

# ZONGULDAK MERKEZ LAWAR ARTIKLARININ HAVAI HATLA ATILMASI

Saim ÜLGÜDÜR\*  
Çetin ONUR\*\*  
Mehmet TUTAL\*\*

## ÖZET

*Bu bildiride, 7/16349 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca denize dökülmesi yasaklanan 7200 ton/gün'e varan Zonguldak Merkez Lavvarı artıkları ile Kozlu ve üzülmez Bölgeleri ocak taş ve artıklarının döküm alternatifleri araştırılmış ve sonuçta en ekonomik döküm şeklinin Merkez ilçenin güneyindeki Kokaksu vadisine her biri 180 ton/h kapasiteli yan yana iki havai hatla döküm olduğu belirlenmiştir.*

## SUMMARY

*Eğerli Coal Mines, which dumps its washery and other refuse untreated into the Black Sea is no longer permitted to do so according to a White Paper published 1978.*

*This paper investigates the dumping alternatives of refuse amounting to 7200 tons/dy solids consisting of drift stones coming from Kozlu and üzülmez Production Districts plus the Central Washery refuse.*

*Amongst the alternatives (rail transport, conveyor transport, dumping by barges into the open sea) investigated a twin cable way of 180 ton/h capacity each seems to be the most economical way for dumping this refuse at Kokaksu Valley 3.5—5 km. from the city center.*

\* Dr. Maden Muh., EKİ Etud Tesis Şube Md.; ZONGULDAK

\*\* Maden Muh. EKİ Etud Tesis Şube Md., ZONGULDAK

## 1. GİRİŞ

Sanayileşmiş ülkeler doğayı sorumsuzca kirletmenin anlamını son 15—20 yıldır iyice kavramış durumda olup bugün artık sanayi artıklarını gelişigüzel deniz ve akarsulara dokup çevreyi kirletmemeye azami özen göstermektedirler.

İnsanların sanayileşmeyle birlikte daha rahat ve daha aydınlık günleri olan dünyayı yaratma çabaları başlangıçta ihmal ettikleri artıkların atılması ve beraberinde gelen çevre sağlığı konuları nedeni ile çok kısa bir süre sonra tekrar ürün vermeye başlamıştır.

Bunu gören ileri sanayi ülkeleri artık günümüzde refahın yanında doğrudan sağlığı ilgilendiren, gürültü, hava kirliliği nükleer ve diğer artıkların yaratacağı sonuçları düşünerek kuruluşu planlanan tesislere karşı oldukça sert tavırlar almaktadırlar. Nükleer santral ve reaktörlere, tesisi düşünülen hava alanlarına Concorde gibi uçakların Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı eyaletlerine sefer yapmasına karşı çıkışlar ve gösteriler bunun en somut örneğidir. Çünkü bu ülkelerin insanları hava kirliliğinden doğan toplu ölümleri ve yıllarca taze ve çeşitli protein elde edilen akarsu, göl ve deniz gibi kaynakların nasıl birer zehir yuvası haline geldiğini ve bunların acı sonuçlarını yaşamış ve görmüşlerdir. Bunun içindir ki, gene bu ülkelerin insanları varolan doğal güzelliklere büyük bir kıskançlıkla sahip çıkarken, gene doğanın zarar verdikleri kısımlarını büyük bir hızla onarma yoluna girmişler ve bu yolda oldukça sert yasal önlemleri de beraberinde almışlardır. Bundan böyle endüstriyel tesisler kadar bu tesislerden çıkacak artıkların değerlendirilmesi ya da atılması prosesleri de daha proje bazında ele alınmakta ve bu yolda gerekirse ana üretim tesisi kadar yatırımı gerektirse bile harcama yapılmaktadır. Günümüzde özellikle Batı sermayeli Uluslararası Kuruluşların ucuz ham madde ve işçilik kaynağı olarak gördüğü geri kalmış ülkelere yatırım yapma girişimlerinin ardında, ekonomik ve siyasal nedenler dışında endüstriyel artıkların neden olduğu çevre kirliliği de yatmaktadır.

Ülkemiz bazı ekonomistlerin belirttiği gibi kalkınmakta olan ülkeler sınıfında yer almaktadır. Yani gerçek anlamda Sanayi Devrimi henüz gerçekleşmemiştir. Buna karşılık giderek gelişen sınırlı sanayi kuruluşlarımızı daha bugünden çevre sağlığı ve doğal güzelliklerimiz üzerinde, gerekli önlemler alınmadığından tahribat yapmaya hatta bazı yörelerde insan sağlığını önemli ölçüde tehdit etmeye başlamışlardır.

Bu yörelerin başında Ankara, Murgul ve bazı çimento fabrikalarının bulunduğu illerle, bir zamanlar "Altın Boynuz" adı ile anılan ve bugün bataklık görünümünde olan Haliç, İzmit Körfezi vb. sayılabilir.

25 Eylül 1978 tarih ve 16415 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 7.8.1978 tarih ve 7/16349 sayılı Bakanlar Kurulu kararının getirdiği yasal zorlamalar çevre sağlığı açısından önemli bir adım sayılmalıdır. Bu kararda aynen:

"Sahillerimizin plansız ve programsız bir biçimde doldurularak trafiğin aksamasına, limanların genişliğine, denizlerin sıvı ve katı artıklarla kirletilerek deniz ürünlerine ve çevre sağlığına zarar verilmesine engel olunması ve denizlere her türlü tecavüzün önlenmesi amacıyla ilişik liste ve haritada adları ve sınırları belirtilen yerlerin, "Sınırlandırılmış Alan" olarak kabulü; Ulaştırma Bakanlığının 24.7.1978 tarihli ve OUGM: L.6.5/16538 sayılı yazısı üzerine, 618 sayılı limanlar kanununun 5. maddesine göre, Bakanlar Kurulunca 7.8.1978 tarihinde kararlaştırılmıştır" denilmektedir.

Söz konusu karara ekli liste ve haritada Zonguldak Limanı için "Sınırlandırılmış Alan"ın karadaf sınırları Doğuda Yenice, Batıda Çavuşağzı, Kdz. Ereğlisi Limanı içinde Doğuda Çavuşağzı, Batıda Kocaman mevki olmaktadır.

Görüleceği üzere söz konusu Bakanlar Kurulu kararı uyarınca EKİ'ye bağlı Ça ta lağzı, Zonguldak ve Armutçuk Lawar artıklarının bundan böyle sahile dökümünün durdurulması gerekmektedir.

Söz konusu bu proje, ilk etapta Zonguldak Merkez Lawarı artıkları ile Kozlu ve Üzülmaz Bölgelerinin ocak taşları toplamı olan 7200 ton/gün kapasitedeki artışın en ekonomik bir biçimde atılmasını içermektedir.

Proje;

- 1 - Denize döküm
- 2- Karaya döküm

olmak üzere iki temel başlık altında ele alınmış olup, kendi içindeki seçeneklerin teknik ve ekonomik sonuçları karşılaştırılarak en uygun çözüm araştırılmıştır. Artıkların tamamının atılması yerine kısmen de olsa değerlendirilmesi konusuna ise bu projede girilmemiştir.

## **2. ATILMASI GEREKLİ ARTIK MİKTARI VE MEVCUT DURUM**

1956 yılında işletmeye açılan Zonguldak Merkez lawarının kapasitesi 750 ton/h idi. Daha sonra 1975'de 250 ton/h'lık ağır mai ünitesinin de devreye girmesiyle 1000 ton/h'lık bir kapasiteye ulaşıldı. Bu lawarda Üzülmaz ve Kozlu üretim bölgelerinin kömürleri yıkanmaktadır.

Atılması gereken artık miktarının saptanmasında 1975'den 1978'e kadar geçen sürede;

- Zonguldak Merkez Lavvarının + 100 mm'lik elek üstünden ayrılan krible taş
- Lawardan çıkan şist
- Kozlu ve Üzülmaz Bölgelerinin taşta ilerlemelerinden çıkan taş gözönünde tutulmuştur.

Tablo. 1'den de anlaşılacağı üzere 1975'den 78'e kadar geçen 4 yıllık sürede çıkan ortalama artık miktarı yaklaşık 2.500.000 ton/yıl ya da 350 gün/yıl esasına göre 7.200 ton/gün civarındadır. Yine tablodan bu 7.200 ton/gün artığın 6045 ton/günü lawar çıkışlı taş + şist'den 555 ton/günü Kozlu 600 ton/günü de Üzülmaz'den çıkan lağım taşlarından oluşmaktadır.

Halihazırda Kozlu ve Üzülmaz Bölgelerinden çıkan ocak taşları var olan demiryolu bağlantısıyla Kozlu sahil şeridine getirilip kıyı boyunca denize dökülmektedir.

Merkez lawarı artıkları ise 450 ton/h kapasiteli ve toplam boyu 5259 m. olan bant sistemi ile Balkaya mevkiinden sahile dökülmektedir.

Söz konusu artık bantları günde 2 vardiye çalışmakta olup, lawarda var olan,

3 ad. X 150 ton/ad. = 450 ton'luk şist ve

1 ad. X 600 ton/ad. = 600 ton'luk taş silosundan beslenmektedir.

Mevcut durumda artık tardinin maliyeti

- Yalnız lawar çıkışlı şist + taş'ın Balkaya mevkiinde sahile dökülmesi ile ilgili giderlere
- Kozlu ve Üzülmaz Bölgelerinden çıkan ve demiryolu ile Kozlu sahil şeridine kadar nakledilen ocak taşlarının nakliye giderleri ile,
- Ereğli Kömürleri İşletmesince işletilmekte olan Zonguldak Limanının tarama giderleri de eklenerek hesaplandı ve artıkların var olan sistemle atılması sonucu 15,82 TL/ton'luk bir maliyet bulundu (ayrıntılı bilgi (1) de).

