

## STRATEJİK-UDY USULÜ İLE DEMİR VE ÇELİK İSTİHSALI

M. Hayri ERTEN

Dr. Mühendis

### ÖZET:

Bir kaç senedir pilot-plant safhasında denemeleri yapılmakta bulunan stratejik Udy usulü artık sına? İşletme safhasına girmiş bulunmaktadır. Bu usul esas itibarıyla pik demiri veya yarı çelik istihsalinde kullanılabilirse de, tesise munzam bir elektrik fırını ilâve suretiyle doğrudan doğruya çelik istihsalinde de mümkündür. Sistemin en mühim uzuvları bir döner fırınla, açık-ark tipi özel bir elektrik fırınıdır. Eski cürüflar da dâhil olmak üzere, her çeşit demir cevherlerini bu usulle izabe etmek mümkündür. Yakıt ve redükleyici madde olarak kok, kok tozu, maden kömürü veya linyit kullanılabilir. Elektrik fırınında husule, gelen redükleyici gazlardan döner fırında istifade edilir. Cevherin döner fırına şarjından evvel sinker, aglomera veya briket haline getirilmesine ihtiyaç bulunmadığı gibi, şarjdaki S, P, Ti, ve diğer yabancı maddeler üzerinde de tahdit yoktur. Fabrika kapasitesinin günde 300 - 500 ton çelik istihsal edebilecek şekilde kurulabilmesine rağmen, istihsal maliyeti bakımından yüksek fırınla rekabet edebilmesi mümkündür. Paralel olarak bir kaç ünite kurmak suretiyle arzu edilen senelik kapasite temin edilebilir. İstihsal maliyetinde en mühim faktörlerden birisi elektrik fiyatıdır. Elektriğin KWS'inm 5 ilâ 8 kuruş civarında olmasi gerekir. Stratejik-Udy usulü bilhassa nakliyenin pahalı bulunduğu, mevcut demir cevheri rezervlerinin yüksek S, P, Ti, Ab03 ve SiO2 ihtiva ettiği, ham veya mamul çelik pazarlarının memleketin muhtelif yerlerine dağılmış vaziyette olduğu ve nihayet ucuz elektriğin temin edilebildiği memleketler için elverişlidir. İlk tesis masraflarının yüksek fırın sistemine nazaran %50 civarında ucuz bulunması bilhassa calibi dikkattir.

### ÖNSÖZ:

Son seneler zarfında pik demiri ve yarı, - çelik istihsalinde için yüksek fırına rakip olarak muhtelif usuller tekâmül ettirilmiştir, tşte Strategic-Udy sistemi bu usullerden birisidir. Strategic Materials Corporation tarafından geliştirilen ve halen Koppers Şirketile birlikte ticarî tatbikata başlanılmış bulunan bu sistemde, demir cevheri, eritici ve yakıtla birlikte, döner bir fırına şarj edilerek kısmî bir redüksiyona tâbi tutulur ve buradan çıkan yarı-redükte olmuş cevher doğruca açık-ark tipi özel bir elektrik fırınına gelerek, nihaî redüksiyon işi tamamlanmış olur. Döner firma verilen şarjın önceden sinter, aglomera veya briket haline getirilmesine lüzum yoktur. Fırında ham madde olarak alçak ve yüksek tenörlü demir cev-

### SNOPSIS:

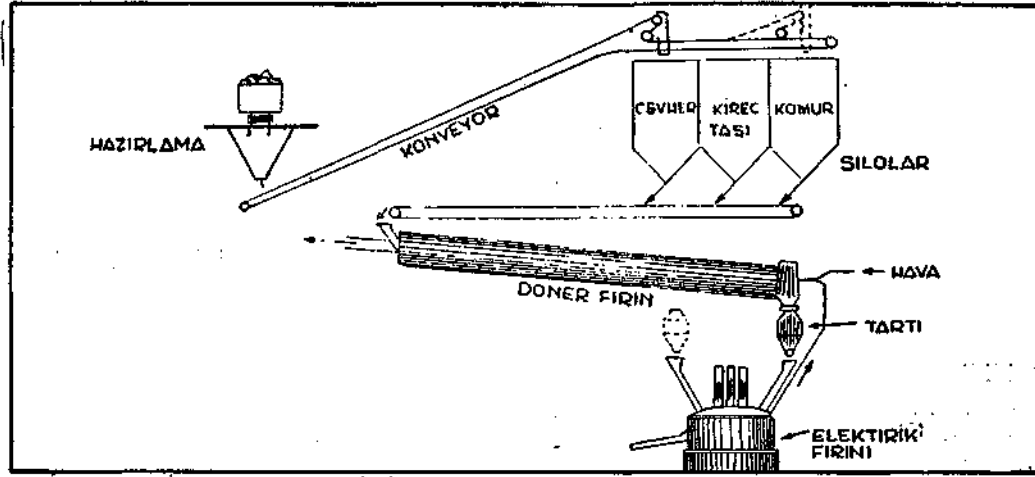
Strategic-Udy Process has been developed during the last few years, and has already successfully passed the pilot-plant stage. It is essentially a pigiron or semi-steel producing process, although it can also be used to produce finished steel. The system consists of a rotating kiln and a special openarc type electric furnace. It can smelt practically any type of iron Ore, including- cold or hot slags, and as heating or reducing agent, it can use coke, coke breeze, low volatile bituminous coal or lignites. There is no pre-sintering, agglomerating or pelletizing of the fine ore, and the S, P, or Ti content of the charge is not important. The plant size can be 300 to 500 tons per day and still compete in production cost with that of blast furnace. By installing several parallel units, practically any plant capacity can be obtained. The cost of electricity is an important factor in the cost of production, and it should be around 5 to 8 mills (5 to 8 kuruş). Strategic-Udy Process is especially suited for the countries where the transportation cost is high, the iron ore reserves contain high S, P, Ti, Ab03 or SiO2, or where the markets for iron or steel are scattered all around the country, and finally, where cheap electricity is available. The initial capital investment for the same annual ton of production is half of that of blast furnace and coke oven system.

fH

herleri kullanılabilirdiği gibi, lateritler, titanlı cevherler, soğuk veya sıcak cürüflar da kullanılabilir. Yakıt ve redükleyici madde olarak kok, kok tozu, maden kömürü ve bir kısım linyitler istimal edilebilir.

Döner fırından çıkan sıcak şarj, harufî bakımdan izole edilmiş besleyiciler vasıtasile doğruca özel elektrik fırınının izabe kısmına aktarılır. .

Elektrik fırınından elde edilen mahsulün içindeki karbon miktarı % 1 in altına düşürülebildiği gibi, % 4 karbon ihtiva eden pik demiri elde etmekte imkân dahilindedir. Ayrıca seçme (selective) redüksiyon tatbik ederek cevherde bulunan Mn, Cr, Ni, Co, v.s. gibi metallerin alışımlarını ayrı olarak elde etmekte mümkündür.



ŞEKİL 1 STRATEJİK UDY SİSTEMİ SEMASI

Elde edilen pik demirin veya yarı-çeliği ikinci bir elektrik fırınına veya Siemens-Martin fırınına vererek bundan istenilen evsafta çelik istihsal edilebilir.

Şekil: 1. de Stratejik - Udy sisteminin umumî tertibi gösterilmiştir.

Aşağıdaki kısımlarda sistemde kullanılan şarjla, sistemin muhtelif safhaları hakkında daha tafsilâtlı bilgi verilmiştir.

## 2 — İSTİHSAL ELEMANLARI:

(A) **Cevher:** , Stratejik-Materials Şirketinin Niagara fabrikasında yapılan tecrübelerde % 28 ilâ % 60 Fe ihtiva eden cevherlerden basan ile pik demiri istihsal edilmiştir. Ayrıca, Koppers Company tarafından müştereken neşredilen bir broşürde günde 300-500 ton çelik yapacak ve % 40-60 Fe kullanacak bir fabrikanın tesisinin garanti edileceği belirtilmiştir.

Döner fırına verilecek cevherin eb'adı 3/8 pustan toz haline kadar olabilir. Cevherdeki Ti, S, P, veya SiO<sub>2</sub> üzerinde bir tahdit yoktur. Bilhassa, aşağıda belirtilen toz cevher veya maddelerinde bu usulle doğrudan doğruya izabesi mümkündür:

- Arzda tabii olarak bulunan manyetiteli sahil kumları ile, kurduğu zaman toz haline gelen lateritik cevherler.
- Baca taşları, torna ve freze talaşları.
- Konsantrasyon maksadile kırma ve öğütmeye tâbi tutulan kompleks cevherlerden husule gelen tozlar.
- Kimyevî teressübat yolule elde edilen toz halindeki maddeler.

Bir yüksek fırında yapılan izabede bu maddelerin sinter aglomerasyon veya briket yolule birbirine bağlanması ve iri parçalar haline getirilmesi lazımdır. Stratejik üdy usulünde ise bidayette bu gibi ameliyelere ihtiyaç yoktur.

Cevher içerisinde demirle birlikte Mn, Cr, Ni, Co veya Cu gibi diğer metallerin bulunması, izabede büyük bir müşkülât arzemediği gibi, bunların ayrı metaller veya alaşımlar halinde istihsalı de mümkündür. Meselâ, yüksek demirli mangan cevherlerinden demir ve ferromanganez; yüksek demirli krom cevherlerinden demir ve ferrokrom; lateritik cevherlerden ferronikel, pik demiri veya çelik ve ferrokrom istihsalı mümkün olur.

(B) **Yakıt:** Stratejik-Udy ferminin birinci kademesi olan döner fırında yakıt olarak kok, kok tozu, taş kömürü veya bazi; linyit çeşitleri kullanılabilir. Yakıtın toz halinde bulunması şayanı tercihtir.

(C) **Eritici (Flux):** Cevherin ve yakıtın cinsine tabi olarak, gereken kireç taşı, dolomit, silis, vesaire gibi cüruf teşkil edici ve tasfiye işini tamamlayıcı maddeler döner fırına ilâve edilir.

