

AÇIK İŞLETME PERİYODİK DEKAPAJ HESAPLARI İÇİN BİLGİSAYAR PROGRAMI

Suha NİZAMOĞLU(*)
Ali ÇETİNKAYA(**)
Sina YAZICK(***)

ÖZET

Bu çalışmada açık işletmelerin periyodik dekapaj hesaplarının bilgisayar yardımı ile yapılabilmesi için geliştirilen program tanıtılmaktadır.

Programa veri olarak, periyod başı için imalat planından alınan ve kesit doğruları üzerine düşen noktaların kotve koordinatları, periyod sonu için takeometre okumaları verilmektedir. Program periyod başı ve sonu olmak üzere iki sayısal kesit dizisi yaratmakta, bunların alan farkı kesit aralığı ile çarpılarak toplam dekapaj hesaplanmaktadır. Daha sonra yeni kesitler sayısal olarak bir sonraki periyodda kullanılmak üzere dosyalanmaktadır.

Program Seydişehir Boksit işletmesi 1983 Ağustos ayı dekapaj verilerine uygulanmış ve işletmenin hesapladığı 154 500 m³ dekapaja karşılık 161 426 m³ dekapaj miktarı bulunmuştur.

ABSTRACT

This paper summarizes a computer based system for periodical computations of the removed overburden.

The data for the program are the co-ordinates and the levels of the points taken from the opencast mine plan and the topographic measurements. The program first determines the cross sections for the beginning and the end of the period and then calculates the volume of the overburden by using the area difference and the distance between the cross sections. Afterwards the new cross sections are filed for the next run.

The program was run with the data taken from Seydişehir Bauxite mine plan dated 1983 August and 161 426 m³ of overburden computed. The value found by traditional methods was 154 500 m³.

(*) Doc.Dr. Madan MUh. BÖL, İTÜ, İSTANBUL

(**) Maden Yüksek Mühendisi

(***) Ars. Gör. Maden Yük. MUh. Maden MUh. BÖL, İTÜ, İSTANBUL

1. GİRİŞ

Modern madencilik üretim planlaması ve kontrolünde, özellikle tekrarlı hesaplarında bilgisayar kullanımı günden güne yaygınlaşmaktadır. Zorlaşan ekonomik koşullar, üretim planlaması ve kontrolü hesaplarının, daha hassas, daha tekrarlı ve giderek günlük değişim gösteren parametreler fonksiyonunda yapılmasını zorunlu hale getirmektedir, öte yandan, bilgisayar kullanılan alanlarda, insan gücünden ve zamandan büyük ölçüde tasarruf yapılabilmektedir.

Açık işletmelerdeki periyodik dekapaj hesapları, tekrarlı ve hassas türdendir. Klasik yöntemlerle gerçekleştirildiğinde, işlem ve çizimlerin zahmetli olması nedeni ile sık kesit almaktan kaçınılmakta, kesit alanları çizimler üzerinden hesaplandığı için hata oranı bir kat daha artmaktadır.

Açık işletme periyodik dekapaj hesabının otomatizasyonu için yapılan bu çalışmada, öncelikle çalışmalar model üzerinden yürütülmüş, daha sonra Seydişehir Boksit İşletmesi Doğankuzu açık ocağı 1983 Ağustos ayı dekapaj verileri kullanılarak program geliştirilmiştir.

