

KIRKA BORAKS SAHASININ OPTIMAL DEĞERLENDİRİLME KOŞULLARININ ARAŞTIRILMASI

AN INVESTIGATION IN TO THE OPTIMAL BENEFICATION CONDITIONS OF KIRKA BORAX DEPOSIT

H.KÖSE (»)
F. ÇALAPKULU (»•>
T.ONARGAN (<*»*)
G. KONAK (*»»)

Anahtar Sözcükler Bor, Optimal Değerlendirme Koşulları

ÖZET

Bu çalışmada Kırka Boraks sahasında günümüze kadar yapılmış olan teknik çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Maden yatağının optimal değerlendirilme koşulları belirlenmiş, elde edilen değerler ve öneriler verilmiştir.

ABSTRACT

In this study, the results of the technical studies until now at Kırka Borax Deposit are evaluated. Optimal beneficiation conditions of the mine are defined, and obtained values and recommendations are given.

- * Prof. Dr., D.E.Ü. Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir
** Prof. Dr., D.E.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
*** Mad. Müh., D.E.Ü. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

1. GİRİŞ

Dünya bor rezervinin yaklaşık % 70'ine sahip olan ülkemizde yer alan dünyanın en büyük tinkal (NapO⁺BgO-.10hLO) yatağı olan Kırka boraks sahası yaklaşık 520 milyon ton rezerve sahiptir. Dünya bor taleplerindeki yıllara göre değişime bakıldığında 1990 yılı itibariyle 1.1 milyon (B-O,) ton olan talebin 2000 li yıllarda 1.5 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Kırka Boraks Açık İşletmesinde üretilen tinkal cevheri, işletmede bulunan konsantratör tesisinde işlendikten sonra konsantre tinkal olarak bir kısmı bor türevleri tesisinde pentahidrat ürünü haline getirilmekte, iç ve dış piyasalara pazarlanmakta, kalan kısım da konsantre tinkal olarak iç ve dış pazarlara satılmaktadır.

Kırka tinkal yatağında yapılan *uzun* vadeli planlamaya göre, ileriki yıllarda bor türevleri ve konsantratörde beklenen kapasite artışı göz önünde bulundurularak yıllık tüvenan cevher üretimi üç aşamalı olarak 1992-96 yılları arasında 1 milyon ton, 1997-2001 yılları arasında 1.5 milyon ton, 2002-2021 yılları arasında 1.75 milyon ton öngörülmüştür. Şu anda kullanılmakta olan primer kırıcı kapasitesi 190 ton/h olmasına karşılık, tüvenan kapasitesinin 1.75 milyon tona çıktığında hizmet verememesi düşünüldüğünden çalışmalarda alternatif yöntemlerin incelenmesini gündeme getirmiştir.

Bu çalışmada ocağın öncelikle jeolojik, jeoteknik, hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik bugüne kadar yapılan çalışmalar anlatılmış, ayrıca işletmede yapılan işletme verimi, delme patlatma etüdüleri irdelenip, cevher üretimi için alternatif iki yöntem teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırılmıştır.

2. OCAKTA YAPILAN SAHA ÇALIŞMALARI

2.1. Sondajlı Arama Faaliyetleri

Kırka Açık işletmesinin projelendirilmesine yönelik parametrelerin belirlenmesi amacı ile 1989 yılından itibaren başlatılan çalışmalar kapsamında 1990 yılında 5 adet, 1991 yılında da 7 adet sondaj gerçekleştirilmiştir. Bu sondajlarda amaç jeoteknik etüdülerin yanısıra iş-

letme sahasının batı ve kuzeyden sınırlanması, ekonomik cevhere ait morfolojik, mineralojik ve kimyasal özelliklerinde belirlenmesi olmuştur. Elde edilen bulguların ışığında sahanın özellikle kuzeybatısında bulunan batı fayının üst tarafında görünür rezerv artışının sözkonusu olduğu belirlenmiştir. Bu sondajlardan elde edilen veriler cevher rezerv ve jeoteknik parametrelerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Araştırmalar sonucunda aşağıda sıralanan hususlarda ek sondajların yapılması öngörülmüştür. Bu sondajlar:

a) İşletmenin kuzeyden sınırlanmasına yönelik olarak KD-GB fayının kontrolüne yönelik olarak 3 adet 150 m derinlikte sondaj önerilmiştir (92/1, 2,3 - Şekil 3).