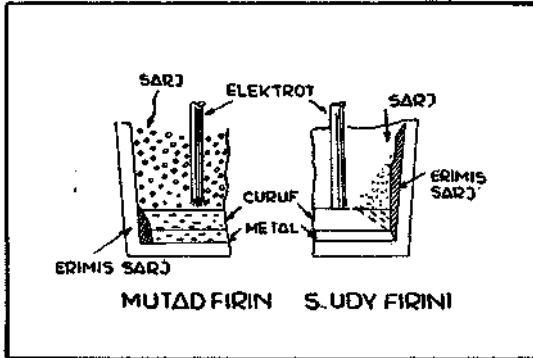
(D) **Döner fırın:** Stratejik-Udy sisteminde kullanılan döner fırın esas itibariyle tesisi, kok fabrikası ve yüksek fırın gövde ve baca kısmının gördüğü görevleri bünyesinde toplayan yüksek ısı randımanlı bir cihazdır. Döner fırının eb'adı ve kapasitesi, tesisin umumî kapasitesine bağlıdır. Meselâ Stratejik-Udy Şirketinin Niagara Falls Ontariodaki günde 15-20 ton metal istihsal eden pilot fab-

rikasmdaki döner fırının kutru 1.37 metre, boyu 24.40 metredir.

Döner fırına demir cevheri, eritici ve karbonlu redüksiyon maddesi devamlı olarak şarj edilir ve burada şarj ısınmağa, kalsinasyona, ve kısmi bir redüksiyona tabi tutulur. Döner fırından şarjın kolaylıkla akmasını temin için, fırın sühnetinin kontrol altında bulundurulması gerektir. Sühnet, kontrol ısısının üstünde bulunduğu takdirde fırındaki şarj yapışık bir hal alarak fırının iç cidarına yapışır ve bir halka teşkil eder. Evvelce de bahsedildiği gibi, fırında arzu edilen redüksiyon derecesini sağlamak için, fırına kâfi miktarda yakıt ilâve edilir. Elektrik fırınındaki redüksiyon esnasında elde edilen karbon monoksit gazı da döner fırında tamamen kullanılır.

Stratejik-Udy sisteminde basınç altında gazla redüksiyon işi yoktur. Bu sebeple hidrojen gazı veya diğer redükleyici gazlarla uğraşılması gerekmez.

(E) Udy Elektrik fırını: Stratejik-Udy usulünde kullanılan elektrik fırını mutad elektrik fırınından farklı olarak çalışır. Şekil (2) de görüldüğü veçhile, normal bir elektrik fırınında şarj maddesi elektrotların etrafını tamamen kaplar. Udy elektrik fırınında ise elektrotların etrafı serbest olup, elektrot fırın içindeki erimiş cürufun hemen üstüne temas eder.



ŞEKİL . 2 MUTAD ELEKTİRİK FIRINI VE UDY FIRINIINDAKİ SABO DURUMLARI

Şekil: (2) de durum mukayeseli olarak belirtilmiştir.

Peş peşe iki elektrik fırını kullanıldığı zaman birincisinden pik ve ikincisinden rafine çelik elde etmek mümkündür.

Udy elektrik fırınında elektrotların alt ucunun cürufa nazaran bulunduğu yer tatbik edilen izabe ameliyesinin ihtiyaçlarına bağlı-

dır. Umumiyetle, elektrotların alt ucu cürufun üst yüzünün yarım pus üstüyle, üst yüzünün bir kaç pus altı arasındadır.

Döner fırından gelen ve kısmen redüksiyona uğramış bulunan şarj maddesi, doğrudan doğruya elektrik fırınının sıcak mıntıkasına verildiğinden redüksiyon anıdır. Normal bir elektrik fırınının da bir ton metal istihsal için 2300 KWS kullanmak lâzımken, Udy fırınındaki izabe daha ziyade cürufun elektrik arkına mukavemetinden ileri gelen ısı yardımı ile temin edilmiş olduğundan, gerekli elektrik enerjisi çok daha azdır. Ayrıca Udy fırınına verilen şarjın ince eb'atta bulunması, izabenin sürati ve fırın kapasitesi bakımından arzu edilen bir durumdur.

Cürufun üstü açık olduğundan redüksiyon esnasında husule gelen gazların vasattan uzaklaşmasında hiç bir müşkülâtle karşılaşmaz. Halbuki mutad bir elektrik fırınında şarj çok ince olursa, gazların intişarına engel olacağından, fırının normal çalışması temin edilemez. İşte, gerek kendine has şarj besleme usulü ve gerekse elektrotların alt ucunun bulunduğu mahallin kontrol altında bulundurulabilmesi Udy metodile ince maddelerin izabesini mümkün kılan en mühim faktörlerdir. Şarjın aşgari parça eb'adı üzerinde hiç bir tahdit yoktur. Hatta tamamen 325 meş eb'admdaki şarjı dahi başarı ile izabe etmek mümkün olmuştur.

Stratejik-Udy sisteminin avantajlarından birisi de cüruf tertibini kontrol ederek yüksek randımanlı ve seçme (differential) izabe yapmak mümkündür. Arzu edilen cüruf tertibi şarjın cinsine ve nihaî mahsule göre değişir. Bu suretle, yüksek tenörlü demir cevherlerini izabe etmek mümkün olduğu gibi, eğer cevherde demire nisbetle diğer metallerin nisbeti yüksek ise, veya cevherde nihaî mahsul içinde bulunması arzu edilmeyen yabancı maddeler mevcut ise, firma ilâve edilen redükleyici maddeyi kontrol etmek suretiyle seçme (differential) redüksiyon yapmak mümkündür.

Stratejik-Udy sisteminde ucuz kömür enerjisi pahalı olan elektrik enerjisinin yerini alır. izabe için gereken enerjinin hemen % 75 i kömürle temin edilir. Döner fırında yüksek seviyede bir redüksiyon ameliyesi ifa edildiğinden, elektrik fırınında fazla miktarda gaz husule gelmez. Meydana gelen gazda döner fırına sevk edilerek kalsinasyon ve redüksiyon işinde kullanılır.

% 50 Fe ihtiva eden cevherden bir ton metal elde etmek için gereken enerji şu şekilde sağlanmış olur:

	B. t. U. / Ton (Metal)	Yükünün % si
Döner fırına kömür	10.000.000	67
Elektrik Fırınına		
Kömür	1.200.000	8
Elektrik enerjisi (1080 KWS)	3.700.000	25
<b>Y E K Ü N :</b>	<b>14.900.000</b>	<b>100</b>

Yüksek fırın, siemens-Mârtin fırını veya normal elektrik ark fırını bir ton metal elde etmek için 20-23 milyon B. t. U. ya ihtiyaç gösterirler. Bu enerji miktarı stratejik-Udy sisteminin kullanıldığı 14-15 milyon B.t.U. ile mukayese edildiği takdirde, Stratejik<sup>1</sup>Udy sistemindeki maliyet düşüklüğünün en mühim sebeplerinden birisi anlaşılabilir olur.

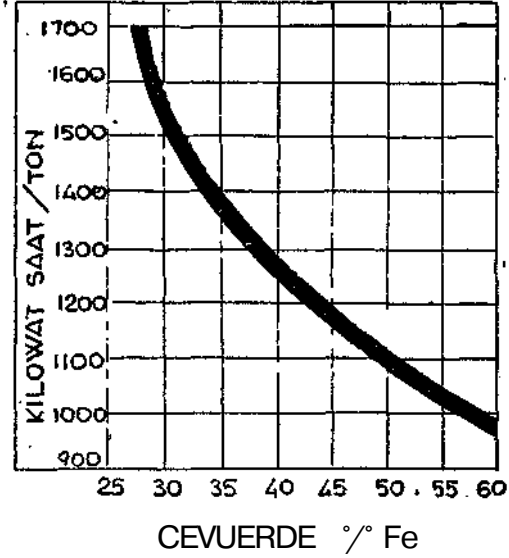
Kapalı tip bir ark fırını ile stratejik-Udy sisteminde kullanılan açık tip bir ark fırınının % 50 Fe ihtiva eden bir cevherden % 85 fırın randımanı ile bir ton metal istihali için gereken enerji miktarı mukayese edildiğinde:

	Normal Elektrik Fırını (Soğuk Şarj)	Stratejik-Udy Fırını
Cevher ve riticiyi ısıtmak ve eritmek için gereken ısı	870 KWS	425 KWS
Redüksiyon için gereken ısı	1095 KWS	493 KWS
Redyasyon ve diğer kayıplar	345 KWS	162 KWS
<b>Y E K Ü N :</b>	<b>2310 KWS</b>	<b>1080 KWS</b>

Udy elektrik fırınına verilen şarj 925°C civarında bulunduğundan bu fırında izabe için gereken enerji miktarı normal fırındaki kadarıdır.

Stratejik-Udy sisteminde gerekli enerji muhtelif cevherlere göre değişir. Nitekim yukarıda verilen rakamlar % 50 Fe ihtiva eden ve % 55 nisbetinde ilk redüksiyona tabi tutulmuş bulunan cevherlerin 925°C de Udy fırınında izabesine şamildir. Aynı nisbette ilk redüksiyona tabi tutulan muhtelif cevherler için gereken elektrik enerjisi miktarı kullanılan cevherin tenörüne ve dolayısıyla elde edilen cüruf miktarına tabidir. Meselâ % 30 Fe ihtiva eden cevherden 1 metrik ton metal istihsal edildiği takdirde 2680 kg. cüruf husule gelmesine mukabil, aynı miktar metal için % 60 hk cevher kullanılırsa 350 kg cüruf meydana gelir.