2. AÇIK İŞLETMELERDE KLASİK YÖNTEMLERLE PERİYODİK DEKAPAJ HESABI

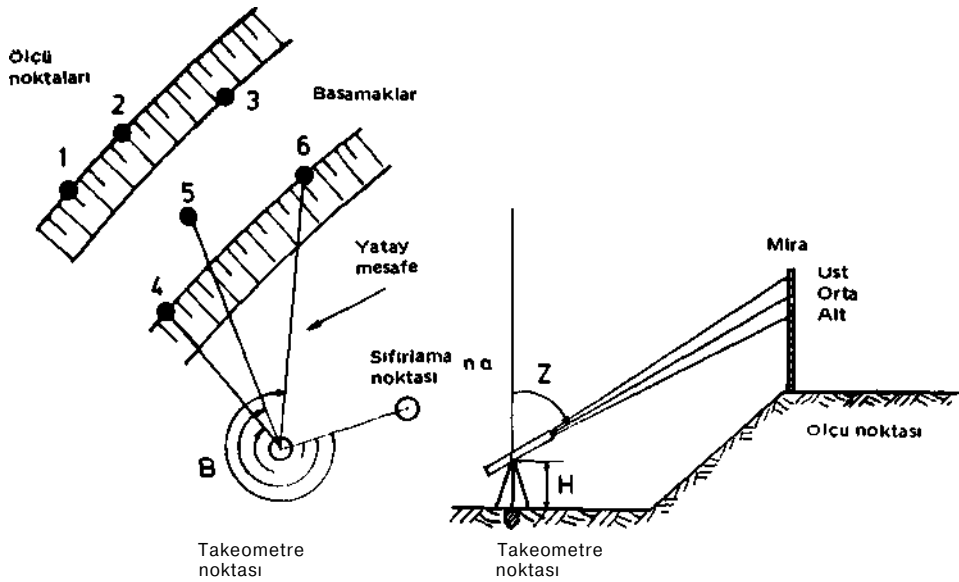
Açık işletmelerde periyodik dekapaj hesabına esas olarak ölçümler topografya bölümüne yürütülür. Her periyod sonunda faaliyet sahasında hem dekapaj in bulunması, hem de işletmenin son durumunun planlara aktarılması için takeometrik ölçümler yapılır. Arazi dekapaj mümkün olduğu kadar geniş bir görüş alanı sağlayabilecek bir noktaya kurulur. Basamağın üst, dip ve gerekli olan hallerde ortalarına miralar tutularak, takeometre defterlerine yatay açı, düşey açı, üst, orta, alt mira okumaları ve bakılan noktanın özelliği (basamak üstü, dibi ve ortası) kayıt edilir. Takeometre uygun bir noktaya yerleştirildikten sonra bir nirengi noktasına bakılarak sıfırlaması yapılır. Aletin dekapaj sahasındaki tüm noktaları görememesi halinde birkaç ayrı noktaya kurulması şart olmaktadır (Şekil 1).

Arazi çalışması tamamlandıktan sonra takeometre defterlerindeki değerler esas alınarak, basamak noktalarının yatay mesafeleri ve kotları (Şekil 1) takeometri formülleri ve PONS cetveli yardımıyla hesaplanır. Alet noktaları (takeometre noktaları) poligonu imalat planına işlenir. Hesaplanmış yatay mesafeler, kotlar ve ölçülmüş yatay açılar kullanılarak sıfırlama noktasından saat ibresi yönünde tarama ile yeni basamak noktaları plana geçirilir.

Aynı özelliğe sahip noktalar (örneğin basamak ucu noktaları) birleştirilerek yeni basamak şekilleri ortaya çıkar. Çalışılmış bölgelerden alınan yeni kesitler eskileri ile karşılaştırılır, kesitlerin fark alanları toplanır ve kesit aralığı ile çarpılır. Böylece toplam dekapaj hacmi belirlenir.

1,2,4,6 : Basamak ucu noktası
 3 : Basamak dibi noktası
 5 : Basamak orta noktası

Z: Düşey açı
 B: Yatay açı
 H: Alet yüksekliği



Şekil 1— Açık işletmelerde periyodik dekapaj hesabına temel olan ölçüler

3. PERİYODİK DEKAPAJ PROGRAMININ AÇIKLANMASI

Geliştirilen programda hesaplama mantığı olarak Bölüm 2'de kısaca açıklanan klasik dekapaj hesap yöntemi anahatları ile benimsenmiştir.