b) KD-GB fayı ile Doğu fayı arasında kalan koridordaki camsı cevherin kalitesini ve kuzey sınırını belirlemek amacıyla yönelik 5 adet 150-110 metre derinlikte sondajlar önerilmiştir (92/4,5,6,7,8).

c) Sismik etüdlerin ışığında doğu fayının düşen bloğunda cevherin devamlılığını kontrol etmek ve fayın sınırlarını belirlemek amacıyla yönelik 2 adet 150 m'lik, 2 adet 300 m'lik sondaj önerilmiştir (92/9,10, 11,12).

d) Rezerv ve cevher kalitesinin belirlenmesine yönelik 5 adet 150 m derinlikte sondaj önerilmiştir (A6,A22,K1,K19,S1).

2.2. Jeoteknik ve Hidrojeolojik Çalışmalar

2.2.1. Jeoteknik Çalışmalar

Kırka Boraks Açık İşletmesindeki şev problemleri, genelde örtü katmanlarında görülmektedir. Açık ocak şevlerinin stabiliteleri daha önceki yıllarda ayrıntılı olarak ele alınmış ve bu konuda bir proje çalışması yapılmıştır (N.Türk ve diğerleri).

İşletmede önerilen şev açılarının belirlenmesinde salt kesme deneylerinden elde edilen pik ve rezidüel sürtünme açıları gözönünde tutulmamış, işletme sınırını üç yandan belirleyen faylar ve diğer yapısal uyumsuzluklarda dikkate alınmıştır.

Şev açıları, önceden kaymamış yerlerde 33 , önceden kaymış malzemeler içerisinde 16°-18° olarak alınmıştır. Ocağın dizayna yönelik işletme ana eksenine dik olarak alınmış 63 adet kesitte (1/1000) birimlerine göre şev açıları ayrı ayrı aşağıdaki değerler baz kabul edilerek belirlenmiştir (Şekil 4) .

- Fosil heyelanları örten, şu anda duraylı alanlar için şev açısı: 33°
- Önceden kaymış heyelan malzemelerinde: 16°-19°
- Tavan kalkerlerinde şev açısı: 70°-80°
- Tüfitlerde şev açısı: 30°-45°
- Marnlı seviyelerde şev açısı: 24°-30°
- Yeşil kil-üleksit, seviyeleri için 8°-18°
- Taban kalkerlerinde şev açısı: 60°-70°

İşletme sınırı olarak havzanın batısında batı fayı, doğusunda doğu fayı, kuzeyinde kuzey-batı fayı ve güneyinde cevher sınırı kabul edilmiştir (Şekil 5) .

2.2.2. Hidrojeolojik Çalışmalar

İşletmede yeraltı suyu geliri büyük boyutta değildir. Ocak içerisinde değişik su çıkış noktalarından ölçülen debi değerleri incelendiğinde debi değerlerinin 0,032 İt/sn ile 0,34 İt/sn arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca debi ölçüm tarihlerine bakıldığında yaz ve kış mevsimleri arasında önemli bir farkın bulunmadığı görülmüştür. Yıllara göre ocak derinliğinin artışına paralel olarak yüzey ve yeraltından ocak içine gelebilecek su gelirleri incelendiğinde I. ve II. 5 yıllık planlama sürecinde yeraltı suyu olarak minimum 1000, maksimum 10 000 m³ su gelirinin olacağı, buna karşılık yüzey suyu olarak I. 5 yıllık planlamada, yılda ortalama 200 000 m³ yeryüzü suyunun drenajının yapılması öngörülmüş ve planlama olası artışları karşılayacak şekilde yapılmıştır.