### 3. ARTIKLARIN DÖKÜM ALTERNATİFLERİNİN İNCELENMESİ

#### 3.1. KONTROLLÜ BİR ŞEKİLDE KIYI ŞERİDİNE DÖKÜM

Denizlerimizin sorumsuzca kirlenmesine son vermek amacı ile getirilen 7/16349 sayılı Bakanlar Kurulu kararına göre (2) artıkların kontrollü bir şekilde kıyı şeridine dö-

Tablo 1— Zonguldak Merkez Lawarının 1975-1978 Yılları Arası Bölgeler İtibariyle Artık Cins ve Miktarları

ARTIK CİNSİ	1975 Yılı		1976 Yılı		1977 Yılı		1978 Yılı	
	KOZLU	ÜZÜLMEZ	KOZLU	ÜZÜLMEZ	KOZLU	ÜZÜLMEZ	KOZLU	ÜZÜLMEZ
AYRILAN(+100mm) Taş/Ton	96.770	95.884	115.722	102.423	84.484	82.773	247.434	
ARTIK MADDE (Şist/Ton)	859.720	955.853	822.395	945.791	786.105	916.896	2.105.374	
TAŞTA İLERLEME (m)	6.248	7.608	6.897	7.538	6.212	7.334	6.537	5.534
OCAK TAŞI (Ton)	187.440	228.240	206.910	226.140	186.360	220.020	196.110	166.020
TOPLAM ARTIK (Ton)	1.143.930	1.279.977	1.145.027	1.274.354	1.056.949	1.219.689	2.714.938	
KOZLU+ÜZÜLMEZ	2.423.907		2.419.381		2.276.638		2.714.939	

NOT: — Değerler (3) den alınmıştır.

- Taşta yapılan ilerlemelerin tümünün B-10 boyutunda (kazı kesitinin 12,5 m ) olduğu kabulü yapılmıştır.
- Yerinde ocak taşı yoğunluğu 2,4 ton/m alınmıştır.

kümüne manidar bir hüküm bulunmamakla beraber yapılan ön araştırmada, bu tür bir döküm şekli ilave mendirekler ve su altı perdeleri gibi yüksek yatırım ve harcamaları gerektireceği ve çevre kirliliğini de tamünleyemeyeceği için uygun görülmemiştir.

### 3.2. KLAPELERLE AÇIK DENİZE DÖKÜM

Zonguldak civarı deniz dibi topoğrafik plânı (Plân 1) incelendiğinde; 3 mil açığa kadar 100 m. dolayında olan derinliğin, 3 milden sonra aniden 400-500 m. derinliğe düştüğü 4-6 mil arasının 500-650 m. derinliklerde kaldığı daha sonra 12 milde 900-1200 m. inildiği görülmektedir.

Ayrıca deniz dibi derinliği açısından 3 mille 6 mil arasında çok önemli bir fark görülmemektedir. Bunun dışında gene Karadeniz'de yaklaşık 250—300 m. derinlikten sonra hertürlü su ürünü açısından yaşam olmadığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Sahillerin bu özelliği açısından söz konusu kararnamedeki hükme karşın özel izin alınmak koşuluyla artıkların klapelerle 3 mil açıktan denize dökümünün olanaklı olabileceği düşünülerek bu konunun etüdü yapılmıştır.

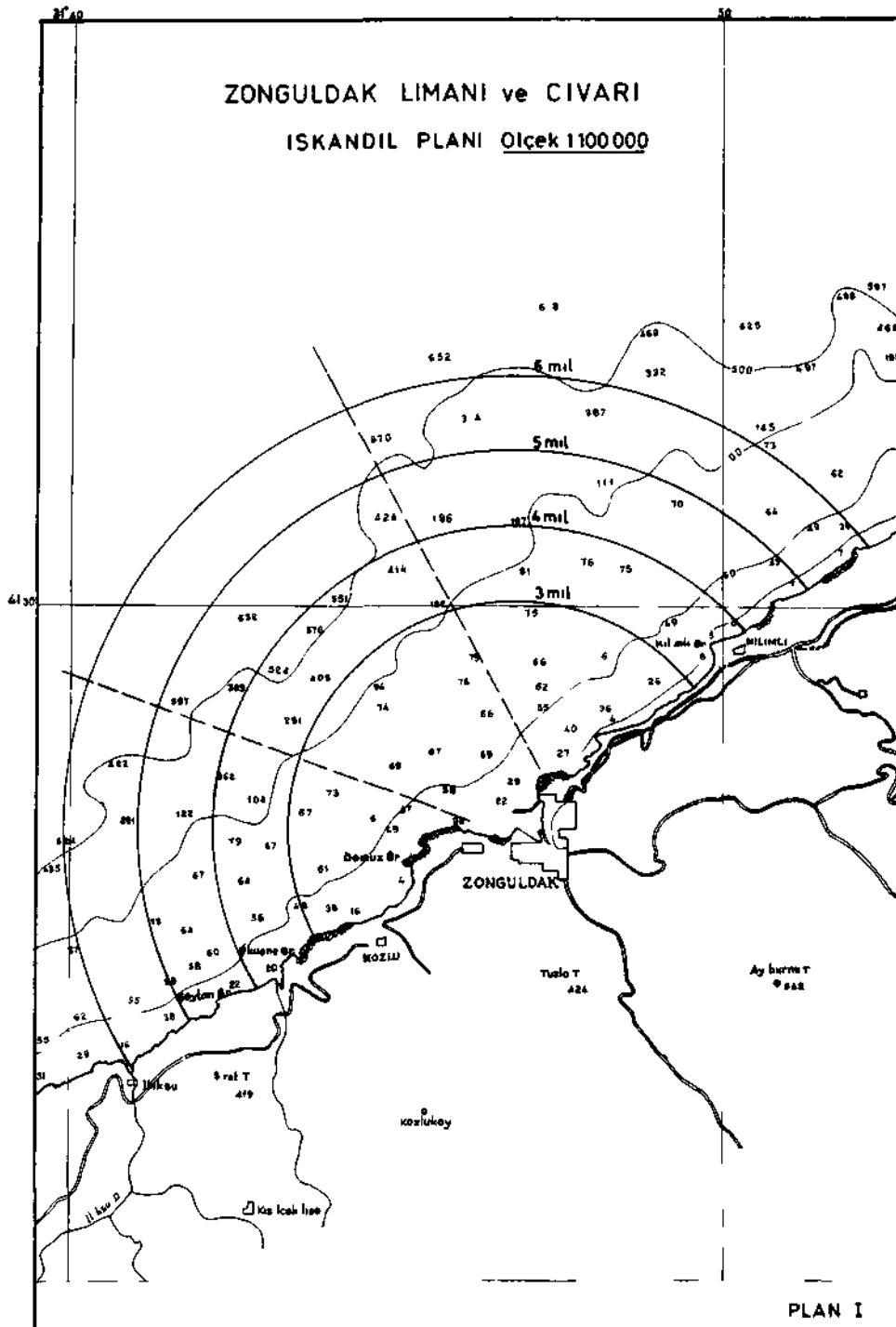
Yapılan araştırmada 1. ocak taşları için Kozlu ve Üzülmöz Bölgelerinde iki adet kırma tesisi kurulmasına 2. Üç adet 500 m kapasiteli klâpenin alınmasına, 3. Zonguldak limanındaki 9 no.lu rıhtımın tamamen artık tardı işine ayrılmasına, 4. lavar yakınındaki direk stok sahası yanında 50.000 ton kapasiteli bir stok sahası yapılmasına, 5. stok sahasında stoklama ve yükleme yapacak makinelerin alınmasına, 6. lâvarda mevcut 3 X 150 ton şist ve 1 X 600 tonluk taş silolarından klapelere yükleme yapacak yüksek kapasiteli bant döşenmesine ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. Klapelerle açık denize dökümün 184.500.000 TL. ilk yatırım ve 30.61 TL/ton'luk ortalama birim maliyet ile karaya dökümünden pahalı olduğu ortaya çıkar.

### 3.3. ARTIKLARIN KARAYA DÖKÜMÜ

Zonguldak Merkez Lavarı artıkları ile Kozlu ve Üzülmöz Bölgelerinden çıkan ocak taşlarının denize dökülmesi yanında karaya dökülmesinin de etüdü yapılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucu şehir merkezinin güneyinde yaklaşık 3,5-5 km. uzaklıktaki Kokaksu vadisi bu tür artık tardı için uygun görülmüştür. Yer seçiminde bu sahanın meskûn olmayışı, içinde doğal su kaynaklarının bulunmaması önemli bir rol oynamıştır. Artıkların toplanma ve yükleme yerinin seçiminde mevcut Zonguldak—üzülmöz

—Kozlu demiryolu şebekesinden azami derecede yararlanmak düşünülmüş ve bu nedenle de Müessesemiz Akaryakıt depolarının olduğu Baştarla sahası uygun görülmüştür (Plân 2). Ancak Baştarla'da inşa edilecek silo ve yükleme tesislerinden 7200 ton/gün olan ta-



şın söz konusu döküm alanına demiryolu, bant ve havai hatla taşınma alternatifleri ayrı ayrı incelendiği zaman bunlardan,

- Demiryolu taşımacılığının coğrafik nedenler yüzünden astronomik ilk tesis ve yatırımları gerektireceği,
- Bantla dökümün 234.388.000 TL ilk yatırım ve 27.23 TL/ton ortalama birim maliyet ile havai hat taşımacılığında pahalı olduğu,
- Havai hatla dökümün ise 127.749.000.- TL ilk yatırım ve 17.52 TL/ton ortalama birim maliyet ile en uygun artık taşıma şekli olduğu ortaya çıkar (1).