3.1. Program Giriş Verileri

Program klasik yöntemde olduğu gibi her periyod (genellikle 1 ay) sonundaki dekapaj hesabı için sahanın periyod başında ve sonundaki kesitlerine ihtiyaç duyar. Kesit alanlarının farkının, kesit aralığı ile çarpılması yoluyla hacim hesaplanır

Belirli bir sahada dekapaj hesabı için başlangıçta uygun aralıklı kesit doğruları imalat planı üzerinden belirlenir. Kesit doğruları üzerinde gerek orjinal topografyanın, gerekse basamakların dip ve uçlarının koordinatları okunarak programa aktarılır. Çalışılmış ocak sahasından alınmış takeometre okumaları da periyod sonundaki kesitlerin belirlenmesi için programa verilir. Aşağıda periyodik dekapaj programı verileri detaylı olarak sunulmuştur.

a) Başlangıçta topografik harita ve imalat planından alınan kesit doğruları üzerinde okunan, basamakların dip ve uçlarına ait noktaların kot, koordinatları ve bunların tanıtcı özelliği (basamak dibi veya ucu)

b) Takeometre verileri: Aletin yerleştirildiği poligon noktasının (takeometre noktası) özellikleri (noktanın koordinatları, kotu, sıfırlama noktasının koordinatları), okuma yapılan noktanın özellikleri (yatay açı, düşey açı, üst, alt, orta mira okumaları, noktanın tanıtma kodu: basamak ortası, dibi, ucu, cevher, yerinde kalmış paşa noktası gibi)

c) Toleranslar, işletmeye ait en büyük basamak genişliği, kesitler etrafına düşen yeni noktaların seçilmesindeki toleranslar. Bu parametrelerin değiştirilmesi ile program her işletmenin özel şartlarına kolayca uygulanabilecektir.

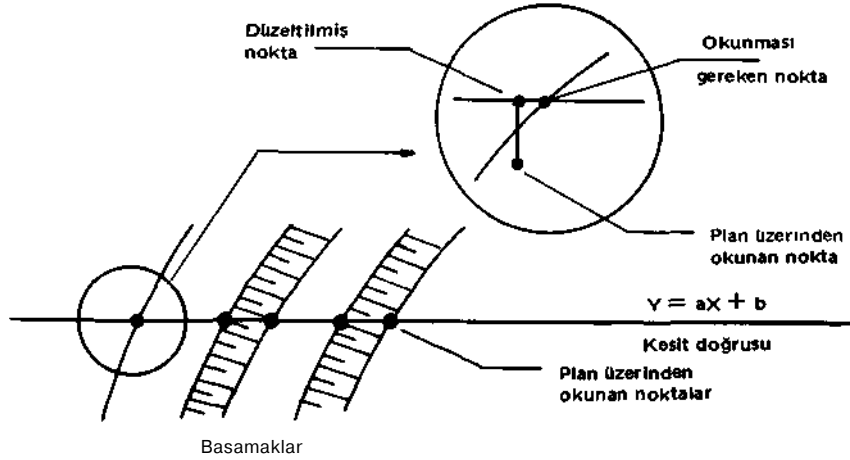
d) Kesit doğrularının denklem katsayıları: Program belli bir açık işletme için bir kere uygulandığında, ikinci periyotta artık sadece o periyodun takeometrik ölçülerini (b kısmı) vermek yeterli olur. İşletmenin periyod başındaki durumu zaten program veri dosyalarına bir önceki çalışmadan aktarılmış durumdadır.

3.2. Yeni Basamak Noktalarının Bulunması

Takeometre ile ölçülen her noktanın koordinatları yukardaki bölümdeki veriler esas alınarak bilinen takeometri formüllerine ve analitik geometri esaslarına dayanılarak program başında hesaplanır. Bunlar her temel topografya kitabında bulunduğu için bu yazıda ayrıntısına girilmemiştir.

