanlar bilinmiyen olarak alınır. Dinamik analiz adım adım entegral alma metodu ile yapılmaktadır.

Program hal-i hazırda üzerinde yoğun araştırmaların yapıldığı eğrisel davranış analizi programları dizisinden olup, yakın gelecekte bu sahada büyük ilerlemeler beklenmektedir.

Referanslar :

1. Amin E. Kanaan, Graham H. Powel, A General Purpose Computer program For Dynamic Analysis of Inelastic Plane Structures. With User's Guide and Supplement.
Report No : EERC 73 - 6 and EERC 73 - 22
College of Engineering,
University of California,
Berkeley,
California.,

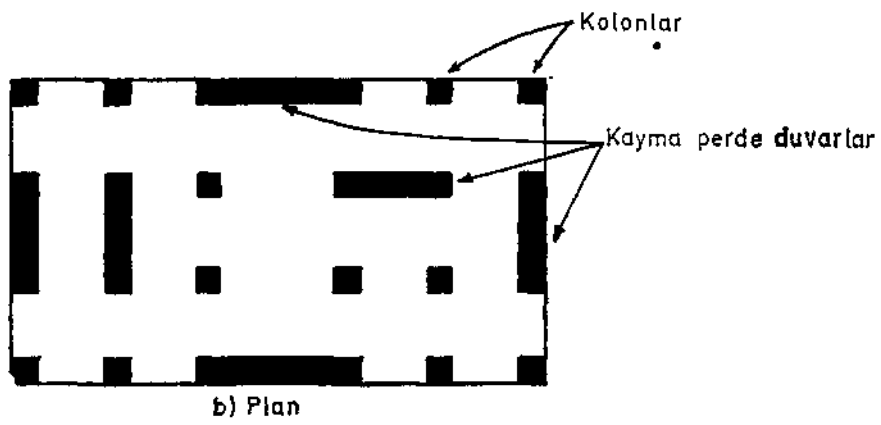
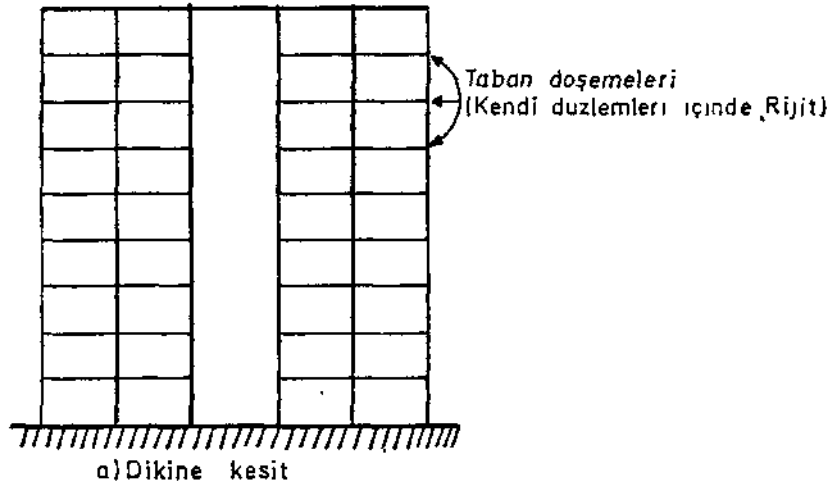
ETABS — ÜÇ BOYUTLU BİNA TİPİ YAPILARIN ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

ETABS 1975 yılında Kaliforniya Üniversitesi öğretim üyelerinden EX. Wilson., J.P. Hollings ve H.H. Dowey tarafından geliştirilmiştir, (1) Program E.K.İ. Bilgisayar Merkezinde Dr. İrfan Ergün ve İnşaat Y. Müh. Nail Değirmenci tarafından çalışır duruma getirilmiştir. (2)

ETABS veri hazırlamada kolaylık sağlamak ve çözüm maliyetini azaltmak amacıyla sadece üç boyutlu kiriş, kolon ve kayma duvarı elemanlarından oluşabilir. Şekil 4J, kolonlarda eğilme, eksenel ve kayma deplasmanları dikkate alınabilir. Yapi asimetrik veya plân görünümünde rastgele yerleştirilmiş ve kiriş elemanları kesiti yamuk veya dikdörtgen olabilir. Birbirinden farklı iki adet düşey ve iki adet yatay yükleme durumu dikkate alınabilir. Statik yükler zaman fonksiyonu şeklinde verilen arazi ivmesi veya ivme spektrumunun meydana getireceği dinamik yüklerle süperempoze edilir. Dinamik ve statik analiz yapılırken binanın döşemelerinin kendi düzlemi içinde rijit olduğu kabul edilmiştir.