#### 4. DÖKÜM ALANI KARAKTERİSTİKLERİ

##### 4.1. DÖKÜM ALANI HACMİ

Ekli 1/10000'lik plânda (Plân - 2) görüleceği gibi döküm sahasının +450 m. kotuna kadar doldurulabileceği olanaklı görülmektedir. Dolgu sahası içinde 250'şer m. ara ile 11 adet kesit alınmış ve kesitler arasındaki blok hacimlerinden (topoğrafik düzensizlikler nedeniyle  $\pm$  % 20 hata payı gözönünde tutularak) saha hacmi

$$\begin{aligned} \text{max. } V &= 226.440.000 \text{ m}^3 \\ \text{min. } V &= 150.960.000 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad \text{olarak bulunmuştur.}$$

Ancak söz konusu döküm alanı tetkik edildiğinden 5 no.lu kesit ile 9 no.lu kesit arasında hesaplanan hacminin son derece önemsiz olduğu bu nedenle bitki örtüsünün ve dolayısı ile doğanın daha fazla bozulmaması amacıyla dolgu sınırlarının 1 ve 5 no.lu kesitler arasında tutulması gerektiğın anlaşılır.

Bu takdirde

$$\begin{aligned} \text{max } V^{\wedge} &= 199.440.000 \text{ m}^3 \\ \text{min } V_{1,5} &= 132.960.000 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad \text{olmaktadır.}$$

##### 4.2. DÖKÜM ALANI ÖMRÜ

Taşınabilir durumda olan ocak artıklarının (şist + taş) yoğunluğu 1.4 ton/m<sup>3</sup> olmasına karşılık, döküm alanında malzemenin durarak kendi ağırlığı ile pekişeceği ve yoğunluğun zamanla 2.2 ton/m<sup>3</sup> e ulaşacağı düşünülürse;

$$\text{Yıllık artık miktarı: } \frac{2.500.000 \text{ ton/yıl}}{2.2 \text{ ton/m}^3} = 1.136.364 \text{ m}^3/\text{yıl}$$



olmaktadır. Bu nedenle

$$\text{Döküm alanı ömrü: } n = \frac{V_{\text{min}}}{A_{\text{or}}} = \frac{132.960.000 \text{ m}^3}{1.136.364 \text{ m}^3/\text{yıl}} = 117 \text{ yıl}$$

bulunmaktadır.

Görüleceği üzere her iki durumda da, bulunan döküm alanı ömrü üretim artışları dolayısıyla atılması gerekli artık miktarında artışlar meydana gelecek olsa dahi yeterli olabilecek durumdadır. Başka bir deyişle artıklar hangi yolla atılırsa atılsın, bulunan döküm alanı ömrü, artıkların atılması için yapılması zorunlu tesislerin ekonomik ömürlerinin çok üstünde olacaktır.

#### 4.3. YEREL KLİMATOLOJİ

Yörenin 1931—1970 yılları arasında yapılan rasatlarından maksimum, minimum ve yıllık ortalama klimatolojik verileri aşağıdadır.

Yüksek sıcaklığın 30°C olduğu ortalama gün	3.4. gün/yıl
25°C	" " " 48.0 gün/yıl
" -0.1°C.	" " " .0.9 gün/yıl
Düşük " -0.1°C.	" " " .16.5 gün/yıl
" -0.3°C.	" " " .3.9 gün/yıl
" -5.00C.	" " " .1.2 gün/yıl
" -10.0°C.	" " " .yok.
Yıllık ortalama sıcaklık	13.5°C
Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı	9.8
Yıllık karla örtülü gün sayısı	12.2
Yıllık ortalama rüzgar hızı	2.3 m/s
Yıllık ortalama fırtınalı gün fırtına (rüz. hızı 17.2 m/s)	9.5
Günlük en çok yağış (mm) 1.8.1955	431.5
En sıcak gün 22.6.1942	40.5°C
En soğuk gün 4.2.1950	-8.0°C
Günlük en yüksek sıcaklık farkı	24.0
En yüksek rüzgar hızı ve yönü N	36.4 m/s
Hakim rüzgar yönü/hızı/ve esme sayısı SE	2.4/4097

Yukarıdaki klimatolojik veriler havai hat taşımacılığına manidar ya da özel dizayn gerektiren herhangi bir durum arz etmemektedir.

## 5. HAVAİ HAT TAŞIMACILIĞI VE HAT KARAKTERESTİKLERİ

Konvansiyonel (demiryolu, konveyör vb. gibi) taşımacılığa elverişli olmayan arazilerde pylon tabir edilen beton, ağaç ya da demir direkler arasında gerdirilen bir taşıma halatına asılı kovalarla yapılan taşımacılığa "Havai Hat" denir. Havai hatlar üç sınıfa ayrılırlar.

### 1. Tekli hat (mono-cable)

Bu kovaları hareket ettirmeye ve taşımaya yarayan tek bir halattan meydana gelir. Genellikle kapasite düşüktür. Düz arazilerde uygulama alanı vardır.

### 2. Çift halatlı devamlı hat (bi-cable continuous tramway)

Bu tip hatlar madencilikte en çok kullanılan hatlardır. Biri dolu kovalara mahsus kalın tip ve diğeri boş kovalara mahsus ince iki adet sabit taşıma halatı - ray halatı ve kovaları harekete yarayan bir adet sonsuz çekme halatından meydana gelmiştir.

### 3. İkiz halatlı devamlı hat (twin—cable continuous tramway)

Bu tip hatlarda dolu ve boşlar ikiz taşıma halatları üzerinde hareket ederler. 2'si dolu kovalar ve 2'si boş kovalara mahsustur. 4 adet taşıma halatı vardır. Kovalar raylar üzerinde giden ocak vagonlarına benzetilebilir. Bu tür hatların ilk tesis masrafları yüksektir.

Ayrıca bir tek kovanın ileri-geri manevrası ile yapılan tersine dönebilir hatlar da vardır. Bu tür hatlarda ilk tesis masrafı düşük kapasite son derece sınırlıdır.

Yukarda genel hatlarla verdiğimiz belli başlı havai hat türlerinden projemize en uygun olanı çift halatlı devamlı hat tipidir.

İlk aşamada 7.200 ton/gün (20 çalışma saati /gün) yahut 360 ton/saat olan artıkların tümünün bir tek havai hatla taşınması düşünülmüş ise de kova kapasitelerinin çok büyümesi ve halat hızının artması gibi olumsuz nedenler yüzünden aynı pylonlar üzerinde yan yana 180 ton/saat kapasiteli iki adet havai hattın daha uygun olacağı ortaya çıkmıştır. Bir adet büyük havai hat yerine iki adet küçük havai hattın yapılmasının en büyük avantajı bu hatlardan birinin diğere sürekli yedeklik yapmasıdır. Hatlardan birinin bakım ve onarım sırasında diğeri sürekli artık taşıyacağından yeraltı silolarının kapasiteleri önemli ölçüde küçültülebilmektedir.

## 5.1. HAT GÜZERGAHI

555 ton/gün taş Kozlu Bölgesinde tesis edilecek -100 mm.lik kırıcı tesislerden geçirildikten sonra demiryolu ile yükleme istasyonundaki silolara,

650 ton/gün taş Üzülmaz Bölgesinde tesis edilecek -100 mm.lik kırıcı tesislerden geçirildikten sonra demiryolu ile yükleme istasyonundaki silolara,

6045 ton/gün lawar artığı demiryolu ile yükleme istasyonundaki silolara taşınacaktır.

Yükleme istasyonu Müessesemiz akaryakıt depoları yanında inşa edilecektir.

Demiryolu taşımacılığı ile yükleme istasyonundaki silolara taşınacak olan artık ve taşın var olan lokomotif ve vagonlarla yapılacağı düşünüldüğü için projemizde, yalnız yükleme istasyonundan döküm alanına artık naklini temin edecek olan havai hat taşımacılığından söz edilecektir.

Yapılan etüdlar sonucu eski Zonguldak—Devrek Karayolunun doğusundaki Kokaksu Vadisi döküm alanı olarak belirlenmiştir. Ekli 2 no.lu plandan da görüleceği üzere AB hattı olarak belirlenen Etüd—Tesis Müdürlüğü şantiyesi yanındaki saha ile söz konusu vadi arası mesafe 5900 m. olup havai hatla 4850 m. de ulaşılmaktadır. Ancak döküm alanına, alınan kesitlerden de anlaşılacağı üzere topografyanın daha elverişli olması yüzünden Müessesemiz akaryakıt depolarının bulunduğu mevkiinden plandan CD' hattı olarak görülen güzergah boyunca 4400 m. de ulaşmak da mümkün olmaktadır. 1/10000 lik plandan görüleceği üzere akaryakıt depoları — Kokaksu Vadisi yani CD güzergahının tamamı 5400 m. olmaktadır. Söz konusu döküm alanı doğal bitki örtüsü ile kaplı olup döküm alanında ek herhangi bir yatırım yapılmadan döküme uygun bir konumdadır.