3.3. Başlangıç Kesit Noktalarının Düzeltilmesi

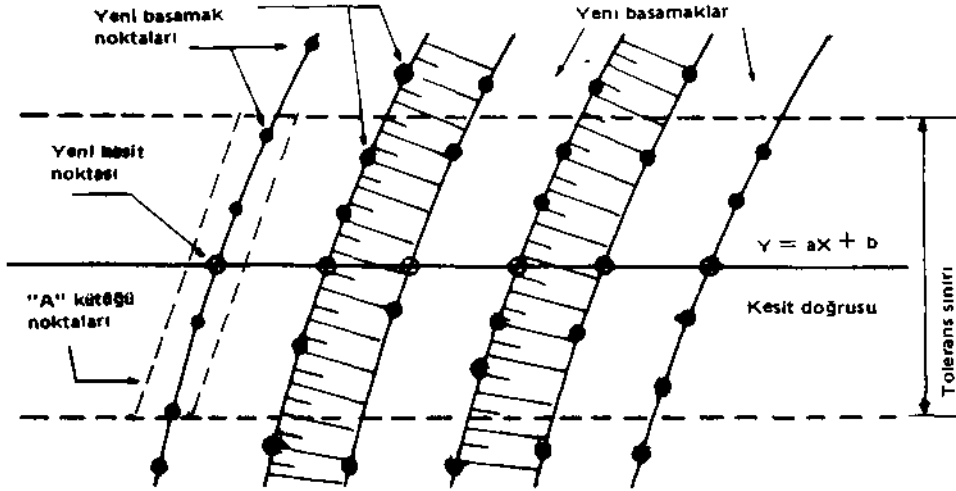
İmalat planından okunarak elde edilen kesit noktalarının koordinatlarındaki muhtemel küçük sapmaları düzeltmek amacıyla noktaların kesit doğrultusu üzerindeki izdüşümleri kesit doğrusu denklemini yardımı ile bulunur (Şekil 2). Bunlar asıl basamak noktaları olarak kabul edilir.



Şekil 2— Başlangıç için imalat planından herhangi bir kesit doğrusu üzerine düşen basamak dip ve uç noktalarının koordinatlarındaki hatanın düzeltilmesi

3.4. Kesitlerin Yeni Noktalarının Hesabı

Koordinatları ve kotları belirlenmiş olan yeni noktalar arasından kesit doğrularının civarına, belli bir tolerans ile, düşenler seçilirler. Bu işlem için, her yeni noktanın kesit doğrultusuna uzaklığı hesaplanır. Uzaklığı toleransdan küçük kalanlar ayıklanır. Bunlar küçük apsisliden büyüğe doğru sıralandıktan sonra kesit doğrusunun geçtiği basamakların eşit özellikli noktaları (basamak dip ve uçlarını oluşturan noktalar) tekrar "A" kütükleri adı verilen gruplarda toplanır (Şekil 3).



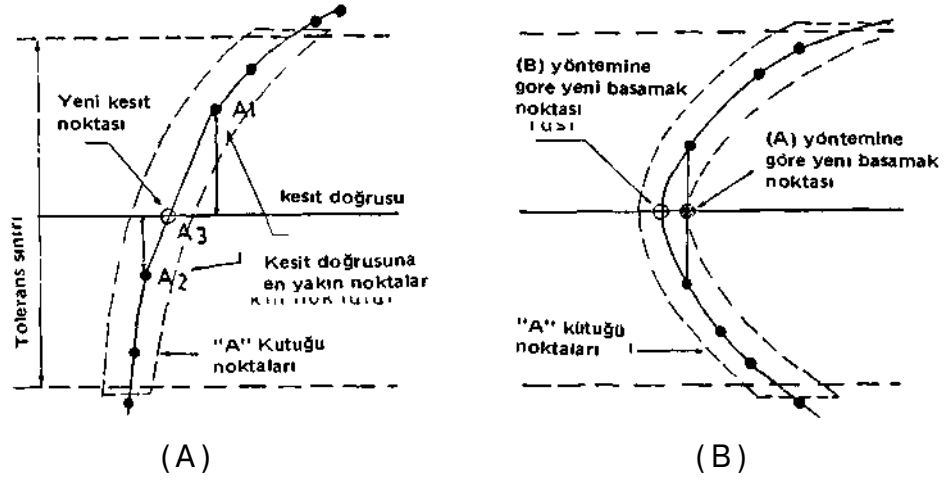
Şekil 3— Yeni kesit noktalarının belirlenmesi

"A" kütüğündeki noktaların içinden kesit doğrusunun her iki kenarında bulunan en yakın mesafeli olanlar seçilir: A1 ve A2 (Şekil 4A). A1 ve A2'yi birleştiren doğru ile kesit doğrusunun ara kesit noktası A3 belirlenir. A3 yeni basamak noktası olarak kabul edilir. A3'ün kotu ise A1 ve A2'nin kotundan bu noktaların A3'den uzaklıklarına göre ağırlıklı ortalama alınarak bulunur.