Şekil (3) de % 25 ten % 60 a kadar demir ihtiva eden ve ilk redüksiyona tabi tutulmuş bulunan normal silisli cevherlerden Udy elektrik fırınında 1 ton metal elde etmek için firma verilmesi gereken enerji miktarları gösterilmiştir. Bu rakamlar Niagara Falls tipi bir fabrikada sıkı bir şekilde kontrol altında yapılmış istihaller esnasında elde edil-

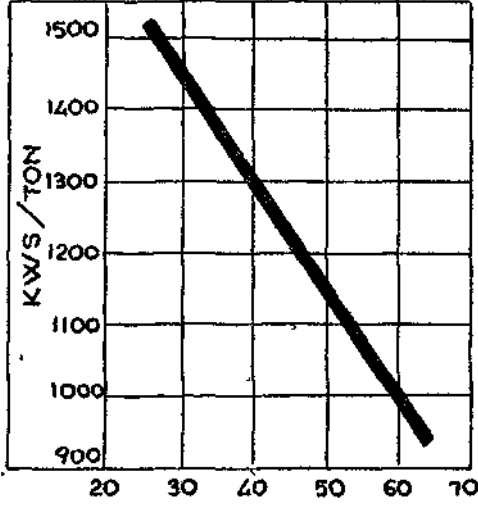


mistir. Ancak, fırına verilen enerji miktarından başka, fırının enerji randımanını da göz önünde tutmak gerektir. Meselâ Niagara Falls pilot fabrikasındaki 100 KVA lık Udy tipi elektrik fırınının % 35 enerji randımanı ile, keza Ontario'daki daha büyük fabrikadaki 1000 KVA lık firmın % 73 randımanla çalıştığı tesbit edilmiştir. 20,000 KVA kapasitesindeki fırınların % 90 randımanla çalışabileceği ileri sürülüyorsa da % 85 rakamı daha ihtiyatlı neticeler sağlamış olur.

Şekil (4) te % 50 lik bir cevherin döner fırındaki ilk redüksiyon yüzdesile, Udy elektrik fırınında gereken elektrik enerji miktarının münasebeti tesbit edilmiştir. Bu grafikten de görülmüştür ki döner fırında cevher ne kadar iyi redüksiyona tabi tutulursa, elektrik fırınında kullanılan elektrik enerjisi miktarı o kadar az olur.

(F) **Elektrot ihtiyacı:** Stratejik-Udy sisteminde çalışan fabrikalarda yapılan tecrübeler göstermiştir ki, Udy elektrik fırınında pişmiş karbon elektrotlar kullanılarak başka fırınlarda istihsal edilen pahalı grafit elektrotların gördüğü işi sağlamak mümkündür. Her ton metal başına elektrot sarfiyatı şarjdaki

oksijen miktarına ve fırının enerji sarfiyatına bağlıdır. % 55 nisbetinde ilk redüksiyona tâbi tutulmuş bir şarj kullanıldığı takdirde, her ton metal başına 6.34 ilâ 7.25 kg. karbon elektrot kullanılır.



ŞEKİL 4 İLK REDÜKSİYON (İRCA)

ŞEKİL 4

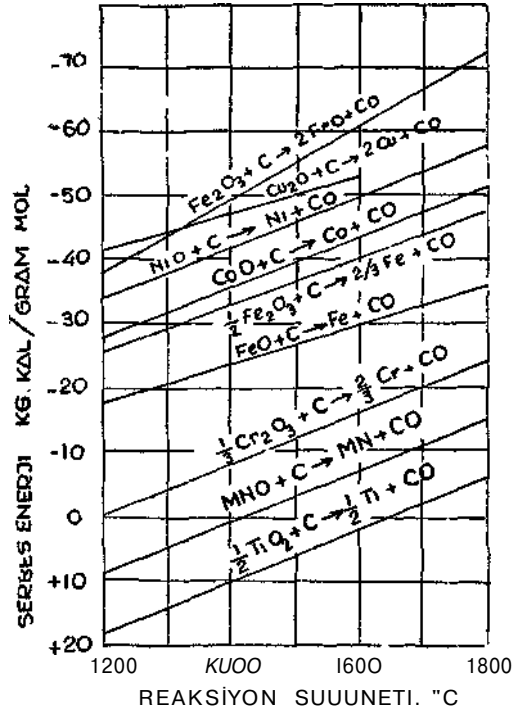
• MLK PEDUKSİYON CIRCA)

ŞEKİL 4

3 - SİSTEMİN KİMYASI:

Sistemdeki reaksiyonlar esas itibarile oksitlerin redüksiyonlarıdır. Elektrik fırınındaki erimiş cüruf, reaksiyonlara iştirak eden oksitler için eritken vazifesi görür. Cüruf terkininin sühunetle birlikte kontrol altında bulundurulması ve redükleyici madde ilâvesinin şartlara göre tanzimi, redüksiyon reaksiyonlarının kontrolünü temin eder. Stratejik-Udy sisteminin en büyük özelliklerinden birisi de redüksiyon reaksiyonlarının kontrolündeki hakimiyettir. Reaksiyonların kontrolü ve intihabı, muhtelif oksitlerin redüksiyon reaksiyonlarının serbest enerjilerinin farklı olmaları esasına dayanır. Şekil (5) te muhtelif oksitlerle karbonun reaksiyonunun muhtelif sühunetlerde serbest enerji (free energy) değişimleri gösterilmiştir. İlâve edilen redükleyici maddeyi dikkatle kontrol ederek, şekil (5) te görüle'n metaller, bakırda başlayıp titanda bitmek üzere, birbiri peşi sıra redüksiyona tabi tutulurlar. Ayrıca, şekilde alttaki grafiklerde gösterilen bir metal, üstteki grafiklerde gösterilen bir metal oksidini redüksiyona'tabi tutabilir.

Stratejik-Udy sisteminde tatbik edilen seçme reaksiyonlara şu misaller verilebilir: Kompleks laterit cevherleri Fe, Ni, Co, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve CaO karışımlarını veya bileşimlerini ihtiva ederler. Bu tip cevherlerle, stratejik-Udy usulule 2000 ton mertebesinde yapılmış bulunan tecrübelerde ekonomik olarak cevherdeki nikelin % 98 ini ihtiva eden ferronikel, % 0.1 den az Ni ve % 0.05 ten az Cr ihtiva eden bir yan-çelik, ve yine cevherdeki kromun % 90 mdan fazlasını ihtiva eden ferrokrom istihsalı mümkün olmuştur. Keza, bu etüdlere, seçme (selective) redüksiyon sayesinde, kobaltın nikkelle beraber istihsal edilmesi mecburiyeti kaziyesinin aksi isbat edilmiştir. Meselâ yukarda elde edilen ferronikelde ancak kobaltın % 10 u bulunmuş ve kobaltın % 90 ı yarı-çeliğe geçerek onun kobalt muhtevasını ancak % 0.05 seviyesine çıkarmıştır. Bu suretle, gerek ferronikelin ve lerde dikkat nazarına alınırsa, senelik her gerekse yarı-çeliğin ihtiva ettikleri kobalt miktarları zararsız hadler dahilinde tutulmuştur.



ŞEKİL 5

Gine yapılan tecrübelerde fosforun, titanın, kükürt ve bakır gibi diğer maddelerin seçme (selective) redüksiyonlarının mümkün olduğu ve bu maddelerin demir ve çelikte zararsız miktarlarda bulunabilmelerinin kontrol edilebildiği sabit olmuştur.

#### 4 — KAPASİTE ve MALİYET:

Koppers firmasile Stratejik Materials Şirketi günde 50 ilâ 200 ton pik veya yarı-çelik imal eden ve stratejik-Udy sistemile çalışan fabrikaların tesis ve işletmesini garanti etmektedirler (Bib. No: 7) ilk inşaat masrafları, fabrikanın eb'adına, inşaat tarzına, fabrikadaki yabancı tesislere ve daha bir çok faktörlere tabidir. Sırf yançelik yapan bir fabrikanın, atölye, laboratuvar ve diğer tâli yardımcı tesisler hariç günde 500 tonluk bir kapasite ile inşa edildiği takdirde, senelik her ton ingotun tesis maliyeti 25 dolar civarındadır. Umumiyetle, diğer yardımcı tesislerden yan-çelik ingotun tesis maliyeti 30 ilâ 50 dolar arasında değişir. Bu suretle, günde 500 ton istihsal yapan bir fabrikanın tesis maliyeti 5 ilâ 8 milyon dolar olur.

işletme maliyetine gelince; cevher fiatı hariç, ve elektriğin KWS mı 0.6 Cent (0.006) dolar olarak kabul ettiğimiz takdirde, % 50 Fe tenörlü bir cevher kullanarak yan-çelik istihsal eden bir stratejik-Udy fabrikasında bir Short ton (906 kg) için bulunan maliyet şöyledir:

Enerji, 1080 KWS (\$ 0.006 hesabıyla)	\$ 6.48
Karbon elektrot 6.8 Kg. (\$ 0.266 hesabıyla)	1.80
Kömür 421.3 Kg. (\$ 11.0/Ton hesabıyla)	4.65
Eritici (Flux)	1.20
Cüruf nakli, elektrik, su, tuğla v.s.	1.70
Genel Tesisler, İdare v.s	3.30
İşçilik ve nezaret	3.20
Yekûn, Direkt Mallyet/Short Ton	\$22.33

Elektriğin 0.006 dolara nazaran her 0.001 dolar KWS başına fiyat tahavvülüne karşı her short ton metal maliyetine 1.08 dolar ilâve gerektir. Her ton metal için 1.0 saat işçilik ve nezaret kâfidir. Yüksek fırına yaramayan ince cevherler kullanarak cevher maliyetini de düşürmek mümkündür.

#### 5 — SINAİ TATBİKAT:

Webb and Knapp Inc. (New-York) firmasının bir kolu olan Zeçkendorf Çelik Şirketi Anaconda Montanada kurulacak bir Stratejik-Udy fabrikası için gereken enerjiye dair mukaveleyi Ekim 1960 ta Bonneville Enerji İdaresile imza etmiştir. Bu fabrika

Anaconda Bakır Şirketinin cüruf yığınlarından demir istihsal edecektir. Ceryan 1963 te ve KWS ı 0.2 Centten verilecek ve Stratejik-Udy fabrikası Koppers Şirşeti tarafından inşa edilecektir. Mevcut 40 milyon ton cüruf-tan 2000 ton ve ayrıca 1000 ton da sıcak cüruf işlenecektir.