2.3. İşletme Veriminin Belirlenmesine Yönelik Saha Çalışmaları

2.3.1. Makina Performansları

Değişik tarihlerde işletmenin reel değerlendirilmesini ve fiili kapasitesini belirlemek amacı ile, sahada çalışan makina-ekipmanın iş

ve zaman etüdüleri çalışma koşullarına bağlı olarak yerinde yapılan ölçümlerle incelenmiştir (Çizelge 4). Araştırmalar cevher üretim ve örtü kazı servislerinde iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

2.3.1.1. Dekapaj Servisi

Örtü-kazı sisteminin verimlilik etüdünü yapmak amacıyla dekapajda uygulanmakta olan Ekskavatör-Kamyon Örtü-Kazı yöntemindeki mevcut ekskavatör ve kamyonlar için zaman etüdüleri ve buna bağlı iş kapasiteleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Dekapaj servisi makina iş kapasiteleri

İş Makinası Türü	Fiili İş Kapasitesi	Standart İş Kapasitesi	Verim Or. (%)
	(Ort.) (m ³ /h)	(Ort.) (m ³ /h)	
D.Kamyon	25,12	27,59	91
Ekskavatör	128,06	164,69	78

2.3.1.2. Cevher Üretim Servisi

Cevher üretim yöntemi olarak bu işletme L.Tekerlekli Yükleyici (3,6 yd³) + Kamyon (30 ton) Yöntemi uygulanmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda makina-ekipman saatlik kapasiteleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 2. Cevher üretim servisi makina iş kapasiteleri

İş Makinası Türü	Fiili İş Kapasitesi	Standart İş Kapasitesi	Verim (%)
	(t/h)	(t/h)	
L.T.Yükleyici	277,87	358,14	78
D.Kamyon	57,84	66,74	87

2.3.1.3. İşletme Verileri ve Verimi

İşletme verileri değerlendirilirken mevcut makina ekipmanın aylık çalışma kartları incelenerek toplam çalışma saatleri belirlenmiş ve makina verimleri belirlenirken ve yatırım hesaplamaları yapılırken bu

hususlar dikkate alınmıştır. Yapılan incelemeler sonunda vardiya ve yıl bazında reel işletme faktörleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

İşletme Faktörü (a)	= 0,75
Çevrim Zaman Faktörü (b)	= 0,77 (Dekapaj)
Çevrim Zaman Faktörü (b)	= 0,78 (Cevher üretim)
Effektif İşit. Faktörü (axb)	= 0,58 (Dekapaj S.)
	= 0,59 (Cevher üretim S.)

Cizelge 3. Reel işletme faktörü

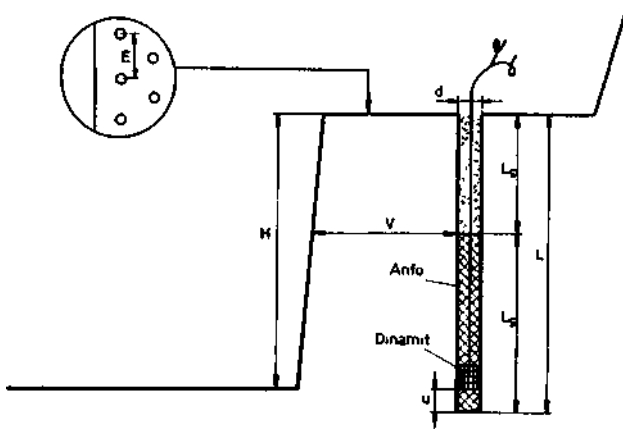
	üretim Servisi	Dekapaj Servisi
Vardiya Eff.İşlt. Fakt.	0,58	0,59
Çalışılan zaman (h/yıl)	4464	4064
Mevcut zaman (h/yıl)	8760	8760
Yıl bazında reel işletme faktörü	0,30	0,27

2.3.2. Delme-Patlatma Etüdü

Uzun vadeli işletme planlaması çerçevesinde işletmede yapılan delme-patlatma işlemleri dekapajda ve cevher üretiminde ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

Örtü katmanları, kalker, marn (tüf) ve kilden oluşmaktadır. Heye- lan etkisi ile gevşeyen örtü tabakasında düzenli bir delme-patlatmaya gerek duyulmamaktadır. Bu nedenle işletmede halen uygulanmakta olan yükleme anında karşılaşılan blokların, patarlanması, en uygun çalışma yöntemi olarak görülmektedir.

Cevher üretimindeki delme-patlatma çalışmaları daha detaylı bir şekilde etüd edilmiştir, işletmede yapılan deneme atımlarından elde edilen bulgular değerlendirilerek yeni bir delme-patlatma planı öngör- rülmüştür. Yapılan çalışmalar sonunda, iyi bir parça dağılımı elde et- mek için delik çapı küçültülerek (160 mm'den 89 mm'ye) birim hacme karşılık gelen delik boyu artırılmış ve buna bağlı olarak diğer para- metreler hesaplanmıştır (Şekil 1).