Buna alternatif olarak geliştirilen yöntemde ise basamak eğriliğinden oluşacak hatalar da yok edilmiştir (Şekil 4B). Burada "A" kütüğündeki noktaları en küçük kareler yöntemi ile ikinci dereceden bir eğriye uyarlanır. Bu eğri ile kesit doğrusu ara kesim noktası yeni basamak noktası olarak alınır. Noktanın kotu (A) yöntemine benzer şekilde belirlenir.

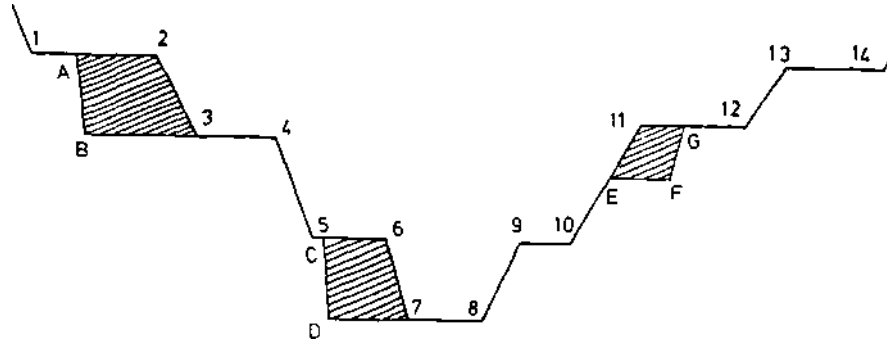
3.5. Yeni Kesit Profilinin Oluşturulması

Açık işletmelerde her zaman sahanın her basamağında dekapaj yapılamayacağı için çalışma devresi sonunda basamakların çoğunluğu eski halini korur. Bu yüzden periyod sonunda ortaya çıkacak kesit profili eski basamaklarla yenilerinin bir karışımı olacaktır. Şekil 5'de olası bir durum görülmektedir.



Şekil 4— Yeni kesit noktasının doğrusal (A) ve eğrisel (B) yöntemine göre bulunması

Eski kesit : 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
 Yeni kesit : 1,A,B,3,4,5,C,D,7,8,9,10,E,F,G,12,13,14
 Taralı alanlar dekapajı göstermektedir.



Şekil 5— Periyod başındaki ve sonunda ortaya çıkabilecek bir kesit

Yeni profilin bulunması, yeni noktaların eskilerinden ayırt edilebilme özelliklerine dayanır. Bunların arasında yeni noktaların eskilerinden düşük kotta olmaları, birbirlerini takip etmeleri, işletmedeki en büyük basamak genişliği ve noktaların tanıtılma özellikleri göz önüne alınır.

Seçim kriterlerinin geliştirilmesi amacı ile gerçek veriler Etibank Doğanlı ocağının imalat planlarından alınmış ve her test ayrıntılı olarak denenmiş, eksikleri tamamlanmıştır.

Açık işletme sahasında başta belirtildiği gibi dekapajı yapılmış ve kaldırılmış pasa da bulunabilir. Bunlar da baştan nokta tanıtma özelliklerinin verilmesi ile anlaşılabilir. Böy-

lece program istenildiğinde kaldırılmamış paşayı da hesaplayabilecek profiller yaratabilir. Bunun için topografik ölçüler yapılırken yerinde kalmış paşadaki mira okumaları belirlenmelidir.