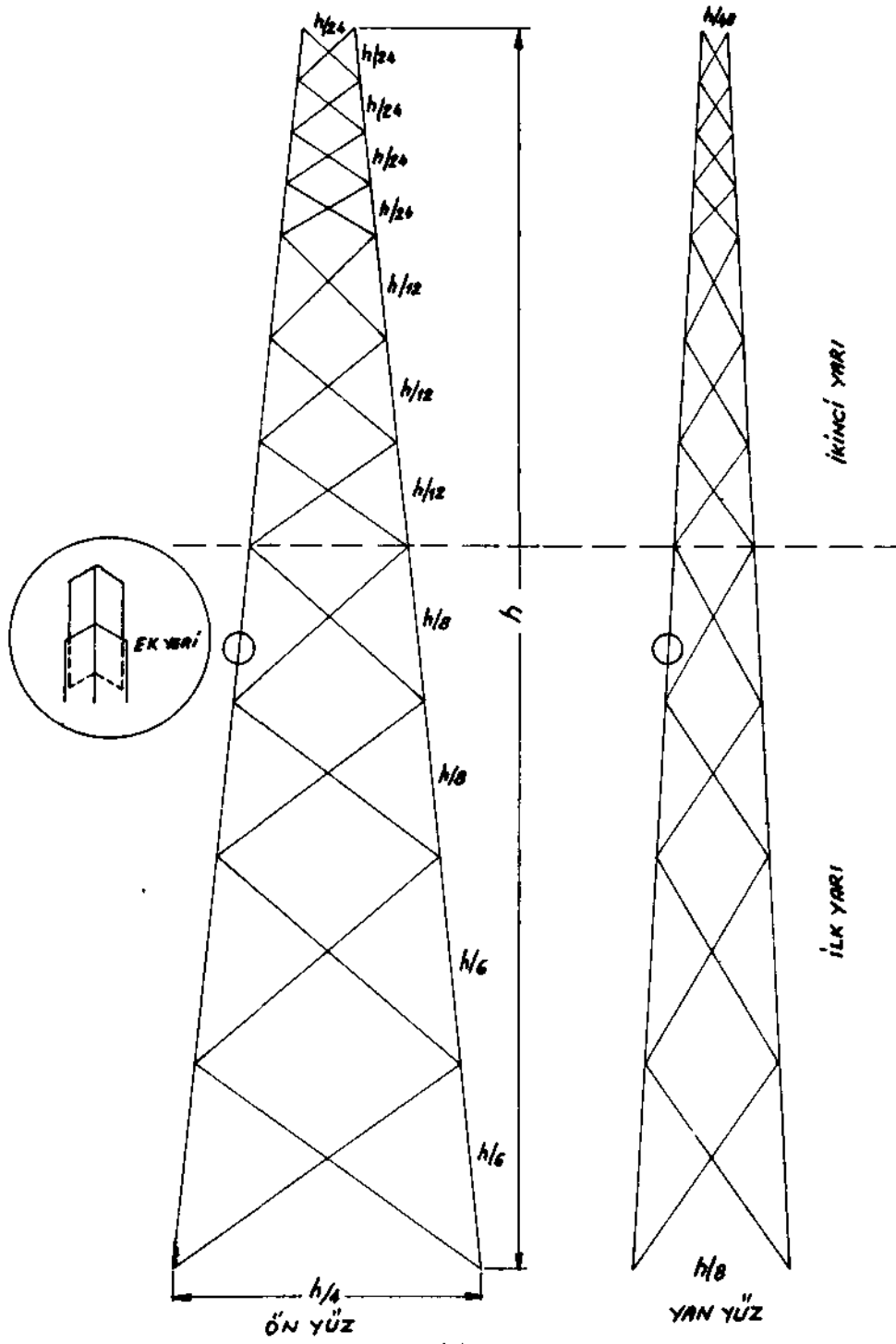
## 5.2. PİLON ADEDİ VE BOYUTLARI

Şekil. 1'de görüleceği gibi yükleme istasyonundan boşaltma noktasına kadar olan güzergahdaki topoğrafik arızaları havai hat için uygun bir eğimle aşmak için biri 105 metre uzunluğunda tepe köprüsü olmak üzere çeşitli yüksekliklerde 9 adet de pılona gerek vardır (Şekil 2 ve 3).

Pilon boyuna ve mukavemetine etki eden başlıca faktörler

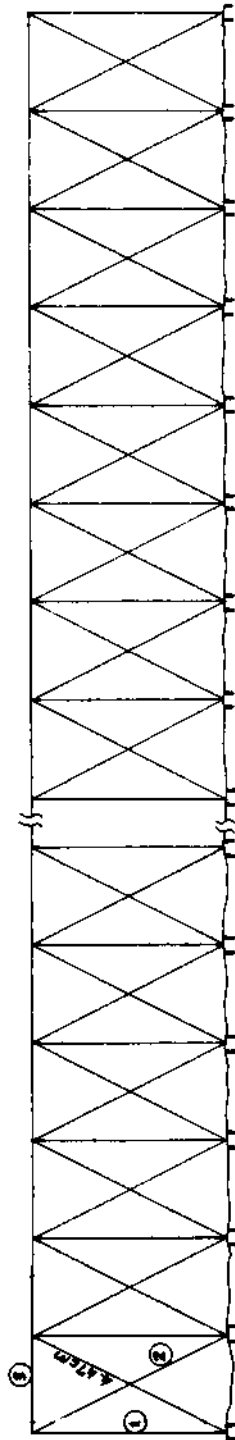
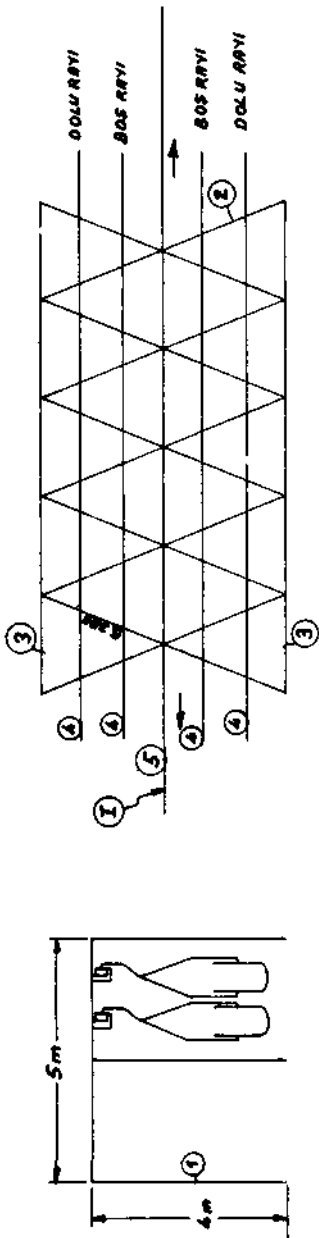
- taşınan yükün miktarı
- pylonlar arasındaki uzaklık
- arazinin topoğrafik yapısı
- yerel klimatolojik etkenler (kar, buz ve rüzgar durumu)

olarak sıralanabilir.



Şekil 2

TEPE KÖPRÜSÜ DİZAYINI



	2	3	4	5
element	2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	3" x 0.176" x 2.33"	4" x 0.247" x 1.64"	3 1/2" x 3 1/2" x 7/16"
kg/m	4,12	8,50	9,32	19,5
Profil	L	I	U	I

Şekil 3

Tablo 2

PİLON NO	PİLON BOYU (m)	YAN DİKME İLK YARI		YAN DİKME İKİNCİ YARI		ATMALAR İLK YARI		ATMALAR İKİNCİ YARI		ASKI KOLU V6 (kg)	PİLON AĞIRLIĞI (kg)	KULLANILAN PROFİLLER				
		UZUNLUĞU (m)	PROFİL AĞIRLIĞI (kg/m)	UZUNLUĞU (m)	PROFİL AĞIRLIĞI (kg/m)	UZUNLUĞU (m)	PROFİL AĞIRLIĞI (kg/m)	UZUNLUĞU (m)	PROFİL AĞIRLIĞI (kg/m)							
7	8	16	234	374.4	16	1073	1717	516	7.25	382.4	36	116	1074	162.1	1200	L 1 1/2" x 1 1/4" x 3/16" 316 kg/m L 2 1/2" x 2 1/2" x 5/16" 745 " L 3" x 3" x 3/8" 1073 " L 4" x 4" x 5/8" 234 " L 5" x 5" x 5/8" 2981 "
14	12	24	234	516.6	24	1073	1578	77.4	7.25	574.6	51.2	3.16	1618	228.5	1700	
5	14	28	"	655.2	28	"	300.4	90.3	"	672.7	60	"	188.6	172.1	2000	
2	23	46	2281	15713	46	25.4	1066.4	403	1073	15913	90	7.25	730	231.3	5000	
3	25	50	"	1190.5	50	"	170	161.2	"	1730	106.3	"	735	214.5	5400	

Toplam Pilon ağırlığı 22100 kg

Tablo 3

YAN YÜZ DİKMELERİ 3" x 3" x 2 1/2"	YAN GÖRGEZLERİ 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	ÜST GÖRGEZLERİ 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	ORTA İ 3" x 0.17" x 2 1/2"	YAN U 4" x 0.26" x 1 1/2"	TARŞIMA RAYI 3 1/2" x 3 1/2" x 1/4"	DİĞER	İZAHAT
850	6.12	6.12	850	932	195	-	kg/m
424	947.6	570.8	105	210	420	-	TOPLAM UZUNLUK (m)
3604	5800	3493	892.5	1957	8190	1063.5	TOPLAM AĞIRLIK (kg)

TOPLAM KÖPRÜ AĞIRLIĞI 25000 kg

Rüzgar Yuku:

Pilonlar ve halat için aşağıdaki ampirik formül kullanılır.

$$L = 0.004 A W^2 f$$

Burada,

- L = Libre olarak rüzgar yükü
- A = Rüzgara karşı olan yüz ft
- V = Rüzgar hızı mil/saat
- f = Rüzgar yüzey faktörü
- f = 1.00 pilon için
- f = 0.55 halat için

Buz Yükü:

Halat için aşağıdaki ampirik formül kullanılır.

$$I = 0.311 ((D + 2r)^2 - D^2) \times L$$

Burada,

I = Libre olarak halat üzerindeki buz yükü

D = Halat çapı inç

r = Buz kalınlığı inç

L = Hatt uzunluğu ft

L

L = Halat uzunluğu ft

Ancak ön proje aşamasında yerel klimatolojik ekstremlerin de son derece uygun oluşu nedeniyle Tablo—2 ve 3'deki pylon ve tepe köprüsü hesaplarında kar ve buz yükü dikkate alınmadı. Fakat son projede bunların da dikkate alınması gerekir.

### 5.3. KOVA KAPASİTESİ TAYİNİ VE KOVA DİZAYNI

Havai hat taşımacılığında ton/saat kapasiteyi artırmak için belli sınırlar içinde kalmak kaydıyla, kova kapasitesi artırılabilir. Ancak bu kapasite artışı, beraberinde taşıyıcı halatda aşırı seğimler, pylon boylarında ekonomik olmayan uzamalar ve halat aşınmaları gibi sorunları getireceğinden oldukça sınırlı tutulmalıdır.