H = Basamak Yüksekliği	= 6.0 m	d = Delik Çapı	= 89 mm
V = Dilim Kalınlığı	= 3.0 «	L = Delik Boyu	= 6.5 m
E = Delikler Arası Mesafe	= 4 m	L = Şarj Kolonu	= 4.0 m
U = Taban Payı	= 0.5 m	L = Sıkılama Kolonu	= 2.5 m

Şekil 1. Patlatma deliği kesiti

3. UYGUN İŞLETME YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

3.1. Dekapaj Kazısında Makina-Ekipman Seçimi

Kırka-Boraks sahası örtü kazısında Ekskavatör+Kamyon Yönteminin uygulanması öngörülmüş ve 4.6 m³ lük ekskavator+30 tonluk damperli kamyon sistemi seçilmiştir. Yıllık dekapaj miktarının azlığı nedeniyle daha büyük kapasiteli iş makinalarının seçimine gerek duyulmamıştır.

3.2. Cevher Üretiminde Makina-Ekipman Seçimi

Cevher üretimi için "L.Tekerlekli Yükleyici+D.Kamyon Yöntemi" ve "L.Tekerlekli Yükleyici+Kamyon+Yarı Mobil Kırıcı+Bant Kombine Yöntemi"nin teknik olarak uygulanabileceği kanaatine varılmış ve bu iki yöntem³ ekonomik değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Sonuçta "5 m³ lük L.Tekerlekli Yükleyici+30 ton D.Kamyon Yöntemi" ekonomik bulunmuş ve sahada uygulanmasına karar verilmiştir.

Kırka Açık İşletmesinde 2002 yılından itibaren yıllık cevher üretiminin 1 750 000 tona çıkarılması planlanmıştır. Açık işletmede üretilen cevherin konsantratörde birincil kırma işleminden geçirilmesi za-

ten kırılacak olan cevherin ocak sahası içinde kırılması fikrini do-
ğurmuştur. 2002 yılında primer kırıcı kapasitesinin arttırılması zo-
runluluğu nedeniyle son yıllarda uygulama alanı yaygınlaşan yarı mobil
kırıcı+bant sisteminin Kırka Açık İşletmesinde uygulanabilirliği araş-
tırılarak alternatif bir işletme yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.
Bu sistemde ocak üretim alanının uygun bir basamağına yerleştirilecek

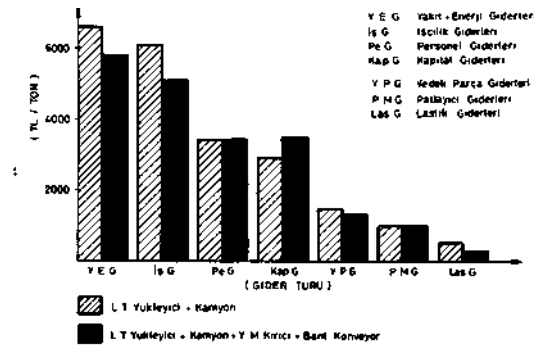
3

olan 550 ton/h kapasiteli kırıcıya, 5 m kepçe kapasiteli L.T.Yükle-
yici ile yüklenen cevher 30 tonluk D.Kamyonlarla taşınacaktır. Ağız
açıklığı 1500 mm olan kırıcıda % 95'i 25 mm'nin altında tane boyutuna
indirilerek 1 m genişliğinde çelik kordlu bant ile konsantratöre orta-
lama 1000 mt. uzunluğundaki bir bant güzergahından nakledilecektir.

Yukarıda sözü edilen iki yöntem ilk yatırım açısından karşılaştı-
rılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda L.Tekerlekli Yükleyici + D.Kamyon
Yönteminde toplam 31 100 000 000 TL ilk yatırım yapılacağı buna karşı-
lık, L.Tekerlekli Yükleyici + Kamyon + Y.Mobil Kırıcı + Bant Kombine
Yönteminde toplam 38 240 000 000 TL ilk yatırım gerektiği belirlenmiş-
tir.