3.6. Alan ve Hacim Hesabı

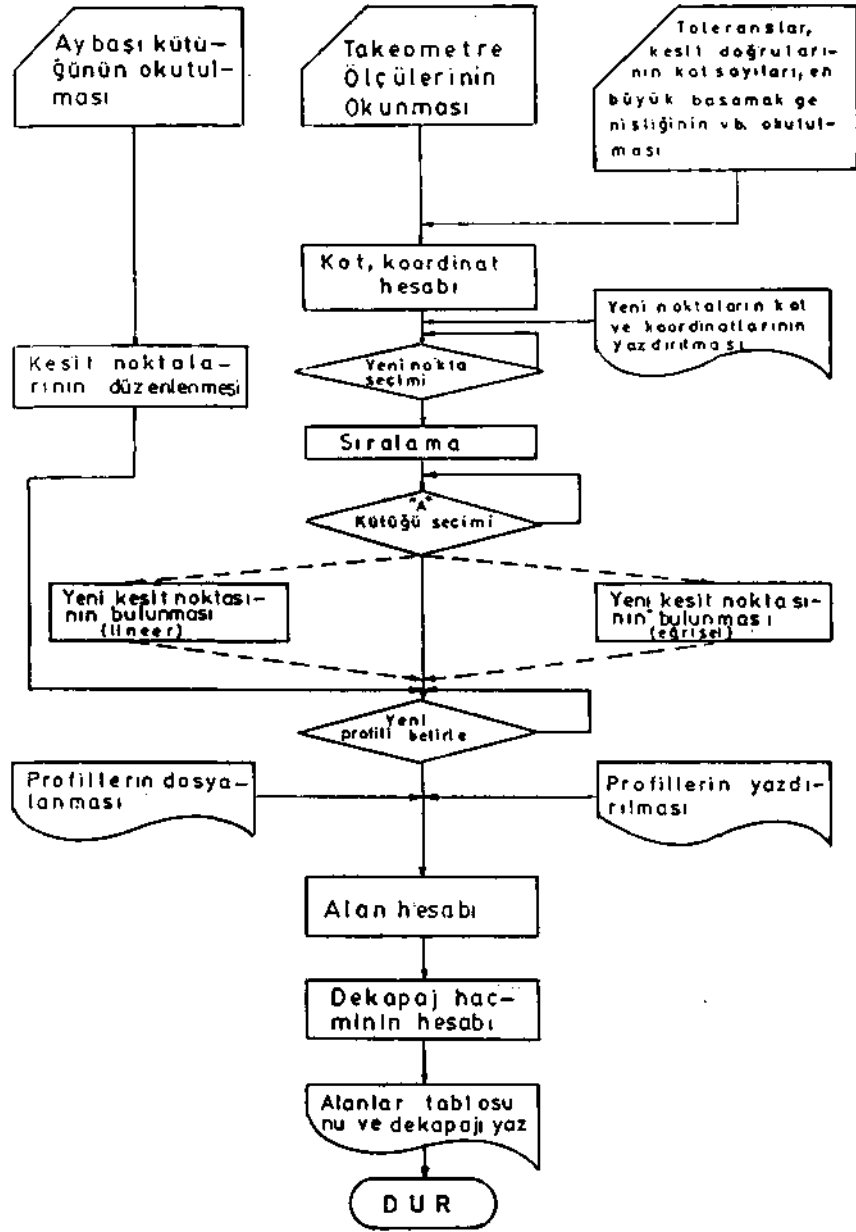
Kesitler tespit olunduktan sonra bir referans kotu seçilerek buna göre her kesitin alanı trapezoid kaidesine göre bulunur. Alan farkları toplanarak kesit aralığı ile çarpılır, toplam dekapaj hacmi hesaplanır.

4. PROGRAM HAKKINDA BİLGİLER

Periyodik dekapaj programı bir ana ve 12 alt programdan oluşmaktadır. Toplam 145 Kbaytlık yer kaplamakta, orta büyüklükte bir bilgisayarda 457 kesit noktası ve 648 yeni nokta için yaklaşık 10 dakikada sonuç vermektedir. Program standart FORTRAN dilinde yazılmış ve IBM 4331 tipli bir bilgisayarda editör çalışma sisteminde geliştirilmiştir. 1 000 adet yeni ölçülmüş nokta ve 800 başlangıç kesit noktası ile çalışabilecek kapasitede olan program, sonuç olarak kesit alanlarını ve dekapaj hacmini vermektedir. Ayrıca kendiliğinden bir kütük açarak yeni oluşan açık işletme kesitlerini bir sonraki ayın temel verileri olarak değerlendirmek üzere saklamaktadır. İstenildiğinde açık işletmenin herhangi bir periyodundaki durumunu döküm yapmak imkanı vardır. Programın küçük bir modifikasyonu ile bilgisayar çizici üniteleri kesitlerin çizilmesinde kullanılabilir. Şekil 6'da programın basitleştirilmiş akım şeması, Tablo 1'de ise ana ve alt programların işlevleri verilmiştir.