Ayrıca, Clarkdale Arizona'da da buna benzer bir Stratejik-Udy fabrikası kurulmak üzere Zeçkendorf Çelik Şirketele enerji idaresi arasında müzakerelere başlanmıştır. (Aralık 1960).

Kanada'da iki Stratejik-Udy projesi ilân edilmiştir. Bunlardan birisi Kingston Ontario'da ve yılda 150.000 ton kapasiteli, diğeri de Varennes Quebec'tedir. Her iki projede para mevzuunun hallini beklemektedir.

#### 6 — YÜKSEK FIRINLA MUKAYESE:

Stratejik-Udy sisteminin şimdiye kadar kullanılmakta bulunan yüksek fırın sistemi ile mukayesesinde, Stratejik-Udy sisteminin en mühim avantajlarının,

1 — Her ton senelik kapasite için Stratejik-Udy sisteminin yüksek fırına nazaran tesis masrafının % 50 civarında olduğu,

2 — Stratejik-Udy fabrikalarını 500 ton veya daha az kapasite ile kurarak mahallî ihtiyaçları temin etmenin mümkün olduğu gibi, bu kapasitedeki fabrikaların istihsal ettikleri pik veya yarı-çelikin maliyetlerinin, bu fabrikalara nazaran 4-5 misli daha büyük kapasitedeki yüksek fırın tesisleriyle rekabet edecek mertebede bulunduğu,

3 — Stratejik-Udy sisteminin gerek demir tenörü ve gerekse S, P, Cu, Ti, Cr, v.s. bakımından yüksek fırının kullanmadığı cevherleri başanle muameleye tabi tuttuğu,

4 — Sinter ve kok tesislerine ihtiyaç göstermediğinden, elektrik enerjisi bulunduğu takdirde, Stratejik-Udy fabrikaların demir cevherlerini mahalinde kurmanın mümkün olduğu görülür. Ayrıca sistemin büyük bir fleksibilitesinin mevcut olduğu, küçük veya büyük tesisler şeklinde kurulabildiği gibi, azaltılmış kapasite ile çalıştırılmasının veya tamamen stop edilmesinin mümkün bulunduğu hususların da göz önünde tutmak gerektir.

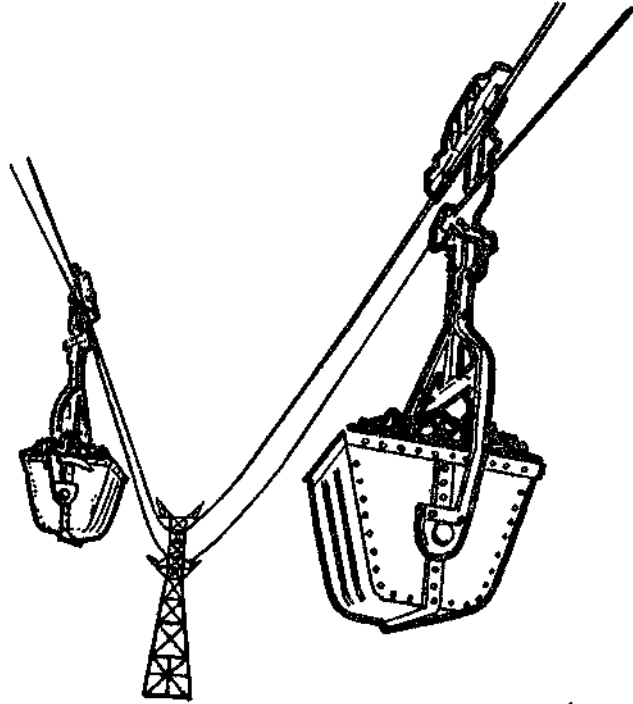
#### 7 — NETİCE:

Yukarıda izahatı yapılmış bulunan Stratejik-Udy sistemi bilhassa yüksek fırına na-

zaran aynı kapasite için tesis maliyetinin % 50 gibi bir düşüklük arzemesi bakımından calibi dikkattir. Keza yüksek fırın için elverişli olmayan cevherleri izabe edebilmesi de büyük bir avantajdır. Elektrik enerjisinin 5 ilâ 8 kuruşa temin edilebildiği yerlerde, daha düşük kapasitede kurulabilmesine rağmen, istihsal maliyetinde yüksek fırınla rekabet edilebilmektedir. Tesis maliyetindeki muazzam tasarruf sebeble, yeni demir ve çelik tesislerinde bu sistemin göz önünde tutulması yerinde olur.

#### BİBLİOGRAFYA:

- 1) FRANK SENIOR, "STRATEGIC-UDY PROCESS, UNIVERSAL SMELTING" November 3, 1959 Paper to AIME, Metallurgical Society.
- 2) ENGINEERING AND MINING JOURNAL - DEC. 1960 P. 88
- 3) SUMMARY OF METALLURGICAL AND CHEMICAL PROCESSES AND KNOW-HOW No. 1958
- 4) JOURNAL OF METALS, Dec. 1959 P. 829. "UDY PROCHSS APPLIED TO COPPER SLAGS".
- 5) HERBERT H. KELLOG, "EVALVATION OF THE STRATEGIC-UDY UNIVERSAL EMELTING PROCESS FOR PRODUCTION OF PIG IRON OR SEMI-STEEL" Sept. 22, 1959.
- 6) Dr. M. C. UDY, "RECENT DEVELOPMENTS IN THE STRATEGIC-UDY SMELTING PROCESSES" Noy. 17, 1959.
- 7) KOPPERS CO. INC, AND STRATEGIC MATERIALS CORPORATION, "THE STRATEGIC-UDY UNIVERSAL SMELTING-REFINING PROCESS".



## BARODİNAMİK "I"

Yazan:

Dr. Maden Yük. Müh.

S. Vedat AYTAMAN

Maden mesleğinde yetişen bir yüksek mühendis, mezun olup diplomasını aldığı zaman, bir madende iş bulup oranın şartları altında asıl mesleğini öğreneceği düşüncesi altındadır.

Bu itibardır ki, Avrupa memleketlerinde ve Amerika'da yeni mezunlara, daima, en alt kademe vazife verilir ve seneler imtidadınca bir tarardan tecrübe ve görgüleri artarken, diğer taraftan da fakültede öğrenmiş oldukları derslerden fiili sahada ne dereceye kadar faydalanmasını bildikleri kontrol edilir. Kabiliyetli bir yüksek mühendis edindiği tecrübeleri kısa bir zamanda nemalandırabilir ve bu kabiliyetinin mükâfatını meslek sahasında çabuk ilerlemekle elde eder.

Maden mesleği güç bir meslektir. Güçtür, çünkü çalışma sahasında meçhulleri fazla olan bir meslektir. Yeraltı çalışmalarında meçhullerin fazlalığı ise tehlikeyi artırır. Bu sebepten, madencilik ve maden mühendisliği tehlike ile dolu bir meslek sahasıdır.

Madenlerde vuku bulan göçükler, grizu intişarı, ocak içi heyelanları gibi kaza ve felâketler hep bu bizce meçhul faktörlerden doğmaktadır.

Bu gibi "kazalar" m ocaklarda sebep olduğu insan kaybı bütün meslek adamlarının yüreğim sızlatır.

insanlar daima meçhulleri yenmek, tabiat kuvvetlerine hükmetmek, o kuvvetleri kendilerine fayda verecek şekilde kullanmak için çırpınmışlardır. Maden ocaklarındaki bu meçhullerin sebep oldukları kazaların insan kaybı kadar, kalifiye işçi kaybı, randımanı düşürmesi ve maliyetin yükselmesi gibi tesirleri de göz önünde bulundurulursa konunun ehemmiyeti daha ziyade tebarüz eder.

Bu konuların halli için, ilk önce yeraltındaki kuvvetlerin cinslerini, çalıştıkları istikameti ve dağılıklarını, büyüklüklerini ve

bir yerden başka bir yere intikal şekillerini araştırıp öğrenmek lâzımdır. Sonra bunları ölçebilmemiz, ve sonra da istediğimiz gibi kullanabilmemiz gerekir.

Meslek sahamızda, uzun zamandan beri, bu meçhul faktörleri tespit etmek mümkün olmamış, tesirlerine karşı başka yollardan tedbir alınması düşünülmüş ve tatbikata geçilmiştir. Bu cümleden olarak, kılavuzların, ana nakliye galerilerinin, cevher ve kömür alınlarının genişlikleri tecrübe ile tespit edilmiş, grizu tehlikesinin önüne geçmek için havalandırmaya önem verilmiş, lâğım deliklerinin sıralanması, doldurulması ve ateşlenmesi usulleri tecrübeye istinat ettirilmiş, tavanın çalıştığını haber almak için ağaç direkler kullanılmıştır. Bu mevzularda, son zamanlarda bir çok ileri adımların atılmış olduğu muhakkaktır. Bilhassa tavam "yerinde tutma" teşebbüsleri üzerinde çalışılmış, ağaç direk yerine madeni, mafsallı ve geçme direklerle tavanın çalıştığı kısımlar ve "çalışma derecesi" kontrol edilmiştir. Fakat bunların hiç biri, arazi tabakalarının dinamik kuvvetleri yönünden konuyu ele almış değildir. Konular aynı konu olarak kalmakta ve çareler için dolambaçlı yollardan gidilmekte devam edilmektedir. Yâni, neticelerin tezahürlerine mani olunamamakta, bu neticelerin felâkete sebep olmalarına mani olmak için tedbirler ve çareler aranmaktadır.

Yeraltı problemlerini sadece kısmen halletmekten daha ileriye gidemeyecek, ve yeraltı çalışmalarının tehlikelerini önleyemeyecek olan bu usuller tatbik edildiği müddetçe, yeni mezun meslekdaşlarımızın, dünyanın hangi bölgesinde bulunurlarsa bulunsunlar, bir madene girip muayyen bir müddet çalıştıktan sonra, tecrübe ve kabiliyetin birleşmesiyle inkişaf edecek bir "altıncı his" sayesinde hakiki bir maden mühendisi olmayı beklemeleri garipsenemez.