Referanslar:

1. Wilson, E.L., J.P. Hollings and H.H. Dowey
Three Dimensional Analysis of Building Eystems (Extended Version)
College of Engineering, University of California,
Berfceleay, CaWorma, Report No. EERC 73. - 13, April 1955.
2. Wilcon, E.L., et. al. (Tercüme Dr. İrfan Ergün)
ETABS Üç Boyutlu Bina Tipi Yapıların Statik ve Dinamik Analizi İçin Bir
Bilgisayar Programı Kullanma Talimatı
E.K.I. Endüstri İşlemleri Kısım Müdürlüğü.
Zonguldak, 1977.



ŞEKİL :4.1

ETABS Programı ile çözülebilen tipik kolon, kiriş ve kayma duvar elemanlarından meydana gelen bina tipi bir yapı

COST - SCHED :
YERALTI OCAKLARININ MALİYET PROJEKSİYONU VE
ANA HAZIRLIK TERMİN PLANLAMASI PROGRAMI

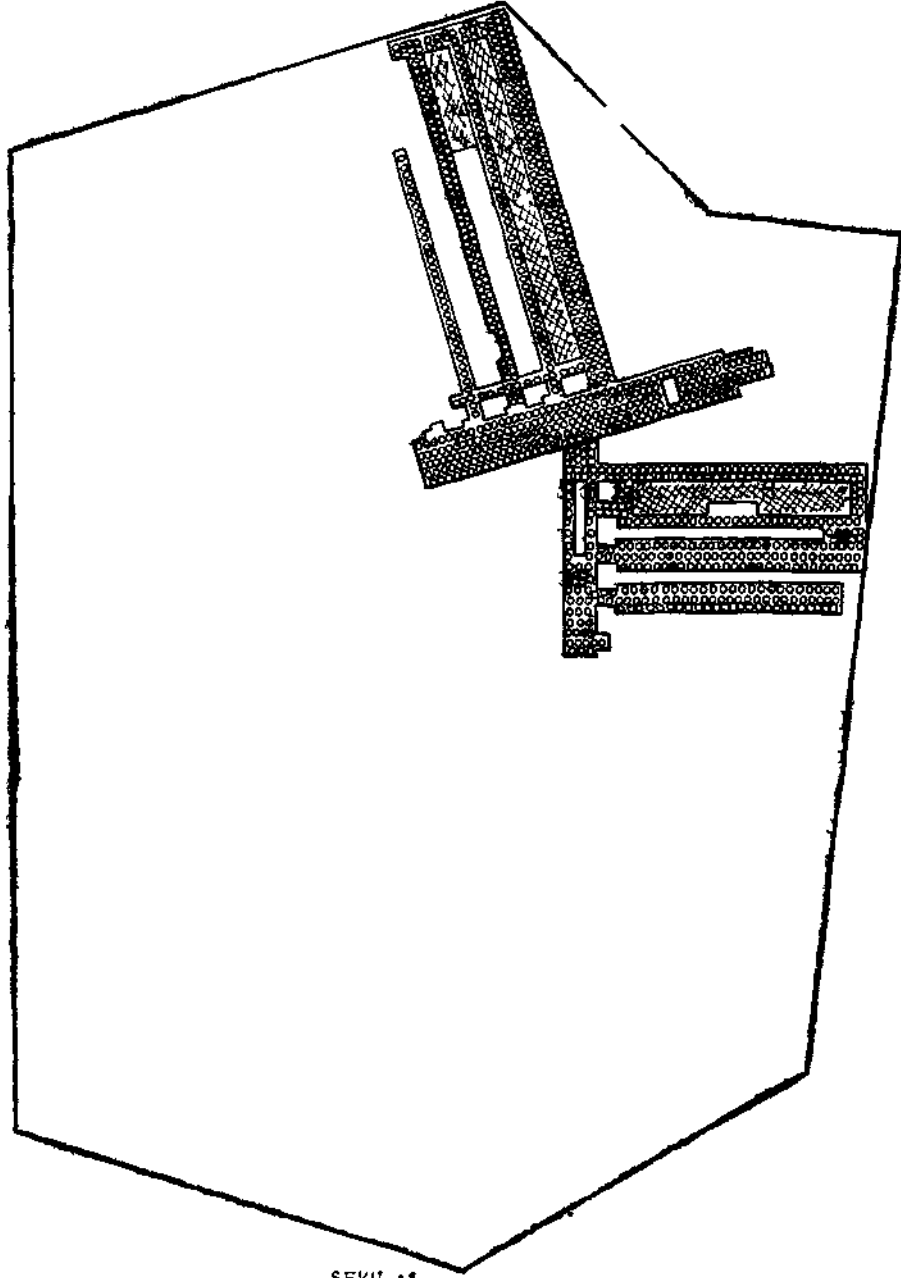
Yüksek üretim seviyesi ve hızlı Jbazirlik çalışmaları modern madenciliğin ana karakteristikleria teşkil eder. Yönetim sürekli olarak, mevcut fiilî durumu analiz ederek gelecekteki gelişmeleri tahmin etmek mecburiyetindedir. Mümkün görünen -uygulamalar içm yeni makina teçhizatın sipariş edilmesi, ocak planlarının hazırlanması, maliyet tahminlerinin yapılması ve yeni metod ve makina teçhizatın geliştirilmesi gerekmektedir.