Proje konusu olan problemin çözümünde ana kıstas olarak kova hızı alınmıştır. Çeşitli ülkelerde yapılan havai hatlarda kova hızının 2—2,5 m/s arasında tutulduğu ve bütün bu projelerde kullanılan taşıyıcı halatların ülkemizde henüz imal edilmeyen tek toron kapalı tip yuvarlak halatlardan seçildiği dikkate alınarak 2 m/s'lik hız esas alınmıştır. Buna göre kapasite:

$$O = 3.6 \times \frac{CV}{d} \text{ ton/saat} \dots \dots \dots (1)$$

Burada, O hat kapasitesi ton/saat

C kova kapasitesi kg

V kova hızı m/s

d iki kova arasındaki uzaklık m.

Yine mevcut projelerde kovaları doldurma ve manevranın 18—22 saniyelik bir süre aldığı ve yüklemeleri manuel (elle) olan bu sistemlerin yerine otomatik kumanda ile 16 saniyelik bir sürenin yeterli olacağı esas alınarak

$$d = 2 \times 16 = 32 \text{ m .}$$

bulunmuştur.

20 saat/gün çalışma süresi dikkate alınırsa 7200 ton/gün'den  $O = 360 \text{ ton/h}$   $O, V$  ve  $d$ 'nin değerleri (1)'de yerine konularak kova kapasitesi

$C = 1600 \text{ kg}$  bulunur. Taşınan artıkların yoğunluğu (1.4) dikkate alınırsa 1150 litrelik kovalara gereksinme vardır.

Ancak herbiri 1600 kg yük alabilen kovalar 32 m ara ile yerleştirildikleri zaman taşıma halatında meydana gelen sarkma çok kalın ve pahalı taşıma halatı ve çok yüksek pylonlar gerektirdiğinde aynı pylonlar üzerinde 180 ton/saat kapasiteli iki hattın yapılması uygun görülmüştür. İki hattın biri diğerine yedeklik yapacağından yükleme istasyonunda çok büyük silolar yapmaya da gerek kalmayacaktır.

$O = 180 \text{ ton/saat}$  alındığında kova kapasitesi

$C = 800 \text{ kg}$  (571,4 litre) bulunur.

Tepe köprüsünü dar tutarak maliyetini düşürmek amacıyla kovaların eni 60 cm'den büyük alınmamalıdır. Buna göre,

- Kova boyutları 60 x 80 x 130 cm (624 litre)

— Kova kalınlığı 6 mm

- Kova ağırlığı 192 kg

— Kova ağız ve yanlarına konulacak federler 58 kg. alınarak toplam kova ağırlığı (makara ve askı kolları hariç) 250 kg bulunmuştur.

### 5.3.1. Kova Adedi

Bir hattaki kova adedi (dolu ve boş;

$$n = 2 \times \left( \frac{\text{hat uzunluğu}}{\text{iki kova arası mesafe}} + 1 \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$n = 2 \left( \frac{4400}{32} + 1 \right) \text{ den}$$

$n = 276$  adet bulunur.



İki hattaki kova sayısı ise,

$$N = 2n = 552$$

48 adet kovaya da yükleme istasyonunda gereksinme olduğu düşünülürse toplam

kova adedi 600 olarak bulunur.

#### 5.4. HALAT SEÇİMİ

Düz arazide iki pylon arasında T kuvvetiyle gerdirilmiş bir boş halatın orta noktasında meydana gelen sarkma (seğim)

$$h_1 = \frac{ws^2}{8t \cos\phi} - \frac{ws^2}{8t} \dots \dots \dots (3)$$

Burada

$h_1$  = iki pylon arasında oluşan maximum seğim (m)

w = boş halatın ağırlığı (kg/m)

s = iki pylon arasındaki uzaklık (m)

t = halatın orta noktasındaki gerilim (kg)

$\phi$  = halatın orta noktasındaki teğetle uç noktasındaki teğet arasındaki açı

Boş halatın orta noktasına bir g yükü tatbik edilirse bu yükün halatta meydana getirdiği seğim

$$h_2 = \frac{gs}{4t} \dots \dots \dots (4)$$

(3) ve (4)'den halatın toplam seğimi

$$h = (ws + 2g) \frac{s}{8t} \dots \dots \dots (5)$$

olarak bulunur.

Öte yandan bir nokta yükü yerine bir çok (en az üç) noktada taşıma halatına kovalar takıldığı zaman bunu bir  $w_2$  yayılı yükü olarak yorumlarsak, (3)'den yüklü halatta kendi ağırlığı  $w_1$  ve taşıdığı yayılı yük  $w_2$ 'den dolayı meydana gelen seğim:

$$h = (w_1 + w_2) \frac{s^2}{8t} \dots \dots \dots (6)$$

olarak formüle edilebilir. Öte yandan yatayla bir  $\alpha$  açısı yapan meyilli arazilerde yukarıdaki yüklü halatın orta noktasında meydana gelen seğim yaklaşık olarak

$$h = (w_1 + w_2) \frac{s^2}{8t \cos \alpha} \dots \dots \dots (7)$$

formülü ile bulunabilir.

#### 5.4.1. Taşıma Halatı (dolu ve boş) Seçimi:

Havai hat taşımacılığında taşıma halatları makaraların üzerinde gidip geldiği halat ray yuvarlak kapalı tip halatlardan seçilmektedir. Taşıma halatının kalınlığı

- kova kapasitelerine (taşınan yüke)
- kovalar arasındaki uzaklığa
- pitonlar arasındaki uzaklığa ve
- müsaade edilebilen azami seğime bağlıdır.

Pilonlar arasındaki uzaklığı genellikle topoğrafik koşullar kova kapasitesini ve kovalar arasındaki uzaklığı da hat kapasitesi dikte ederler. Müsaade edilen azami seğim hiç bir zaman pilonlar arasındaki uzaklığın % 8 'inden büyük olamaz. Genel kural % 5 ile % 6.5 arasında değerler üzerine dizayn yapmak biçimindedir. % 6.5 seğim esas alınarak yapılan hesaplamalarda pilon boyları çok büyük çıktığı takdirde ya daha kalın ya da tercihan  $\alpha$ 'yı çapta fakat kopma mukavemeti daha yüksek bir halat seçilir. Bu tip halatlarda uygulanan emniyet katsayısı 3,5 mertebesindedir.

Kapalı tip halatlar henüz ülkemizde yapılamamaktadır. Bu nedenle bu projede dışa bağımlılığı asgari düzeye indirmek için ülkemizde yapılan tek toron yuvarlak tip halatlar esas alınarak dizayn yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 4'de topluca incelenebilir.

#### 5.4.2. Çekme Halatı Seçimi

Yatayla bir  $\alpha$  açısı yapan eğik düzlemde yukarı doğru bir P ağırlığı çeken halattaki gerilme

$$T = P \sin \alpha + \eta P \cos \alpha \dots \dots \dots (8)$$

## PİLONLAR ARASI YÜKLER VE SEĞİMLER

Tablo 4

Tasarım Heliol: Tah. hava arası (520 m) ve 46,90 m/çm Kapaama yükü 128 ton gümüşel heliol  
 Tasarım Heliol Tah. 46,90 m/çm ve 46,90 m/çm Kapaama yükü 128 ton gümüşel heliol  
 Çatılar Heliol Tah. 46,90 m/çm ve 46,90 m/çm Kapaama yükü 128 ton gümüşel heliol

İSTASYON	PİLON TÜRÜ	PİLON TÜRÜ KODU	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	HİSAPLANAN DİN ENERJİSİ (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	101 PİLON AĞIRLIĞI (kg)	DÜŞÜNÜLENLER	
30																	
1	150	120	320	41	12100	45	44	1788	35	2188	558	12	97229	220	0,997	1700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
2	253	103	300	10	11100	45	44	1522	45	1922	507	23	30482	200	0,985	5000	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
K	304	51	208	7	7700	45	44	712	12	4412	342	4	20864	1418	0,976		Hesaplan 2. nolu pilyon bütün taraf.
K	304		105	4	4400					400		4	16900	1346	0,976	25000	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
3	275	29	525	17	18700	35	56	3377	60	3774	643	25	53077	3170	0,998	5700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
4	300	25	510	46	17600	35	56	3122	46	3522	612	12	51508	28	0,989	1700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
5	460	160	510	46	17600	35	56	3280	74	3684	644	14	51508	1828	0,990	2000	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
6	472	12	100	4	4400	45	44	180	6	580	180	12	10008	683	0,993	1700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
7	478	6	290	10	41000	40	50	1200	25	1600	414	8	29132	118	0,991	1200	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
8	490	12	475	15	16500	35	56	2716	75	3116	572	12	47914	145	0,990	1700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
9	490	0	605	19	20300	35	56	4391	75	4791	726	12	635	0	0,990	1700	Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.
8	490	0	250	8	8800	45	44	966	20	1966	386	-	251	0	0,990		Hiç germe (sinyalizasyon) güt (m)de bulunmaz.