Çalışmakta olan bir madene girdiğimiz zaman tavan genişliklerinin nasıl tespit edil-



diği aklımıza ilk gelen suallerden biri olmuştur. Buna verilen cevap basittir, zira tavan genişliği tecrübe ile tespit edilmiştir. İhzarât işlerinde çalışan bir poryon, veya şefi, aynı ocakta uzun çalışma senelerinin kazandırdığı bir alışkanlıkla yeni panoların genişliklerini tespitinde hiç bir güçlük çekmezler. Mamafih, yeraltında yeknesaklık istisnai hallerden olduğu cihetle, şartların değiştiği yerlerde galeri istikametlerinin değiştiği, ve tehlikenin etrafından dolaşılıp yine aynı istikamete avdet edildikten sonra tecrübenin verdiği "altıncı his" bilgisi ile tavan genişliğinin daraltıldığı her zaman rastladığımız hakikatlerdendir. Buna rağmen, bu usullerin tatbikinde bazen ifrata bazan de tefrite kaçıldığımız, ve binaenaleyh, tereddütlerin izalesine mâni olunamayacağım, kabul etmekten kaçınanlarız.

Yeni açılan bir ocak için tavan genişlikleri ne olmalıdır? Bunun da cevabı klasikleşmiştir. Civarda işleyen ocaklar varsa, orada kullanılan tavan genişliklerini bu ocakta da kullanırız, yoksa, o zaman asgari bir kazmacı ve bir pasacıdan mürekkep iki kişilik bir ekibin rahatça çalışabileceği bir genişlikten başlayarak, zaman zaman genişlemek suretiyle en uygun genişlik tecrübe ile tespit olunur/Mamafih, şunu da itiraf etmek lâzımdır ki, bu usulün en iyi ve en doğru bir hâl şekli olduğu iddia olunamaz. Zira, bilhassa kömür ocaklarında, emniyetin sağlanması için sık ve bazen de lüzumundan fazla çapta, maden direkleri kullanılması zarureti mevcuttur. Bu zaruret ise hakiki iktisadi tavan genişliğinin bu usulle tespitini zorlaştırır.

Misali tavan genişliği üzerinden aldık. Binaenaleyh, aynı misali muhafaza edelim. Bir madende, yeraltı kuvvetleri ölçülebildiği takdirde, en iktisadi, yâni işimize en elverişli tavan genişliğini ölçü ve hesaplara istinaden tespit mümkün olur. Farzedelim ki, bir panoda, çalışma sistemi ve hızı nazarı itibara alınarak, üç ayda bir istihsalimizi tamamlayabiliyor ve bu panoyu tamamen terk ediyoruz. Halen, kendi hâline bırakılan bu gibi

panoların tavanlarının bâzan aylarca göçmeden yerinde durduğu vâkidir: Yazar, 1949 senesinde Amerika'nın West Virginia eyaletinin "Helen" kömür ocağında 10 sene evvelki zamana ait eski çalışma galerilerinde istikşafta bulunduğu zaman, yer yer kısmî tavan göçmelerine rağmen buralarda rahatça dolaşmak've verilen vazifeleri tamamen ifa etmeic'imkârî'nı bulmuştur.

Halbuki işi tamamlanan kısımlarda tavanın uzun müddet yerinde kalması hiç bir fayda sağlamaz, tavan genişledikçe göçme imkânları fazlaştığına göre, aynı tavan için muayyen açıklıkların muayyen müddetler süresince tavanı yerinde tutacağını düşünmek hiç de hatalı olmaz.

İşte, barodinamik bilgisi, yeraltındaki kuvvetleri statik ve dinamik yönden tetkik eden ve bunlardan faydalanmasını öğreten yeni bir ilimdir. Bu ilmin tatbikatından olarak, meselâ, tavanı üç ay müddetle ayakta duracak ve bu sürenin sonunda kendiliğinden göçecek bir galeri genişliği tespit etmek mümkündür." Bu ilim, yeraltı kuvvetlerinin ölçülmesini ve bu kuvvetlerin maden mesleğine faydası olacak bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

İnsan zekâsının tabiat kuvvetlerine gem vurma gayretlerinde maden sahasında yeni bir ileri adımı teşkil eden bu ilim, madencilik istihsal tekniğinin veçhesini tamamen değiştirecek bir ehemmiyet taşımaktadır. Buna hiç şüphe yok ki, barodinamik maden mesleğinin istikbalidir.

Böyle bir ilmin getireceği bilginin faydalarını tahmin etmek güç olmasa gerektir. Meselâ, yeraltı galerilerinde kemer inşaatın kullanılmasının her zaman lüzumlu olmadığı ve binaenaleyh beyhude bir masraftan kaçınılabileceği; tavan genişliğinin teknik imkân dahilinde ve emniyet hudutları dahilinde arttırılması ile hem rahat çalışmaya imkân verileceği, hem de daha büyük çapta mekariizasyona yol açılacağı ve bu sebepten istihsalin artacağı, maliyetin düşeceği; cevherin istihsal kademesinden kuyularla nakliye galerisi seviyesine indirilmesinde rastlanan tıkanıklıkların giderilmesi; ve bir cevher blokunun, kendi ağırlığının tesiri ve cidarlardan intikal eden dinamik kuvvetlerin kontrolü ile, dinamitle atılmasına lüzum olmadan, kendiliğinden parçalanması suretiyle (göçertme usulü) istihsali, gibi mevzular bu bilginin tatbikatlarından bazılarıdır.

Bu bilgilerle mücehhez olan bir mühendis tatbikatı, bu bilgilerden mahrum kimselere tenkit ettirildiği takdirde ne muazzam gaflara sebebiyet verileceği tahmin edilebilir. Böyle bir vakayı hikâyeye etmeden geçemeyeceğim. Büyük bir müessesemizin teknik elemanlarının yaptıkları tetkikat neticesinde, işletilmesi katiyen rasyonel ve ran tabi olamayacağı ve binâenaleyh, kâr edemeyeceği iddia ile işletilmesinden tamamen sarfinazar edilen bir cevher rezervi, birkaç sene evvel

kurulmuş bir şirkete devredilmişti. Bu yazının konusu olan bilgilerle mücehhez olan bu yazar, bilgili diye tavsifden kaçınmayacağı bir tatbikatla, kâr edemeyeceği iddia edilerek terkedilen bu rezervi, ele aldığı sene de dahil olmak üzere, kârla çalıştırmaya muvaffak olmuş, kâr nisbetini de her sene muntazaman arttıracak şekilde faaliyet göstermişti. Yine mezkûr müessesemiz teknik elemanlarının raporunda asgari 5 ilâ 6 sene de cevherin örtü tabakasının ancak kaldırılarak açık işletmeye geçilebileceği iddia edildiği halde, yazarınız iki buçuk sene zarfında açık işletmeye geçmiş ve istihsali eks-kavatörlerle yapmayı başarmıştı. Düşük Demokrat Parti iktidarı devrinde arkadan ve gizli olarak ilgili mercilere hulul edilmek suretiyle şirketin elinden zorla alınarak yeniden mezkûr müesseseye maledilen bu cevher madenin "iyi çalıştırılmadığı" hakkında rapor tanzim eden teknik elemanlar, ocağa girdikleri zaman boşlukların cesametinden korkmuşlar, açık işletmeye geçildiği takdirde tehlikeli bir durumun mevcut olduğu zehabına düşmüşler ve bu korkularının hissi altında yanlış kararlara yol açan hatalı raporlarını tanzim etmişlerdi.

Barodinamik, katı parçaların kuyular içinde statik ve dinamik çalışmasını da etüd eder. "Statik çalışma" tâbiri, hareket halinde olmadığı halde katı parçaların, meselâ cevher parçalarının, bir kuyu içinde daima faal kuvvetlerin tesiri altında olduğunu ve zamanı gelince küçük hareketlerin vuku bulunduğunu anlatmak maksadiyle kullanılmıştır. Bu küçük hareketler kuyu içinde tıkanmaya sebep olabilir, veya cevherin kuyu içinde "yerleşmesini" sağlar.

Cevheri istihsal seviyesinden nakliye seviyesine indirmek için yeraltı işletmelerinde dik veya muhtelif meyillerde kuyular kullanılır. Muhtelif çapta ve kesitlerde olan bu kuyularda daima bir tıkanıklık vuku bulmuştur. Bu tıkanıklığın, cevher istihsalinin muntazam ve devamlı bir akımla yapılabilmesine mani olduğu, tıkanıklığın giderilmesinde işçilerin tıkanan yere erişebilmeleri için kuyuya paralel ikinci bir kuyunun açılarak cevher kuyusu ile irtibatlar yapılması gerektiği, buna rağmen iki irtibat arasında vuku bulacak tıkanıklıkların açılması için bir işçinin cevher kuyusuna girerek tıkanan yere dinamit, yerleştirmek zorunda olduğu hepimizin malûmudur. Bu ameliyelerin tehlikesi ve gerek istihsale ve gerekse maliyete olan. menfi tesiri ise ortadadır. Avrupada, ve bilhassa Amerikada, cevher akımı esnasında kuyular-

da vuku bulan bu tıkanıklığın sebeplerini bulmak için 50 sene evvelindenberi büyük gayretler ve para sarfedilmiştir.

Cevherin kuyularla alt katlara nakli bilhassa göçertme usulünü tatbik eden büyük yeraltı işletmelerinde kullanılır. Göçertme usulü, tabiat kuvvetlerinden istifade etmek suretiyle, ilk olarak Amerikada 1895 senesinde E. F. Brown isminde bir mühendis tarafından başarı ile kullanılmıştır. "Michigan" eyaletinin "Menominee Range" demir rezervleri bölgesinde "Pewabic" madeninde kullanılan bu usul ile istihsal senede 200.000 tona yükselmişti. Amerikanın meşhur göller mm-tikasmdaki bu istihsal tonajı o zaman için büyük bir başarıyı ifade etmekte idi.