Günümüz modern madenciliğinde gelecek yıllar için ana master plânları geliştirilmektedir. Ana plân çerçevesinde daha detay yıllık projeksiyonları ve konstrüksiyon plânları yapılır. Bu plânlar üzerinde yapı-lışlarının hemen akabinde tadilat yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Plânların hazırlanmasına harcanan çabanın fazlalığı değişiklik yapılmasını önlemektedir. Bu sebeple yönetici daha önce yapılan plân üzerindeki alelacele değişikliklerin maliyetlerini ve plâna etkisinin ne olacağı konusunda ancak kaba bir bilgi sahibi olabilmektedir. Normal olarak bu plânların yapılması için lüzumlu çabanın fazlalığı alternatif plânların yapılmasını engellemektedir.

COST — SCHED programı yöneticiye çabuk ve ucuz bir biçimde ocak hazırlık termin plânlarının ve madencilik maliyet projeferyoöalarının yapabilme olanağını kazandırmaktadır. Termin plânları azami 24 zaman birimi (normal olarak ay) için yapılabilmektedir. Sadece termin plânlanması yapılabileceği gibi maliyet projeksiyonu ile birlikte yapüabilir. Şekil : l'de hayali bir ocağın COST - SCHED programı ile yapılan iki yıl süreli termin plânı ve maliyet analizi misali verilmiştir.

Programın maliyet projeksiyonu kısmı madencilik çalışmaları ilerledikçe maliyetleri toplamaktadır. İşçilik, malzeme ocak işi ve dışı, makina nezaretçi ve yönetim masrafları değişik esaslara göre hesaplanmaktadır. Maliyet üretilen ton, birim ilerleme, çalışılan gün, boş gün ve aylık maliyetler olarak hesaplanabilir. Çok çeşitli maliyet katagorisi mevcuttur. Kullanılan malzeme yeniden kullanılabilen veya yeniden kullanılmıyan sarf malzemesi diye tarif edilebilir. Program yeniden kullanılabilen malzemeyi .tekrar kullanma imkânını dikkate aldığından ilâve ihtiyacı doğru olarak tesbit edilebilir.

COST - SCHED programı çeşitli seviyelerde aylık maliyet raporlarını hazırlar. Her üretim panosu için malzeme ve işçilik maliyetleri ayrı



SEKIL :1

Örnek bir ocağın iki yıl sonrasının hipotetik
COST-SCHED projeksiyonu

ayn verilir. Bütün panoların toplam maliyetleri, ocak içi ve ocak dışı toplam maliyetler ile toplam malzeme, tesis ve yönetim masrafları hesaplanır. Nihai maliyet tablosu olarak ta çalışılan toplam gün sayısı, üretilen kömür tonajı ve değişik masraf kategorileri toplamları elde edilir. Şekil : 2'de örnek ocağın nihai masraf dağılım tablosu görülmektedir.

Bu programın kullanma sahaları :

- 1 — Değişik hazırlık plânları ve işletim sistemlerinin maliyete etkilerinin analizi,
- 2 — Yeni makina ve teçhizatın toplam maliyete etkisinin tesbiti,
- 3 — Değişik malzeme kullanımı projeksiyonlarının yapılması,
- 4 — Değişen ocak şartlarının istihsal maliyetine etkilerinin tesbiti,
- 5 — Bazı hazırlık plânlarının optimizasyonu,
- 6 — Yöneticiler tarafından alınan kararların maliyete etkisini sergileyerek yönetici eğitimi,
- 7 — Yeni yapılacak yatırımların gerekçe raporlarının hazırlanmış olarak sıralanabilir.

COST - SCHED programının kullanılmasını sergilemek amacıyla (program test edildiği ocaktaki bir uzun ayağın optimum uzunluğunun tesbiti örnek olarak verilmiştir. Giriş bilgisi olarak işletme ve yatırım maliyetleri farkı verilerek 16.5 metre (50 ft) farkı boydaki uzun ayakların maliyet analizleri yapılmıştır.