30 yıllık proje ömrü süresince gerçekleşecek olan toplam yatırım
tutarları (idame + yenileme yatırımları dahil) ile L.T.Yükleyici +
Kamyon Yönteminde 79 652 000 000 TL dir. Bunun 9 052 000 000 TL sı iç
para, 70 600 000 000 TL sı dış para olarak hesaplanmıştır. Kombine
yöntemde gerçekleşecek olan toplam yatırım tutarı 80 350 000 000 TL
dir. Bu tutarın 18 550 000 000 TL sı iç para, 61 800 000 000 TL sı dış
para olarak hesaplanmıştır. Her iki yöntem ayrıca birim giderler
açısından karşılaştırılmış olup, Şekil 2 de her iki yöntemin gider
gruplarına göre oluşacak birim giderleri verilmektedir (1 \$ = 10 000
TL alınmıştır).



Şekil 2. Her iki yöntemde oluşan birim gider dağılımları

iki yöntem işletme giderleri açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda L.T. Yükleyici + D.Kamyon Yönteminde yıllık 1 750 000 ton cevher üretimi için toplam yıllık gider 38 646 476 000 TL, birim cevher başına 22 837 TL, kombine yöntemde ise yıllık toplam 35 906 950 000 TL birim cevher maliyeti ise 20 518,2 TL olarak belirlenmiştir. Hesaplamalar sözü edilen 1 750 000 ton/yıl kapasite ve daha üst kapasitelerde II. Yöntemin daha ekonomik olduğunu göstermektedir.

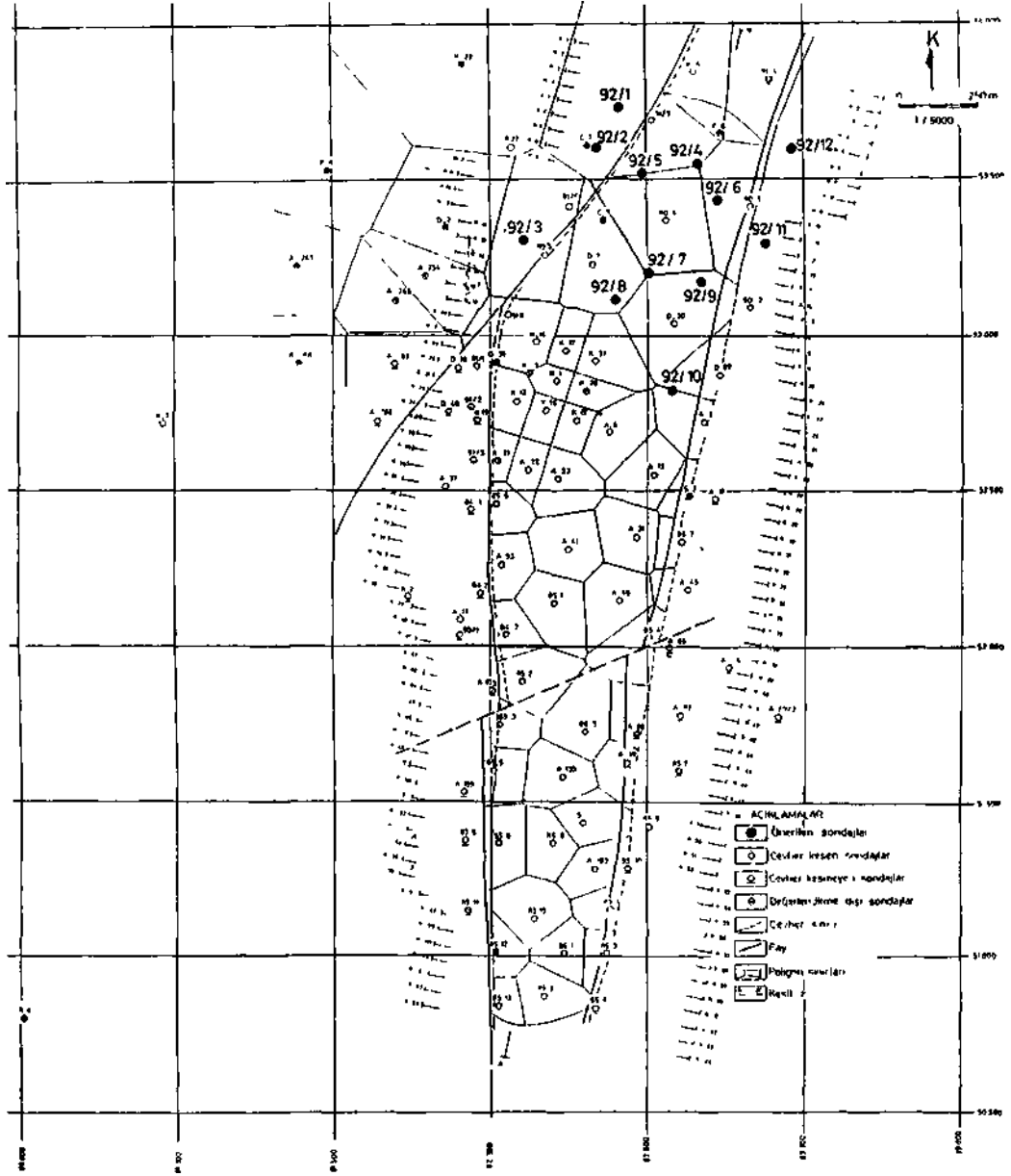
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal kaynaklar açısından oldukça şanslı olan ülkemizin en başta gelen maden ürünlerinden olan bor türevleri, maden ihracatımız içerisinde önemli paya sahiptir, dünya toplam bor rezervleri içerisinde büyük paya sahip olan ülkemizde bor yataklarının en ekonomik ve rantabl çalıştırılması ülke ekonomisi açısından büyük öneme sahiptir.