Göçertme usulünün, gerek tabii olarak, gerekse zorlu olarak (yani dinamit yardımı ile) tatbikinde bugüne kadar o kadar terakki kaydedilmiştir ki, halen bir tek cevher ocağından yapılan istihsal senede 6 milyon tonu geçmektedir. Maliyet hesaplarının tetkiki ise, göçertme usulünün açık işletmeye rakip olacak bir ehemmiyette olduğunu ortaya koymaktadır.

Mamafih, bu usullerin tatbikinde yeni problemler ortaya çıkmıştır. 50 senedenberi çözümlenmesine çalışılan bu mühim problem de cevher kuyularında hasil olan tıkanıklıktır. Bu tıkanıklıkların sebebi bir türlü bulunamadı. Bu sefer sebeplerin bulunmasından sarfinazar edilerek problemlerin, tâbir caizse, etrafından dolaşmak düşünüldü. Mademki dikey kuyularda, ki iki kat arasında en ucuz ve en kısa mesafeli bir irtibattır, tıkanıklık oluyor, öyle ise cevhere bir kayma sathı verelim, dendi. Böylece, demir, bakır, molibden ve amyant cevheri istihsal eden muhtelif yeraltı işletmelerinde 50 dereceden dikeye kadar bütün meyiller tecrübe edildi, fakat tıkanma bu kuyuların hepsinde de istisnasız vuku bulmakta devam etti.

Bir problemi çözebilmek için şüphesiz, o problemi meydana getiren, yani gördüğümüz ve elle tutabildiğimiz neticeyi doğuran, faktörleri bulmak icap eder. Bu faktörler üzerinde yapılacak araştırmalar ise yanlış bir hareket noktasından ele alınmış ise neticenin hatalı olması mukadderdir. Esasen, araştırma bilgisinin esası da buradadır ve bu sebepten herkes araştırma yapamaz.

Nitekim, şu veya /bu sebeple muhtelif hareket noktalarından başlanarak yapılan etüdlere neticesinde, kuyu içinde bulunan cevher parçalarında kuvvet **dağılımının hidrostg.-**

tik kanunlara eş bir kıymet ve istikametlerde olduğu, sadece hidrostatikteki Reynold emsaline karşılık katı parçalar için başka bir emsalin mevcut olduğu, bu emsalin henüz bulunmadığı neticesine varıldı. Bu neticeye göre, meselâ bir boru alınsa ve altı kapatılarak içine toz doldurulsun, borunun altı açıldığı zaman toz akar; fakat, kâfi uzunlukta bir boru alındığı zaman içine doldurulan toz tıkanıklık yapar ve akmaz; tozdan daha büyük parçalar için borunun (veya kuyunun) uzunluğunun daha az olması lâzımdır. Görülüyor ki esas hidrostatik kanunlardır. Tıkanmanın izahı kemerleşme olarak belirtilmiştir ki bu izahın doğru olduğu bilâhara meydana çıkmıştır.

Yukarıdaki inanışa göre, her parça büyüklüğü için, tıkanmaya sebebiyet veren (kemerleşme kelimesini kullanmıyorum, zira kemerleşmeler boru veya kuyu içindeki bütün katı parçalarda ve her seviyede mevcuttur ve kemerleşme muhakkak tıkanma manasına gelmez) dik uzunluk, veya daha doğrusu sütun yüksekliği, tespit edilirse ve katı parçalara ait Reynold emsali bulunursa, kuyu akımlarını tanzim eden kanun, hidrostatik kanununda yeni emsalin ikamesi ile ifadesini bulmuş olacaktır.

"Columbia" Üniversitesinde doktora için çalışılırken, bu yazara, ilmî araştırma mevzuu olarak, yukarıda izah ettiğim konu verilmiş ve kendisinden, parça büyüklüğüne tekabül eden tıkama yüksekliklerinin tespiti ile Reynold emsalinin katı maddelere ait muadil bir emsalin tayini istenmişti. Esasında çok basit görünen bu çalışma, eğer verilen esaslara dayanılmış ve gösterilen istikamete gidilmiş olursa idi, neticesiz bir çabadan öteye gidilemeyecek, batı dünyasını yarım asır uğraştıran böyle mühim bir problemin çözümü şerefi elde edilemeyecek, daha henüz pek genç yaşlarında bulunan barodinamik ilminin mühim bir adım atması sağlanıyacaktır.

Yazı sahibi, araştırmalarına, bundan evvel verilen neticeleri ve bilgileri tamamen bir yana bırakarak konuyu yeni baştan ele almakla başlamış, muhtelif eb'atta kum ve çakıllarla znuhtelif çap ve büyüklükte borular içinde dokuz ay tecrübe yapmış ve neticelerini gördüğü şekilde kaydetmiştir. Materyel tamamen toplandıktan sonra ince bir tetkikten geçirilmiş ve bir neticeye varmaya çalışılmıştı. Konunun görüldüğü gibi basit olmaması, tesir eden meçhul faktörlerin çokluğu derhal bir neticeye varılmasına mani

olmuştur. Bunun üzerine, konu üzerindeki bütün literatür elden geçirilmiş, modern silo inşaatının formülünü bulan Alman Janssen'in, Kanadalı Jamiesson'un çalışmaları tetkik edilmiş ve toprak mihaniki derslerinin alınmasına da lüzum hissedilmişti. Tecrübelerle alınan neticelerin bu bilgilerin hiç biri ile izah edilemediği neticesine varılınca, yeni bir buluşun eşliğinde bulunulduğu meydana çıkmış oldu. Bunun üzerine tetkik ve çalışmalar daha da derinleştirilmiş, "Missouri" eyaletinde kurşun ve çinko madenlerinde tatbiki durum ve neticeler üzerinde çok faydalı incelemeler yapılmış, ve neticede hakikati meydana çıkarmak mümkün olmuştur.

Çalışmalar neticesinde, kuyu içinde bulunan katı cevher parçalarının, kuru şartlar altında:

- Hidrostatik kanunlara riayet etmediği;
- Janssen'in silo formülünde,

$$L = \frac{h}{k} \left( 1 - e^{-\frac{h}{k}} \right) \text{ de\u0131işmez}$$

bir emsal olarak kabul edilen k kıymetinin de\u0131işikliği;

- Herhangi bir büyüklükte olan cevher parçasının tıkanma yapmadan devamlı olarak akabileceği asgari eb'atta kuyular açılabilirliği;
- Muayyen eb'atta cevher parçaları ile dolu olan belirli eb'atta bir kuyunun yüksekliği ne kadar büyük olursa olsun, kuyu dibindeki basınçların de\u0131işmediği, ve bu basınçları tevlit eden cevher yüksekliğinin bulunabileceği;
- Statik ve dinamik kuvvet tevzi ve intikallerinin hesaplanabileceği;

tespit edilmiştir. Cevher (veya taş) parçalarının kuyularda tıkanmasını mutlak surette sağlıyabilecek olan kritik yükseklik, elde edilen şu formülle hesap edilebilir:

$$h = \leftarrow D m$$

Bu formülde kullanılan harflerin ifade ettikleri mâna şunlardır:

h •— tıkanmaya sebep olan cevher sütunu yüksekliği.

D = kuyu çapı.

m = kuyu çapı ile en büyük cevher parçasının birbirine olan nispeti.

$\sigma = \text{Sigma} = (m)$  faktörü ile ilgili ve her  $(m)$  büyüklüğü için tecrübe ile tespit olunan emsal.

Bu formülde  $(m)$  emsali muayyen bir hududu aştıktan sonra tıkanma katiyyen olmaz.

Bulunan formül Hooke kanunu, Darcy ve Coulomb formülleri kategorisindedir. Bilindiği gibi, Hooke kanunu basınç ile gerilme arasındaki münasebeti bir formül ile tespit etmektedir. Darcy formülü, toprak altı su seviyesi irtifai ile sû akımının sürati arasında münasebet kurar.

Coulomb formülü ise toprağın kayma dayanıklılığını ölçen bir formüldür. Bu formüller sınıfına bu yazının mevzuu olan formülü de ilâve edersek:

Hooke kanunu

$$S = E \epsilon$$

Darcy formülü

$$v = K i$$

Coulomb "

$$s = \sigma \tan \theta + c$$

Barodinamik "

$$h = \epsilon D m$$

Görürüz ki her dört formül de, bilinen bir kıymeti, tecrübe ile bulunmuş bir emsalle çarpmak suretiyle, ölçülmesi imkânsız diğer bir kıymeti hesapla bulmaktadır.

Bu yazı, barodinamik konusuna umumî bir bakış mahiyetindedir ve konu ile okuyucuları tanıştırmak gayesiyle kaleme alınmıştır. Bu girizgâh, barodinamik hakkındaki yazı serisinin birincisini teşkil etmektedir ve zaman ve fırsat zuhur ettikçe diğer makaleler de neşrolunacaktır.

Mamafih bu yazı üzerinde düşünce ve tenkitler varsa bunların yazı ile kendisine bildirilmesinden yazı sahibi büyük bir memnuniyet duyacaktır.



**MEMLEKETİMİZ KOMUR İSTİHSALI  
ve  
RANDIMANLARINA BAKIŞ**

K. ERDEM

(3 üncü sayıdan devam)

**b.) LİNYİT İSTİHSALI:**

**1.) Devlet Teşekkülleri:**

Mahalli idareler ve devlet teşekküllerince çalıştırılan işletmelerdir. Bunlardan birisi Çorum Özel İdaresince kurulan mahalli idarelere ait olan imtiyazlı ALPAGUT Linyit İşletmesidir. Diğerisi ise Devlet Demir Yollarınca çalıştırılan 1953 senesine kadar Devlet,

1958 senesine kadar İktisadi Devlet Teşekküllü ve 1958 de Amasya Özel İdaresi tarafından satın alınarak mahalli idareye ait bir işletme olan ÇELTEK Linyit İşletmesidir.