Yük 800 kg  
 Kova 250 kg  
 Asiri-Maksimum 50 kg  
 Toplam 1100 kg  
 Hız V 2 m/s  
 1/1. hava arası 32 m

Seğimler Güller evü ve es aralıklı tepeğindileri için heliol açıgıgı olarak alınmış  
 suretiyle bulunmuş Bu meblağa engeçmekle ilgili hatalarımız  
 H = (W<sub>1</sub> + W<sub>2</sub>) / S  
 S = Pilon Taahhütleri arasındaki dış mesafe (m)  
 W<sub>1</sub> = heliol için kg/m  
 W<sub>2</sub> = Tensör yükü için kg/m  
 S = Pilon Taahhütleri arasındaki dış mesafe (m)  
 W = Heliol aralığı 5 m olduğu için

Sarıhan heliol tasarımı L. s. 1. f. (M. Çant)

77 düzlemlerle yük arasındaki sürtünme katsayısı, P yükü yeri ine çekme halat, kova ve içindeki yükü hat boyunca yayılı yük olarak düşünürsek, yukarıdaki formül

$$T = (w_1 + w_2) L \sin \alpha + \eta (w_1 + w_2) L \cos \alpha \dots \dots \dots (9)$$

ya da

$$T = (w_1 + w_2) V + \eta (w_1 + w_2) H \dots \dots \dots (10)$$

burada,

- w1 = çekme halatı ağırlığı
- w2 = taşınan yük 34,58 kg/m (yük/uzaklıktan)
- L = hattın eğik uzunluğu (4198 m)
- V = hattaki irtifa yükselmesi (460 m)
- H = hattın yatay uzunluğu (4175 m)
- $\eta$  = 0.01 rulmanlı makara için

w1 için tahmini 4.3 kg/m alınarak yukardaki değerler (10)'da yerine konulursa

$$T = 18.500 \text{ kg bulunur.}$$

Çekme halatı için 4 emniyet katsayısı nazarı itibara alınırsa halat kopma mukavemeti 74 ton bulunur. 1 1/4"  $\Phi$  (73 ton) ya da 1 3/8"  $\Phi$  (87.3 ton) standart 6x19 halat çekme işlemi için yeterlidir.

## 5.5. HAVAI HAT GÜCÜ

Havai hat, yukarda belirtildiği gibi 360 ton/h kapasitenin yüksek oluşu nedeniyle ikiye bölünmüş olup, bir ünitenin kapasitesi 180 ton/h olarak belirlenmiştir.

Bu durumda bir ünitenin karakteristik değerleri,

- Q = 180 ton/h (debi)
- $\rho_1$  = 800 kg/(kova kapasitesi)
- $\rho$  = 300 kg (boş kova ağırlığı)
- v = 2 m/sn (sistemin hızı)
- l = 32 m (iki kova arası uzaklık)**
- L = 4400 m (CD'hattında yatay uzaklık)
- H = 464 m (toplam düşey uzaklık)
- f = 0.02 (sürtünme katsayısı "halat-makara arası")

(Çalışma koşulları güçlüğü nedeniyle aslında 0.01 olan sürtünme katsayısı güç hesapları için büyük alındı),  
şeklindedir.

Havai hat gücü,

$$(1) P = \frac{(T-S) \cdot v}{75} \text{ bağıntısı ile bulunur. Bu ifadede}$$

T = Yüklü koldaki çekme kuvveti (kg)  
S = Boş koldaki çekme kuvveti (kg)  
v = Hız (m/s) dir.

$$(2) T = w_j \times H + w_j \times f^i \times L \text{ bağıntısı ile}$$

S = W L X H - w h ^ x ^ x ^ bağıntısı i' e bulunur.

Bu bağıntılarda,

Wj = dolu kolun birim ağırlığı (kg/m)  
WL = boş kolun birim ağırlığı (kg/m)

olup,

$$(3) w_d = \frac{P + P^1}{l} + r$$

$$w_b = \frac{P^1}{l} + r \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

(3) bağıntılarında,

Pj = 800 kg (kova kapasitesi)  
P = 300 kg (boş kova +askı kolları + makara)  
l = 32 m (2 kova arası uzaklık)  
r = 4.3 kg/m (31.75 mmÇJ'lik çekme halatının birim ağırlığı)

yerlerine konursa,

$$w = \frac{800 \text{ kg} + 300 \text{ kg}}{32 \text{ m}} + 4.3 \text{ kg/m} = 38,68 \text{ kg/m}$$

$$w_b = \frac{300 \text{ kg}}{32 \text{ m}} + 4.3 \text{ kg/m} = 13,68 \text{ kg/m}$$

Wj ve Wji değerleri,

(2) bağlantılarında yerlerini alırsa,

$$\begin{aligned} T &= w_d \times H + w_d \times f' \times L \\ &= 38,68 \text{ kg/m} \times 464 \text{ m} + 38,68 \text{ kg/m} \times 0.22 \times 4400 \text{ m} \\ &= 17.947,52 \text{ kg} + 3401,20 \text{ kg} \\ &= 21.348,72 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= W_j \times H - W_{j'} \times f' \times L \\ &= 13.68 \text{ kg/m} \times 464 \text{ m} - 13.68 \text{ kg/m} \times 0.02 \times 4400 \text{ m} \\ &= 6347.52 \text{ kg} - 1.201,20 \text{ kg} \\ &= 5.146,32 \text{ kg} \end{aligned}$$

olarak bulunur.

T, S ve v değerleri (1) bağıntısında yerlerine konulduğunda,

$$\begin{aligned} P &= \frac{(T-S) \cdot v}{75} \text{ HP} \\ &= \frac{(21.348,72 \text{ kg} - 5.146,32 \text{ kg}) \times 2 \text{ m/sn}}{75} \text{ HP} \\ &= \frac{16.202,40 \text{ kg} \times 2 \text{ m/sn}}{75} = \frac{32.404,80 \text{ kgm/sn}}{75} = 432 \text{ HP} \end{aligned}$$

bulunmuş olur.

% 80 transmisyon randımanı alındığında, havai hat tahrik gücü,

$$P = \frac{432 \text{ HP}}{0.8} = 540 \text{ HP ya da}$$

$$P = \frac{540 \text{ HP}}{1.36} = 397 \text{ KW bulunmuş olur ki,}$$

standarda gidilmesi açısından bunun 400 KW olarak seçimi uygun olacaktır.

Söz konusu hesaplanan güç bir ünite için bulunmuş olduğundan iki ünite için toplam tahrik gücü,

$$P = P_1 + P_2 \\ = 400 \text{ KW} + 400 \text{ KW} = 800 \text{ KW} \text{ olarak bulunur.}$$

## 6. ARTIK DÖKÜMÜNDE YATIRIM TUTARI VE İŞLETME DÖNEMİ GİDERLERİ KARŞILAŞTIRILMASI

Artık dökümünde, her bir döküm şekli için, yatırım tutarları Tablo. 5'de, yıllık işletme dönemi giderleri karşılaştırılması ise Tablo. 6'da verilmiştir.

## 7. ARTIKLARIN DÖKÜMÜ SIRASINDA VE DÖKÜMDEN SONRA ORTAYA ÇIKABİLECEK HEYELAN TEHLİKESİ VE ARTIK DÖKÜM EMNİYETİ

### 7.1. ŞEVLERDE STABİLİTE

Son yıllarda, gerek açık işletmelerde ve gerekse diğer maden işletme faaliyetleri sonucu meydana gelen artıkların tardında gerekli optimum şev açısının saptanmasında pratik deneyimin yanında giderek toprak ve kaya mekaniği prensiplerinden de faydalanılmaya başlandı. Bu prensiplerin ışığı altında artık yığınlarında şev boyunca kaymaya etki eden faktörler, yığınları oluşturan malzemenin;

- Kayma mukavemeti
- Perméabilite katsayısı
- Sıkışma oranı
- Tabakalaşma ve yığılma durumu
- Şev yüksekliği
- Şev açısı
- İçsel sürtünme açısı  $\beta$  ve
- Kohezyonu  $c$  olarak özetlenebilir.

### 7.2. ŞEVLERDE KAYMA (İki boyutlu analiz)

Şev stabilitesi sahasında önemli adımlar atıldı. COATES (1963), içsel sürtünme açısı için  $\theta = 37^\circ$  ve şevin üst kısmında oluşan gerilme (tensional) yarıklar ve su tablosu için çeşitli kabuller yaparak farklı kaya türlerinde meydana gelen 20'nin üzerinde kayma olayını incelemiş ve kohezyon  $c$  için 400 ile 2620 lb/in<sup>2</sup> arasında değişen değerler bulmuştur. Daha sonra yine COATES (1965) kırık kaya yığınlarında meydana gelen 15 kayma olayını incelemiş  $\theta = 34^\circ$  için 450 ile 750 lb/in<sup>2</sup> arasında değişen kohezyon de-

SONTULDAK MERKEZ LAYVARI ANTIKALININ KLAPANLAR AÇIK DENİZ, BAST VHYA HAVAI HAT İLE KAPATA DÖKÜLMEKİ MÜHÜRLEMLERİNDE İLK TESİS MALİYETLERİ VE AMORTİMANLAR

Tablo: 5

(1000 TL)