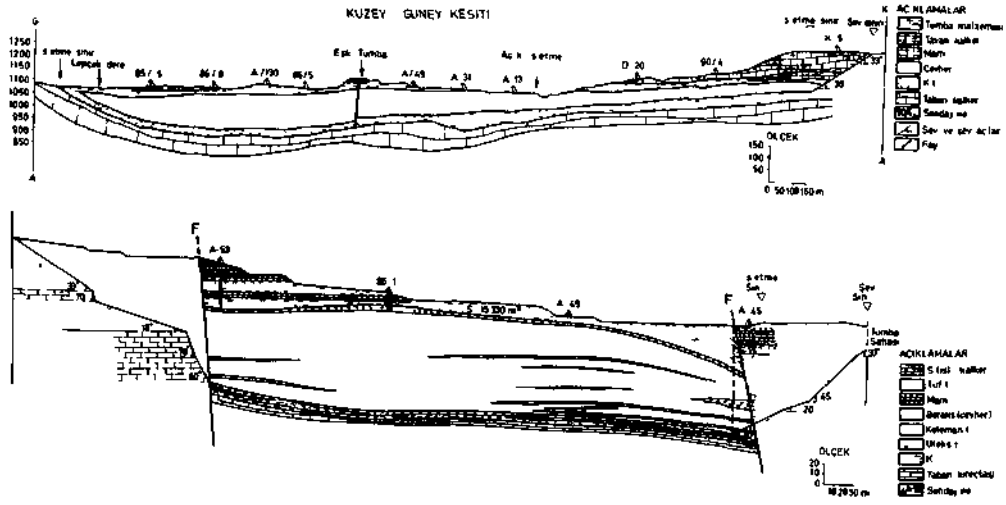
Kırka tinkal yatağı dünyanın en önemli tinkal yataklarından birisidir, ülkemiz için çok önem taşıyan bu yatağın görünür rezervlerinin arttırılmasına ve yatak sınırlarının ve tektonizmanın belirlenmesine yönelik önerilen sondajlı aramaların yapılması ve özellikle nakliye girdisinin en aza indirilecek yöntemlerin uygulanması yoluna gidilmesi işletme verimliliği açısından oldukça önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