Bu 2 işletmenin 1950-1960 istihsal, satış, dahili ve umumi randımanlarını gösterir cetvel aşağıya alınmıştır.

MAHALLİ İDAREYE DEVLET TEŞEKKÜLLERİ: Ton olarak

ALPAGUT LİNYİT İŞLETMESİ					ÇELTEK LİNYİT İŞLETMESİ:			
Seneler	İstihsal (**)	Satış	D. Rand (**)	U. Rand.	İstihsal	Satış	D. Rand.	U. Rand.
1950	11.500,—	11.176,—	1.315	1.224	118.329	116.545	1.284	0.668
1951	14.700,—	14.025,200	1.214	1.060	127.030	125.750	1.312	0.671
1952	15.825,—	15.087,150	1.028	0.915	119.284	117.285	1.271	0.598
1953	25.200,—	24.548,800	1.063	0.761				
1954	33.445,—	31.173,300	1.198	0.718				
1955	41.184,—	39.791,985	1.386	0.917				
1956	64.358,—	62.139,400	1.504	1.054				
1957	59.862,—	57.117,—	1.004	0.689				
1958	74.173,—	71.329,200	1.187	0.825	50.553	48.841	1.167	0.605
1959	89.384,—	86.869,150	1.212	0.897	48.693	46.792	0.997	0.591
1960	98.517,—	96.025,000	1.078	0.808	47.855	46.341	1.318	0.688

(\*) İstihsal satışa göre evsaf göz önüne alınarak takribiyette konmuştur.

(\*\*) Dahili randımanların 1953 (Dahil) e kadarki takribidir.

**2.) İktisadi Devlet Teşekkülleri:**

T. K. İ. Kurumuna bağlı Garb Linyitleri İşletmesi müessesine ait; Tunçbilek, Değirmisaz, Seyitömer ve Soma mıntıkları ile 1 no paragrafta D. D. Y. nın İktisadi Devlet Teşekküllü bulunduğu devrelerdeki Çeltek Linyit İşletmesi bu kısımda mütalâa edilmiştir. Bu iktisadi devlet teşekküllerinin 1950-1960 istihsal, satış ve randımanlarını gösterir cetvel keza aşağıya alınmıştır.

Mahalli idarelere ve devlet teşekküllerince işletilen müesseselerden;

a.) Çeltek Linyit İşletmesinde, son senelerdeki istihsal azlığının gerek mahalli ihti-

yaç ve gerekse yatağın son toplamalarının yapılması ve daha başka' muhtemel rezerv kısımlarının aranması ve ocak adedinin azalması sebep olmaktadır. Randımanların, damarın 2.20 metre kalınlıkta tek damar ve çok arızalı olması ancak bu seviyede tutulmasına sebep olmaktadır. Bununla beraber ocakların teçhiz edilmesi suretile dahili randımanın artabileceği ve umumi randımanın üzerinde durulması icap edeceği kanaatmdayım.

b.) Alpogut Linyit İşletmesinde; istihsal satış imkânları ile paralel artmakta (9 misline yakın) ve bu işletmeden bugünkü istih-

## İKTİSADİ DEVLET TEŞEKKÜLLERİ: Tuvönan İstihsalı (Ton)

Sene	Tunçbilek		Değirmisaz		Soma		Seyitömer		Çeltik İşl. (*)	Genel Yekün
	Açık İşletme	Yer Altı	Açık İşletme	Yer Altı	Açık İşletme	Yer Altı	Açık İşletme	G. L. İ. Yakün		
1950	78.416	315.079	—	320.231	—	266.500	—	980.226	—	980.226
1951	44.034	357.815	—	296.615	—	295.830	—	994.294	—	994.294
1952	70.300	322.650	44.198	248.519	—	395.830	—	1.081.497	—	1.081.497
1953	91.508	349.056	89.164	257.735	—	526.620	—	1.314.083	104.581	1.418.664
1954	132.395	438.748	169.040	295.804	46.170	574.775	—	1.656.932	95.236	1.752.168
1955	223.611	483.464	158.388	265.143	60.859	614.016	—	1.805.381	89.998	1.894.979
1956	402.573	543.237	189.292	270.585	82.950	582.300	—	2.070.937	68.071	2.139.008
1957	591.743	685.907	274.877	278.182	59.300	626.050	—	2.516.059	61.736	2.577.795
1958	732.000	728.000	300.091	240.458	93.920	507.850	—	2.602.319	—	2.602.319
1959	837.000	714.000	177.242	218.289	71.100	495.800	—	2.513.431	—	2.513.431
1960	790.000	764.000	207.678	253.781	82.200	578.500	40.719	2.716.878	—	2.716.878

(\*) Çeltik İşletmesinin diğer seneleri Devlet teşekküllerinde gösterilmiştir.

## İKTİSADİ DEVLET TEŞEKKÜLLERİ SATILIK KÖMÜR VE RANDIMANLARI (Ton)

## GARIB LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜESSESESİ:

## Randımanlar (1)

Seneler	Satılık Kömür	Bir evvelki yıla göre artış %	Satılık Tuvönan Kömür %	Tuvönan'da Kg/Yev.		Satılık Kömürde Kg/Yev.		Çeltik Linyit İşletmesi		
				D. Rand.	U. Rand.	D. Rand.	U. Rand.	Satılan	D. Rand.	U. Rand.
1950	767.269	-0.76	78.27	1.046	0.964	0.820	0.756	—	—	—
1951	744.817	-3.01	74.91	1.197	1.111	0.897	0.832	—	—	—
1952	765.142	2.65	70.75	1.352	1.259	0.954	0.888	—	—	—
1953	919.528	16.78	69.97	1.587	1.454	1.110	1.017	102.360	1.163	0.589
1954	1.092.987	15.87	65.96	1.799	1.638	1.196	1.089	95.620	1.079	0.594
1955	1.174.004	6.90	65.03	1.891	1.718	1.243	1.130	89.309	1.126	0.674
1956	1.322.722	11.24	63.87	1.834	1.710	1.187	1.107	68.342	1.092	0.581
1957	1.705.669	22.45	67.79	1.930	1.805	1.321	1.236	61.731	1.214	0.537
1958	1.724.694	1.10	66.27	2.038	1.907	1.377	1.288	—	—	—
1959	1.644.327	-4.88	65.42	2.077	1.931	1.373	1.277	—	—	—
1960	1.698.415	3.18	62.51	2.151	2.022	1.354	1.273	—	—	—

(1) Randımanlar yalnız yeraltı istihsaline göredir.

şalin birkaç misli yapılması mümkün bulunmaktadır.

Kuruluşu ile, mahalli halk ihtiyacını kâr gyesi gütmenden temin eden işletme, artan talepleri karşılamak üzere iktisadi devlet teşekkülü zihniyeti ile lüzumlu teçhizatın temini ve hazırlıkların yapılmasına bu yıl başlanmış bulunmaktadır.

Randımanları, 1954 senesine kadar muayyen işin yapılması şeklinde olan çalışma, bilâhare iş kanununa itibak ettirilmiştir. Randımanların artırılması, ocakların teçhiz edilmeleri ile mümkün olacak ve iyi bir çalışma ile % 50 den aşağı olmamak üzere artabilecektir.

## İktisadi Devlet Teşekküllerinde;

1950 deki istihsalin 1960 da 3 misline yakın arttığını ve buna mukabil satılık kömürde bu artışın 2 mislinden biraz fazla olduğunu görüyoruz. Bu, Devletçe bu teşekkül kö-

mürlerinin yıkanması prensibinin kabulü, açık işletmelerden yapılan istihsalin bütün istihsalin % 40 ı civarında oluşu gerek bu kısımlardan ve gerekse mekanizasyon dolayısıyla kömürün kısmen pis istihsal edilmesi mecburiyetinden doğmaktadır.

Randımanlar yalnız yeraltı tatbikatına ait olup açık işletmelerin nazarı itibara alınmaları ile bu rakamların üstüne çıkacağı tabiidir. Mekanizasyon ve işin teksifine başlanılan 1951-1954 senelerinde bariz tesirler görülmekte ve bunların gittikçe İslah ve daha iyiye götürüldüğü memnuniyetle görülmektedir. Bu randımanların önümüzdeki devrelerde artırılmasına devam edileceği ve iyi neticeler alınacağına inanıyoruz.

## 2.) Özel Sektör İşletmeleri:

a.) Taş kömürü istihsalı; Antalya, Akseki ve Konya Bozkır mıntıklarında permo-karbonifer tabaka içinde bulunan taş kömü-

rü yatakları çok arızalı, pis evsaf ve ince damarlar yüzünden halen faaliyette bulunmamaktadır. Çok kısa bir süreye inhisar eden bu çalışmalar üzerinden durmıyacağım.

b.) Linyit istihsalı; Memleketimizin her tarafına yayılmış olan özel linyit müstahsilinin sahaları, daha ziyade Batı ve Kuzey batı Anadolu'da toplanmaktadır, özel

Bunlardan:	1 Adedi Senelik	100.000 tonun üstünde
3	" "	50.000—100.000 ton arasında
16	" "	10.000— 50.000 " "
62	" "	1.000— 10.000 " "
141	" "	0— 1.000 " "

sektörün 1958 başı itibarile faaliyet sahasına giren imtiyaz ve işletme ruhsatı adedi 233 ü bulmaktadır.

İstihsal yapılmaktadır ki; bu tarifile özel sektör linyit müstahsilinin çok iptidai durumda olduğunu, buna rağmen; 1950 de 104.397 ton istihsal ve 96.439 ton imrar yapabilen

özel linyit sektörünün 1960 da 1.085.003 ton imrar etmekle 10 sene içinde 11 mislinden fazla bir inkişaf sağladığı anlaşılmaktadır. Bu istihsal artışının 1956 senesinde özel sektör istihsalinin tevzi ve tahsis yolu ve kömür satış ve tevzi müessesesinin garantisi ve yardımı ile bir misli süratlendiğini aşağıdaki istihsal ve imrar cetvelinden görüyoruz.