Tablo 1— Periyodik dekapaj programındaki alt programlar ve açıklamaları

Program Adı	Kapasitesi (Bayt)	İşlevi
MAIN	82 466	Alt programları birleştirir.
OKU	1 590	Verileri okur.
AKOT	5 762	Yeni noktaların kotlarını bulur.
AKOR	3 284	Yeni noktaların koordinatlarını bulur.
SSOKK	7 466	Başlangıç kesit noktalarının koordinatlarını düzeltir.
SIRALA	1472	Sıralama alt programı.
SOKK12	17 422	Yeni noktalardan yeni kesit noktalarını hesaplar.
İKİDE	6 324	Yeni kesit noktalarını eğri metoduna göre bulur.
PROFİL	7 184	Yeni kesit profilini hazırlar.
PR02	7 850	Pasa profilini hazırlar.
ALANI	1 156	Kesit alanı hesaplar.
HACİM	1 150	Dekapaj hacmini hesaplar.
ABAYSO	2 100	Periyod sonu profilleri dosyalar.
Toplam	145 226	



Şekil 6— Periyodik dekapaj programının basitleştirilmiş akım şeması

5. PERİYODİK DEKAPAJ PROGRAMININ UYGULAMASI

Program denenmek amacı ile Etibank Seydişehir Doğankuzu açık ocağı 1983 Ağustos ayı verilerine uygulanmıştır. Temmuz ayının imalat planı üzerinden 17 kesit alınmış, 457 adet, basamak ve orjinal topografya noktasının koordinat ve kotları ölçülerek bilgisayara aktarılmıştır. Ağustos aya ait veriler işletmeden alınan bilgilere göre düzenlenmiştir. Buna göre ölçümün 648 yeni ölçü noktasında gerçekleştirildiği anlaşılmıştır. Bunlara ait takimetrelik ölçümler de programa sunulmuş, ayrıca işletme için en büyük basamak genişliği 50 metre, nokta seçim toleransı da 5 metre olarak belirlenmiştir. 17 kesitin alanlarını ve alan farklarını gösteren orjinal bilgisayar çıktısı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2— Doğankuzu açık ocağı Temmuz-Ağustos ay ı dekapajının bilgisayar ile hesabı

NO	ALAN1	ALAN2	FARK2	ALAN3	FARK3	ALAN4	FARK4
1	53 379,7	53 379,7	0,0	53 379,7	0,0	57 379,7	0,0
2	53 602,1	53 602,1	0,0	53 602,1	0,0	53 602,1	0,0
3	61 848,8	61 775,5	73,3	61 848,8	0,0	61 848,8	0,0
4	60 012,8	59 756,5	256,3	60 012,8	0,0	60 012,8	0,0
5	53 393,8	52 933,2	460,6	53 393,8	0,0	53 393,8	0,0
6	55 000,2	54 059,6	940,6	55 000,2	0,0	55 138,6	-138,4
7	50 263,4	49 578,4	685,0	50 263,4	0,0	50 377,5	-114,1
8	50 498,9	49 958,0	540,9	50 498,9	0,0	50 658,3	-159,4
9	52 254,9	51 438,2	816,7	52 254,9	0,0	52 402,6	-147,7
10	65 125,1	64 307,8	817,3	65 125,1	0,0	65 195,4	- 70,3
11	57 492,1	56 065,9	1426,3	57 492,1	0,0	57 666,0	-173,9
12	60 965,5	60 394,9	570,6	60 965,5	0,0	60 965,5	0,0
13	50 433,6	50 377,5	56,1	50 433,6	0,0	50 433,6	0,0
14	54 491,4	54 491,4	0,0	54 491,4	0,0	54 491,4	0,0
15	49 080,4	49 080,4	0,0	49 080,4	0,0	49 080,4	0,0
16	41 258,0	41 258,0	0,0	41 258,0	0,0	41 258,0	0,0
17	35 970,6	35 970,6	0,0	35 970,6	0,0	35 970,6	0,0