MALİYET VE ÜRETİM ÖZETLERİ

A Y L A R	AĞU.68	EYL.68	EKİ.68	KAS.68	ARA.68	OCA.69	ŞUB.69	MAR.69	NİS.69	MAY.69	HAZ.69	TEM.69
Çalışılan Gün Sayısı	22.	20.	23.	19.	21.	22.	20.	21.	21.	21.	15.	19.
Çalışılan Gün Birikmesi	22.	42.	65.	84.	105.	127.	147.	168.	189.	210.	225.	244.
Üretim (1000 TON)	19.	22.	27.	20.	27.	45.	42.	45.	46.	46.	33.	41.
Üretim Birikmesi (1000 Ton)	19.	40.	68.	88	115.	160.	202.	247.	293.	339.	372.	413.
Ton/Gün	861.	1075.	1193.	1040.	1292.	2039.	2104.	2135.	2200.	2197.	2182.	2176.
Birikmeli Ton/Gün	861.	963.	1044.	1043.	1093.	1257.	1372.	1468.	1549.	1618.	1652.	1693.
Normal İşçilik Maliyeti	1.549	1240	1.118	1282	1.406	1219	1.181	1.164	1.138	1.131	1.139	1.142
Boş Gün İşçilik Maliyeti	0.079	0.070	0.055	0.076	0.055	0.033	0.036	0.038	0.032	0.033	0.046	0.036
Sistem İşçiliği	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bayram Tatili	0.058	0.051	0.040	0.056	0.055	0.046	0.049	0.046	0.044	0.044	0.062	0.049
Senelik İzin	0.000	0.061	0.000	0.133	0.066	0.055	0.000	0.000	0.053	0.053	0.000	0.059
Toplam İşçilik	1.686		213	1.547	1.582	1.353	1265	1243	1260	1261	1247	1287
Nezaret	0.391	0.344	0270	0.374	0394	0.314	0335	0.314	0305	0.306	0.431	0.341
Malzeme ve Hizmetler	1.170	1.159	1.151	1231	:	1264	1288	1358	1319	1313	1283	1.189
Elektrik Maliyeti	0238	0220			0.191	0.147	0.151	0.147	0.145	0.145	0.172	0.153
Yönetim Giderleri Hariç Toplam	3.693	3.321	3.577	3.576	3.731	3252	3206	3224	3.191	3.188	3307	3.105
Toplam Maliyet/Ton	2.644		2.127	2.596	2.327	1.913	1.979	1.914	1.920	1.921	2332	2.048
Birikmeli Maliyet/Ton	6337	6.030	5.856	5.772	5.840	5.650	5.553	5.478	5.420	5378	5.401	5376

(ŞEKİL : 2)

ÖRNEK OCAĞIN MALİYET VE ÜRETİM COST • SCHED ÖZETİ

Değişik boydaki uzun ayaklarla ocağın iki yıllık üretim plânları yapılarak birim maliyetler bulunarak optimum ayak boyu tesbit edilmiştir.

COST - SCHEB programı birisi yeni açılan ve diğeri uzun yıllar çalışan iki ocakta tatbik edilmiştir. Her iki tatbikatta da yöneticiye karar için lüaumlu fiili ve plânlanan bilgileri doğru olarak en kısa sürede ve ucuz olarak verme olanağını sağlamıştır. Daha önce düşünülen Blaster plânda yapılan değişiklik sayesinde önemli miktarda tasarruf sağlanmıştır.

COST - SCHED programı için külliyetli miktarda bilgiye ihtiyaç vardır. Bir ocak için bu bilgilerin; toplanabilmesi için uzunca bir süre çalışmak gereklidir. Bazı bilgilerinde yönetici tarafından verilmesi lüzumludur. Bununla birlikte sistemin güncelliğini korumak ve yeni alternatifleri analiz için çok az bir çabaya ihtiyaç vardır. Bir ocakta meydana gelebilen değişiklikler bir kişi tarafından günde yarım saat harcanarak sistemin güncelliği korunabilir. İki yıllık simülasyon için 8 -10 dakikalık bilgisayar zamanı yeterli olmaktadır.

COST - SCHED programı elde mevcut değerlere dayalı olarak ocak plânlarında yapılacak değişikliklerin maliyetlerini doğruya yakın olarak hesaplamada yöneticiye fayda sağlamaktadır. Bir pasoda yapılacak değişikliğin tüm ocağa etkisi hesap edilebilir. Bunların belki en önemlisi alınacak yönetim ve mühendis kararları maliyetlere dönüştürülerek mukayese edilebilmesidir.. Program iyi kullanıldığı takdirde yönetim kararlarının rakamlarla ifade edilebilmesini sağlayarak bu kararları sübjektif olmaktan kurtarırlar.

Referanslar :

1. Computer Applications in Underground Mining System,
Five Sections : Division of Minerals Engineering, Virginia
FbljiteGfinc Institut&and Stete University, Blacksburg, Virginia.
Section 4-«COST-SCHED II Program,» 101 pp.