#### ÖZEL SEKTÖR LİNYİT İSTİHSAL VE İMRAR DURUMU:

Seneler	İstihsal (Ton)	İmrar (Ton)
1950	104.397	96.439
1951	119.944	77.096
1952	140.405	166.421
1953	198.940	196.477
1954	314.486	279.076
1955	480.579	374.329
1956	806.341	770.875
1957	999.237	957.274
1958	1.087.961	1.050.314
1959	1.036.838	994.410
1960	769.582	1.085.003

Özel sektöre ait bu toplu bilgiler dışında ayrı ayrı gerek istihsal ve gerekse randımanları bir araya toplama imkânı bulunmadığından Ege Madencilik A. Ş. Çamlıca Linyit İşletmesine ait rakamları vermekle iktifa edeceğim. Bu işletme, özel sektör içinde birinci

mevkii işgal eden ve her bakımdan numune olarak gösterilebilecek bir durumda olup randımanlardaki gayri mütecanis tahavüllerin ifadesini teknik tatbikattan ziyade her yıl kendisine mahsus karakteristik konjoktüründe aramak gerektiği ifade edilmektedir.

#### ESE MADENCİLİK A. Ş.: ÇAMLICA LİNYİT İŞLETMESİ

Seneler	İstihsal (Ton) (Satılık)	Satış (Ton)	Dahilî Rand. Kg/Yevmiye	Umumi Rand. Kg/Yevmiye
1950	25.666	25.885	764	587
1951	36.122	34.735	1103	831
1952	55.312	48.086	1130	786
1953	54.196	61.519	1126	747
1954	83.096	83.525	1584	994
1955	116.588	116.961	1882	1041
1956	135.584	135.572	1930	1118
1957	131.436	130.885	1742	961
1958	141.446	137.800	1764	1053
1959	158.933	157.243	2125	1328
1960	184.478	178.300	2202	1400

Diğer belli başlı senevi 50 bin tonun üstünde istihsal yapan özel linyit işletmelerinde dahili randımanların 750-1250 kg umumi randımanlarında 600-900 kg arasında değiştiğini görmekteyiz ki bu rakamların küçük olduğunu kabul etmeğe mecburuz.

Son yıllarda özel sektör piyasa durumu dolayısıyla istihsal ettiği linyiti satmakta güç-

lük çekmekte ve devlet sektöründen gerek D. D. Y. nakliyatında, ve gerekse malzeme temininde farklı muameleler ile sarsılmaktadır. Satış ve tevziin müştereken tatbikinde özel linyit müttahsilinin hemen 2 misli istihsal yapmasının mümkün olduğunu söyleyebilirim.

### KÖMÜR İSTİHSALININ (Taş kömür - Linyit) MEMLEKETİMİZ İÇİNDE DAĞILIŞI 1958 BAŞI İTİBARIYLA ŞÖYLEDİR.. (1.000 Ton olarak)

Vilâyetler	Özel Sektör	Mahalli İdare İşletmeleri	İktisadi Dev. Teş.	Yekûn
Amasya	30	50	---	80
Ankara	11	---	---	11
Aydın	60	---	---	60
Bolu	120	---	---	120
Balıkesir	9	---	---	9
Burdur	1	---	---	1
Çorum	---	71	---	71
Çanakkale	150	---	---	150
Erzurum	22	---	---	22
Edirne	40	---	---	40
Gümüşhane	1	---	---	1
İstanbul	35	---	---	35
İzmir	22	---	---	22
Kütahya	100	---	1.200	1.300
Manisa	200	---	600	800
Muğla	40	---	---	40
Nevşehir	2	---	---	2
Sivas	5	---	---	5
Tekirdağ	40	---	---	40
Yozgat	11	---	---	11
Zonguldak	---	---	3.900	3.900
	<b>899</b>	<b>121</b>	<b>5.700</b>	<b>6.720</b>

Bu tablodan görüleceği üzere kömür istihsalinin % 85 i 3 vilâyet hudutları ve bütün istihsalin 22 vilâyet hudutları içinden yapılmakta olduğu, bunlardan 19 vilâyet sahalarındaki istihsalde şu şekilde tezahür etmektedir.

5 Adedi	Senelik	1— 10.000 Ton arasında
9	"	10— 50.000 "
3	"	50—100.000 "
2	"	100—150.000 "

Bugün kömür, başka ham enerjiler ve bilhassa petrolün rekabeti ile ciddi olarak karşı karşıya bulunmaktadır. Eğer rekabet kabiliyetimizi muhafaza etmek istiyorsak, istihsalâtımız kalitesini artırmak mecburiyetindeyiz. Maden işletmeciliğinin iktisadi durumu masrafların muhafazasından başka, imkân dahilinde azalmasını da talep etmektedir. Bu ancak, istihraç ve ihzar ameliyesinin büyük tesislerde temerküz ettirilmesi ile kabil olabilir. Bunun yerine getirilebilmeside maden işletmeciliğinin yatırım kuvvetinin

muhafazasına ve bunun rantabilitesine bağlı bulunmaktadır.

Kömür istihsalı, kömürden gayri ham enerjilerin rekabeti ile sarsılmamalıdır. Halen memleketimiz yakıt problemi plânlanmamıştır. Memleketimizde yukarıda arz edilen kömür istihsaline ilâveten 20 milyon ton odun ve 6 milyon ton tezek istihlak edilmektedir. Bunlardan odun ve tezek tamamen ev hizmetlerinde, taş ve linyit kömürünün 1 milyon tonu teshin hizmetlerinde 1.700.000 tonu nakliyat hizmetlerinde 1.600.000 tonu elektrik istihsalinde ve 2.200.000 tonunda büyük ve küçük sanayide kullanılmaktadır. Önümüzdeki 5 yıl içinde katı yakıt ihtiyacı ev hizmetleri ve teshin için 700.000 ton, bütün fabrikaların (2 nci Demir Çelik Sanayii hariç) kurulma ve normal kapasite ile çalışmalarını için 1.300.000 olmak üzere 2.000.000 ton olarak tahmin edilebilir. Katı yakıt istihlakının kaloriye tahvili suretile yapılan nisbette ev hizmetleri ve teshin hissesinin % 60 sanayi hissesinin % 40 olduğu ve önümüzdeki



5 sene sonra bu nisbetin sıra ile %55 ve %45 olarak sanayi lehine değişecektir. Bugün nüfus başına teshin için düşen kalori Avrupa devletlerine nazaran (Meselâ İngiltereye göre 5 defa) 3-6 defa düşüktür ki hayat seviyesinin yükselmesine paralel olarak yakıt ihtiyacının artacağı aşikârdır. Ormanlarımızın muhafaza ve ağaç dikme seferberliği ile ihyası hayati bir mevzu olarak karşımıza çıktığı bu sosyal davada, yakıt olarak kullanılan odunun ve keza ziraatımız için mühim bir madde olan gübrenin kömür ile yer değiştirmesini gaye olarak ele almak zorunda olduğumuz artık bir kaçınılmaz gerçektir.

Netice olarak; şöyle bir sıralama yapmak mümkündür.

1.) Odun ve tezeğin yerine kömürün yakıt olarak ikamesi zarureti, 2. nci Demir ve Çelik Sanayiinin kurulması, Sanayi inkişafı, nüfusumuzun sür'atle artması ve hayat

seviyesinin yükselmesi ile artacak yakıt ihtiyacı kömür istihsalimizi artırmamızı icap ettirmektedir.

2.) İstihsalı artırmak için bugünden özel sektör ve Devlet sektörü müştereken gerekli tedbirlere baş vurmalıdır. Zira, bugünden alınacak tedbirler bir süre sonunda neticelerini verecektir. Özel sektörün yatırım yapabilmesi için bir fon tesisi veya bir kredi müessesesi kurulması, özel sektör işletmeleri nakliye yollarının devletçe ele alınması ve istihlâk tahminine ve ihtiyaca göre istihsalin planlanması gibi.

3.) Yapılacak istihsal bir elden özel sektör ve devlet sektörü müştereken tevzi edilmeli ve bu tevzide mercideki maliyet esas alınmalıdır.

4.) Halkın kömür yakmasını teminen gerekli kolaylıklar sağlanmalı ve tertipler alınmalıdır.

5.) İstihsalin kalitesi ve rekabet imkânları esaslı bir suretle daimi bir etüde tabi tutulmalı ve randımanlar sür'atle artırılmalıdır.

6.) Devlet sektörü lehine devletçe yapılan indirim, hususi tarifelere son vermeli ve 2 sektör arasında herhangi bir fark düşünmemelidir.

7.) D. D. Y. sezon nakliyelerinde tefrik gözetmeden indirim yapmalıdır.

8.) Güney ve Doğu Anadolu'da ümitli kömür sahalarının aranmasına geniş imkânlar hazırlanmalıdır.

9.) Yatakların hüsünü istismarı tahripten vikayesi, azami istifade sağlanması, fenni ve teknik çalışma ve şartnamelere riayet, devamlı murakebelerle temini lâzımdır.

Bizler, kömür işletmeciliğinin rantabilitesinin ayakta tutulması için mücadele etmeliyiz. Bu, maden işletme tekniğinin bütün sahalarındaki kuvvetlerin tam olarak ortaya konmasını mecburi kılmaktadır, işletme usullerini geliştirmek ve yeni işletme usulleri bulmaz zorundayız. Fakat unutmayalım ki, ne ocaktaki madenci ne de maden mühendisleri ferdin bu vazifeyi yerine getirmek imkânına sahip değildiler. Bu, ancak ilgililerin elbirliği ile çalışmaları halinde matlup hedefe vasıl olabilecektir.

Bu yazıdaki dokümanları temin ve tedarikine hizmeti geçen meslekdaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

## DÜZELTME:

(Geçen sayıda)

Zonguldak

Havzası

(Milyon Ton

olarak) . . . .

Muhtemel

450

Görünür R.

, 1050

Mümkün

?