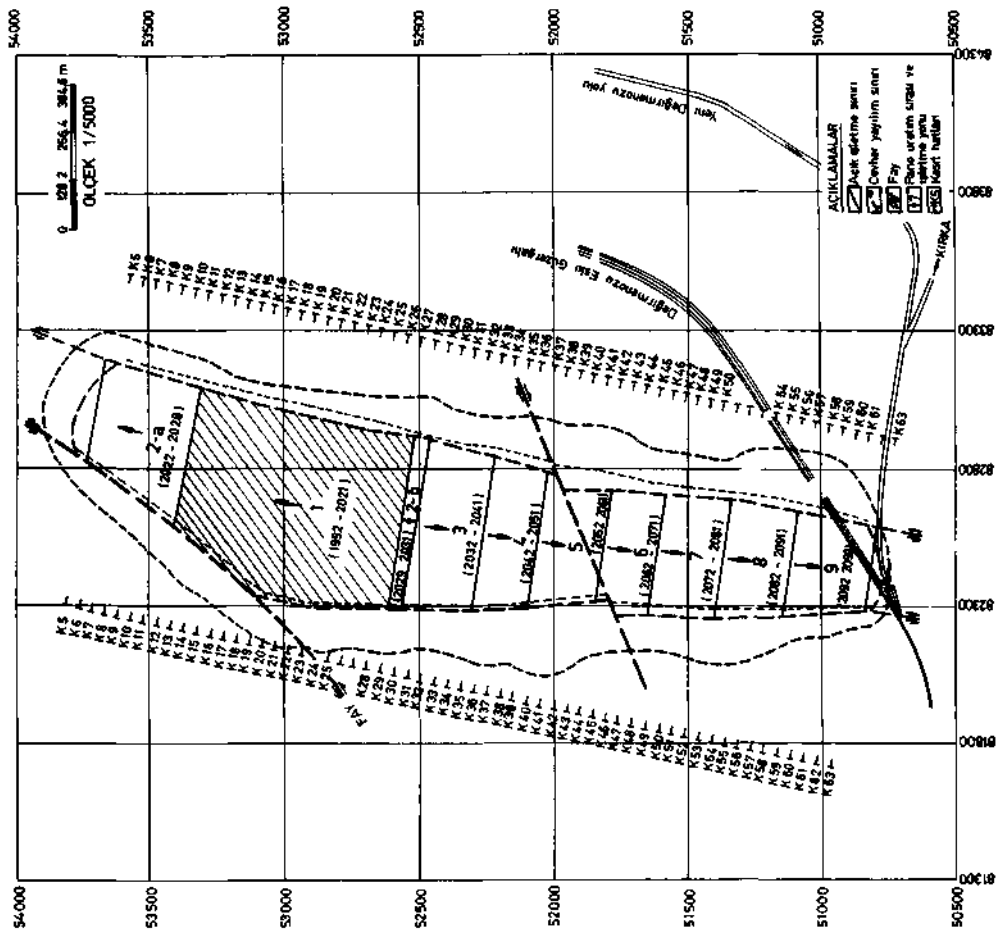
- 1(1991); Kırka Boraks Sahası Revize İşletme Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İzmir.
2. KONAK, G., ONARGAN, T., KÖSE, H. (1992); Kırka Boraks Açık İşletmesinde Alternatif İki Yöntemin Karşılaştırılması, 7. Mühendislik Haftası, İsparta.
3. ONARGAN, T., KONAK, G., KÖSE, H. (1992); Kırka Boraks Madeninde L.T. Yükleyici-Kamyon Operasyon Sisteminin Teknik Parametrelerinin Araştırılması, İsparta .
4. ONARGAN, T. (1992); Technical and Economic Evaluation of Kırka Borax Deposit of Turkey-Master Thesis, izmir.



Şekil 3. Kırka boraks sahası sondaj lokasyon haritası



Şekil 4. İşletme sahasından alınan KB-GD ve Kuzey-Güney Doğrultulu kesitlerden örnekler



Şekil 5. Kırka Boraks sahası çevher üretim planı

Çizelge 4. Lastik Tekerlekli Yükleyici + Kamyon Sistemi Verimlilik Ölçüm Tablosu

ÖLCDH	CEVRİH ZANANI (sn)					KEPÇE SAYISI (ad)	DOLDURMA ZAMANI (sn)	BEKLEHE SÜRESİ (sn)	DRT CEVRİH ZAMANI (sn)
	1	2	3	4	5				
1	40	25	25	20	-		110	345	27.5
2	45	30	30	40	-		145	-	36.3
3	35	25	22	22	25		128	235	26.5
4	30	30	30	30	-		120	-	30
5	45	25	30	25	30		155	20	31
6	55	20	25	20	25		145	220	29
7	30	35	30	30	-		125	210	31.3
B	35	40	30	25	-		130	-	32.5
9	50	33	28	30	-		141	230	35.3
10	55	35	35	37	28		190	465	38
11	35	40	40	40	-		155	-	38.8
12	30	37	32	35	-		134	710	33.5
13	58	38	35	45	-		176	-	44
14	50	40	42	40	-		172	-	43
1i	40	38	40	42	-		160	-	40
14	45	42	40	45	-		172	-	43