YATIRIM KONUSU	KARAYA DÖKÜM								
	KLAPANLAR AÇIK DENİZ DÖKÜM			HAVAI HAT İLE DÖKÜM			BAST İLE DÖKÜM		
	İlk Tesis Maliyeti (TL)	Amortisman (TL)	Amortisman Tutarı (TL)	İlk Tesis Maliyeti (TL)	Amortisman (TL)	Amortisman Tutarı (TL)	İlk Tesis Maliyeti (TL)	Amortisman (TL)	Amortisman Tutarı (TL)
<b>I- ÇÜLME VE KOBALU KİRİCİ TESİSLERİ:</b>									
- Üst ve alt silolar (4x150 Ton)	8.840	5	442	8.840	5	442	8.840	5	442
- Çemeli kırıcı (2x100 Ton/Saat)	9.000	10	900	9.000	10	900	9.000	10	900
- Taş bantları (4x30 m, 100 Ton/Saat)	2.400	12	288	2.400	12	288	2.400	12	288
<b>II- LAYVAN YÜKLEME TESİSLERİ:</b>									
- I No.lu bant (110 m, 900 Ton/Saat)	2.750	12	330	-	-	-	-	-	-
- 9 No.lu yükleme tesisi (II ve Ix nolu bant motor)	500	12	60	-	-	-	-	-	-
<b>III- STOK SAHALI VE TESİSLERİ:</b>									
- Stok sahaları, trafolu divarlar	1.238	12	149	-	-	-	-	-	-
- Stok yapma makinesi	3.000	12	360	-	-	-	-	-	-
- Stoktan alma makinesi	10.000	12	1.200	-	-	-	-	-	-
- III, IV, V, VI, VII, VIII no.lu bantları	10.000	12	1.200	-	-	-	-	-	-
<b>IV- KLAPANLAR:</b>									
- 500 m3.lik 3 adet klapa	120.000	6	7.200	-	-	-	-	-	-
<b>V- AKARYAKIT DEPOSU ALAKINA TESİS KOLLEK YUK İSTASYONU:</b>									
- 4x200 Ton'luk yeraltı silosu	-	-	-	14.000	5	700	14.000	5	700
- 2x150 Ton'luk yerüstü silosu	-	-	-	4.420	5	221	4.420	5	221
- 2x130 m, 300 Ton/h'lık bant	-	-	-	5.720	12	686	5.120	12	686
<b>VI- AKARYAKIT DEPOSU - KOKAKU VADİSİ BAST TESİSİ:</b>									
- 6000 m, 450 Ton/h'lık bant	-	-	-	-	-	-	141.000	12	16.920
<b>VII- H.N.H. VE TRAFÖ DAĞITIM TESİSLERİ:</b>									
- H.N.H, 2x800 KVA'lık trafo ve kablolar	-	-	-	-	-	-	7.200	6	432
<b>VIII- MARMERİNG TESİSİ:</b>									
-	-	-	-	500	6	30	500	6	30
<b>IX- AKARYAKIT DEPOSU - KOKAKU VADİSİ HAVAI HAT TESİSİ:</b>									
-	-	-	-	39.755	8	3.170	-	-	-
<b>X- DAĞITIM VE DÖKÜM İSTASYONU:</b>									
-	-	-	-	7.000	8	560	-	-	-
<b>XI- H.N.H VE TRAFÖ DAĞITIM TESİSLERİ:</b>									
- 1000 KVA, 300 KVA, 5 Km. H.N.H	-	-	-	4.500	6	270	-	-	-
<b>XII- TADON TESİSİ (10 AA. 50 Tonluk):</b>									
-	-	-	-	20.000	2	400	20.000	2	400
<b>XIII- BULANIKTAN DÖKÜMLER (KİO):</b>									
-	16.772	5	89	11.614	7	813	21.308	10,6	2.259
<b>ÖMÜR TOPLAM:</b>	184.500	-	12.218	127.749	-	8.450	234.388	-	23.278



Tablo 6

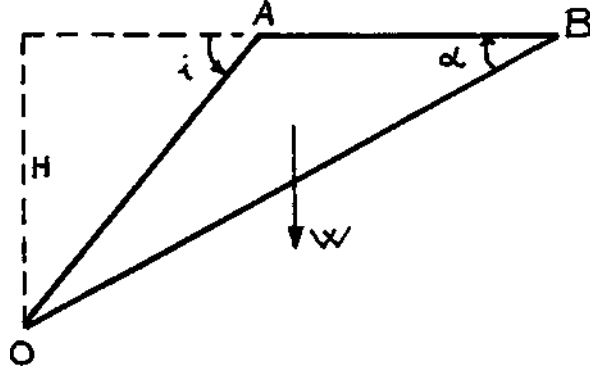
	KARAYIYA DÖKÜMÜ											
	KARAYIYANIN ÜST KATMANI						KARAYIYANIN ALT KATMANI					
	Talika Kalınlığı (m)	Birlik Miktarı (kg/m <sup>2</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Talika Kalınlığı (m)	Birlik Miktarı (kg/m <sup>2</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )	Birlik Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )
<b>I- İZMİRİN ÜST KATMANI</b>												
I.1- Betonarme	0.15	12.399.660	30 kg/kg.	0.07	4.96	13.952 kg.	2.065.800	30 kg/kg.	0.28	4.11	10.284.280	4.11
I.2- Çelik		175.480		0.07	0.07	13.952 kg.	418.560		0.27	0.09	210.440	0.09
<b>II- İZMİRİN ALT KATMANI</b>												
II.1- Betonarme	0.15	948.236	0.48 kg/kg.	0.18	0.18	1.812.000 kg.	6.774.560	0.48 kg/kg.	2.75	2.94	7.242.720	2.94
II.2- Çelik		7.030.880	9.3 kg/kg.	2.16								
<b>III- İZMİRİN ÜST KATMANI</b>												
III.1- Betonarme	0.15	20.816.660	10.66 kg/kg.	6.25	6.25	12.410 ton.	32.990.560	10.66 kg/kg.	7.19	5.19	13.990.860	5.19
III.2- Çelik		254.645		0.10			254.645		0.10		254.645	0.10
III.3- Betonarme ve Çelikler	0.15	8.514.720	4.28 kg/kg.	3.40	3.40	12.410 ton.	5.361.120	4.28 kg/kg.	2.16	2.16	5.361.120	2.16
<b>IV- İZMİRİN ALT KATMANI</b>												
IV.1- Betonarme	0.15	8.125.040		3.20	3.20		3.429.120		0.51	1.05	2.628.000	1.05
IV.2- Çelik		12.218.000		4.90	4.90		8.450.000		3.40	9.34	23.278.000	9.34
<b>V- İZMİRİN ÜST KATMANI</b>												
V.1- Betonarme	0.15	4.870.205		1.95	1.95		11.910		0.62	0.63	79.060	0.63
V.2- Çelik		75.882.446		30.10	30.10		38.109.433		15.28	84.65	61.399.265	84.65
<b>VI- İZMİRİN ALT KATMANI</b>												
VI.1- Betonarme	0.15	1.879.976		0.51	0.51		5.886.946		2.48	2.28	5.486.962	2.28
VI.2- Çelik		16.928.382					4.379.999				48.086.227	
<b>VII- İZMİRİN ÜST KATMANI</b>												
VII.1- Betonarme	0.15					12.500.000 kg.						
VII.2- Çelik												
<b>VIII- İZMİRİN ALT KATMANI</b>												
VIII.1- Betonarme	0.15											
VIII.2- Çelik												

ğerleri bulmuştur. Bu son örnek projemize önemli derecede benzemektedir. HOEK (1971) gözlemleri sonucu Rio Tinto Espanola'nın Ata laya açık işletmesinde yaptığı incelemede  $\theta = 35^\circ$  ve  $c = 15 \text{ lb/in}$  için kayma olan şevlerde emniyet faktörlerinin 1 dolayında heyelsiz şevlerde ise emniyet faktörlerinin 1.3 dolayında kümelendiğini ortaya çıkarmıştır. HOEK ve bazı diğer araştırmacılar 1.3'lük bir emniyet katsayısının şev dizaynı için yeterli olacağı görüşündeler.

Elimizde deneysel sonuçlar olmamasına karşın yukarıdaki değerler ile diğer literatüre geçmiş değerler gözönünde tutularak, Zonguldak lavvar şistleri için güvenle

- İçsel sürtünme açısı  $\theta = 35^\circ$
- Kohezyon  $c = 600 \text{ lb/in}^2$  alınmıştır.

İki boyutlu analizde şev açısı  $i$  olan birim kalınlıktaki OAB kütesinin kaymasını inceleyelim.



Sistemin geometresinden yoğunluğu  $\gamma$  olan AOB diliminin ağırlığı

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 (\cot \alpha - \cot i) \quad \dots \dots \dots (D)$$

ya da

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \sin(i - \alpha) \operatorname{Cosec} i \operatorname{Cosec} \alpha \quad \dots \dots \dots (2)$$

Öte yandan OB uzunluğu  $l = H \operatorname{Cosec} \alpha$  olduğundan OAB diliminin rijid olduğunu ve gerilmelerin OB yüzeyi üzerinde uniform bir biçimde dağılı olduğunu varsayarsak normal ( $\sigma_n$ ) ve kayma gerilmesi ( $\tau$ ) için

$$\sigma_n = (W/l) \cos \alpha = \frac{1}{2} \gamma H \sin(i - \alpha) \operatorname{Cosec} i \cos \alpha \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\tau = (W/l) \sin \alpha \quad \dots \dots \dots (4)$$

bulunur.

W ağırlığının OB eğik düzlemi üzerinde kaydığını ve düzlem boyunca  $\beta$  sürtünme katsayısının olduğunu düşünürsek kaymanın olmaması için,

$$\tau \leq \mu \sigma_n \quad \dots \dots \dots (5)$$

ya da

$$1 \leq F = \mu \cdot \sigma_n / \tau \quad \dots \dots \dots (6)$$

eşitsizliği geçerli olmalıdır. F şev emniyet katsayısıdır.

Öte yandan malzemenin Mohr—Coulomb kırılma kriterine uyduğu düşünülürse (bu tür bir analiz için literatürde böyle kabuller yapılmaktadır) kaymanın olmaması için

$$\tau \geq c + \sigma_n \tan \phi \quad \dots \dots \dots (7)$$

Tam kayma anında (6) ve (7) eşitsizlikleri

$$1 = \mu \frac{\sigma_n}{\tau}$$

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi \quad \dots \dots \dots (8)$$

olur.