Tablo 2'nin Açıklaması. ALAN1 Temmuz ayı kesit alanları (m²), ALAN2: Ağustos ayı kesit alanları (m²), FARK2: 2. ile 3. sütun farkı, ALAN3: Ağustos ayı kesit alanları (sadece cevher kazısı), FARK3. 2. sütun ile 5.'nin farkı, ALAN4: Ağustos ayı kesit alanları (sadece yerinde kalmış pasa), FARK4 2. sütun ile 7.'nin farkı Cevher noktaları baştan programa tanıtılmamıştır, çünkü arazide ölçüm yapıldığında cevher kazısına ait noktalar diğerlerinden ayrılıp, tanıma kodu verilmemiştir Bu sebepten 6. sütun değerler: sıfır çıkmıştır. 8. sütundaki değerler ise yerinde kalmış ve kaldırılmamış pasaya ait olduklarından negatif olmuşlardır.

Kesit alanları farkı (FARK2, Tablo 2) kesit aralığı (25 metre) ile çarpılarak ($6\,643,7\text{ m}^2 \times 25 = 166\,092,5\text{ m}^3$) dekapaj miktarı bulunmuştur. Pasa olarak yerinde kalmış dekapaj ise ($803,8\text{ m}^2 \times 25\text{ m} = 20\,095\text{ m}^3$) 8. sütundan yararlanılarak belirlenmiştir. Dekapaj içinde üretilmiş cevher miktarı da yer almaktadır. İşletme verilerinden cevher miktarı 14 000 ton olarak alırsak, boksitin özgül ağırlığını da 3 ton/m^3 kabul edersek ($166\,092 - 14\,000/3 = 161\,426\text{ m}^3$) dekapaj hacmi buluruz.

İşletme Temmuz-Ağustos ayı dekapaj miktarını $154\,500\text{ m}^3$ olarak saptamıştır. 17 kesitten klasik metodlarla yapılan hesapta ise $168\,000\text{ m}^3$ dekapaj hacmi belirlenmiştir. Bilgisayarla hesaplanan hacmini bunlarla oranlarsak $154\,500/161\,426 = \%95.7$, $168000/161\,426 = \%104$ bulunur. Bu da kabul edilebilir bir sapmayı ortaya koymaktadır.

6. BİLGİSAYARLA HESAPLAMALARIN YARARLARI

Periyodik dekapaj hesaplarındaki hatalar, takimetri ve kesit alanlarındaki hesaplardan kaynaklanır. Bilgisayarlarda ise bunları en küçük ondalığa kadar doğru olarak belirlemek mümkündür.

Dekapaj hesapları 4-5 kişilik bir büronun en aşağı bir haftasını almaktadır. Halbuki bilgisayara veri hazırlaması bir kişinin bir işgünü çalışması ile gerçekleşebilir. Böylece büyük bir işgücü tasarrufu sağlanabilir.

İşletmenin her periyoddaki imalat bilgileri bilgisayarda saklanabilir. İstenildiğinde kontrol edilebilir, çizici ünitelerde grafik olarak kağıda aktarılabilir.

Bilgisayar sonuçları çok kısa bir zamanda, 10 dakika içinde elde edilebilir. Kontrolar anında yapılabilir.

Programın kullanılması basittir. Her sistem operatörü birkaç günlük inceleme ile programa veri hazırlayabilir.

Türkiye'deki maden işletmelerinde mevcut bulunan bilgisayarların kapasitesi 145 Kbayt olan periyodik dekapaj programını kapsayacak kadardır.

Periyodik dekapaj programının en büyük avantajı ise her açık işletmenin özel şartlarına, program parametrelerinin değiştirilmesi ile uygulanabileceğidir.

KAYNAKLAR

1. ÇETİNKAYA A., Etibank Seydişehir Boksit işletmesinde Her Ay Yapılan Dekapajın Bilgisayarla Hesaplanması İçin Programın Yapılması ve İşletmede Bilgisayar Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 1984.