(8) den sürtünme katsayısı için

$$\mu = \tan \phi + \frac{c}{\sigma_n} \quad \dots \dots \dots (9)$$

)U'nun değeri (6)'da yerine konursa şev emniyet katsayısı F için,

$$F = (c + \sigma_n \tan \phi) \frac{n}{\tau} \quad \text{ya da}$$

$$F = \tan \phi \cot \alpha + \frac{2c \sin i}{\gamma H \sin(i - \alpha) \sin \alpha} \quad \dots \dots \dots (10)$$

### 7 3 KOKAKSU VADİSİNİN DOLDURULMASI SIRASINDA VE DOLDURULDUKTAN SONRAKİ EMNİYET DURUMU

Ekli 1 /1000'lık dokum alanı plânı incelendiğinden,

- 1— 1A kesiti boyunca oluşacak şev boyunca olabilecek kayma
- 2— Dokumun ilk yıllarında şehire doğru olabilecek kayma
- 3— 5 No lu kesitten sonra boş bırakılan doğal çukurun yağmur sulan ile dolup önündeki şistlerle şenin tehdit etmesi

gibi uç a>ı tehlike akla gelmektedir

7 } 1 Zonguldak a En Yakın Se\ Boyunca Olacak kayına

İA kesiti boyunca oldukça a/ edimli şevle le ai tıkat yıkıldığından binlardan şt\ açısı en büyük olan 1 Ao kesitini incelemek yemde oku (Şekil 4) Soz konusu kesit üzerinde kayma tehlikesinin maksimum olduğu OAC dilimi 21 ' lu şeşle de ,ıl Je ayı yükseklikte takat 35° lik şevle yı;ılsaydı emniyetli olur muydu-' Bunu incelemek daha uygun olur Bu tın şistlerin 35 derecedeki emniyet katsayıları 1 ve Tın uzcu inde ise 21°lik bı şevde kesinlikle bir kayma olmayacağını vaysayab-lıuz (10) no lu denklemdeki sabıtları için

0	= 35°
şev açısı ı	= 35°
şev yüksekliği H	= 300 feet
şev malzemesi için	= 140 lb/ft
şist için kohezyon c	= 600lb/ın

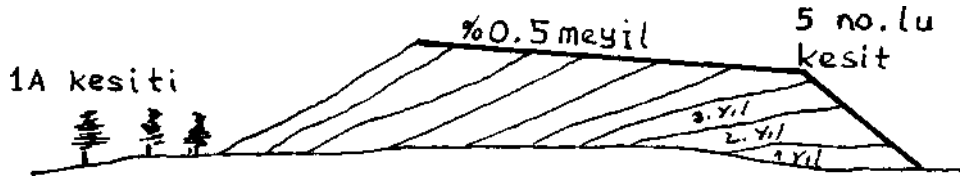
alınarak kaymanın şev düzlemi ile 32°, 29°, 26°, 23°, 20° ve 17° lik açılar yapan düzlemler boyunca olması durumunda bulunan emniyet katsayıları tabloda topluca verilmiştir

ŞEV EMNİYET KATSAYISI

ŞEV AÇISI derece	35	35	35	35	35	35
KAYMA DÜZLEMİ AÇISI derece	32	29	26	23	20	17
F EMNİYET KATSAYI	1 71	1 58	1 67	1.85	2 11	2 47

Tablodan da anlaşılacağı üzere ilk bakışta kayma tehlikesi arz eder gibi görünen IA3 şevi 21° de değil 35° de bile HOEK'in öngördüğü 1.3'lik optimum emniyet katsayısından da yüksek bir emniyete haizdir. Diğer bir deyimle 21° lik şev açısı olan 1 A-j ün ve daha düşük şev açıları olan stok sahası hiçbir tehlike arz etmemektedir.

### 7.3.2 Dokumun İlk Yıllarında Şehire Doğru Olabilecek Kayına



Dokum alanı 5 No lu kesite doğru meyilli olarak tanzim edilmiş ve şehire doğru olan eğim 35°nin altında tutulursa arazi gür bitki örtüsü ile kaplı olduğu için henüz sıkışmamış şev yüzeyinde lokal kaymalar dışında tehlike arz edecek herhangi bir durum ortaya çıkmayacaktır.

### 7.3.3 5 No lu Kesitten Sonra Boş Bırakılan Doğal Çukurun Yağmur Suları ile Dolup Şistleri Ontune Katıp Dokum Alanı Eteklerinde Şehirde Tehlike Yaratması

Zonguldak'ta 40 yıllık rasat suresi boyunca meydana gelen en yüksek yağmur miktarı (1 Ağustos 1955'de) 431,5 kg ve 5 No.lu kesitten sonra kalan çukur alanı (plân) yaklaşık 1.200.000 m<sup>2</sup> olduğundan 40 yılda bir olacak bu denli şiddetli bir yağmurun tümünün çok kısa sürede yağdığını ve bitki örtüsü nedeniyle sünger gibi düşen yağmurun büyük bir bölümünü emecek olan sahanın hiç su emmediğini varsayarsak çukurda 517.800 ton su birikir.

Çukurun hacmi 22.6 milyon m<sup>3</sup> olduğundan bu sular ancak çukuru bir kaç metre derinliğe kadar doldurabilir ve dolayısıyla tehlike kaynağı olamazlar.

Öte yandan bu çukurun dolu olduğunu bile varsayarsak toprak barajlarının set kalınlığı 150—200 m arasında olduğundan ilk bir kaç yıllık dökümden sonra bu kalınlığın aşılacağı ve su birikiminin hiç bir tehlike arz etmeyeceği ortadadır.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

25 Eylül 1978 tarih ve 16415 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 7.8.1978 tarih ve 7/16349 sayılı Bakanlar Kurulu kararı uyarınca, günlük ortalaması 7200 ton olan (ocak taşı dahil) Zonguldak Merkez Lavrası artıklarının atılması projesi,

- Klapelele açık denize döküm,
- Havai hat ile karaya (Kokaksu vadisi) döküm
- Bant ile karaya (Kokaksu vadisi) döküm

ana başlıkları altında etüd edilerek hazırlanmış ve en ekonomik çözümün "HAVAI HAT İLE KARAYA DÖKÜM" olacağı belirlenmiştir.

Ancak,

— Bilindiği gibi 7200 ton/günlük toplam artık miktarının ortalama 555 ton/günü Kozlu, 600 ton/günü de Üzülmöz Bölgelerinden çıkan (toplam 1155 ton/gün) ocak taşları olup, bu miktar taşın bölgelerde tesis edilecek kırıcı ünitelerden geçirilip ramble malzemesi olarak kullanılması,

- a— Havai hat kapasitesini rahatlatması (Bu takdirde ortalama artık miktarı 6045 ton/güne düşmektedir.)
- b- Yılda 5.686.962 TL.lık (demiryolu taşımacılığında gelen) tasarruf sağlanması,
- c— Kozlu—Zonguldak, Üzülmöz — Zonguldak demiryolu kapasitesini rahatlatması,
- d— Bölgelerin daha ekonomik ve daha düzenli ramble malzemesi temin etmelerinin sağlanması,

gibi avantajlar yaratacaktır

— Ocak taşları dışında ortalama 6045 ton/gün olarak belirlenen lawar çıkışlı (şist + taş) artığın kısmen de olsa değerlendirilmesi konusunda ODTÜ ile birlikte yürütülmekte olan çalışmalara (izolasyon ve yapı malzemesi olarak kullanımı vb.) hız verilerek, atılması gerekli artık miktarının en aza indirilmesi yollarının araştırılması,

— Kısa vadede; miktarı son derece az, fakat deniz kirlenmesinde büyük etken olan şlamın daha çok değerlendirilmesi yoluna gidilmesi,

— Proje uygulamasına geçilirken Ulaştırma Müdürlüğünün Zonguldak—Üzülmöz demiryolu güzergahı üzerindeki vagon ve lokomotif taleplerinde şist nakli için gerekli olabilecek vagon miktarının da gözönünde tutulması ve söz konusu demiryolu güzergahında yeterli olabilecek düzeyde bakım ve onarım işlemlerinin tamamlanması,

gibi önlemlerin alınması zorunlu olmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu bildirimiz "Zonguldak Merkez Lavarı Artıklarının Atılması" adlı projemize dayanılarak hazırlandı. Proje hazırlıklarımız sırasında bize yapıcı tenkit ve önerileri ile yardımcı dokunan o sırada Şube Müdürümüz olan Müessese Müdür Muavini (Teknik—İstihsal) Sayın Zeki Sesışık'a ve ayrıca İhrazat ve İstihsalı Plânlama Müdürlüğü Plân Bürosu Şefi Sayın Hüsnü Uzun'a tüm plân ve kesitleri temin ettiği için, Sayın İnşaat Mühendisi İlhan Papıla'ya pylonların dizaynında yardım ettiği için Etüd—Tesis Şube Müdürlüğü Resimhane ve Muamelât Servisi personeline resim, çizim ve daktilo hizmetleri için ayrı ayrı teşekkürü bir borç biliriz.

## KAYNAKLAR

- ulgudur, S., Onur, Ç , Tural, M . Zonguldak Merkez Lavarı Artıklarının Atılması Projesi, 1979 Etüd Kütüphanesi Zonguldak.
- 7.8.1978 tarih ve 7/16349 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı T C. Resmi Gazete.
- Ereğli Kömürleri İşletmesi'nin 1975, 1976, 1977 ve 1978 İstatistik Yıllıkları.
- R. Peele Mining Engineering Handbook.
- K. Terzaghi, R. B. Deck Soil Mechanics in Engineering Practice.
- Kandilli Alacaağzı Havai Hat Projesi 1949.
- TKİ Sivas— Kangal Projesi, 1977.
- Pohlig Transporteurs Aériens Bicables tarihsiz katalog.
- Pohlig Bcables Teleferiche a due Funı, tarihsiz katalog.
- Pohlig Drahtseilbahnen im Gebirgigen Gelaende, tarihsiz katalog.
- Pohlig Zvweiseilbahnen, 1931.
- Heckel Havai hatlarla ilgili tarihsiz katalog.
- Armco Steel Corp. Wire Repo Handbook, 1963.
- Ulaştırma Bakanlığı, Türkiye Limanlan Koordinasyon Kurulu, Zonguldak Lına.ı 1976.
- Roebing Vire Rope Recommendations and Catalogue, 1966.
- Cf I Wickwire Rope, 1963.
- W.L. Badger, J. T., Banchemo, Introduction to Chemical Engineering McGraw-Hill Book Company, inc. 1955.
- McNally Pittsburg Coal Preparation Manual 570
- Macwhyte Wire Rope Catalogue, 6.17, 1967.
- Coal Age Planbook of Coal Mining McGraw-Hill Book Co., 1979.

